

**FENİLKETONÜRİ (PKU) HASTALARI İÇİN
ÜRETİLEN DÜŞÜK PROTEİNLİ YOĞURT
İKAMESİNİN FİZİKOKİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Gizem YILDIZ
Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Fatma ÇOŞKUN

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FENİLKETONÜRİ (PKU) HASTALARI İÇİN ÜRETİLEN DÜŞÜK
PROTEİNLİ YOĞURT İKAMESİNİN FİZİKOKİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Gizem YILDIZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ FATMA COŞKUN

TEKİRDAĞ 2019

Her Hakkı Saklıdır

Dr. Öğretim Üyesi Fatma Coşkun danışmanlığında, Gizem Yıldız tarafından hazırlanan “**Pku (Fenilketonüri) Hastaları İçin Üretilen Düşük Proteinli Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi**” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı :

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FENİLKETONÜRİ (PKU) HASTALARI İÇİN ÜRETİLEN DÜŞÜK PROTEİNLİ YOĞURT İKAMESİNİN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Gizem YILDIZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Fatma Çoşkun

Fenilketonuri (PKU), doğuştan gelen en yaygın görülen metabolizma bozukluklarından biridir. Fenilketonuri hastalığının tedavisi yeni doğan döneminden itibaren yaşam boyu özel bir diyet programıdır. Amaç, gıdalarla alınan fenilalenin miktarını en aza indirerek kan fenilalenin düzeyini normal sınırlarda tutmaktır. Bu çalışmanın amacı fenilketonuri hastalarının sorunsuzca tüketebilecekleri alternatif bir ürün üretmektir. Süt olarak Tranis Dalia düşük proteinli süt ikamesi, kıvam arttırıcı olarak ksantan gam (%1), Nestle Nestergel yoğurt yapıcı jel (%1,5), nişasta (%8) ve pektin (%1,6) kullanılmıştır. İnek sütünden üretilen yoğurt kontrol yoğurdudur. Depolamanın 1, 7, 14, 21. günlerinde pH, su tutma kapasitesi, yatışkan faz reolojik özelliği, kuru madde, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayıları belirlenmiştir. Ham protein, fenilalenin miktarı, duyusal analiz ve renk analizi depolamanın 1. günü gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, düşük proteinli yoğurt örneklerinde depolama boyunca pH değerleri ve su tutma kapasitesi azalmıştır. Kuru madde miktarları önemli düzeyde ($p<0,01$) birbirinden farklıdır. Ksantan gam, Nestle Nestergel ve nişasta ilave edilen örneklerin kayma gerilimi birbirine yakın bulunmuştur. Pektin ilaveli örneğin kayma geriliminin ise diğer örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kontrol örneği ve nişasta ilaveli örneğin L^* değeri, pektin ilaveli örneğin a^* ve b^* değerleri diğer örneklerden önemli düzeyde yüksek ($p<0,01$) bulunmuştur. Protein ve fenilalenin miktarı kontrol örneği ile pektin ilaveli örnekte, diğer örneklerden önemli düzeyde yüksek ($p<0,01$) bulunmuştur. *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarında depolama boyunca artma görülürken *Streptococcus thermophilus* sayılarında pektin ilaveli örnekte artma, diğer örneklerde azalma görülmüştür. Duyusal analizde genel kabul edilebilirlik bakımından, kontrol örneği hariç en beğenilen örnek Nestle Nestergel ilave edilen örnek olmuştur.

Anahtar Kelimeler: fenilketonüri, PKU hastaları, kıvam arttırıcı, süt ikamesi

2019, 75 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF LOW PROTEIN YOGURT SUBSTITUTION PRODUCED FOR PHENYLKETONURIA (PKU) PATIENTS

Gizem YILDIZ

Tekirdağ Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Fatma Coşkun

Phenylketonuria (PKU) is one of the most common congenital metabolic disorders. Treatment of phenylketonuria is a lifelong special diet program starting from the newborn period. The aim is to keep the phenylalanine level in the normal range by minimizing the amount of phenylalanine taken with food. The aim of this study is to produce an alternative product that can be consumed without any problem by phenylketonuria patients. Tranaz Dalia low protein milk substitutes, xanthan gum (1%), Nestle Nestergel yogurt builder gel (1.5%), starch (8%) and pectin (1.6%) were used. The milk produced from cow's milk is a control yogurt. On days 1, 7, 14, 21 of the storage, pH, water holding capacity, rheological properties of the sedimentary phase, dry matter, *Lactobacillus. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* number were analyzed. Crude protein, phenylalanine content, sensory analysis and color analysis were performed on the 1st day of storage. According to the results of the analysis, the pH values and water holding capacity of the low protein yogurt samples were decreased during storage. The amount of dry matter is significantly different ($p < 0.01$) each other. The shear stress of xanthan gamma, Nestle Nestergel, starch added samples were found close to each other. The shear stress of the pectin-added sample is higher than for them. L * value of the control sample and starch added sample, a * and b * values of pectin added sample were significantly higher than those of other samples ($p < 0.01$). The amount of protein and phenylalanine was significantly higher in the pectin added sample than the other samples ($p < 0.01$). In the microbiological analysis results *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, While *bulgaricus* numbers increased during storage, *Streptococcus thermophilus* numbers increased in pectin addition and decreased in other samples. In terms of general acceptability in sensory analysis, the most admired sample except the control sample was the sample added to Nestle Nestergel.

Keywords: Phenylketonuria, PKU patients, thickener, milk substitution

2019, 75 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ÇİZELGE DİZİNİ	iv
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1. Protein ve Amino Asit Metabolizması Bozuklukları	4
2.2. Fenilketonüri (PKU).....	6
2.3. Yoğurt.....	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Sütün hazırlanması ve fermantasyon.....	23
3.2.2. Yoğurtlarda fizikokimyasal analizler	24
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler.....	27
3.2.4. Duyusal analizler.....	28
3.2.5. İstatistiksel analizler	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	29
4.1. Düşük Proteinli Yoğurt Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri	29
4.1.1. pH değerleri.....	29
4.1.2. Kuru madde miktarı	32
4.1.3. Ham protein miktarı	35
4.1.4. Fenilalanin miktarı	37
4.1.5. Su salma	39
4.1.6. Yoğurtların yatışkan faz reolojik özellikleri	42
4.1.7. Renk analizi.....	47
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	49
4.2.1. Depolama boyunca <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayıları.....	49
4.2.2. Depolama boyunca <i>Streptococcus thermophilus</i> sayıları.....	52
4.3. Duyusal Analiz Sonuçları.....	55
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	62
6. KAYNAKLAR	65
7. EKLER	72
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları.....	5
Çizelge 2.2. Türkiye ve diğer bazı ülkelerde fenilketonüri sıklığı.....	11
Çizelge 4.1. Fermentasyon süresince pH değerleri	29
Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri.....	29
Çizelge 4.3. pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	31
Çizelge 4.4. Duncan testi sonuçlarına göre pH değerleri bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık.....	31
Çizelge 4.5. Duncan testi sonuçlarına göre pH değerleri bakımından depolama günleri arasındaki farklılık	32
Çizelge 4. 6. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca kuru madde miktarları	32
Çizelge 4. 7. Kuru madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları	33
Çizelge 4. 8. Duncan testi sonuçlarına göre kuru madde miktarı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık.....	34
Çizelge 4. 9. Duncan testi sonuçlarına göre kuru madde miktarı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık.....	34
Çizelge 4. 10. Yoğurt örneklerinin ham protein değerleri (%)	35
Çizelge 4. 11. 1.gün yoğurt örneklerindeki ham protein miktarının varyans analizi değerleri	36
Çizelge 4. 12. 7. gün yoğurt örneklerindeki azot miktarlarının Duncan testi sonuçları.....	36
Çizelge 4. 13. 7. gün yoğurt örneklerindeki protein miktarlarının Duncan testi sonuçları	37
Çizelge 4. 14. Yoğurt örneklerinin fenilalanin miktarı (mg/L).....	37
Çizelge 4. 15. 7.gün yoğurtlarda fenilalanin sonuçlarının varyans analizi değerleri	38
Çizelge 4.16. 7.gün yoğurtlarda fenilalanin değerlerinin Duncan testi sonuçları	38
Çizelge 4.17. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su salma değerleri (g/5g).....	40
Çizelge 4.18. Su tutma kapasitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.19. Duncan testi sonuçlarına göre su tutma kapasitesi bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık.....	41
Çizelge 4.20. Duncan testi sonuçlarına göre su tutma kapasitesi bakımından depolama günleri arasındaki farklılık.....	42
Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerinin renk değerleri	47
Çizelge 4.22. 1. gün yoğurt örneklerinin renk değerlerinin varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerinde L* değerlerine ait Duncan testi sonuçları	48
Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinde a* değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinde b* değerlerine ait Duncan testi sonuçları	49
Çizelge 4.26. Depolama süresince <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayısı (kob/g).....	49
Çizelge 4.27. Depolama süresince <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> logaritmik sayısı (log kob/g).....	50
Çizelge 4.28. <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.29. Duncan testi sonuçlarına göre <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayısı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık.....	51
Çizelge 4.30. Duncan testi sonuçlarına göre <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayısı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık.....	52
Çizelge 4.31. Depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı (kob/g).....	52
Çizelge 4.32. Depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> logaritmik sayısı (log kob/g).....	53
Çizelge 4.33. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısına ait varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.34. Duncan testi sonuçlarına göre <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık.....	54

Çizelge 4.35. Duncan testi sonuçlarına göre <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık.....	55
Çizelge 4.36. Kıvam arttırıcı ilaveli düşük proteinli ve kontrol grubu yoğurt örneklerinin ortalama duyu analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.37. Duyusal değerlendirme kriterlerine göre varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 4.38. Renk puanlarının Duncan testi sonuçları	59
Çizelge 4.39. Görünüşe ait puanların Duncan testi sonuçları	59
Çizelge 4.40. Tat puanlarının Duncan testi sonuçları	60
Çizelge 4.41. Koku puanlarının Duncan testi sonuçları.....	60
Çizelge 4.42. Ağızda kıvam puanlarının Duncan testi sonuçları	60
Çizelge 4.43. Genel kabul edilebilirlik puanlarının Duncan testi sonuçları.....	61

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. Fenilalaninin kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.2. Fenilalaninin tirozine dönüştüğü metabolik yol.....	7
Şekil 2.3. PKU'nun bireylere kalıtsal geçişi.....	9
Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde pH değişimi	30
Şekil 4. 2. Depolama boyunca kuru madde miktarı değişimi	33
Şekil 4. 3. Yoğurt örneklerinin ham protein miktarları	35
Şekil 4. 4. Yoğurt örneklerinin fenilalanin miktarları (mg/L).....	38
Şekil 4. 5. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su salma kapasiteleri	40
Şekil 4.6. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 1. gününde kayma hızı- kayma gerilimi grafiği.....	43
Şekil 4.7. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 7. gününde kayma hızı- kayma gerilimi grafiği.....	44
Şekil 4.8. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 14. gününde kayma hızı kayma gerilimi grafiği.....	45
Şekil 4.9. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 21. gününde kayma hızı-kayma gerilimi grafiği.....	46
Şekil 4. 10. Depolama süresince <i>Lb. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> sayılarının değişimi	50
Şekil 4. 11. Depolama süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayılarının değişimi	53
Şekil 4. 12. Duyusal özelliklere ait puan grafiği	56

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
(NH ₄) ₂ SO ₄	: Amonyumsülfat
≤	: Küçük Eşittir
μmol	: Mikromol
⁰ C	: Santigrat Derece
A	: Anonim
a	: Saturation
A	: Titre Edilebilir Asitlik
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
b	: Saturation
BH ₄	: Tetrahidrobiopterin
cm ²	: Santimetre Kare
COOH	: Karboksil Grup
CuSO ₄	: Bakır Sülfat
dak	: Dakika
dL	: Desilitre
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
FA	: Fenilalanin
FAH	: FenilalaninHidroksilaz
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FKÜ	: Fenilketonüri
g	: Gram
h	: Saat
H ₃ BO ₄	: Borik Asit
HCl	: Hidrojen Klorür
HFA	: Hiperfenilalaninemi
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IQ	: IntelligenceQuotient
K(E950)	: Asesulfam
K(E951)	: Aspartam
K(E962)	: AspartamAsesulfam
kg	: Kilogram
kgf	: Kilogram Kuvvet
KMH	: Kalıtsal Metabolizma Hastalıkları
KMP	: Kazeinomakropeptit
KO	: Katsayılar Ortalaması
kob	: Koloni Oluşturan Birim
KT	: Katsayılar Toplamı
L	: Lightness
L	: Litre
Lb	: <i>Laktobasillus</i>
log	: Logaritma
Ltd	: Limited
M	: Kütle
M	: Molar
M17	: Agar
Mak	: Makina

MDUD	: Akçaağaç Şurubu İdrar Hastalığı
mg	: Miligram
mlp	: ModifiedLithotomyPosition
Mol	: Avogadro Sayısı
MRS	: De Man Ragosa Sharpe
N	: Molarite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NH ₂	: Amin
NH ₃	: Amonyak
nm	: Nanometre
nm	: Nanometre
P	: Anlamlılık
pH	: Hidrojenin Gücü
PKU	: Phenylketonuria
R	: Kök
s	: Saat
S	: Streptococcus
San	: Sanayi
SD	: Sabit Değer
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Program
ssp	: Alt Tür
Ş	: Şirket
Şti	: Şirketi
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
Tic	: Ticaret
TL	: Türk Lirası
TS	: Türk Standartları
UHT	: Ultra Yüksek Isı
UV	: Ultra Viyole
V	: Hacim
VK	: Varyasn Katsayısı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin sırasında ve tez aşamasında beni yönlendiren, her konuda yardımcı olan, öneri ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam **Dr. Öğretim Üyesi Fatma COŞKUN'a**,

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda almış olduğum eğitimde emeği geçen, güler yüzlerini ve yardımlarını bizden esirgemeyen başta Anabilim Dalı Başkanımız **Sayın Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ** olmak üzere, Anabilim Dalı'nın **tüm değerli öğretim üyelerine**,

Tezimin bazı fizikokimyasal analizlerinin yapılmasında büyük emeği ve yardımları olan saygıdeğer hocam **Prof. Dr. Ümit GEÇGEL** ve **Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK'a**

Tez çalışmam boyunca tüm fedakârlıkları ile bana her konuda destek ve yardımcı olan, onları tanımaktan büyük mutluluk duyduğum **tüm dost ve arkadaşlarıma**,

Tezimin için gerekli olan materyali temin etmemde çok yardımcı olan **PKU Derneği İstanbul'a**,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi bu zorlu süreçte de göstermiş oldukları maddi ve manevi her türlü desteklerini benden esirgemeyen, eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, beni her konuda karşılıksız destekleyen ve bugünlere gelmemde gösterdikleri sabır ve fedakârlık için **canım aileme**, babam **Nazif YILDIZ'a**annem **Nesrin YILDIZ'a**

sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Mayıs 2019

Gizem YILDIZ
Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Fenilalanin esansiyel bir amino asit ve en çok karşılaşılan aromatik amino asittir. Vücut bu aminoasidi sentezleyemez ve gıda ya da diğer ek takviyelerden karşılar. Proteinin yapısında yer aldığından besinde bulunan fenilalanin miktarı, protein değeri ile ilişkilidir. İnsanda nörolojik olarak beyin hücrelerin gelişmesinde, merkezi sinir hücrelerinin yapısında önemli rol oynar ve hücre içinde hidrolize olarak tirozine dönüşür (Kaşarcı Hakan 2013, Üstüner Top ve Küçük Alemdar 2015, Parlak 2018).

Fenilketonüri (FKÜ), doğuştan gelen en yaygın görülen metabolizma bozukluklarından biridir. Fenilalanin hidrosilaz enzimini kodlayan gende mutasyonların neden olduğu bir hastalıktır (Scriver ve Kaufman 2001). Otozomal resesif kalıtılan bu hastalıkta, fenilalanini tirozine dönüştüren enzimin eksik olduğu veya hiç sentezlenmediği saptanmıştır. Enziminin eksikliği sonucunda kanda bulunan fenilalanin aminoasidi ve metabolitleri hasta bireyin, kan, idrar ve diğer vücut sıvılarında birikip alınması gereken diğer önemli amino asitlerin emilimini engelleyerek mentalmotor geriliğe neden olmaktadır (Müslümanoğlu ve ark. 2014, Parlak 2018). Fenilketonüri tedavisindeki genel ilke, yeni doğan döneminde tanı konmasıyla başlanması gereken özel diyet programları ve bunların yaşam boyu devamlılığıdır. Bu diyet, gıdalar ile alınan fenilalanin miktarını en aza indirerek kan fenilalanin düzeyini normal sınırlar içinde tutmayı amaçlamaktadır. Diyet programları hastanın durumuna uygun günlük tüketebileceği fenilalanin miktarına göre planlanmaktadır. Böylece bireyin normal gelişimi ve sosyal bütünleşmeleri sağlanabilmektedir (Lee ve Newman 2003, Seçkin 2007, Özer ve ark. 2008).

Fenilketonürlü bireylerin diyet listelerinden fenilalanin miktarı yüksek olan süt ve süt ürünleri, yumurta, et ve et ürünleri, deniz ürünleri, kurubaklagiller ve kuruyemişler, soya, aspartam içeren gıdalar veya bu gıdalardan elde edilen ürünler uzaklaştırılmakta, orta düzeyde fenilalanin bulunduran tahıllar sınırlı miktarda ve fenilalanin değeri düşük olan sebze ve meyveler bireyin yaşı ve alışkanlıkları göz önüne alınarak, belirli miktarlarda eklenmektedir (Scriver ve Kaufman 2001, Waisbren ve ark. 2007). Enerji kaynağı olarak kullanılıp tüketilmesinde sınır olmayan gıdalar ise bitkisel sıvıyağ, komposto suyu, nişasta, şeker, düşük proteinli tıbbi ürünler gibi fenilalanin değeri görmezden gelinebilecek kadar düşük olan besinlerdir. Bireyin büyümesi ve gelişimi için gerekli olan protein gereksinimi, içinde fenilalanin bulunmayan özel amino asit karışımlarıyla karşılanmaktadır. Akraba evlilikleri

sayısının fazla olması nedeniyle Türkiye klasik fenilketonüri hasta sayısının birçok ülkeye göre oldukça yüksek (1/4500) olduğu bir ülkedir (Üstüner Top ve Küçük Alemdar 2015). Ayrıca FKÜ'nün Türkiye'de en yaygın amino asit metabolizma bozukluğu hastalığının olduğu bildirilmiştir (Özgüç ve ark. 1993).

Yoğurt; sütteki proteinlerin laktik asit fermentasyonu sonucu meydana gelen, fermente bir süt ürünüdür. Fermentasyon esnasında pıhtılaşan proteinler kazein ve denatüre olmuş serum proteinleridir. Bulundurduğu besin maddeleri bakımından ideal bir gıda maddesi olan yoğurdun hazmı kolaydır ve biyolojik değeri yüksektir (Bayıroğlu ve Baydaş 1999). Yoğurtta kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor ve çinko gibi değerli mineraller bulunmakla birlikte, bu minerallerin yoğunluğu sütle karşılaştırıldığında yoğurtta daha fazladır (Germani ve ark. 2014, Karabulut Dirican 2017).

Yoğurt protein değeri yüksek bir gıda maddesi olduğundan, fenilketonüri hastalarının yasak gıdalar listesinde yer almaktadır. Ancak sınırlı sayıda besini tüketebilen fenilketonüri hastaları için ülkemizde yeterli çalışma ve üretim bulunmamaktadır. Yerli üretim sadece birkaç besin ögesi ile sınırlıdır ve pazar payının az olması gerekçesi ile ürün çeşitliliği arttırmak amacıyla gerekli çalışmalar yapılmamaktadır. Bu çalışmada biyolojik değeri yüksek, ister tek başına ister gıda çeşitliliği ve lezzet için farklı besinlere karıştırılarak, her yaştan insanın severek tükettiği yoğurt için, fenilketonüri bireylerin de rahatlıkla tüketebileceği bir formülasyon elde edip, bu alanda ki çalışmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Protein Yunanca 'proteois' kelimesinden gelir. Latince'de ise karşılığı 'Yaşayan varlıklar için elzem azotlu öge' şeklindedir. Proteinler hücrede yalnızca ribozomlarda sentezlenir ve diğer organik bileşikler gibi temel olarak karbon, hidrojen ve oksijenden oluşur. Bunlara ilave olarak en önemli bileşenleri azot ve kükürttür. Hücrelerde en fazla bulunan, vücudun büyük bölümünde yer alan ve canlı hücrelerinin temel yapı taşı oluşturarak organik bileşiklerdir. Büyüme, hücrelerin çoğalması anlamına geldiğinden protein büyüme için elzemdir. Proteinler canlı bir hücrenin kuru ağırlığının %50'si kadardır. Örneğin; karaciğer, yağsız çizgili kas ve böbrek dokularının kuru ağırlığının % 70-80'i, memelilerin çizgili ve çizgisiz kaslarının genel olarak %18-20'i, kan plazmasının %6,5-7,5'i, beynin yaklaşık % 8'i, etin %15-25'i, ekmeğin % 6-10'u, unun %10-15'i, sütün %3-4'u yumurtanın %12'si, yumurta sarısının % 15'i proteindir. Bitkilerin yaprak, sap, kök ve yumrularında protein miktarı tohumlarıyla karşılaştırıldığında daha azdır. Marulda % 1,2, kuşkonmazda %1,8, lahanada %1,6, patateste %2 protein bulunurken, bazı hububat ve baklagillerde protein oranı daha yüksektir. Kuru fasulyede %18-22, soya fasulyesinde %37-39 civarında protein bulunur (Gökçalp ve ark. 2002, Şen 2007).

Proteinler bütün canlı organizmaların en önemli maddeleridir ve vücut dokularının yapımında ve onarımında görev alırlar. Metabolik tepkimeleri katalize eden enzimlerin, fizyolojik etki gösteren hormonların bir kısmının, canlı varlıkları bazı hastalıklara karşı koruyan antikorlar gibi önemli maddelerin ve virüslerin protein yapısını oluştururlar. Canlılardaki hücreler sürekli olarak değişip yenilenmektedir. Bu nedenle vücuttan devamlı olarak belirli miktarda protein dışarı atılmaktadır. Vücudun enerji deposu olduğu gibi bir protein deposu olmadığından sadece kısa süreli yetersizlikleri karşılanabilecek kadar yedek protein vücutta tutulur. Eğer vücut protein almazsa yıkılan hücreler tekrar oluşturulamaz. Vücuttaki proteinlerinin oluşturulması için ise kaynak yiyeceklerin bulundurduğu proteindir. Vücudun kendi kendine karbonhidrat veya yağdan protein üretmesi mümkün olmadığından dışarıdan protein alınması gerekmektedir (Anonim 2018a).

Amino asitler, değişik kimyasal yapıda bir köke (R) bağlı bir karboksil (COOH) ve bir de amin (NH₂) grubundan oluşan organik yapılardır. Amino asitler, birbiri ile karboksil ve alfa amino gruplarından bir molekül su çıkararak birleşmeleri ile peptitler oluşur. Bu bağa "peptit bağı" denir. Peptit bağında amino asitlerin diziliş sırası o proteinin özelliğini verir.

Peptit bağlarının sayısı, amino asitlerin türü, polipeptit içinde bulunma sırası gibi faktörler vücuttaki her organın ve bireyin kendine öz protein yapısını oluşturur. DNA'da meydana gelen herhangi bir bozulma sonucu protein zincirine farklı bir amino asidin gelmesi o proteinin işlevini bozar ve görevini yerine getiremez (Baysal 2011).

Proteinler ve amino asitler canlı hücreler için büyük önem arz ederken, bazı hastalıkların temel nedeni olabilmektedir. Bu hastalıklara çölyak hastalığında gluten proteini, fenilketonüri hastalığında fenilalanin birer örnek olabilir.

2.1. Protein ve Amino Asit Metabolizması Bozuklukları

Genler oluşan değişiklikler nedeniyle ender de olsa doğuştan bazı enzimlerde hatalı görülebilmektedir. Bu nedenle da hatalı olan enzim kendi aminoasidini ya hiç, ya da tamamına yakını kullanamaz. Eğer önlem alınamaz ise, ilgili amino asit kanda normalde bulunması gereken yoğunluk miktarının birkaç katına kadar çıkabilir. Bu durum zihinsel ve fiziksel hasarlara neden olur. Bu tür hasarların önüne geçebilmek için en etkili yöntem bebekler doğar doğmaz metabolizma hasarlarının tespit edilmesidir (Anonim 2013).

İngiliz Doktor Archibald Garrod kalıtsal metabolik hastalıklar (protein ve amino asit metabolizması bozuklukları) konusunda ilk önemli buluşları ortaya koymuştur. Bunların başında albinizm, alkaptonüri, sistinüri ve pentozüri gibi metabolizma bozuklukları yer alırken, bu hastalıklara enzim eksikliğinin neden olduğunu ve genetik bir metabolik bozukluk olduğunu ileri sürmüştür. İlerleyen çalışmalarında metabolik bozuklukların büyük çoğunluğunu ayrıntılı olarak tanımlamıştır (Garrod 1923).

Garrod (1923)' un çalışmasına göre çoğu protein-amino asit metabolizması bozukluklarının nedeni, amino asit grupları veya tek bir amino asidin oksidasyonu için gerekli olan enzimi kodlayan gende bir mutasyondur. Bu durumda en yaygın olarak ortaya çıkan sorun ise proteinleri hidrolize eden enzimin eksikliğidir.

Protein - amino asit metabolizma bozuklukları toplumda çok yaygın değildir ama buna rağmen çok fazla çeşidi vardır (Garrod 1923). Çizelge 2.1'de bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Bazı kalıtsal metabolizma hastalıklarının (KMH) dünyadaki ortalama görülme sıklıkları (Onat 1996)

Hastalık	Sıklık	Hastalık	Sıklık
Fenilketonüri**	1:10000	Hipofosfatazya	1:100000
Histidinemi	1:12000	Glisinüri	1:100000
Sistinüri***	1:12000	Hiperglisinüri	1:13000
Cori Hastalığı	1:125000	Üre Siklusu Defektleri	1:30000
Akçaağaç Şurubu Hastalığı	1:175000	Menkes hastalığı	1:35000
Wilson Hastalığı	1:200000	Metakromatiklokodistrofi	1:40000

Türkiye'deki bazı hastalıklarının görülme sıklıkları (**Fenilketonüri: 1:4500, ***Sistinüri: 1:1000)

Protein-amino asit metabolizması bozukluklarının bazıları şunlardır;

Akçaağaç şurubu idrar hastalığı (MSUD) otozomal resesif metabolik bir hastalık olup dallı zincirli amino asitler olan lösin, izolösin, valininin oksidatif dekarboksilasyonundaki hata sonucu meydana gelmektedir. Lösin, valinin izolösin ve bu amino asitlerden oluşan toksik metabolitler idrarda ve kanda birikerek akut ve kronik beyin işlev bozukluğuna yol açar. İdrarda akçaağaç şurubu benzer bir koku veya yanmış şeker benzeri koku ile karakterize edilebilir ve ilk belirtiler erken çocukluk döneminde ortaya çıkmaya başlar. Akçaağaç şurubu hastalığı tedavisi 2 aşamalıdır ve bunlar akut kriz ataklarının iyileştirilmesi ve uzun süreli beslenme tedavisidir. Akut dönemdeki tedavide amaç dallı zincirli amino asitler ile bunların metabolitlerinin dokulardan ve vücut sıvılarından ayrılarak atılmasıdır. Periton diyalizi en etkin tedavi yöntemi olup, hemen yapılmalıdır. Karahan ve ark. (2014), akçaağaç şurubu hastalığı olan hastalarda beslenme tedavisinin yaşam boyu sürmesi gerektiğini bildirmiştir. Tedavi edilmemesi halinde ciddi nörolojik fonksiyon bozukluğu, nöbet, koma, solunum yetmezliği ve birçok hastada ölüme yol açabilmektedir. Hayatta kalan hastalar genellikle zihinsel gerilik gösterir (Köksal ve ark. 2008, Parlak 2018).

Tirozinemi, tirozinin metabolizma bozukluğu sonucu fumarilasetoasetikhidroksilaz enziminin eksikliği nedeniyle oluşan protein metabolizması bozukluğu hastalığıdır. Burada, enzim eksikliği nedeni ile bu aminoasidin işlenmesi bloke edildiğinden zehirli maddelerin oluşmasına neden olur. Ağır karaciğer, böbrek ve merkezi sinir sistemi bozuklukları, anoreksi, zekâ geriliği, gelişme geriliği, rikets, sarılık, hepatomegali, kusma ve ishal gibi bulgular görülür, hatta bazen ölüme bile sonuçlanabilir. Tedavi tirozinemi tipine göre değişiklik gösterir. Tedavi uygulamalarında fenilalanin ve tirozin diyetle kısıtlanarak genelde

günlük protein alımı için özel amino asit karışımı proteini azaltmış beslenmeyle diyeti uygulanır (Köksal ve ark. 2008, Anonim 2013).

Sistinüri hastalığında, sistin amino asiti idrar fizyolojisi pH'ında çözünürlüğü oldukça düşüktür ve bu yüzden idrar ile aşırı miktarda sistin, lizin, arjin ve ornitin atılır. İdrar ile aşırı miktarda atılan bu amino asitler idrar yollarında veya böbreklerde yaşamları boyunca taş oluşumu riskini artırır (Altınışık 2006).

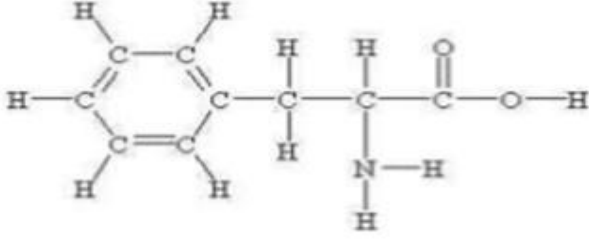
Histidinemi, protein yapıtaşı olan histidin amino asidinin yıkımında sorumlu olan histidaz enziminin kalıtsal eksikliği ile meydana gelir. Kanda ve dokularda histidin miktarı artar. Histidinemde klinik bulgu olarak mental gerilik ve konuşma güçlüğü saptanır. Histidin bakımından zengin olan yiyecekler diyetten çıkarılarak tedavi edilir (Altınışık 2006).

Hartnup hastalığı, triptofan amino asit metabolizması bozukluğu hastalığına denir. İdrarda yüksek oranda triptofan ve indolasetikasite rastlanır. Mental geriliğe ve deri hastalıklarına sebep olur (Altınışık 2006).

Çizelge 2.1' de görüldüğü gibi kalıtsal metabolizma hastalıklarının görülme olasılığı oldukça düşüktür. Kesin teşhislerinin olmaması veya kişiye özgü bulguların olması nedeniyle birçoğunun tanısı yoktur ve bu nedenle tespit edilen sayıdan daha fazla oldukları düşünülmektedir. Özellikle de Türkiye'de akraba evliliğinin yaygın olmasından dolayı amino asit metabolizma bozukluklarının oranı diğer ülkelere oranla daha yüksektir (Parlak 2018).

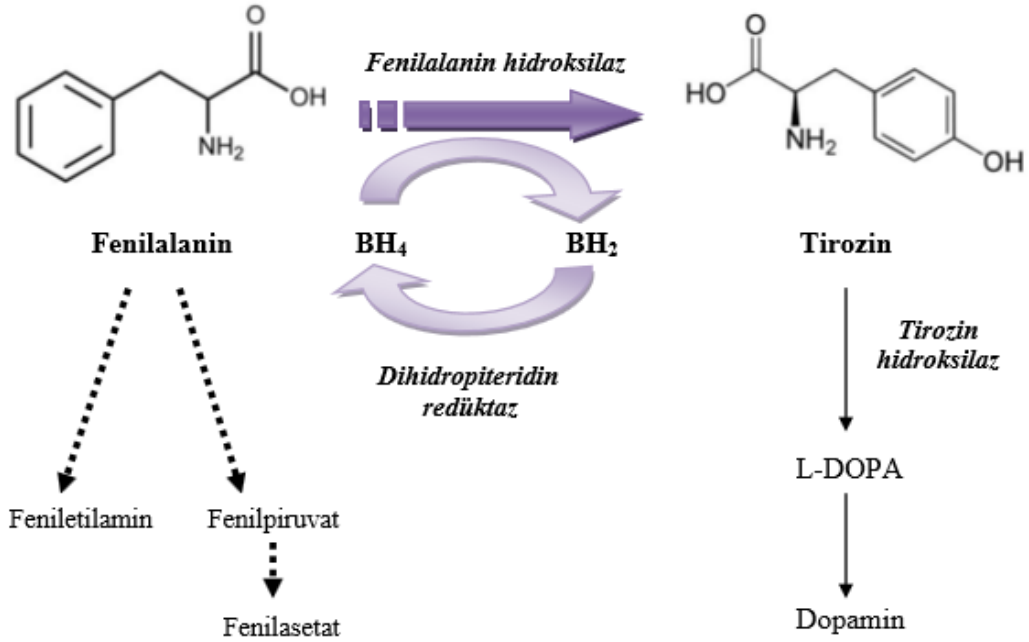
2.2. Fenilketonüri (PKU)

PKU kalıtsal metabolik bir hastalıktır. Bu hastalığın temelinde elzem bir amino asit olan fenilalanin vardır. Gıdalar ile beraber dışarıdan alınan bu amino asit, insan sağlığı ve vücudun işlevleri için oldukça önemlidir (Parlak 2018). Şekil 2.1'de fenilalanin yapısı gösterilmektedir (Mouemınoğlu 2013). Proteinlerin hemen hemen hepsinde %4 ile %5 oranlarında bulunan bu amino asit, inek sütü proteininde 5,4 g/100 g bulunup, özellikle tirozinle birlikte birçok proteinin yapıtaşını oluşturur (Kavas ve Kınık 2005).



Şekil 2. 1. Fenilalaninin kimyasal yapısı (Mouemineglou 2013)

Fenilalanin vücutta tirozine dönüştürülerek çeşitli görevleri olan norepinefrinin, dopamin, adrenalin, melanin ve tiroksinin yapısında yer alır (Remko ve ark. 2011). Fenilalaninin, L-, D- ve DL- şeklinde üç farklı formu vardır. L- formunun, vücut proteinlerinde bulunan ve en çok rastlanan türü olup hafızaya, öğrenme kapasitesine yardımcı olduğu ve depresyonu önlediği tespit edilmiştir. D- formu için ağrı kesici özelliği olduğu bilinir ve DL- formu bu iki formun karışımı şeklindedir ve mental dikkati arttırdığı, parkinson hastalarının tedavisinde kullanıldığı belirtilmiştir. Fenilalanin eksikliğinde zihinsel düzensizlikler, depresyon, anksiyete, kronik yorgunluk ve libido düşüklüğü görülebilir (Kavas ve ark. 2005, Remko ve ark. 2011, Parlak 2018).



Şekil 2.2. Fenilalaninin tirozine dönüştüğü metabolik yol (BH₂: Dihidrobiopterin) (Akış 2012).

Fenilketonüri (PKU) insanda ilk keşfedilen ve fenilalanin hidroksilaz enzimini kodlayan gendeki mutasyon sonucu fenilalaninin aminoasidinin tirozine dönüşmemesine neden olan kalıtsal protein metabolizması bozukluğu hastalığıdır. Fenilketonüri “Asbjorn Folling” tarafından ilk kez 1934 yılında ciddi mentalretardasyon gösteren, vücut ve idrar kokuları küf kokusuna benzeyen dört ve yedi yaşlarındaki iki kardeşin idrarlarına bakılması ile ortaya çıkmıştır. İdrarlarına FeCl₃ (demir3-klorür) eklendiğinde kahverengi olması gerekirken yeşil renk olduğu gözlenmiştir. Benzer çalışmayı 430 zeka geriliğine sahip hastaya da yaparak sekiz hastada da benzer sonucu elde etmiştir. İdrarla atılan bu bileşiklerin büyük miktarda fenilketon cisimciklerinin (feniletilamin, fenilpiruvat, fenilasetat) olduğunu, küf kokusu ve yeşil renge de bu bileşiklerin neden olduğunu saptamıştır. Bu hastalara kendi isimlendirdiği “Imbecilitesphenylpyruvica” tanısını koymuş ve daha sonra 1946’da Penrose ve Quastel, hastalığa fenilketonüri ismini vermişlerdir (Sarıboğa 2008, Akış 2012, Parlak 2018).

1963’de ise Guthrie ve Susie, bakteriyel inhibisyon yöntemi ile yarı-kantitatif olarak kolay bir şekilde kan fenilalaninini ölçebilen bir “Guthrie testi” ni geliştirilmiştir. Şuan dünyada, çok sayıda ülkede Guthrie testi veya kütle spektrometresi gibi daha gelişmiş sistemler sayesinde yenidoğan tarama programı kapsamında fenilketonüri hastalığının erken teşhisi gerçekleştirilebilir (Akış 2012).

Fenilketonüride, FAH enziminin eksikliği veya bu enzimin kofaktörü olan BH₄ üretiminde ya da döngüsündeki bir bozukluk nedeniyle proteinli gıdalarda bulunan fenilalanin sindirilemez (Akış 2012). Buna bağlı yenidoğan bebeklerde kanda ve diğer vücut sıvılarında fenilalanin düzeyin normalin 20-30 katı kadar artar. Fenillaktat, fenilpiruvat ve o-hidroksifenilasetat birikir, tirozin düzeyi azalır. Biriken fenilalanin, kan-beyin bariyerini geçmek için diğer amino asitlerin önüne geçer ve beyinde bazı gerekli metabolitlerin de azalmasına neden olur (Neyzi ve Ertuğrul 2002, Akış 2012).

Doğduğunda normal olan bebekte beslenmeye başlamasından itibaren metabolize olamayan ve biriken fenilalanin ve türevlerinin beyin dokusuna toksik etki göstermesi çok çabuk ve olumsuzdur. Biriken fenilalanin ve türevleri PKU’lu bireyde geri dönüşü olmayan, ilerleyici zeka ve nörolojik gelişme geriliğine neden olur ve çocuğun akranlarından geride kaldığı fark edilmeye başlanır. Özellikle tedaviye erken başlanmayan çocukların akıl

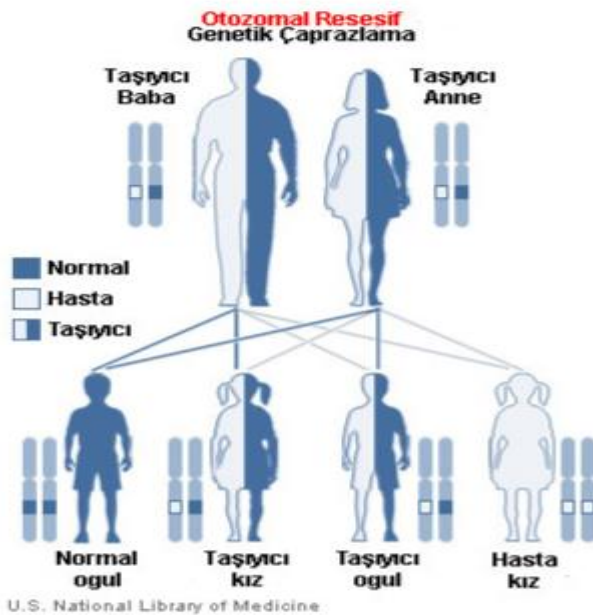
fonksiyonlarında önemli gerilik görülür ve IQ düzeyleri hastaların %50-70' nin 35'in altında, %88-90'nınki ise 65'in altındadır (Özalp 2000, Sarıboğa 2008).

Bunların yanında kasılma nöbetleri, dikkat eksikliği, egzama, renk pigmentinde azalma, hiperaktivite, otonomi kaybı, agresiflik, asosyallik gibi davranış bozuklukları da ortaya çıkabilir (Scriver ve Kaufman 2001, Demirkol ve ark. 2011, Parlak 2018).

Gösterilen klinik bulgular ise; melanin oluşumundaki defekt nedeniyle açık saç, cilt ve göz rengi, geniş aralıklı dişler, küf benzeri idrar ve ter kokusu, ekzamatöz kaşıntı, hipopigmentasyon, otizm, nöbetler ve motor gerilik, gelişim problemleri, anormal davranışlar ve psikiyatrik bozukluklardır (Gaw ve ark. 1999, Davis ve ark. 2005).

Prasad ve ark. (1998) ve Küçükkasap (2006)' a göre bu artış sonucunda miyelin sentezi azalmakta, protein sentezi baskılanmakta, dopamin, serotonin, norepinefrin nörotransmitterlerinde önemli azalmaların olduğu görülmektedir (Seçkin 2007, Waisbren ve ark. 2007, Parlak 2018).

Şekil 2.3' de PKU'nun bireylere genetik olarak geçişi (otozomal resesif gen aktarımı) şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2. 3. PKU'nun bireylere kalıtsal geçişi (Anonim 2018a)

Ülkemizde ve birçok gelişmiş ülkede, PKU için yeni doğan bebeklerde tarama testleri zorunlu olarak yapılmaktadır. PKU teşhisi ülkemizde yeni doğan bebeklerden alınan topuk kanı ile teşhis edilebilmektedir (Başaran ve ark. 1992). T.C Sağlık Bakanlığı 1993'de tüm Türkiye kapsamında fenilketonüri tarama programını başlatmıştır. Doğum yapılan tüm kuruluşlar, bebek hastaneden taburcu edilirken (doğum sonrası ilk hafta içinde) topuğundan özel bir filtre kağıdına birkaç damla kan örneği almakla görevlendirilmiştir. Ayrıca yenidoğan ve süt çocuğu izlemlerinin ve aşılarının yapıldığı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezleri, Sağlık Ocakları ve özel hekim muayenehanelerine de tarama için kullanılan özel filtre kağıtları dağıtılarak, buralarda da örnekler alınmaktadır. Toplanan örnekler T.C Sağlık Bakanlığına bağlı Yenidoğan Tarama Merkezlerine gönderilerek gerekli testler yapılır. Ülkemizde dört Yenidoğan Tarama Merkezi bulunmaktadır (Hacettepe Tıp Fakültesi-Ankara; İstanbul Tıp Fakültesi-İstanbul; Dokuz Eylül Tıp Fakültesi-İzmir; Cumhuriyet Tıp Fakültesi-Sivas). Tarama testi şüpheli bulunan bebekler merkeze davet edilir. Kontrol testleriyle hastalığı kesinleşen bebeklerin tedavisine hemen başlamak gerekir. Tarama testi için kan örneği doğumdan sonraki ilk 24 saat içinde alınmışsa, yalancı negatiflik riski nedeniyle test tekrar edilmelidir (Anonim 2017a). Kan fenilalanin düzeyi bebek doğduğunda normal iken ilerleyen günlerde hızlı bir şekilde yükselmeye başlar. Doğumdan sonraki 48. saatte yapılan ölçümlerdeki fenilalanin düzeyi doğru sonuçlar verir. Fenilketonürik bebeklerin bazılarında özellikle anne sütü ile beslenenlerde kan fenilalanin düzeyinin yavaş yavaş yükselme durumu görmezden gelinmemelidir (Coşkun 2003).

Yeni doğan tarama programları PKU'nun görülme sıklığının ülkeden ülkeye değiştiğini göstermektedir. PKU'nun tüm dünyada taranmış nüfusta sıklığı 1/12000, tahmini taşıyıcı oranı 1/55'tir. Etnik gruplara göre PKU sıklığının değiştiği, beyaz ve yerli Amerikalılarda yüksek, siyahlarda, Asyalılarda ve İspanya'da ise daha düşük olduğu görülmektedir (Walter ve Burgardp 2006).

Avrupa'daki ve Kuzey Amerika toplumlarının beyaz ırkında görülme sıklığı yaklaşık 1/10000 canlı doğumdur ancak bazı bölgelerinde daha yüksek olduğuna dikkat çekilmektedir (Loeber 2007). Finlandiya 1/100000'lik oranla en düşük görülme sıklığına sahip Avrupa ülkesi olmuştur. Sıklığın ABD'de 1/13000, Latin Amerika'da 1/50000-1/25000 ve genel olarak güney bölgede daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Asya'daki sıklık 1/15000, Çin'de 1/100500, Tayland'da 1/200000, Japonya'da 1/70000 olarak belirtilmektedir.

Afrika'daki PKU sıklığı çok düşük gösterilmektedir (Başaran 1992, Ahring ve ark. 2009, Blau ve Spronsen 2010).

Ülkemizde 2001 yılındaki görülme sıklığı ise 1/4500 canlı doğumdur. Sağlık bakanlığı verilerine göre ülkemizde yılda yaklaşık 1.500.000 bebek doğmakta ve her yıl yaklaşık olarak 300–400 çocuk bu hastalıkla doğmaktadır. Türkiye’de hastalığın bu kadar yüksek olmasının sebebi akraba evliliklerinin sıklığı (birinci derece kuzenler arası %21) ve her 20-25 kişiden birinin PKU taşıyıcısı olmasıdır (Ulusoy ve Tunçbilek 1987, Özalp 2000, Özalp ve ark. 2001, Coşkun 2003, Loeber 2007).

Coşkun (2003)’a göre verilere göre Türkiye ve diğer bazı ülkelerde fenilketonüri sıklığı Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 1. Türkiye ve diğer bazı ülkelerde fenilketonüri sıklığı (2003)

Ülke Adı	Sıklık
Türkiye	1/4500
İrlanda	1/6110
Kuveyt	1/6500
İtalya	1/7000
Almanya	1/9000
İngiltere	1/10000
Amerika Birleşik Devletleri	1/13000
Hollanda	1/18000
Fransa	1/18000
Çin	1/20000
İsveç	1/20000
Japonya	1/60000
Fillandiya	<1/71000

Bu verilere bakıldığında, PKU görülme sıklığı 1/6110 olarak rapor edilen İrlanda ile birlikte Türkiye en yüksek görülme sıklığı olan ülke olarak bilinmektedir (Lichter-Konecki ve ark. 1989, Özalp 2000, Özalp ve ark. 2001).

Ülkemizde 2007 yılında 246, 2008 yılında 217, 2010 yılında 182 yenidoğanın PKU tanısı aldığı belirtilerek, rakam 1/6228 olarak saptanmıştır (Özbaş 2011). 2016 verilene göre, Türkiye’de kayıtlı ve kayıtsız olmak üzere PKU hasta sayısının, 15 bin civarında olduğu ve

Halk Sağlığı tarama programlarındaki rakamlara göre her 1/6000 bebeğin PKU'lu olarak doğduğu, bütün Avrupa lkelerindeki toplam PKU hasta sayısını Türkiye'deki sayıya ulaşamadığı belirtilmiştir (Anonim 2017a).

PKU'nun erken tanımlanması, tedavisi için en önemli adımdır. Bu nedenle ülkemizde ve birçok ülkede tarama testleri ile tüm yenidoğan bebeklerde bu hastalık taranmaktadır (Sarıboğa 2008).

Hiperfenilalaninemi (HFA), kan fenilalanin miktarının 2 mg/dL'nin üzerinde (>120 µmol/L) olmasıdır (Coşkun 2004). HFA, fenilalanin hidrosilaz enzimindeki hatanın tipine bağlı olarak farklı fenotipik özellikler gösteren heterojen bir gruptur (Guldborg ve ark. 1998). HFA hastada var olan enzim aktivitesine, tedavi öncesi kan fenilalanin miktarına ve hastaların tolere edilebildikleri günlük fenilalanin miktarına göre beş gruba ayrılabilir.

Klasik fenilketonüri: FAH enziminin tam ya da tama yakın eksikliği durumudur. Tanı anındaki kan fenilalanin seviyesi >20 mg/dL (>1200 µmol/L)'dir. Hastaların tolere edebildikleri günlük fenilalanin miktarı 20 mg/kg kadardır (Thöny ve Blau 2006, Akış 2012).

Orta derecede (moderate) fenilketonüri: Enzim aktivitesi %1'in üzerindedir. Kan fenilalanin seviyesi 15-20 mg/dL (900-1200 µmol/L) arasındadır. Hastaların tolere edebildikleri günlük fenilalanin miktarı 20-25 mg/kg'dır (Thöny ve Blau 2006, Akış 2012).

Hafif derecede (mild) fenilketonüri: Enzim aktivitesi %5'in üzerindedir. Kan fenilalanin seviyesi 10-15 mg/dL (600-900 µmol/L) arasındadır. Hastaların tolere edebildikleri günlük fenilalanin miktarı 25-50 mg/kg'dır (Thöny ve Blau 2006, Akış 2012).

Hafif derecede (mild) hiperfenilalaninemi (FK olmayan HFA): Enzim aktivitesi %30'un üzerindedir. Kan fenilalanin düzeyi 6-10 mg/dL (<600 µmol/L) arasındadır (Thöny ve Blau 2006, Akış 2012).

BH4 metabolizması bozukluğuna bağlı hiper fenilalaninemi: BH4 biyosentezi ya da rejenerasyonunda görevli enzimlerde oluşan mutasyonlardan dolayı HFA'nın yaklaşık %1-3'nde BH4 metabolizma bozukluğu görülür (Thöny ve Blau 2006, Akış 2012).

Ney ve ark. (2009)'a göre klasik PKU hastaları, günde yaklaşık 500 mg fenilalanini (normal bir diyetdeki miktarın yaklaşık %10'u) tolere edebilmektedirler. Acosta ve Yanicelli (2001)' a göre, 19 yaşından büyük yetişkinlerde tolere edilebilen üst sınır; bayanlar için 220-770 mg fenilalanin/gün, erkekler için ise 290-1200 mg fenilalanin/gün aralığında, Weetch ve MacDonald (2006)' a göre, çocuklarda 200-400 mg fenilalanin/gün aralığında değişmektedir (Weetch ve MacDonald 2006).

PKU teşhisi koyulan bebekler doğduktan sonraki 15 gün içerisinde tedaviye alınmalıdır (Coşkun 2003). PKU tanısı kandaki fenilalaninin düzeylerine bakılarak konulur. Fenilketonüri hastalarının tedavisi için en geçerli ve geleneksel yöntem, fenilalanin bakımından kısıtlı ve aynı zamanda diğer besinlerin yeterli alımını sağlayacak şekilde yarı-sentetik bir diyetin uygulamasıdır (Giovannini ve ark. 2007, Demirkol ve ark. 2011). Son zamanlarda doktorlar bu tedavinin ömür boyu devam edilmesini gerektiğini söylemektedir (Davis ve ark. 2005). PKU hastaları kalıtsal metabolik hastalıklarla ilgilenen, bu konuda uzman merkezlerce izlenmelidir. Hastalığın bilinen tek tedavisi diyet tedavisi olduğundan, PKU konusunda deneyimli bir diyetisyen de bu ekipte yer almalıdır (Hendriksz ve Walter 2004). Doğumdan çok kısa bir süre sonra başlanan fenilalanin bakımından kısıtlı diyet tedavisinin temel amaçları;

- Kan fenilalanin düzeyini normal büyümeye engel olmayacak, beyin hasarını önleyecek veya en aza indirecek düzeyde tutmak,
- Diyetle hiper fenilalaninemiye neden olmayacak, gelişme ve büyümesi için yeterli olacak fenilalanin (fenilketonürinin türü, hastanın kilosu, boyu, yaşı ve kan fenilalanin düzeyine göre her bireyin toleransı farklıdır), protein, (bebeklerde 2,2-3,5 g/kg/gün, oyun çağı çocuğunda 1,5-2,2 g/kg/gün), vitamin, enerji ve eser elementleri sağlamak,
- Hasta için diyetin lezzet, çeşitlilik gibi yönlerden kabul edilebilir olmasını sağlamak, değişim listeleri ile diyeti tek düzelikten çıkarmak, en önemlisi de hastayı doyurmak,
- Hastanın izlem sırasında kilo kaybı ve diğer katabolik olaylardan etkilenme olasılığını ortadan kaldırmak (zira vücut proteinleri yıkımı sonucu fenilalanin açığa çıkar ve hastanın ağırlık izlenimi, enerji alımındaki yetersizliğin ya da aşırı enerji alımının değerlendirilmesini gerektirir),

- Teorik olarak hastanın fenilalanin, protein ve enerji gereksinimlerini kişiye özel olarak saptamak, günlük verilecek fenilalanin miktarı bebeklerde 6-8 öğünde, çocuk grubunda ise 3 veya 4 eşit öğünde vermek, doğal protein kaynaklarının öncelikle tüketilmesini sağlamak ve alımları izlemek,
- Hasta büyüdükçe diyet kapsamında bazı değişiklikler olmakla birlikte hastanın yaşam boyu kendisine verilen diyeti devam ettirmesini sağlamak,

Diyetisyen ve doktor tarafından hasta ve ailesine hastalık, beslenme tedavisi ve kullanılan amino asit karışımları, düşük proteinli ürünler ve değişim listeleri hakkında gerekli bilgiyi ve eğitimi vermek (Köksal ve ark. 2008).

Fenilalaninden zengin doğal proteinleri kısıtlayarak kan fenilalanin düzeylerini güvenli sınırlar (120-360 $\mu\text{mol/L}$) içinde tutmak, böylece kan ve serebral dokudaki akut ve kronik artışı önlemek, mental retardasyona engel olmak ve sağlıklı bir şekilde normal hayatı ve büyümeyi sağlamaktır (Giovannini ve ark. 2007).

Diyet programı her hasta için farklıdır. Hastanın boyu, yaşı, vücut ağırlığı, fenilketonürinin tipi ve kan fenilalanin düzeyine göre diyet listesi hazırlanır (Anonim 2017a). Fenilalaninden kısıtlı diyet tedavisi ile protein içeriği yüksek besinlerin alımı sınırlandırılır. Eksik olan besin gereksinimleri fenilalanin içermeyen tıbbi mama ve protein içeriği düşük özel tıbbi besinlerden karşılanır (Ahring ve ark. 2009). Hazırlanan gıdalarda bulunan fenilalanin ve tirozin protein sentezine yetecek miktarda bulunur (Hoeksma ve ark. 2005).

Bebekler iyi kontrol sağlanabildiği sürece anne sütü ile beslenmeye devam edilebilir. Böylelikle normal büyüme için gerekli olan fenilalanin de anne sütü ile sağlanmış olur. Eğer anne sütü değilse normal infant maması ile beslenme sağlanacak ise fenilalanin içermeyen mama ile az miktarda infant maması karıştırılarak kullanılmalıdır. Her iki durum için de amaç kan fenilalanin düzeylerini belirlenen sınırlarda tutmaktır (Moueminoglou 2013, Hendriksz ve Walter 2014). Fenilalanin vücutta sentezlenmediğinden ve normal gelişim için de elzem olduğundan, fenilalanin eksikliğini önlemek için düşük miktarlarda fenilalanin diyete eklenmelidir. Fenilalanin eklenmediğinde ise; jeneralizeaminoasidüri, letarji, nöbet, büyüme geriliği, anoreksi, anemi, döküntü, saç dökülmesi, ishal, perineal döküntü görülebilir ve ölümle sonuçlanabilir (Hanley ve ark. 1970). Ayrıca tirozin, fenilalaninden sentezlendiği için bu hastalıkta esansiyel amino asit haline gelir bu nedenle yeterli miktarda alınması

sağlanmalıdır. Günlük tirozin alımı 100-120 mg/kg/gün olacak şekilde ayarlanmalıdır (Coşkun 2003). Uygun seçilmiş bazı hastalarda fenilalanin hidrosilaz enziminin kofaktörünün sentetik bir şekli olan sapropterin dihidroklorid plazmadaki fenilalanin düzeylerini düşürmek amacıyla kullanılmaktadır (Burrage ve ark. 2012).

PKU'lu bireyler gebelik dönemlerinde de mutlaka diyetle uymalı ve fenilalanin seviyesi 1–2 mg/dl arasında tutulmalıdır (Davis ve ark. 2005). Fenilketonürlü hastaların diyet tedavisinde, diyetin protein, enerji, vitamin, mineral ve fenilalaninden yana yeterli ve dengeli olması gerekir. Bu nedenle diyet tedavisinde tüketilmemesi gereken besinler, serbest besinler, sınırlı miktarlarda tüketilecek besinler (tartarak verilmelidir), düşük fenilalaninli tıbbi besinler olarak ayrılır ve ailesi ile yaşayan fenilketonürlü hastanın yakınları tarafından bilinmesi gerekir (Anonim 2017a).

Yasak olan gıdalar:

- Süt ve süttten yapılan ürünler (süt, ayran, yoğurt, cacık, peynir ve çeşitleri, bunlarla yapılan bütün besinler)
- Yumurta
- Et ve etten yapılan ürünler (kırmızı et, hindi eti, tavuk, balık, salam, sucuk, sosis, pastırma, kavurma, kabuklu deniz ürünleri midye v.b)
- Hayvanın iç organları (böbrek, beyin, karaciğer v.b.)
- Normal ekmek (buğday, çavdar, yulaf, mısır ekmekleri)
- Kuru yemiş (fıstık, fındık, çekirdek çeşitleri, leblebi, ceviz, badem)
- Kuru baklagil (nohut, kuru fasülye, soya fasülyesi, iç bakla, kuru barbunya, mercimek)
- Hazır besin (bisküvi, kraker, kek, pasta, kurabiye, ve yasaklarla yapılmış bütün besinler)
- Aspartam ve fenilalanin içeren bütün sakız, içecek, yiyecekler (Anonim 2017a).

Serbest Tüketilebilen Besinler

Mısır nişastası, sade lokum, , çay, sade akide şekeri, ıhlamur, çay şekeri, adaçayı, sıvı yağ, elma suyu, gazoz, komposto suyu, kolalı içecekler (Anonim 2017a).

Sınırlı Tüketilmesi Gereken Besinler (tartılarak verilmelidir):

Sebzeler, meyveler, margarin, unlu gıdalar, zeytin, bal, tereyağı, pekmez (Anonim 2017a).

Tıbbi Besinler:

Düşük proteinli içecek (mlplpd), düşük proteinli muhallebi (mlplpf), düşük proteinli tahıl

gevreği (mlpflakes), düşük proteinli makarna, düşük proteinli pirinç, düşük proteinli un, düşük proteinli gofret, düşük proteinli ekmek, düşük proteinli bisküvi, düşük proteinli kurabiye, düşük proteinli çikolata, yoğurt yapımı için süt şekeri, yoğurt yapımı için özel jel, düşük proteinli irmik, düşük fenilalaninli peynir ve bunun gibi pek çok ürün tıbbi besin kapsamına girer. Tıbbi besinlerin, içerdiği fenilalanin miktarına göre tüketimi ayarlanır (Anonim 2017a).

Aspartam, aspartik asit, fenilalanin ve metanolden oluşmuştur. Hayvanlarda yapılan in vivo deneylerde kanlarında bulunan fenilalanin miktarlarının arttığı gözlemlendiğinden (Baydar ve ark. 1997) yapay tatlandırıcı olarak kullanılan Aaspartam (E951), asesulfam (E950) ve aspartam asesulfam (E962) tuzu kullanılması sakıncalıdır.

Aspartam içeren besinler ve içecekler aşağıdadır:

- Gazlı içecekler (diyet kola, diyet gazozlar gibi diyet içecekler)
- Sakızlar
- Sofra şekerlerinin bazıları
- Diyet bisküvi, kek, krakerlerin bileşimlerinin bazıları
- İlaçların bazıları (öksürük şurupları gibi)
- Diş macunlarının bazıları (Köksal ve ark. 2008).

Diyet tedavisini uygulayan bu hastalarda kandaki fenilalanin seviyelerinin düzenli olarak ölçülmesi gerekmektedir. Kan ölçümlerinin sıklığında ve ideal kan düzeyleri açısından tam bir görüş birliği bulunmaz (Van Spronsenf ve ark. 2009, Blaun ve ark. 2010), ancak bebeklik döneminde fenilalanin düzeyleri başlangıçta haftalık olarak ölçülmeye başlanıp, ilerleyen yaşlarda sıklığın giderek azaltılabileceği en kabul gören düşüncedir (Coşkun 2003). Diyet tedavisi yapan PKU hastalarında okul başladıktan itibaren diyeti uygulamalarında güçlükler görülebilmektedir. 10-12 yaşları arasındaki PKU'lu çocukların yaklaşık %30'unun diyeti bıraktığı bilinmektedir (Prince ve Leklem 1994). Erişkin PKU'lu hastalarda ise bu oran %50 hatta %90'lara varmaktadır (Koch ve ark. 2002). Diyeti tam uygulayan hastalar; fenilalanin az olan diyetlere uyan, özel amino asit karışımı içeren mamaları alan, belirlenen miktarda meyve, tahıl, sebze tüketen hastalardır ve serum fenilalanin düzeyi ideal aralıkta bulunanlardır. Diyete uymayan hastalar ise amino asit karışımlarını düzenli tüketmeyen ve kısıtlı verilen tahıl, sebze ve meyvelerde bir miktar kaçak yaptığı düşünülen, bu nedenle serum fenilalanin seviyeleri ideal değerin üzerinde bulunan hastalardır. Bazı yetişkin hastalar sınırlı olarak izin verilen doğal proteinlerin koku ve tadlarına bebeklikte tüketmediklerinden

alışkın olmadıkları için bu grup proteinlerden yeterince tüketemezler. Üstelik almaları gereken amino asit karışımlarını da düzenli kullanmazlar. Sonucunda ise bazı esansiyel besinlerin eksiklikleri ortaya çıkar (Robinson ve ark. 2000). Bunun sonucunda da öğrenme güçlüğü, dikkat eksikliği, davranış bozukluğu, yönetici fonksiyonlarda eksiklik (planlama, çalışma hafızası vb.) görülen diğer psiko sosyal sorunlar ortaya çıkar (Huijbregts ve ark. 2002, Deroche ve Welsh. 2008). Diyet kısıtlamasını bırakmış erişkinlerde sık ve ciddi sorunlar gösterilmemişse de, yüksek kan ve beyin fenilalanin düzeylerinin yıllar sonraki uzun dönem etkileri net olarak bilinmemektedir (Hendriksz ve Walter 2004). Bu nedenle diyet tedavisine uymayan ve kaçak yapan hastalar mümkün olduğunca, kısıtlı diyet uygulamaları için cesaretlendirilmelidir.

Literatürde fenilalanin miktarı düşük olarak üretilen yoğurt çalışması çok az bulunduğundan literatür taramasında PKU hastalarının tüketebileceği farklı ürünler hakkında bilgi verilmektedir.

Goldar ve ark. (2016), PKU hastaları için özel bir yoğurt üretmiştir. Ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantre süte, süt içermeyen iki farklı konsantrasyonda %1,5 ile %2 krema ilave etmiştir. Bu yoğurtlarda pH, asit, protein, yağ, kuru madde ve nem gibi kimyasal özelliklere bakmıştır. Çalışmanın sonucu olarak %5 konsantre ultrafiltre edilmiş süt ile %2 süt içermeyen krema karışımını protein, kuru madde, pH, asitlik ve fenilalanin içeriği olarak daha uygun bulmuştur.

Ergül (2011) tez çalışmasında, PKU hastaları için, fenilalanin (FA) içeriği düşük olan kazeinomakropeptit (KMP)'i, peynir altı suyundan izole ederek puding denemesinde kullanmış ve duyu özellikler dikkate alındığında en beğenilen formülasyonun %15 oranında KMP izolatu ve %15 oranında mavi yemiş eklenmiş olanda olduğunu gözlemiştir. Bu formülasyona hem toz karışım hem de pişirilmiş pudingte olmak üzere fenilalanin ve tirozin analizi uygulamış ve toz karışımın fenilalanin miktarı $134,05 \pm 2,77$ mg FA/100 g örnek, tirozin miktarı $478,73 \pm 25,965$ mg T/100 g örnek iken, pişmiş pudingte fenilalanin miktarı $32,39 \pm 5,303$ mg FA/100 g örnek, tirozin miktarı $106,41 \pm 10,812$ mg T/100 g örnek olarak tespit edilmiştir.

Özboy (2002) yaptığı çalışmaya göre, ekmek üretebilmek için fenilalanin miktarı düşük olan nişastaya beş farklı ticari gıda gamın karışımlarını %1, 2 ve 3 seviyelerinde

eklenmiştir. Gam ilave edilmesi, nişasta hamurunda gözle görülür değişiklikler ortaya çıkarmış ve en kaliteli ekmek, %2 oranında ve karregenan karışımının, %105 su ile yoğrulması ile üretilmiştir (Parlak 2018).

Mohsen ve ark. (2010), gliadin içermeyen buğday unu kullanarak PKU hastalarına özel tost ekmeği üretmiş ve bu üretilen tost ekmeğinin, normal buğday ekmeğinden daha düşük hacim ve ağırlık değerlerine sahip olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca gliadin içermeyen ekmeklerde hamurun reolojik özelliklerini negatif yönden etkilediğini ifade etmiştir. Bu yüzden tost ekmeklerine pektin, arap gamı ve karboksimetilselüloz sırasıyla %1, %2, %3 oranında kullanmıştır. Sonuç olarak %2 pektin ve %3 karboksimetilselüloz kullanarak üretilen tost ekmelerinin daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmiştir.

2.3. Yoğurt

Sütün iyi bir değerlendirilme şekli yöntemlerinden birisi de yoğurda işlenmesidir. Yoğurt, süt proteinlerinin fermentasyon sonucu pıhtılaşmasından ibarettir (Atasever 2004). Fermentasyon ise, insanoğlunun elindeki gıdanın raf ömrünü uzatmak için kullandığı en eski yöntemlerdendir. Süt ürünlerinde fermentasyonun ilk kez ne zaman kullanıldığını kesin olarak söylemek mümkün değildir ancak; günümüzden yaklaşık 10 000- 15 000 yıl önce, insanların gıdaları toplamadan, gıda üretimine geçmeleri ile birlikte olduğu düşünülmektedir. Bugün yoğurt, dünya üzerinde en çok tüketilen fermente süt ürünlerinin birinci sıralarındadır. Yoğurdun kökeninin Mezopotamya’da Babillere, Sümerlere, Kuzey Afrika’da Firavunlara kadar ulaştığını gösteren arkeolojik veriler olduğu ileri sürülmekle birlikte, yoğurdun orjini ile ilgili yazılı veri bulunmamaktadır. En kabul edilebilir ve geçerli olan bilgi, ilk yoğurdun Orta Asya’da göçebe insanlar tarafından yapıldığıdır. Pek çok kaynağa göre, ilk yoğurt göçebelerin hayvan derilerini kullanarak sakladığı sütün doğal olarak pıhtılaşması ile oluşmuştur. Bu veriden yola çıkarak, ilk yoğurdun Türkler tarafından yapıldığı kabul edilir. Dünyada ise yaygın olarak tüketiminin başlaması, Rus bilim adamı Metchnikoff’un 1910’da yazdığı “Ömrün Uzatılması” adlı eserinde, yoğurdun insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinden (theory of longevity by yogurt) bahsetmesinden sonra olmuştur (Anonim 2016b).

Yoğurt TGK (Türk Gıda Kodeksi) ve TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

TGK Fermente Sütler Tebliğine göre yoğurt; fermantasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*' un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünüdür (Koçak 2013).

Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 da yoğurdun tanımı 'inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019), gerektiğinde süt tozu ilâvesiyle (TS 1329) homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt kültürünün ilâve edilmesi ve TS 10935 yoğurt yapım kuralları standardına uygun işlemlerden sonra elde edilen mamül' olarak tarif edilmektedir (Ananim 2006).

FAO/WHO (Gıda Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü) tarafından yapılan tanıma göre yoğurt; süttozu, peynir suyu tozu vb. süt ürünleri katılmış veya katılmamış süttten *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin etkisiyle laktik asit fermantasyonu sonucu kazanılan pıhtılaşmış süt ürünüdür (Üçüncü 2005, Koçak 2013).

İçerdiği besin maddeleri açısından önemli bir gıda maddesi olan yoğurdun biyolojik değeri yüksek ve hazmı kolaydır. Protein, yağ, kalsiyum, vitamin içeriği açısından bakıldığında ideal bir besin kaynağıdır. Fermente süt ürünlerinde olan laktik asit bakterilerinin insan sağlığı açısından faydaları yüzyıla yakındır bilinmektedir (Bayıroğlu ve Baydaş. 1999). Birçok araştırmacı, yoğurt ve laktik asit bakterilerinin kanser, enfeksiyon, mide- bağırsak rahatsızlıkları ve astım gibi hastalıklarda terapötik ve koruyucu etkileri olduğunu görmüştür. Yoğurdun bu hastalıklara karşı bağışıklık uyarıcı etkileri olmuştur. Bu konuda araştırmalar hayvan deneklerde ve bazen insanlarda hala yapılmaktadır (Meydani ve Ha 2000). Günlük beslenmelerinde yoğurda yer veren kişilerde ise osteoporoz, gastrit ve diyare gibi hastalıkların belirtileri daha az görülmektedir. Yoğurt için aynı zamanda zengin bir riboflavin, niasin, B6 vitamini, B12 vitamini, esansiyel amino asit ve protein kaynağı denilebilir (Karabulut Dirican 2017). Bu nedenle yoğurt tüketimi dünyada ve ülkemizde hızla artmakta ve daha da artacağı öngörülmektedir.

Probiyotik ve fermente ürünlerle beslenmenin insan sağlığına olumlu etkileri üzerine yapılan bilimsel çalışmalara bakıldığında, probiyotik ve laktik asit bakterilerinin yararları; başta gastrit ve ülser olmak üzere, tüm sindirim sistemi hastalıklarının önlenmesi

ve tedavisi, antibiyotikler, parazit ve patojenlerin yol açtığı ishaller, seyahat ishallerinin tedavisini doğan ve çocuklarda görülen besin alerjilerinin tedavisi ve önlenmesi, egzama ve diğer alerjilerin tedavisi, bağışıklık sistemi hastalıklarının tedavisi, kolesterol seviyelerinin düzenlenmesi yüksek tansiyon ve şeker hastalıklarının önlenmesi ve tedavisi, laktoz intoleransının gelişmesinde kolon kanserlerinin önlenmesi, kalp hastalıklarına yakalanma riskini büyük ölçüde azalması, antioksidan özelliği, kan şekeri ani düşmelerini engellenmesi sayılabilir (Anonim 2016c).

Yoğurdun insan sağlığı için birçok faydası olsa da, yüksek besin değeri içeriği ile PKU hastalarının yasaklı gıdalar listesinde yer almaktadır. Çok az besin seçeneği olan ve genelde tıbbi besinlerle beslenmek zorunda olan PKU hastaları için inokülasyon ya da mayalama yöntemi ile oluşturulan besinler, hem beden sağlığı hem de psikolojik olarak rahatlamaları kendilerini sağlıklı bir birey olarak düşünebilmeleri için oldukça önemlidir. PKU hastaları bu ihtiyacı karşılamak ve diyet çeşitliliklerini arttırabilmek için evlerinde yoğurt benzeri ürünler yapmaya çalışmaktadır. Yaptıkları ürünlerin tarifleri aşağıdadır.

Düşük proteinli süt tozu ile yoğurt tarifi

Malzemeler:

4 silme ölçek düşük proteinli süt tozu (20 gram)

3 silme ölçek (3 gram) NestleNestargel (yoğurt yapıcı jel)

1 silme ölçek laktoz-süt şekeri (zorunlu değil)

30 gram normal yoğurt (maya olarak)

200 ml (1 dolu bardak) su

Hazırlanışı: Belirtilen miktardaki düşük proteinli süt tozu su ile karıştırılarak 90 dereceye kadar ısıtılır. Bu karışıma çok hızlı bir şekilde yoğurt yapıcı jel ilave edilir (çırpıcı kullanılabilir). Karışım 40 dereceye kadar soğumaya bırakılır. Sonra içine süt şekeri ve maya olarak normal yoğurt ilave edilip karıştırılır. Bu karışım yoğurt makinesinde veya bohçalanmış olarak ılık bir yerde 5-6 saat bekletilir. Süre sonunda buzdolabına konur. Ertesi gün tüketilmeye hazırdır. Ayran, cacık, yoğurtlu çorba, karışık sebze kızartmaları ile birlikte sade yoğurt olarak tüketilebilir (Anonim 2017a).

Niştalı düşük proteinli yoğurt tarifi

Malzemeler:

500 g süt ikamesi

50 g yoğurt (%3,5 yağlı)

40 g niğasta

Tuz

Hazırlanışı: Süt ikamaesi ile belirtilen miktardaki niğasta ve tuz karıştırılarak kıvamlı hale gelene kadar ısıtılır. Daha sonra ılık duruma gelene kadar soğutulur ve normal yoğurt ilave edilerek iyice karıştırılır. Ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak 4-5 saat buzdolabında bekletildikten sonra tketelebilir (Anonim 2017c).

Düşük proteinli yoğurt tarifi

Malzemeler:

2 su bardağı (400 ml) 0 proteinli süt

2 yemek kaşığı (40 g) mısır niğastası

1 yemek kaşığı (20 g) mayalamak için yoğurt

1 tatlı kaşığı limon suyu

Yarım ay kaşığı (3 g) tuz

Hazırlanışı: Bir tavada süt, niğasta, limon suyu ve tuz karıştırılır. 5 dakika kaynatılır. Ocaktan alınıp ılıdıktan sonra üzerine yoğurt eklenir. Bir kabın içerisine alınıp, bir beze sarılarak 3 saat mayalandırılır ve buzdolabına konulur. Bir gün sonra yemeye hazır hale gelir (Anonim 2018c).

Tariflerden de anlaşılacağı gibi PKU hastaların sınırlı diyet listeleri için alternatif düşük proteinli ürünlere büyük ihtiyaç vardır. PKU hastaları ve aileleri ellerindeki düşük proteinli ürünleri bir araya getirerek düşük proteinli başka besinler elde etmeye çalışmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile PKU hastalarının tüketebilecekleri ürün yetersizliği ön planda tutularak, yoğurdun dolayısı ile laktik asit bakterilerinin insan sağlığı için önemi göz önüne alınarak, yoğurt bakterileri içeren alternatif bir ürün denemesi yapılmış, bu konuda yapılacak diğer araştırma çalışmalara n ayak olması, ülkemizde görülme sıklığı yüksek olan PKU hastaları tarafından da kolay ve ucuz olarak temin edilebilmesi ve aynı zamanda ürün çeşitliliğinin arttırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyalini, düşük proteinli süt ikamesi, yoğurt kültürü, düşük metoksilli pektin, ksantan gam, Nestle Nestergel ve mısır nişastası oluşturmaktadır.

Yoğurt üretiminde, inek sütü yüksek yüksek miktarda protein içerdiği için düşük proteinli süt ikamesi (Tranis Dalia Düşük Proteinli Süt ikamesi üretim yeri Fransa, Türkiye Distribütörü Mamma Besin Ürünleri Üretim Paz. A.Ş. Ankara) kullanılmıştır. (Şekil 3.1) Bu süt ikamesi ürün su, krema, laktoz, kesilmiş süzme süt tozu, maltodekstrin, yağ asitlerinin mono ve digliseritleri (palm ve/veya kolza yağı) nin birleşmesi sonucu oluşturulmuştur. Yoğurt yapımında kullanılan düşük proteinli süt ikamesinde protein miktarı 200 mg, fenilalanin miktarı 6,4 mg, treonin 6,7 mg, karbonhidrat miktarı 6400 mg, yağ miktarı 2600 mg ve kalsiyum miktarı 17,5 mg dir.



Şekil 3. 1. Tranis Dalia marka Düşük Proteinli Süt ikamesi ambalajı. a: ön yüzü, b: arka yüzü

Starter kültür olarak, yoğurt kültürü (Doğadan Bizim Gıda ve Süt Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.) kullanılmıştır. Kullanılan kültür, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* içermektedir.

Kıvam arttırıcı olarak düşük metoksilli pektin, , Nestle Nestergel yoğurt yapıcı jel ve mısır nişastası kullanılmıştır.

Düşük metoksilli pektinArosel Gıda Katkı Maddeleri ve Mak. San. Dış Tic. Ltd. Şti.(İstanbul) firmasından temin edilmiştir. Bu jelleştiricinin seçilme nedeni düşük şeker konsantrasyonlarında, geniş pH sınırları (pH 2,5-6,5) içerisinde çok az kalsiyum kullanarak dengeli bir jelleşme oluşturmaktadır.

Ksantan gam Çağdaş Kimya ve Gıda San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul) firmasından temin edilmiştir. Küçük konsantrasyonlarda oldukça yüksek vizkozite göstermesi, sıcak ve soğuk suda hemen çözünmesi, ısı ve fiziksel uygulamalar sonucu oluşabilecek bozulmalara karşı dayanıklı ve pH 1-11 arasında kullanılabilir olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Nestle Nestergel yoğurt yapıcı jel, Nestle Nutrition GmbH Frankfurt firmasından temin edilmiştir. Türkiyede satışı mevcut değildir. Bitkisel kökenli bir jelleştiricidir. Keçiyoğurtunu ve kalsiyum laktat içerir. 100g'ında 1,5 g karbonhidrat, 5,3 g protein bulunmaktadır. Tercih edilme nedeni düşük proteinli yoğurt yapıcı jel olmasıdır.

Mısır Nişastası Pak Gıda Üretim Pazarlama A. Ş. (İstanbul) firmasından temin edilmiştir. Geniş pH aralığında jel yapabiliyor olması, jelinin kırılmaya dayanıklı daha akışkan bir yapıda olması nedeniyle tercih edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sütün hazırlanması ve fermantasyon

Düşük proteinli yoğurt ikamesi için, çalışmaya başlamadan önce kullanılan kıvam arttırıcılar çeşitli oranlarda kullanılarak yoğurt öndenemeleri yapılmış ve kullanımına %1, %1,5 Nesterjel, %4 Nişasta ve %1.6 Pektin oranlarında karar kılınmıştır.

Liyofilize yoğurt kültürü 42°C'ye ısıtılmış bir miktar süte aşılanıp 42°C'deki inkübatörde 12 saat boyunca aktifleştirilmiştir. Diğer taraftan bir miktar düşük proteinli süt ikamesi dört farklı kaba esit miktarlarda dökülmüştür. Her birinin içerisine %1, %1,5 Nesterjel, %4 Nişasta ve %1.6 Pektin oranlarında kıvam artırıcı ilave edilir ısıtmak suretiyle sütlerin kıvamı arttırılmıştır (ilave edilen düşük proteinli süt ikamesi 82 °C' de 5 dakikada, Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli süt ikamesi 88°C' de 5 dakikada, Nişasta ilaveli düşük proteinli süt ikamesi 94°C'de 5 dakikada pelte haline gelirken, Pektin ilaveli düşük proteinli süt ikamesi 99°C'ye getirilip 2 dakika kaynatıldı ve inokülasyon işlemi yapıldı, inokülasyon sonması buzdolabında yavaş yavaş pelte haline geldi). Daha sonra inokülasyon sıcaklığına (42°C) getirilen kıvamı artırılmış sütlere aktifleştirilmiş olan yoğurt kültürü %2 lik miktarlarda eklenerek 42 °C inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol amaçlı olarak inokülasyon işlemi aynı şartlarda UHT sütte de uygulanmıştır. Yoğurtların analizleri depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde yapılmıştır.

Yoğurt örneklerinin isimlendirilmesi aşağıda gösterilen şekilde yapılmıştır.

- K:** UHT süttten yapılmış yoğurt örneği
- A1:** Ksantam ile kıvamlandırılmışyoğurt örneği
- A2:** Nesterjel ile kıvamlandırılmışyoğurt örneği
- A3:** Nişasta ile kıvamlandırılmış yoğurt örneği
- A4:** Pektin ile kıvamlandırılmış yoğurt örneği

3.2.2. Yoğurtlarda fizikokimyasal analizler

Hazırlanan düşük proteinli yoğurtlar ve kontrol için yapılan normal yoğurtta pH, su salma, kuru madde ve mikrobiyolojik analizler depolamanın 1, 7, 14 ve 21. gününde yapılırken duyu analizler, yatışkan faz reolojik özelliklerinin belirlenmesi, renk analizleri depolamanın 1. gününde, ham protein analizi ve fenilalanin miktarı analizi depolamanın 7. gününde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1 pH tayini

pH ölçümleri 300/310 markalı WaterproofHand-heldpH/mV/TemperatureMeter adlı dijital pH metre ile yapılmıştır (Kosikowski 1982).

3.2.2.2. Kuru madde tayini

Kapakları yarı açık, içinde bir miktar deniz kumu (hidroklorik asitte temizlenmiş, yıkanmış ve iyice kurutulmuş) ve cam baget bulunan kurutma kapları, 103±2 °C'ye ayarlanmış etüve konarak bunların sabit ağırlığa gelmesi sağlanmış, kurutma kapları desikatörde soğutulduktan sonra daraları belirlenmiştir.

Homojen hale getirilen yoğurt örneğinden kurutma kabına 0,1 mg hassasiyetle 5 g numune tartılıp, cam baget yardımıyla kumla iyice karıştırılarak kabın dibine yayılmıştır. Numuneyi içeren kaplar, 103± 2 °C'ye ayarlanmış etüve kapakları açık durumda konarak yaklaşık 1,5-2 saat süreyle kurutulmuştur. Kapakları kapatıldıktan sonra desikatöre alınarak soğumaları beklenip tam olarak tartılmıştır. Etüve ikinci kez koyulup ve bu defa 30 dakika aynı sıcaklıkta bekletilmiş, desikatörde soğutulup tartılmıştır. Tartımlar arasındaki fark 0,5 mg'dan fazla olduğu takdirde kurutmaya devam edilmiştir. İki tartım arasındaki fark 0,5 mg'dan az ise son tartım dikkate alınarak denemeye alınan numune miktarı ve kabın darasına göre örneğin kuru madde miktarı hesaplanmıştır. Deney 2 paralel yürütülmüş ve hesaplamada paralellerin ortalaması alınarak kuru madde miktarı yüzde olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Kuru Madde} = [(m_1 - m) / (m_2 - m)] \times 100 \quad (3.1)$$

m: Boş kurutma kabının ağırlığı, (g),

m1: Kurutulmuş deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g),

m2: Deney numunesi ile birlikte kabın ağırlığı (g), (Anonim 2012).

3.2.2.3. Ham protein tayini

Analiz Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde 4 aşama vardır:

Yaş Yakma: Homojenize edilmiş 2 g numune tartılmıştır. Üzerine katalizör olarak 4,0012 g K₂SO₄ (susuz) ve 450 mikrolitre CuSO₄ koyulmuştur. Yakma işlemi hızlandırmak için bakır sülfat ve potasyum sülfat katalizör olarak kullanılmıştır. Kaynama taşı atıldıktan sonra 10 ml derişik H₂SO₄ eklenmiştir. Isı ayarı yapılarak (38 °C'de 3 h) yakılmıştır. Amaç: proteinlerin denature olmasıdır.

Nötralizasyon: Meydana gelen amonyum sülfattan [(NH₄)₂SO₄] amonyağı (NH₃) serbest hale getirmek için ortama kuvvetli bir baz (NaOH) ilave edilmiştir.

Destilasyon: Yaklaşık 40°C ye kadar soğutulan balona 50 ml destile su konulmuştur. Karıştırılır ve soğumaya bırakılmıştır. 1 ml'liklerlen içine 50 ml % 4'lük H₃BO₃ çözeltisi konur, üzerine 3–4 damla taşıroindikatör eklenerek karıştırılmış (mor renk elde edilene kadar) ve balon adaptörün ağzı sıvıya batacak şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilmiştir.

Titrasyon: Erlen içindekiler N/10 HCl ile titre edilmiştir (Anonim 2012).

Aşağıdaki formüllere göre azot ve protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\% \text{Azot} = [(V_1 - V_0) \times N \times 0.014] / m \times 100 = \dots \text{g} / 100 \text{g} \quad (3.2)$$

$$\% \text{Protein} = \% \text{Azot} \times F,$$

V₁= Titrasyonda harcanan H₂SO₄ çözeltisi veya HCl çözeltisi miktarı (ml)

V₀= Kör deneme titrasyonunda harcanan H₂SO₄ çözeltisi veya HCl çözeltisi miktarı (ml)

N= Titrasyonda kullanılan H₂SO₄ çözeltisi veya HCl çözeltisinin normalitesi (0.1 N)

0,014= Azotun mili eşdeğer ağırlığı

m= Alınan gıda örneği miktarı (g veya ml)

F=Yoğurt örneği için belirlenen sapma değeri

3.2.2.4. Fenilalanin miktarı tayini

Farklı yoğurtların fenilalanin içeriği, bir HPLC sistemi (Waters, ABD) kullanılarak hesaplanmıştır. Tam olarak 0,5 g yoğurt, 8 mL hidroklorik asit (6 M) ile karıştırılmıştır. Numuneler 110°C'de 22-24 saat hidrolizeolduktan sonra inkübatöre yerleştirilmiştir. Süpernatın, 5000 rpm'de 10 dakika santrifüje tabi tutulmuştur. Enjeksiyon hacmi, RPC18 kolonu (3,9 x 150 mm) üzerinde 20 mL oluşturulmuştur. Numunelerin kromatografi ile analiz süreleri 26 dakikadır. Mobil faz hızı, 107-109 kgf / cm² basınç altında 0,8 mL / dakikadır. Mobil fazda, fosfat tamponu (pH = 3,5) ve asetonitril (2:98) karışımı kullanılmıştır ve dalga boyunun ölçümü (λ = 214 nm), 25-30 °C'de UV-2487 dedektörü ile gerçekleştirilmiştir (Anonim 2016a).

3.2.2.5. Su salma tayini

Su tutma kapasitesi tayini için 5 g örnek tartılarak 4500 devir/dak ve 10°C sıcaklıkta 30 dakika santrifüj edilmiş, sonra süpernatant uzaklaştırılıp pelet tartılmış ve su salma kapasitesi hesaplanmıştır (Wu ve ark. 2001).

3.2.2.6. Yatışkan faz reolojik özellikleri

Yatışkan faz analizi belirlenen bir paralel plaka konfigürasyonunda (koni çapı 40 mm), 1-100 s⁻¹ kayma hızında ve 5°C derecelerde sıcaklık kontrollü (peltier sistemli) reometre (TA Instruments DHR2 withpeltierplate, America) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Barnesve ark. 1993).

3.2.2.7. Renk tayini

Yoğurt örneklerinde renk tayini depolamanın 1. gününde gerçekleştirilmiştir. Renk tayininde Konica-Minolta ChromaMeterCR-5 cihazı kullanılmıştır. Yoğurtların L (parlaklık), a (+kırmızı, - yeşil) ve b (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir (Cueva ve Aryana 2008).

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler TS 2530'a göre alınan 1 g yoğurt örneği ve %0,1'lik 9 ml steril peptonlu su ile hazırlanan ve seyreltilen dilüsyon sıvılarından önceden hazırlanan besiyerlerine 0,1 mL alınarak yüzeye yayma yöntemi uygulanarak iki paralel halinde gerçekleştirilmiştir. İnkübasyonsonunda koloni sayımı yapılmıştır (Anonim 2003).

Mikrobiyolojik analiz için gerekli anaerobik ortam Merck Almanya üretimli firmadan alınan Microbiology Anaerocult A 1.13829.0001 kitleri aracılığıyla sağlanıp, 35 mL steril su kitlere aktarılarak anaerobik jara koyulmuştur.

Lactobacillus delbrueckii ssp. *bulgaricus* sayımında De Man-RogosaAgar (MRS, Oxoid CM 361) kullanılmıştır. HCl kullanılarak besiyerininpH'sı 5,2'ye düşürülmüştür. Hazırlanan yoğurt örnekleri 10⁻¹'den 10⁻⁶'ya kadar seyreltme yapılarak dilüsyonlardan yayma yöntemiyle ekim yapılmış, petri kapları anaerobik şartlarda 37°C'de 72 saat

inkübasyona bırakılmış gelişen koloniler sayılarak sonuç kob/mL olarak belirlenmiştir (Dave ve Shah 1996).

S. thermophilus sayımında M17-Agar (Merck, Germany) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 mL örnek alınıp petri kutusuna yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. 37 °C' de 3 gün aerobik inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan yuvarlak koloniler (30-300) sayılarak gramda *S. thermophilus* sayısı kob/mL olarak saptanmıştır (Anonim 2003).

3.2.4. Duyusal analizler

Örnekler depolamanın 1. gününde renk, görünüş, tat, koku, tekstür, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam ve genel kabul edilebilirlik bakımından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme, çok kötü, kötü, ortalama, iyi ve çok iyi için sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 dereceleri kullanılarak yapılmıştır. Bu duyusal değerlendirme 6 panelist tarafından yapılmıştır (Meilgaard ve ark. 1999).

3.2.5. İstatistiksel analizler

Duyusal ve renk analizi sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde örnekler arasındaki fark, tek yönlü ANOVA analizi kullanılarak belirlenmiştir. Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde örnekler ve günler arasındaki fark Tesadüf Parselleri Deneme Planı'na göre belirlenmiştir. Sonuçlar arasında farklılık olup olmadığını saptamak amacıyla varyans analizi, farklılığın derecesini belirlemek amacıyla "Duncan" çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde IBM SPSS Statistics 21.0 (IBMCorp. USA) paket programı kullanılmıştır

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Düşük Proteinli Yoğurt Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

4.1.1. pH değerleri

Fermentasyon süresince yoğurt örneklerinin pH değerleri takip edilerek kontrollü bir şekilde fermentasyon gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.1’ de fermentasyon süresince gözlenen pH değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Fermentasyon süresince pH değerleri

Fermentasyon Süresi, saat	K	A1	A2	A3	A4
Başlangıç	6,42	6,31	6,40	6,34	5,83
1	6,21	6,00	6,11	6,03	5,76
2	5,95	5,66	5,66	5,87	5,59
3	5,16	5,21	5,37	5,31	5,16
4	4,84	4,63	4,78	4,89	5,05
5	4,50	4,51	4,52	4,60	4,80

Kıvam arttırıcı içeren düşük proteinli yoğurt örneklerinin fermentasyonu kontrol yoğurduna kıyasla biraz daha geç tamamlanmıştır. Kıvam arttırıcı içeren düşük proteinli yoğurtlar kendi aralarında kıyaslandığında ise, fermentasyonu en erken Ksantan gam içeren, en geç ise Pektin içeren yoğurt tamamlamıştır.

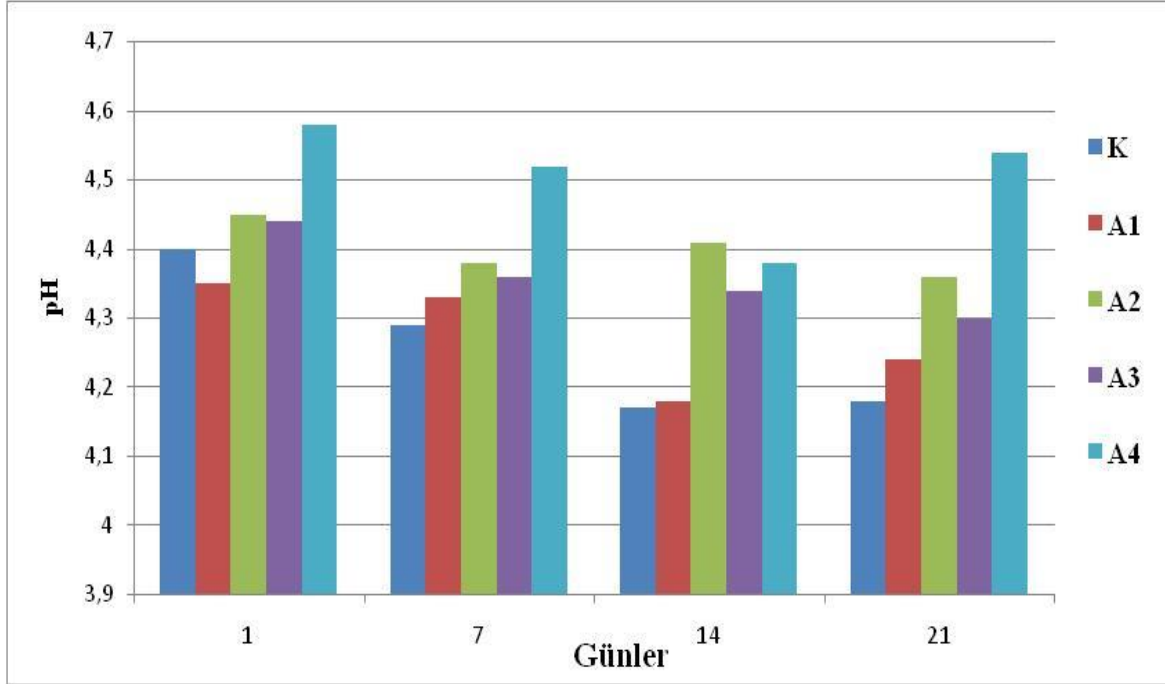
Çizelge 4.2. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri

Örnekler	Günler						
	1	7	14	21	Ort.	Max.	Min.
K	4,4	4,29	4,17	4,18	4,26	4,4	4,17
A1	4,35	4,33	4,18	4,24	4,27	4,35	4,18
A2	4,45	4,38	4,41	4,36	4,4	4,45	4,36
A3	4,44	4,36	4,34	4,3	4,36	4,44	4,3
A4	4,58	4,52	4,38	4,54	4,50	4,58	4,38

Yoğurtların pH değerleri depolama boyunca pH 4,4’ten 4,18’e düşmüştür. Kontrol yoğurdunun pH değeri 4,26, Ksantan gam içeren düşük proteinli yoğurdun 4,47, Nestle Nestergel içeren düşük proteinli yoğurdun 4,45, Nişasta İçeren düşük proteinli yoğurdun 4,44,

Pektin içeren düşük proteinli yoğurdun ortalama pH değeri 4,50 olarak belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri depolama boyunca düşüş göstermiştir (Çizelge 4.2).

21 günlük depolama süresince kıvam arttırıcılar kullanılarak yapılan düşük proteinli yoğurt deneme örneklerinin pH değişimleri Şekil 4.1 'deki gibidir.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinde pH değişimi

Grafik incelendiğinde kıvam arttırıcı ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerinin düştüğü saptanmıştır. Başlangıçtaki pH değerleri kontrol yoğurt örneğinin üzerinde olan Nestle Nestergel, Nişasta ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurtlar depolama boyunca üzerinde seyrederken, Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurdun pH değeri kontrol yoğurt örneğinin pH değerinin altında tespit edilmiştir.

pH değerleri bakımından yoğurt çeşitleri ve depolama günleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KT	KO	F	P
Günler	3	0,29	0,096	1,913	0,143**
Çeşit	4	0,419	0,104	2,76	0,41**
Günler*Çeşit	12	0,18	0,001	1,183	0,328
Hata	40				
Genel	60				
Hatasız Genel	59				

**p≤0,05 düzeyinde önemli

Gerçekleştirilen varyans analizinde çeşitler arasındaki farklılık P≤0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyans analizinde belirlenen değişkenler arası farklılık düzeyini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Duncan testi sonuçlarına göre pH değerleri bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık

Çeşitler	Ortalama	Sonuç
K	4,0092	A
A1	4,275	AB
A2	4,3592	B
A3	4,400	B
A4	4,5033	B

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre NestleNestergel, Nişasta ve Pektin ilaveli yoğurtlar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Kontrol grubu yoğurdun ise bunlardan farklı olduğu saptanırken, Ksantan gam ilaveli yoğurdun her iki gruba da benzer olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Duncan testi sonuçlarına göre pH değerleri bakımından depolama günleri arasındaki farklılık

Günler	Ortalama	Sonuç
1	4,4447	B
7	4,376	AB
14	4,2947	AB
21	4,122	A

Depolama günleri arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre depolama boyunca pH'da düşüş gözlenmiştir. 1.gün ortalama pH 4,44; 21.gün ise 4,12 olarak bulunmuştur. Günler arası değerlendirmede 1. ve 21. Gün birbirinden farklı 7. ve 14. günler ise 1. ve 21. güne benzer bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Goldar ve ark. (2016), PKU hastaları için özel bir yoğurt üretmiştir. Ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantre süte, eşit miktarlarda %2 nişasta, %2 inulin ve %3,5 tereyağı ve süt içermeyen iki farklı konsantrasyonda %1,5 ile %2 krema ilave etmiştir. Depolama esnasındaki tüm numunelerin pH'ları önemli ölçüde azalmıştır. pH'daki azalma, yoğurttaki bakterilerin aktivitesine ve permeasyondalaktan laktik asit üretimine atfedilebilir. Cogan (1996) yoğurt bakterilerinin buzdolabı sıcaklığında da aktif olduğunu ve pH'da önemli bir düşüğe neden olabileceğini göstermiştir. Panesar ve Shinde (2011) β -galaktosidaz enziminin aktivitesinde depolamada canlı bakterilerin aktivitesinin pH düşüşüne neden olduğunu bildirmiştir. Bu enzim buzdolabı sıcaklığında etkindir. Mayalar karbonhidratlar ve organik asitler de kullanırlar, bu nedenle pH değeri düşer (Kailasapathy 2006). Bu çalışma sonuçları bizim bulgularımız ile benzerlik göstermektedir.

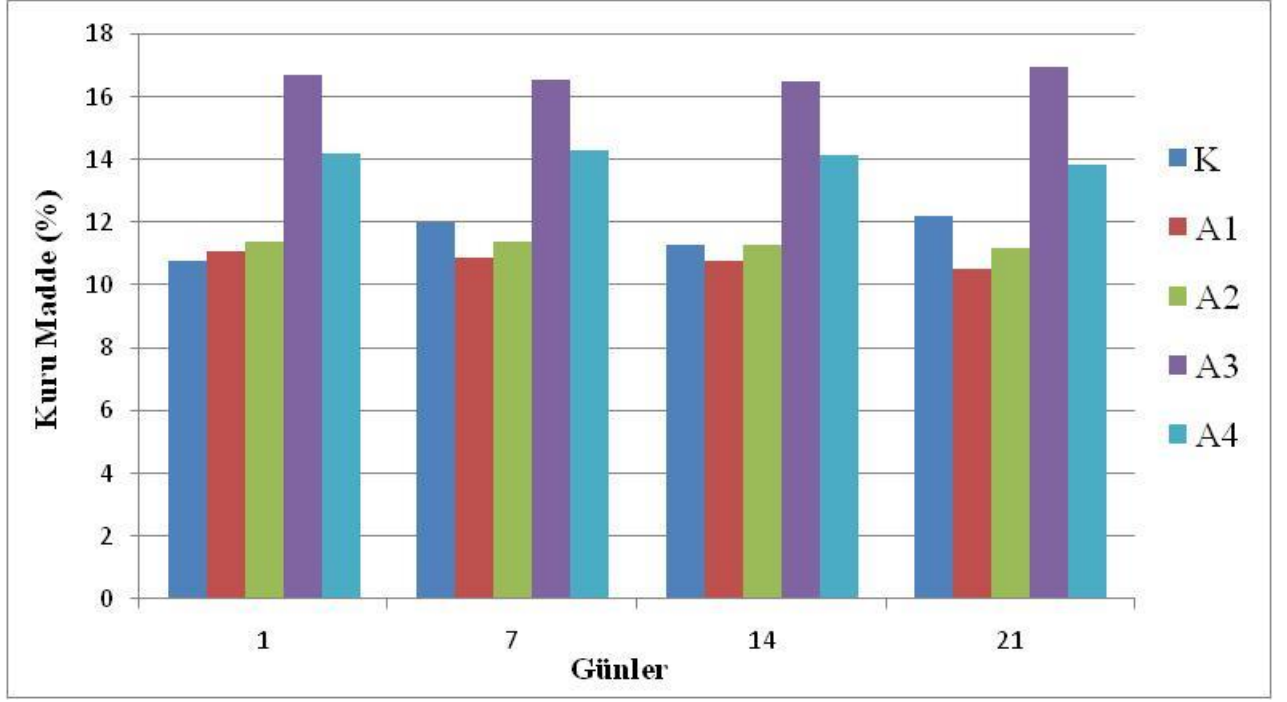
4.1.2. Kuru madde miktarı

Depolama boyunca yoğurt örneklerinin kuru madde miktarları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Depolama boyunca kıvam arttırıcı ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinde tespit edilen kuru madde depolamanın 1. gününde en yüksek %16,7 (Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinde), en düşük %10,8 (kontrol grubu örneğinde) olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 21.gününde ise en yüksek kuru madde miktarı %16,98 (Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği) en düşük %10,53 (Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 6. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca kuru madde miktarları

ÖRNEKLER	GÜNLER						
	1	7	14	21	Ort.	Max.	Min.
K	10,8	12	11,3	12,21	11,5775	12,21	10,8
A1	11,1	10,9	10,8	10,53	10,8325	11,1	10,53
A2	11,38	11,4	11,3	11,18	11,315	11,4	11,18
A3	16,7	16,58	16,52	16,98	16,695	16,98	16,52
A4	14,2	14,3	14,19	13,87	14,14	14,3	13,87

Örneklerde en düşük kuru madde değerlerinin 21.günde olduğu saptanmıştır. Depolama süresi boyunca kuru madde miktarındaki değişim Şekil.4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2. Depolama boyunca kuru madde miktarı değişimi

Grafik incelendiğinde depolama süresi boyunca kontrol grubu ve Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinin kuru madde miktarları artarken diğerlerinin azaldığı saptanmıştır.

Depolama süresi boyunca kuru madde miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Kuru madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KT	KO	F	P
Günler	3	0,172	0,057	9,002	0,000*
Çeşit	4	73,877	18,469	3875,013	0,000*
Günler*Çeşit	12	0,4	0,003	20,958	0,000*
Hata	40				
Genel	60				
Hatasız Genel	59				

*p≤0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre kuru madde miktarı değerlerine depolamanın, yoğurt çeşitlerin, günler ve çeşitlerin etkisi $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Varyans analizinde belirlenen değişkenler arasındaki farklılık düzeyini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır ve Çizelge 4.8’de yer verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Duncan testi sonuçlarına göre kuru madde miktarı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	11,5525	C
A1	10,9467	A
A2	11,3842	B
A3	16,7883	E
A4	14,165	D

Duncan testi sonuçlarına göre tüm çeşitlerin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 9. Duncan testi sonuçlarına göre kuru madde miktarı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık

Günler	Ortalama	Sonuç
1	12,8167	A
7	13,056	B
14	12,968	B
21	13,0287	B

Depolama günleri açısından yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 7, 14 ve 21. günler benzer iken 1. günün farklı olduğu belirtilmiştir.

Çalışmaya paralel olarak, Goldar ve ark. (2016)’nın PKU hastaları için özel ürettikleri, ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantre süte, eşit miktarlarda %2 nişasta, %2 inulin ve %3,5 tereyağı ve süt içermeyen iki farklı konsantrasyonda %1,5 ile %2 krema ilaveli yoğurt örneklerinin kuru madde miktarları, Kuru madde uluslararası kodeks standardına da uygun

olarak gösterilmiştir (Yoğurtların protein içeriği uluslararası kodeksi standardı ' >2.7 w / w').

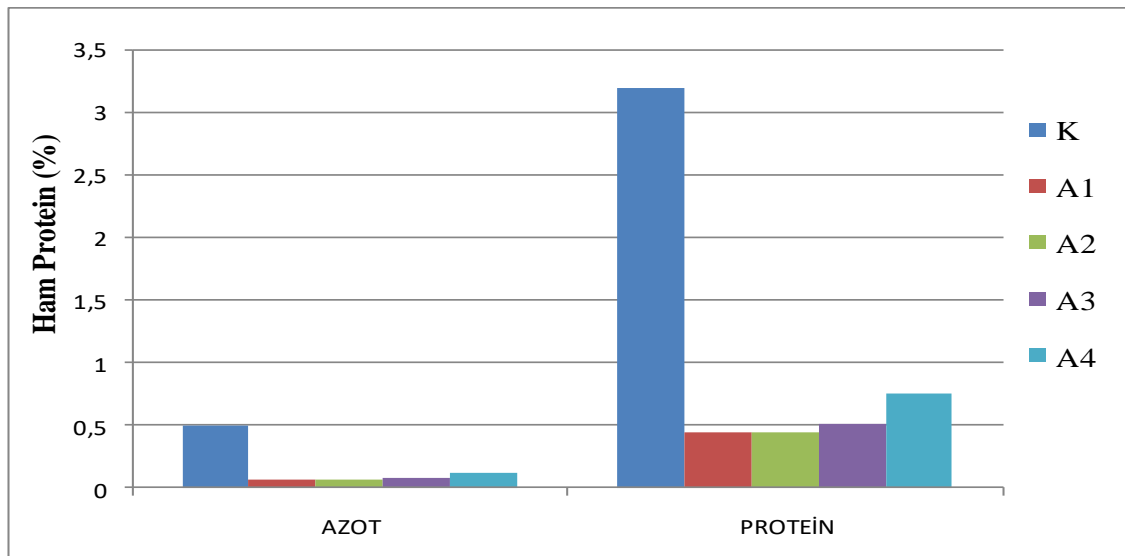
4.1.3. Ham protein miktarı

Yoğurt örneklerine depolamanın 7. gününde ham protein miktarı analizi yapılmıştır. Ham protein miktarı analizi sonuçları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4. 10. Yoğurt örneklerinin ham protein değerleri (%)

ÖRNEKLER	AZOT	PROTEİN
K	0,50	3,19
A1	0,07	0,44
A2	0,07	0,44
A3	0,08	0,51
A4	0,12	0,76

Yoğurt örneklerini içerdiği azot miktarına göre incelediğinde en yüksek azot miktarına sahip örnek 0,50 ile kontrol grubu iken 2. sırada 0,14 ile Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt izlemektedir. En düşük azot miktarına sahip örnek ise 0,7 ile Ksantan gam ve Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurtlar olarak saptanmıştır. İçerdiği protein miktarına bakıldığında ise en yüksek protein miktarına sahip olan yoğurt kontrol grubu iken en düşük olan ise Ksantan gam ve NestleNestergel ilaveli düşük proteinli yoğurtlardır.



Şekil 4. 3. Yoğurt örneklerinin ham protein miktarları

Yoğurt örneklerinin ham protein miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 11. 1.gün yoğurt örneklerindeki ham protein miktarının varyans analizi değerleri

		SD	KT	KO	F	P
Azot	Gruplar Arası	4	0,105	0,026	40,235	0,000*
	Gruplar İçinde	10	0,003	0,0003		
	Toplam	14				
Protein	Gruplar Arası	4	4,273	1,068	6284,426	0,000*
	Gruplar İçinde	10	0,001	0,0001		
	Toplam	14				

* $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre ham protein analizi azot ve protein değerleri için $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

İstatiksel olarak hesaplaması yapılan ham protein analizinin örnekler arası farklılığının seviyesinin belirlenmesi amacıyla Duncan testi yapılmıştır ve değerlere Çizelge 4.12’de yer verilmiştir.

Çizelge 4. 12. 7. gün yoğurt örneklerindeki azot miktarlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	0,5000	B
A1	0,0700	A
A2	0,0700	A
A3	0,0800	A
A4	0,1200	A

Çeşitler arasındaki azot miktarı farklılığı için uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre Ksantan gam, Nestle Nestergel, Nişasta ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurtlar benzerlik gösterirken, Kontrol yoğurdunun bunlardan farklı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 13. 7. gün yoğurt örneklerindeki protein miktarlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	3,1900	C
A1	0,4400	A
A2	0,4400	A
A3	0,5100	A
A4	0,7600	B

Duncan testini çeşitler arasındaki protein miktarı farklılığı için uyguladığında sonuç Ksantan gam, Nestle Nestergel, Nişasta içeren düşük proteinli yoğurtlar için aynı iken, Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği ve kontrol yoğurt örneği için farklı olduğu saptanmıştır.

Abdel-Salam ve Effat (2010) PKU hastaları için içeceklerdeki protein miktarını % 2,5 olarak bildirmişlerdir, Pimentel ve ark. (2014) düşük proteinli ev yapımı yoğurtlarda % 0,9 protein olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlara uygundur.

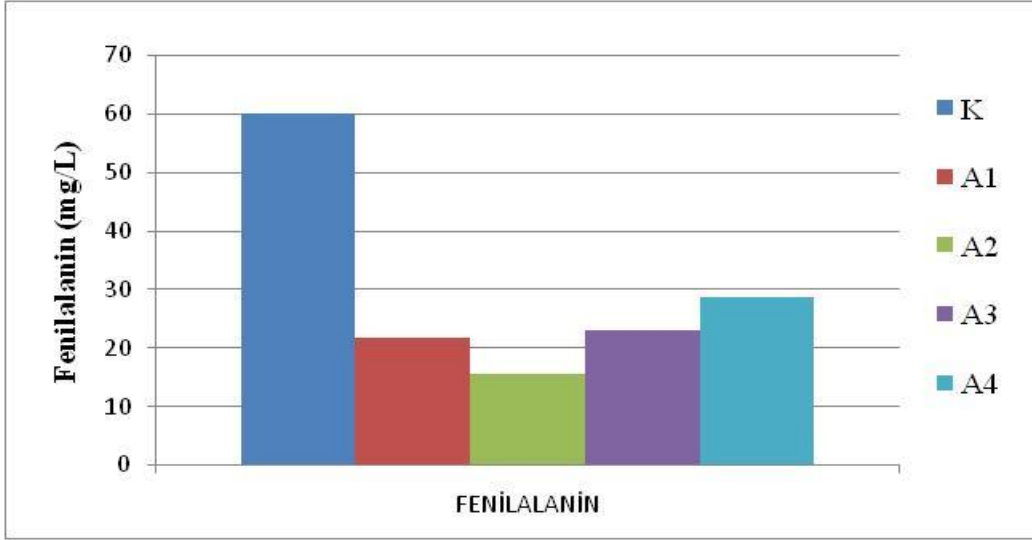
4.1.4. Fenilalanin miktarı

Fenilalanin miktarı analizi depolamanın 7. gününde yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.14' de gösterilmiştir. Fenilalanin miktarı en fazla olan yoğurt örneği 60,03 mg ile kontrol örneği iken en az olan 15,59 mg ile Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. 14. Yoğurt örneklerinin fenilalanin miktarı (mg/L)

ÖRNEKLER	FENİLALANİN (mg/L)
K	60,03
A1	21,90
A2	15,59
A3	23,00
A4	28,78

Yoğurt örneklerinin fenilalanin değerleri Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 4. Yoğurt örneklerinin fenilalanin miktarları (mg/L)

Örneklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4. 15. 7.gün yoğurtlarda fenilalanin sonuçlarının varyans analizi değerleri

	SD	KT	KO	F	P
Gruplar Arası	4	919,087	229,771	373,479	0,000*
Gruplar İçinde	10	2,461	0,246		
Toplam	14				

* $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli

Gerçekleştirilen varyans analizinde çeşitler arasındaki farklılık $P \leq 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyans analizinde belirlenen değişkenler arasındaki farklılık düzeyini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır ve Çizelge 4.16’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.16. 7.gün yoğurtlarda fenilalanin değerlerinin Duncan testi sonuçları

Çeşitler	Ortalama	Sonuç
K	60,0300	D
A1	21,9000	B
A2	15,5900	A
A3	23,0000	B
A4	28,7800	C

Yoğurt çeşidine göre uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre Ksantan gam ilaveli ve Nişasta ilaveli yoğurtlar birbirine benzer bulunurken, kontrol grubu yoğurt örneği, NestleNestergel ve Pektin ilaveli yoğurt örneklerinin farklı olduğu saptanmıştır.

MacLeod ve Ney (2010) yaptığı çalışmada, 1-10 yaşları için izin verilen Phe miktarı 220-500 mg / gün, 11-18 yaşları 230-700 mg / gün ve > 19 yaş için 220-700 mg / gün olarak bildirmiştir. Abdel-Salam ve Effat (2010),% 2,5 GMP içeren diyet içeceklerinde 12 mg / 100 g Phe'yi bildirdiler. Ayrıca, Van Calcar ve ark. (2009) özellikle PKU hastaları için gıda üretmeye odaklanmış ve GMP ile takviye edilmiş gıdaların her porsiyonda 15-30 mg Phe içerdiğini belirtmiştir. Pimentel ve ark. (2014) düşük proteinli ev yapımı yoğurtta Phe miktarını 21,3 mL / g olarak belirlenmiştir. Goldar ve ark. (2016) ürettikleri yoğurtta Phe miktarı 24,09-27,64 mL / 100 g bulmuş ve uygun olarak göstermişlerdir.

Beshkova ve ark. (1998), yoğurt bakterileri tarafından amin asit üretimi olup olmadığını araştırmış ve *S. thermophilus*' un histidin, arginin, metiyonin, fenilalanin veya tirozin üretmediği, ancak *L. burgaricus*' un süt tamamen pıhtılaşana kadar serbest amino asitler ürettiğini (toplam amino asit miktarının %50-70'i) saptamışlardır. İnokülasyon için kullanılan düşük proteinli süt ikamesinin fenilalanin değeri 6,4 mg iken inokülasyon sonrasında depolamanın 7. gününde yapılan ölçümlerde artış göstermiş olması sonrası bu çalışma sonuçları ile bağdaştırılabilir.

Dobrowolski (2011) ve Sadubray ve Walter. (2012), yaptıkları çalışmalarda PKU hastalarının günlük fenilalanin tüketim miktarının kadınlarda en yüksek 770 mg, erkeklerde ise 1200 mg olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada düşük proteinli yoğurt örneklerinin fenilalanin miktarları bu değerlerden çok daha düşük bulunmuştur.

4.1.5. Su salma

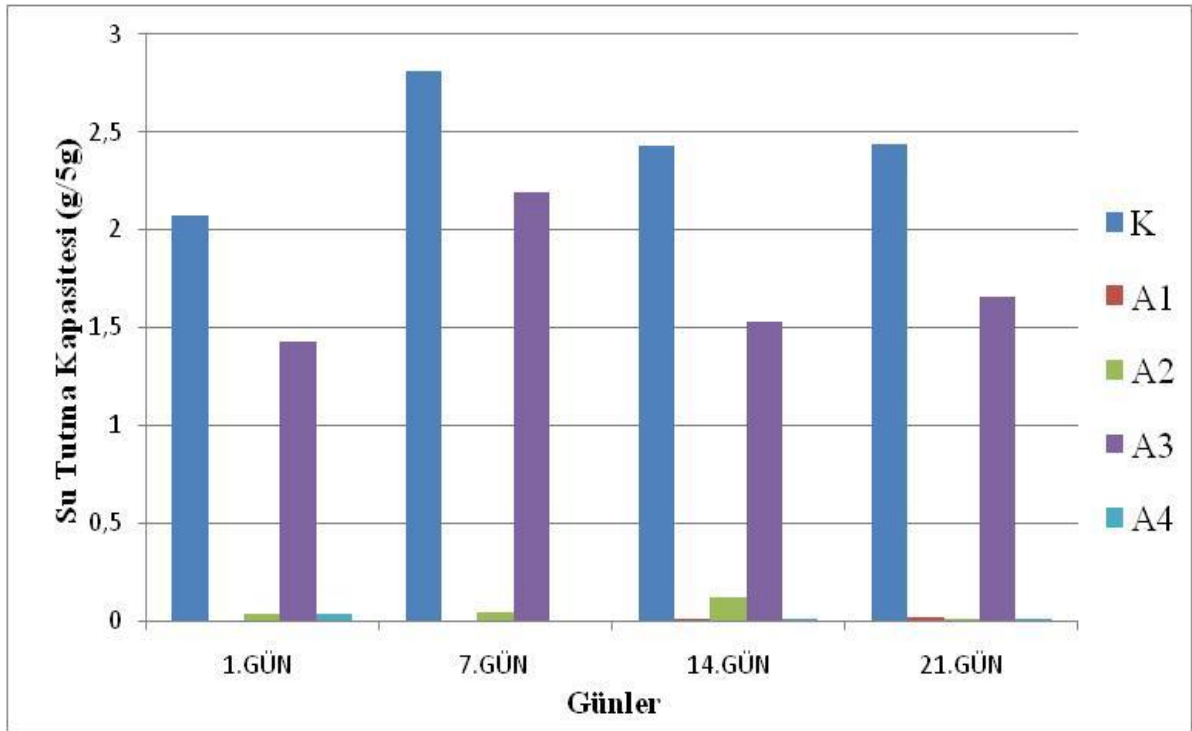
Depolama boyunca yoğurt örneklerinin su salma kapasiteleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek su salma kapasitesi kontrol grubu yoğurtta görülürken, en düşük Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurtta görülmüştür. 21. günde kontrol grubu yoğurdu en yüksek, Nestle Nesterge ile Pektin içeren düşük proteinli yoğurtların en düşük su salma kapasitesini oluşturduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca kontrol grubu ve ksantan, nişasta içeren düşük proteinli yoğurt örneklerinin su salma

kapasitelerinde ilk günlerden itibaren artma görülürken, diğerlerinde az da olsa azalma belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su salma değerleri (g/5g)

ÖRNEKLER	GÜNLER						
	1	7	14	21	Ort.	Max.	Min.
K	2,07	2,81	2,43	2,44	2,4375	2,81	2,07
A1	0	0	0,01	0,02	0,0075	0,02	0
A2	0,03	0,04	0,12	0,01	0,05	0,12	0,01
A3	1,43	2,19	1,53	1,66	1,7025	2,19	1,43
A4	0,03	0	0,01	0,01	0,0125	0,03	0

21 günlük depolama boyunca su salma kapasitesinin azaldığı (Şekil 4.5) belirlenmiştir.



Şekil 4. 5. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su salma kapasiteleri

Depolama süresi boyunca su tutma kapasitelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Su tutma kapasitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KT	KO	F	P
Günler	3	0,024	0,008	56,571	0,000*
Çeşit	4	1,944	0,486	4502,683	0,000*
Günler*Çeşit	12	0,52	0,043	1204,081	0,000*
Hata	40				
Genel	60				
Hatasız Genel	59				

* $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.18’de görüldüğü gibi yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre su salma kapasitesine günlerin, yoğurt çeşitlerin, günler ve çeşitlerin etkisi $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Varyans analizinde günlerin, yoğurt çeşitlerin, günler ve çeşitlerin arasındaki farklılık düzeyini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır ve Çizelge 4.19’da yer verilmiştir.

Çizelge 4.19. Duncan testi sonuçlarına göre su tutma kapasitesi bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	1,1917	E
A1	1,0158	D
A2	0,4875	C
A3	0,3908	B
A4	0,2892	A

Çeşide göre yapılan Duncan test sonuçlarına göre tüm örnekler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Depolama günleri aralarındaki farkı belirlemek için Duncan testi yapılmıştır ve Çizelge 4.20’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.20. Duncan testi sonuçlarına göre su tutma kapasitesi bakımından depolama günleri arasındaki farklılık

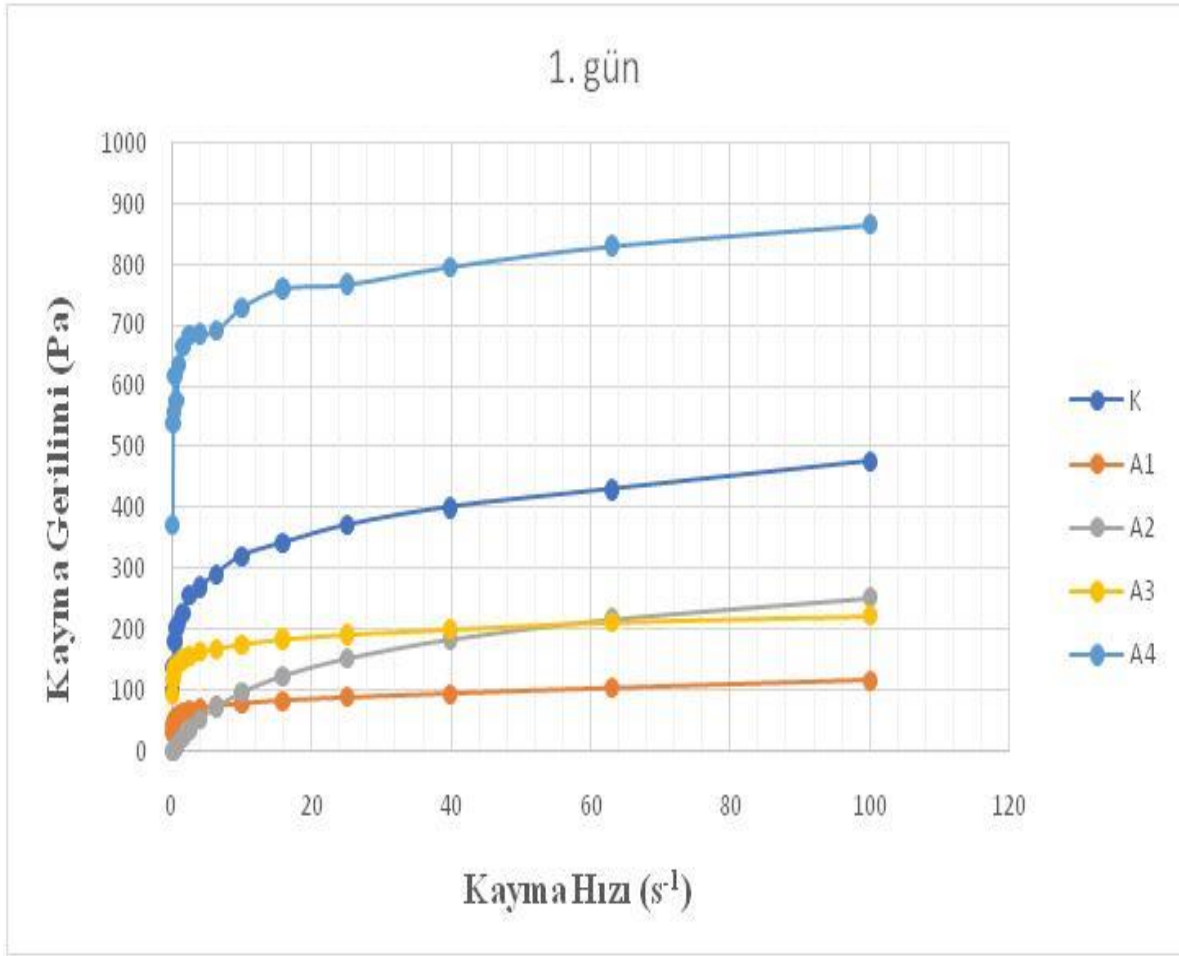
Günler	Ortalama	Sonuç
1	0,7340	B
7	0,6480	A
14	0,6500	A
21	0,6680	A

Depolama günlerine göre yapılan Duncan testinde istatistik olarak 7, 14, 21, günler aynı iken 1. günün diğerlerinden farklı olduğu belirlenmiştir.

Goldar ve ark. (2016)'nın PKU hastaları için özel ürettikleri, ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantrde ki sütlere eşit miktarlarda %2 nişasta, %2 inulin ve %3,5 tereyağı ve süt içermeyen iki farklı konsantrasyonda %1,5 ile %2 krema ilaveli yoğurt örneklerinde de su tutma kapasitelerinin 14 günlük depolama döneminde azaldığı görülmektedir. Su tutma kapasitesindeki azalma, formülasyonda kullanılan mısır nişastası ve inülin kaynaklı olabilir. Aziznia ve ark. (2008), kuru madde arttıkça, su tutma kapasitesinin azaldığını belirtmiştir. Su tutma kapasitesindeki azalma, bağlı olmayan suyun karbonhidratlar tarafından absorbe edilmesiyle ilişkili olabilir (Panesar ve Shinde 2011). Amatayakul ve ark. (2006), süt kuru maddesinin artması ile su salınımının önlenmesini bildirmişlerdir.

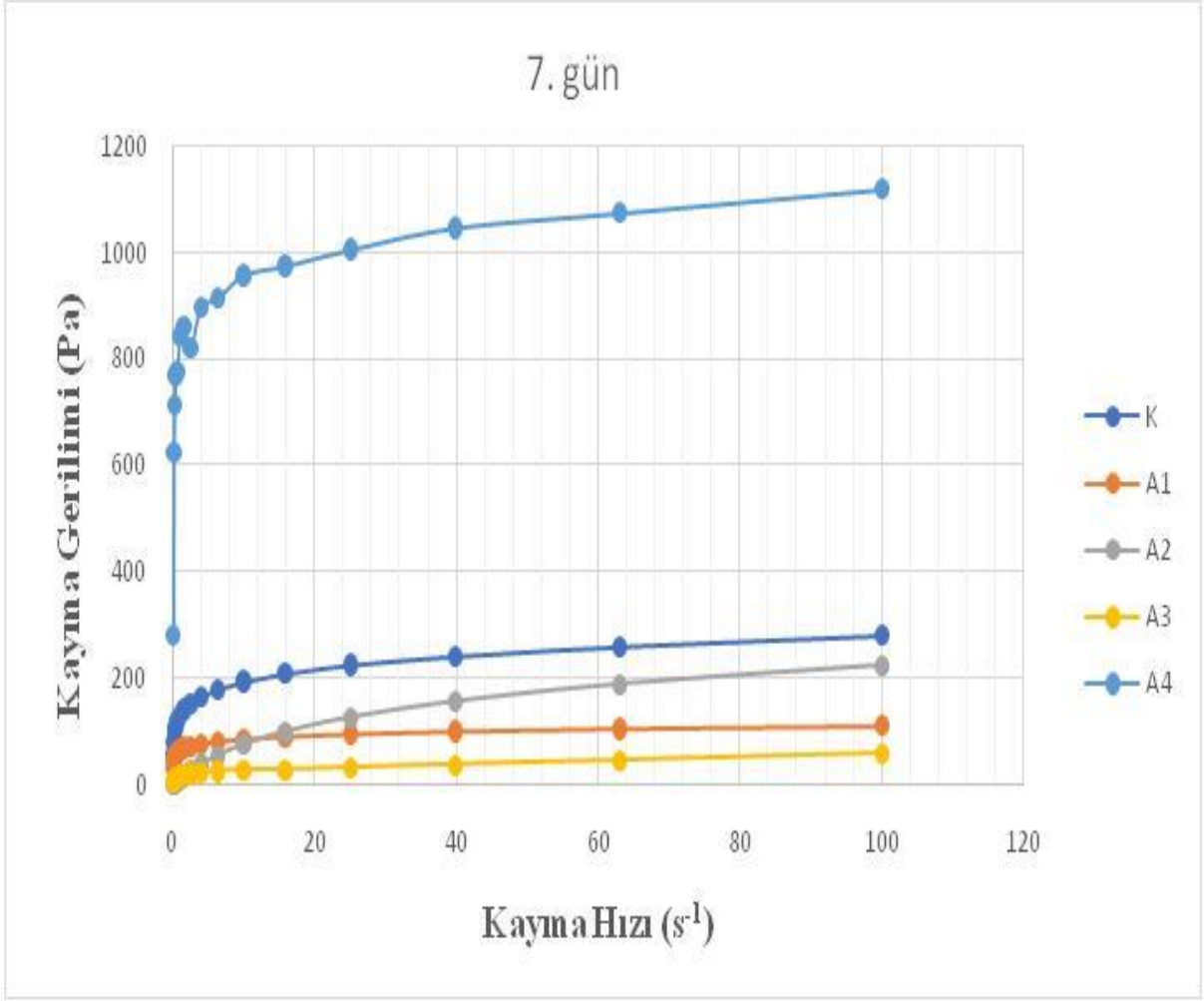
4.1.6. Yoğurtların yatışkan faz reolojik özellikleri

Yoğurtlarda yatışkan faz analizi 5°C'de, 1-100 s⁻¹ kayma hızı aralığında incelenmiştir. Yoğurtların 1-100 (1/s)'de depolamanın 1. 7. 14. ve 21. günlerinde bulunan kayma gerilimi grafikleri aşağıda görülmektedir (Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9).



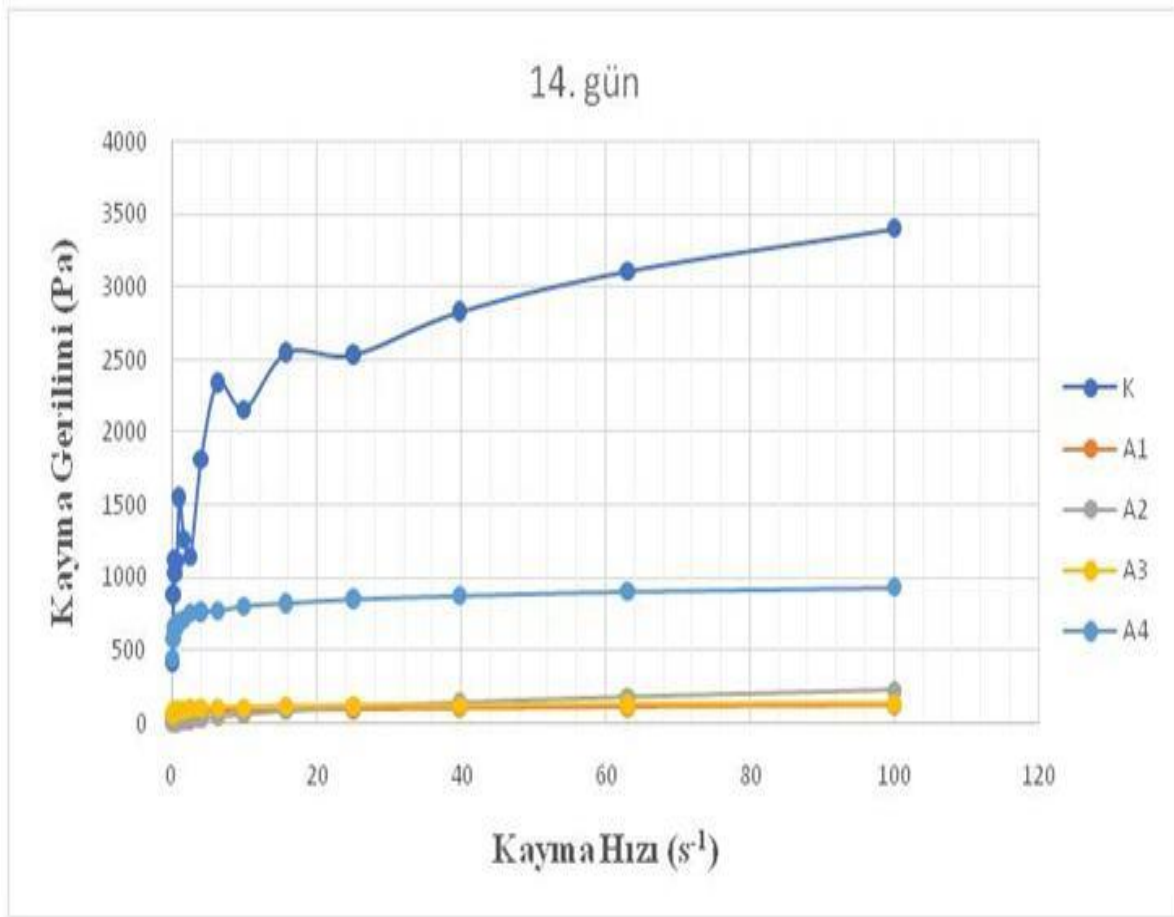
Şekil 4.6. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 1. gününde kayma hızı-kayma gerilimi grafiği

Yoğurt örneklerinin depolamanın 1.gününde incelenen kayma hızlarındaki kayma gerilimlerine bakıldığında tüm kayma hızlarında, örneklerin azalarak artan kayma gerilimi gösterirken en fazla kayma geriliminin Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinde olduğu gözlemlenmektedir.



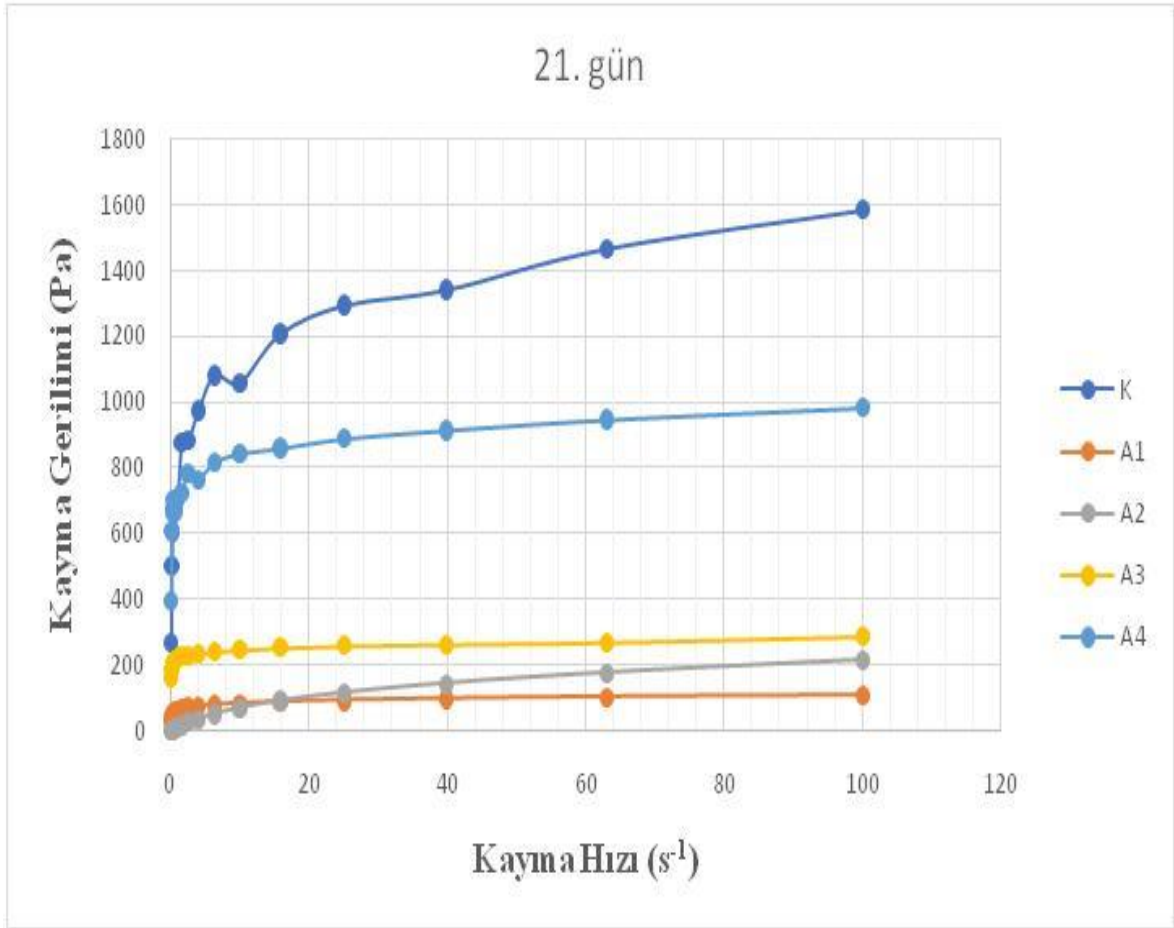
Şekil 4.7. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 7. gününde kayma hızı-kayma gerilimi grafiği

Yoğurt örneklerinin depolamanın 7. gününde incelenen kayma hızlarındaki kayma gerilimlerine bakıldığında tüm kayma hızlarında, örneklerin azalarak artan kayma gerilimi gösterirken en fazla kayma geriliminin Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinde olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.8. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 14. gününde kayma hızı-kayma gerilimi grafiği

Depolamanın 14. gününde yoğurt örneklerinin incelenen kayma hızlarındaki kayma gerilimlerine bakıldığında, tüm kayma hızlarında kıvam arttırıcı ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinin azalarak artan kayma gerilimi gösterirken, kontrol grubu örneğinin kayma geriliminde iniş çıkışlar olduğu ve en fazla kayma geriliminin kontrol grubu örneğinde olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.9. Farklı kıvam arttırıcı ilave edilmiş yoğurtların depolamanın 21. gününde kayma hızı-kayma gerilimi grafiği

Yoğurt örneklerinin depolamanın 21. gününde incelenen kayma hızlarındaki kayma gerilimlerine bakıldığında tüm kayma hızlarında, örneklerin azalarak artan kayma gerilimi gösterirken en fazla kayma geriliminin kontrol grubu örneğinde olduğu gözlemlenmektedir.

Depolama süresince yoğurt örneklerinin kayma hızlarındaki kayma gerilimlerine bakıldığında, 1. ve 7. günlerde en fazla kayma gerilimini Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği gösterirken 14.ve 21. günlerde Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinin kayma geriliminde azalma, kontrol grubu yoğurdunun kayma geriliminde artma olduğu ve 14., 21. günlerde en fazla kayma gerilimini gösteren örneğin kontrol grubu yoğurt örneği olduğu görülmüştür. Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurdun kayma geriliminin 1. ve 7. Günlerde yüksek olup, 14. ve 21. günlerde düşmesi, kıvamının çok yoğun olması ve depolama süresince yapısının bozulması ile açıklanabilirken, kontrol grubu yoğurt örneğinin kayma geriliminde, depolamanın sonlarına doğru artma görülmesi de su salınımının artması ile

açıklanabilir. Nestergel, Nişasta ve Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinin kayma gerilimlerinde depolama boyunca artma ve azalmalar olsa da önemli bir değişiklik görülmemiştir.

4.1.7. Renk analizi

Yoğurt örneklerine depolamanın 1. gününde renk analizi yapılmıştır. Renk analizi sonuçlarına göre en yüksek L* değerleri kontrol grubu yoğurtta, a* ve b* değerleri Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurtta görülürken, en düşük L* değeri Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurtta, a* değeri kontrol grubu olan yoğurtta ve b* değeri ise Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurtta görülmüştür. Renk analizi sonuçları Çizelge 4.21’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerinin renk değerleri

ÖRNEKLER	L*	a*	b*
K	91,11	-1,93	10,14
A1	83,95	0,09	15,89
A2	82,31	0,09	15,21
A3	85,85	-0,02	13,75
A4	81,98	1,22	17,04

Çizelge 4.22. 1. gün yoğurt örneklerinin renk değerlerinin varyans analizi sonuçları

	SD	KT	KO	F	P
Gruplar Arası	4	41,628	10,407	91826,051	0,000*
Gruplar İçinde	10	0,000	0		
Toplam	14				
Gruplar Arası	4	3,888	0,972	194408,667	0,000*
Gruplar İçinde	10	0,000	0		
Toplam	14				
Gruplar Arası	4	20,929	5,232	136490,391	0,000*
Gruplar İçinde	10	0,000	0		
Toplam	14				

*p≤0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre renk analizi değerleri bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki fark etkisi $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Farklılık düzeyini belirlemek için çeşitlere göre Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerinde L* değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	91,1100	E
A1	83,9533	C
A2	82,3100	B
A3	85,8533	D
A4	81,9800	A

Depolamanın 1. gününde gerçekleştirilen renk değerlerine uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre L* değerleri arasında istatistiki olarak benzerlik görülmemiştir. Renk değerleri yoğurt örneklerindeki kıvam arttırıcılar değiştikçe farklılık göstermiştir

a* değerlerine ait Duncan testi sonuçlarına bakıldığında Ksantan gam ve Nestle Nestergel içeren düşük proteinli yoğurt örnekleri benzerlik gösterirken kontrol grubu, Nişasta ve Pektin içeren örneklerin istatistiki olarak farklı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinde a* değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	-1,9333	A
A1	0,0933	C
A2	0,0933	C
A3	-0,0200	B
A4	1,2200	D

b* değeri için uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre çeşitler arasındaki farklılık bütün çeşitler için farklı olarak saptanmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinde b* değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	10,1400	A
A1	15,8900	D
A2	15,2100	C
A3	14,4567	B
A4	17,0433	E

4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Hazırlanan yoğurt örneklerinde depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiş ve *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, sayıları tespit edilmiştir.

4.2.1. Depolama boyunca *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları

Depolama süresince *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

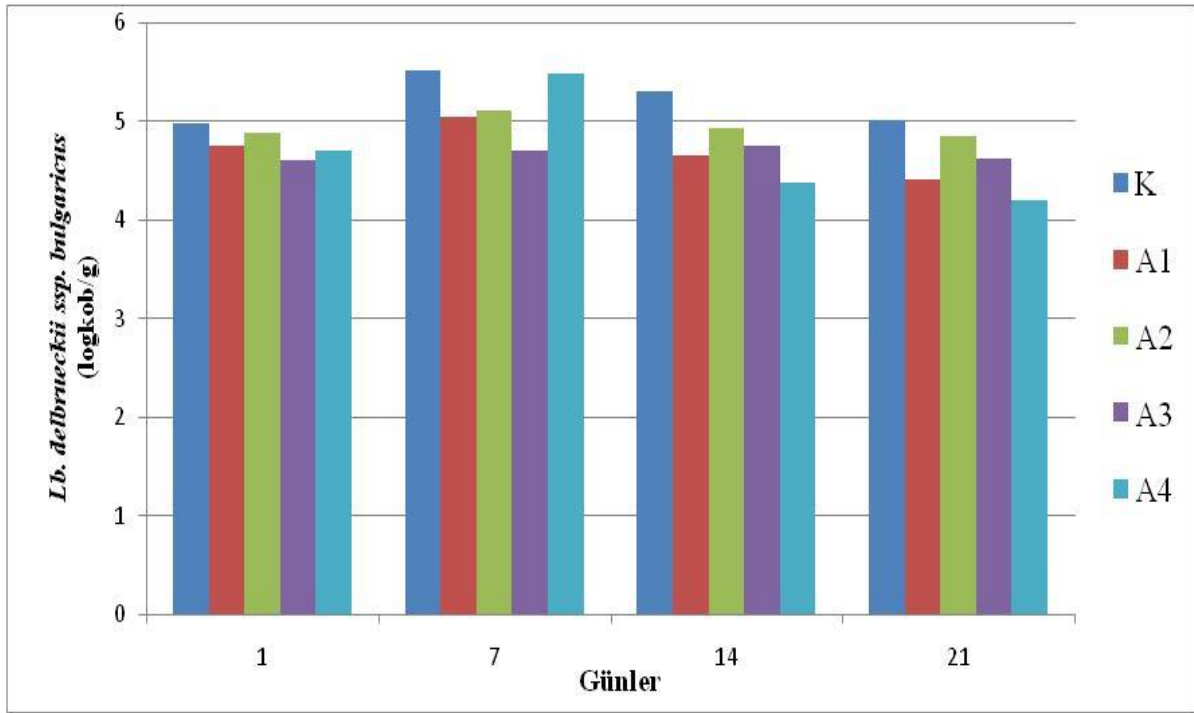
Çizelge 4.26. Depolama süresince *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısı (kob/g)

ÖRNEKLER	GÜNLER			
	1	7	14	21
K	9,5x10 ⁴	3,3x10 ⁵	2x10 ⁵	1x10 ⁵
A1	5,5x10 ⁴	1,1x10 ⁵	4,5x10 ⁴	2,5x10 ⁴
A2	7,5x10 ⁴	1,3x10 ⁵	8,5x10 ⁴	7x10 ⁴
A3	4x10 ⁴	5x10 ⁴	5,5x10 ⁴	4,2x10 ⁴
A4	5x10 ⁴	3x10 ⁵	2,4x10 ⁴	1,6x10 ⁴

Depolama boyunca örneklerdeki *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarında artış gözlemlenir iken, en fazla artışın Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurtta olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.27. Depolama süresince *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* logaritmik sayısı (logkob/g)

ÖRNEKLER	GÜNLER			
	1	7	14	21
K	4,98	5,52	5,30	5
A1	4,74	5,04	4,65	4,4
A2	4,87	5,11	4,93	4,82
A3	4,60	4,70	4,74	4,62
A4	4,70	5,48	4,38	4,2



Şekil 4. 10. Depolama süresince *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarının değişimi

Şekil 4.10'a bakıldığında yoğurt örneklerinde *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısının depolama boyunca kontrol grubu örnekte 7. ve 14. günlerde artmış 21. günde ise 1. gün seviyelerine geldiği görülürken, diğer örneklerde 7. günde artma olup diğer günler başlangıç değerlerinde seyrettiği görülmektedir.

Yoğurt örneklerinde, depolama boyunca *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayıları kontrol grubu örneğinin değerlerine yakın seyretmiştir.

Lb. delbrueckii ssp. *bulgaricus* sayısı bakımından çeşitler arasında ve depolama günleri arasında önemli bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.28. *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KT	KO	F	P
Günler	3	50410150000,000	16803383333,000	229,607	0,000*
Çeşit	4	29724375000,000	7421093750,000	135,388	0,000*
Günler*Çeşit	12	9888275000,000	824022916,66	45,039	0,000*
Hata	40				
Genel	60				
Hatasız Genel	59				

* $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli

Varyans analizi sonucunda örnekler ve günler arasındaki farklılık $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılığın düzeyini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.29 ve 4.30).

Çizelge 4.29. Duncan testi sonuçlarına göre *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	173750,0000	C
A1	58750	A
A2	90000	B
A3	46250	A
A4	97500	B

Çizelge 4.30. Duncan testi sonuçlarına göre *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık

Günler	Ortalama	Sonuç
1	63000,0000	A
7	178000,0000	C
14	81800,0000	B
21	50200,0000	A

Lb. delbrueckii ssp. *bulgaricus* sayısı ortalamalarının Duncan testi sonuçlarına göre Ksantan gam ve Nişastalı düşük proteinli yoğurt örnekleri birbiriyle, Nestle Nestergel ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örnekleri birbiriye istatistik olarak benzerlik gösterirken kontrol yoğurt örneği farklılık göstermektedirler. 1 ve 21. günlerin ortalamaları benzerlik gösterirken 7 ve 14. gün ortalamaları birbirinden farklıdır.

4.2.2. Depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* sayıları

Yoğurt örneklerinde depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* sayılarına bakıldığında, Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinde artma görülürken, diğer örneklerde azalma görülmüştür. Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayıları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

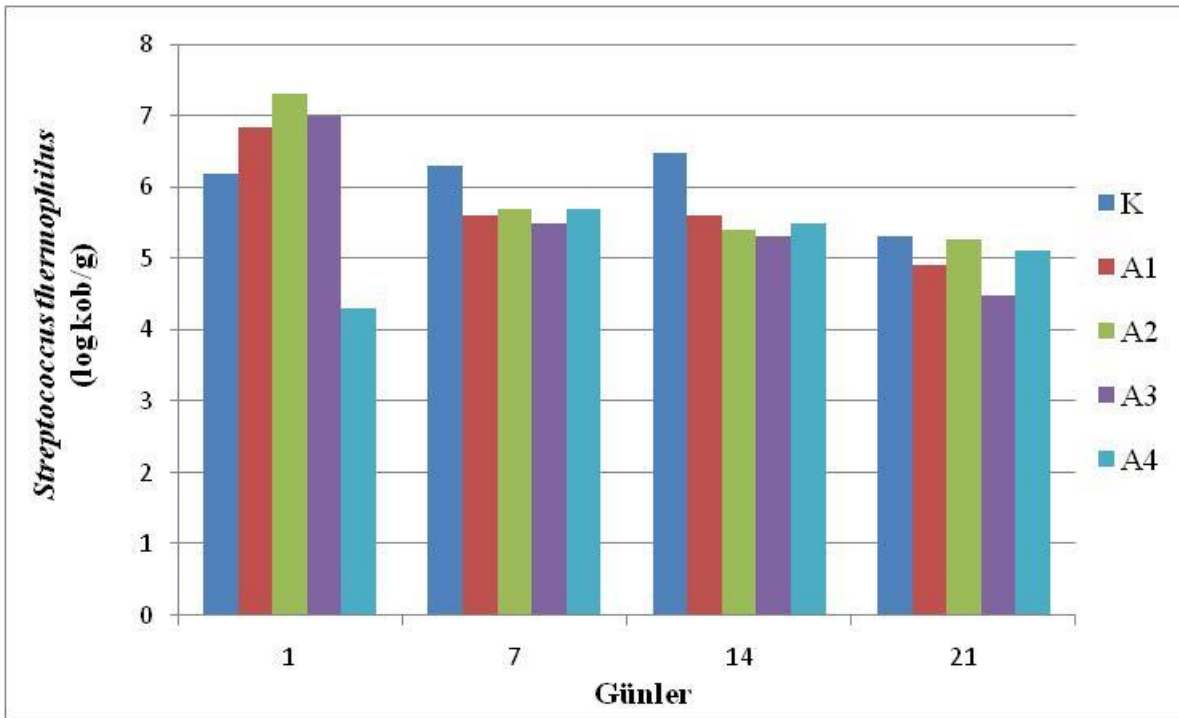
Çizelge 4.31. Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayısı (kob/g)

ÖRNEKLER	GÜNLER			
	1	7	14	21
K	$1,5 \times 10^6$	2×10^6	3×10^6	2×10^5
A1	7×10^6	4×10^5	4×10^5	8×10^4
A2	2×10^7	5×10^5	$2,6 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
A3	1×10^7	3×10^5	2×10^5	3×10^4
A4	2×10^4	5×10^5	3×10^5	$1,3 \times 10^5$

Depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* sayılarının logaritmik değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* logaritmik sayısı (log kob/g)

ÖRNEKLER	GÜNLER			
	1	7	14	21
K	6,18	6,30	6,48	5,30
A1	6,84	5,60	5,60	4,90
A2	7,30	5,70	5,41	5,26
A3	7	5,48	5,30	4,48
A4	4,30	5,70	5,48	5,11



Şekil 4. 11. Depolama süresince *Streptococcus thermophilus* sayılarının değişimi

Depolama süresi boyunca Ksantan gam, Nestle Nestergel ve Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örnekleri için *Streptococcus thermophilus* sayısında azalma görülmüştür. *Streptococcus thermophilus* sayısının artması beklenirken azalma görülmesi, bakterilerin kullanabileceği, ortamda bulunan serbest suyun kıvam arttırıcılar ile bağlanmasıyla açıklanabilir. Kontrol örneğinde ise depolamanın 7 ve 14. gününde artma olurken 21. günde azalma görülmesi ortamın asitliğinin artması ile açıklanabilir.

Streptococcus thermophilus sayıları bakımından farklılıkların çeşitler ve günler arasında olup olmadığını belirlemek üzere varyans analizi yapılmıştır. Bu değerlere Çizelge 4.33'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.33. *Streptococcus thermophilus* sayısına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KT	KO	F	P
Günler	3	13260221499999,830	4,42007	183,390	0,000*
Çeşit	4	50298172499999,960	1,25745	69,563	0,000*
Günler*Çeşit	12	58700552499999,940	4,89171	81,183	0,000*
Hata	40				
Genel	60				
Hatasız Genel	59				

*P≤0,01 düzeyinde önemli

Varyans analizi sonucunda çeşitler arasındaki ve günler arasındaki farklılık P≤0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu farklılığın düzeyini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.34 ve 4.35).

Çizelge 4.34. Duncan testi sonuçlarına göre *Streptococcus thermophilus* sayısı bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	1532500,0000	B
A1	395000,0000	A
A2	5235000,0000	D
A3	2632500,0000	C
A4	237500,0000	A

Duncan testi sonuçlarına göre Ksantan gam ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinde benzerlik görülmüştür. Kontrol grubu, Nestle Nestergel ve Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinde ise farklılık saptanmıştır.

Çizelge 4.35. Duncan testi sonuçlarına göre *Streptococcus thermophilus* sayısı bakımından depolama günleri arasındaki farklılık

Günler	Ortalama	Sonuç
1	644400,0000	B
7	6260000,0000	A
14	832000,0000	A
21	124000,0000	A

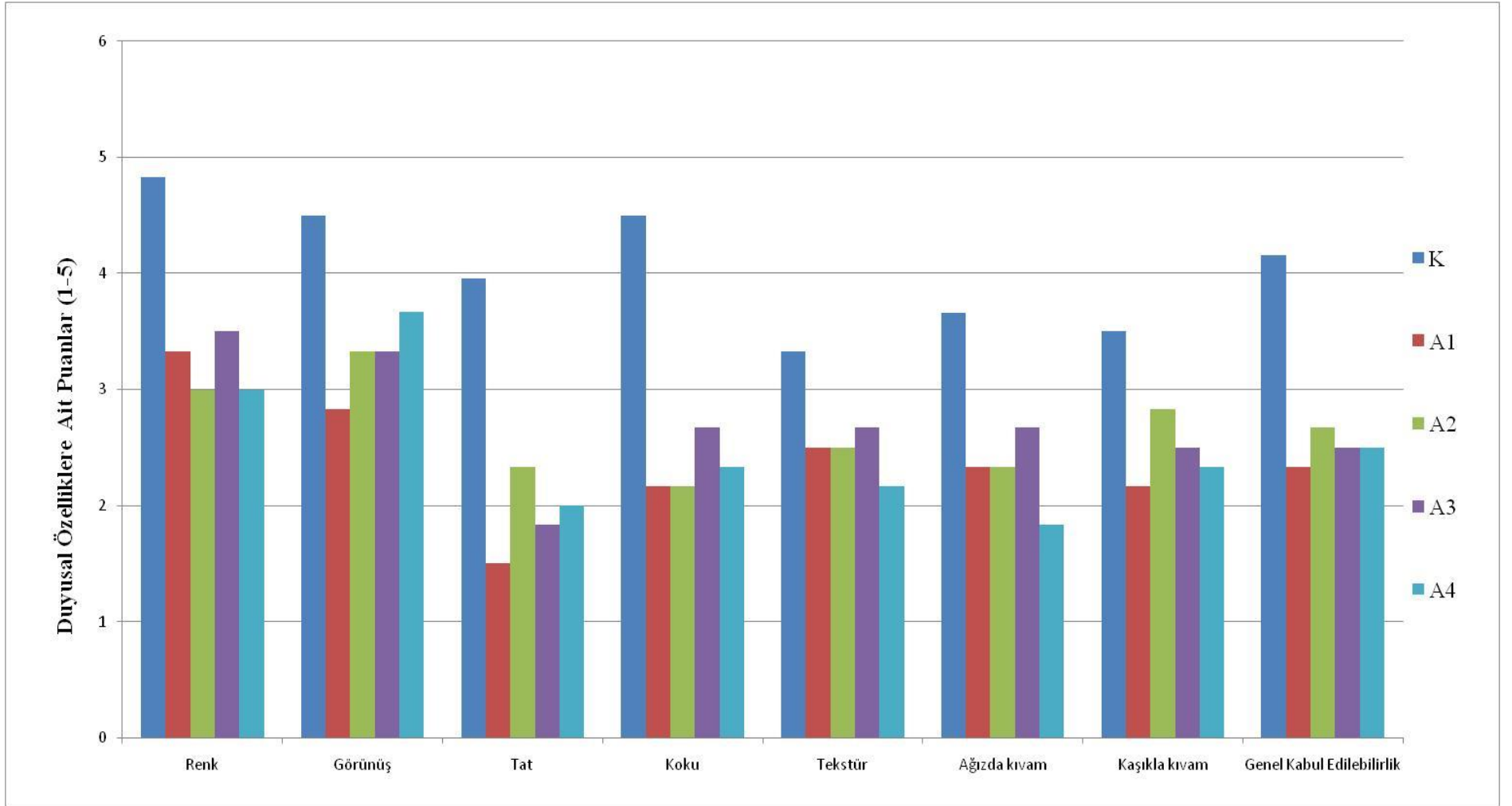
Duncan testi sonuçlarında sadece 1. günde farklılık olup, 7, 14, ve 21. günlerin benzer olduğu saptanmıştır.

4.3. Duyusal Analiz Sonuçları

Düşük proteinli yoğurt örneklerinin depolamanın 1. gününde duyusal özellikleri belirlenmiştir. Renk görünüş, tat, koku, tekstür, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam ve genel kabul edilebilirlik yönünden hoşlanma testi uygulanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.36'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Kıvam arttırıcı ilaveli düşük proteinli ve kontrol grubu yoğurt örneklerinin ortalama duyusal analiz sonuçları

Duyusal Özellikler	K	A1	A2	A3	A4
Renk	4,83	3,33	3	3,5	3
Görünüş	4,5	2,83	3,33	3,33	3,67
Tat	3,96	1,5	2,33	1,83	2
Koku	4,5	2,17	2,17	2,67	2,33
Tekstür	3,33	2,5	2,5	2,67	2,17
Ağızda kıvam	3,66	2,33	2,33	2,67	1,83
Kaşıkla kıvam	3,5	2,17	2,83	2,5	2,33
Genel Kabul Edilebilirlik	4,16	2,33	2,67	2,5	2,5



Şekil 4. 12. Duyusal özelliklere ait puan grafiği

Bütün özellikler bakımından kontrol grubu örneği en çok beğenilen yoğurt olmuştur. Renk bakımından incelendiğinde kontrol örneğini Nişasta ilaveli olan yoğurdun izlediği görülür iken en az beğenilen yoğurt örneği Pektin ve Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurt örnekleri olduğu görülmüştür. Görünüş yönünden incelendiğinde kontrol grubu yoğurdundan sonra Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinin en çok beğenildiği görülmektedir. Tat bakımından incelendiğinde en fazla puanı kontrol grubundan sonra 2. sırada Nestle Nestergel ilaveli örnek alırken, koku, tekstür, ağızda kıvam özelliklerine bakıldığında ise yine 1. sırada kontrol grubu yoğurt örneği olup onu Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurdun izlediği görülmektedir. Ağızda kıvam özelliği incelendiğinde kontrol grubu olan yoğurt örneğini en çok beğenilen örnek iken, 2. Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinin olduğu görülür. Genel kabul edilebilirlik bakımından incelendiklerinde en çok beğenilen olarak ilk sıra kontrol grubu örneği varken buna yakın Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği olduğu görülmektedir (Şekil 4.12)

İnokülasyon öncesi eklenen kıvam arttırıcıların miktarları, inokülasyon ve tadım sonrasında incelendiğinde Ksantan gam, Nestle Nestergel ve Nişasta için yeterli miktarda yorumu yapılabilirken, Pektin'in fazla kullanılmasından dolayı Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinin kıvamının istenenden daha sert ve kırılğan yapıda olduğu görülmüş ve sonraki muhtemel uygulamalar için kullanılan miktarın yarıya indirilmesi önerilmiştir.

Duyusal analiz kriterlerinde farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek için varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt çeşitlerine bağlı gerçekleştirilen varyansanalizi değerlerine Çizelge 4.37'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.37. Duyusal değerlendirme kriterlerine göre varyans analiz sonuçları

		SD	KT	KO	F	P
Renk	Gruplar arası	4	3,450	0,862	8,922	0,000*
	Gruplar İçinde	25	0,387	0,015		
	Toplam	29				
Görünüş	Gruplar arası	4	2,283	0,571	3,983	0,012**
	Gruplar İçinde	25	0,573	0,023		
	Toplam	29				
Tat	Gruplar arası	4	5,342	1,335	7,914	0,000*
	Gruplar İçinde	25	0,675	0,027		
	Toplam	29				
Koku	Gruplar arası	4	5,883	1,471	6,171	0,001*
	Gruplar İçinde	25	0,953	0,038		
	Toplam	29				
Tekstür	Gruplar arası	4	1,117	0,279	0,725	0,583
	Gruplar İçinde	25	1,540	0,062		
	Toplam	29				
Ağızda Kıvam	Gruplar arası	4	2,800	1,400	2,320	0,085**
	Gruplar İçinde	25	1,207	0,048		
	Toplam	29				
Kaşıkla Kıvam	Gruplar arası	4	1,667	0,417	1,225	0,325
	Gruplar İçinde	25	1,360	0,054		
	Toplam	29				
Kabul Edilebilirlik	Gruplar arası	4	3,417	0,854	3,584	0,019**
	Gruplar İçinde	25	0,953	0,038		
	Toplam	29				

* $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli, ** $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli,

Gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda duysal değerlendirme kriterlerinden renk, tat ve kokunun farklılık derecesi $p \leq 0,01$ düzeyinde iken, önemli görünüş ve genel kabul edilebilirliğin farklılık derecesi $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer kriterler arası farklılık önemsiz bulunmuştur. Bu farklılık üzerinden duysal değerlendirme kriterleri için Duncan testi gerçekleştirilmiştir.

Renk bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılık düzeyini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38. Renk puanlarının Duncan testi sonuçları

Çeşitler	Ortalama	Sonuç
K	4,8333	B
A1	3,3333	A
A2	3,0000	A
A3	3,5000	A
A4	3,0000	A

Duncan testine göre, renk bakımından kıvam arttırıcı ilaveli yoğurt örnekleri benzerlik gösterirken, kontrol yoğurdunun farklı olduğu saptanmıştır.

Görünüş bakımından yoğurt çeşitleri arasındaki farklılığın düzeyini belirlemek için Duncan testi yapılmıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Görünüşe ait puanların Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	4,5000	B
A1	2,8333	A
A2	3,3333	A
A3	3,3333	A
A4	3,6667	AB

Duncan testine göre Ksantan gam, Nestle Nestergel ve Nişasta ilaveli yoğurt örneklerinin verilen puanlardan ortalama en yüksek değerleri alarak benzer, kontrol grubu örneğinin bunlardan farklı ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinin bu iki gruba da benzer olduğu saptanmıştır.

Tat özelliği için gerçekleştirilen Duncan değerlerine Çizelge 4.40'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.40. Tat puanlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	3,9167	B
A1	1,5000	A
A2	2,3333	A
A3	1,8333	A
A4	2,0000	A

Tat özelliğine verilen puanlar arasında ortalama en yüksek değeri kontrol grubu yoğurt örneği almıştır. Diğer yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık saptanmamıştır.

Çizelge 4.41. Koku puanlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	4,5000	B
A1	2,1667	A
A2	2,1667	A
A3	2,6667	A
A4	2,3333	A

Koku değerlerine uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre, verilen puanlar arasında ortalama en yüksek değeri kontrol örneği almıştır. Diğer yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirtilmemiştir (Çizelge 4.41).

Ağızda kıvam özelliğine verilen puanlara göre uygulanan Duncan testi sonuçlara Çizelge 4.42’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.42. Ağızda kıvam puanlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	3,6667	B
A1	2,3333	AB
A2	2,3333	AB
A3	2,6667	AB
A4	1,8333	A

Duncan testi sonuçlarına göre kontrol örneği ve Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği benzerlik göstermezken, Ksantan gam, NestleNestergel ve Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerinin hem kontrol örneği hem de Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneklerine benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Genel kabul edilebilirlik değerlerine göre uygulanan Duncan testi sonuçlara Çizelge 4.43’de yer verilmiştir

Çizelge 4.43. Genel kabul edilebilirlik puanlarının Duncan testi sonuçları

Çeşit	Ortalama	Sonuç
K	3,8333	B
A1	2,0000	A
A2	2,3333	A
A3	2,1667	A
A4	2,1667	A

Duncan testi sonuçlarına göre kontrol grubu örneği hariç diğer örneklerin birbiri arası benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Goldar ve ark. (2016)’nın PKU hastaları için özel ürettikleri, ultrafiltre edilmiş %4 ve %5 konsantredeki sütlere eşit miktarlarda %2 nişasta, %2 inulin ve %3,5 tereyağı ve süt içermeyen iki farklı konsantrasyonda %1,5 ile %2 krema ilaveli yoğurt örneklerinde duyusal değerlendirme testini çeşitli kriterlere göre 1’den 5’e kadar puanlama yaparak gerçekleştirmiş ve renk, lezzet, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek ortalama değere sahip olan %4 süt ve %1,5 krema ilaveli yoğurt örneği birinci kabul etmiştir.

Bu çalışmanın duyusal değerlendirme testine göre, bakılan kriterlerin en yüksek ortalama değerine sahip örnek kontrol örneğine en yakın, Nişasta ilaveli düşük proteinli yoğurt, az farkla arkasından Nestle Nestergel ilaveli düşük proteinli yoğurt örneği olmuştur. Bunları sırası ile Pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt ve Ksantan gam ilaveli düşük proteinli yoğurt izlemiştir. Panelistlerin yorumlarında, düşük proteinli yoğurt örneklerinin tat-aroma yönünden iyileştirilip geliştirilmesi için tatlandırıcı ilave edilebileceği önerisi gelmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada düşük proteinli süt ikamesine kıvam arttırıcılar eklenerek (kisantam gam, NestleNestergel yoğurt yapıcı jel, nişasta, pektin) düşük proteinli yoğurt denemeleri yapılmış fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Bu incelemeler doğrultusunda aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır.

1. Örneklerin pH değışimlerinde depolama boyunca düşüş görölmüştür. En düşük pH değeri kontrol grubu örneğinde, en yüksek pH değeri pektin ilaveli düşük proteinli yoğurt örneğinde görölmüştür. Kıvam arttırıcı içeren örnekler istatistik olarak benzer bulunurken kontrol grubu örneği farklı bulunmuştur.

2. Örneklerin su tutma kapasitesinde depolama boyunca azalma olmuştur. En yüksek su tutma kapasitesi ksantan gam ilaveli örnekte, en düşük kontrol grubu örneğinde görölmüştür. Gerçekleştirilen istatistik analizde yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değeriinin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır.

3. Yatışkan faz biyolojik özellikleri incelendiğinde 1. ve 7. günde en fazla kayma gerilimi pektin ilaveli örnekte görölürken, 14 ve 21. günde kontrol grubu örneğinde görölmüştür. Diğer örneklerin depolama boyunca kayma gerilimlerine birbirine yakın olduğu saptanmıştır.

4. Kuru madde miktarlarına bakıldığında, pektin ilaveli örnek en fazla kuru madde miktarına sahipken, en az kuru madde miktarına kontrol grubu örneği sahiptir. Örneklerin depolama boyunca kuru madde değeriinin istatistiki olarakta birbirinden farklı olduğu anlaşılmıştır.

5. Yoğurt örneklerinde depolamanın 1.gününde gerçekleştirilen renk analizinde istatistiki olarak L* ve b*değerleri birbirinden farklı iken, a* değeriinde ksantan gam ve Nestle Nestergel ilaveli örnekler benzer diğer örnekler bunlardan farklıdır.

6. Ham protein analizine bakıldığında istatistiki olarak azot miktarları kontrol örneğinde yüksek diğer örneklerde benzer, protein miktarları ise pektin ilaveli ve kontrol grubu örneklerinde yüksek diğer örneklerde benzer bulunmuştur.

7. Örneklerin fenilalenin miktarı sonuçlarına göre en yüksek fenilalenin miktarı kontrol ve pektin ilaveli yoğurt örneğinde görülürken en düşük miktar NestleNestergel ilaveli örnekte görülmüştür. Ksantan gam ilaveli ve nişasta ilaveli yoğurt örneklerinin fenilalenin değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Bütün örneklerin fenilalanın değerleri 1 porsiyon (bir kase) yoğurdun 180 gram olduğu düşünüldüğünde, PKU hastalarının rahatlıkla tüketebilecekleri anlaşılmıştır.

8. Mikrobiyolojik analizin sayımlarında depolama süresince örneklerin *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayılarında 7. güne kadar artış olurken diğer günler başlangıçtaki sayı değerlerinde seyretmiştir. İstatistiki olarak kontrol grubu örneği değerlerinden farklı, ksantan gam ilaveli ve nişasta ilaveli örneklerin değerleri birbirine benzer, Nestle Nestergel ilaveli ve pektin ilaveli örneklerin değerlerinin birbirine benzer olduğu saptanmıştır. *Streptococcus thermophilus* sayılarına bakıldığında depolama boyunca pektin ilaveli örnekte artma olurken diğer örneklerde azalma görülmüştür. İstatistiki olarak ksantan gam ilaveli ve pektin ilaveli örnekler birbirine benzer iken, kontrol grubu, NestleNestergel ilaveli ve nişasta ilaveli örnekler birbirinden farklı bulunmuştur.

9. Duyusal özellikleri bakımından incelendiğinde bütün kriterlerde en beğenilen örnek kontrol grubu örneği olmuştur. Kontrol grubu örneğinden sonra renk, koku, tekstür, ağızda kıvam özellikleri bakımından nişasta ilaveli örnek, görünüş bakımından pektin ilaveli örnek, tat, kaşıkla kıvam kriterleri bakımından Nestle Nestergel ilaveli örnekler en çok beğenilen örnek olmuştur. Genel kabul edilebilirlik puanlarına bakıldığında Nestle Nestergel ilaveli örnek kontrol grubu örneğinden sonra kabul gören örnek olmuştur. Ancak düşük proteinli yoğurt örneklerinin rahatlıkla tüketilebilmesi için aroma ve tatları üzerine çalışma yapılarak geliştirilmesi gereklidir. Tadının iyileştirilmesi için tatlandırıcı veya laktoz ilavesinin yapılabileceği önerilmektedir. Pektin ilaveli örneğin yapısının katı pelte şeklinde oluşundan dolayı sonraki çalışmalar için bu çalışmada kullanılan pektin miktarının yarıya düşürülmesi önerilebilir.

Dünyada görülme sıklığı en fazla olan metabolik bozukluk hastalığı olan PKU'nun Türkiye'deki hastalık sayısı 2016 verilerine göre 15.000 civarında olduğu ve görülme sıklığının 1/4500 ile en fazla olduğu ülkenin Türkiye olduğu açıklanmıştır. PKU hastalığının tek tedavisinin yaşam boyu diyet tedavisi olduğu bilinmektedir ve birçok besin PKU hastalarının yasaklı gıda listesindedir. Ancak günümüzde PKU hastalarının

tüketebilecekleri ürün çalışmaları yeteri kadar mevcut değildir. Düşük proteinli süt ve süt ürünleri için çalışma yok denecek kadar azdır.

Bu çalışma sonucunda, düşük proteinli yoğurt örneklerinin pH değerlerinin, su salınımının, kuru madde ve renk değerlerinin uygun, protein ve fenilalanin miktarlarının PKU hastalarının tüketilebilecekleri düzeyde oluşu, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayılarının yeterli oluşu bu konuda yapılacak diğer çalışmalar için umut vericidir. Üretime geçilebilmesi konu üzerindeki çalışmaların arttırılması gereksede, bu çalışma bundan sonra yapılacak çalışmalara örnek olup, kaynak sağlayarak önayak olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Salam AM, Effat LK (2010). Preparation and Devaluation of a Novel the Rapetic Dairy- Based Drink for Phenylketonuria. *Nort Am Journal of Medical Sciences*, 2: 66–70.
- Ahring, Belanger- Quintanaa, Dokoupilk, Gokmen Ozelh, Lammardoa M, Macdonalda, Motzfeldtk, Nowackam, Robertm, Van Rijnm (2009). Dietary Management Practices in Phenylketonuria Across. *Clinical Nutrition*, 28: 231-236, European Centers.
- Akış M (2012). Sağlıklı ve Fenilketonürlü Çocuklarda Fonksiyonel B12 Vitamin Eksikliğinin Plazma Metilmalonik Asit ve Homosistein Düzeyleri İle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Altınışik M (2006). Protein ve Amino Asit Metabolizması. Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Ders Notu. <http://Www.Mustafaaltinisik.Org.Uk/Sunularim.Htm> (erişim tarihi, 24.03.2018).
- Amatayakul T, Sherkat F, Shah NP (2006) Physical characteristics of Set Yoghurts Made Altered Casein to Whey Protein Ratio and EPS Producing Starter Cultures at 9% and 14% Total Solid. *Food Hydrocolloids* 20: 314–324.
- Anonim (2003). Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği, Tebliğ No: 2001/21 Türk Gıda Kodeksi, S:24512.
- Anonim (2006). Yoğurt Standardı. TS 1330, Nisan, TSE, Necatibey Cad., 112, Bakanlıklar Ankara.
- Anonim (2012). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Gıda Teknolojisi Süt ve Süt Ürünleri Analizleri 2 Ankara.
- Anonim (2013). http://Www.Pkuvesiz.Com/Mevzuat_Ve_Uygulamalar (erişim tarihi 30.03.2018).
- Anonim (2016a). <https://Link.Springer.Com/Article/10.1007/S13197-016-2278-9#Notes> (erişim tarihi 07.18.2017)
- Anonim (2008). Sağlık Bakanlığı, <http://Www.Saglik.Gov.Tr/Tr/Belgegoster.aspx?F6e10f8892433cff71be64510f6c8bC93647010fe3d42ba1>, (erişim tarihi 02.08.2018).
- Anonim (2016a). <https://acikders.ankara.edu.tr> (erişim tarihi, 23.08.2017).
- Anonim (2016b). www.dogalmaya.com (erişim tarihi, 17.02.2018).
- Anonim (2017a). <http://www.pkuabile.com> (erişim tarihi, 14.07.2017).
- Anonim (2017b). www.memurlar.net/haber/589394/turkiye-de-ciddi-anlamda-fenilketonuri-hastasi-var.html (erişim tarihi, 08.06.2017).

- Anonim (2017c). <https://youtu.be/tGzR953W3N8> (erişim tarihi, 27.04.2017).
- Anonim (2018a). Proteinler, <Http://Www.Swisspku.Ch/> (erişim tarihi, 12.01.2018).
- Anonim (2018b). <https://ghr.nlm.nih.gov/condition/phenylketonuria#definition> (erişim tarihi, 17.04.2018).
- Anonim (2018b). www.vitafriendspku.com (erişim tarihi, 07.12.2018).
- Atasever M (2004). Yoğurt Üretiminde Bazı Stabilizörlerin Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergi, 15 (1-2): 1-4, Erzurum.
- Aziznia S, Khosrowshahi A, Madadlou A, Rahimi J (2008) Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Non fat yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties. Journal of Dairy Science 91: 2545–2552.
- Başaran N, Cenani A, Şaylı BS, Özkınay Ö, Artan S, Seven H, Başaran A, Dinçer S (1992). Consanguineous Marriages Among Parents of Down Patient. Clinical Genetics, 42: 13-15.
- Baydar T, Şahin G (1997). Aspartam Metabolizması ve Toksisitesi Klin Journal of Medical Sciences, 17: 141–152.
- Bayıroğlu F, Baydaş B (1999). Yoğurt ile Beslemenin Ratlarda Serum Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi, Van Tıp Dergisi, Cilt:6, Sayı:4, Ekim, Van.
- Baysal A (2011). Proteinler. Beslenme Ders Kitabı, Hatiboğlu Yatınevi, 53-58, Ankara.
- Belanger-Quintana, Martinez-Pardo M (2011). Physical Development in Patients With Phenylketonuria on Dietary Treatment: A Retrospective Study. Molecular Genetics and Metabolism 104: 480-484.
- Beshkova Dora M, Emilina D. Simova, Ginka I. Frengova, Zhelyazko I. Simov, Ertan F (1998). Production of Amino Acids by Yogurt Bacteria. Adilov Laboratory of Applied Microbiology, Institute of Microbiology, Bulgarian Academy of Sciences, 14: 963–965, Bulgaria.
- Blaun, Belanger-Quintana, Demirkolm, Feillietf, Giovannini, Macdonalda, Trefz K, Van Spronsen J (2010). Contributing European PKU Centres. Management of Phenylketonuria in Europa: Survey Results From 19 Centres, Molecular Genetics and Metabolism 99, 109-115.
- Burrage LC, McConnell J, Haesler RO, Riordan MA, Sutton VR, Kerr DS, McCandless SE (2012). High Prevalence of Overweight and Obesity in Females with Phenylketonuria. Molecular Genetics and Metabolism, 107: 43-48.
- Cogan TM (1996). History and taxonomy of Starter cultures. Dairy starter culture. VCH Publishers Incorporated Company, pp 1–20, New York.

- Coşkun T (2004). Kalıtsal Metabolik Hastalıklar, Neonatoloji, Alp Ofset, 309-343. Ankara.
- Coşkun T (2003). Fenilalanin, Amino asit Metabolizması ve Bozuklukları, Alp Ofset ve Matbaacılık, Makina Sanayi ve Limited Şirketi, 182-236. Ankara.
- Cueva O, Aryana KJ (2008). Quality Attributes of a Heart Healthy Yogurt, LWT-Food Science and Technology, 41(3): 537-544.
- Dave RI, Shah NP (1996). Evaluation of Media for Selective Enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*, ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifido bacteria*. Journal of Dairy Science, 79: 1529- 1536.
- Davis LE, King MK, Schuttz JL (2005). Fundamentals Of Neurologic Disease Demos Medical Publishing 249 S. New York.
- Demirkol M, Gizewska M, Giovannini M, Walter J (2011). Follow up of Phenylketonuria Patients. Molecular Genetics and Metabolism, 104:S31-39.
- Deroche K, Welsh M (2008). Twenty-Five Years of Research on Neurocognitive Outcomes In Early-Treated Phenylketonuria: Intelligence And Executive Function. Dev Neuropsychol, 133: 474–504.
- Dobrowolski SF, Heintz C, Miller T, Ellingson C, Ozer I, Gökçay G, Baykal T, Thöny B, Demirkol M, Blau N (2011). Molecular Genetics and Impact of Residual In Vitro Phenylalanin Hydroxylase Activity on Tetrahydrobiopterin Responsiveness in Turkish PKU Population. Molecular Genetics and Metabolism, 10, 116-121.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları, İstatistik Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1021, Ders Kitabı No:295, Ankara.
- Ergül N, Karakaya S (2013). Fenilketonüri Hastaları İçin Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) İçeren Toz Puding Karışımı Üretimi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Akademik Gıda 11(2): 28-36, Bornova, İzmir.
- Ergül N (2011). Fenilketonüri Hastaları İçin Meyveli Puding Toz Karışımının Üretim Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Garrod AE (1923). Inborn Errors of Metabolism. Henry Frowde and Hodder & Stoughton. London.
- Gaw Allan, Robert A. Cowan Dennis St. J Reilly, Michael J. Stewart, James Sheperd, (1999). Clinical Biochemistry an Illustrated Colour Churchill Livingstone, London.
- Germani A, Luneia R, Nigro F, Vitiello V, Donini LM, Del Balzo V (2014). The Yogurt Amino Acid Profile's Variation During the Shelf-Life. Annali di Igiene 26,205-212.

- Giovannini M, Verduci E, Salvatici E, Fiori L (2007). Phenylketonuria: Dietary and Therapeutic Challenges. *Journal of Inherited Metabolic Disease* 30:145-52.
- Goldar P, Givianard MH, Shams A (2016). Effect of Ultrafiltered Milk Permeate and Non-Dairy Creamer Powder Concentration on Low Phenylalanine Yoghurt's Physicochemical Properties During Storage, *Journal Food Science Technology*, 53(7), 3053–3059.
- Gökalp H Y, Nas S, Certel M, (2002). Protein Ve Amino Asitler, *Biyokimya-1 Temel Yapılar Ve Kavramlar*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, 66-70, Denizli.
- Guldborg P, Zschocke J, Romano V, Franc B (1998). A European Multicenter Study of Phenylalanine Hydroxylase Deficiency: Classification of 105 Mutations and a General System for Genotype-Based. *American Journal of Human Genetics*, 63: 71-79.
- Hanleyw B, Linsal Davidsonw, Moesc A (1970). Malnutrition With Early Treatment of Phenylketonuria, *Pediatric Research*, 4: 318–327.
- Hendriksz CJ, Walter JH (2004). Update on Phenylketonuria. *Current Paediatrics* 14: 400-406.
- Hoeksma MM, Vanrijn PH, Verkerk AM, Bosch MF, Mulder BC, De Klerk TJ, De Koning E, Rubio-Gozalbo M, De Vries PJJ, Sauer and J (2005). Van Spronsen the Intake of Total Protein, Natural Protein And Protein Substitute and Growth of Height and Head Circumference in Dutch Infants with Phenylketonuria, *Journal of Inherited Metabolic Disease*, Volume 28, Number 6 / 845–854.
- Huijbregts SC, De Sonnevile LM, Van Spronsen FJ, Licht R, Sergeant JA (2002). The Neuropsychological Profile of Early and Continuously Treated Phenylketonuria, Orienting, Vigilance, and Maintenance Versus Manipulation Functions of Working Memory. *Neurosci Biobehav Rev*, 26: 697–712.
- Kailasapathy K (2006) Survival of Freeandencapsulated Probiotic Bacteria and Effect on the Sensory Properties of Yoghurt. *LWT Food Science Technol* 39: 1221–1227.
- Karabulut Dirican L (2017). Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kaşaracı Hakan A (2013). Glisin, Triptofan, Lösin ve Fenilalanin Amino Asitlerinin Co(I), Ni(I), Cu(I) ve Zn(I) Geçiş Metalleri İle Komplekslerinin Sentezi, Yapısal Karakterizasyonu ve Biyolojik Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Kavas G, Kınık Ö (2005). İnek Sütü ve Peynir Suyu Proteinlerindeki Esansiyel Amino Asitlerin Beyin Fonksiyonları Psikiyatrik Hastalıklar ve Süte Uygulanan Teknolojik

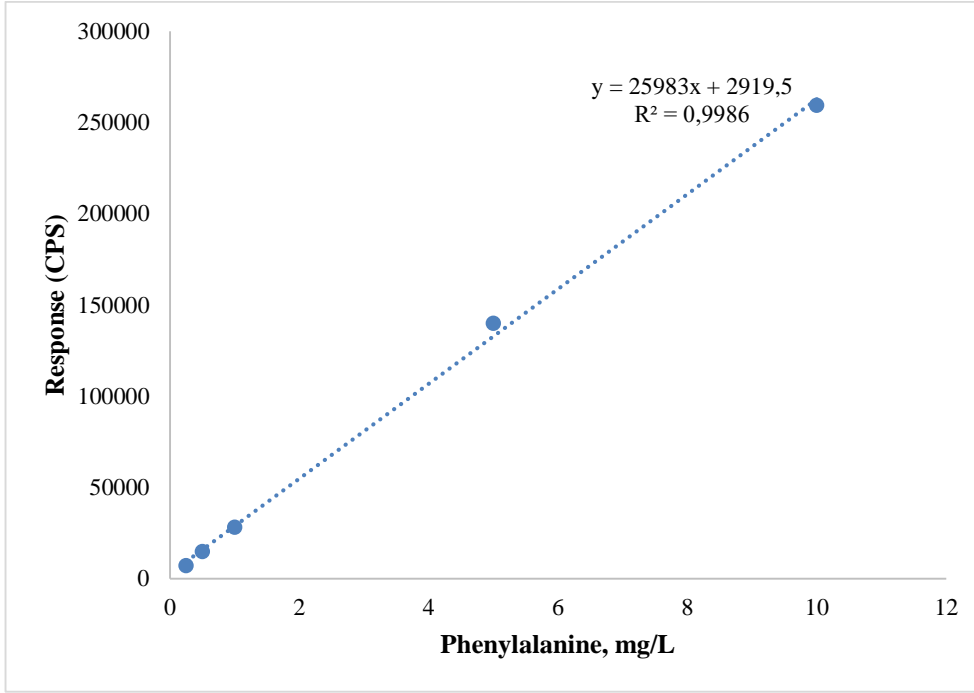
- Parametrelerle İlişkileri Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Gıda 30 (3): 173-179. İzmir.
- Koch R, Burton B, Hoganson G, Peterson R (2002). Phenylketonuria in Adulthood: A Collaborative Study. *Journal of Inherited Metabolic Disease* 25: 333-46.
- Koçak K (2013). Tüketime Sunulan Yoğurtlarda Bazı Katkı Maddelerinin (Nişasta, Jelatin, Natamisin) Kullanımı ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesine Yönelik Piyasa Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Kosikowski FV (1982). *Cheese and Fermented Milk Foods*. Published by F.V. Kosikowski and Associates, 1-711p, New York.
- Köksal G, Gökmen Özel H (2008). Metabolik Hastalıklarda Beslenme. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- Lee A, Newman JM (2003). CeliacDiet: Its Impact on Quality of Life, *Journal of the American Dietetic Association*, 103 (11), 1533-1535.
- Lichter-Konecki U, Schlotter M, Yaylak C, Özgüç M, Coşkun T, Özalp D, Wendel U, Batzler U, Trefz FK, Konecki D (1989). DNA Haplotype Analysis at the Phenylalanine Hydroxylase Locus in the Turkish Population. *Human Genetic*, 81: 373-376.
- Loeber JG (2007). Neonatal Screening in Europe; The Situation in 2004. *Journal of Inherited Metabolic Disease* 30: 430-8.
- MacLeod EL, Ney DM (2010). Nutritional Management of Phenylketonuria. *Ann Nestle Eng* 68: 58–69.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT (1999) *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd edn. CRC Press LLC Publishing, Boca Raton.
- Meydani SN, Ha WK (2000). Immunologic Effects of Yogurt. *American Journal of Clinical Nutrition* 71: 861–72.
- Mohsen SM, Yaseen AA, Ammar AM, Mohammad AA (2010). Quality Characteristics Improvement of Low-Phenylalanine Toast Bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 2042–2051.
- Mouemınoğlu N (2013). Fenilketonürlü Hastalarda Büyümenin Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.
- Müslümanoğlu MH, Çine N, Özdemir M, Çilingir O, Başaran N, Durak B, Solak M, Artan S (2014). Fenilketonüri Hastalığında Prenatal-Postnatal Tanıda VNTR Bağlantısı ve Direkt Mutasyon Analizleri Birlikteliğinin Avantajları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Kocatepe Tıp Dergisi*, 5: 19- 23 Ocak, Afyon.
- Neyzi O, Ertuğrul T (2002). *Pediatri*. Nobel Tıp Kitabevleri.

- Onat T (1996). Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Eksen Yayınları, 1: 294- 319. İstanbul.
- Ozalp I, Coşkun T, Tokatlı A, Kalkanoğlu HS, Dursun A, Tokol S (2001). Newborn PKU Screening in Turkey: At The Present and Organization for Future. Turk Journal Pediatric, 43: 97-101.
- Özalp İ (2000). Yenidoğanda Fenilketonüri ve Hiperfenilalaninemilerin Taranması. Katkı Pediatri Dergisi, 21: 176-177.
- Özbaş S (2011). Türkiye’de Yenidoğan Tarama Programı. Uluslararası Katılımlı IX. Metabolik Hastalıklar ve Beslenme Kongre Kitabı, 19.
- Özboy Ö (2002). Development of Corn Starch-Gum Bread for Phenylketonuria Patients, Nahrung/Food, 46(2), 87-91.
- Özer E A, İbanoğlu Ş, İbanoğlu E (2008). Fenilketonüri Hastalığı ve Fenilalanin Kısıtlı Diyet Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Özgüç M, Özalp I Ç, Coşkun T, Yılmaz E, Erdem H, Ayter S (1993). Mutation Analysis in Turkish Phenylketonuria Patients, Journal Of Medical Genetics, 30: 129-130.
- Panesar PA, Shinde C (2011). Effect of Storage on Syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* cunt, *Bifido bacterium bifidum* count of Aloevera Fortified Probiotic Yogurt. Current Research in Dairy Sciences, 4(1): 17–23.
- Parlak Ö (2018). Fenilketonüri Hastaları (Pku) ve Çölyak Hastaları İçin Bisküvi Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Pimentel FB, Alves RC, Costa ASG, Fernandes TJR, Torres D, Almeida MF, Oliveira MBPP (2014). Nutritional Composition of Low Protein and Phenylalanine-restricted Dishes Prepared for Phenylketonuria patients. LWT Food Science Technol 57: 283–289.
- Prince AP, Leklem JE (1994). Vitamin B-6 Status of School-Aged Patients with Phenylketonuria. America Journal of Clinical Nutrition, 60: 262-8.
- Remko M, Fitz D, Broer R, Rode BM (2011). Effect Of Metal İons (Ni+2, Cu+2 and Zn+2) and Water Coordination on the Structure of L-Phenylalanine, L-Tyrosine, Ltryptophan and Their Zwitterionic Forms. Journal Moleculer Modeling, 17: 3117-3128.
- Robinson M, White FJ, Cleary MA, Wraith E (2000). Increased Risk of Vitamin B12 Deficiency in Patients with Phenylketonuria on an Unrestricted or Relaxed Diet. Jorunal Pediatrics, 136: 545-7.
- Sadubray JM, Walter JH (2012). Hyperphenylalaninaemia. In: Inborn Metabolic Diseases, Diagnosis and Treatment, Springer Medizin Verlag Heidelberg: 251 264.
- Sarıboğa B (2008). Fenilketonüri (Pku) Teşhisinde Potansiyometrik Biyosensörler Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

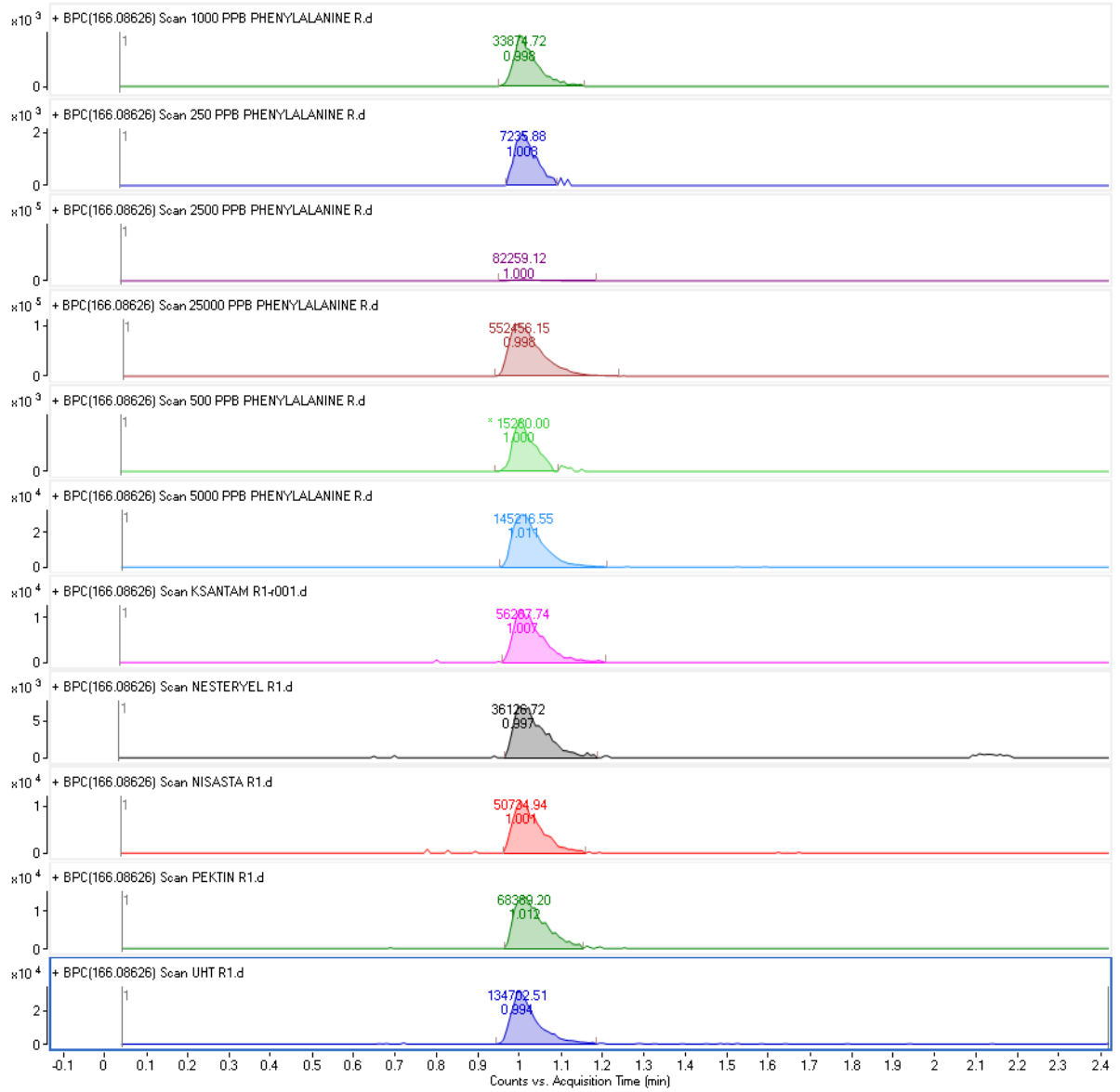
- Scriver CR, Kaufman S (2001). Hiperfenilalaninemi Fenilalanin Hidroksilaz Eksikliği, Kalıtsal Hastalığın Metabolik ve Moleküler Temelleri, New York.
- Seçkin Y (2007). Fenilketonürlü Çocukların Pisko-Pedagojik Sorunları ve Çözümleri. IX. Uluslararası Katılımlı Beslenme ve Metabolizma Kongresi, 39-43s. İstanbul.
- Şen Ş (2007). Ortaöğretim Kimya Dersi Deneyleri, Ankara.
- Tekinşen OC, Atasever M, Keleş A (1997). Süt Ürünleri: Üretim ve Kontrol. S.Ü. Basımevi, Konya.
- Thöny B, Blau N (2006). Mutations in the BH4 –Metabolizing Genes GTP Cyclohydrolase I, 6pyruvoyl-Tetrahydropterin Synthase, Sepiapterin Reductase, Carbinolamine-4dehydratase, and Dihydropteridine Reductase. Human Mutation, 27: 870-878.
- Ulusoy M, Tunçbilek E (1987). Türkiye'de Akraba Evlilikleri ve Çocuk Ölümüne Etkisi. Nüfus Bilim Dergisi 9: 7-26.
- Üçüncü M. (2005). Süt Mamülleri Teknolojisi. İzmir.
- Üstüner Top F, Küçük Alemdar D (2015). Fenilketonürlü Çocuğu Olan Ailelerinin Yaşadıkları Güçlükler. Niteliksel Bir Çalışma, Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 12 (1): 62-68.
- Van Calcar SC, Mac Load EL, Gleason ST, Etzel MR, Clayton MK, Wolff JA, Ney DM (2009). Improve Nutritional Management of Phenylketonuria Byusing a Diet Containing Glycomacropetide with Amino Acids. America Journal Clinical Nutrition, 89: 1068–1077.
- Van Spronsen J, Ahring K, Gizewskam (2009). PKU-What Is Daily Practice in Various Centres in Europe? Data From a Questionnaire by the Scientific Advisory Committee of the European Society of Phenylketonuria and Allied Disorders, Journal Inherited Metabolic Disease, 32: 58-64.
- Waisbren SE, Noel K, Fahrbach K, Cella C, Frame D, Dorenbaum A, Levy H (2007). Phenylalanine Blood Levels and Clinical Outcomes in Phenylketonuria: a Systematic Literature Review and Meta-Analysis. Moleculer Genetics Metabolism, 92(1): 63–70.
- Walterj HPJL, Burgardp (2006). Hyperphenylalaninaemia. Inborn Metabolic Diseases: Diagnosis and Treatment 4th Bs, S. 222-232.
- Weetch E, Macdonald A (2006). The Determination of Phenylalanine Content of Foods Suitable for Phenylketonuria. Journal Human Nutrition Diet, 19: 229-236.

7. EKLER

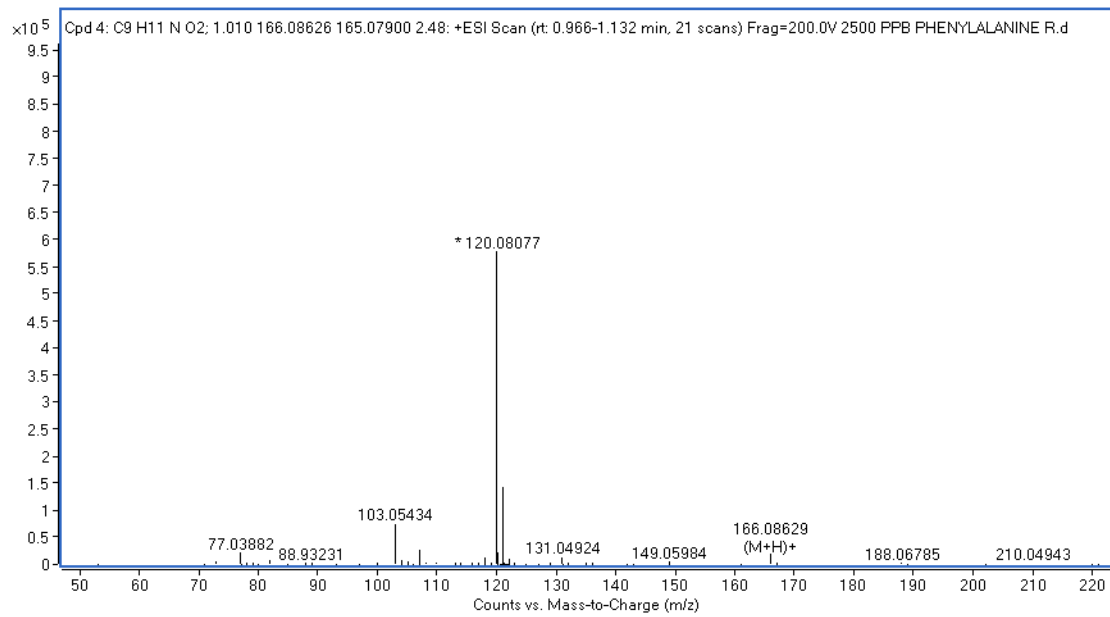
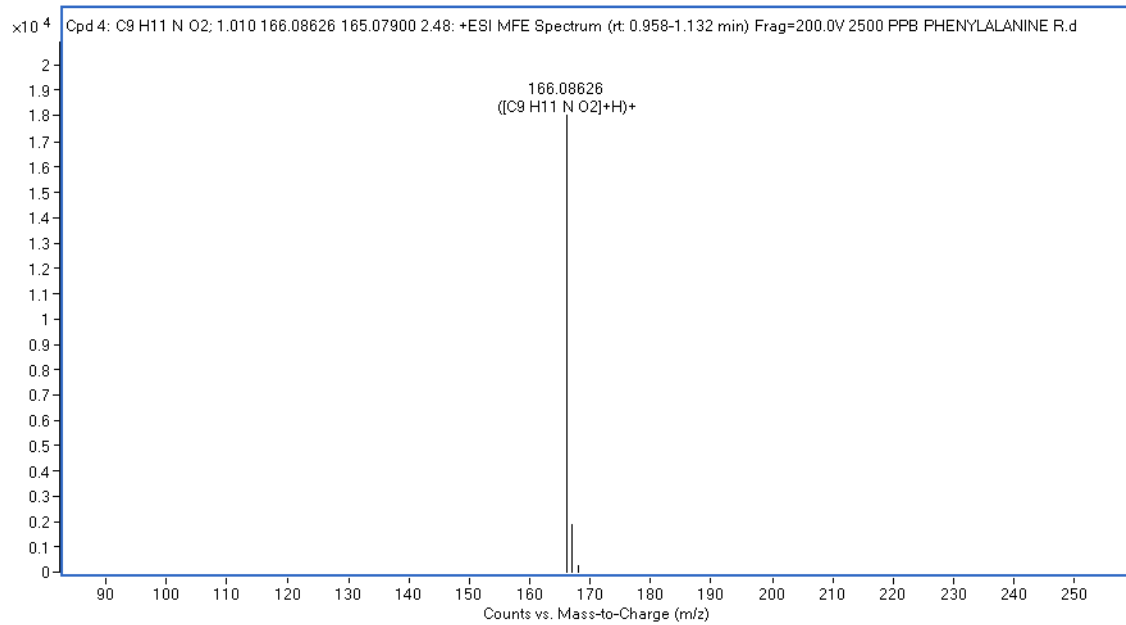
EK 1. FENİLALANİN STANDARTLARINA AİT KALİBRASYON DOĞRUSU KROMATOGRAMLAR VE KÜTLE SPEKTRUMLARI



EK 2. FENİLALANİN STANDARTLARINA VE ÖRNEKLERE AİT İYON KROMATOGRAMLAR (m/z: 166.08626)



EK 3. FENİLALANİN ANALİTİNE AİT KÜTLE SPEKTRUMLARI (Fenilalanin, 2.50 mg/L)



ÖZGEÇMİŞ

Gizem Yıldız, 1993 yılında İstanbul'da doğdu. 2007 yılında Şehit Öğretmen Hüseyin Aydemir İlköğretim Okulu, 2011 yılında Çamlıca Kız Anadolu Lisesi, 2015 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu.

2014 yılında Gençlik Spor Bakanlığı tarafından Tekirdağ temsilcisi olarak Bakanlar Kurulu, Başbakanlık ve Cumhurbaşkanlığı'na gönderildi. 2014-2015 yılları arasında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Temsilciliği ve Öğrenci Konseyi Genel Sekreterliği yaptı. Öğrenim hayatı boyunca birçok sosyal sorumluluk projelerinde yer alıp, yeni projelere öncülük yaptı. 2016 yılında başladığı Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2017-2018 yılları arasında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Gıda Mühendisliği bölüm temsilciliği yaptı. Yüksek lisans eğitimine burada halen devam etmektedir.