



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**QUARK ÜRETİMİNDE *SPİRULİNA PLATENSİS* KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERRİN TURHAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. YONCA YÜCEER

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**QUARK ÜRETİMİNDE *SPİRULİNA PLATENSİS* KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERRİN TURHAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Yonca YÜCEER

ÇANAKKALE – 2022

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Berrin TURHAN

22/08/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca bilgisini ve tecrübelerini benimle paylaşan, yardımlarını ve desteğini esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Yonca YÜCEER'e;

Çalışmam boyunca bilgisi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Müge İŞLETEN HOŞOĞLU'na;

İstatistiksel analizlerimde yardımını esirgemeyen saygı değer hocam Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ'e;

Analizlerim sırasında bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU, Prof. Dr. Barış TUNCEL, Dr. Öğr. Üyesi Nihat YAVUZ, Arş. Gör. Hasan UZKUÇ ve Arş. Gör. Nestrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ'a;

Üretim aşamam boyunca yanımda olan ve beni destekleyen arkadaşlarım Arş. Gör. Burcu KAYA, Berkcan ALANBAY ve Çağla KÜÇÜKBAĞ'a;

Çalışmamda kullanılan *Spirulina platensis*'i sağlayan Algae Ltd. Şti. işletmesi sahibi Zafer EREL'e;

Çalışmamda kullanılan sütü sağlayan Bayır Süt Ürünleri sahibi Erman BÜYÜKGAGA'ya;

Hayatımın her evresinde yanımda olan, tez çalışmam sırasında beni her anlamda destekleyen babaannem Mürvet TURHAN, annem Meryem TURHAN, babam Hayrettin TURHAN, kardeşlerim Büşra TURHAN ve Mürvet TURHAN'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Berrin TURHAN
Çanakkale, Ağustos 2022

ÖZET

QUARK ÜRETİMİNDE *SPİRULİNA PLATENSİS* KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Berrin TURHAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yonca YÜCEER

22/08/2022, 78

Bu tez kapsamında %0,25, 0,50, 0,75 ve 1 oranlarında *Spirulina* ile zenginleştirilen quark peynirinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin depolama boyunca değişimleri belirlenmesi amaçlanmıştır. İnek sütü kullanılarak üretilen quark örneklerinde, antioksidan aktivite ABTS yöntemiyle belirlenirken uçucu bileşenlerin belirlenmesi amacıyla gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi kullanılmıştır. Ürünlerin karakteristik duyuşal özellikleri tanımlayıcı duyuşal analiz tekniği ile ortaya konmuştur.

Quark örneklerinde, *Spirulina* kullanımının 21 günlük depolama süresi boyunca titrasyon asitliği, tirozin, toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Farklı miktarlarda *Spirulina* eklenmesi ile tüm gruplardaki peynir örneklerinin protein içeriğinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak quark örneklerinde asidik, alkol ve keton grubunda yer alan uçucu bileşenler belirlenmiş olup *Spirulina* kullanımındaki artışa bağlı olarak 2,3-bütandion ve asetoin içeriğinde düşüş olduğu saptanmıştır. *Spirulina* içeren örneklerde, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite değerleri kontrol peynirine göre yüksek bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde değeri 61,62 mg GAE/g ile depolamanın 21. gününde %1 *Spirulina* içeren peynirlerde, en düşük toplam fenolik madde değeri ise 40,79 mg GAE/g ile depolamanın 1. gününde K grubu (kontrol örneği) peynirlerde bulunmuştur.

Quark örneklerinde algılanan en yoğun tanımlayıcı duyuşal terimler ‘pişmiş’, ‘kremamsı’, ‘fermente’, ‘yosun’, ‘tatlı’, ‘ekşi’ ve ‘buruk’ olarak belirlenmiştir. Panelistler

tarafından en çok tercih edilen örneğin kontrol grubu, en az tercih edilen örnek grubunun ise %1 *Spirulina platensis* içeren grup olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, quark peynirinde *Spirulina platensis* kullanımının ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini etkilediğı belirlenmiştir. Kullanım oranındaki artışa bağılı olarak ürünün bazı fonksiyonel özelliklerinin arttığı, ancak duyuşsal özelliklerin olumsuz etkilendiğı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Quark, *Spirulina platensis*, Fonksiyonel Gıda, Protein



ABSTRACT

INVESTIGATION OF *SPIRULINA PLATENSIS* USAGE POSSIBILITIES IN QUARK PRODUCTION

Berrin TURHAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Yonca YÜCEER

22/08/2022, 78

Within the scope of this thesis, it was aimed to determine the changes in physical, chemical, microbiological and sensory properties of quark cheese enriched with *Spirulina* at 0.25, 0.50, 0.75 and 1% ratios during storage. In quark samples produced using cow's milk, antioxidant activity was determined by ABTS method, while gas chromatography-mass spectrometry was used to determine the volatile components. The characteristic sensory properties of the products were revealed by the descriptive sensory analysis technique.

In the quark samples, the effect of *Spirulina* usage on titratable acidity, tyrosine, total antioxidant activity and total phenolic substance during the 21day storage period was found to be significant. It was determined that protein content of cheese samples in all groups increased with the addition of different amounts of *Spirulina*.

In general, volatile compounds in the acidic, alcohol and ketone groups were determined in quark samples, and a decrease in 2,3-butanedione and acetoin contents was determined due to the increase in *Spirulina* use. In the samples containing *Spirulina*, the total phenolic substance and total antioxidant activity values were higher than the control cheese. The highest total phenolic content value was 61.62 mg GAE/g in cheeses containing 1% *Spirulina* on the 21st day of storage, and the lowest total phenolic content value was 40.79 mg GAE/g in K group (control sample) cheeses on the 1st day of storage found.

The most intense descriptive sensory terms perceived in the quark samples were determined as 'cooked', 'creamy', 'fermented', 'seaweed', 'sweet', 'sour' and 'astringent'.

It was determined that the most preferred sample group by the panelists was the control group, and the least preferred sample group was the group containing 1% *Spirulina platensis*.

As a result, it was determined that the use of *Spirulina platensis* in quark cheese affected the physical, chemical, and sensory properties of the product. It has been revealed that some functional properties of the product increased in the usage rate, but the sensory properties are negatively affected.

Keywords: Quark, *Spirulina platensis*, Functional Food, Protein



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ETİK BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

5

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM MATERYAL YÖNTEM

13

3.1. Materyal	12
3.2. Quark Peyniri Üretimi ve Analiz Yöntemleri.....	12
3.2.1. Quark Peyniri Üretimi	12
3.2.2. pH Analizi	15
3.2.3. Titrasyon Asitliği Analizi	15
3.2.4. Kül Analizi	15
3.2.5. Kurumadde Analizi	16
3.2.6. Yağ Analizi	16
3.2.7. Protein Analizi	17
3.2.8. Renk Analizi	17
3.2.9. Sertlik Analizi	18
3.2.10 Toplam Fenolik Madde Tayini	18
3.2.11 Toplam Antioksidan Aktivite Tayini	19
3.2.12 Tirozin Tayini	19
3.2.13 Uçucu Bileşen Analizi	19
3.2.14 Mikrobiyolojik Analizler	20
3.2.15 Duyusal Analizler	21
3.2.16 İstatistiksel Analizler	21

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

24

4.1.	Quark Peynirine Ait Analiz Sonuçları	23
4.1.1.	Kurumadde Analizi	23
4.1.2.	Yağ Analizi	25
4.1.3.	Protein Analizi	27
4.1.4.	Kül Analizi	29
4.1.5.	pH Analizi	31
4.1.6.	Titration Asitliği Analizi	33
4.1.7.	Renk Analizi	37
4.1.8.	Sertlik Analizi	44
4.1.9.	Tirozin Tayini	47
4.1.10.	Toplam Fenolik Madde Tayini	49
4.1.11.	Toplam Antioksidan Aktivite Tayini	53
4.1.12.	Uçucu Bileşen Analizi	57
4.1.13.	Mikrobiyolojik Analizler	62
4.1.14.	Duyusal Analizler	63

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER

69

KAYNAKÇA	73
EKLER	I
EK 1. Toplam Fenolik Madde Tayini İçin Oluşturulan Gallik Asit Standart Eğrisi	II
EK 2. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini İçin Oluşturulan Troloks Standart Eğrisi .	III
EK 3. Tirozin Tayini İçin Oluşturulan Tirozin Standart Kurvesi	IV
EK 4. Tanımlayıcı Duyusal Analiz Testi Değerlendirme Formu	V
EK 5. Duyusal Değerlendirme	VI
EK 6. Tüketici Testi Formu.....	VII
EK 7. Kontrol Örneğine Ait Kromatogram	VIII
EK 8. S1 Örneğine Ait Kromatogram	IX
EK 9. S2 Örneğine Ait Kromatogram	X
EK 10. S3 Örneğine Ait Kromatogram	XI
EK 11. S4 Örneğine Ait Kromatogram	XII

SİMGELER VE KISALTMALAR

β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Derece Santigrat
mL	Mililitre
L	Litre
g	Gram
%	Yüzde Oranı
vb.	Ve Benzeri
<i>Spirulina spp.</i>	<i>Spirulina</i> Türleri
<i>S. platensis</i>	<i>Spirulina platensis</i>
<i>S. maxima</i>	<i>Spirulina maxima</i>
GLA	Gama Linoleik Asit
RNA	Ribonükleik Asit
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
dk	Dakika
ABTS	2,2-Azinobis(3-Etilbenzothiazollin-6-Sulfonik Asit)
g	Gram
MTG	Mikrobiyal Transglutaminaz
w/v	Kütle/Hacim
Ca	Kalsiyum
P	Fosfor
LA	Laktik Asit
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
IgE	İmmunglobulin E
HIV	Human Immunodeficiency Virüs
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
Ltd. Şti.	Limited şirketi
TS	Türk Standartları
TA	Titrasyon Asitliği
N	Normalite
NaOH	Sodyum Hidroksit
mg	Miligram

d	Yoğunluk
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
AOAC	Resmi Analitik Kimyagerler Derneği
H ₂ SO ₄	Sülfirik Asit
HCl	Hidroklorik Asit



TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Quark örneklerinin sınıflandırılması	13
Tablo 2	Quark örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve kül değerleri	23
Tablo 3	Kurumadde analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler	24
Tablo 4	Yağ analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler	26
Tablo 5	Protein analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler	28
Tablo 6	Kül analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler	30
Tablo 7	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen pH değerleri	32
Tablo 8	pH'ya ilişkin varyasyon analiz sonuçları	32
Tablo 9	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen titrasyon asitliği değerleri	34
Tablo 10	Titrasyon asitliğine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	35
Tablo 11	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen L* değerleri	37
Tablo 12	L* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	38
Tablo 13	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen a* değerleri	39
Tablo 14	a* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	40
Tablo 15	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen b* değerleri	42
Tablo 16	b* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	42
Tablo 17	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen sertlik değerleri	44
Tablo 18	Sertlik analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	45
Tablo 19	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen tirozin değerleri	47
Tablo 20	Tirozin analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	48
Tablo 21	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen fenolik madde değerleri	50
Tablo 22	Fenolik madde tayini analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	51

Tablo 23	Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen toplam antioksidan aktivite değerleri	54
Tablo 24	Toplam antioksidan analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları	55
Tablo 25	Analiz edilen quark örneklerindeki uçucu bileşen miktarları	59
Tablo 26	Koliform ve Maya-Küf sayıları	62
Tablo 27	Duyusal özelliklere ait sonuçlar	64
Tablo 28	Tüketici testine ve beğeni sırasına ait sonuçlar	66



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Klasik Yöntemle Quark Peyniri Üretiminde İşlem Basamakları	14
Şekil 2	Kurumadde analizi için ANOM testi sonuçları	25
Şekil 3	Yağ analizi için ANOM testi sonuçları	26
Şekil 4	Protein analizi için ANOM testi sonuçları	28
Şekil 5	Kül analizi için ANOM testi sonuçları	30
Şekil 6	Titrasyon asitliği analizi için ANOM testi sonuçları	36
Şekil 7	L* değeri için ANOM testi sonuçları	39
Şekil 8	a* değeri için ANOM testi sonuçları	41
Şekil 9	b* değeri için ANOM testi sonuçları	43
Şekil 10	Sertlik analizi için ANOM testi sonuçları	46
Şekil 11	Tirozin analizi için ANOM testi sonuçları	49
Şekil 12	Toplam fenolik madde analizi için ANOM testi sonuçları	52
Şekil 13	Toplam antioksidan analizi için ANOM testi sonuçları	55
Şekil 14	Quark peynirlerinin duyusal analiz sonuçlarına ait örümcek ağı grafiği	65
Şekil 15	Quark peynirlerinin görünüş, kıvam ve tat-koku özellikleri bakımından duyusal analiz sonuçlarına göre geometrik dağılımı	67
Şekil 16	Quark peynirlerinin beğeni sıralarına ilişkin grafik	68

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Asitle koagüle edilmiş, taze ve olgunlaştırılmamış peynirler dünyada yaygın olarak üretilmektedir. Yaklaşık 30-40 farklı tipte olgunlaşmamış peynir, özellikle Akdeniz ülkelerinde oldukça popülerdir. Bu sınıfta yer alan tüm peynirler için ortak özellik, düşük pH değerine ve kurumaddede %0,6-0,9 oranlarında kalsiyum içeriğine sahip olmalarıdır. Belirli bir zamana kadar sade olarak üretilen quark daha sonraları çeşitli meyveler, otlar ve baharatlar katılarak doğrudan tüketim için laktik asit içeren bir süt ürünü haline gelmiştir (Klostermeyer, 2003).

Quark, pürüzsüz dokuya ve hafif ekşi bir tada sahip süt beyazı veya hafif sarımsı renkte olgunlaşmamış taze bir peynirdir. Pastörize yağsız süt veya yağ oranı ayarlanmış sütün asit veya peynir mayası ile pıhtılaştırılması sonucunda üretilmektedir (Collins ve Senge, 2004).

Quark peyniri içerisinde bulunan canlı organizmaların varlığı ve β -galaktosidaz aktivitesi sayesinde laktoz intoleransı olan bireyler tarafından tüketimi uygundur. Yüksek protein konsantrasyonu sebebiyle yüksek besin değerine sahiptir. Nem içeriği yüksek, kurumadde ve yağ içeriği ise düşüktür. Bu nedenle raf ömrü, 8 °C'de 2 ile 4 hafta arasında değişmektedir (Collins ve Senge, 2004).

Quark peyniri, yapısında optimum düzeyde süt proteini bulduran, kalsiyum, B₂ vitamini ve fosfor açısından önemli bir süt ürünüdür. Ferahlatıcı bir aromaya sahip olması yaklaşık %1 oranında laktik asit içermesinden kaynaklanmaktadır. Quark, peyniraltı suyu proteinlerini bulundurması, ekzogen amino asitleri içermesi ve kalsiyumu hemen hemen çözünmüş yapıda barındırması açısından da çok önemli süt ürünü haline gelmektedir (Karagözlü ve Yerlikaya, 2015).

Quark üretiminde kullanılan sütün pastörizasyon sıcaklığı 85-95 °C'dir. Pastörizasyon işlemi tamamlanan süt olgunlaştırma sıcaklığına (20-22 °C) soğutulmaktadır. Olgunlaştırma aşamasında süte kültür ve peynir mayası ilavesi yapılmaktadır. Daha sonra süt 20-22 °C'de 15-22 saat pıhtı oluşuncaya kadar

bekletilmektedir. Pıhtı suyunun 4,55 pH'ya ulaşması iyi bir olgunlaşma için gerekmektedir. Pıhtı suyunun ayrılmasında farklı teknikler uygulanmaktadır. Pıhtı suyundan ayrılan quark hızlı bir şekilde 4 °C'ye soğutulmaktadır. Daha sonra quarka meyve, aromatik bitkiler vb. ilave edilerek ambalajlanmaktadır (Collins ve Senge, 2004).

Spirulina'nın keşfi yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. *Spirulina* ilk kez 1524 yılında Texcoco gölü kıyısında yaşayan Aztekler tarafından kullanılmıştır. 1940 yılında Dangeard, Çad Gölü' nün kuzeyinde yaşayan insanların, gölden topladıkları *Spirulina*'yı yiyecek olarak kullandıklarını bildirmiştir (Cirik, 1989). 1962 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü ve Uluslararası Gıda Teşkilatı yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda *Spirulina*'nın %60-70 oranında protein içeren çok zengin bir gıda deposu olduğunu saptamışlardır. Sonrasında Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesi tarafından astronotlar için besin tableti yapımında *Spirulina* üzerinde ilk çalışmalarını yapmıştır. Bunun üzerine *Spirulina*'nın ticari kültürleri üretilmiş ve bilimsel alandaki çalışmalarına başlanmıştır (Fox, 1999).

Spirulina protein (kuru ağırlığının %65'i oranında), karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, enzimler, esansiyel yağ asitleri, karotenler, fikosiyenin ve klorofil a gibi yapılar açısından son derece zengin yenilebilir (sürdürülebilir) bir kaynaktır. *Spirulina spp.* iki ana tür (*S. platensis* ve *S. maxima*) içeren enine kesitte bobin görüntüsüne sahip çok hücreli, iplikli bir siyanobakteridir. Tozu koyu yeşil renkli, deniz yosunu tadında ve kokusuzdur (Fuller, 1989).

Spirulina yüksek protein konsantrasyonuna (kuru ağırlığının %60 ile %70'i) sahip mükemmel bir besin kaynağıdır (Ciferri, 1983). Protein oranı sığır etinde %22 iken, tam soya ununda %36'dır (Henrikson, 1994). Yüksek protein konsantrasyonunu esansiyel amino asitler olan lösin (toplam amino asitlerin %10,9'u), valin (%7,5) ve izolösin (%6,8) oluşturmaktadır (Cohen, 1997). Bilinen 20 amino asitten 18'ini, yüksek kaliteli proteinleri, süttten daha fazla kalsiyum, inek karaciğerinden daha fazla B₁₂ vitamini, A, B₂, B₆, E, H ve K vitaminlerini ve tüm temel mineralleri içermektedir (Fox, 1999).

Spirulina yüksek provitamin A konsantrasyonuna sahiptir. Vücuda aşırı dozda β - karoten alınması toksik etki yaratabilir. Fakat β-karoten vücuda *Spirulina* veya başka bir

sebzeden alındığında genellikle zararsızdır. Çünkü insan organizması fazla β -karoten'i ihtiyacı olduğu miktarda vitamin A'ya dönüştürmektedir (Belay 1997; Henrikson 1994). *Spirulina*, en zengin doğal B₁₂ vitamini kaynağıdır (Richmond, 1992).

Spirulina %4 ile %7 arasında lipit içermekte olup linoleik asit ve γ -linoleik asit (GLA) gibi esansiyel yağ asitlerine de sahiptir. *Spirulina* ve anne sütü GLA'ca zengin tek doğal besindir. *Spirulina*'nın *Chrorella*'ya göre çok yüksek derecede GLA'ya sahip olduğu bulunmuştur (Othes ve Pire 2001). GLA'nın tıbbi özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle araşidonik asit ve prostaglandin sentezi için gereklidir. Düşük yoğunluğa sahip olan lipoproteini düşürür ve linoleik asitten yaklaşık 170 kat daha etkilidir. Egzama tedavileri için kullanılmış ve parkinson hastalığı ve kalp hastalıklarına olumlu etkisinin olduğu görülmüştür (Cohen, 1997). Yaklaşık olarak %13,6 oranında karbonhidrat içerir; bunlardan bazıları glikoz (%40), mannoz (%30), ksiloz (%26) ve az miktarda oligosakkaritlerdir (%4) (Shekharam vd., 1987).

Spirulina'da bazı doğal pigmentler bulunmaktadır. Bu pigmentler arasında en çok bulunan, kuru ağırlığın %0,8 ile 1,5' ini oluşturan tek klorofil olan klorofil a'dır. Miksoksantofil ve beta karoten başlıca karotenoidlerdir, içerikleri kuru ağırlığın yaklaşık % 0,2 ile %0,4'ünü temsil etmektedir. Bu pigmentler, bu siyanobakterileri tüketen bazı flamingo türlerinin tüylerinin karakteristik renklerinden sorumludur. Buna göre *Spirulina*'nın balıklar, tavuklar ve yumurtalar için pigmentasyon kaynağı olarak kullanılabileceği gösterilmektedir (Ciferri, 1983). Suda çözünür bir protein pigmenti olan fikosiyanın, *Spirulina platensis*'in ana bileşenlerinden biridir. Çeşitli tıbbi ve farmakolojik özelliklere sahiptir. Fikosiyanın farelerde karaciğer tümör hücrelerinin gelişimlerini azalttığı saptanmıştır (Bhat ve Madyastha, 2000).

Tüketiciler gıdalardan sağlık üzerine olumlu katkılar sağlayan ve hastalıkları önleyici etkiler beklemektedir. Bunun sonucunda da fonksiyonel gıdalara ilgi gittikçe artmaktadır. İnsan beslenmesinde süt ve süt ürünleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin artırılması ticari açıdan ve beslenme açısından oldukça önemlidir. Gıdaları fonksiyonel hale getirmek için doğal kaynaklara ve yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple doğal ve katkısız besinler grubunda yer alan mikroalglerin besinsel zenginliklerinden yararlanılmaya başlanmıştır. Yetiştirilen

en önemli alg türlerinden biri *Spirulina*'dır. *Spirulina* doğal, fonksiyonel bir gıda katkı maddesi olarak insan diyetinde önemli bir yer teşkil etmektedir.

Günümüzde tüketiciler için besin değeri yüksek ve daha sağlıklı ürün çeşitlerinin artırılması gerekmektedir. Quark ülkemizde süt ürünleri pazarında kendine tam olarak yer bulamamış bir üründür. Sade olarak tüketilebileceği gibi çeşitli hammaddelerin (meyve, otlar, baharatlar) ilavesiyle de aromalandırılarak tüketime sunulabilen, besin değeri ve randımanı yüksek, sürülebilir kıvamda bir peynir çeşididir. Bu nedenle bu çalışmada sağlıklı bir süt ürünü olan quarkın besinsel zenginliklerinin daha da artırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda quark peyniri, *Spirulina* ile zenginleştirilerek peynirin fonksiyonel özelliklerini artırmak ve kullanılan *Spirulina*'nın quarkın fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özelliklerine olan etkilerini ortaya koymak hedeflenmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnek ve keçi sütünden quark tipi peynir üretimi yapan Ramteke vd., (2020), peynirlerin fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerindeki değişimleri araştırmıştır. Çalışma, keçi sütünün tek başına ve inek sütü ile kombinasyon halinde quark tipi peynir hazırlama olanaklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. İnek sütü ve keçi sütü oranları sırasıyla %100:00, 75:25, 50:50, 25:75 ve 00:100 olarak belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre %50 inek sütü ve %50 keçi sütü içeren örneğin diğer örneklere göre üstün olduğu tespit edilmiştir. Keçi sütündeki artış ile protein, nem ve asitlik değerlerinin arttığı; yağ, karbonhidrat, kurumadde, kül ve pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Miloradovic vd., (2018) yaptıkları çalışmada inek ve keçi sütü kullanarak dört farklı quark peyniri üretmişlerdir. Peynir yapımında kullanılan sütler 80 °C/5 dk ve 90 °C/5 dk pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Üretimden bir gün sonra peynirlerin verim ve kaliteleri değerlendirilmiştir. Keçi peynirlerinin verimleri, inek peynirlerine kıyasla önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. İnek ve keçi peynirleri arasında toplam protein değeri önemli ölçüde farklılık göstermese de nispi protein oranları farklılık göstermiştir. Isıl işlemlerdeki farklılığın her iki süt türündeki peynirde, peynir altı suyu protein oranları üzerinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 90 °C/5 dk pastörizasyon işlemine tabi tutulan inek sütünden üretilen peynir örneğinin, 80 °C/5 dk pastörizasyon işlemine tabi tutulan inek sütünden üretilen peynir örneğine kıyasla daha düşük sertlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Keçi sütünden üretilen peynir örneklerinin, inek sütünden üretilen peynir örneklerine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek L^* değerlerine sahip oldukları saptanmıştır. Tüm peynirler duyuşsal değerlendirme sırasında tatmin edici puanlar almışlardır.

Cadavid vd., (2020) yaptıkları çalışmada yeniden ısıtılmış yarı yağı alınmış süt kullanarak, quark yapım sürecinde farklı konsantrasyonlarda mikrobiyal transglutaminaz (MTG) eklemenin etkisini araştırmışlardır. MTG'nin protein ağımlı güçlendirerek peynir sertliğini arttırdığı ve daha yüksek protein içeriği nedeniyle besin kalitesini yükselttiği; bununla birlikte, her iki durumda da aşırı dozda bir enzim ilavesinin elde edilen gelişmelerde bir gelelemeye neden olduğu saptanmıştır.

Ginseng özü katkılı quark peynirinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Kim, (2019) yaptığı çalışmada quark peynirinin doku profilini ve antioksidan aktivitesini belirlemiştir. %1' den daha az ginseng özütünün eklenmesinden sonra, quarkın nem içeriğinin önemli ölçüde azaldığı, yağ ve protein seviyelerinin arttığı, mikrobiyal sayımlar, laktoz ve kül içeriklerinin önemli ölçüde etkilenmediği tespit edilmiştir. Renk değerlerinde ise, ginseng ekstraktının artan konsantrasyonu ile L* değerlerinin önemli ölçüde azaldığı, a* değerlerinin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Tekstür profil analizinin sonuçları sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirliğin önemli ölçüde arttığını göstermiştir. %0, % 0,5 veya %1,0 ginseng ekstraktı ilave edilmiş peynirlerin 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit (ABTS) radikal süpürücü aktiviteleri sırasıyla %4,22±0,12, %20,14±1,34 ve %56,32±1,54 olarak belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları artan ginseng özü konsantrasyonu ile ginseng kokusu ve ağızda kalan tadın önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir. %0,5 ginseng ekstraktı katkılı peynir ile kontrol peyniri arasında genel kalite özellikleri açısından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Quark peynirinin dokusal, fizikokimyasal ve mikrobiyal parametreleri üzerine mikrobiyal lipaz ve transglutaminaz enzimlerinin etkisini inceleyen Moslemi vd., (2021), 3 farklı seviyede MTG (T1:0,1 g/L; T2:0,2 g/L; T3:0,3 g/L) ve lipaz (T1: 0,02 g/L; T2: 0,04 g/L; T3: 0,06 g/L) enzimi kullanarak biri kontrol örneği olan dört çeşit peynir üretmişlerdir. Peynir örneklerinin fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyal ve duyuşal özellikleri depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde belirlenmiştir. Enzim ilave edilen örneklerin depolama sırasında kontrol örneğine göre daha yüksek proteoliz ve lipoliz aktivitelerine sahip olduğunu tespit edilmiştir. Tekstür analizi sonucu enzim ilave edilen örneklerin sertlik değerinde önemsiz bir artış görülmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına göre enzim ilaveli örneklerin daha yüksek dokusal kabul edilebilirliğe sahip olduğu saptanmıştır. Yüksek enzim konsantrasyonunun, daha düşük renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik düzeyine neden olduğu belirlenmiştir. Ancak bu peynirlerde mikrobiyal yük daha fazla bulunmuştur. Çalışmada, quark peyniri örneklerinin hazırlanmasında mikrobiyal MTG ve lipazın eklenmesinin kısa saklama süresi için önerilebileceği tespit edilmiştir.

Spirulina platensis'in gıda ürünlerine uygulanması, fonksiyonel ürün üretmek ve ürünlerin besin değerini artırmak amacıyla Agustini vd., (2016) yaptıkları çalışmada

yumuşak peynir ve dondurmaya ilave edilebilecek maksimum *Spirulina platensis* konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. *Spirulina platensis*'te bulunan bazı biyoaktif bileşikler ısıya duyarlı olduğundan işleme teknikleri dikkate alınarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple *Spirulina platensis* uygulamasının, biyoaktif bileşenleri hasardan korumak için nispeten düşük sıcaklıkta olduğu dondurma ve yumuşak peynir ürünleri tercih edilmiştir. *Spirulina platensis*'in eklenmesi protein, su, yağ ve β karoten içeriği ve tekstür üzerine önemli etkiler göstermiştir. *Spirulina platensis* tozu eklenmiş peynirlerin kimyasal analiz sonuçlarında artan *Spirulina platensis* konsantrasyonu, örneklerin su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Örneklerin protein ve kül içeriğinde önemli bir fark tespit edilmiştir. *Spirulina platensis* miktarı düşük olduğundan (%1-1,5) işlem ürünün yağ içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır. *Spirulina platensis* tozu eklenen üründe belirgin β karoten artışı görülmüştür. Sonuç olarak %1 ve %1,2 *Spirulina platensis* ilavesinin sırasıyla yumuşak peynir ve dondurma için en iyi konsantrasyonlar olduğu kabul edilmiştir.

Mazinani vd., (2015) yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* ve *Mentha longifolia* içeren peynirlere farklı oranlarda ilave edilmiş *S. platensis* konsantrasyonlarının peynirlerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Peynir başlangıç kültürleri (%1 w/v) ve *L. acidophilus* (%2 w/v), *M. Longifolia* (0,5 ve %1 w/v) ve *S. platensis* (0, 0,3, 0,5 ve %0,8 w/v) ile birlikte süte ilave edilmiştir. Üretilen peynirler 4 °C'de 45 gün boyunca depolanmış ve mikrobiyal, tekstürel ve fizikokimyasal yönleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, *Spirulina platensis* biyokütlesinin eklenmesinin, depolama boyunca probiyotik beyaz peynirin demir, protein ve sertliğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Ayrıca probiyotik bakterilerin canlılığı sonucuna göre, peynirlerin depolanması boyunca *S. platensis*'in *L. acidophilus*'un yaşamı üzerinde pozitif etkisinin olduğu gözlenmiştir. *S. platensis* içeren ve içermeyen peynir örnekleri arasında *L. acidophilus*'un canlılığı açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Kefir ve ayran gibi farklı hammaddeler kullanarak, mezofilik laktik kültür ile yağsız sütün asitleştirilmesiyle 35 °C ve 100 °C'de ısı işlemlerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla Ozturkoglu-Budak vd., (2021) quark peyniri üretimi yapmışlardır. Peynirler 2 hafta boyunca depolanmış olup depolamanın 1. ve 14. günlerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri yönünden değerlendirilmiştir. Kefir ve yayık

ayranından yapılan quark peynirlerinin, mezofilik kültüre sahip yağsız süttten yapılan quark peynirlerine göre her iki sıcaklıkta daha düşük pH ve daha yüksek asitlik değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Peynirlerin yağ içerikleri örnekler arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek yağ içeriğine mezofilik kültüre sahip yağsız süttten yapılan quark peynirlerinin sahip olduğu görülmüştür. 100 °C'de işlem gören örneklerin, 35 °C'ye kıyasla daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tüm örnekler için en yüksek küf ve maya sayıları depolamanın 14. gününde gözlenmiştir. Quark örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakteriler tespit edilmemiştir. Sonuç olarak kefir ve ayrandan üretilen quark peynirlerinin tercih edilen özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Szkolnicka vd., (2021) yaptıkları çalışmada ayrandan elde edilen quark peynirinin, 3 hafta buzdolabında depolanması süresince özelliklerini incelemiştir. Çalışmada ikisi endüstriyel ölçekli üretimden diğer ikisi ise laboratuvar ölçeğinde üretimden olmak üzere dört çeşit ekşi ayran kullanılmıştır. 1, 7, 14 ve 21 günlük soğuk depolamadan sonra örneklerde dokusal ve duyuşal özellikler belirlenip, fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan ayran çeşitlerinin elde edilen quark peynirlerinin, asitliğini, toplam kurumaddeyi, dokusal özelliklerini ve yağ içeriğini etkilediği tespit edilmiştir. Depolama boyunca laboratuvar ölçeğinde üretilen peynirlerin titrasyon asitliği değerleri azalmıştır. Artış sadece endüstriyel ölçekli üretimden yapılan peynir örneğinde gözlenmiştir. pH değeri peynir örnekleri ve saklama günleri arasında değişiklik göstermiştir. En düşük sertlik değerinin toplam katı içeriği en düşük olan ticari ayran 1 kullanılarak yapılan peynir örneğinde, en yüksek sertlik değerinin ise toplam katı içeriği en yüksek olan ticari ayran 2 kullanılarak yapılan peynir örneğinde olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen tüm peynirlerin, depolama süresi boyunca çok yüksek duyuşal kaliteye sahip olduğu görülmüştür. Sonuçlar hem ticari hem de laboratuvar koşullarında üretilen ayranın, yüksek kaliteli quark peyniri üretimi için iyi bir hammadde olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Yaptıkları çalışmada başlangıç kültürü olarak kefir kullanarak, agave inülin ilave edilmiş quark peynirinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştıran Melo vd., (2018), peynirleri 24 saat boyunca 25 °C'de fermantasyona bırakmış ve ardından %3 inülin eklemiştir. Mikrobiyolojik analizler, pH ve asitlik düzeyi üretimin 1, 7 ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal analizlerin sonuçlarının literatürde

belirtilenlerle benzer olduğu saptanmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında peynirlerin yüksek sayıda *Lactobacilli* içerdiği tespit edilmiştir. Agave inülin ilavesinin bu mikroorganizmaların sayısını azalttığı belirlenmiştir.

Korkmaz, (2011) yaptığı çalışmada quarka vanilya, portakal, biberiye, kekik ve nane yağı ilave ederek quark peynirlerinin kalite özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Quark peynirleri 21 gün boyunca depolanmıştır. Depolamanın belirli günlerinde (1, 7, 14 ve 21) mikrobiyolojik ve duyu analizler uygulanmıştır. Duyusal analiz sonuçlarında örneklerin ortalama değerlerde beğenildikleri saptanmıştır. Aromatik bitkisel yağların antimikrobiyal etkilerinden dolayı mikrobiyolojik sorunları önlediği, duyu sonuçlarına da olumlu yönde katkılarının olduğu görülmüştür.

Juskiewicz vd., (2012) büyüyen sıçanlarda tek protein kaynağı olarak transglutaminaz enzimi ile üretilen quarkın diyet uygulamasının fizyolojik etkilerini belirlemiştir. Diyetlerde 35 gün boyunca, beslenen gruplarda toplamda 24 sıçan kullanılmıştır. Tek protein kaynağı olarak kazein içeren bir kontrol diyeti (C grubu) ve protein kaynağı olarak transglutaminaz kullanılarak ve kullanılmadan üretilen quarklı iki deneysel diyet (sırasıyla T ve S grupları) uygulanmıştır. Transglutaminaz enzimi ile üretilen quark T grubunun diyet uygulamasının önemli ölçüde amonyak ve kısa zincirli yağ asidi konsantrasyonlarını azalttığı, vücutta Ca ve P kullanımını arttırdığı ve serumdaki toplam kolesterol seviyesini azalttığı belirlenmiştir. Peynir altı suyu proteinlerinin transglutaminaz enzimi yardımıyla T quark içine dahil edilmesi, serum kolesterol seviyesini, Ca ve P kullanımını daha olumlu bir şekilde değiştirdiği saptanmıştır.

Spirulina platensis takviyesinin, fermantasyon ve depolama sırasında yoğurdun fizikokimyasal, dokusal, antioksidan ve duyu özellikleri üzerine etkisini araştıran Barkallah vd., (2017) *Spirulina*'yı yoğurda dört farklı konsantrasyonda (%0,25, 0,5, 0,75 ve 1) ilave etmişlerdir. Yoğurt örnekleri 28 gün boyunca depolanmıştır. %0,25 *Spirulina* ilavesinin, yoğurdun dokusal özellikleri ve duyu kabul edilebilirliği için yeterli olduğu saptanmıştır. Pigmentlerdeki yüksek içeriği sayesinde *Spirulina*'nın, yeni formüle edilmiş yoğurdun antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. *Spirulina* ilaveli yoğurdun daha yüksek protein, yağ ve diyet lifi içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, *Spirulina*'nın yüksek besleyici özelliklere sahip yeni bir yoğurt geliştirmek için

doğal bir bileşen olarak kullanılabilereceği sonucuna varılmıştır. Depolama sırasında örneklerin hiçbirinde küf, maya veya koliform bakteri tespit edilmemiştir. Bu mikroorganizmaların yokluğu, yoğurtların 4 °C'de 4 hafta saklandıktan sonra bile güvenli olduğunu göstermiştir.

Malik vd., (2013) %0,1, 0,2, 0,3 ve 0,5 oranlarında *Spirulina* tozu kullanarak yoğurdu zenginleştirmişlerdir. *Spirulina* düzeyindeki artış ile yoğurdun protein, yağ ve demir içeriğinde bir artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Ancak yoğurtların kül içeriğindeki artış önemsiz bulunmuştur. *Spirulina* konsantrasyonunun artmasıyla, asitlikte 0,72'den 0,81'e % LA cinsinden bir artış ve pH değerlerinde 4,3'den 4,08'e düşüş olduğu görülmüştür. %0,3 *Spirulina* ile hazırlanan yoğurdun tekstür, renk ve görünüm, serum ayrılması, lezzet ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal parametreler yönünden daha iyi puanlara sahip olduğu görülmüştür. Yoğurt kültürlerinin canlılığı depolama sırasında azaldığından %0,3 *Spirulina* ile hazırlanan yoğurttaki yoğurt kültürlerinin canlılığının, 4°C'de depolama boyunca kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Robertson vd., (2016), bir mikroalg türü olan *Pavlonalutheri*'yi belirli oranlarda (%0,25 ve %0,50) yoğurda ekleyerek, yoğurt üretimi gerçekteştirmişlerdir. Yoğurda eklenen ekstraktlar; pH, viskozite ve starter kültür canlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmazken, yoğurttaki toplam omega-3 konsantrasyonunu arttırdığı saptanmıştır. Yapılan duyuşal analizler ile mikroalg eklenmiş yoğurtların kontrol yoğurt ile karşılaştırıldığında panelistler tarafından daha az puan aldığı belirlenmiştir.

Yapılan in vivo ve in vitro deneylerde *Spirulina*'nın belirli alerjileri, anemiyi, kanseri, hepatoksisiteyi, viral ve kardiyovasküler hastalıkları, yüksek kan şekerini, yüksek kolesterolü, bağışıklık sistemi yetersizliğini tedavi etmede etkili olduğu bildirilmiştir (Chamorro vd., 2002).

Yapılan başka bir araştırmada *Spirulina*'nın insanlarda, tavuklarda ve balıklarda antikör ve sitokinlerin üretimini uyararak bağışıklık sistemini harekete geçirdiği ve bu sayede enfeksiyonlara karşı direnç gösterildiği belirtilmiştir. Ayrıca *Spirulina* sülfolipidlerinin HIV'e karşı koruma sağladığı kanıtlanmıştır. *Spirulina*'dan elde edilen

preparatların grip ve uçuğa neden olan virüslere karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Blinkova vd., 2001).

Teas vd., (2004) tarafından yapılan araştırmada Çad'da düzenli olarak *Spirulina* ile beslenen kabilelerde HIV ve AIDS'e yakalanma oranlarının diğer Afrika ülkelerine oranla daha az olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak düzenli alg tüketiminin bu enfeksiyonları önlemeye yardımcı olduğu, enfekte olmuş kişiler arasında viral yükü azalttığı görülmüştür.

Spirulina platensis yüksek oranda fikosiyanın içermektedir. Fikosiyanın *Spirulina*'nın ana bileşenlerinden biri olup aynı zamanda kuvvetli bir antioksidandır. Reddy vd., (2000) tarafından yapılan çalışmada *Spirulina platensis*'de bulunan fikosiyanın kuvvetli anti-inflamatuar etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Romay vd., (2003) tarafından yapılan çalışmada, fikosiyanın on iki deneysel enflamasyon modüllerinde kullanılan doza bağlı anti-inflamatuar etkileri görülmüştür. Fikosiyanın histamin salınımı, iltihaplı dokularda ödem ve prostaglandin düzeylerini azaltarak antioksidan, anti-inflamatuar, nöroprotektif ve hepatoprotektif etkilere sahip olduğu saptanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Quark peyniri üretiminde yarım yağlı inek sütü kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan *Spirulina platensis* Algae Ltd. Şti. (Çanakkale) işletmesinden, süt ise Bayır Süt Ürünleri (Çanakkale) firmasından temin edilmiştir. *Spirulina platensis*, kontrol grubu hariç diğer dört ürün grubuna steril havanda toz haline getirilerek ilave edilmiştir. Quark peyniri üretiminde ticari kültür olarak CHR Hansen firmasına ait CHN-22 mezofilik aromatik kültür (CHR Hansen, Danimarka) ve peynir mayası (Rumeli Maya, İstanbul) kullanılmıştır.

3.2. Quark Peyniri Üretimi ve Analiz Yöntemleri

3.2.1. Quark Peyniri Üretimi

Çalışmada, quark peyniri üretimi geleneksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Quark peyniri üretimi; süte uygulanan ön işlemler, asitleştirme ve pıhtılaştırma, pıhtının peynir suyundan ayrılması, quarkın soğutulması ve standardizasyonu ile ambalajlanması olarak 5 aşamadan oluşmaktadır (Üçüncü, 2004). Üretimler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Duyusal Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 5 çeşit quark peyniri üretimi yapılmıştır. Quark peyniri üretiminde izlenen işlem basamakları Şekil 1'de yer almaktadır. Quark üretimi 2 tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir.

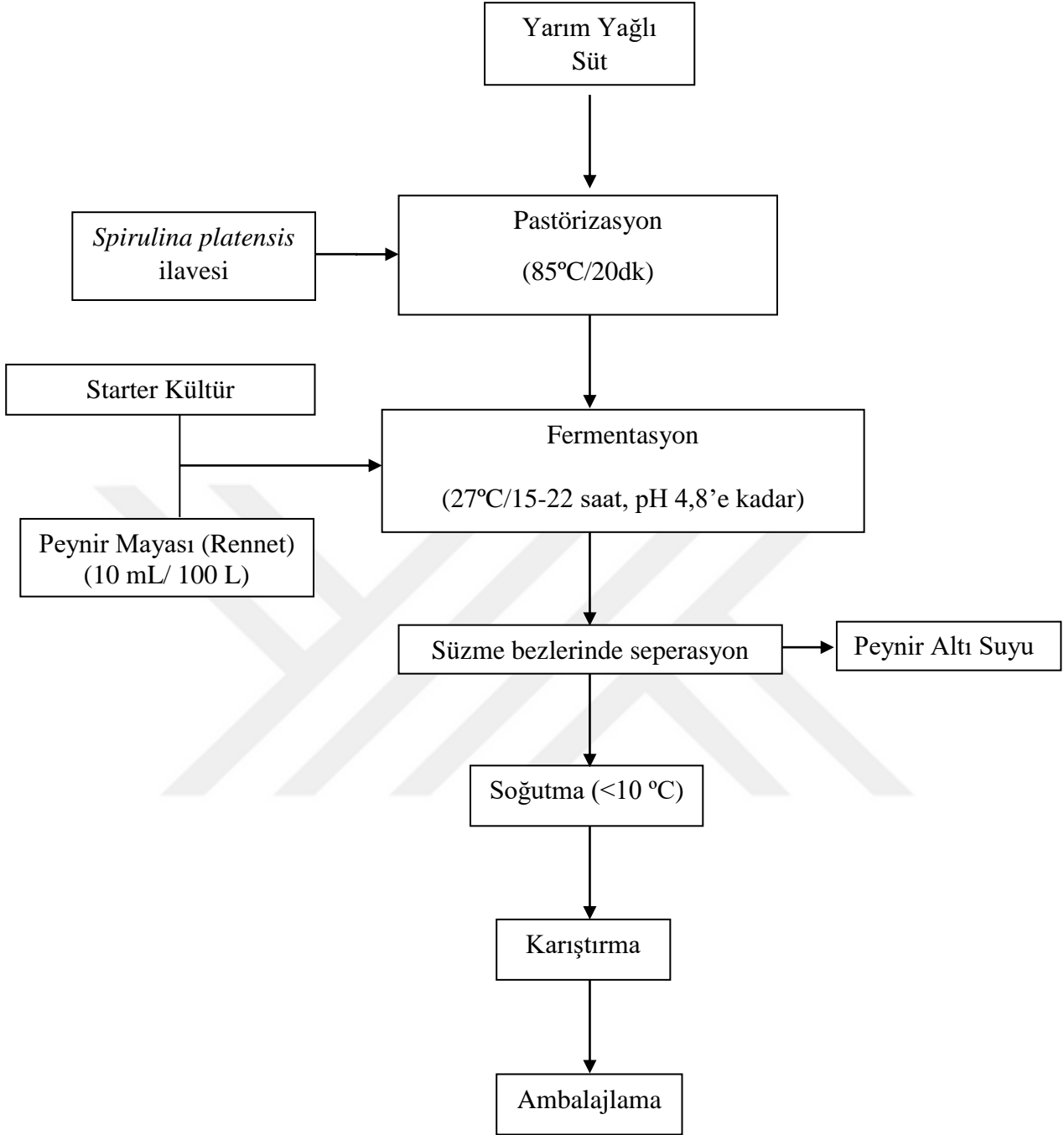
Üretimde kullanılan inek sütü temin edildikten sonra 5 eşit parçaya bölünmüştür. Sütlere %0,25, %0,50, %0,75 ve %1 oranlarında *Spirulina platensis* ilave edilerek kontrol grubu ile birlikte 5 çeşit quark peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. *Spirulina platensis* ilave edilen sütlere 85 °C'de 20 dakika pastörizasyon işlemi uygulanmış ve daha sonra sütler 24 °C'ye soğutulmuştur. Soğutulan sütlere starter kültür (CHN-22 mezofilik aromatik kültür) ilavesi üretici firma tarafından önerilen oranda (0,01 g/ L) yapılmıştır. Starter kültür ilave edilen örnekler 24 °C'de pH 6,3'e düşünceye kadar 2-3 saat inkübasyona bırakılmıştır. pH düşüşü sağlandıktan sonra peynir mayası (10 mL/100 L) ilavesi yapılmıştır.

Mayalanma işlemi için örnekler pH 4,8'e ulaşıncaya kadar 27 °C'de 15-22 saat inkübasyona bırakılmıştır. pH istenilen değere ulaştıktan sonra quark peyniri süzme bezlerine alınarak buzdolabı koşullarında (4±1 °C) yaklaşık 5-8 saat kadar süzülmesi için bekletilmiştir. Süzme işlemi tamamlandıktan sonra quark peyniri Ultra Turrax (ESGE, Model EM2, Geneva, İsviçre) ile homojen yapı elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Üretimi tamamlanan peynirler cam kavanozlara doldurularak 21 gün süresince depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde peynirlere fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler uygulanmıştır. Quark peyniri ürün grupları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Quark örneklerinin sınıflandırılması

Örnek Kodu	Peynir Çeşitleri
K	Kontrol grubu
S1	%0,25 oranında <i>Spirulina platensis</i> eklenmiş grup
S2	%0,50 oranında <i>Spirulina platensis</i> eklenmiş grup
S3	%0,75 oranında <i>Spirulina platensis</i> eklenmiş grup
S4	%1 oranında <i>Spirulina platensis</i> eklenmiş grup



Şekil 1. Klasik Yöntemle Quark Peyniri Üretiminde İşlem Basamakları

3.2.2. pH Analizi

Sade ve *Spirulina platensis* ilave edilmiş quark örneklerinin ve sütün pH ölçümleri Sartorius Basic Meter PB-11 (Göttingen, Almanya) marka pH metre kullanılarak yapılmıştır (Savello vd., 1989).

3.2.3. Titrasyon Asitliği Analizi

Titrasyon asitliğini belirlemek amacıyla 10 g quark örneği erlen içerisine tartılmıştır. Üzerine 40 °C sıcaklıktaki saf su soğutulmuş 10 mL ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. 0,5 mL fenolfitaleyn çözeltisi (% 96'lık etil alkolde %2'lik çözelti) eklenip, 0,1 N NaOH ile kalıcı pembe renk gözlenene kadar titre edilmiştir (Öner ve Aloğlu, 2018). Örneklerin % laktik asit cinsinden titre edilebilir asitliği Denklem 3.1'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Laktik Asit} = \frac{(V1 \times 0,009 \times 100)}{V2} \quad (3.1)$$

V1: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi (mL)

V2: Örnek miktarı (g)

3.2.4. Kül Analizi

Kül miktarını belirlemek amacıyla kül fırını (Protherm Furnaces, Model PLF 110115, Ankara) kullanılmıştır. Porselen krozelere örnekler 550 °C'de sabit tartıma getirilmiştir. İyice kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmış porselen krozelere örneklerden 3-5 g tartılarak 550 °C'deki kül fırınında gri-beyaz renk alıncaya kadar kademeli olarak yakılmıştır. Kül fırınından alınan krozelere desikatörde soğutulduktan sonra tartım yapılmıştır. Tartımlar arasındaki farklardan % kül miktarı Denklem 3.2'ye göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ K\u00fcl} = \frac{(M1 - M0)}{M2} \times 100 \quad (3.2)$$

M0: Porselen krozenin sabit ağırlığı (g)

M1: Yakma işleminden sonra krozenin ağırlığı (g)

M2: Örnek miktarı (g)

3.2.5. Kurumadde Analizi

Kurumadde analizinde gravimetrik metot kullanılmıştır. Etüvde (EcoCell, Münih, Almanya) 103 ± 2 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar bekletilen ve soğutulduktan sonra darası alınan kurutma kaplarına yaklaşık 3 g örnek tartılarak tekrar etüve yerleştirilmiştir. Örnekler etüvde 103 ± 2 °C'de, tartımlar arasındaki fark 0,5 mg'dan az oluncaya kadar kurutulmuştur. İşlem tamamlandığında örnekler desikatöre alınarak soğutulmuştur (Öner ve Aloğlu, 2018). Soğuyan kurutma kapları tartılarak elde edilen değerlerden % kurumadde miktarı Denklem 3.3'e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kurumadde} = \frac{(M1 - M0)}{M2} \times 100 \quad (3.3)$$

M0: Kurutma kabının sabit ağırlığı (g)

M1: Kurutma işleminden sonra kurutma kabının ağırlığı (g)

M2: Örnek miktarı (g)

3.2.6. Yağ Analizi

Quark peyniri örneklerinde ve sütte yağ analizi Gerber Van Gulik yöntemi ile belirlenmiştir (NEN, 1969). Bütirometrenin içerisine ilk olarak 10 mL sülfürik asit (Merck, $d=1,825 \pm 0,002$ g/mL) ilave edilmiştir. Daha sonra 1:1 oranında saf su ile seyreltilmiş quark örneğinden 11 mL örnek yavaşça eklenerek karışıma 1 mL amil alkol ($d=0,810 \pm 0,002$ g/ml) eklenmiştir. İçerik homojen hale gelene kadar yavaş bir şekilde karıştırılmış ve daha sonra bütirometreler Gerber santrifüjüne (Nova-Safety, Berlin, Almanya) yerleştirilmiştir. Gerber tüpleri, dakikada 1100 rpm'de 5 dakika santrifüj

edilerek yağ miktarı bütirometrenin skalasından okunmuş ve bulunan değer 2 ile çarpılarak quark örneklerin yağ içeriği % olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. Protein Analizi

Quark peynirlerinde ve sütte protein içeriği Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990). Homojen hale getirilmiş 1 g örnek yakma tüpü içerisine tartılıp üzerine 1 adet Kjeldahl tableti (Merck) ile 15 mL H₂SO₄ ilave edilerek mavi berrak renk alana kadar kademeli olarak yakma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra destilasyon işlemi uygulanmıştır. Destilasyon işlemi tamamlanınca destilat 0,1 N HCl (Merck) ile grileylak renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan HCl miktarı formülde yerine yazılarak % azot değeri bulunmuş (Denklem 3.5'e göre) ve bu değer 6,38 faktörü ile çarpılarak (Denklem 3.6'ya göre) protein miktarı elde edilmiştir.

$$\% \text{ Toplam Azot} = \frac{(V1 - V0) \times N \times 0,014}{m} \quad (3.5)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times 6,38 \quad (3.6)$$

V: Örnek için harcanan HCl miktarı (mL)

V₀: Kör için harcanan HCl miktarı (mL)

N: Kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

0,014: Azotun miliekivalent ağırlığı

3.2.8. Renk Analizi

Örneklere ait renk analizi Minolta Renk Ölçüm cihazı (Minolta Chroma Meter, Model CR-400, Minolta. Co. Ltd., Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

Ölçümlerden önce quark örnekleri homojen hale getirilmiştir. Örneklerin beş farklı noktasından ölçüm alınarak sonuçlar kaydedilmiştir. Ölçümler sonucunda

L* (parlaklık beyazlık), a* (yeşilden kırmızıya), b* (sarılık mavilik) değerleri belirlenmiştir (Bhale vd., 2003).

3.2.9. Sertlik Analizi

Quark örneklerinin sertliğinin belirlenmesi amacıyla Brookfield CT3 Tekstür Analizörü (İngiltere) kullanılmıştır. Ölçüm için 24 °C'ye ulaşmış örneklerin her birinden 10'ar gram alınarak cam kaplara tartılmıştır. Her örnek için ölçümler 3 tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir (Tiga vd., 2021).

Tekstür ölçümünde kullanılan cihazın analiz koşulları:

- TA11/1000 alüminyum silindir prob çapı: 25,4 mm
- Test hızı 1,5 mm/s
- İlk test hızı 1 mm/s
- Son test hızı 1 mm/s
- Baskı %40
- Tutma zamanı 5 s olarak belirlenip uygulanmıştır.

3.2.10. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini için mikro ölçekli Folin Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Folin Ciocalteu reaktifi analiz öncesinde hacmen 1:10 oranında distile su ile seyreltilmiştir. İdeal absorbans aralığında (0,4-0,6) sonuçlar elde edebilmek amacıyla örnekler 1:10 oranında seyreltilmiştir. Seyreltme işleminden sonra deney tüplerine sırasıyla 100 µL örnek, 900 µL distile su, 5 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 4 mL sodyum karbonat çözeltisi (75 g/L) ilave edilerek karıştırılmış ve 2 saat boyunca karanlık bir ortamda bekletilmiştir. İnkübasyon aşaması tamamlanan örneklerin 765 nm dalda boyunda, spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) absorbans değerleri belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarını tespit edebilmek için Ek 1'de verilen gallik asit (Fluka, MO, ABD) eğrisinden faydalanılmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kurumadde olarak hesaplanmıştır.

3.2.11. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

Serbest radikalleri tutma prensibine dayanan antioksidan aktivite 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit (ABTS; Sigma, St. Louis, MO, ABD) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Kim, 2019). Her peynir örneği hacmen 1:2 oranında metanol ile seyreltilmiştir. 1 saat boyunca 30 °C'de çalkalamalı inkübatörde karıştırılmıştır. 1 saat sonunda 1.900×g'da 10 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatant Whatman filtre kağıdından (No:42) süzülmüştür. Filtratların, antioksidan aktivitenin analizi için spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) 734 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür. Örneklerin antioksidan aktivite değerlerini belirleyebilmek için Ek 2'de verilen troloks standart eğrisinden faydalanılmıştır.

3.2.12. Tirozin Tayini

Örneklerde proteoliz seviyesinin belirlenmesi amacıyla tirozin tayini UV spektrofotometre (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) kullanılarak 650 nm'de gerçekleştirilmiştir (Sezgin vd., 1996). Örneklerin tirozin miktarlarını belirleyebilmek için Ek 3'de verilen tirozin standart kurvesinden yararlanılmıştır.

3.2.13. Uçucu Bileşen Analizi

Örneklerde uçucu bileşenlerin izolasyonu için katı faz mikroekstraksiyon metodu (SPME), tanımlanması ve miktar belirlemesi için Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) (GC 6890, MS 6890 N, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) kullanılmıştır. Analizler için 10 g örnek 10 mL doymuş tuzlu su çözeltisi içerisinde çözüldürülmüştür. Daha sonra bu çözülden SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) 5 mL alınmış ve içerisine 10 µL iç standart (1 mL'sinde 0,5 µL 2-metil valerik asit ve 5 µL 2-metil-3-heptanon bulunmaktadır) ilave edilerek 40 °C sıcaklıktaki su banyosunda (GFL, Model 1103, Burgwedel, Almanya) 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Daha sonra SMPE fiber (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex Supelco, Belafonte, ABD), aynı şartlarda vial batırılarak 30 dakika daha 40 °C sıcaklıktaki su banyosunda bekletilmiş ve GC-MS'e enjekte edilmiştir.

Uçucu bileşenlerin ayrımını sağlamak için HP-INNOWax (60 m uzunluk × 0,25 mm iç çap (i.d.) × 0,25 µm film kalınlığı) kolonu kullanılmıştır. Gaz kromatografisi fırın programının sıcaklığı başlangıçta 10 dakika boyunca 40 °C olup, 5 °C/dk rampa ile 250 °C son sıcaklığa ulaşmış ve bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur. Sistemde yüksek saflıkta helyum gazı taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. MS şartları; kapiler ara yüz sıcaklığı 280 °C, iyonizasyon enerjisi: 70 eV; kütle aralığı 35-350 amu, tarama hızı 4.45 scan/s'dir. Uçucu bileşenlerin belirlenmesi amacıyla Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) ve National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) kütüphaneleri kullanılmıştır. Kütle spektrometresinde belirlenen bileşenlerin miktar tayinleri Avşar vd., (2004) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Asidik karaktere sahip olan uçucu bileşenlerin miktar tespiti için 2-metil-valerik asit, bazik karaktere sahip olan uçucu bileşenlerin miktar tespiti için ise 2-metil-3-heptanon iç standart olarak kullanılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarları Denklem 3.7'ye göre belirlenmiştir.

$$Miktar = \frac{İç\ standart\ konsantrasyonu \times Uçucu\ bileşenin\ pik\ alanı}{İç\ standardın\ pik\ alanı} \quad (3.7)$$

3.2.14. Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerin ilk dilüsyonu için 90 mL serum fizyolojik çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilerek oda sıcaklığına soğutulmuştur. Homojen hale getirilen örneklerden 10'ar g tartılarak iyice karıştırılmış ve 90 mL serum fizyolojik çözeltisi içerisine ilave edilmiştir. Bu çözeltden steril pipet yardımıyla 1 mL alınarak içerisinde 9 mL serum fizyolojik bulunan tüplere aktarılmıştır (Anonymous, 1992).

Koliform grubu bakterilerin analizinde Violet Red Bile Agar (VRBA)'a (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmış ve örnekler 37 °C' de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Maya ve küf sayımı için ise Potato Dextrose Agar (PDA)'a (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmış ve örnekler 25 °C'de 4 gün inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.15. Duyusal Analizler

Tanımlayıcı Duyusal Analiz

Numunelerin tanımlayıcı duyusal özellikleri 25-55 yaş aralığında 5 kadın, 1 erkek panelist tarafından Spectrum™ metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Meilgaard vd., 1999). Buzdolabında bekletilen örnekler panelistlere 15-20 g'lık plastik kaplar içerisinde sunulmuştur. Değerlendirmeler sırasında ağız nötürlemek amacıyla su ve kraker kullanılmıştır. Panelistlerin eğitimi sırasında tanımlayıcı terimler geliştirilmiştir. Belirlenen bu terimler kullanılarak her oturumda 5 farklı örnek rastgele belirlenmiş, 3 haneli rakamlarla numaralandırılarak panelistlere sunulmuş ve panelistlerden her bir özelliğin yoğunluğunu 15 puanlık skala kullanarak belirlemeleri istenmiştir. Tanımlayıcı duyusal analiz testi değerlendirme formu Ek 4'de, duyusal değerlendirme ortamına ait fotoğraf Ek 5'de yer almaktadır.

Tüketici Testi

Tüketici testi üniversite personeli ve öğrenciler arasından 91 kişinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Örnekler katılımcılara 15-20 g'lık plastik kaplar içerisinde sunulmuştur. Panelistlerden örnekleri görünüş, kıvam, tat-koku özellikleri bakımından 9 puanlı hedonik skala kullanarak değerlendirmeleri ve beğeni durumlarına göre sıralamaları istenmiştir. Beğeni sıralamasında en çok beğenilen örneğin 1. sıraya en az beğenilen örneğin ise 5. sıraya yazılması istenmiştir. Tüketici testi için kullanılan puanlama skalası Ek 6'da sunulmuştur (Meilgaard vd., 1999).

3.2.16. İstatistiksel Analizler

Örneklerin analizleri iki tekerrür ve iki paralel şekilde beş örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir. Örneklerin belirlenen özellikler bakımında karşılaştırılması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amacıyla yapılan istatistiksel analizlerde Minitab (Versiyon 21.2, Statsoft, Oklohama, ABD) istatistik paket programı kullanılmıştır.

Depolamanın 1. gününde yapılan analizler için tek yönlü normal ANOM Kruskal-Wallis testi, diğer depolama günlerinde yapılan analizler için çift yönlü normal ANOM

testi uygulanmış olup depolama günleri ve konsantrasyonlar arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur. Beğeni sırasına ilişkin sonuçların değerlendirilmesinde Kendal's Corcondance Correlation testinden yararlanılmıştır. Tüketici testi sonuçlarının değerlendirilmesinde ise MDS testi kullanılmıştır (Başpınar vd., 2000).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, çalışma kapsamında üretilen 5 çeşit quark peynirine uygulanan analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve literatürde yer alan konuyla ilgili çalışmalarla karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Quark Peynirine Ait Analiz Sonuçları

Quark üretiminde yağsız kurumadde içeriği %9,11 olan inek sütü kullanılmıştır. Kullanılan sütün pH değeri 6,70, yağ içeriği %1,45 ve protein içeriği %3,35 olarak belirlenmiştir. Kullanılan *Spirulina platensis* 'in protein içeriği %54,5 olarak saptanmıştır. Quark örneklerine ait kurumadde, yağ, protein ve kül değerleri Tablo 2' de verilmiştir. Bu analizler depolamanın 1. gününde yapılmıştır.

Tablo 2

Quark örneklerinin kurumadde, yağ, protein ve kül değerleri

Bileşen (%)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
Kurumadde	19,86±0,20	19,44±0,59	19,30±0,20	19,14±0,34	19,44±0,15
Yağ	4,00±0,00	4,25±0,35	4,25±0,35	4,38±0,18	4,50±0,00
Protein	10,09±0,21	10,56±0,05	10,77±0,09	10,86±0,12	10,99±0,14
Kül	0,88±0,06	0,88±0,06	0,89±0,05	0,88±0,03	0,92±0,06

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

4.1.1. Kurumadde Analizi

Quark peyniri yüksek nem içeriğine (%82) sahip taze bir peynir çeşididir (Karagözlü ve Yerlikaya, 2015). Bu sebeple üretilen quark peynirlerinin kurumadde değerleri üretimin başlangıcında %17-20 aralığına ayarlanmıştır. Quark peyniri örneklerinde kurumadde değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Peynir örneklerinde kurumadde miktarlarının %19,14-

19,86 aralığında deđiřtiđi tespit edilmiřtir. En dűřűk kurumadde deđerine %19,14 ile S3 űrneđinin, en yűksek kurumadde deđerine ise %19,86 ile K űrneđinin sahip olduđu belirlenmiřtir. űrneklerdeki kurumadde miktarlarındaki farklılıđın sebebinin sűzme iřlemi sűrelerinden kaynaklandıđı sonucuna varılmıřtır. Quark peyniri űrneklerindeki kurumadde analizine iliřkin minimum ve maksimum deđerler Tablo 3’de gűrűlmektedir.

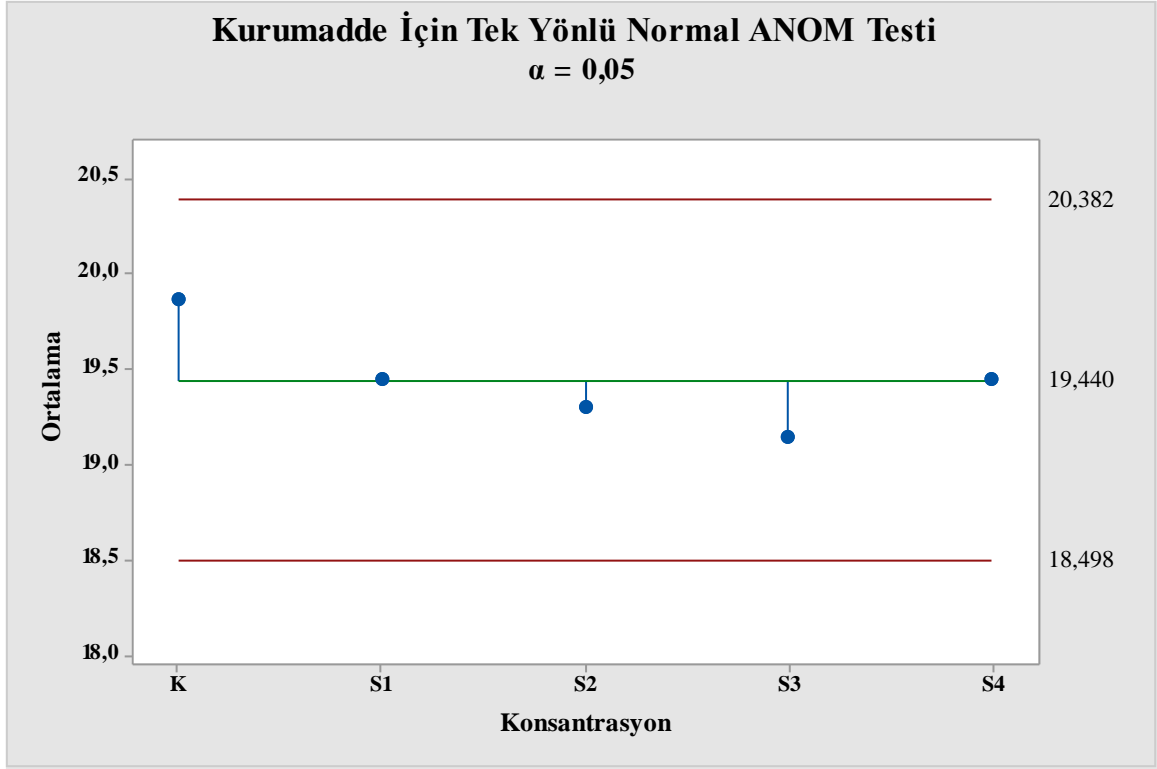
Tablo 3

Kurumadde analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler

űrnek	N	Ortalama	Standart Hata	CoefVar	Minimum	Maksimum
K	2	19,86	0,12	0,89	19,73	19,98
S1	2	19,44	0,50	3,70	18,93	19,95
S2	2	19,30	0,16	1,21	19,13	19,46
S3	2	19,14	0,29	2,19	18,84	19,43
S4	2	19,44	0,10	0,75	19,34	19,55

K: Kontrol űrneđi, S1: %0,25 *Spirulina platensis* ięeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* ięeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* ięeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* ięeren grup.

Konsantrasyon farklılıđının kurumadde deđerlerine olan etkisinin incelendiđi ANOM grafiđi Őekil 2’de verilmiřtir. ANOM grafiđi incelendiđinde en dűřűk kurumadde ięeriđinin S3 űrneđinde, en yűksek kurumaddenin ise K űrneđinde olduđu gűrűlmektedir.



Şekil 2. Kurumadde analizi için ANOM testi sonuçları

Ozturkoglu-Budak vd., (2021) kefir, yayık ayranı ve kültürlü yağsız süt gibi farklı hammaddeler kullanarak yaptıkları quark peyniri örneklerinin kurumadde değerlerini sırasıyla $21,4 \pm 1,32$, $21,6 \pm 1,55$ ve $22,7 \pm 1,28$ olarak bulmuşlardır.

4.1.2. Yağ Analizi

Quark peyniri örneklerinde yağ değerleri Tablo 2’de görülmektedir. Yağ değerlerinin birbirlerine çok yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinde yağ miktarlarının %4,00-4,50 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En düşük yağ değerine %4,00 ile K örneğinin, en yüksek yağ değerine ise %4,50 ile S4 örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Quark peyniri örneklerindeki yağ analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler Tablo 4’de yer almaktadır.

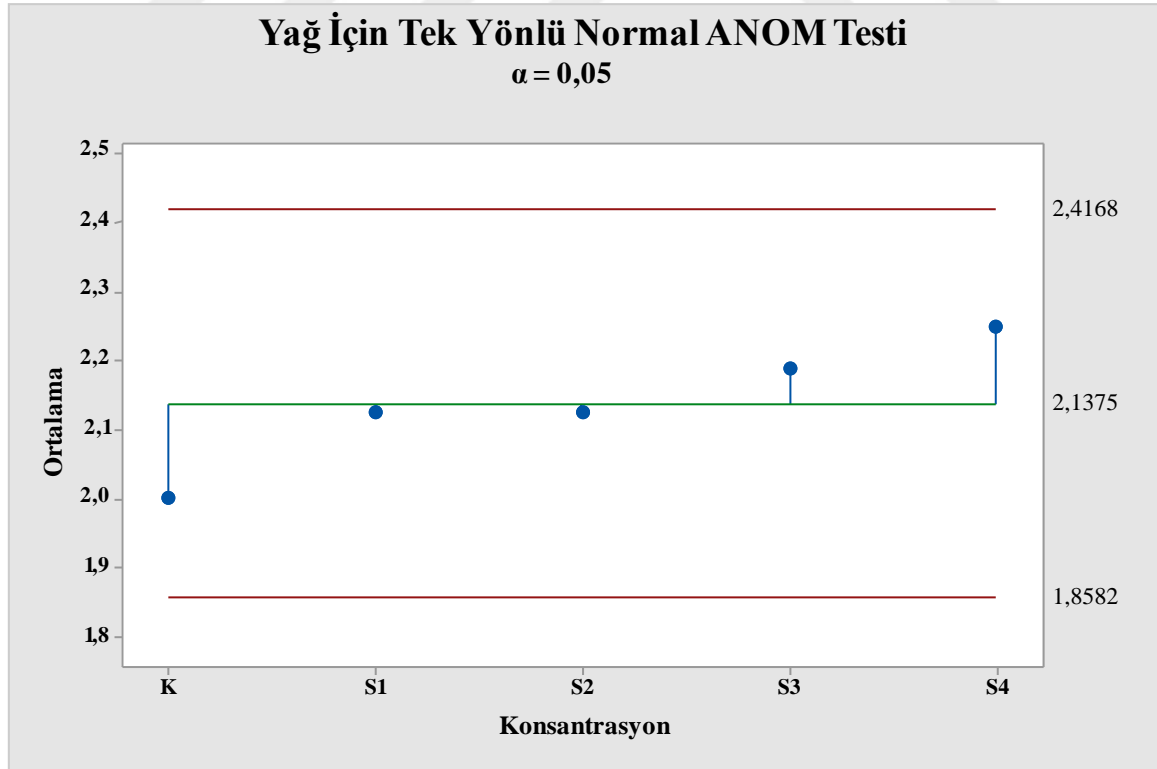
Tablo 4

Yağ analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler

Örnek	N	Ortalama	Standart Hata	CoefVar	Minimum	Maksimum
K	2	4,00	0,00	0,00	4,00	4,00
S1	2	4,26	0,26	16,64	4,00	4,50
S2	2	4,26	0,26	16,64	4,00	4,50
S3	2	4,38	0,12	8,08	4,24	4,50
S4	2	4,50	0,00	0,00	4,50	4,50

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Konsantrasyon farklılığının yağ değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 3’de verilmiştir. En düşük yağ değerinin K örneğinde, en yüksek yağ değerinin ise S4 örneğinde olduğu görülmektedir. ANOM grafiği incelendiğinde, K örneği ile S4 örneği arasındaki fark her ne kadar istatistiksel olarak önemli bulunmasa da bu fark pratik olarak önem taşımaktadır. Bu durum tekerrür sayısının azlığında kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Yağ analizi için ANOM testi sonuçları

Agustini vd., (2016) kontrol peyniri, %1 ve %1,5 oranlarında *Spirulina platensis* ilave edilmiş yumuşak peynirin yağ miktarlarını sırasıyla $3,16 \pm 0,12$ ve $3,31 \pm 0,06$ ve $3,46 \pm 0,10$ olarak bulmuşlardır. *Spirulina platensis* ilavesinden önce ve sonra yumuşak peynirin yağ içeriğinde önemli bir fark tespit edilememiştir. Düşük miktarda *Spirulina platensis* tozu ilavesi (%0 ile %1,5) nedeniyle, işlemin ürünün yağ içeriği üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

4.1.3. Protein Analizi

Spirulina yüksek protein konsantrasyonuna (kuru ağırlığının %60 ile %70'i) sahip mükemmel bir besin kaynağıdır (Ciferri, 1983). Ayrıca karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, enzimler, esansiyel yağ asitleri, karotenler, fikosiyenin ve klorofil a gibi yapılar açısından da son derece zengin yenilebilir bir kaynaktır. *Spirulina* yüksek protein içeriğinden dolayı insan beslenmesinin yanında hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Balıkların, evcil hayvanların ve çiftlik hayvanlarının yemlerine çeşitli şekillerde katılmaktadır. Dünyada mevcut *Spirulina* üretiminin %50'den fazlası yem takviyesi olarak kullanılmaktadır. Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü ve Uluslararası Gıda Teşkilatı yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda *Spirulina*'nın %60-70 oranında protein içeren çok zengin bir gıda deposu olduğunu saptamışlardır (Spolaore vd., 2006).

Quark peyniri örneklerinde protein değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Quark peynirlerinde protein değerlerinin %10,09-10,99 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek protein değerine %10,99 ile S4 örneğinin, en düşük protein değerine ise %10,09 ile K örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Quark peyniri örneklerindeki protein analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler Tablo 5'de görülmektedir.

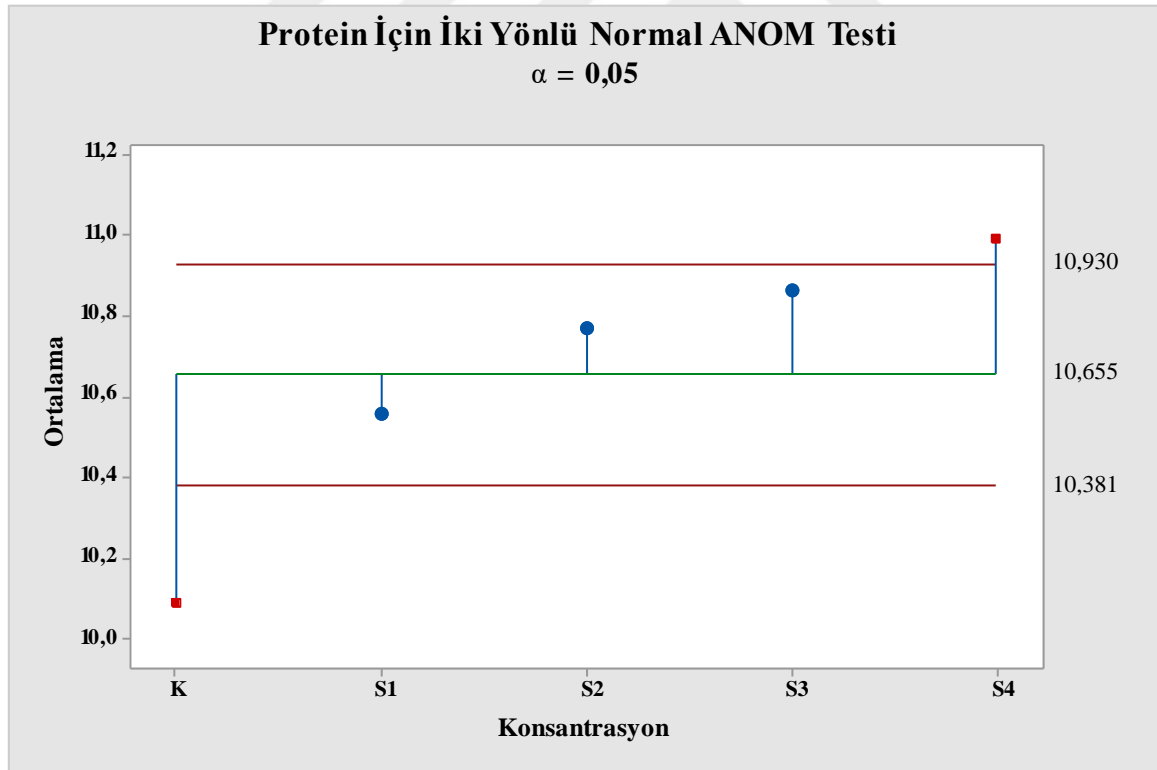
Tablo 5

Protein analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler

Örnek	N	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maksimum
K	2	10,09	0,05	10,04	10,14
S1	2	10,56	0,03	10,52	10,59
S2	2	10,77	0,07	10,69	10,85
S3	2	10,86	0,11	10,77	10,97
S4	2	10,99	0,11	10,88	11,10

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Konsantrasyon farklılığının protein değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 4’de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde en düşük protein değerinin K örneğine, en yüksek protein değerinin ise S4 örneğine ait olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Protein için ANOM testi sonuçları

Cadavid vd., (2020) yaptıkları çalışmada yeniden ısıtılmış yarı yağı alınmış süt kullanarak, quark yapım sürecinde farklı konsantrasyonlarda mikrobiyal transglutaminaz (MTG) eklemenin etkisini araştırmışlardır. MTG'nin protein ağını güçlendirerek peynir

sertliğini arttırdığı ve daha yüksek protein içeriği nedeniyle besin kalitesini yükselttiği; bununla birlikte, her iki durumda da aşırı dozda bir enzim ilavesinin elde edilen gelişmelerde bir gerilemeye neden olduğu saptanmıştır.

Agustini vd., (2016) Yumuşak peynir ve dondurmaya ilave edilebilecek maksimum *Spirulina platensis* konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. *Spirulina platensis* yumuşak peynire %1 ve %1,5 oranlarında ilave edilmiştir. *Spirulina platensis*'in eklenmesi protein üzerine önemli etkiler sağlamıştır. Kontrol peynirin protein değeri %3,79 bulunurken, %1 ve %1,5 *Spirulina platensis* eklenmiş peynirlerin protein değerleri sırasıyla %16,44 ve 22,62 olarak bulunmuştur. *Spirulina platensis*'in eklenmesi ile yumuşak peynirde protein değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonucun *Spirulina* katkılı quark peyniri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Lactobacillus acidophilus ve *Mentha longifolia* içeren peynirlere farklı oranlarda ilave edilmiş *S. platensis* konsantrasyonlarının peynirlerin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerini inceleyen Mazinani vd., (2015) yaptıkları çalışmada, peynir başlangıç kültürleri (%1 w/v) ve *L. acidophilus* (%2 w/v), *M. longifolia* (0,5 ve %1 w/v) ve *S. platensis* (0, 0,3, 0,5 ve %0,8 w/v) ile birlikte süte aşılanmıştır. *Spirulina platensis* biyokütlesinin eklenmesinin, depolama boyunca probiyotik beyaz peynirin demir, protein ve sertliğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Ayrıca probiyotik bakterilerin canlılığı sonucuna göre, peynirlerin depolanması boyunca *S. platensis*'in *Lactobacillus acidophilus*'un yaşamı üzerinde pozitif etkisinin olduğu gözlenmiştir. *S. platensis* içeren ve içermeyen peynir örnekleri arasında *L. acidophilus*'un canlılığı açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

4.1.4. Kül Analizi

Quark peyniri örneklerinde kül değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Kül değerlerinin birbirlerine çok yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Peynir örneklerinde kül miktarlarının %0,88-0,92 aralığında değiştiği ve en yüksek kül değerine %0,92 ile S4 örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. Quark peyniri örneklerindeki kül analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler Tablo 6'da görülmektedir.

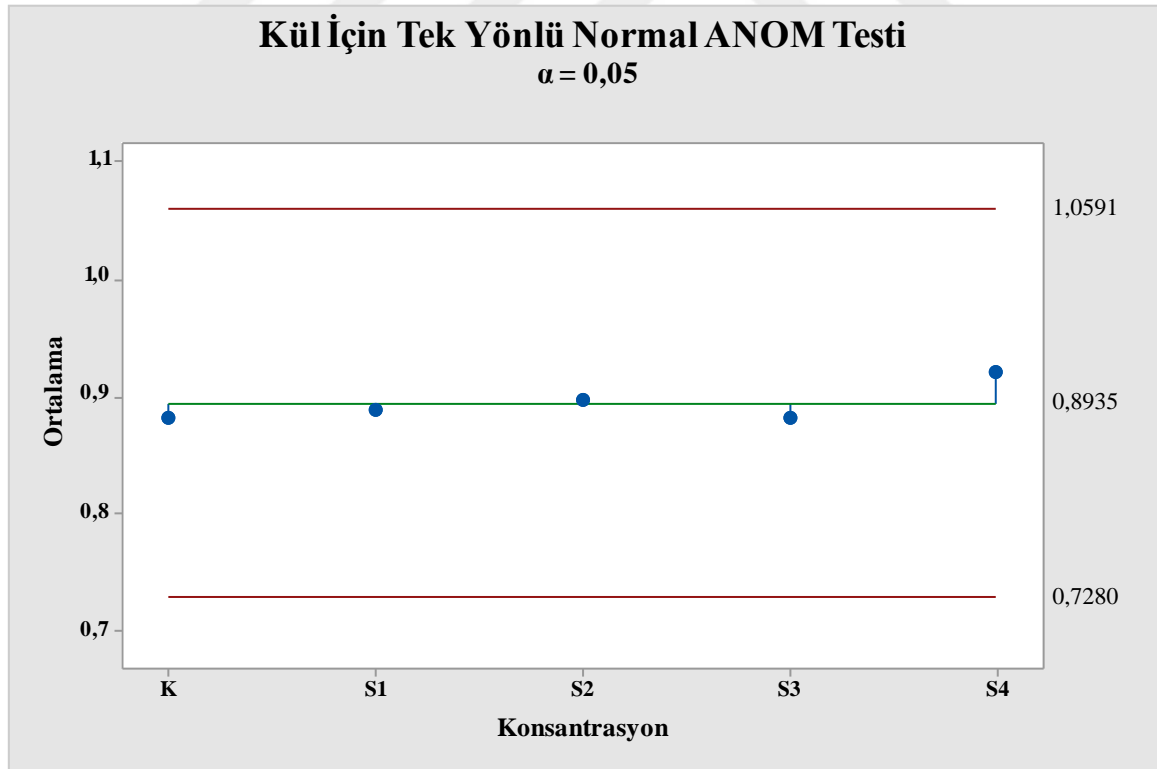
Tablo 6

Kül analizine ilişkin minimum ve maksimum değerler

Örnek	N	Ortalama	Standart Hata	CoefVar	Minimum	Maksimum
K	2	0,88	0,05	8,47	0,82	0,93
S1	2	0,88	0,05	9,04	0,83	0,94
S2	2	0,89	0,04	8,74	0,85	0,94
S3	2	0,88	0,03	5,40	0,84	0,91
S4	2	0,92	0,02	8,53	0,86	0,97

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Konsantrasyon farklılığının kül değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 5’de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde K, S1 ve S3 örneklerinin kül içeriklerinin aynı olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Kül analizi için ANOM testi sonuçları

Agustini vd., (2016) yaptıkları çalışmada, *Spirulina platensis* tozu eklenmiş peynirlerin kimyasal analiz sonuçlarında artan *Spirulina platensis* konsantrasyonu, örneklerin su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Örneklerin kül içeriğinde ise önemli bir fark tespit edilmiştir. *Spirulina platensis* tozu ilavesiyle yumuşak peynirin artan kül içeriği, *Spirulina platensis*'in nispeten yüksek kül içeriğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Malik vd., (2013) %0,1, 0,2, 0,3 ve 0,5 konsantrasyonlarında *Spirulina* tozu ilavesiyle zenginleştirdikleri yoğurtların kül içeriğindeki artışı önemsiz bulmuşlardır. *Spirulina* ilavesinin yoğurdun kül miktarında önemli bir değişikliğe neden olmadığını belirlemişlerdir.

4.1.5. pH Analizi

Fermantasyon boyunca sütte bulunan laktik asit bakterileri çoğalır. Bu durum titrasyon asitliğinin artmasına, pH'nın ise düşmesine neden olur. Depolama boyunca pH ve titrasyon asitliğinde farklılıkların olması mikroorganizmaların sayılarında önemli farklılıklar olmamasına rağmen soğutma koşullarında dahi metabolik aktivitenin olduğunu göstermektedir. Quark peynirinde 4,5'e yakın bir pH'ya sahip olmak, kullanılan starter kültür türünden bağımsız olarak quark peynirinin temel özelliklerinden biridir (Melo vd., 2018).

Üretilen quark peyniri örneklerinde depolama boyunca pH değerlerindeki değişim Tablo 7'de görülmektedir. pH değerlerinin 4,36-4,53 aralığında olduğu belirlenmiştir. En yüksek pH değerine depolamanın 1. gününde 4,53 değeri ile K örneğinin, en düşük pH değerine depolamanın 21. gününde 4,36 değeri ile S4 örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen pH değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	4,53±0,21	4,53±0,21	4,52±0,18	4,51±0,23	4,47±0,21
7	4,51±0,19	4,49±0,21	4,47±0,23	4,46±0,25	4,44±0,24
14	4,46±0,25	4,45±0,22	4,45±0,24	4,44±0,24	4,44±0,25
21	4,44±0,24	4,41±0,23	4,40±0,25	4,38±0,20	4,36±0,26

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki pH'ya ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 8'de yer almaktadır. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=1,00$). Farklı konsantrasyonların pH değerlerine olan etkisi depolama boyunca önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Bu durum, interaksiyonun pH'daki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %0,17 olarak görülmektedir.

Tablo 8

pH'ya ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Varyans analizi

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Gün	3	0,06	3,36	0,06	0,02	0,23	0,87
Konsantrasyon	4	0,01	0,67	0,01	0,00	0,04	0,99
Gün*Konsantrasyon	12	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	1,00
Hata	20	1,92	95,81	1,92	0,09		
Total	39	2,01	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması.

Gonçalves, (2004) yaptığı çalışmada probiyotik quark peynirlerinde pH değerlerini 4,38 ile 4,50 arasında bulmuştur. Ozturkoglu-Budak vd., (2021) kefir ve ayran gibi farklı hammaddeler kullanarak quark peyniri üretimi yapmışlardır. Peynirler 2 hafta boyunca depolanmış ve depolamanın 1. ve 14. günlerinde pH ve titre edilebilir asitlik yönünden değerlendirilmiştir. Farklı hammaddelerden elde edilen peynirlerin pH değerleri karşılaştırıldığında, kefir ve yayık ayranından yapılan quark peynirlerinin, mezofilik kültüre sahip yağsız süttten yapılan quark peynirlerine göre daha düşük pH ve daha yüksek asitlik değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Spirulina platensis ilavesinin fermentasyon ve depolama sırasında yoğurdun pH ve titrasyon asitliği üzerine etkisini araştıran Barkallah vd., (2017), yoğurdun pH değerlerinin 4,44 ile 4,68 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Kontrol yoğurdun diğer yoğurtlara göre daha yavaş pH düşüşünün olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Diğer örneklerin pH düşüşleri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir. *Spirulina* içeren numunelerin, fermentasyon işlemi süresince daha düşük tamponlama kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Spirulina*, laktik asit bakterilerinin canlılığını ve büyüme oranlarını önemli ölçüde uyarmıştır.

Robertson vd., (2016), bir mikroalg türü olan *Paarlona lutheri*'yi %0,25 ve %0,50 oranlarında yoğurda ekleyerek, yoğurt üretimi gerçekleştirmişlerdir. Yoğurda eklenen ekstraktların pH ve starter kültür canlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. 1. günde, kontrol, %0,25 ve %0,50 oranlarında mikroalg içeren yoğurtların pH'sı sırasıyla 4,07,4,05 ve 4,1 iken, 28. günde 3,99, 3,97 ve 3,99 olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmalarda bulunan pH değerlerinin *Spirulina* katkılı quark peynirlerinde bulunan ortalama pH değerlerine benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.6. Titrasyon Asitliği Analizi

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Tablo 9'da görülmektedir. Quark peynirlerinde titrasyon asitliği değerlerinin %1,30-1,49 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değerine depolamanın 21. gününde 1,49 değeri ile S4 örneğinin, en düşük titrasyon asitliği değerine depolamanın 1. gününde 1,30 değeri ile K örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 9

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen titrasyon asitliği değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	1,30±0,08	1,32±0,06	1,32±0,04	1,32±0,06	1,34±0,03
7	1,36±0,03	1,36±0,05	1,37±0,04	1,38±0,09	1,38±0,07
14	1,37±0,05	1,39±0,04	1,40±0,05	1,40±0,04	1,41±0,07
21	1,40±0,04	1,40±0,03	1,43±0,08	1,46±0,02	1,49±0,02

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki TA'ya ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 10'da görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=1,00$). Bu durum, interaksiyonun TA'daki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %2,38 olarak görülmektedir. Farklı konsantrasyonların TA değerlerine olan etkisi önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Ancak TA'daki varyasyonu açıklamada gün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiş ve günün titrasyon asitliğindeki varyasyonun %40,09'luk bir kısmını açıklayabileceği tespit edilmiştir. Bu durum, interaksiyon terimi önemsiz bulunmuş olmasına rağmen gün etkisinin değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir.

Tablo 10

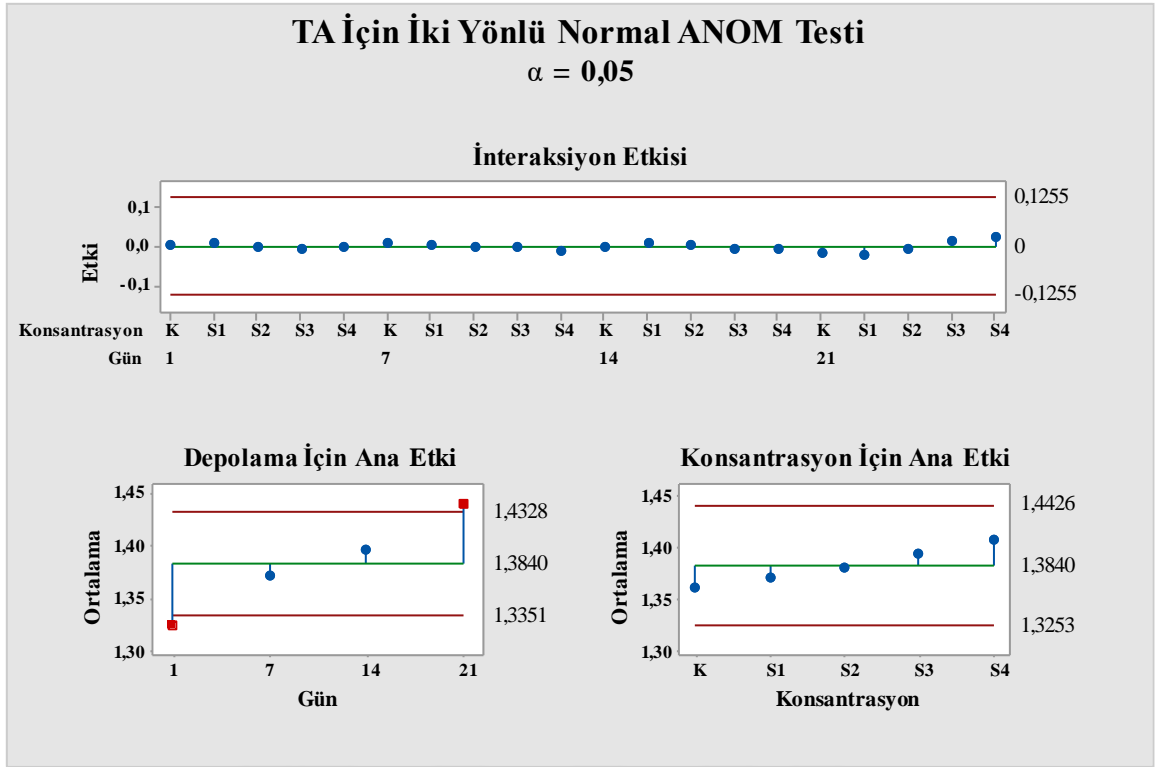
Titrasyon asitliğine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Varyans analizi

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü(%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F- değeri	p- değeri
Gün	3	0,06	40,09	0,06	0,02	5,21	0,00
Konsantrasyon	4	0,01	6,20	0,01	0,00	0,60	0,66
Gün*Konsantrasyon	12	0,00	2,38	0,00	0,00	0,08	1,00
Hata	20	0,08	51,33	0,08	0,00		
Total	39	0,17	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması.

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının TA değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 6'da verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin ve konsantrasyon ana etkisinin önemsiz, depolama ana etkisinin ise önemli olduğu görülmektedir. Bu sebeple interaksiyon ve konsantrasyon ana etkisinin dışında depolama ana etkisine odaklanılmıştır. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük TA değerinin depolamanın 1. gününde, en yüksek TA değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Titrasyon asitliği analizi için ANOM testi sonuçları

Ozturkoglu-Budak vd., (2021) tarafından yapılan çalışmada kefir ve yayık ayranından üretilen quark peynirlerinin titre edilebilir asitlikleri, 1. ve 14. günlerde mezofilik kültürden yapılan quark peynirlerine göre daha yüksek bulunurken, asitlikleri yayık ayranından yapılan quark peyniri hariç 14. günde 1. güne göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum depolama süresi boyunca toplam bakteri aktivitesinin gelişmesiyle açıklanabilir. *Lactococcus spp.* ve *Lactobacillus spp.* sayılarında gözlenen azalma titre edilebilir asitlikte belirlenen azalmanın sebebi olabilir.

Melo vd., (2018) yaptıkları çalışmada başlangıç kültürü olarak kefir kullanarak, agave inülin ilave edilmiş quark peynirinin depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde titrasyon asitliği değerlerini tespit etmişlerdir. Depolamanın 1. gününde 1,30 olarak belirlenen asitlik değeri, depolamanın 14. gününde 1,41 olarak ölçülmüştür. Depolama boyunca quark peynirlerinde asitlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonucun *Spirulina* katkılı quark peyniri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.1.7. Renk Analizi

Süt ürünlerinin renklerinin tüketici kabulü üzerindeki önemli etkileri nedeniyle, ürünlerin renk parametreleri (L^* , a^* ve b^*) ölçülmektedir (Barkallah vd., 2017). *Spirulina*'da bazı doğal pigmentler mevcuttur. Bu pigmentler arasında en çok bulunan, kuru ağırlığın %0,8 ile 1,5'ini oluşturan tek klorofil olan klorofil a'dır. Miksoksantofil ve beta karoten başlıca karotenoidlerdir. İçerikleri kuru ağırlığın yaklaşık %0,2 ile %0,4'ünü temsil etmektedir (Ciferri, 1983).

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca L^* değerlerindeki değişim Tablo 11'de görülmektedir. Örneklerde en yüksek L^* değerinin 95,34 değeri ile depolamanın 21. gününde K örneğine, en düşük L^* değerinin ise 44,92 değeri ile depolamanın 1. gününde S4 örneğine ait olduğu belirlenmiştir.

Tablo 11

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen L^* değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	84,90±3,65	71,63±1,70	62,41±0,87	52,45±1,45	44,92±1,26
7	92,38±2,91	73,96±1,06	63,77±0,68	54,77±0,71	47,64±1,25
14	93,35±3,09	76,42±0,81	66,00±1,83	57,84±2,18	49,80±0,41
21	95,34±0,70	79,02±0,52	67,7±1,44	62,00±1,95	54,19±3,20

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki L^* değerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 12'de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=0,70$). Bu durum, interaksiyonun L^* değerindeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %0,40 olarak görülmektedir. Örneklerde gün ve konsantrasyon etkisinin ayrı ayrı istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Gün etkisinin L^* değerindeki varyasyonu açıklamada istatistiksel olarak her ne kadar önemli olduğu ($p<0,05$) belirlenmiş

olsa da gün, L* değerindeki varyasyonun sadece %4,06'lık bir kısmını açıklayabilmektedir. Burada esas önemli olan varyasyonun %94,62'lik bir kısmını açıklayabilen konsantrasyondur. Bu yüzden, gün terimi önemli bulunmuş olmasına rağmen, L* değerindeki varyasyonu açıklamada hem pratik hem de istatistiksel olarak dikkate alınması gereken konsantrasyon etkisidir.

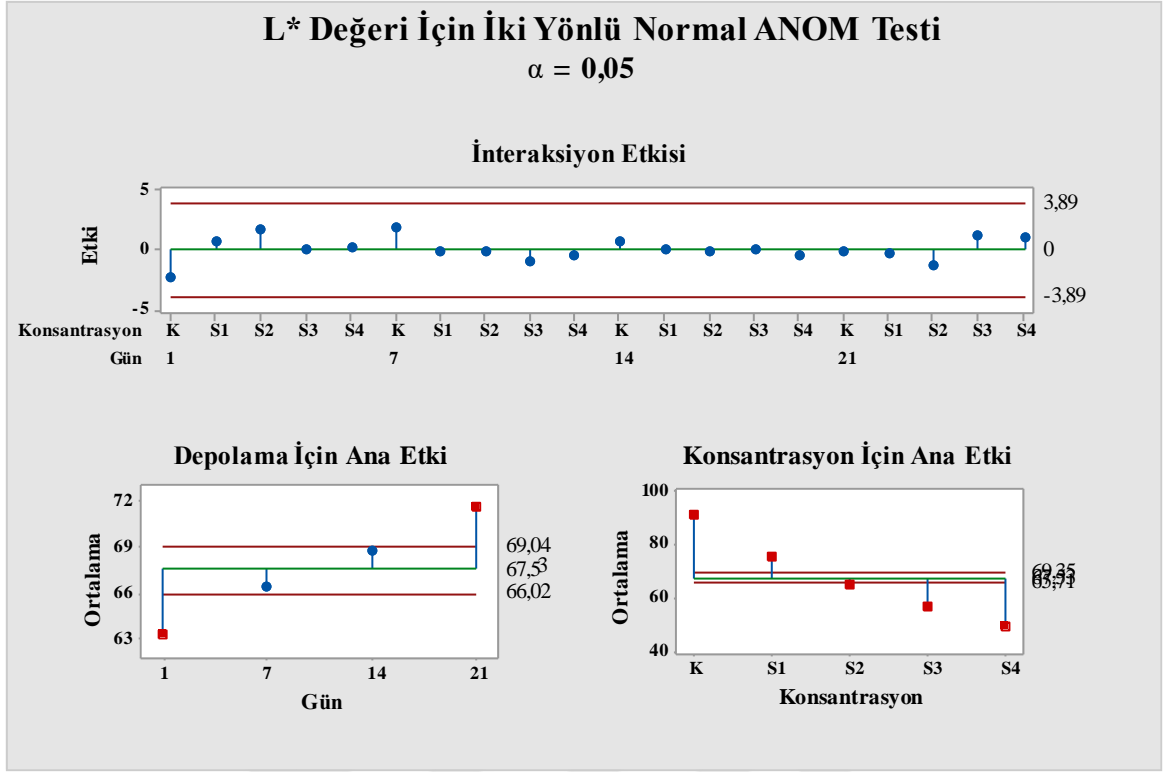
Tablo 12

L* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F- değeri	p- değeri
Gün	3	375,71	4,06	375,71	125,24	29,53	0,00
Konsantrasyon	4	8757,45	94,62	8757,45	2189,36	516,16	0,00
Gün*Konsantrasyon	12	37,38	0,40	37,38	3,11	0,73	0,70
Hata	20	84,83	0,92	84,83	4,24		
Total	39	9255,37	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının L* değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 7'de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemsiz, depolama ve konsantrasyon ana etkilerinin ise önemli olduğu görülmektedir. Bu sebeple interaksiyon dışında depolama ve konsantrasyon ana etkilerine odaklanılmıştır. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük L* değerinin depolamanın 1. gününde, en yüksek L* değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde ise en düşük L* değerinin S3 ve S4 kodlu örneklerde, en yüksek L* değerinin ise K örneğinde olduğu görülmektedir.



Şekil 7. L* değeri için ANOM testi sonuçları

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca a* değerlerindeki değişim Tablo 13'de görülmektedir. Örneklerde en yüksek a* değerinin -2,01 değeri ile depolamanın 1. gününde K örneğine, en düşük a* değerinin ise -5,22 değeri ile depolamanın 14. gününde S1 örneğine ait olduğu belirlenmiştir.

Tablo 13

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen a* değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	-2,01±0,12	-4,67±0,56	-4,73±0,23	-4,85±0,2	-4,65±0,13
7	-2,66±0,17	-4,56±0,08	-4,79±0,11	-4,91±0,24	-4,70±0,38
14	-2,07±0,35	-5,22±0,78	-5,03±0,21	-4,15±1,43	-4,03±0,84
21	-2,54±0,12	-4,56±0,11	-4,91±0,11	-5,05±0,33	-4,92±0,23

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki a* değerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 14’de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir (p=0,64). Bu durum, interaksiyonun a* değerindeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %5,72 olarak görülmektedir. Örneklerde gün etkisinin istatistiksel olarak önemsiz, konsantrasyon etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). a* değerindeki varyasyonun %1,18’lik kısmı gün tarafından açıklanırken, %81,26’lık bir kısmı ise konsantrasyon tarafından açıklanmaktadır. Bu nedenle a* değerindeki varyasyonu açıklamada hem pratik hem de istatistiksel olarak dikkate alınması gereken konsantrasyon etkisidir.

Tablo 14

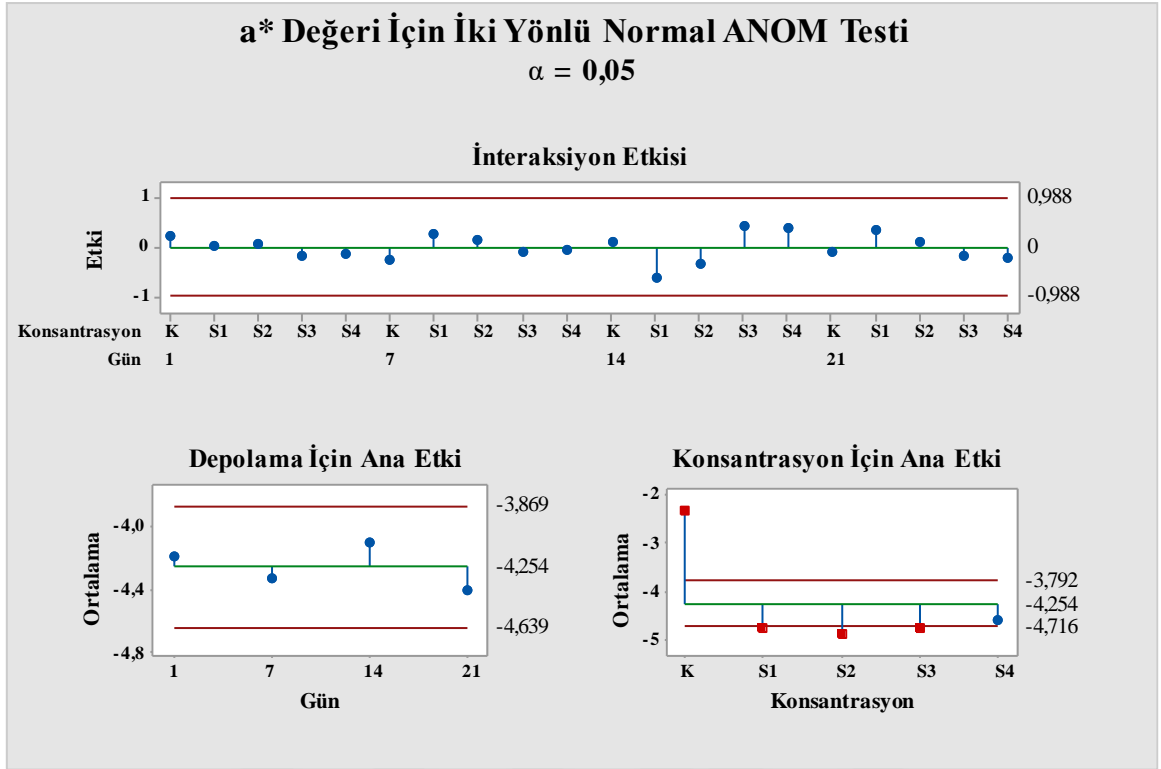
a* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Gün	3	0,54	1,18	0,54	0,18	0,66	0,58
Konsantrasyon	4	37,66	81,26	37,66	9,41	34,32	0,00
Gün*Konsantrasyon	12	2,65	5,72	2,65	0,22	0,81	0,64
Hata	20	5,48	11,84	5,48	2,27		
Total	39	46,34	100,00				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması.

K örneğinin a* değerinin, diğer örneklerle göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13). Farklı miktarlarda *Spirulina platensis* ilavesinin peynir örneklerinin a* değerleri üzerindeki etkisi sadece K kodlu örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının a* değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 8’de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin ve depolama ana etkisinin önemsiz, konsantrasyon ana etkisinin ise önemli olduğu görülmektedir. Bu sebeple interaksiyon ve depolama için ana etki dışında konsantrasyon ana etkisine odaklanılmıştır. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde en yüksek a* değerinin K örneğinde olduğu görülmektedir.



Şekil 8. a* değeri için ANOM testi sonuçları

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca b* değerlerindeki değişim Tablo 15’de görülmektedir. Örneklerde en yüksek b* değerinin 12,59 değeri ile depolamanın 1. gününde K örneğine, en düşük b* değerinin ise 6,49 değeri ile depolamanın 7. gününde S3 örneğine ve depolamanın 1. gününde S4 örneğine ait olduğu belirlenmiştir. K örneğinin b* değerinin diğer örneklere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 15

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen b* değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	12,59±0,46	7,46±0,37	7,11±0,54	6,54±0,53	6,49±0,74
7	10,53±0,12	7,72±0,59	6,66±0,67	6,49±1,17	6,52±0,31
14	10,18±1,49	8,08±0,25	8,1±0,97	6,98±0,79	6,87±0,41
21	10,06±0,95	8,38±0,23	7,83±0,22	7,16±0,24	6,54±0,65

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki b* değerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 16'da görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,14$). Bu durum, interaksiyonun b* değerindeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %9,61 olarak görülmektedir. Örneklerde gün etkisinin istatistiksel olarak önemsiz, konsantrasyon etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). b* değerindeki varyasyonun %1,23'lik kısmı gün tarafından açıklanırken, %79,62'lik bir kısmı ise konsantrasyon tarafından açıklanmaktadır. Bu yüzden b* değerindeki varyasyonu açıklamada hem pratik hem de istatistiksel olarak dikkate alınması gereken konsantrasyon etkisidir.

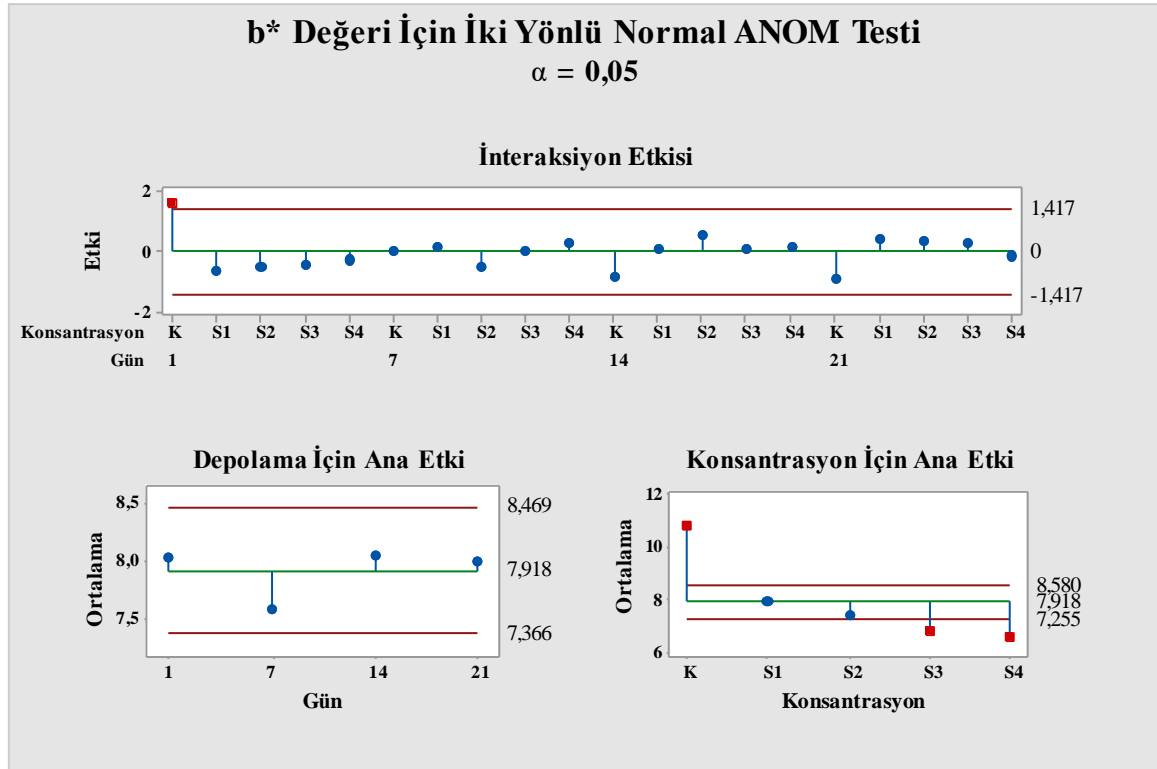
Tablo 16

b* değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F- değeri	p- değeri
Gün	3	1,45	1,23	1,45	0,48	0,86	0,47
Konsantrasyon	4	94,12	79,62	94,12	23,53	41,74	0,00
Gün*Konsantrasyon	12	11,36	9,61	11,36	0,94	1,68	0,14
Hata	20	11,27	9,54	11,27	0,56		
Total	39	118,21	100,00				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının b* değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 9'da verilmiştir.

ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin ve depolama ana etkisinin önemsiz, konsantrasyon ana etkisinin ise önemli olduğu görölmektedir. Bu sebeple interaksiyon ve depolama için ana etki dışında konsantrasyon ana etkisine odaklanılmıştır. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük b* değerinin S4 örneğinde, en yüksek b* değerinin ise K örneğinde olduğu görölmektedir.



şekil 9. b* değerini için ANOM testi sonuçları

Barkallah vd., (2017) yaptıkları bir çalışmada kontrol ve %0,25 *Spirulina platensis* ilave edilmiş yoğurt örneklelerinde, kontrol yoğurtlarının *Spirulina* takviyeli yoğurtlara göre L*, a* ve b* değerlerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Yoğurt örneklelerinde L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla yaklaşık olarak 86-59, (-4,5)-(-6,4) ve 11,2-7,6 olarak bulmuşlardır. Kontrol ve *Spirulina* ilaveli yoğurt örnekleleri arasında 28 günlük depolama süreci boyunca a* ve b* değerleri için istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. *Spirulina*'nın doğal renklendiriciler olarak süt ürünlerine ilave edilmesiyle yararlı olabileceği sonucuna varmışlardır. Barkallah vd., (2017)'nin yaptığı çalışmada bulunan L*, a* ve b* değerlerinin *Spirulina* katkılı quark peynirinde bulunan ortalama L*, a* ve b* değerlerine benzer olduğu gözlemlenmektedir.

4.1.8. Sertlik Analizi

Quark peynirinin sertliği hammadde kalitesi, peynir üretim teknolojisi ve depolama süresine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Szkolnicka vd., 2021). Peynirlerin sertlik özelliği nem ve yağ oranı ile ilgilidir. Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca ölçülen sertlik değerleri Tablo 17’de görölmektedir. Quark peynirinin sertlik değerleri incelediğinde en yüksek sertlik değerinin 86,50 g ile depolamanın 21. gününde S2 kodlu örnekte, en düşük sertlik değerinin ise 57,12 g ile depolamanın 1. gününde K kodlu örnekte olduğu belirlenmiştir.

Tablo 17

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen sertlik değerleri

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	57,12±19,52	64,87±3,68	65,00±3,02	61,00±3,34	59,62±6,81
7	63,00±17,98	66,62±4,09	68,75±5,39	69,75±4,51	62,12±8,79
14	61,87±19,55	70,75±7,77	75,75±3,42	72,12±4,26	70,12±7,18
21	70,12±22,14	85,25±14,83	86,50±5,95	84,50±4,02	79,12±2,86

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki sertlik ölçümlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 18’de görölmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=0,99$). Bu durum, interaksiyonun sertlik ölçümündeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %5,04 olarak görölmektedir. Yapılan varyans analizinde gün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,06$) ve sertlik ölçümünde varyasyonun %25,92’lik bir kısmını açıkladığı görölmektedir.

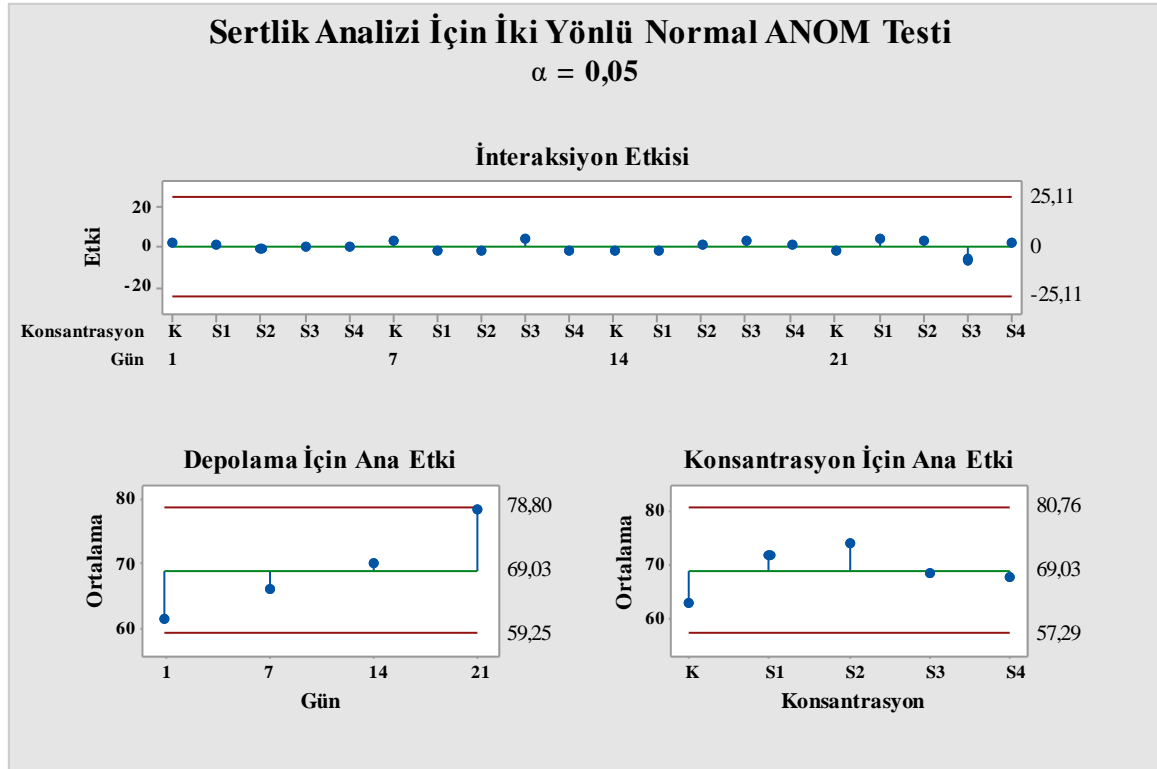
Tablo 18

Sertlik analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Gün	3	1542	25,92	1542	514	2,90	0,06
Konsantrasyon	4	565,90	9,51	565,90	141,47	0,80	0,54
Gün*Konsantrasyon	12	300,00	5,04	300,00	25,00	0,14	0,99
Hata	20	3540,80	59,52	3540,80	177,04		
Total	39	5948,70	100,00				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının sertlik ölçümlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 10'da verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin ve konsantrasyon ana etkisinin önemsiz, depolama ana etkisinin ise önemli olduğu görülmektedir. Bu sebeple interaksiyon ve konsantrasyon ana etkisinin dışında depolama ana etkisine odaklanılmıştır. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük sertlik değerinin depolamanın 1. gününde, en yüksek sertlik değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir.



Şekil 10. Sertlik Analizi için ANOM testi sonuçları

İkisi endüstriyel ölçekli üretimden diğer ikisi laboratuvar ölçeğinde üretimden olmak üzere dört çeşit ekşi ayran kullanılarak elde edilen quark peynirlerinin, 3 hafta buzdolabında depolanması süresince tekstür özelliklerini inceleyen Szkolnicka vd., (2021); en düşük sertlik değerinin toplam katı içeriği en düşük olan ticari ayran 1 kullanılarak yapılan peynir örneğinde, en yüksek sertlik değerinin ise toplam katı içeriği en yüksek olan ticari ayran 2 kullanılarak yapılan diğer peynir örneğinde olduğunu tespit etmişlerdir. Quark peyniri örneklerinde kurumadde içeriği bakımında önemli farklılık olmadığından (Şekil 2) sertlik değerleri bakımından da örnekler arasında fark görülmemiştir (Şekil 10).

Moslemi vd., (2021) 3 farklı seviyede MTG (T1, 0,1 g/L; T2, 0,2 g/L; T3, 0,3 g/L) ve lipaz (T1, 0,02 g/L; T2, 0,04 g/L; T3, 0,06 g/L) enzimi kullanarak biri kontrol örneği (T0) olan dört çeşit quark peyniri üretmişlerdir. Peynir örneklerine depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde sertlik analizi yapılmıştır. Tekstür analizi, enzim ilave edilen örneklerin sertlik değerinde önemsiz bir artış göstermiştir. Bazı örneklerde depolamanın 1. gününden 10. gününe kadar artan sertlik değerlerinin, su moleküllerinin 10. güne kadar peynirden sızmasından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Ancak bazı örneklerde depolamanın 1. gününden 10. gününe kadar sertlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin

o örnekteki MTG konsantrasyonunun diğer örneklere göre daha yüksek olmasına bağlanmıştır. MTG konsantrasyonunun hapsolmuş su ile daha yüksek çapraz bağlar sağladığı ve peynir ağından su moleküllerinin sızmasını önlediği sonucuna varılmıştır. Sertlik değeri depolama boyunca önemli ölçüde değişmeyen örnek için ise sertlik değerinin değişmeme sebebinin MTG ve su arasında oluşan çapraz bağlardan kaynaklandığı saptanmıştır.

Spirulina katkılı quark peynirlerinin kurumadde ve yağ değerleri birbirlerine yakın olduğundan peynirlerin sertlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli bulunmadığı saptanmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara göre; *Spirulina* ilavesi yapılan örnekler, kontrol örneğine kıyasla sertlik değerinde önemli olmayan bir artışa sahiptir. *Spirulina* ilavesinin peynir örneklerinin sertliği üzerindeki etkisi önemli değildir.

4.1.9. Tirozin Tayini

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca tirozin değerlerindeki değişim Tablo 19'da görülmektedir. Örneklerde depolama boyunca en yüksek tirozin değeri depolamanın 21. gününde S4 kodlu peynirlerde, en düşük tirozin değeri ise depolamanın 1. gününde K kodlu peynirlerde bulunmuştur.

Tablo 19

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen tirozin değerleri (mg/100g)

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	16,25±0,34	16,80±0,43	17,08±0,35	17,74±0,59	18,87±0,45
7	17,19±0,44	18,25±0,46	18,04±0,45	19,01±0,16	19,93±0,23
14	18,91±0,25	19,56±0,48	20,11±0,26	20,09±0,15	21,40±0,62
21	20,36±0,30	21,14±0,56	21,21±0,55	21,44±0,48	24,66±0,17

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki tirozin değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 20’de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p=0,09$). Bu durum, interaksiyonun tirozin değerindeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %3,00 olarak görülmektedir. Örneklerde gün ve konsantrasyon etkisinin istatistiksel olarak ayrı ayrı önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Gün etkisi tirozin değerindeki varyasyonun %68,89’luk bir kısmını, konsantrasyon ise varyasyonun %25,52’lik bir kısmını açıklayabilmektedir.

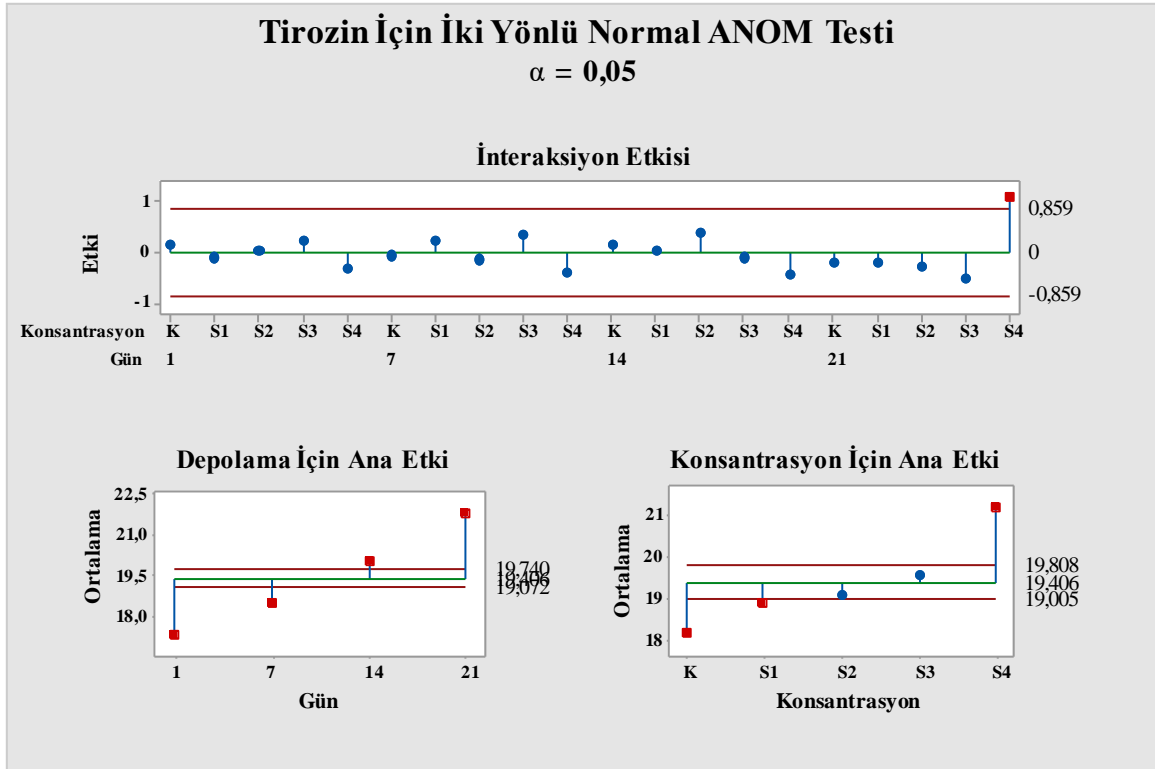
Tablo 20

Tirozin analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Gün	3	110,21	68,89	110,21	36,73	177,36	0,00
Konsantrasyon	4	40,82	25,52	40,82	10,20	49,27	0,00
Gün*Konsantrasyon	12	4,79	3,00	4,79	0,39	1,93	0,09
Hata	20	4,14	2,59	4,14	0,20		
Total	39	159,98	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının tirozin değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 11’de verilmiştir. Grafik incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemli bulunmadığı, depolama ve konsantrasyon ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük tirozin değerinin depolamanın 1. gününde, en yüksek tirozin değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde ise en düşük tirozin değerinin K örneğinde, en yüksek tirozin değerinin ise S4 örneğinde olduğu görülmektedir.



Şekil 11. Tirozin analizi için ANOM testi sonuçları

Dokuz farklı yöntemle kurumaddesi artırılan sütlerden yoğurt üretimi yapan Güven ve Karaca, (2003), 12 günlük depolama süresi sonunda yoğurtların tümünün tirozin içeriklerinin yükseldiğini ve 0,125-0,181 mg/g arasında değerler aldığını tespit etmişlerdir. Depolama boyunca yoğurdun serbest aminoasit içeriğinin yani proteolizin arttığı belirlenmiştir. Yoğurdun tirozin miktarı ile titrasyon asitliği arasında bir ilişkinin olduğu, asitliği düşük olan yoğurdun tirozin değerinin de düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada bulunan değerler Güven ve Karaca, (2003)'ün çalışmasına benzer olup depolama boyunca tirozin miktarındaki artış beklenen bir sonuçtur.

4.1.10. Toplam Fenolik Madde Tayini

Süt ve peynirlerde fenol, lezzet kalitesi bakımından önemlidir. Fenoller organoleptik olarak yaklaşık 1 mg kg⁻¹ veya daha düşük bir değerde tespit edilebilir, aroma kuvveti p-metilfenol > p-etilfenol > fenol şeklindedir. Fenolik bileşikler sütte glukuronidler veya sülfatlar olarak bulunur ve sütte de bulunan beta glukuronidaz veya aril esteraz tarafından serbest bırakılabilirler (Urbach, 1997).

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca toplam fenolik madde değerlerindeki değişim Tablo 21’de görülmektedir. Peynir örneklerinde toplam fenolik madde değerleri 40,79-61,62 mg GAE/g arasında değişmektedir. Örneklerde depolama süresi boyunca en yüksek toplam fenolik madde değeri 61,62 mg GAE/g değeri ile depolamanın 21. gününde S4 kodlu örneklerde, en düşük toplam fenolik madde değeri ise 40,79 mg GAE/g değeri ile depolamanın 1. gününde K kodlu örneklerde bulunmuştur.

Tablo 21

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen fenolik madde değerleri (mg GAE/g)

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	40,79±0,18	43,83±0,20	45,83±0,20	46,33±0,12	49,83±0,20
7	43,37±0,13	47,50±0,27	47,91±0,12	51,04±0,10	51,33±0,20
14	48,70±0,10	49,87±0,68	50,87±0,13	54,12±0,13	54,37±0,13
21	51,75±0,27	53,83±0,20	55,08±0,12	56,08±0,20	61,62±0,13

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki toplam fenolik madde tayinine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 22’de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (p=0). Konsantrasyonların fenolik madde düzeyine etkisi depolama günlerine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyonun toplam fenolik maddedeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %3,07 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyonun önemli bulunmuş olmasına rağmen konsantrasyon ve gün faktörlerine bağlı etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olacağını göstermektedir. Çünkü konsantrasyonlar ve günlere bağlı etkiler incelendiğinde hem istatistiksel hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Toplam fenolik maddedeki varyasyonun %63,99’lük kısmı gün tarafından açıklanırken, %32,77’lik bir kısmı ise konsantrasyon tarafından açıklanmaktadır. İnteraksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmuş olması bu etkiye ilişkin açıklanabilen varyasyonun çok düşük olması nedeniyle başta depolama günleri olmak üzere konsantrasyonların ayrı ayrı etkilerinin değerlendirilmesinin faydalı olabileceğinin bir göstergesidir. Farklı oranlarda *Spirulina platensis* eklenmesiyle tüm

gruplardaki peynir örneklerinin toplam fenolik madde değerlerindeki artış net bir şekilde görülmüştür.

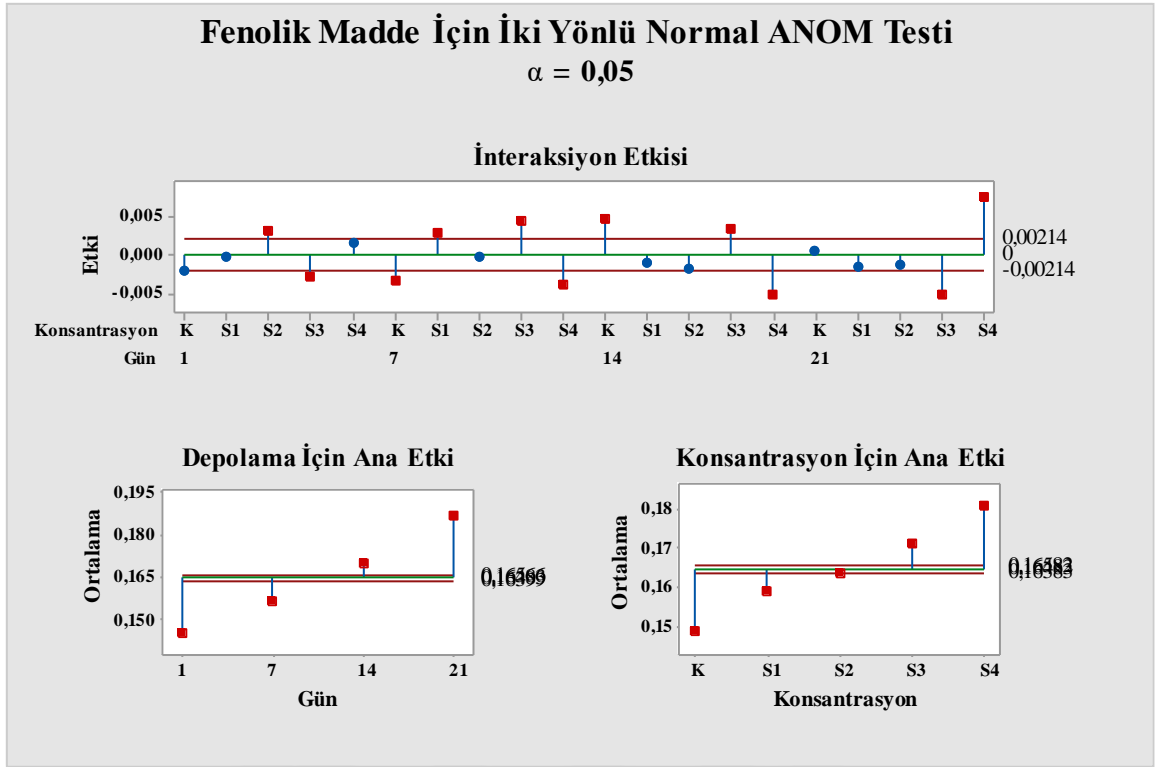
Tablo 22

Fenolik madde tayini analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F- değeri	p- değeri
Gün	3	0,00	63,99	0,00	0,00	2480,2	0,00
Konsantrasyon	4	0,00	32,77	0,00	0,00	952,57	0,00
Gün*Konsantrasyon	12	0,00	3,07	0,00	0,00	29,79	0,00
Hata	20	0,00	0,17	0,00	0,00		
Total	39	0,01	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının toplam fenolik madde değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 12’de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon, depolama ve konsantrasyon etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak, varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 22) görüldüğü üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğundan interaksiyondan ziyade konsantrasyon ve depolama süresinin ana etkilerine bakılmıştır. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük fenolik madde içeriğinin depolamanın 1. gününde, en yüksek fenol değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde ise en düşük fenol değerinin K kodlu örneklerde, en yüksek fenol değerlerinin ise S3 ve S4 kodlu örneklerde olduğu görülmektedir.



Şekil 12. Toplam fenolik madde analizi için ANOM testi sonuçları

Sahingil ve Hayaloglu, (2022), kuşburnu (*Rosa canina* L.) ile zenginleştirilmiş (Kontrol, %5, 10, 15 ve 20) yoğurtta toplam fenolik içerik ve toplam antioksidan aktivite belirlemişlerdir. Yoğurt örneklerinde toplam fenolik madde değerleri sırasıyla $51,5 \pm 0,6$, $107,2 \pm 2,7$, $114,7 \pm 8,0$, $172,3 \pm 25,4$ ve $213,8 \pm 6,7$ mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. Kuşburnu ilavesi toplam fenoliklerin düzeylerinde orantılı bir artışa neden olmuştur.

Eşek sütünden üretilen kefirin sulla balı ve biberiye esansiyel yağı ile zenginleştirildiği bir çalışmada, kefirin buzdolabında 2 hafta boyunca depolanması sırasında fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Depolama boyunca, tüm kefir örneklerinde fenolik madde içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Bunun nedeni mikroorganizmaların proteolitik aktivitesi sonucu, protein-polifenol komplekslerinin kırılması ve polifenollerin salınması olarak açıklanmıştır (Perna vd., 2018).

Süte *Ascophyllum nodosum* (%0,25) ve *Fucus vesiculosus* (%0,50) gibi deniz yosunu özlerini ekleyen O'Sullivan vd., (2014), ürettikleri yeni süt ürünlerinde toplam fenolik madde değerlerini sırasıyla $74,8 \pm 3,5$ ve $91,5 \pm 6,5$ mg GAE/ g olarak tespit etmişlerdir.

Spirulina katkılı quark peynirlerinin toplam fenolik madde değerlerinin bu çalışmaya göre daha düşük bulunduğu belirlenmiştir.

Farklı mikroalglerin farklı fraksiyonlarının toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla Li vd., (2007)'nin yaptıkları çalışmada, belirlenen mikroalg türlerindeki fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteye yüksek düzeyde etki etmediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuca dayanarak diğer bitki türlerinden farklı olarak mikroalglerin farklı türlerde antioksidan bileşikler barındırabileceği belirlenmiştir.

4.1.11. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

Gıdalardaki doğal antioksidanlar, antikanserojenik etkilere sahip oldukları ve vücutta biyolojik olarak zararlı oksidasyon reaksiyonlarını engelledikleri için büyük faydalar sağlamaktadırlar. Birçok alg ürünü, hücrelerdeki oksidatif hasarı önleme yetenekleri sebebiyle gıdaların beslenme kalitesini iyileştirmektedirler (Zhou vd., 2005). Mikroalgler, sayısız serbest radikal temizleyici ajanlara yüksek oranda sahip olduklarından antioksidan aktivite gösteren besinlerdir (Barkallah vd., 2017). Tek hücreli mavi-yeşil bir alg olan *Spirulina*, çeşitli sağlık yararları ve terapötik özelliklere sahiptir. Ayrıca antioksidan ve antiinflamatuvar ajan olarak hareket etme yeteneğindedir (Dartsch, 2008).

Quark peyniri örneklerinde depolama boyunca toplam antioksidan aktivite değerlerindeki değişim Tablo 23'de görülmektedir. Örneklerde depolama boyunca en yüksek toplam antioksidan değeri depolamanın 21. gününde S4 kodlu peynirlerde, en düşük toplam antioksidan aktivite değeri ise depolamanın 1. gününde K kodlu peynirlerde bulunmuştur. Farklı oranlarda *Spirulina platensis* eklenmesiyle tüm gruplardaki peynir örneklerinin toplam antioksidan aktivite değerlerindeki artış net bir şekilde görülmüştür.

Tablo 23

Quark örneklerinde depolama boyunca belirlenen toplam antioksidan aktivite değerleri (mM Troloks/ g peynir)

Depolama (Gün)	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
1	1,34±0,01	1,39±0,01	1,42±0,01	1,44±0,01	1,47±0,01
21	1,48±0,01	1,51±0,01	1,53±0,01	1,54±0,01	1,58±0,01

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Quark peyniri örneklerindeki antioksidan aktivite değerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 24’de görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gün ve konsantrasyon ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir (p=0,16). Bu durum, interaksiyonun antioksidan aktivite değerindeki varyasyonu açıklama düzeyine (contribution) bakıldığında %1,00 olarak görülmektedir. Örneklerde gün ve konsantrasyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Gün etkisi antioksidan aktivite değerindeki varyasyonun %67,91’lik kısmını, konsantrasyon ise varyasyonun %29,85’lik kısmını açıklayabilmektedir. Bu sebeple, konsantrasyon terimi önemli bulunmuş olmasına rağmen, antioksidan aktivite değerindeki varyasyonu açıklamada hem pratik hem de istatistiksel olarak dikkate alınması gereken esas etki gün etkisidir.

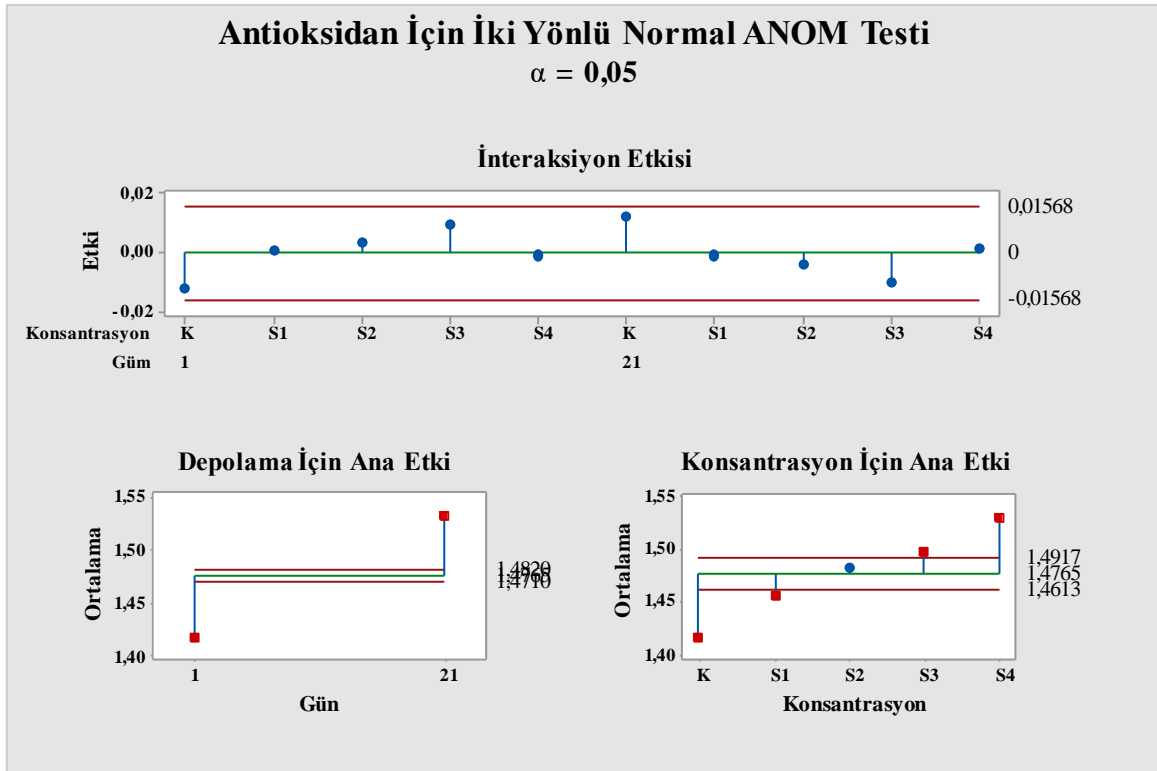
Tablo 24

Toplam antioksidan analizine ilişkin varyasyon analizi sonuçları

Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Gün	1	0,06	67,91	0,06	0,06	548,5	0,00
Konsantrasyon	4	0,02	29,85	0,02	0,00	60,27	0,00
Gün*Konsantrasyon	4	0,00	1,00	0,00	0,00	2,01	0,16
Hata	10	0,00	1,24	0,00	0,00		
Total	19	0,09	100				

SD: Serbetlik Derecesi, KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı, KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı, KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Depolama süresinin ve konsantrasyon farklılığının toplam antioksidan aktivite değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 13’de verilmiştir. ANOM grafiği incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemli bulunmadığı, depolama ve konsantrasyon ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Depolama için ana etki grafiği incelendiğinde en düşük antioksidan aktivite değerinin depolamanın 1. gününde, en yüksek antioksidan aktivite değerinin ise depolamanın 21. gününde olduğu görülmektedir. Konsantrasyon için ana etki grafiği incelendiğinde ise en düşük toplam antioksidan aktivite değerinin K örneğinde, en yüksek toplam antioksidan aktivite değerlerinin ise S4 örneğinde olduğu görülmektedir.



Şekil 13. Toplam antioksidan analizi için ANOM testi sonuçları

Sahingil ve Hayaloglu, (2022), kuşburnu (*Rosa canina* L.) ile zenginleştirilmiş (Kontrol, %5, 10, 15 ve 20) yoğurt örneklerinde toplam antioksidan madde değerlerini sırasıyla 1,6±0,3, 11,5±0,2, 21,2±0,6, 25,3±0,4 ve 47,1±1,1 mg/ L olarak tespit etmişlerdir.

Perna vd., (2018) tarafından yapılan çalışmada, sulla balı ve biberiye esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş eşek sütü kullanılarak üretilen kefirinin buzdolabında 2 hafta boyunca depolanması sırasında antioksidan aktivitesi ve fenolik içeriği değerlendirilmiştir. Depolama boyunca artan antioksidan aktivite, laktik asit bakterilerinin ve mayaların proteolitik aktivitesi yoluyla süt proteinlerinden salınan düşük moleküler ağırlıklı (≤ 5000 kDa) birçok biyoaktif peptidin varlığından kaynaklanmaktadır. Ayrıca fermentasyon sırasında kefir tanelerinde bulunan bazı antioksidan bileşenler süte aktarılmaktadır.

Spirulina platensis takviyesinin, fermentasyon ve depolama sırasında yoğurdun antioksidan etkisini araştıran Barkallah vd., (2017), *Spirulina*'yı yoğurda dört farklı konsantrasyonda (0,25, 0,5, 0,75 ve %1) ilave etmişlerdir. Yoğurt örnekleri 28 gün boyunca depolanmıştır. Pigmentlerdeki yüksek içeriği sayesinde *Spirulina*'nın, yeni formüle edilmiş yoğurdun antioksidan aktivitesini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir.

Ginseng özü katkı quark peynirinin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Kim, (2019) yaptığı çalışmada quark peynirinin doku profilini ve antioksidan aktivitesini belirlemiştir. %0, %0,5 veya %1,0 ginseng ekstraktı ile güçlendirilmiş peynirin 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit (ABTS) radikal süpürücü aktiviteleri sırasıyla %4,22±0,12, %20,14±1,34 ve %56,32±1,54 olarak belirlenmiştir.

Goiris vd., (2012) mikroalglerin potansiyelini değerlendirmek amacıyla, 32 mikroalg numunesini kullanarak 3 farklı yöntem ile antioksidan aktivite tayini yapmışlardır. En fazla antioksidan aktivite değerine TEAC yöntemi ile ulaşılabildiği tespit edilmiştir. Endüstriyel olarak yetiştirilen *Neochloris oleoabundans*, *Isochrysis sp.*, *Chlorella vulgaris*, *Botryococcus braunii*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*, mikroalglerinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite değerlerinin 19,97±1,48 ile 64,30±4,57 $\mu\text{mol Trolox/g}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

4.1.12. Uçucu Bileşen Analizi

Çalışma kapsamında üretilen quark peyniri örneklerinde toplamda 41 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşikler arasında asitler, alkoller, aldehitler, esterler, terpenler ve ketonlar yer almaktadır. Quark peynirinde tespit edilen uçucu bileşenlere ait sonuçlar Tablo 25’de verilmiştir. Çalışma kapsamında GC-MS ile uçucu bileşen analizi yapılan K, S1, S2, S3 ve S4 olmak üzere toplamda 5 adet quark peyniri bulunmaktadır. Peynir örneklerinin GC-MS sonuçlarına ait kromatogramları Ek 7, 8, 9, 10 ve 11’de sunulmuştur.

Quark peyniri örneklerinde, asetik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve bütanoik asitin yüksek miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Asetik asit, tespit edilen tüm asitler arasında en yüksek konsantrasyona sahip olanıdır. Peynir örneklerindeki asetik asit miktarları 155,89-527,87 µg/100g aralığında değişmektedir.

Süt ürünlerine kremamsı aromayı ve tatlı tadını veren asetoin ve 2,3 bütandion (diasetil) tüm quark peyniri örneklerinde tespit edilmiştir. K peynir örneğinin 1. depolama gününde en yüksek 2,3 bütandion (21,03 µg/100g) ve asetoin (45,91 µg/100g) bulunurken, en düşük 2,3 bütandion (1,42 µg/100g) ve asetoin (1,96 µg/100g) S2 peynir örneğinin 21. depolama gününde görülmüştür (Tablo 25).

Keton türevli uçucu bileşikler olan 2,3 bütandion ve asetoin, homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından üretilmektedir. Bubileşiklerden 2,3 bütandion, asetoin ve 2-bütanona dönüşebilir (Cakmakci ve Hayaoglu, 2011). Bu sebeple, farklı örnekler arasındaki 2,3 bütandion ve asetoin miktarlarındaki farklılıkların, peynir örneklerinde belirtilen biyokimyasal dönüşüm reaksiyonlarının meydana gelmesinden kaynaklanıyor olabileceği saptanmıştır (Guneser ve Aydin, 2022). Metil ketonlar yağ asitlerinin β-oksidasyonu ve β-keto asitlerin dekarboksilasyonu ile oluşmaktadır (Urbach, 1997). Üretilen quark peyniri örneklerinde 2-nonanon, 2-pentanon ve 2-heptanon gibi metil ketonların varlığı tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin miktarlarının 0,43-1,88 µg/100g aralığında bulunduğu tespit edilmiştir.

Terpenler bitkilerde doğal olarak bulunan ikincil metabolitlerdir ve direkt olarak yem üzerinden süt ürünlerine geçerler (Mariaca vd., 1997). Bu çalışma kapsamında quark

peyniri örneklerinde tespit edilen terpenler; pinene, phellandren, limonen, furan ve fenol tespit edilmiştir. Pinene, tespit edilen tüm terpenler arasında en yüksek konsantrasyona sahip olanıdır. Örneklerdeki pinene miktarı 1,52 ile 21,98 µg/100g arasında değişmektedir.

Ozturkoglu-Budak vd., (2021), yaptıkları çalışmada kefir ve ayrandan üretilen quark peynirinin yüksek oranda asetik asit, hekzanoik asit ve oktanoik asit içerdiğini ortaya koymuşlardır. Kondyli vd., (2013) Galotiri tipi peynirlerde en yüksek miktarda bulunan aldehitin asetaldehit olduğunu, keton ve alkolün sırasıyla aseton ve etanol olduğunu ortaya koymuşlardır.



Tablo 25

Analiz edilen quark örneklerindeki uçucu bileşenler ve miktarları ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)

Uçucu bileşen	RI	GRUPLAR (ortalama \pm SS)									
		K		S1		S2		S3		S4	
		1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün
Aseton	<800	3,01 \pm 1,09	2,45 \pm 1,47	1,56 \pm 0,77	2,95 \pm 1,90	1,50 \pm 0,69	0,87 \pm 0,57	2,78 \pm 2,09	1,86 \pm 0,87	2,79 \pm 1,34	3,30 \pm 2,91
Etil asetat	<800	7,97 \pm 4,79	2,98 \pm 2,80	3,36 \pm 0,24	27,48 \pm 9,13	9,69 \pm 8,23	-	2,97 \pm 0,03	1,03 \pm 0,06	-	2,95 \pm 1,81
3-metil-bütanol	<800	-	-	-	7,87 \pm 2,84	-	-	-	-	-	-
Etanol	<800	4,89 \pm 1,29	3,05 \pm 1,21	3,04 \pm 0,93	4,37 \pm 3,53	2,32 \pm 0,93	1,12 \pm 0,92	-	2,34 \pm 0,92	5,60 \pm 2,04	1,17 \pm 0,32
2-Pentanon	931	-	-	-	-	-	-	-	1,48 \pm 0,20	-	-
2,3-Bütandion	943	13,62 \pm 5,37	2,57 \pm 0,70	10,39 \pm 4,51	4,49 \pm 0,33	6,93 \pm 3,45	1,42 \pm 0,20	6,28 \pm 3,00	4,68 \pm 2,22	-	2,98 \pm 0,32
Pinene	981	-	7,48 \pm 3,73	-	9,69 \pm 5,47	12,34 \pm 1,93	4,78 \pm 2,22	14,86 \pm 5,42	11,74 \pm 9,07	1,52 \pm 1,07	3,96 \pm 0,87
Phellandren	1121	-	5,60 \pm 2,36	5,50 \pm 1,36	12,90 \pm 7,31	5,04 \pm 1,79	3,99 \pm 1,94	4,77 \pm 0,91	4,17 \pm 1,2	0,40 \pm 0,15	3,24 \pm 2,53
1-Bütanol	1130	-	-	-	-	-	-	-	0,75 \pm 0,03	-	-
Limonen	1158	-	2,83 \pm 2,41	-	1,21 \pm 0,93	1,24 \pm 0,01	2,47 \pm 1,83	1,09 \pm 1,08	3,71 \pm 3,32	-	3,91 \pm 3,08
2-Heptanon	1185	-	-	-	-	-	-	-	-	1,88 \pm 0,87	-
3-metil-1-bütanol	1193	0,56 \pm 0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İzoamil Alkol	1198	-	5,88 \pm 2,99	-	13,29 \pm 1,39	-	7,84 \pm 9,29	-	6,42 \pm 0,03	-	-
Furan	1219	0,42 \pm 0,38	-	0,31 \pm 0,07	-	0,22 \pm 0,05	-	0,27 \pm 0,01	-	-	-
1-Pentanol	1240	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28 \pm 0,13	-
Benzen	1251	0,73 \pm 0,26	0,72 \pm 0,14	1,18 \pm 0,16	1,57 \pm 0,76	0,50 \pm 0,45	0,94 \pm 0,44	0,71 \pm 0,47	1,82 \pm 1,50	0,87 \pm 0,53	2,38 \pm 1,99
1- pentanol-2- metil	1253	-	-	-	-	-	0,44 \pm 0,25	-	-	-	0,61 \pm 0,52
Benzoik asit	1254	-	-	35,63 \pm 12,53	59,45 \pm 13,42	32,62 \pm 25,53	18,56 \pm 5,39	17,90 \pm 11,46	-	-	-

Tablo 25'in devamı ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)

Uçucu bileşen	RI	K		S1		S2		S3		S4	
		1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün
Asetoin	1269	45,91±12,95	13,24±9,50	23,40±2,05	17,13±1,74	16,82±6,27	1,96±2,45	13,13±11,31	7,01±8,84	14,88±13,39	4,57±4,47
2-Heptanol	1302	1,55±1,40	0,48±0,31	0,35±0,08	1,37±1,01	0,29±0,05	0,31±2,15	0,42±0,17	0,93±0,62	0,95±0,50	0,3±0,17
1-Hekzanol	1327	-	16,94±3,21	0,42±0,12	0,64±0,10	0,52±0,03	8,55±4,75	0,53±0,13	10,37±9,96	1,15±0,71	0,95±0,64
2-nonanon	1340	-	0,64±0,25	-	1,45±0,67	-	0,43±0,14	-	0,73±0,28	-	0,62±0,02
1-Heptanol	1413	-	-	-	-	-	0,84±0,22	-	-	-	-
Asetik asit	1435	380,08±141,64	387,66±138,09	359,34±151,2	527,87±54,2	498,10±294,9	155,89±169,2	410,10±133,3	452,93±256,9	282,61±7,41	213,30±223,
Benzaldehit	1517	-	2,09±0,78	-	5,87±3,37	-	-	-	0,42±0,05	3,73±3,22	-
1-Oktanol	1523	-	2,80±1,17	-	19,30±13,03	-	5,49±2,46	-	5,81±3,42	-	1,62±0,13
Linalol	1548	-	-	4,19±1,52	-	-	-	-	-	-	-
2,3-Bütandiol	1571	3,56±1,91	1,94±1,16	1,53±1,14	5,01±4,8	1,89±0,75	2,10±0,94	2,37±1,37	4,07±3,58	4,17±4,52	1,87±0,92
Propionik asit	1591	-	-	-	-	11,92±4,86	-	10,17±3,46	-	-	-
2-Undekanon	1595	-	0,23±0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
Bütanoik asit	1601	62,11±15,54	79,65±13,58	53,11±2,18	39,24±12,71	52,89±19,70	55,69±24,48	54,43±6,84	58,32±13,35	70,92±2,24	61,23±11,23
2-Furanmetanol	1629	-	1,58±0,76	-	-	-	-	-	-	-	-
1-Nonanol	1633	-	-	-	-	-	0,23±0,14	-	0,28±0,01	-	-
2-Metil bütanoik asit	1640	-	-	10,56±11,87	-	-	-	-	-	-	-
Pentanoik asit	1665	15,76±2,99	17,49±8,67	-	11,37±2,46	-	18,47±5,13	32,53±3,03	23,41±4,49	2,11±0,13	32,40±5,9
Metoksi fenil oksim	1740	3,49±2,99	-	1,39±1,09	-	1,46±1,68	-	1,87±1,98	-	3,09±1,10	0,72±0,09

Tablo 25'in devamı ($\mu\text{g} / 100 \text{ g}$)

Uçucu bileşen	RI	K		S1		S2		S3		S4	
		1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün	1.Gün	21.Gün
Hekzanoik asit	1842	91,48±26,48	70,37±31,96	76,87±1,01	64,02±40,55	95,61±52,77	43,77±38,02	93,55±52,77	81,60±52,9	5,65±1,70	68,06±54,5
Benzil alkol	1861	0,50±0,01	7,67±5,42	0,25±0,01	16,22±18,66	-	4,26±4,10	-	3,88±3,77	-	0,37±0,10
Heptanoik asit	1939	-	2,16±1,02	-	2,30±1,14	-	2,29±0,55	3,94±0,42	4,87±0,69	-	5,24±1,97
Fenol	1997	-	0,13±0,08	0,19±0,01	0,16±0,03	-	0,11±0,03	-	0,22±0,13	-	0,22±0,06
Oktanoik asit	2052	32,19±21,02	50,53±24,75	32,65±22,62	42,75±29,01	46,35±30,76	32,64±7,32	36,81±16,86	36,57±23,55	2,20±0,47	48,79±3,75

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren

-: Belirlenemedi

4.1.13. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler üretimin hijyenik kalitesini belirlemek açısından depolamanın sadece 1. gününde gerçekleştirilmiştir. Üretilen quark peyniri örneklerinde maya ve küf sayıları $<10-3,42$ logkob/g arasında değişmektedir. Depolamanın 1. gününde en düşük maya ve küf sayıları K, S1 ve S2 kodlu peynirlerde, en yüksek maya ve küf sayıları ise S3 ve S4 kodlu peynirlerde sırasıyla $3,22\pm 0,04$ logkob/g ve $3,42\pm 0,20$ logkob/g olarak sayılmıştır. Koliform ve Maya-Küf analizlerine ait sonuçlar Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26

Koliform ve Maya- Küf sayıları (logkob/g)

Mikroorganizma	K	S1	S2	S3	S4
Koliform	$2,78\pm 0,02$	$2,75\pm 0,02$	$2,64\pm 0,10$	$2,74\pm 0,02$	$2,67\pm 0,03$
Maya- Küf	<10	<10	<10	$3,22\pm 0,04$	$3,42\pm 0,20$

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Ozturkoglu-Budak vd., (2021) yaptıkları çalışmada, 14 günlük depolama süresi boyunca quark peyniri örneklerinin hiçbirinde koliform grubu bakteri tespit edilmemiştir. Depolama boyunca en yüksek maya ve küf sayılarını depolamanın 14. gününde 7.45 logkob/g olarak bulunmuştur.

Korkmaz, (2011) ise yaptığı çalışmada, 21 günlük depolama süresince bazı quark örneklerinde depolamanın 7., 14., ve 21. günlerinde koliform grubu bakteri tespit etmiştir. Örneklerin bazılarında bu sayının sayılamayacak kadar çok olduğu bulunmuştur. S3 ve S4 numaralı peynir örneklerinde koliform grubu bakteriler tespit edilmiştir (Tablo 26).

Kaynar, (2011) tarafından ülkemizde üretilen bazı peynirler üzerine yapılan mikrobiyolojik araştırmada, koliform grubu bakterilerin peynirlere çığ süttten geçtiği veya taze peynirlere yapım aşamasında bulaştığı tespit edilmiştir.

Öner vd., (2006) yaptıkları çalışmada beyaz peynirin olgunlaşma süreci boyunca yapılan mikrobiyolojik analizlerde küf-maya ve koliform grubu bakterilerin varlığını tespit etmişlerdir. En yüksek küf-maya ve koliform sayıları depolamanın 14. gününde sırasıyla 5,37 logkob/g ve 6,39 logkob/g olarak bulunmuştur.

Malik, (2011) dondurma ve yoğurda çeşitli oranlarda *Spirulina* ilavesi yaptığı çalışmasında mikrobiyolojik analizler sonucunda küf-maya ve koliform grubu bakterilerin varlığını tespit etmiştir. Kontrol yoğurdun küf-maya ve koliform sayılarını sırasıyla 1,95 ve 0,7 log kob/g, %0,3 *Spirulina* ile zenginleştirilen yoğurdun küf-maya ve koliform sayılarını ise sırasıyla 1,94 ve 0,48 log kob/g olarak bulmuştur.

4.1.14. Duyusal Analizler

Tanımlayıcı duyusal analiz metoduna göre 6 panelist tarafından quark peynirlerinde topaklı yapı, kıvam, tozumsu/tebeşirimsi yapı, pişmiş, kremamsı, fermente, yosun, lahanamsı, peyniraltı suyu (PAS), ekşi, tatlı, tuzlu, buruk, metalik ve acı terimleri tespit edilmiştir. Quark peynirinin duyusal özelliklerine ait değerler Tablo 27’de, duyusal analiz sonuçlarına ait örümcek ağı grafiği ise Şekil 11’de sunulmuştur.

Tekstürel terimlerden en fazla puana sahip olan özellik kıvam; aromatik terimlerden en fazla yoğunluğa sahip olan aromalar pişmiş, kremamsı, fermente ve PAS; temel tatlardan en fazla puana sahip olan tat özelliği ise ekşidir. Bu özelliği buruk, tatlı ve tuzlu terimleri takip etmektedir.

Topaklı yapı bakımından en düşük puanı S1 örneğinin, en yüksek puanı ise S4 örneğinin aldığı belirlenmiştir. Kıvam özelliği bakımından en düşük puanı K örneğinin, en yüksek puanı ise S3 örneğinin aldığı tespit edilmiştir. Pişmiş özelliği bakımından en düşük puanı S4 örneğinin, en yüksek puanı ise K örneğinin aldığı saptanmıştır. Kremamsı özelliği bakımından K ve S1 örneklerinin puanlarının diğer örneklere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Fermente bakımından en düşük puanı S2 ve S3 kodlu örneklerin, en yüksek puanı ise K örneğinin aldığı belirlenmiştir. PAS özelliği bakımından en düşük puanı 2,25 ile S4 örneğinin, en yüksek puanı ise 5,12 ile K örneğinin aldığı saptanmıştır. Ekşi tadın peynirlerde 2,20-2,83 arasında değiştiği bulunmuştur. Peynirler ekşilik özelliği yönünden

incelendiğinde en düşük puanı 2,21 ile S2 örneğinin, en yüksek puanı ise 2,83 ile S4 örneğinin aldığı belirlenmiştir. Buruk tat özelliği peynirlerde 1,21-2,58 arasında değişmekte olup en yüksek değer S4 kodlu örnekte tespit edilmiştir. Kontrol örneğinden farklı olarak *Spirulina* içeren örneklerde yosun, lahanamsı, tuzlu, buruk, metalik ve acı terimlerin daha yüksek algılandığı görülmektedir (Tablo 27). Tanımlayıcı duyu analizi sonuçlarına göre tüm peynir gruplarının birbirlerine hemen hemen yakın değerler aldıkları saptanmıştır.

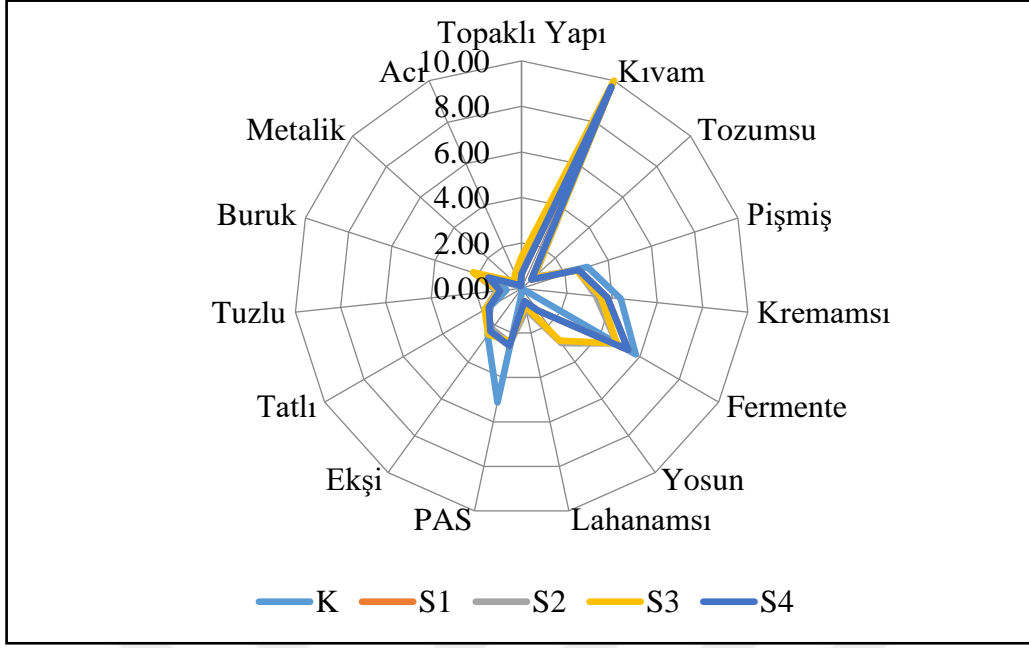
Tablo 27

Duyusal özelliklere ait sonuçlar

Terimler	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
Topaklı Yapı	0,67±0,77	0,63±0,71	1,29±1,26	1,38±0,43	1,46±0,58
Kıvam	9,29±2,13	9,71±2,19	9,75±2,00	10,00±2,25	9,88±2,17
Tozumsu	0,58±0,51	0,58±0,55	0,75±0,78	0,71±0,75	0,63±0,77
Pişmiş	3,04±1,21	2,63±0,82	2,58±0,66	2,54±0,65	2,50±0,67
Kremamsı	4,38±0,56	3,79±0,58	3,29±0,62	3,50±0,67	3,42±0,51
Fermente	5,79±1,99	5,42±1,44	4,83±1,35	4,83±1,83	5,17±1,74
Yosun	0,00±0,00	1,21±0,65	2,98±1,31	2,83±0,53	3,46±0,58
Lahanamsı	0,13±0,31	0,58±0,66	0,96±1,09	0,79±0,89	0,83±0,93
PAS	5,13±0,85	2,58±0,76	2,46±0,78	2,38±0,77	2,25±1,03
Ekşi	2,54±0,75	2,33±0,53	2,21±0,49	2,50±0,63	2,83±0,65
Tatlı	1,58±0,66	1,67±0,88	1,88±0,90	1,88±0,85	1,75±0,83
Tuzlu	0,67±0,44	0,96±0,65	1,08±0,79	1,00±0,73	1,42±1,01
Buruk	1,21±0,39	1,54±0,65	2,21±0,68	2,25±0,94	2,58±1,10
Metalik	0,17±0,38	0,25±0,45	0,25±0,45	0,46±0,38	1,13±1,25
Acı	0,00±0,00	0,13±0,31	0,58±0,51	0,69±0,30	1,13±0,48

K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

PAS: Peynir Altı Suyu.



Şekil 14. Quark peynirlerinin duyusal analiz sonuçlarına ait örümcek ağı grafiği

Farklı konsantrasyonlarda (%0, 0,25, 0,50, 0,75, 1) *Spirulina platensis* ilave edilmiş quark peynirlerine ait tüketici testi ve beğeni sırasına ilişkin sonuçlar Tablo 28'de verilmiştir.

Tüketici testi üniversite personeli ve öğrenciler arasından 91 kişinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Örnekler panelistlere 15-20 g'lık plastik kaplar içerisinde sunulmuştur. Panelistlerden ürünleri görünüş, kıvam, tat-koku özellikleri bakımından 9 puanlı hedonik skala kullanarak değerlendirmeleri ve beğeni durumlarına göre sıralamaları istenmiştir. Beğeni sıralamasında en çok beğenilen örneğin 1. sıraya en az beğenilen örneğin ise 5. sıraya yazılması istenmiştir. Tüketici testi için kullanılan puanlama skalası Ek 4'de verilmiştir (Meilgaard vd., 1999). Görünüş, kıvam ve tat-koku bakımından Kontrol örneğinin puanı daha yüksek olup, puanı en düşük olan örnek en yüksek *Spirulina* içeriğine sahip olan S4 örneği olmuştur. Kontrole en yakın değerlere ise S1 örneğinin sahip olduğu görülmüştür.

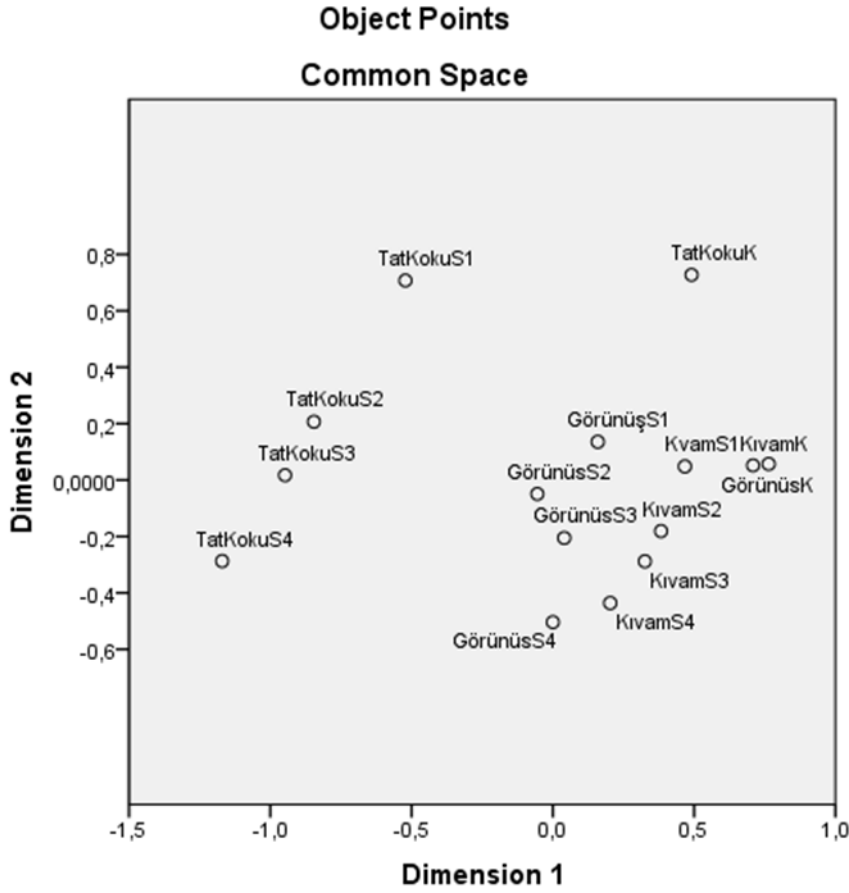
Tablo 28

Tüketici testi ve beğeni sırasına ait sonuçlar

	GRUPLAR (ortalama±standart hata)				
	K	S1	S2	S3	S4
Görünüş	6,64±1,72	5,74±2,07	5,76±2,01	5,63±2,02	5,49±2,09
Kıvam	6,44±1,75	6,44±1,82	6,35±1,65	6,25±1,91	5,91±1,88
Tat-Koku	5,51±2,16	4,55±2,37	4,36±2,23	4,47±2,38	4,14±2,31
Beğeni Sırası	2,09±1,47	2,79±1,26	3,09±1,15	3,22±1,12	3,81±1,48

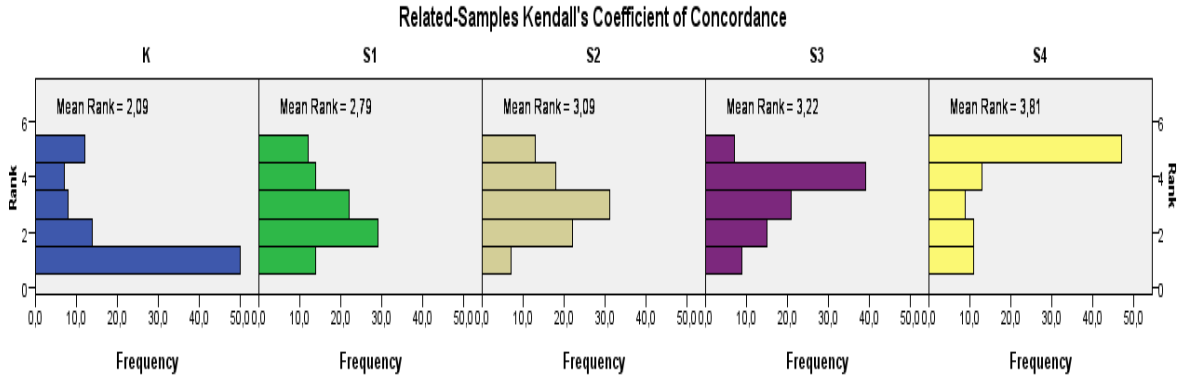
K: Kontrol örneği, S1: %0,25 *Spirulina platensis* içeren grup, S2: %0,50 *Spirulina platensis* içeren grup, S3: %0,75 *Spirulina platensis* içeren grup, S4: %1 *Spirulina platensis* içeren grup.

Tüketici testi sonuçlarının istatistiksel analizi için MDS testi uygulanmıştır. Şekil 15'de quark peynirlerinin görünüş, kıvam ve tat-koku özellikleri bakımından duyu analizi sonuçlarına göre geometrik dağılımı verilmiştir. Yapılan MDS testi sonucunda açıklanabilen varyasyon değeri yaklaşık olarak %99 bulunmuştur. Bu da MDS testinin tüketici testi sonuçlarının değerlendirilmesinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Tüketici testi sonuçlarına göre S1 örneğinin tat-koku yönünden S2, S3 ve S4 örneklerinden farklı olduğu belirlenmiştir. S4 örneğinin tat-koku değeri diğer örneklere göre belirgin şekilde büyük bulunmuştur. Kıvam yönünden K ile S1 ve S3 ile S4 örneklerinin birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir. Görünüş yönünden S1, S2 ve S3 örneklerinin birbirine benzer, S4 örneğinin ise diğerlerinden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu farklılığın sebebinin *Spirulina platensis*'in oranlarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. %1 *Spirulina platensis* içeren S4 örneğinin rengi diğer örneklere göre daha koyu yeşil renge sahip olduğundan görünüş puanı düşüktür.



Şekil 15. Quark peynirlerinin görünüş, kıvam ve tat-koku özellikleri bakımından duyu analizi sonuçlarına göre geometrik dağılımı

Tüketici testi beğeni sırasına ilişkin verilerin istatistiksel analizi için Kendal's Corcondance Correlation yöntemi kullanılmıştır. Farklı konsantrasyonların belirlenmesinde ise Dunn-z testinden yararlanılmıştır. Beğeni sırasına ilişkin verilerin istatistiksel analizinin grafiği Şekil 16'de verilmiştir. Şekil 16'da görüldüğü üzere en çok tercih edilen örneğin K örneği, en az tercih edilen örneğin ise S4 yani %1 *Spirulina platensis* içeren örnek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 16. Quark peynirlerinin beğeni sıralarına ilişkin grafik

Sonuç olarak *Spirulina platensis* miktarının artmasıyla tüm gruplardaki peynir örneklerinin beğeni sıralarının azaldığı net bir şekilde görülmektedir. Yapılan Dunn-z testi sonucunda S1 ve S2 örneklerinin farkı hariç diğer tüm farkların istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örneklerin beğeni sıralamasında S1 ve S2 örnekleri birbirlerine çok yakın puanlar alırken, kontrol, S3 ve S4 örnekleri arasındaki fark net bir şekilde görülmüş ve puanları birbirinden farklılık göstermiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada quark peynirinde belirli oranlarda *Spirulina platensis* kullanım olanaklarının araştırılması ve ürün kalitesi üzerine etkilerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla %0,25-1 oranlarında *Spirulina platensis* ilave edilmiş quark peynirlerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri 21 günlük depolama süresi boyunca belirlenmiştir.

Quark peynirlerine yapılan renk analizleri sonuçlarına göre L* değerlerinin 44,92-95,34, a* değerlerinin (-2,01)- (5,22) ve b* değerlerinin 6,49-12,59 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tekstür profil analizinde örneklerin sertlik özellikleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda örneklerdeki sertlik değerlerinin 57,12-86,50 g aralığında olduğu belirlenmiştir. *Spirulina* ilavesi yapılan örneklerin sertlik değerinde, kontrol örneğine kıyasla önemli olmayan bir artışın olduğu belirlenmiştir.

Quark peyniri örneklerinin tamamında depolama süresi boyunca pH değerlerinde azalış, titrasyon asitliği değerlerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir. Quark peynirlerinin titrasyon asitliği %1,30-1,49, pH değerleri 4,36-4,53 olarak bulunmuştur. pH ve asitlik değerlerindeki değişimlerin *Spirulina platensis* katkısından kaynaklanmadığı, depolama süresine bağılı olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Fermantasyon boyunca laktik asit bakterilerinin sayıları artmaktadır. Bu durum titrasyon asitliğinin artmasına, pH'nın ise azalmasına neden olmaktadır. Depolama süresince pH ve titrasyon asitliğinde farklılıkların olması depolama koşullarında metabolik aktivitenin devam ettiğini göstermektedir.

Örneklerde kül değeri %0,88-0,92, kurumadde değeri %19,14-19,86 ve yağ değeri %4,00-4,50 olarak saptanmıştır. *Spirulina* ilavesi yapılan örneklerin kül, kurumadde ve yağ değerlerinde kontrol örneğine kıyasla önemli olmayan bir artışın olduğu belirlenmiştir.

Farklı miktarlarda *Spirulina platensis* eklenmesi ile quark peyniri örneklerinin protein değerlerinin net bir şekilde arttığı görülmektedir. En yüksek protein değerine

%10,99 ile %1 *Sprulina platensis* içeren peynir örneği, en düşük protein değerine ise %10,09 ile kontrol örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir. *Spirulina* protein (kuru ağırlığının %65'i oranında), karbonhidratlar, vitaminler, mineraller, enzimler, esansiyel yağ asitleri, karotenler, fikosiyenin ve klorofil a gibi yapılar açısından zengin yenilebilir bir kaynaktır.

Mikroalgler, sayısız serbest radikal temizleyici ajanlara yüksek oranda sahip olduklarından antioksidan aktivite gösteren besinlerdir. *Spirulina platensis*'in quark peynirine ilave edilmesi ile antioksidan aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir. Örnekler, toplam antioksidan aktivite açısından incelendiğinde en düşük toplam antioksidan aktivite değerinin depolamanın 1. gününde kontrol peynirlerde ($1,34 \pm 0,01$ mM troloks/ g peynir), en yüksek değer ise depolamanın 21. gününde %1 *Spirulina platensis* içeren peynirlerde ($1,58 \pm 0,01$ mM troloks/ g peynir) olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak antioksidan ve antienflamatuar ajan olarak hareket etme yeteneğine sahip olan *Spirulina*'nın gıdalarda yenilikçi, doğal katkı maddesi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Spirulina platensis ilaveli örneklerde, toplam fenolik madde değerlerindeki artış net bir şekilde gözlenmiştir. Örneklerde depolama süresi boyunca en yüksek toplam fenolik madde değeri 61.62 mg GAE/g değeri ile depolamanın 21. gününde %1 *Spirulina platensis* içeren örneklerde, en düşük toplam fenolik madde değerinin ise 40,79 mg GAE/g değeri ile depolamanın 1. gününde kontrol örneklerinde olduğu bulunmuştur. Peynir örneklerinde fenolik bileşikler lezzet kalitesi bakımından önemlidir. *Spirulina platensis*'in içerdiği beta karotenin insan vücudundaki serbest radikal maddeleri nötralize edebilen bir antioksidan olduğu bilinmektedir. *Spirulina*, klorofil ve karotenoidlerin yanı sıra doğal maddeler gibi davranabilen fenolik ve flavonoid bileşikleri içerdiğinden gıda endüstrisinde lezzet ve renk kaynağı olarak kullanılabilir. Depolama boyunca toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite miktarlarındaki artışın enzimatik hidroliz veya fenolik bileşiklerin biyodegradasyonuna bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Proteolitik aktivitenin göstergesi olarak belirlenen tirozin değerleri açısından quark peyniri örnekleri karşılaştırıldığında, depolama boyunca en yüksek tirozin değerine

depolamanın 21. gününde %1 *Spirulina platensis* içeren peynirlerin (24,66 mg/g), en düşük tirozin değerine ise depolamanın 1. gününde kontrol peynirlerin (16,25 mg/g) sahip olduğu bulunmuştur.

Quark peyniri örneklerinde maya ve küf sayıları $<10-3.42$ logkob/g arasında değişmektedir. Depolamanın 1. gününde en düşük maya ve küf sayıları kontrol, %0,25 ve %0,50 *Spirulina platensis* içeren peynirlerde, en yüksek maya ve küf sayıları ise %0,75 ve %1 *Spirulina platensis* içeren peynirlerde sırasıyla $3.22\pm 0,04$ logkob/g ve $3.42\pm 0,20$ logkob/g olarak sayılmıştır.

Quark peynirlerinde yapılan duyusal analiz sonucunda panelistler tarafından peynirlerde 15 farklı terim tespit edilmiştir. Bunlar; topaklı yapı, kıvam, tozumsu/tebeşirimsi yapı, pişmiş, kremamsı, fermente, yosunumsu, lahanamsı, PAS, ekşi, tatlı, tuzlu, buruk, metalik ve acı terimleridir. *Spirulina* içeren örneklerde yosun, lahanamsı, tuzlu, buruk, metalik ve acı terimlerin daha yüksek algılandığı saptanmıştır.

Tüketici testi sonuçlarına göre en çok tercih edilen örneğin kontrol örneği, en az tercih edilen örneğin ise %1 *Spirulina platensis* içeren örnek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, duyusal değerlendirmeler sonucunda %0,50 oranında *Spirulina platensis* içeren quark peynirinin tat dengesini en iyi şekilde karşıladığı düşünülmektedir ve bu oran önerilmektedir. *Spirulina platensis* miktarının artmasıyla peynir örneklerinin beğeni sıralamasının düştüğü net bir şekilde görülmektedir. Bunun sebebinin ise *Spirulina platensis*'in kendine özgü tat ve aromasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında üretilen quark peyniri örneklerinde toplamda 41 uçucu bileşik tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşikler arasında asitler, alkoller, aldehitler, esterler, terpenler ve ketonlar yer almaktadır. Quark peyniri örneklerinde, asetik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve bütanoik asitin yüksek miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir. Asetoin ve 2,3 bütandion (diasetil) tüm quark peyniri örneklerinde tespit edilmiştir. Örneklerde 2-nonanon, 2-pentanon ve 2-heptanon gibi metil ketonların varlığı tespit edilmiştir. Tespit edilen terpenler; pinene, phellandren, limonen, furan, ve fenol uçucu bileşenleridir.

Pinene, tespit edilen tüm terpenler arasında en yüksek konsantrasyona sahip olanıdır. Örneklerdeki pinene miktarı 1,52 ile 21,98 µg/100g arasında değişmektedir.

Spirulina, besin değerlerinin yüksek olması sebebiyle günümüzde artan bir ilgi görmektedir. Doğal, fonksiyonel bir gıda katkı maddesi olarak insan diyetinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Sağlık üzerine olumlu etkilere sahip olan popüler bir üründür. Sonuç olarak bu çalışma, *Spirulina platensis*'in, fermente süt ürünlerinden biri olan quark peynirine başarıyla ilave edilerek yeni, fonksiyonel bir ürün elde edilebileceğini göstermektedir.



KAYNAKÇA

- Agustini, W. T., Ma'ruf, W. F., Widayat, W., Suzery, M., Hadiyanto, H. and Benjakul, S. (2016). "Application of *Spirulina platensis* on ice cream and soft cheese with respect to their nutritional and sensory perspectives". *Jurnal Teknologi*, 78 (4-2), 245-247.
- Anonymous, (1992). Milk and milk products preparation of sample and dilutions for microbiological examination. IDF Standard 112B. Belgium.
- AOAC, (1990). Association of Official Analysis Chemists. Official Methods of Analysis. 15thEdition. Washington DC.
- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. Volume I, II.17. Edition. Gaithersburg. USA.
- Avşar, Y. K., Karagul Yuceer, Y., Drake, M. A., Singh, T. K., Yoon, Y. and Cadwallader, K. R. (2004). "Characterization of nutty flavor in cheddar cheese". *Journal of Dairy Science*, 87, 1999-2010.
- Barkallah, M., Dammak, M., Louati, I., Hentati, F., Hadrich, B., Mechichi, T., Ayadi, M. A., Fendri, I., Attia, H. and Abdelkafi, S. (2017). "Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage". *LWT - Food Science and Technology*, 84, 323-330.
- Başpınar, E., Mendeş, M. and Çamdeviren, H. (2000). "Multidimensional scaling analysis and its usage". *Biyoteknoloji (KUKEM)*, 24, 89-98.
- Belay, A. (1997). "Mass culture of *Spirulina* outdoors-the earthrise farms experience in: *Spirulina platensis* (arthrospira): physiology, cell biology and biotechnology". *Taylor and Franchis*, 43-65.
- Bhale, S., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A. J., Nadarajah, K. and Meyers, S. P. (2003). "Chitosan coating improves shelf life of eggs". *Journal of Food Science*, 68 (7), 2378-2383.
- Bhat, V. B. and Madyastha, K. M. (2000). "C-phycoyanin: a potent peroxy radical scavenger in vivo and in vitro". *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 275, 20-25.
- Blinkova, L. P., Gorobets, O. B. and Baturo, A. P. (2001). "Biological activity of *Spirulina*".

Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii (Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology), 2, 114-118.

- Cadavid, A. M., Bohigas, L., Toldrà, M., Carretero, C., Parés, D. and Saguer, E. (2020). “Improving quark-type cheese yield and quality by treating semi-skimmed cow milk with microbial transglutaminase”. *LWT-Food Science and Technology*, 131, 109756.
- Cakmakci, S. and Hayaloglu, A.A. (2011). “Evaluation of the chemical, microbiological and volatile aroma characteristics of Ispir Kaymak, a traditional Turkish dairy product”. *International Journal of Dairy Technology*, 64 (3), 444–450.
- Chamorro, G., Salazar, M., Araujo, K. G., Santos C. P., Ceballos, G. and Castillo, L. F. (2002). “Update on the pharmacology of *Spirulina* (Arthrospira), an unconventional food”. *Latin American Archives of Nutrition*, 52(3), 232-240.
- Ciferri O. (1983). “*Spirulina*, the edible microorganism”. *Clinical Microbiology Reviews*, 47, 551–578.
- Cirik, S. (1989). “Zengin bir bitkisel gıda *Spirulina*”. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 4, 19-20.
- Cohen, Z. (1997). “*Spirulina platensis* (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology” Taylor and Francis, London.
- Collins, D. and Senge, B. (2004). “Acid- and acid/rennet-curd cheeses part A: Quark, cream cheese and related varieties”. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. (pp. 301-328). Elsevier: Berlin.
- Dartsch, P. C. (2008). “Antioxidant potential of selected *Spirulina platensis* preparations”. *Phytotherapy Research*, 22 (5), 627-633.
- Fox, R. D. (1999). *Spirulina Production & Potential*. Edisud: Marsilya.
- Fuller, R. (1989). “Probiotics in man and animals”. *Journal of Oral Microbiology*, 66, 365–378.
- Goiris, K., Muylaert, K., Fraeye, I., Foubert, I., De Brabanter, J. and De Cooman, L. (2012). “Antioxidant potential of microalgae in relation to their phenolic and carotenoid content”. *Journal of Applied Phycology*, 24, 1477-1486.
- Gonçalves, M. M. (2004). Development and characterization of probiotic quark type cheese. Ph.D. Thesis, Federal University, Food Science and Technology, Viçosa.
- Guneser, O. and Aydin, B. (2022). “Characterization of Quark-like probiotic cheese produced from a mixture of buffalo milk and cow milk”. *mLjekarstvo Journal*, 72 (3), 172-188.

- Güven, M. ve Karaca, O. B. (2003). “Farklı yöntemlerle kurumaddesi artırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri”. *Gıda Dergisi*, 28 (4), 429-436.
- Henrikson, R. (1994). *Spirulina Microalgae, Superfood of the Future*. Ronore Enterprises: Barcelona.
- Juskiewicz, J., Zdunczyk, Z., Bohdziewicz, K. and Baranowska, M. (2012). “Physiological effects of the dietary application of quark produced with enzyme transglutaminase as a sole protein source in growing rats”. *International Dairy Journal*, 26, 155–161.
- Karagözlü, C. ve Yerlikaya, O. (2015). “Quark peyniri üretim teknolojisi”. *Süt Dünyası*, 58, 52-55.
- Kaynar, P. (2011). “Ülkemiz peynirleri üzerine mikrobiyolojik araştırmalar”. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 41 (1), 1-8.
- Kim, K. T., Hwang, J. E., Eum, S. J. and Paik, H. D. (2019). “Physiochemical analysis, antioxidant effects, and sensory characteristics of quark cheese supplemented with ginseng extract”. *Food Science of Animal Resources*, 39 (2), 324-331.
- Klostermeyer, H. (2003). “Quarg and Fromage Frais”. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier: Germany.
- Kondyli E., Massouras, T., Katsiari, M. C. and Voutsinas, L. P. (2013), “Lipolysis and volatile compounds of galotyri-type cheese made using different procedures”. *Small Ruminant Research*, 113 (2-3), 432-436.
- Korkmaz, Z. (2011). Quark Peyniri Üretiminde Bazı Aromatik Bitki Yağlarının Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Li, H. B., Cheng, K. W., Wong, C. C., Fan, K. W., Chen, F. and Jiang, Y. (2007). “Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae”. *Food Chemistry*, 102 (3), 771-776.
- Malik, P. (2011). Utilization of *Spirulina* Powder for Enrichment of Ice Cream and Yoghurt. Master’s thesis, Animal and Fisheries Sciences University, Karnataka Veterinary, Bidar.
- Malik, P., Kempanna, C. and Murthy, N. (2013). “Quality characteristics of yoghurt enriched with *Spirulina* powder”. *The Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 47 (2), 354–359.
- Mariaca, R. G., Berger, T. F. H., Gauch, R., Imhof, M. I., Jeangros, B. and Bosset, J. O. (1997). “Occurrence of volatile mono-and sesquiterpenoids in highland and lowland

- plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (11), 4423-4434.
- Mazinani, S., Fadaei, V. and Khosravi-Darani, K. (2015). “Impact of *Spirulina platensis* on physicochemical properties and viability of *Lactobacillus acidophilus* of probiotic UF feta cheese”. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40 (6), 1318-1324.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T., (1999). *Descriptive Analysis Techniques*. CRC Press: Boca Raton.
- Melo, D. R., Silva, P. H. T., Da Rigoto, R. P., Sottoriva, H. M., Cintra, F. F., Trento, J. P., Castro, A. L. and De Alves, G. (2018). “Quark cheese produced with kefir and agave inulin”. *Archives of Veterinary Sciences and Zoology at Unipar*, 21 (3), 87-92.
- Miloradovic, Z., Miocinovic, J., Kljajevic, N., Tomasevic, I. and Pudja, P. (2018). “The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows and goats quark-type cheeses”. *Small Ruminant Research*, 169, 154-159.
- Minitab Release 14 for Windows Statistical Software Free Trial. <http://estore.eacademy.com/index.cfm?loc=minitabstatisticalsoftware14/main&parentID=1&CFID=2580737&CFTOKEN=77950573>.
- Moslemi, S. A., Hesari, J., Peighambaroust, S. H., and Peighambaroust, S. J. (2021). “Effect of microbial lipase and transglutaminase on the textural, physicochemical, and microbial parameters of fresh quark cheese”. *Journal of Dairy Science*, 104 (7), 7489-7499.
- NEN, (1969). “Butyrometric determination of the fat content of cheese”. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 23, 214-220.
- NIST, (2008). “NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08)”. National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD 20899.
- O'Sullivan, A. M., O'Callaghan, Y. C., O'Grady, M. N., Waldron, D. S., Smyth, T. J., O'Brien, N. M. and Kerry, J. P. (2014). “An examination of the potential of seaweed extracts as functional ingredients in milk”. *International Journal of Dairy Technology*, 67, 182-193.
- Ozturkoglu-Budak, S., Akal, H. C. and Türkmen, N. (2021). “Use of kefir and buttermilk to produce an innovative quark cheese”. *Journal of Food Science and Technology*, 58 (1), 74-84.

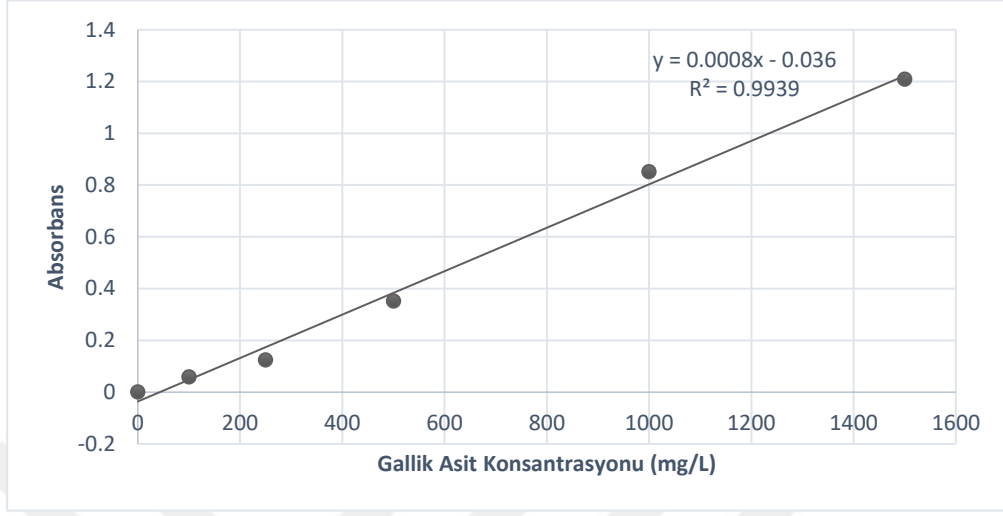
- Öner, Z. ve Aloğlu, H. Ş. (2018). *Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Sidas Yayıncılık: Ankara.
- Öner, Z., Karahan, A. G. and Aloğlu, H. (2006). “Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish white cheese during ripening”. *LWT – Food Science and Technology*, 39 (5), 449-454.
- Perna, A., Simonetti, A., and Gambacorta, E. (2019). “Phenolic content and antioxidant activity of donkey milk kefir fortified with sulla honey and rosemary essential oil during refrigerated storage”. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1), 74-81.
- Ramteke, S. P., Kankhare, D. H., Mahale, P. S. and Mane, S. H. (2020). “Studies on preparation of quarg type cheese from cow milk and goat milk”. *International Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 6 (11), 15-20.
- Reddy, C. M., Bhat, V. B., Kiranmai, G., Reddy, M. N., Reddanna, P. and Madyastha, K. M. (2000). “Selective inhibition of cyclooxygenase-2 by C- phycocyanin, a biliprotein from *Spirulina platensis*”. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 277 (3), 599-603.
- Richmond, A. (1992). “Mass culture of cyanobacteria”. *Photosynthetic Prokaryotes*, 6, 181-210.
- Robertson, R. C., Mateo, M. R. G., O'Grady, M. N., Guihéneuf F., Stengel, D. B., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Kerry, J. P. and Stanton C., (2016). “An assessment of the techno-functional and sensory properties of yoghurt fortified with a lipid extract from the microalgae *Pavlova lutheri*”. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 37, 237–246.
- Romay, C. H., Gonzalez, R., Ledon, N., Remirez, D. and Rimbau, V. (2003). “C-phycocyanin: a biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective effects”. *Current Protein and Peptide Science*, 4 (3), 207-216.
- Savello, P. A., Ernstrom, C. A. and Kalab, M. (1989). “Microstructure and meltability of model process cheese made with rennet and acid casein”. *Journal of Dairy Science*, 72 (1), 1-11.
- Sezgin, E., Yıldırım, Z. and Karagül, Y. (1996). “*L. acidophilus* ve *B. bifidum* kullanılarak hazırlanan fermente süt ürünlerinin incelenmesi”. *Turkish Journal of Biology*, 20, 281-291.

- Shekharam, K., Ventakaraman, L. and Salimath, P. (1987). "Carbohydrate composition and characterization of two unusual sugars from the blue-green algae *Spirulina platensis*". *Pergamon Journal*, 26, 2267–2269.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A. (1965). "Colorimetry of total phenolics with hosphomolybdc phosphotungstic acid reagents". *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-153.
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. and Isambert, A. (2006). "Commercial applications of microalgae". *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101 (2), 87–96.
- Szkolnicka, K., Dmytrów, I. and Mituniewicz-Malek, A. (2021). "The characteristics of quark cheese made from buttermilk during refrigerated storage". *Foods Journal*, 10 (8), 1783-1883.
- Sahingil, D. and Hayaloglu, A. A. (2022). "Enrichment of antioxidant activity, phenolic compounds, volatile composition and sensory properties of yogurt with rosehip (*Rosa canina* L.) fortification". *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100514.
- Teas, J., Herbert, J. R., Fitton, J. H. and Zimba, P. V., (2004). "Algae- a poor man's HAART?". *Medical Hypotheses*, 62 (4), 507-510.
- Tiga, B. H., Kumcuoglu, S., Vatansever, M. and Tavman, S. (2021). "Thermal and pasting properties of Quinoa-Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles". *Journal of Cereal Science*, 97, 103-120.
- Urbach, G. (1997). "The flavour of milk and dairy products: II. cheese: contribution of volatile compounds". *International Journal of Dairy Technology*, 50 (3), 79-89.
- Wiley, (2005). "Wiley registry of mass spectral data 7. edition (Fred. W. McLafferty)". ISBN: 978-0471473251, (CD-ROM).
- Zhou, Z. P., Liu, L. N., Chen, X. L., Wang, J. X., Chen, M. I. N., Zhang, Y. Z. and Zhou, B. C. (2005). "Factors that effect antioxidant activity of C-phycoyanins from *Spirulina platensis*". *Journal of Food Biochemistry*, 29 (3), 313-322.

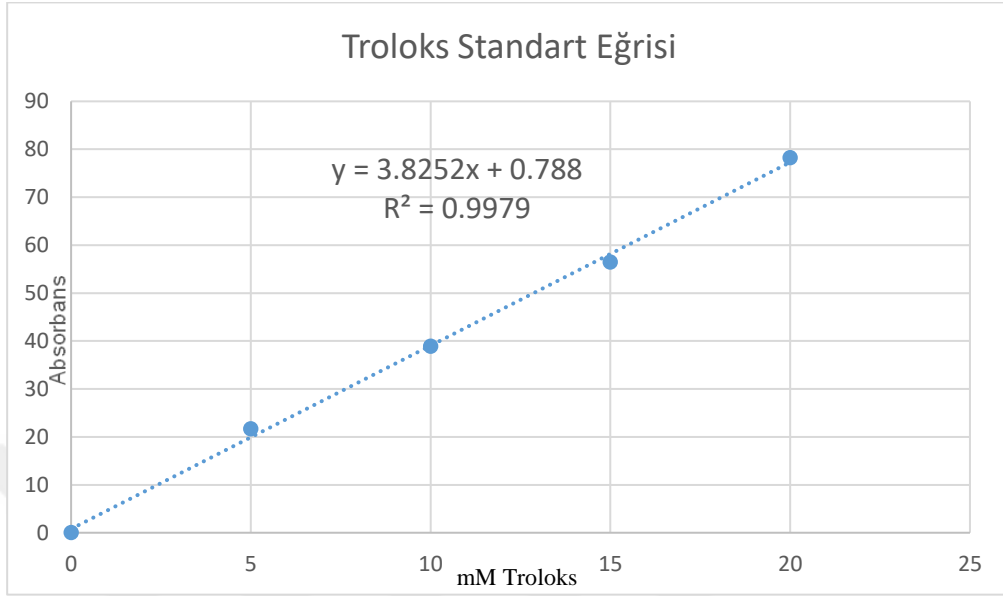
EKLER



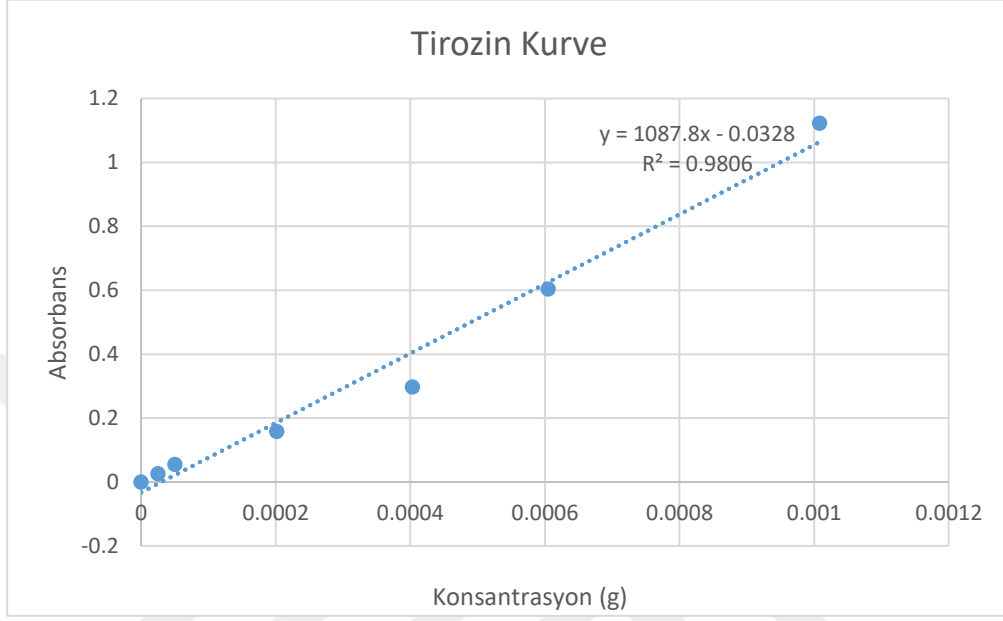
EK 1
TOPLAM FENOLİK MADDE TAYİNİ İÇİN OLUŞTURULAN GALLİK ASİT
STANDART EĞRİSİ



EK 2
TOPLAM ANTIOKSİDAN AKTİVİTE TAYİNİ İÇİN OLUŞTURULAN
TROLOKS STANDART EĞRİSİ



EK 3
TİROZİN TAYİNİ İÇİN OLUŞTURULAN TİROZİN STANDART
KURVESİ



EK 4**TANIMLAYICI DUYUSAL ANALİZ TESTİ DEĞERLENDİRME FORMU****İsim:****Tarih:**

	<i>Spirulina</i> Quark				
<u>Tekstür</u>					
Topaklı Yapı					
Kıvam					
Tozumsu / Tebeşirimsi					
<u>Aromatikler</u>					
Pişmiş					
Kremamsı					
Fermente					
Yosun					
Lahanamsı					
PAS					
<u>Temel Tatlar</u>					
Ekşi					
Tatlı					
Tuzlu					
Buruk					
Metalik					
Acı					

EK 5
DUYUSAL DEĞERLENDİRME



EK 6 TÜKETİCİ TESTİ FORMU

Ürün Kodu: 386

Beğeni Sırası

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Ürün Kodu: 912

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Ürün Kodu: 482

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Ürün Kodu: 618

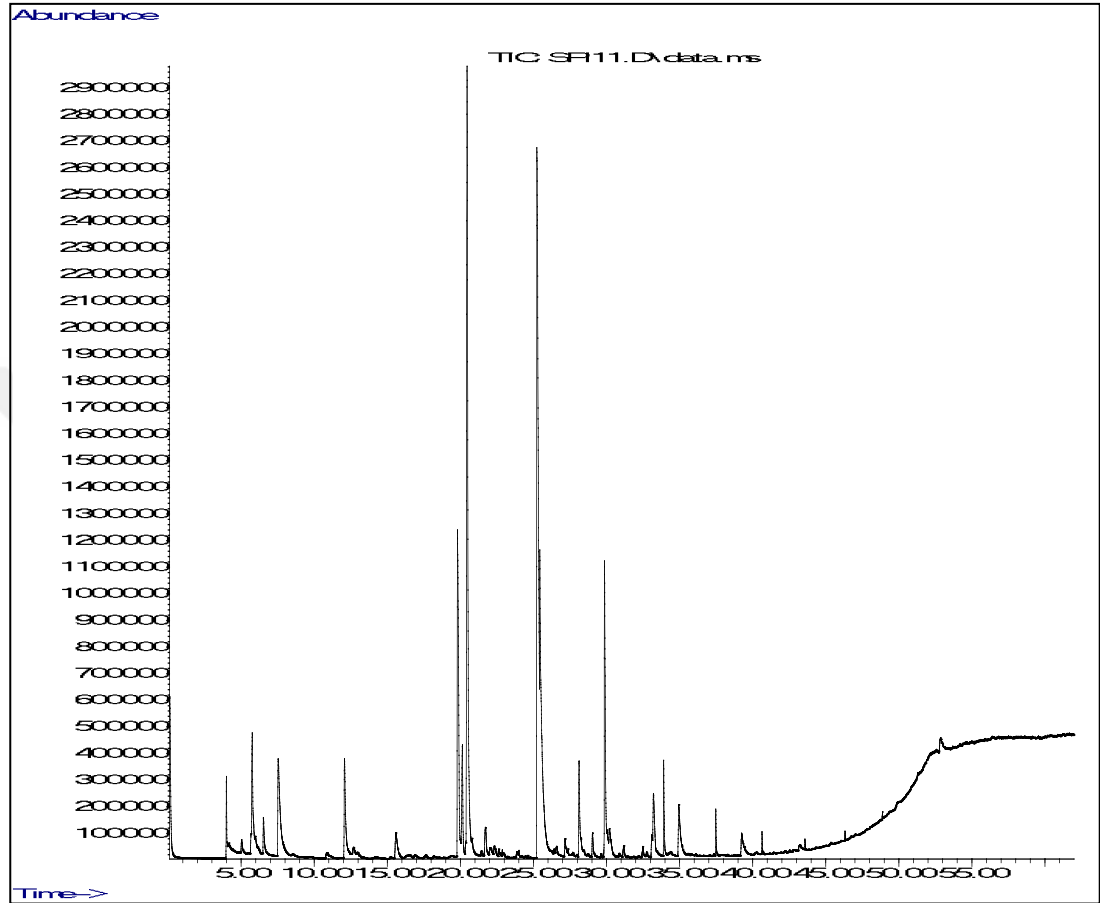
	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

□

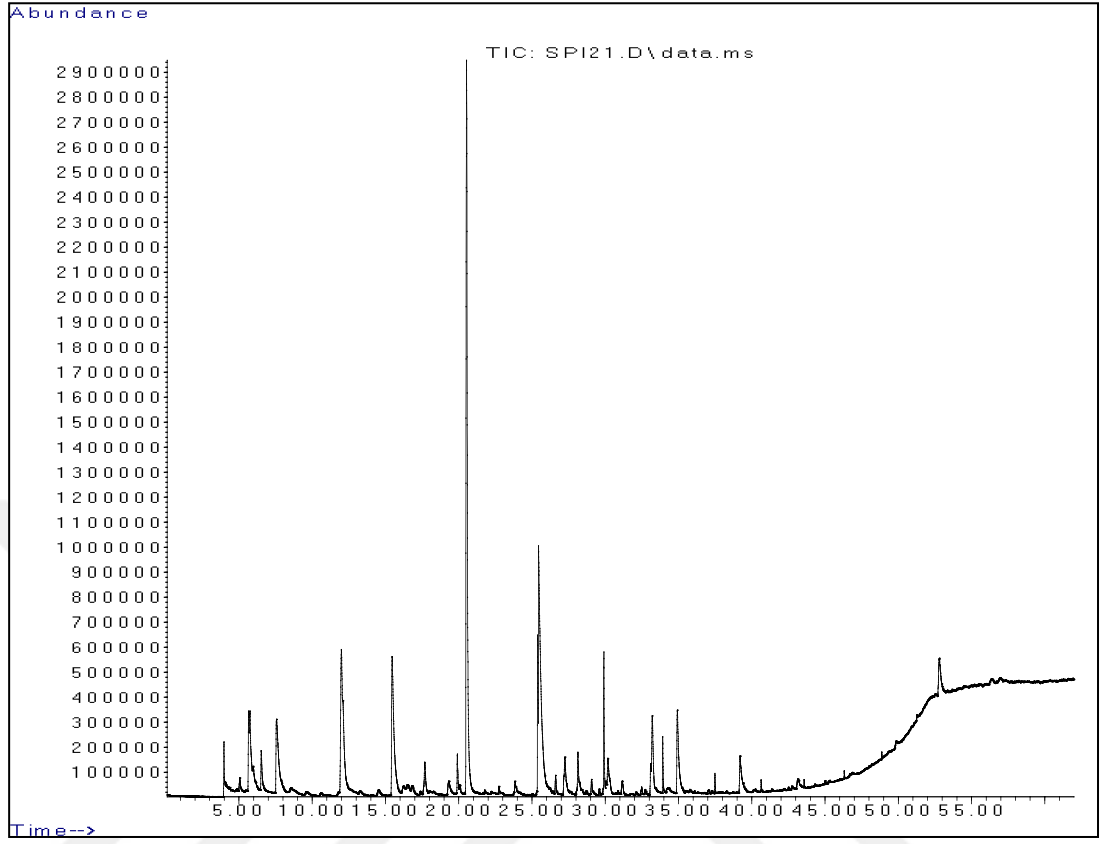
Ürün Kodu: 805

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

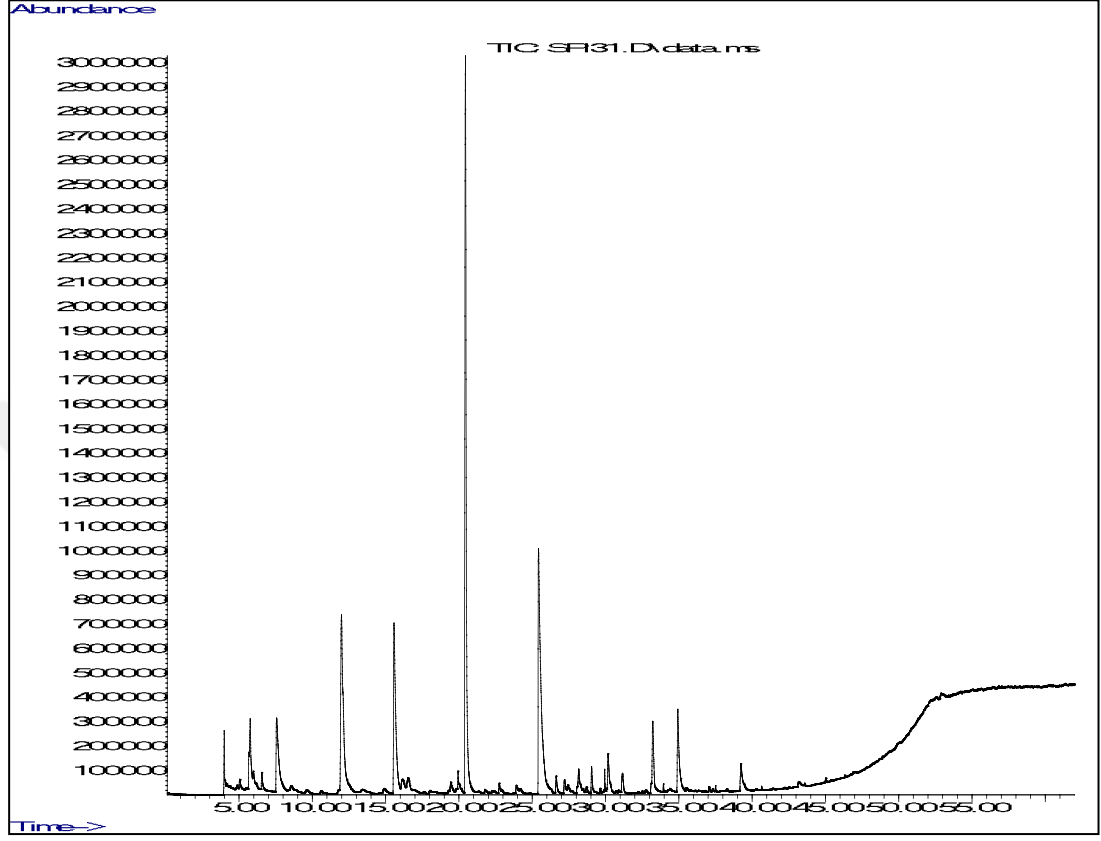
EK 7
KONTROL ÖRNEĞİNE AİT KROMATOGRAM



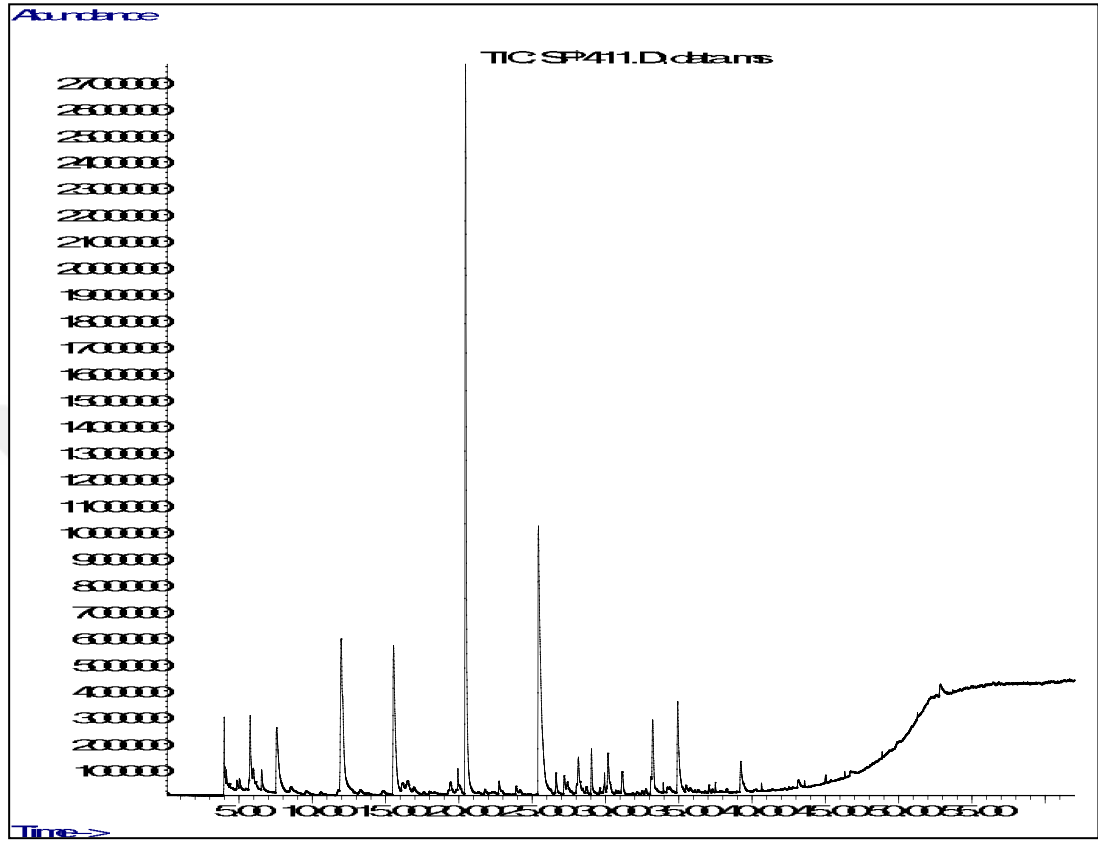
EK 8
S1 ÖRNEĞİNE AİT KROMATOGRAM



EK 9
S2 ÖRNEĞİNE AİT KROMATOGRAM



EK 10
S3 ÖRNEĞİNE AİT KROMATOGRAM



EK 11
S4 ÖRNEĞİNE AİT KROMATOGRAM

