



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE KARAYEMİŞ (TAFLAN) VE ŞEKER
ORANININ OPTİMİZASYONU**

**Esra YAZICI VARINCA
GIDA MÜHENDİSLİĞİ**

**ŞANLIURFA
2026**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE KARAYEMİŞ (TAFLAN) VE ŞEKER
ORANININ OPTİMİZASYONU**

**Esra YAZICI VARINCA
GIDA MÜHENDİSLİĞİ**

DANIŞMAN: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

**ŞANLIURFA
2026**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanması, yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde engin bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca gösterdiği sabır, anlayış ve sarsılmaz desteği için kıymetli eşime; zamanlarından çaldığım hâlde sitem etmeden sevgi ve anlayışla yanımda duran çocuklarıma sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmayı; bana her zaman değer veren, başarılarımdan gurur duyan sevgili anneme ve aziz hatırasını her daim yaşattığım merhum babama ithaf ediyorum.

ONAY

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	3
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
KISALTMALAR	vi
SİMGELER.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1. Taflan (Karayemiş)	6
2.1.1. Taflanın Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri	6
2.1.2. Taflanın Antioksidatif Özellikleri.....	9
2.1.3. Taflanın Sağlık Üzerine Etkisi.....	11
2.1.4. Fonksiyonel Gıda Olarak Taflan.....	12
2.2. Taflan ile Yapılan Çalışmalar	13
2.3. Meyveli Probiyotik Yoğurt Konusunda Yapılan Çalışmalar	21
2.4. Bazı Süt Ürünlerinde Optimizasyon Uygulamaları.....	31
3. GEREÇ ve YÖNTEM	35
3.1. Gereç	35
3.1.1. Süt, süttözu ve starter kültür.....	35
3.1.2. Taflan ve şeker	35
3.2. Yöntem	37
3.2.1. Taflan ve şeker optimizasyonu.....	37
3.2.2. Kültür hazırlanması	38
3.2.3. Yoğurt üretimi	38
3.2.4. Yoğurtlara uygulanan kimyasal analizler	40
3.2.4.1. pH analizi	40
3.2.4.2. Titrasyon asitliği analizi	40
3.2.4.3. Kuru madde tayini	41
3.2.4.4. Viskozite.....	43
3.2.4.5. Serum ayrılması analizi	43
3.2.4.6. Su tutma kapasitesi	44
3.2.4.7. Renk analizi.....	45
3.2.4.8. Tekstür analizi	46
3.2.5. Yoğurtlara uygulanan fonksiyonel analizler	47
3.2.5.1. Antioksidan aktivitesi analizi.....	47
3.2.5.2. Toplam fenolik madde analizi	47
3.2.6. Yoğurtlara uygulanan mikrobiyolojik analizler.....	48
3.2.6.1. Streptococcus thermophilus sayısı	48
3.2.6.2. Lactobasillus acidophilus sayısı	49
3.2.6.3. Bifodobacterium animalis subsp. lactis (BB-12) sayısı	49
3.2.7. Yoğurtlara uygulanan duyuşsal analizler	50
3.2.8. İstatiksel analizler.....	52
4. BULGULAR	53

4.1. Probiyotik Yoğurda İlave Edilen Taflan ve Şeker Oranlarının Optimize Edilmesi	53
4.1.1. Probiyotik yoğurtların fizko-kimyasal özellikleri	53
4.1.2. Probiyotik yoğurtların Hunter L*a*b* renk değerleri	69
4.1.3. Probiyotik yoğurtların tekstürel özellikleri	77
4.1.4. Probiyotik yoğurtların duysal özellikleri	85
4.1.5. Probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri	93
4.1.6. Probiyotik yoğurtların fonksiyonel özellikleri	102
4.2. Probiyotik Yoğurtların Optimizasyonu	107
4.3. Optimize Edilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Bileşimi	110
4.4. Optimize Probiyotik Yoğurt Örneklerine Depolama Süresince Görülen Değişimler	111
4.4.1. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen fizikokimyasal özellikleri	111
4.4.2. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen renk değerleri değişimleri	113
4.4.3. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen tekstürel özellikleri	115
4.4.4. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen duysal özelliklerdeki değişiklikler	117
4.4.5. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen mikrobiyolojik değişiklikler	118
4.4.6. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen fonksiyonel özelliklerdeki değişiklikler	120
5. TARTIŞMA	122
6. SONUÇLAR	134
7. ÖNERİLER	136
KAYNAKLAR	137
ÖZ GEÇMİŞ	146

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE KARAYEMİŞ (TAFLAN) VE ŞEKER ORANININ OPTİMİZASYONU

Esra YAZICI VARINCA

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mutlu Buket AKIN

Yıl: 2026, Sayfa: 146

Probiyotik yoğurtlar, geleneksel kültürlerle ek olarak *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. gibi faydalı mikroorganizmaların matrise dâhil edilmesiyle elde edilen, besleyiciliği yüksek fonksiyonel fermente süt ürünleridir. Bu çalışmada, her yaş grubuna hitap edebilecek yüksek katma değerli ve yenilikçi bir ürün geliştirmek amacıyla, probiyotik yoğurdun karayemiş (taflan) ve şeker ilavesiyle zenginleştirilmesi ve formülasyondaki bu bileşenlerin optimum oranlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, şeker ve taflan olmak üzere iki bağımsız değişkenin alt ve üst limitleri ön denemelerle saptanmış ve aralarındaki ilişkiyi modelleyen regresyon denklemi oluşturulmuştur. DeneySEL tasarım, Design Expert (6.02) yazılımı kullanılarak Merkezi Kompozit Tasarım tabanlı Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) ile kurgulanmış ve 13 farklı deney noktası belirlenmiştir. Sayısal optimizasyon sonucunda, hedeflenen yanıtlara göre en ideal probiyotik yoğurt formülasyonu %7,27 şeker ve %9,62 taflan olarak tespit edilmiş ve bu optimum noktanın kabul edilebilirlik (desirability) değeri 0,893 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, optimize edilen formülasyonla üretilen yoğurtlar 21 günlük soğuk muhafaza ($4\pm1^{\circ}\text{C}$) sürecine tabi tutulmuştur. Depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde alınan numuneler üzerinde kapsamlı fizikokimyasal, renk, tekstürel, mikrobiyolojik, biyoaktif ve duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir. Optimize probiyotik yoğurt örneklerine depolama süresince görülen değişimler incelendiğinde pH, titrasyon asitliği, viskozite, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, tekstürel profil (sertlik, sıklık/kıvam, iç yapışkanlık), probiyotik canlılığı (*S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* BB-12) ve biyoaktif özelliklerin (antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde) depolama süresince gösterdiği değişimler istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur. Öte yandan, enstrümantal renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) ve duyuusal nitelikler (renk ve görünüm, tat-aroma, yapı-kıvam) 21 gün boyunca oldukça kararlı bir seyir izlemiş ve bu parametrelerdeki değişimler istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0,05$) saptanmıştır. Sonuç olarak; probiyotik yoğurt matrisine yapılan taflan ilavesinin, ürünün reolojik, teknolojik ve fonksiyonel karakteristikleri üzerinde olumlu yönde modifikasyonlar sağladığı kanıtlanmıştır. Geliştirilen bu formülasyonun, yüksek besin değeri ve tüketici kabul edilebilirliği ile endüstriyel ölçekte üretilmeye son derece uygun, yeni nesil bir fonksiyonel gıda alternatifi olduğu ortaya konmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Probiyotik, Yoğurt, Karayemiş, Antioksidan aktivitesi, Optimizasyon

ABSTRACT

MASTER’S THESIS

OPTIMIZATION OF THE USAGE CHERRY LAUREL (TAFLAN) AND SUGAR RATIO IN PROBIOTIC YOGURT PRODUCTION

Esra YAZICI VARINCA

**HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL
FOOD ENGINEERING**

Thesis Advisor: Prof. Mutlu Buket AKIN

Year: 2026, Page: 146

Probiotic yogurts are highly nutritious, functional fermented milk products obtained by incorporating beneficial microorganisms such as *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. into the matrix in addition to traditional cultures. This study aimed to develop a high-value and innovative product suitable for all age groups by enriching probiotic yogurt with karayemiş (taflan) and sugar, and determining the optimum ratios of these components in the formulation. In the first stage of the study, the lower and upper limits of two independent variables, sugar and taflan, were determined through preliminary experiments, and a regression equation modeling the relationship between them was created. The experimental design was constructed using Response Surface Methodology (RSM) based on Central Composite Design with Design Expert (6.02) software, and 13 different experimental points were determined. As a result of numerical optimization, the most ideal probiotic yogurt formulation according to the targeted responses was determined to be 7.27% sugar and 9.62% taflan, and the desirability value of this optimum point was calculated as 0.893. In the second phase of the study, yogurts produced with the optimized formulation were subjected to a 21-day cold storage process ($4\pm1^{\circ}\text{C}$). Comprehensive physicochemical, color, textural, microbiological, bioactive, and sensory analyses were performed on samples taken on the 1st, 11th, and 21st days of storage. When the changes observed in optimized probiotic yogurt samples during storage were examined, the changes in pH, titratable acidity, viscosity, serum separation, water-holding capacity, textural profile (hardness, firmness/consistency, internal stickiness), probiotic viability (*S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* BB-12), and bioactive properties (antioxidant capacity and total phenolic content) during storage were found to be statistically significant ($p<0.05$). On the other hand, instrumental color parameters (L^* , a^* , b^*) and sensory qualities (color and appearance, taste-aroma, texture-consistency) followed a fairly stable course for 21 days, and the changes in these parameters were found to be statistically insignificant ($p>0.05$). In conclusion, it has been proven that the addition of taflan to the probiotic yogurt matrix provides positive modifications on the rheological, technological, and functional characteristics of the product. This developed formulation has been shown to be a new generation functional food alternative, highly suitable for industrial-scale production due to its high nutritional value and consumer acceptability.

KEYWORDS: Probiotic, Yoghurt, Karayemiş, Antioxidant activity, Optimization

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Taflanin gıda bileşenleri (Bileşen değerleri gıdanın yenilebilir 100 g'ı içindir) (T.C.TÜRKOMP, 2024)	7
Çizelge 2.2.	Taflandaki fenolik asitler (% , kuru ağırlık) (Ayaz vd., 1997)	9
Çizelge 3.1.	Şeker ve Taflanin Deneysel Tasarımı	38
Çizelge 3.2.	Yoğurt Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Formu	51
Çizelge 4.1.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikler	53
Çizelge 4.2.	pH Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	54
Çizelge 4.3.	pH İçin Model Uygunluğu	55
Çizelge 4.4.	Titrasyon Asitliği Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	57
Çizelge 4.5.	Titrasyon Asitliği İçin Model Uygunluğu	57
Çizelge 4.6.	Viskozite Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	59
Çizelge 4.7.	Viskozite Değeri İçin Model Uygunluğu	60
Çizelge 4.8.	Kuru Madde Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	62
Çizelge 4.9.	Kuru Madde Miktarı Değeri İçin Model Uygunluğu	63
Çizelge 4.10.	Serum Ayrılması Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	65
Çizelge 4.11.	Serum Ayrılması İçin Model Uygunluğu	65
Çizelge 4.12.	Su Tutma Kapasitesi Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	67
Çizelge 4.13.	Su Tutma Kapasitesi İçin Model Uygunluğu	68
Çizelge 4.14.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Renk Değerleri	70
Çizelge 4.15.	L* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	71
Çizelge 4.16.	L* Değeri İçin Model Uygunluğu	71
Çizelge 4.17.	a* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	73
Çizelge 4.18.	a* Değeri İçin Model Uygunluğu	73
Çizelge 4.19.	b* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	75
Çizelge 4.20.	b* Değeri İçin Model Uygunluğu	76
Çizelge 4.21.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikler	78
Çizelge 4.22.	Sertlik Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	79
Çizelge 4.23.	Sertlik Değeri İçin Model Uygunluğu	79
Çizelge 4.24.	Kıvam Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	81
Çizelge 4.25.	Kıvam Değeri İçin Model Uygunluğu	82
Çizelge 4.26.	İç Yapışkanlık Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu	84
Çizelge 4.27.	İç Yapışkanlık Değeri İçin Model Uygunluğu	84
Çizelge 4.28.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri Puanlarına Etkisi	86
Çizelge 4.29.	Renk Görünüm Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu	87
Çizelge 4.30.	Renk Görünüm Puanı İçin Model Uygunluğu	87
Çizelge 4.31.	Yapı Kıvam Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu	89
Çizelge 4.32.	Yapı Kıvam Puanı İçin Model Uygunluğu	90
Çizelge 4.33.	Tat Koku Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu	92
Çizelge 4.34.	Tat Koku Puanı İçin Model Uygunluğu	92

Çizelge 4.35.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri	94
Çizelge 4.36.	<i>S. thermophilus</i> Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu	95
Çizelge 4.37.	<i>S. thermophilus</i> Sayısı İçin Model Uygunluğu	95
Çizelge 4.38.	<i>L. acidophilus</i> Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu	97
Çizelge 4.39.	<i>L. acidophilus</i> Sayısı İçin Model Uygunluğu	98
Çizelge 4.40.	<i>Bifidobacterium</i> BB12 Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu . . .	100
Çizelge 4.41.	<i>Bifidobacterium</i> BB12 Sayısı İçin Model Uygunluğu	100
Çizelge 4.42.	Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel Özellikler	102
Çizelge 4.43.	Antioksidan Kapasitesi Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu . .	103
Çizelge 4.44.	Antioksidan Kapasitesi Değeri İçin Model Uygunluğu	103
Çizelge 4.45.	Toplam Fenolik Madde Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu . .	105
Çizelge 4.46.	Toplam Fenolik Madde Değeri İçin Model Uygunluğu	106
Çizelge 4.47.	Probiyotik Yoğurt Üretiminde Taflan ve Şeker Oranının Optimizeasyonu İçin Kullanılan Değerler	108
Çizelge 4.48.	Probiyotik Yoğurt Optimizasyonu Sonucu Oluşan Koşullar . . .	109
Çizelge 4.49.	Kimyasal Kompozisyon	111
Çizelge 4.50.	Fizikokimyasal Özellikler	111
Çizelge 4.51.	Optimize Probiyotik Yoğurtların Renk Değerleri	114
Çizelge 4.52.	Optimize Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikler	116
Çizelge 4.53.	Optimize Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri	117
Çizelge 4.54.	Optimize Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri . .	119
Çizelge 4.55.	Optimize Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel Özellikleri	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Mevsiminde Toplanan Karayemiş (Taflan) Görseli	36
Şekil 3.2.	Probiyotik Yoğurt Üretim Şeması	39
Şekil 3.3.	Yoğurt Üretimi Aşamaları Görseli	40
Şekil 3.4.	Titrasyon Asitliği Tespiti Görseli	41
Şekil 3.5.	Kuru Madde Tayini Analizi Görsel	42
Şekil 3.6.	Serum Ayrılması Analizi Görseli	44
Şekil 3.7.	Su Tutma Kapasitesi Analizi Tartım Görseli	45
Şekil 3.8.	Renk Analizi Görseli	46
Şekil 3.9.	Antioksidan Kapasitesi ve Toplam Fenolik Madde Analizleri Aşamaları Görseli	47
Şekil 3.10.	Mikrobiyolojik Analiz Öncesi Kullanılacak Materyallerin UV Işın Sterilizasyonu Görseli	48
Şekil 3.11.	Mikrobiyolojik Analiz Ekim Sonrası İnkübasyon Aşaması Görseli	50
Şekil 4.1.	Ph Cevap Yüzey Grafiği	56
Şekil 4.2.	Titrasyon Asitliği Cevap Yüzey Grafiği	58
Şekil 4.3.	Viskozite Değeri Cevap Yüzey Grafiği	61
Şekil 4.4.	Kuru Madde Miktarı Değeri Cevap Yüzey Grafiği	64
Şekil 4.5.	Serum Ayrılması Cevap Yüzey Grafiği	66
Şekil 4.6.	Su Tutma Kapasitesi Cevap Yüzey Grafiği	69
Şekil 4.7.	L* Değeri Cevap Yüzey Grafiği	72
Şekil 4.8.	a* Değeri Cevap Yüzey Grafiği	74
Şekil 4.9.	b* Değeri Cevap Yüzey Grafiği	77
Şekil 4.10.	Sertlik Değeri Cevap Yüzey Grafiği	80
Şekil 4.11.	Kıvam Değeri Cevap Yüzey Grafiği	83
Şekil 4.12.	İç Yapışkanlık Değeri Cevap Yüzey Grafiği	85
Şekil 4.13.	Renk Görünüş Puanı Cevap Yüzey Grafiği	88
Şekil 4.14.	Yapı Kıvam Puanı Cevap Yüzey Grafiği	91
Şekil 4.15.	Tat-Koku Puanı Cevap Yüzey Grafiği	93
Şekil 4.16.	S.thermophilus Sayısı Cevap Yüzey Grafiği	96
Şekil 4.17.	L.acidophilus Sayısı Cevap Yüzey Grafiği	99
Şekil 4.18.	Bifidobacterium BB12 Sayısı Cevap Yüzey Grafiği	101
Şekil 4.19.	Antioksidan Kapasitesi Değeri Cevap Yüzey Grafiği	104
Şekil 4.20.	Toplam Fenolik Madde Değeri Cevap Yüzey Grafiği	107

KISALTMALAR

DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FD	Dondurarak Kurutma
FTIR	Fourier-Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
GC	Gaz Kromatografisi
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
GPC	Jel Permeasyon Kromatografisi
HAD	Sıcak Hava
HMF	Hidroksimetilfurfural
KM	Kuru Madde
L.A	L.aktik Asit
LAB	Laktik Asit Bakterileri
mT- Gaz	Transglutaminaz
NNLP	Neomisin sülfat – Nalidiksik asit – Lityum klorür – Paromomisin sülfat
pH	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
RE	Retinol Eşdeğeri
RSM	Yanıt Yüzey Yöntemi
ROT	Reaktif Oksijen Türleri
TFM	Toplam Fenolik Madde
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜR- KOMP	Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
USV	Ultrases Destekli Vakum
L*	Parlaklık
a*	Kırmızı - Yeşil Eksen
b*	Sarı - Mavi Eksen

SİMGELER

a_w	Su Aktivitesi
°	Santigrad Derece
C	
cP	Centipoise
g	Gram
Kcal	Kilokalori
kJ	Kilojoule
kob	Koloni Oluşturan Birim
log	Logaritma
μ	Mikro (10 ⁻⁶)
m	Metre
mg	Miligram
μg	Mikrogram
mL	Mililitre
N	Normal
nm	Nanometre
%	Yüzde

1. GİRİŞ

İnsanoğlu avcılık ve toplayıcılıktan yerleşik düzene geçme sürecinde avladıkları yaban hayvanlarını evcilleştirip bu hayvanları besin kaynağı olarak kullanmaya başlamıştır. Yaban hayvanlarının evcilleştirilmesi sonucu artan et ve süt verimi, bu ürünleri muhafaza etme yolları arayışına sebep olmuş ve sütü uzun süre kullanabilmek adına insanoğlu yoğurt, peynir ve tereyağı yapma teknikleri geliştirmiştir (Yurdakök, 2013).

Yoğurdun ilk fermentasyonunun kaynağı tam olarak bilinmemektedir (Yurdakök, 2013). Kaşgarlı Mahmut tarafından 10. Yüzyılda yazılan Divan-ı Lügat-ı Türk ve Yusuf Has Hacib tarafından yazılan Kutadgu Bilig adlı eserinde yoğurt kelimesinin geçtiği ve bu kelimenin bugünkü anlamında kullanıldığı bilinmektedir (Akın ve Konar, 1999).

Yoğurt, sütün yoğurt kültürü ile (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) fermente edilmesi sonucu elde edilen bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Tekinşen, 1976). Yuvarlak zincirli yapıya sahip *Streptococcus thermophilus* ve uzun çubuksu yapıya sahip *Lactobacillus bulgaricus* ile sütün laktik asit fermentasyonuna uğratılması sonucu oluşan besin içeriği yüksek bir süt ürünü (Kurdal, 1976) olan yoğurt, önemli miktarda makro besin kaynağı (protein, çok çeşitli yağ asitleri, baskın karbonhidrat olarak laktoz) ve temel mikro besin kaynağı (kalsiyum, potasyum, çinko, fosfor, magnezyum, A vitamini, riboflavin, B-5 vitamini, B-12 vitamini) sağlayarak beslenme kalitesine katkı sağlamaktadır. Süt proteinlerinin sindirimi fermentasyon yöntemi ile artmakta, bu da yoğurdun mükemmel besin kalitesine sahip olduğunu göstermektedir (Marette, ve Picard-Deland, 2014).

Yoğurt üretiminde klasik yoğurt bakterilerine ek olarak *Lactobacillus spp.* ve *Bifidobacterium spp.*lerin eklenmesi durumunda bu ürün probiyotik yoğurt olarak adlandırılmaktadır (Özer, 2006). Probiyotik terimini ilk olarak Alman bakteriolog ve besin bilimcisi Werner Georg Kollath tarafından kullanılmıştır (Yurdakök, 2013). İnsan sağlığı açısından yararlı etkileri olan probiyotikler, canlı mikrobiyel gıda bileşeni mikroorganizmalar olup bu bakterilerin başlıcaları *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (BB-12) dir (Akın, 2014; Çelikel vd., 2018). Probiyotiklerin terapötik etkilerini gösterebilecekleri ve tüketicilerin de istek ve beğeni ile tüketebilecekleri, probiyotik

mikroorganizmaları içeren çeşitli ürünler taşıyıcı gıda maddesi olarak üretilmektedir. Yoğurt bu ürünlerden en önemlisi ve sağlık üzerine faydalı etkileri olduğu bilinmektedir (Lourens-Hatting ve Viljoen, 2001).

Laktik asit bakterileri tarafından oluşan fermentasyonda organik asitlerin, düşük moleküllü, sıcaklığa dayanıklı metabolitler ve protein yapısında olan inhibitör maddeler ile çeşitli bakteriler ve küfler üzerinde inhibe etki yarattığı, bu şekilde toksin oluşumunu engelleyen biyolojik ajanlar olduğu bilinmektedir (Gümüş ve Coşkun, 2008). Ayrıca probiyotiklerin kullanımı ile bağırsak florası üzerinde iyileştirilme etkisi ortaya çıkmaktadır. (Brown ve Valiere, 2004).

Probiyotikler; sağlığa ilişkin olumlu özellikler gösteren, patojen olmayan ve toksin üretmeyen, patojenlere karşı antagonistik etkiye sahip olan, asit ve safra tuzlarına dayanıklılık göstererek canlı olarak bağırsak sistemine geçebilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, antimikrobiyel bileşikler oluşturabilen, bağırsak mikrobiyotasını stabilize edebilen, depolamada canlılığını koruyabilen mikroorganizmalardır (Ljungh ve Wadström, 2006; Sip ve Grajek, 2010).

Probiyotiklerin laktoz intoleransı, kanser, yüksek kolesterol ve antibiyotik kullanımının yol açtığı bağırsak rahatsızlıklarının tedavisinde olumlu etkileri bilinmektedir (Sağdıç vd., 2004; Shah, 2007; Araujo vd., 2010; Wohlgemuth vd., 2010). Probiyotik yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinin insan beslenmesi ve sağlığı üzerinde olumlu etkilerinden dolayı dünyada probiyotik yoğurt tüketimi ve buna bağlı olarak üretimi de artmaktadır. Probiyotik yoğurt kalitesini iyileştirmek ve yeni tekniklerle farklı özelliklerde probiyotik yoğurt üretmek için de çalışmalar devam etmektedir (İşleten, 2006).

Hammaddenin kalitesi (toplam kuru madde içeriği, protein içeriği, kazein ve kazein olmayan proteinlerin oranı, asitliği), katkı maddeleri, homojenizasyon, ısıl işlem normu, denatüre serum proteinleri, kullanılan kültür, inokulum miktarı, inkübasyon sıcaklığı, soğutma ve depolama şartları yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini etkilemektedir (Barrantes vd., 1994).

Günümüzün en büyük sorunlarından biri olan sağlıksız atıştırmalıklar çocukların ve gençlerin sıklıkla tükettiği ürünler olup öğün geçiştirmek adına diyetin bir parçası

haline gelmektedir. Bu ürünler tuz ve şekerle tatlandırılmış yiyecek ve içecekler olup besin değeri düşük, enerji yoğunluğu yüksek maddelerdir (Piernas ve Popkin, 2010). Her yaşa hitap etmesinin yanında özellikle gençlerin ve çocukların bu ürünleri kullanımları gitgide artmaktadır. Süt ve süt ürünleri gibi besin açısından zengin gıdaların bu atıştırmalıklar ile yer değiştirmesi sağlık açısından olumlu bir etki yaratabilir (Spence vd., 2011).

Fermente yiyecekler, genellikle ana ve yardımcı gıda bileşenlerinin kontrollü mikrobiyal büyüme ve enzimatik dönüşümler yoluyla elde edilen, gıdalarda tat, aroma ve besleyici özelliklerinde önemli değişiklikler meydana gelen, yiyecek veya içecekler şeklinde tanımlamak mümkündür. (Marco vd., 2017). Geleneksel gıda fermentasyonları, genellikle çok az malzeme ve minimum hazırlık ve işlem gerektiren istikrarlı mikrobiyal ekosistemlerdir (Marco vd., 2017).

Meyveli yoğurt; yoğurt yapımında meyvelerden hazırlanan, nektarların, reçellerin, marmelatların, meyve jölelerin, meyveli içeceklerin, meyve şuruplarının ve konsantre meyve içeceklerinin eklenmesiyle elde edilen fonksiyonel gıda ürünleridir (Jayasinghe vd., 2015). Biyolojik bileşiklerden kaynaklanan kanıtlanmış biyolojik aktiviteye sahip ürünler genellikle biyoaktif olarak tanımlanmaktadır. Gıda ürünleri ile ilaçlar arasındaki boşluğu dolduran ürün alt grubuna nutrasötikler veya fonksiyonel gıdalar da denilmektedir (Divya vd., 2012).

Fonksiyonel gıda kavramı, amacı sadece temel beslenme olmayıp beslenmenin yanında sağlığa da fayda sağlayan gıdaları tanımlamaktadır. Tüketilen gıdaların besleyici olması kaliteli ve uzun bir yaşam için önem arz etmektedir. Fenolik maddeler, antioksidanlar, besinsel lifler, oligosakkaritler, probiyotikler, prebiyotikler, vitaminler, çoklu doymamış yağ asitleri, sülfür içeren bileşenler gıdalara eklenerek insan beslenmesi ve sağlık için önemli gıda ürünleri hâline dönüştürüp fonksiyonel gıdalar hâline getirilebilmektedir (Meral vd., 2012). Fonksiyonel gıda 5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanuna göre; *“besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdaları”* şeklinde tanımlanmıştır (Meral vd., 2012).

Diyet lif, nişasta olmayan polisakkaritleri, oligosakkaritleri, lignini ve sağlığa

yararı olan benzer polisakkaritleri içeren sindirilemeyen gıda bileşenleri kategorisinde yer almaktadır. Yoğurdun bileşimde diyet lif bulunmamasından dolayı bu kategoride yer almamaktadır (Kaczmarczyk vd., 2012).

Meyve ve sebzelerde antioksidan aktivitesinin genellikle en yüksek olduğu varsayılmaktadır (Record vd., 2001). Gıdaların yapısında bulunan fenolik maddeler, antioksidanlar, besinsel lifler, oligosakkaritler, probiyotikler, prebiyotikler, vitaminler, çoklu doymamış yağ asitleri, sülfür içeren bileşenler fonksiyonel gıda olarak kullanılabilir özellik kazandırmaktadır (Meral vd., 2012).

Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem., syn:*Prunus laurocerasus* L.); karayemiş ve Trabzon kirazı olarak da bilinen Rosaceae familyası ve Prunoideae subfamilyasında bulunan officinalis türündeki bir meyvedir. Dört mevsim yeşilliğini koruyan çalı şeklinde türlerinin olmasının yanı sıra boyu 6 metreye kadar ulaşabilen küçük bir ağaç meyvesidir. Ülkemizde taflan ağaçları genel olarak Karadeniz Bölgesi'nde, deniz seviyesinin 20-1700 m üzerinde yoğun olarak bulunmaktadır (Talih, 2018).

Yapısında bulundurduğu protokateşuik, p-hidrosibenzoik, klorojenik, vanilik, kafeik, siringik ve p-kumarik asit gibi fenolik asitlerin varlığından dolayı taflan meyvesi önemli bir antioksidan kaynağı olarak bilinmektedir (Talih, 2018). Taflan yapısında bulunan antioksidan ve fenolik bileşikler sebebiyle birçok farklı ürün geliştirmede kullanılabilmektedir (Vahapoğlu vd., 2018). Yoğurt fenolik maddeleri yapısında bulundurmamaktadır (Record vd., 2001). Fenolik bileşiklerce zengin meyvelerin fonksiyonel süt ürünlerine dahil edilmesi, probiyotik bakterilerin raf ömrü boyunca canlılığını korumasında ve ürünün aroma profili ile lezzet bileşenlerinin geliştirilmesinde olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir (Ma vd., 2015).

Probiyotik bakterilerin, antimikrobiyal, antikanserojen, immün sistemi aktivite edici ve epitel fonksiyonlarını iyileştirici etkilerinin olması gıda endüstrisinde probiyotiklerin kullanımı ile ilgili çalışmaları arttırmaktadır (Sağdıç vd., 2004; Shah, 2007; Araujo vd., 2010; Wohlgemuth vd., 2010). Küresel sağlık ve fonksiyonel ürün pazarın giderek öneminin arttığı günümüzde, süt sanayi sektörü için ilerlemenin en önemli yolu fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi gibi yenilikçi anlayışlara sahip olmaktır.

Probiyotik yoğurtlara artan talebi karşılamak ve tüketiciye kaliteli ürün sunabilmek için yoğurdun yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi, ürün çeşitliliğini sağlayarak toplumun her kesimine hitap edilmesi, aynı zamanda geleneksel bir ürüne fonksiyonel bir özellik kazandırılması sağlanarak tüketicinin ihtiyaçlarını karşılamak gerekmektedir. Probiyotik yoğurda artan ilginin yanı sıra, antioksidan kullanımına yönelik talebin artması doğrultusunda probiyotik ve antioksidan özelliklerinin birleştirilip tek bir ürünle insanların sağlığına daha faydalı bir ürün üreterek insanların tüketimine sunulması ve tüketicinin ihtiyaçlarının karşılanabileceği fikrinden yola çıkarak fonksiyonel bir ürün geliştirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada probiyotik yoğurda antioksidanca zengin taflan ilave edilerek bitkisel fenolik bileşikler ve bazı organik asitler, probiyotik mikroorganizmaların gelişimi ve aktivitesini arttırıcı etkide bulunabileceği, besin değerinin ve antioksidan özelliklerinin de artarak ülkemizde üretimi çok yaygın olmayan bu tür meyveli probiyotik yoğurt formülasyonlarının fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği düşünülmüştür. Çalışmada aynı zamanda, toplumda her yaştaki kişiler, özel olarak da genç, yetişkin ve yaşlı nüfus tarafından besleyici olarak tüketilebilecek fonksiyonel bir ürün olan probiyotik yoğurdu zenginleştirmek amacıyla ilave edilecek taflan ile şeker oranlarının optimize edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla ön denemelerle alt ve üst limitleri belirlenmiş olan taflan ve şeker oranlarına (bağımsız değişkenler) göre Design Expert yazılımının Merkezi Kompozit Yöntemi ile belirlen 13 farklı probiyotik yoğurt üretilmiş ve fizikokimyasal, fonksiyonel, tekstürel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine alınan yanıtlara göre probiyotik yoğurt optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Alınan yanıtlara göre optimize edilen probiyotik yoğurt üretimi 21 gün süreyle $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış ve depolamanın 1., 11. ve 21. günlerinde fizikokimyasal, fonksiyonel, tekstürel, duyuşal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Taflan (Karayemiş)

Taflan ya da bilimsel adıyla *Laurocerasus officinalis*, Gülgiller (Rosaceae) familyasının üyesi olup, dört mevsim yapraklarını dökmeyen, canlı ve yeşil kalan bir bitki türüdür (Vahapoğlu vd., 2018, Türkmen, 2020). Karadeniz coğrafyasında oldukça köklü bir geçmişe sahip olan bu meyve; halk arasında "karayemiş" isminin yanı sıra "laz üzümü", "kiraz defnesi" ve "laz kirazı" gibi renkli ve yöresel isimlerle de anılmaktadır (Türkmen, 2020, İslam, 2002).

Bitkinin biyolojik ve duyuşsal özelliklerini detaylandırmak gerekirse; boyu 6 metreye kadar ulaşabilen ağaçlar, geniş yapraklı (Kılmanoğlu, 2010, Ergüney, 2013, İslam, 2002) ve meyveleri, salkımlar halinde dizilmiş, olgunlaştıkça kırmızıdan koyu mor ve siyaha çalan parlak bir renk alan estetik bir formdadır (İslam, 2002).

Taflanın en verimli şekilde gelişebilmesi için ılıman iklim şartları ve yüksek nem oranları temel ihtiyaçtır. Bu spesifik iklim beklentisi, bitkinin dünya üzerindeki yayılım alanlarını da doğrudan belirlemiştir (Ergüney, 2013). Türkiye'deki doğal ana vatanı ve en yoğun bulunduğu yer Karadeniz Bölgesi'nin doğu kesimleridir. Bunun yanı sıra tüm Karadeniz kıyı şeridi, Toros Dağları, Kafkasya bölgesi ile Marmara'nın kuzey ve doğu yamaçlarında doğal olarak yetişmektedir. Türkiye dışındaki coğrafyalarda ise Balkanlar, Güneydoğu Avrupa ve Kuzey İran hattı boyunca farklı formlarına rastlamak mümkündür (Kılmanoğlu, 2010). Karadeniz halkı için taflan, damak tadına hitap eden ve geleneksel değeri olan bir meyvedir. Günümüzde bu meyve, büyük ölçekli ticari bir tarım ürünü olmaktan ziyade, ailelerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bahçelerinde yetiştirdikleri yerel bir değer olma özelliğini sürdürmektedir (İslam vd., 2020).

2.1.1. Taflanın Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri

Meyvenin şeker profili incelendiğinde (Çizelge 2.1), şeker alkollerinden oldukça zengin olduğu görülmektedir. İçeriğinde en yüksek payı %7 ile %15 arasındaki oranla sorbitol alırken, onu %3 ile %5 aralığında seyreden mannitol takip etmektedir. Biyoaktif bileşenler açısından değerlendirildiğinde ise, meyvenin antioksidan kapasitesinin temelini

oluşturan toplam fenolik madde miktarı, taze ağırlık bazında 100 gramda 503 mg'dır. Bu veriler, meyvenin hem düşük glisemik indeksli doğal tatlandırıcılar (şeker alkolleri) hem de sağlığa yararlı polifenoller bakımından nitelikli bir kaynak olduğunu ortaya koymaktadır (Vahapoğlu vd., 2018).

Çizelge 2.1. Taflanın gıda bileşenleri (Bileşen değerleri gıdanın yenilebilir 100 g'ı içindir) (T.C.TÜRKOMP, 2024)

Bileşen	Ortalama	Minimum	Maksimum
Enerji (Kcal)	75	74	76
Enerji (kJ)	314	309	319
Su (g)	79,85	79,47	80,23
Kül (g)	0,68	0,57	0,79
Protein (g)	1,40	1,20	1,59
Azot (g)	0,22	0,19	0,25
Yağ, toplam (g)	0,54	0,52	0,56
Karbonhidrat (g)	14,72	13,96	15,47
Lif, toplam diyet (g)	2,81	1,61	4,02
Lif, suda çözünür (g)	0,49	0,41	0,58
Lif, suda çözünmeyen (g)	2,32	1,03	3,61
Sakaroza (g)	0,00	0,00	0,00
Glukoz (g)	5,09	5,08	5,09
Fruktoz(g)	6,36	6,30	6,42
Laktoz (g)	0,00	0,00	0,00
Maltoz (g)	0,00	0,00	0,00
Tuz (mg)	7	2	13
Demir (mg)	0,55	0,44	0,66
Fosfor (mg)	21	21	22
Kalsiyum (mg)	45	38	53
Magnezyum (mg)	24	22	27
Potasyum (mg)	166	157	174

Çizelge 2.1. Taflanın gıda bileşenleri (Bileşen değerleri gıdanın yenilebilir 100 g'ı içindir)
(T.C.TÜRKOMP, 2024) (devam)

Bileşen	Ortalama	Minimum	Maksimum
Sodyum (mg)	3	1	5
Çinko (mg)	0,26	0,16	0,37
C vitamini (mg)	2,3	2,0	2,6
L-askorbik asit (mg)	2,3	2,0	2,6
Tiamin (mg)	0,000	0,000	0,000
Riboflavin (mg)	0,028	0,022	0,033
Niasin (mg)	0,277	0,200	0,354
B-6 vitamini, toplam (mg)	0,066	0,062	0,069
A vitamini (RE)	2	0	3
Beta-karoten (µg)	19	0	38
Likopen (µg)	0	0	0
Lutein (µg)	29	23	35

Fonksiyonel gıda endüstrisinin temel yapı taşlarını oluşturan fenolik bileşikler, doğada yaygın olarak bulunan ve biyolojik aktifliği yüksek maddelerdir. Taflanın karakteristik yapısını belirleyen fenolik asitler (Çizelge 2.2), meyvenin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin ana kaynağıdır. Fenolik maddeler; indirgen olma, tekli oksijen radikallerini yakalama ve metallerle şelat (kompleks) oluşturma yetenekleri sayesinde güçlü birer antioksidan olarak görev yapmaktadır (Ergüney, 2013). Taflanın hem meyve etinde hem de çekirdeklerinde gözlenen yüksek antioksidan kapasitesi, içeriğindeki zengin fenolik kompozisyona dayanmaktadır. Özellikle yapısındaki antosiyaninlerin, bu fonksiyonel özelliklerin ortaya çıkmasında belirleyici rol oynadığı bilimsel çalışmayla desteklenmiştir (Orhan vd., 2003). Meyve, fenolik bileşiklerin yanı sıra yine güçlü bir antioksidan olan C vitamini (askorbik asit) bakımından da oldukça zengin bir profile sahiptir (Ergüney, 2013). Taflan, barındırdığı antosiyaninler, fenolik asitler ve C vitamini ile oksidatif strese karşı çok yönlü koruma sağlayan, fonksiyonel gıda geliştirmeye son derece uygun bir hammaddedir.

Çizelge 2.2. Taflandaki fenolik asitler (% kuru ağırlık) (Ayaz vd., 1997)

Fenolik Asit	Değer Aralığı
Vanilik	1,70-4,46
Protokateşuik	≤ 0,1-0,85
p-Hidroksibenzoik	≤ 0,1-0,69
Kafeik	≤ 0,1-0,37
p-Kumarik	≤ 0,1

2.1.2. Taflanın Antioksidatif Özellikleri

Serbest radikaller, kimyasal yapılarında bir veya birden fazla eşleşmemiş elektron barındıran, bu nedenle de kararlı bir yapıya ulaşmak için diğer moleküllerle hızla tepkimeye giren oldukça kararsız atom veya moleküllerdir. Moleküler ağırlıkları düşük ve yapıları küçük olduğu için hücre membranından herhangi bir engele takılmadan kolayca geçerek hücre içine sızabilmektedir (Gül, 2017). Serbest radikaller, vücudun normal yaşam döngüsü içindeki metabolik süreçlerin (solunum, sindirim gibi faaliyetler) doğal bir yan ürünü olarak sürekli üretilmektedir. Ancak bazı durumlarda bu üretim miktarında artış gözlemlenmektedir. Daha basit bir ifadeyle; serbest radikaller, vücutta sürekli bir eş arayan, eksik elektronları yüzünden saldırganlaşmış ve küçük yapıları sayesinde hücrelerin en derin yerlerine bile ulaşabilen kararsız parçacıklardır.

Canlı sistemlerde en sık karşılaşılan ve biyolojik süreçler üzerinde en belirleyici etkiye sahip serbest radikaller, temel kaynağını oksijenden almaktadır. Oksijenin çeşitli kimyasal aşamalarla indirgenmesi (elektron kazanması) neticesinde meydana gelen bu moleküller grubu, literatürde "Reaktif Oksijen Türleri (ROT)" olarak tanımlanmaktadır (Gül, 2017).

Vücudun sağlıklı işleyişi, serbest radikaller ile onlara karşı koyan antioksidanlar arasındaki hassas dengeye dayanmaktadır. Bu iki grup arasındaki dengenin bozulması ve serbest radikallerin baskın hale gelmesi, hücrelerde hasar yaratan oksidatif stres tablosunu ortaya çıkarmaktadır. Antioksidanlar hem hücre içinde hem de hücre dışı sıvılarda meydana gelen ve yıkıcı etkisi olan oksidasyon tepkimelerini yavaşlatarak veya durdurarak bir savunma mekanizması oluşturmaktadır (Batu, 2015). Antioksidanların yetersiz kaldığı ve radikallerin kontrolden çıktığı durumlarda; hücrenin yapı taşları olan DNA, proteinler, karbonhidratlar

ve yağlar (lipidler) yapısal olarak zarar görmekte ve bu moleküler bozulmalar zamanla doku hasarına, çeşitli dejeneratif hastalıkların (kanser, kalp-damar hastalıkları vb.) tetiklenmesine neden olmaktadır (Gül, 2017). Antioksidan kapasitesi yüksek olan taze meyve ve sebze tüketiminin, oksidatif stresin neden olduğu bu hastalıklara karşı vücuda doğal bir koruma sağladığını kanıtlanmıştır (Batu, 2015).

Fenolik bileşiklerin, vücuttaki istikrarsız serbest radikalleri nötralize etme yeteneğine sahip, son derece etkili doğal antioksidan kaynakları olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Özellikle üzüksü meyveler kategorisinde yer alan gıdalar, doğadaki en yoğun antioksidan depoları arasında gösterilmektedir (Batu, 2015). Üzümsü meyveler, yapısal olarak hem fenolik asitler hem de flavonoid türevleri açısından oldukça yüksek bir yoğunluğa sahiptir (Batu, 2015).

Oksidatif süreçler neticesinde şekillenen serbest radikallerin organizma üzerindeki tahrip edici etkileri, bilimsel literatürde geniş yer bulmaktadır. Kararsız yapıda olan bu radikaller, dengeye ulaşabilmek adına sağlıklı hücre yapılarına saldırarak zincirleme bir hasar süreci başlatmaktadırlar. Radikallerin hücrelerde yol açtığı hasar; erken yaşlanma belirtilerinin yanı sıra kanser, kardiyovasküler (kalp-damar) rahatsızlıklar, diyabet ve astım gibi kronik ve ciddi patolojilerin temel tetikleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Okçu vd., 2010). Söz konusu hastalıklar, sadece bireyin yaşam kalitesini düşürmekle kalmamakta, aynı zamanda sosyal güvenlik sistemleri ve kamu ekonomisi üzerinde de ciddi bir mali yük oluşturmaktadır. Hem hasta hem de toplum için psikolojik ve fiziksel açıdan oldukça yıpratıcı bir sürecin oluşmasına neden olmaktadır. Bu kronik sorunların önüne geçebilmek ve modern tedavi protokolleri geliştirebilmek amacıyla, günümüzde oksidatif hasarı minimize edecek yeni yöntemler ve terapötik stratejiler üzerine yoğun araştırmalar sürdürülmektedir (Vahapoğlu vd., 2018).

Bilimsel literatürde, antioksidan özellik sergileyen bileşenlerin, serbest radikallerin hücreler üzerindeki yıkıcı etkilerini minimize ettiği veya tamamen nötralize ettiği açıkça ortaya konulmuştur (Meral vd., 2012). Bu koruyucu etkinin kanıtlanması, bilim dünyasının ilgisini antioksidan potansiyeli yüksek olan besin kaynaklarına yöneltmiş ve bu alandaki araştırmaların ivme kazanmasını sağlamıştır (Meral vd., 2012). Bitkisel kaynaklarda yaygın

olarak bulunan fenolik bileşiklerin, sahip oldukları kimyasal yapı sayesinde çok güçlü bir antioksidan kapasite sunduğu bilinmektedir (Vahapoğlu vd., 2018). Taflan meyvesinin sergilediği yüksek antioksidan aktivitenin büyük bir kısmının, içeriğinde bulunan bu nitelikli fenolik bileşenlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Vahapoğlu vd., 2018).

2.1.3. Taflanın Sağlık Üzerine Etkisi

Taflan, sahip olduğu zengin biyokimyasal profil sayesinde geleneksel tıptan modern sanayiye kadar çok geniş bir yelpazede değerlendirilen çok fonksiyonlu bir meyvedir.

Taflanın diyabet (şeker hastalığı) yönetiminde oldukça etkili olduğu bilimsel olarak vurgulanmaktadır (İslam vd., 2020). Ayrıca, yüksek lif ve spesifik bileşen yapısı sayesinde tokluk hissi yaratarak kilo kontrolüne yardımcı olabileceği belirtilmektedir (İslam vd., 2020). Bitkinin meyve eti, doğrudan tüketiminin yanı sıra çeşitli gıda formülasyonlarında hammadde olarak kullanılmaktadır. Meyvenin çekirdekleri ve yaprakları ise ilaç sanayisi için kıymetli bileşenler barındırmaktadır. Özellikle yaprakları; diüretik ve antitümör özellikleri nedeniyle farmakolojik süreçlerde tercih edilmektedir (Türkmen, 2020, Okçu vd., 2010). Modern tıp araştırmalarında bu meyvenin, alzheimer ve parkinson gibi dejeneratif sinir sistemi hastalıklarının tedavisinde destekleyici bir rol oynayabileceği ifade edilmektedir (Türkmen, 2020).

Taflanın bileşenleri, vücudun farklı sistemlerindeki pek çok rahatsızlığın semptomlarını hafifletmek veya tedavi etmek amacıyla geleneksel ve tamamlayıcı yöntemlerde kullanılabilir. Öksürük, astım ve bronşit, egzama, cilt hastalıkları, ülser ve hemoroit, romatoid artrit ve kanser türlerinde tedavi ve önleyici etkisi çalışmalarda göstermektedir (Türkmen, 2020, Okçu vd., 2010).

Taflanın kullanımı sadece meyve etiyile sınırlı kalmayıp, çekirdeğinden suyuna kadar bitkinin her parçası farklı sağlık sorunlarına yönelik geleneksel yöntemlerde değerlendirilmektedir. Bitkinin çekirdekleri, meyvesiyle birlikte öğütülerek un kıvamına getirilmekte ve balla karıştırıldığında özellikle bronşit şikayetlerinin hafifletilmesinde geleneksel bir tedavi yöntemi olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Başar, 2019). Meyveden elde edilen taze suyun egzama gibi cilt rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılabileceği, zengin mineral içeriğiyle kemik yoğunluğunu destekleyip kas fonksiyonlarını düzenleyebileceği, ayrıca

sigara bırakma sürecine ve sakinleştirici etkisiyle uykusuzluk (insomnia) problemleriyle mücadelede yardımcı bir destek sağlayabileceği bildirilmiştir (Başar, 2019).

2.1.4. Fonksiyonel Gıda Olarak Taflan

Fonksiyonel gıda terimi, vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamadan ötesine geçerek, bireyin genel sağlık durumunu iyileştiren ve hastalık risklerini azaltmaya yardımcı olan gıdaları kapsamaktadır. Kaliteli ve uzun bir ömür sürmek, tüketilen besinlerin sadece doyurucu değil, aynı zamanda biyolojik olarak aktif ve besleyici olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle fonksiyonel gıdaların beslenmede önemli bir yeri bulunmaktadır. (Meral vd., 2012).

Gıdaların fonksiyonel nitelik kazanması ve sağlığı destekleyen güçlü ürünlere dönüşmesi için yapısında biyoaktif bileşenler, diyet lifleri, oligosakkaritler, probiyotikler ve prebiyotikler ayrıca vitaminler, sülfürlü bileşikler ve omega grubu gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığıyla mümkün olmaktadır (Meral vd., 2012). Bu tür kritik bileşenlerin gıda formülasyonlarına dahil edilmesiyle, klasik besin maddeleri insan sağlığı üzerinde koruyucu ve tedavi edici potansiyeli olan "fonksiyonel gıdalar" sınıfına yükseltilmektedir.

Taflan, barındırdığı zengin fenolik bileşenler ve yüksek antioksidan kapasitesi sayesinde, gıda endüstrisinde yenilikçi ürün formülasyonları için çok yönlü bir hammadde olma özelliği taşımakta ve bu biyokimyasal avantajı hem geleneksel hem de modern işleme tekniklerine dahil edilmesini sağlamaktadır (Vahapoğlu vd., 2018). Taflan; reçel, marmelat, konserve ve meyve suyu üretiminde temel bileşen olarak kullanıldığı gibi, bölge kültürüne has turşu yapımında ve alkollü içeceklerin aromalandırılmasında da değerlendirilmektedir (Vahapoğlu vd., 2018). Taflanın aromatik ve fonksiyonel özellikleri; alkollü/alkolsüz içeceklerden dondurulmuş tatlılara, şekerleme grubundan fırıncılık (pişmiş ürünler) mamullerine kadar oldukça geniş bir skalada uygulama alanı bulmaktadır (Vahapoğlu vd., 2018).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, taflanın biyolojik aktif bileşenlerini korumak amacıyla enkapsülasyon teknolojilerinden yararlanıldığı görülmektedir. Özellikle Bayrambaş (2016) tarafından yürütülen çalışmada, taflan polifenollerinin %0,1 ve %0,3 konsantrasyonlara sahip gam arabik çözeltileri kullanılarak iyonik jelasyon yöntemiyle kapsüllenmiştir. Normal

şartlarda yüksek sıcaklığa karşı son derece hassas olan fenolik bileşikler, enkapsülasyon işlemi sayesinde ısıya karşı dayanıklı bir yapıya kavuşturulmuş ve pişirme gibi ısı işlemlerin uygulandığı kek örneklerinde polifenollerin yapısal bütünlüğü korunmuş, bu sayede taflanın karakteristik antosiyaninlerinden biri olan prosiyanidin B2, kapsülleme sayesinde kek üretim süreci sonunda 74–246 mg/kg gibi önemli seviyelerde varlığını sürdürmüştür (Bayrambaş, 2016). Bu yöntemle, hassas antioksidan bileşenlerin üretim aşamasındaki kayıpları minimize edilmiş ve taflanın sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin son ürüne başarıyla aktarıldığı yeni bir fonksiyonel gıda tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Konak vd., (2015) tarafından yürütülen çalışmada, kurutulmuş taflanın fırıncılık mamulleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla kek ve kurabiye için yeni formülasyonlar test edilmiştir. Bu kapsamda, kabaca öğütülen taflan parçaları kek hamurlarına (%0, 10, 20 ve 40) ve kurabiye hamurlarına (%0, 5, 10 ve 20) oranlarında dahil edilmiştir. Üretilen örnekler; yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla tekstür ve renk, sağlık üzerindeki etkilerini ölçmek amacıyla toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi, tüketici beğenisini ölçmek amacıyla ise duyu analizi yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Araştırmada taflan kullanım oranındaki artışa paralel olarak, ürünlerin hem antioksidan potansiyelinde hem de tüm renk değerlerinde (L^* , a^* , b^*) yükseliş saptanmıştır (Konak vd., 2015). Taflan miktarı arttıkça kek örneklerinde sertleşme eğilimi görülürken, kurabiyelerde tam tersi bir yumuşama gerçekleşmiştir.

2.2. Taflan ile Yapılan Çalışmalar

Kılmanoğlu (2010) tarafından yapılan çalışmada, halk arasında şifalı olarak bilinen kıvılcık ve taflan meyvelerinin fenolik profili ile bu bileşenlerin tehlikeli gıda patojenleri (*E. coli* O157:H7 ve *S. Enteritidis*) üzerindeki antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, taflanın toplam fenolik içeriğinin (1124 mg/100g) kıvılcığa (412 mg/100g) göre belirgin şekilde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak toplam fenolik madde miktarı taflanda daha fazla olmasına rağmen, kıvılcık ve ekstraktlarının patojen bakterileri inhibe etme potansiyelinin taflandan daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Her iki meyvenin de Gram-negatif patojenler üzerinde baskılayıcı bir güce sahip olduğu belirlenmiş, ancak bu etkinin bakterileri tamamen öldürmekten (bakterisidal) ziyade, gelişimlerini durduran

(bakteriyostatik) bir nitelikte olduğu saptanmıştır. Özetle kızılıçık ve taflan, içerdikleri güçlü fenolik bileşikler sayesinde gıda patojenlerine karşı doğal bir koruyucu bariyer oluşturma potansiyeline sahiptir.

Özbey (2009) çalışmasında, Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak yetişen taflan (*Laurocerasus officinalis*) meyvesinin zengin polifenol profilini ve bu meyveden üretilen nektarların depolama sürecindeki değişimlerini incelemiştir. Taflan kimyasal haritası çıkarıldığında; epikateşin, klorojenik asit ve kuersetin gibi önemli flavonoidlerin yanı sıra, meyveye rengini veren siyanidin bazlı antosiyaninler saptanmış ve meyvelerin toplam fenolik madde içeriği 84-412 mg/100g arasında değişirken, antioksidan kapasitesinin (ORAC değeri) oldukça yüksek olduğu çalışmada belirlenmiştir. Özellikle meyvenin aseton ve etanol özütlerinin, standart bir antioksidan olan trolokstan dört kat daha etkili olduğu kanıtlanmıştır. Meyvedeki karmaşık yapıdaki proantosiyaniidlerin tanımlanması için jel permeasyon kromatografisi (GPC) ile ön ayırma yapılmış, ardından HPLC-MS/MS gibi ileri kromatografik ve kütle spektrometrik yöntemlerle bileşiklerin detaylı dökümü yapılmıştır. Taflan nektarı üretimi sırasında uygulanan pastörizasyon işlemi, antioksidan aktivitede bir miktar azalmaya yol açmıştır. Ancak oldukça dikkat çekici bir bulgu olarak; 6 aylık depolama süresi sonunda nektarların fenolik madde içeriği stabil kalırken, antioksidan aktivitelerinin yaklaşık iki kat arttığı saptanmış ve bu durum, depolama sırasında bileşiklerin daha etkin formlara dönüştüğünü göstermiştir. Çalışma sonucunda taflan, yüksek antioksidan potansiyeli ve işleme sürecinde artan biyolojik aktivitesi ile hem taze tüketim hem de endüstriyel içecek üretimi için stratejik öneme sahip fonksiyonel bir meyve olduğu kanısına varılmıştır.

Ergüney (2013) çalışmasında, Karadeniz Bölgesi'nin karakteristik meyvesi olan taflanın dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemiyle toz haline getirilmesi aşamasında yaşanan teknik sorunlara çözüm aramıştır. Taflan, yüksek şeker içeriği nedeniyle kurutma işlemi sırasında yapışkanlık, topaklanma ve keklenme gibi üretim kısıtlamalarına yol açmaktadır. Bu engelleri aşmak amacıyla püre haline getirilen meyveye; doku düzenleyici ve nem tutucu olarak maltodekstrin (DE5 ve DE47) ile topaklanmayı önleyici trikalsiyum fosfat eklenerek çalışma yürütülmüştür. Katkı maddesi kullanımı, tozun nem oranını ve

su aktivitesini düşürerek mikrobiyolojik dayanıklılığı artırmış, özellikle maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın bir arada kullanıldığı kombinasyonlar çalışmada en stabil sonuçları vermiştir. Katkılar sayesinde meyve tozunun havadaki nemi çekme eğilimi (higroskopi) ve keklenme riski azalırken, su içerisinde çözünme ve dağılabilirlik kabiliyeti önemli ölçüde iyileşmiştir. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizleri, kullanılan yardımcı maddelerin camsı geçiş sıcaklığını (T_g) yükselttiğini göstermiş ve bu durum, tozun oda sıcaklığında yapışmadan daha uzun süre korunabileceğini kanıtlamıştır. Katkı maddeleri ürünün parlaklığını (L^*) artırmış ve renk profilinde karakteristik değişimlere neden olmuştur. Taflanın endüstriyel bir gıda bileşeni (ara ürün) olarak değerlendirilebilmesi için maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın eş zamanlı kullanımı, en ideal fiziksel ve kimyasal özellikleri sağlayan yöntem olarak çalışmada saptanmıştır.

Batu (2015) çalışmasında, iki farklı taflan türünün geleneksel reçel ve marmelata işlenme sürecini ve pişirme aşamalarının ürünün kimyasal, duyuşal ve reolojik yapısı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Ürünler %72 briks değerine ulaşana kadar pişirilmiş, bu süreçte toplam kuru madde miktarlarında doğal bir artış, su aktivitesi değerlerinde ise mikrobiyolojik dayanıklılığı artıran bir düşüş (0,754-0,81) gözlemlenmiş ve pH değerleri ise 6,60 ile 5,07 arasında dengelendiği belirlenmiştir. Pişirme işlemiyle birlikte Toplam Fenolik Madde (TFM) miktarında ve buna paralel olarak DPPH radikali temizleme aktivitesinde (%88'e varan oranlarda) belirgin bir yükseliş saptanmıştır. Ürünlerde yüksek oranda vanilin ve klorojenik asit tespit edilirken; epikateşin ve p-kumarik asit miktarlarının meyve türüne göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Isıl işlemin bir yan ürünü olan HMF miktarında, özellikle reçellerde daha belirgin olmak üzere ciddi bir artış kaydedilmiş ve pişirme süresi uzadıkça ürünlerin kıvam indeksi (K) artmış, akış davranış indeksi (n) ise azalmış, bu durum ürünlerin sürülebilir ve yoğun bir tekstür kazandığını göstermiştir. Meyve türüne bağlı olarak renk değerlerinde (L^* , a^* , b^*) farklılaşmalar saptanmış; ısıl işlem taflanının karakteristik rengini modifiye ettiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, taflanın reçel ve marmelata işlenmesi, meyvenin antioksidan potansiyelini ve fenolik içeriğini konsantre ederek besleyici değeri yüksek, stabil ve duyuşal açıdan kabul edilebilir fonksiyonel ürünler ortaya koymuştur.

Türkyılmaz (2017) çalışmasını, Türkiye florasında doğal olarak yetişen yedi farklı

yabani meyve türünün (çakal eriği, kızılıcık, taflan, hanım tuzluğu, kara kuşburnu, karaca erik ve yaban mersini) sağlık üzerindeki olumlu etkileriyle bilinen ursolik ve oleanolik asit (pentasiklik triterpenoidler) kapasitelerini ölçmek amacıyla yürütmüştür. Taflan örneklerinin fonksiyonel ve biyoaktif karakteristikleri incelendiğinde; toplam fenolik madde içeriğinin 747,22-2244,44 mg/kg (ortalama 1404,33 mg/kg), toplam antosiyanin yükünün 65,46-252,15 mg/kg (ortalama 131,25 mg/kg) ve askorbik asit (C vitamini) içeriğinin 12,17-52,01 mg/kg (ortalama 36,90 mg/kg) arasında dağılım sergilediği tespit etmiştir. Taflan örneklerinin ursolik asit içeriği 10,65-66,72 mg/kg (ortalama 23,20 mg/kg) arasında ölçülürken, oleanolik asit içeriğinin ise 1,29-77,21 mg/kg (ortalama 16,05 mg/kg) sınırları arasında olduğunu saptanmıştır.

Gül (2017) çalışmasında, Samsun yöresinden toplanan taflan meyvelerinin sıcak hava ile kurutulması sırasında ortaya çıkan fiziksel ve biyokimyasal değişimleri incelemiş, en ideal kurutma parametrelerini saptamıştır. Kurutma denemeleri dört farklı sıcaklık (50, 60, 70 ve 80 °C) ve üç farklı hava akış hızı (0,5, 1,0 ve 1,5 m/s) kombinasyonunda yürütülmüştür. Meyvelerin nem kaybı verileri incelendiğinde, taflanın kurutma karakteristiğine en sadık matematiksel modelin Midilli vd. modeli olduğu ileri sürülmüştür. Taze meyve rengine en yakın sonuçlar ile en az hacimsel küçülme (büzüşme), 70 °C ve 0,5 m/s hava hızında elde edilmiş ve kurutulmuş meyvenin tekrar su alma (rehidrasyon) yeteneğinin en yüksek olduğu seviye 80 °C ve 0,5 m/s olarak çalışmada saptanmıştır. Ayrıca en yüksek antioksidan aktivite değerlerine 80 °C'deki işlemlerde ulaşılmış ve ısıya hassas bir bileşen olan askorbik asit (C vitamini), en büyük kaybını (%70) 60 °C ve düşük hava hızında verdiği çalışmada belirlenmiştir. Toplam fenolik madde, antosiyanin ve FRAP değerleri gibi besinsel unsurların en düşük seviyelerde kaldığı sıcaklık genel olarak 50 °C olmuştur. Bu durum, düşük sıcaklıktaki uzun kuruma sürelerinin biyoaktif bileşenler üzerinde olumsuz etki yaratabildiğini göstermiştir. Fiziksel kalite (renk, büzüşme) ve kimyasal korunumu bir arada değerlendiren analizler sonucunda, taflan meyvesi için en optimize kurutma koşulu 70 °C sıcaklık ve 0,5 m/s hava hızı olarak çalışma sonucunda tayin edilmiştir.

Yavuz (2018) araştırmasında, taflan meyvesinin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak amacıyla üç farklı yenilebilir kaplama maddesinin (kazeinat, Semperfresh™ ve

lesitin) etkinliğini 15 günlük depolama sürecinde incelemiştir. Şeker dengesi (toplam/indirgen şeker ve sakaroz), pH stabilitesi ve titrasyon asitliği gibi iç kalite parametrelerini korumada en başarılı sonuçlar Semperfresh™ kaplamasından elde edildiği belirlenmiştir. Depolama sırasında meyvenin su kaybını engelleyerek ağırlık kaybını en aza indiren (%6,77) kaplama maddesinin lesitin olduğu belirlenmiş; bakteri, maya ve küf gelişimini sınırlayarak meyveyi mikrobiyolojik açıdan en güvenli ve temiz seviyede (3,44 log kob/g) tutan kaplamanın kazeinat olduğu çalışmada saptanmıştır. Meyvenin doğal fenolik içeriğini ve radikal temizleme gücünü (ABTS ve DPPH) en yüksek seviyede muhafaza eden uygulama yine Semperfresh™ olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tek bir kaplama tüm alanlarda en iyisi olmasa da Semperfresh™ biyoaktif bileşenleri ve şeker dengesini korumada, lesitin fiziksel kayıpları önlemede, kazeinat ise bozulmaya neden olan mikroorganizmalarla mücadelede en etkili seçenekler olarak öne çıkmıştır.

Yılmaz (2020) çalışmasında, Karadeniz Bölgesine özgü taflan meyvesinden pektin elde etmek amacıyla uygulanan asit ve enzim temelli ekstraksiyon yöntemlerinin verim ve ürün kalitesi üzerindeki etkilerini kıyaslamıştır. Selülaz enzimi kullanılarak yapılan ekstraksiyon, asit yöntemine göre belirgin bir üstünlük sağlayarak %24,05 oranında en yüksek verimi vermiş, asit temelli yöntemde ise verim %11,6 ile %16,5 arasında kaldığı belirlenmiştir. Enzim konsantrasyonu arttıkça verimin doğrusal olarak arttığı saptanırken; asit türü (sülfürik veya sitrik asit) veya seyreltme oranlarının verim üzerinde istatistiksel bir fark yaratmadığı görülmüştür. Sülfürik asit kullanımıyla yüksek metoksilli pektin elde edilirken; sitrik asit ve enzim uygulamaları sonucunda düşük metoksilli pektinlerin oluştuğu belirlenmiştir. Elde edilen tüm ürünlerin spektrum analizleri, ticari pektinle uyumlu bulunmuş ve karakteristik pektin yapısını doğruladığı sonucuna varılmıştır. Asit yöntemiyle elde edilen pektinlerin sulu çözeltileri, enzimle elde edilenlere kıyasla daha yüksek viskozite (akışkanlığa karşı direnç) sergilemiştir. Hammadde olarak kullanılan taflan tozunun güçlü bir antioksidan profile (5,99 mg GAE/g toplam fenol) sahip olduğu da çalışma kapsamında kaydedilmiştir. Taflandan pektin üretiminde enzim temelli yöntem miktar (verim) açısından daha başarılıyken, asit temelli yöntem daha yoğun kıvamlı (yüksek viskoziteli) ürünler sunmaktadır.

Türkmen (2020) çalışmasında; taflan meyvesinin kurutulmasında üç farklı yöntemin (Sıcak hava-HAD, Ultrases destekli vakum-USV ve Dondurarak kurutma-FD) ürün kalitesi ve besin değeri üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Ultrases destekli vakum (USV) yöntemi, geleneksel sıcak hava (HAD) yöntemine göre kuruma süresini yaklaşık yarı yarıya kısaltmıştır. Dondurarak kurutma (FD), meyvenin fenolik madde, flavonoid ve antosiyanin içeriğini en yüksek seviyede koruyan yöntem olduğu belirlenmiştir. Sıcak hava ve vakum yöntemlerinde, sıcaklık arttıkça (50°C'den 70°C'ye) biyoaktif madde kaybının azaldığı ve korunma oranının arttığı gözlemlenmiştir. Taflanın ana fenolik bileşiği olarak klorojenik asit saptanmış ve miktarı seçilen kurutma metoduna göre değişkenlik göstermiş ve SEM (taramalı elektron mikroskobu) analizleri, sıcak hava ile kurutulan örneklerin dokusunda ciddi büzölmeler olduğunu; USV ve FD yöntemlerinin ise meyve yapısını daha iyi koruduğunu göstermiştir. USV yöntemi, HAD yöntemine göre daha az renk değişimi ve daha başarılı rehidrasyon (su alma) oranları sergilemiştir. Sonuç olarak araştırma, taflan meyvesinin endüstriyel kurutma işlemlerinde USV yönteminin hem süreyi kısaltması hem de yüksek biyolojik değeri koruması nedeniyle geleneksel yöntemlere kıyasla üstün bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur.

Saydam (2022) çalışmasında; sağlık açısından değerli bir yerel ürün olan taflan pekmezinin farklı oranlarda (%0, %4, %8, %12, %16) ilave edilmesiyle üretilen meyveli yoğurtların 21 günlük karakteristik değişimlerini incelemiştir. Pekmez ilavesi, yoğurtların kuru madde, kül ve mineral madde içeriğini belirgin şekilde artırmış, artan pekmez konsantrasyonuyla birlikte yoğurtların su tutma kapasitesi artmış, buna paralel olarak istenmeyen bir özellik olan serum ayrılması azalmış olduğu tespit edilmiştir. Pekmez oranı arttıkça yoğurdun pıhtı sıkılığı azalmış, rengi kahverengiye dönmüş olduğu gözlenmiştir. Duyusal değerlendirmelere göre tüketiciler tarafından en çok %4 pekmez içeren (A örneği) yoğurt beğenilmiştir. Depolama boyunca toplam asitlik artarken pH ve tekstür değerleri değişkenlik göstermiş; ancak ürünlerin 21 gün süresince stabil kaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; taflan pekmezi, özellikle %4 gibi düşük oranlarda kullanıldığında, yoğurdun hem besleyici değerini hem de teknolojik özelliklerini iyileştiren, tüketici beğenisi yüksek, fonksiyonel bir meyveli yoğurt alternatifi sunmaktadır.

Konal (2024) çalışmasında, Giresun ilinde geleneksel yöntemlerle üretilen üzüm, taflan, dut ve armut pekmezlerinin fizikokimyasal yapısını ve kalite parametrelerini belirlemek amacıyla yürütmüştür. Pekmezin geleneksel bir koruma yöntemi olduğu vurgulanan çalışmada; ürünlerin kalitesini belirleyen HMF (hidroksimetilfurfural), asitlik, renk, şeker bileşimi ve mineral içeriği gibi kriterler analiz edilmiş, ayrıca, FTIR spektroskopisi kullanılarak pekmezlerin yapısal benzerlikleri ve olası tağşiş (hile) riskleri değerlendirilmiştir. Çalışmada incelenen pekmezlerin toplam antioksidan kapasitesinin ve fenolik içeriğinin yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle flavonoid maddeler açısından 67,50 ile 2632,50 mg/100 g gibi geniş ve zengin bir aralık tespit edilmiştir. Numunelerin HMF değerlerinde çok büyük farklılıklar (5,97-1827,76 mg/kg) saptanmıştır. Bazı örneklerdeki çok yüksek HMF seviyeleri ve yüksek esmerleşme düzeyleri, geleneksel üretimdeki aşırı ısı işlem uygulamalarına işaret etmektedir. FTIR spektrum sonuçları, farklı meyvelerden üretilseler bile geleneksel pekmezlerin benzer moleküler parmak izlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak; Giresun yöresine ait pekmezler yüksek besin değeri ve antioksidan potansiyeline sahip olmakla birlikte; üretim sürecindeki kontrolsüz ısı uygulamalarının (yüksek HMF ve esmerleşme) ürün kalitesi üzerinde belirleyici bir risk faktörü olduğu saptanmıştır.

Ayaz vd. (1997) çalışmasında; farklı taflan çeşitlerini (Oxygemmis, Globigemmis, Angustifolia) ve yabani formlar üzerindeki fitokimyasal bileşenleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. GC-MS analizleri sonucunda meyvelerde benzoik asit türevleri (vanillik, protokatekik, p-hidroksibenzoik) ve sinamik asit türevleri (kafeik, p-kumarik) saptanmıştır. Tüm varyetelerde en yüksek oranda bulunan ve baskın olan fenolik bileşenin vanillik asit olduğu belirlenmiştir. Meyvelerin yağ asidi içeriği incelendiğinde; palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitler tespit edilmiştir. Tüm örneklerde linoleik asidin temel (baskın) yağ asidi olduğu görülmüştür. İncelenen tüm fenolik ve yağ asidi miktarlarının, meyve çeşitlerine göre istatistiksel olarak belirgin farklılıklar sergilediği ortaya koyulmuştur. Taflan çeşitleri, fenolik asitler ve doymamış yağ asitleri bakımından zengin bir kaynak olup, bu bileşenlerin dağılımı çeşide bağlı olarak önemli değişimler gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Başar (2019), çalışmasında, kiraz ve fındık çeşidi taflan meyvelerinin pekmeze işlenme sürecini ve bu pekmezlerin farklı sıcaklıklar (50-60-70 °C) ile sürelerde (6-168

saat) depolanması sırasında meydana gelen fitokimyasal değişimleri incelemiştir. Taflan meyveleri pekmeze dönüştürüldüğünde suda çözünür kuru madde (%68) ve toplam fenolik madde miktarlarında (4273-5359 mg GAE/100 g) belirgin bir artış yaşanmış, ancak meyvedeki yüksek antosiyanin değerleri, ısıtma işlem ve işleme süreciyle birlikte pekmezde önemli ölçüde azalma görülmüştür. Depolama süresi ve sıcaklık arttıkça pekmezlerin kimyasal stabilitesinde; HMF (ısıtma işlem göstergesi), titrasyon asitliği ve esmerleşme düzeyi yükselme; pH, viskozite, C vitamini, toplam fenolik madde, antosiyanin ve antioksidan aktivite seviyelerinde düşüş gözlemlenmiştir. Çeşit, sıcaklık ve süre etkileşiminin özellikle pH, asitlik, HMF ve antosiyanin miktarları üzerinde kritik düzeyde ($p < 0,01$) etkili olduğu çalışmada belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, pekmezdeki bileşen değişimleri ile sıcaklık/süre ilişkisini açıklayan üç boyutlu polinom ve paraboloid regresyon eşitlikleri elde edilmiştir. Özellikle toplam fenolik madde (%94,73) ve antosiyanin (%90,40) miktarlarına ait eşitliklerin yüksek güvenilirlik (R^2) sergilediği ve kinetik hesaplamalarda optimum koşulları belirlemek için kullanılabileceği kanıtlanmıştır. Çalışma sonucunda; taflan pekmezinin kalitesini korumak için depolama sıcaklığının ve süresinin kontrol altında tutulması gerektiği, elde edilen matematiksel modellerle bilimsel olarak ortaya konulmuştur.

Bayrambaş (2016) çalışmasında; taflan meyvesinden elde edilen güçlü polifenollerin iyonik jelasyon yöntemiyle enkapsüle edilerek fırıncılık ürünlerinde (kek) kullanımını ve ısıya karşı korunmasını konu almaktadır. Çalışmanın başlangıcında taflanın zengin bir fenolik ve mineral profiline sahip olduğu, özellikle klorojenik asit ve prosiyanidin B2 bakımından çok yüksek değerler sergilediği saptanmıştır. Yanıt yüzey metodu ile yapılan optimizasyon sonucunda, en verimli polifenol ekstraksiyonu için %100 çözücü konsantrasyonu, 65°C sıcaklık ve 40 dakikalık süre ideal parametreler olarak belirlenmiştir. Ekstrakte edilen polifenoller, kaplayıcı materyal olarak gam arabik kullanılarak iyonik jelasyon yöntemiyle hapsedilmiş ve bu işlem, meyvedeki değerli bileşenlerin dış etkenlerden korunmasını ve gıda sistemlerine stabilize edilmesi amaçlanmıştır. Enkapsüle edilen bu bileşenler kek hamuruna ilave edilmiştir. Normal şartlarda pişirme ıssına karşı oldukça hassas olan polifenollerin, enkapsülasyon sayesinde korunduğu kanıtlanmıştır. Klorojenik asit içeriği, pişirme sonrasında dahi son üründe yüksek oranda (mg/kg) muhafaza edilmiş, prosiyanidin B2 gibi hassas antosiyaninlerin de son üründe önemli seviyelerde (mg/kg) kalması

sağlanmıştır. Sonuç olarak çalışmada, taflan polifenollerinin enkapsüle edilerek yüksek sıcaklık içeren gıda işlemlerinde dahi biyolojik aktivitesini yitirmeden kullanılabilceğini göstermiştir. Bu yöntemle, besleyici değeri artırılmış ve antioksidan kapasitesi yüksek yeni bir fonksiyonel ürün geliştirilmiştir.

2.3. Meyveli Probiyotik Yoğurt Konusunda Yapılan Çalışmalar

Dal (2016) çalışmasında, taze ve kurutulmuş Trabzon hurması (%15 oranında) kullanılarak, meyve ile sütün karıştırıldığı (miks) ve karıştırılmadığı (sundae tipi) beş farklı yoğurt varyasyonu üretilmiş ve hazırlanan numuneler; fizikokimyasal bileşimleri, yapısal stabiliteleri ve mikrobiyolojik özellikleri (probiyotik canlılık) açısından kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Araştırma verileri ve duyu beklentiler bir arada değerlendirildiğinde hem mikrobiyolojik kalitesini koruması hem de tüketici beğenisine uygunluğu açısından, şeker ilaveli ve taze meyve içeren miks edilmemiş (sundae tipi) yoğurdun en başarılı formülasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Yıldırım (2016) çalışmasını; kefir, yoğurt ve probiyotik yoğurt tüketiminin prehipertansiyon ve evre-1 hipertansiyonlu bireylerdeki kan basıncı (KB), biyokimyasal veriler ve lipid profili üzerindeki terapötik etkilerini analiz etmek amacıyla yürütmüştür. Çalışmasında toplam 75 gönüllü katılımcı üç farklı beslenme grubuna ayrılarak takip edilmiş ve ofis ölçümlerinde en belirgin düşüş kefir grubunda (Sistolik: -10 mmHg, Diyastolik: -5,6 mmHg) saptanmış, bunu probiyotik yoğurt (Sistolik: -7,2 mmHg, Diyastolik: -4,6 mmHg) takip etmiştir. Kefir grubunun sistolik değerlerdeki düşüş anlamlı olduğu teyit edilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt tüketiminin, serum kolesterol ve trigliserit seviyelerinde (sırasıyla -15 mg/dl ve -32,9 mg/dl) istatistiksel açıdan anlamlı bir azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Araştırma verileri; düzenli fermente süt ürünü tüketiminin, özellikle kefir ve probiyotik yoğurdun, kan basıncını dengelemede ve lipid parametrelerini iyileştirmede etkili bir diyet stratejisi olabileceğini ortaya koymaktadır.

Karabulut Dirican (2017), fonksiyonel gıda çeşitliliğini artırmak amacıyla, farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) çam balı ilavesinin probiyotik yoğurtların kalite karakteristikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için çalışmasını yürütmüş ve üretilen numuneler 21 günlük depolama süreci boyunca fizikokimyasal ve mikrobiyolojik açılardan izlemiş, ayrıca

depolamanın 7. gününde duyuşal profil analizi gerçekleştirilmiştir. Bal ilavesi ve depolama süresine bağılı olarak asidite gelişimi (titrasyon asitliği) artış göstermiş, buna paralel olarak pH değerlerinde düşüş kaydedilmiştir. Yapısal açıdan ise serum ayrılması ve su tutma kapasitesi değerlerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Yoğurt kültürleri (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*) ve probiyotik bakteri (*L. acidophilus*) popülasyonlarının depolamanın orta safhalarında bir gerileme yaşadığı, ancak raf ömrünün sonuna doğru yeniden bir artış eğilimine girdiği saptanmış, duyuşal değerlendirmelerde, %2 bal içeriğine sahip probiyotik yoğurtlar en yüksek beğeni skorlarını almıştır.

Baran (2018) çalışmasını, laktik asit bakterilerinin (LAB) ve bu bakterilerle hazırlanan yoğurtların, sağlığa zararlı ağır metalleri (kurşun ve kadmiyum) temizleme (biyosorpsiyon) yeteneğini üç aşamada incelemiştir ve bakteri performanslarını belirlenmesi üzerine yürütmüştür. Yedi farklı ticari LAB kültürü üzerinde yapılan testlerde, bakterilerin ağır metalleri bağlama kapasitesine etki eden en kritik faktörün pH olduğu saptanmıştır. Bakterilerin bağlanma işleminin büyük oranda ilk 5–30 dakika içinde, hızlıca gerçekleştiği görülmüştür. Ortamda iki metal de olduğunda bakterilerin kurşunu (Pb) bağlamaya daha meyilli olduğu, özellikle probiyotik özellikli suşların (örneğin *L. acidophilus* NCFM) daha yüksek bağlama kapasitesine sahip olduğu hesaplanmıştır. İyi performans gösteren suşlarla hazırlanan yoğurtlar incelendiğinde, yoğurdun kendi bileşenlerinin de ağır metalleri bağlamada bakterilere destek olduğu ve toplam temizleme kapasitesini artırdığı tespit edilmiş ve insan sindirimini taklit eden *in vitro* model sisteminde yapılan denemeler sonucunda; probiyotik yoğurtların, gıdalarla alınan ağır metallerin vücut tarafından emilmesini (biyoerişilebilirliğini) azaltma konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu kanıtlanmıştır.

Elaltunkara (2018) çalışmasında, nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun probiyotik yoğurtlar üzerindeki prebiyotik potansiyelini ve ürünün kalite karakteristiklerine etkisini incelemeyi amaçlamış ve çalışma kapsamında dört farklı probiyotik yoğurt formülasyonu (Kontrol, %2 İnülin, %1 Nar Kabuğu Tozu ve %1 Nar Çekirdeği Tozu) hazırlanmış ve 20 günlük depolama süreci boyunca analizlerini yürütmüştür. Prebiyotik etkisi literatürde kabul görmüş olan inülin, nar türevi katkıların performansını kıyaslamak amacıyla kontrol grubu

olarak sisteme dahil edilmiştir. Titrasyon asitliği, viskozite ve serum ayrılması gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra; tat, koku, yapı ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal parametreler üzerinde önemli ($p<0,05$) değişimler gözlenmiş olup ayrıca probiyotik bakterileri olan *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium lactis* (BB-12) sayıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Mikrobiyolojik veriler değerlendirildiğinde; nar kabuğu ve çekirdeği tozunun probiyotik bakterileri destekleme (prebiyotik) kapasitesine sahip olduğu görülse de bu etkinin standart prebiyotik olan inülinin gerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Çalışkan (2021) çalışmasında, standart yoğurt kültürlerine ek olarak probiyotik bakteri ve farklı oranlarda (%0, %1, %3) iğde unu kullanılarak 6 farklı yoğurt çeşidi üretmiş ve örnekler, 21 günlük depolama süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan analiz etmiştir. İğde unu ilavesi, yoğurtların kuru madde, kül ve protein içeriklerini genel olarak artırdığı, depolama boyunca asitlik (titrasyon asitliği) artarken, pH değerlerinde düşüş gözlenmiş; viskozite ve pıhtı stabilitesi (serum ayrılması) ise değişkenlik gösterdiği sonucu elde edilmiştir. En yüksek *L. acidophilus* sayısına, depolamanın ilk haftasında iğde unu içeren (%1 ve %3) örneklerde ulaşılmıştır (8,54 log kob/g). Duyusal analizde, kontrol grubu en yüksek genel kabul puanını alırken, iğde unlu varyasyonlar da tüketilebilir sınırlar içinde kalmıştır. Besinsel zenginlik, probiyotik canlılık ve tüketici beğenisi bir arada değerlendirildiğinde; %1 iğde unu ve *L. acidophilus* içeren formülasyonun, 14 günlük raf ömrü boyunca hem fonksiyonel hem de lezzetli bir ürün olarak üretilmesi önerilmiştir.

Özdemir (2021) araştırmasında, stevia (kalorisiz tatlandırıcı) ve kırmızı pancar (biyoaktif bileşen kaynağı) ilavesiyle hazırlanan, şeker oranı azaltılmış probiyotik yoğurtların fonksiyonel ve yapısal kalitesini incelemiştir. Üretim aşamasında *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* probiyotik kültürleri kullanmış ve 28 günlük depolama periyodunda ürünlere mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve tekstürel, fonksiyonel kapasite ve duyuşal analizler yapılmıştır. Stevia ve kırmızı pancarın içeriğindeki bileşenlerin prebiyotik etkisi sayesinde, probiyotik bakterilerin raf ömrü boyunca $>8 \log_{10}$ kob/g seviyesinde (biyoterapötik eşiğin üzerinde) canlı kaldığı saptanmıştır. Pancar ve stevia ilavesi, yoğurdun antioksidan gücünü ve fenolik madde miktarını artırırken, yoğurt jelinin fiziksel direncini ve

tekstürel kalitesini de olumlu yönde etkilemiştir. Renk ve tat profili depolama süresince daha çok beğenilmiş; tüm numuneler genel kabul edilebilirlik açısından yüksek puanlar almıştır. Doğal tatlandırıcı stevia ve renklendirici özelliğe sahip kırmızı pancarın birlikte kullanımı, probiyotik bakterilerle pozitif sinerji oluşturmakta olduğu, bu formülasyon ile düşük kalorili ve yüksek fonksiyonel değere sahip terapötik süt ürünleri için güçlü bir alternatif model olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayaz (2021), *Lactobacillus acidophilus* LA-5, ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12®ilaveli probiyotik yoğurtlara cam balı ilavesinin probiyotik canlılığa etkileri ile probiyotik yoğurtların bazı özelliklerine etkileri üzerine çalışmasını yürütmüştür. Çalışmasında üç grup halinde yoğurt üretmiş, her grup yoğurt üretiminde kültürü + *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve yoğurt kültürü + *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 kültürleri ile inoküle edilerek hazırlanmış ve birinci grup yoğurtta çam balı ilave edilmezken diğer gruplara çam bal (%5, %3, %7) ilave edilerek hazırlanmış olup +4°C’de 21 gün depolanmıştır. Depolama sonunda en düşük pH değerleri; bal ilaveli *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 kültürünün kullanıldığı örneklerde, en yüksek su tutma kapasitesi değerlerinin ikinci grubu örneklerde ve en yüksek serum ayrılması değerlerinin ise üçüncü grup örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Genel beğeni düzeyini bal ilavesi etkilemezken probiyotik kültür kullanımı beğeni yüzeyini düşürdüğü belirlenmiştir. Bal ilavesinin *Lactobacillus acidophilus* LA-5 canlılığını önemli düzeyde etkilemediği ancak %7 bal ilavesinin *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB 12 canlılığını istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı çalışmada tespit edilmiştir.

Şimşek (2022), gıda atıklarını (soğan kabuğu ve ayva çekirdeği) ekonomiye kazandırarak çevreci bir yaklaşım sergilemeyi ve besleyici değeri yüksek, hibrit bir süt ürünü geliştirmeyi hedefleyen bir çalışmadır. Araştırmada; pastörize süt baz alınarak *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ile zenginleştirilmiş, içeriğine dana kemik suyu, dondurularak kurutulmuş (liyofilize) ıspanak tozu, soğan kabuğu ekstraktı ve ayva çekirdeği jeli eklenen süzme probiyotik yoğurtlar üretilmiş ve ürünler 28 günlük bir depolama sürecinde mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal testlere tabi tutulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, ıspanak tozunun ürünün sertlik ve viskozite değerlerini artırarak yapısal bütünlüğü koruduğu,

aynı zamanda mikrobiyal yükü sınırlayarak raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir. Örneklerin başlangıç probiyotik bakteri yükü 7,67-7,77 log kob/g seviyelerinde saptanmış ve depolama süresince doğal bir azalma görülse de ürünlerin fonksiyonelliğini koruduğu sonucuna ulaşılmıştır. Depolama boyunca pH değerleri 3,85-4,04 arasında dengelenmiş; renk analizlerinde (L^* , a^* , b^*) parlaklık ve renk yoğunluğu stabil seyretmiş, duyu analizler neticesinde 2 ve 5 numaralı formülasyonlar, panelistler tarafından lezzet ve kıvam açısından en çok tercih edilen örnekler olmuştur. Çalışma ışığı altında, doğal ve fonksiyonel bileşenlerin bir arada kullanımının yoğurdun hem mikrobiyolojik kalitesini hem de fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini kanıtlamıştır. Bu formülasyon, hem çevre dostu bir üretim modeli sunmakta hem de bağışıklığı destekleyen zengin bir gıda alternatifi oluşturduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Güneş (2022) araştırmasında, brokoli ve ıspanak pürelerinin probiyotik yoğurtların (stirred tip) kalite karakteristikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. *L. acidophilus* ve *B. lactis* kullanılarak üretilen yoğurtlar, 14 günlük (+4°C) depolama süresince analizlere tabi tutulmuştur. Sebze ilavesi; ürünlerin protein, yağ, kuru madde, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Brokoli ve ıspanağın, probiyotik bakterilerin gelişimini destekleyen prebiyotik bir işlev gördüğü saptanmış ve brokoli ilavesi yoğurdun serum ayrılmasını azaltarak yapısal stabiliteye katkı sağladığı ancak ıspanakta bu etki gözlenmediği çalışmada tespit edilmiştir. Sebze takviyesinin yoğurtların biyoaktif bileşenlerini zenginleştirdiği ve fonksiyonel gıda endüstrisi için uygun bir model oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Çubukçu (2022) çalışmada, pıhtısı kırılmış (stirred tip) probiyotik yoğurtlarda Psyllium husk (karnıyarık otu tohum kabuğu tozu) kullanımının hem yağ ikamesi hem de prebiyotik bir bileşen olarak etkinliği incelenmiştir. Farklı yağ oranlarına sahip yedi ayrı yoğurt örneği, +4°C'de 21 günlük depolama süresince çeşitli parametreler açısından analiz edilmiştir. Psyllium husk ilavesi; yoğurtların viskozite, serum ayrılması, pH ve titrasyon asitliği gibi fizikokimyasal özellikleri üzerinde istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) iyileşmeler sağladığı belirlenmiş ve bu doğal lif kaynağının kullanımı, probiyotik bir bakteri olan *Bifidobacterium spp.* sayısını ve canlılığını olumlu yönde etkilediği sonucuna

varılmıştır. Duyusal analizlerde, özellikle düşük oranlarda Psyllium husk içeren C (%1,8 yağlı, %0,1 katkılı) ve F (%0,1 yağlı, %0,1 katkılı) örnekleri en yüksek genel kabul puanlarını almıştır. Karnıyarık otu tohum kabuğunun, özellikle az yağlı yoğurtlarda kıvamı ve ağız hissini iyileştiren, besleyici değeri artıran başarılı bir fonksiyonel bileşen olduğu çalışmada kanıtlanmıştır.

Terzioğlu (2022) çalışmasında, inek ve keçi sütlerinin farklı oranlardaki karışımları ile klasik ve probiyotik kültürlerin yoğurdun kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiş ve modern analiz teknikleri (GC-MS, LC-MS/MS, HPLC) kullanılarak ürünlerin biyokimyasal ve yapısal haritası çıkartmıştır. Keçi sütü kullanımı, kalp sağlığı açısından kritik olan ACE inhibitör aktivitesini ve faydalı bakteri sayısını artırırken; inek sütü kullanımı asetaldehit miktarını (yoğurt aroması) ve serum ayrılmasını yükselttiği sonucuna ulaşmıştır. ABT-2 probiyotik kültürü, yoğurtlara daha yüksek fonksiyonellik ve biyolojik aktivite kazandırdığı ve iki süt türünün kombinasyonu ve probiyotik kullanımı; esansiyel amino asitler, organik asitler ve uçucu bileşikler bakımından daha zengin, tekstürel açıdan ise daha stabil bir yapı ortaya çıkardığı sonucuna varmıştır. İnek ve keçi sütünün harmanlanmasıyla üretilen probiyotik yoğurtlar hem besinsel derinlik hem de teknolojik özellikler bakımından standart yoğurtlara göre daha üstün ve fonksiyonel bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır.

Kara (2022) çalışmasında, yoğurda *Lactobacillus casei* probiyotik kültürü ile çeşitli baharatların (nane, kekik, dereotu, kişniş) hem kuru formda (%1) hem de aroma formunda (%0,05) eklenmesinin ürün kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiş ve yoğurtların antioksidan kapasitesinin %44,41 DPPH seviyelerine kadar yükseldiğini ayrıca aromatik yapıyı oluşturan 22 farklı bileşenin saptandığı çalışmasında belirlenmiştir. Baharat ve aroma ilavelerinin, probiyotik bakterilerin gelişimini ve canlılığını olumlu yönde desteklediği görülmüş ve ürünlerin kurumadde, protein ve viskozite değerleri standartlara uygun bulunmuş; asetaldehit miktarı ile yoğurda özgü karakteristik aromanın korunduğu tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde dereotu aromalı yoğurtlar lezzet bakımından, kekik aromalı probiyotik yoğurtlar ise genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek beğeniyi almıştır. Baharat ve aromalarla zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların hem yüksek antioksidan özellikleri hem de geliştirilmiş duyusal kaliteleriyle güçlü birer fonksiyonel gıda alternatifi olduğu ortaya

koyulmuştur.

Şevgin (2023), inek, keçi, koyun ve manda sütlerinden elde edilen 12 farklı yoğurt grubunun, *L. acidophilus* ve *B. lactis* probiyotik kültürleri eşliğinde 21 günlük depolama sürecindeki gelişimini incelemiştir. Manda ve koyun sütlerinden üretilen yoğurtlar, en yüksek viskozite ve su tutma kapasitesine sahip gruplar olarak öne çıkmış; keçi sütü ise en düşük viskozite değerlerini vermiştir. Tüm örneklerde probiyotik bakteri sayısının, depolama boyunca sağlık için gerekli olan terapötik sınırı (10^6 - 10^7 kob/g) koruduğu ve ürünlerin "fonksiyonel gıda" özelliği taşıdığı saptanmıştır. Depolama boyunca pH değerleri genel bir düşüş sergilerken, *B. lactis* ilave edilen gruplar en yüksek pH değerlerini korumuş ve serum ayrılması ise depolama süresinin sonuna doğru tüm gruplarda artış göstermiştir. Duyusal analizlerde panelistler tarafından en çok manda ve koyun sütü yoğurtlar tercih edilmiş; keçi sütü yoğurtlar ise diğerlerine oranla daha düşük puan almıştır. Farklı süt türleri ürünün doku ve lezzetini belirgin şekilde etkilese de kullanılan probiyotik kombinasyonları tüm süt türlerinde başarılı birer fonksiyonel ürün ortaya çıkarmıştır.

Göktürk (2023), portakal, greyfurt ve limon kabuklarının albedo (kabuğun içindeki beyaz kısım) tabakasının, geleneksel ve probiyotik yoğurtlarda doğal bir katkı maddesi olarak kullanımını değerlendirmiştir. Toz haline getirilen bu albedolar %0,25 ve %0,50 oranlarında yoğurtlara eklenmiş ve 14 günlük depolama süreci boyunca izlenmiş ve analizleri yapılmıştır. Albedo ilavesiyle birlikte yoğurtların viskozite, kuru madde, kül ve asitlik değerlerinde artış saptanırken; pH ve su aktivitesi seviyelerinde düşüş gözlemlenmiş ve albedo tozlarının yoğurdun kıvamını (viskozitesini) artırarak fiziksel yapıyı daha dirençli hale getirdiği çalışmada belirlenmiştir. Albedo kullanım oranı arttıkça, ürünlerin duyusal beğeni puanlarında bir azalma meydana gelmiş, bu durum da albedonun karakteristik tadının yüksek oranlarda tüketici tercihini etkileyebildiğini göstermektedir. Turunçgil albedoları, yoğurtların kimyasal zenginliğini ve kıvamını artıran fonksiyonel bir bileşen potansiyeli taşımakta, ancak duyusal dengenin korunması için düşük kullanım oranları önerilmiştir.

Aktaş (2023) çalışmasında, Türkiye genelinden toplanan geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinden elde edilen laktik asit bakterilerinin potansiyel probiyotik ve teknolojik performanslarını kapsamlı bir şekilde haritalandırılmış ve 82 geleneksel, 37 endüstriyel

örnekten izole edilen yüzlerce bakteri; mide asidine dayanıklılık, antibiyotik direnci ve kolesterol asimilasyonu gibi probiyotik kriterlerin yanı sıra; aroma oluşumu, asit üretimi ve ekzopolisakkarit (EPS) sentezi gibi endüstriyel/teknolojik özellikler açısından test etmiştir. İncelenen 599 izolat arasından sadece çok küçük bir kısmının (9 izolatın safra tuzuna, 4 izolatın mide ortamına) zorlu sindirim koşullarına dayanabildiği görülmüş ve analizler sonucunda en nitelikli bulunan 4 *L. bulgaricus* ve 6 *S. thermophilus* suşu ile probiyotik, geleneksel ve EPS yapılı yeni yoğurtlar üretmiştir. 28 günlük depolama testleri ve duyu analizler sonucunda, yeni geliştirilen probiyotik yoğurtlar en yüksek beğeni puanını alarak standart örneklerin önüne geçmiştir. Araştırma, genel yoğurt bakterilerinin probiyotik özelliklerinin zayıf olduğunu, bu nedenle geleneksel kökenli nitelikli suşların korunarak endüstriye kazandırılmasının kritik önem taşıdığını ortaya koymuş ve seçilen yerli izolatların, Türk gıda endüstrisinde dışa bağımlılığı azaltacak güçlü birer başlangıç kültürü adayı olduğu sonucuna varılmıştır.

Günüç (2023) çalışmasında, *L. acidophilus* LA-5 probiyotik kültürü ile portakal kabuğu püresi ilavesinin yoğurdun fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, fonksiyonel ve duyu kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Farklı oranlarda portakal kabuğu püresi ve şeker ilaveleriyle 6 farklı yoğurt üretimi yapılmıştır. Çalışma verilerine göre; portakal kabuğu püresi oranı arttıkça ürünün kuru madde, kül ve protein içeriği zenginleşmiş ve depolama süresince toplam fenolik madde miktarında artış gözlemlenmiş, ancak antioksidan aktivitede kısmi düşüşler kaydedilmiştir. %1 ve %2 portakal kabuğu püresi içeren örnekler, depolama başında 8,27 log kob/g ile yüksek probiyotik yoğunluğu sergilemiş; 28 gün sonunda da terapötik değerini koruduğu sonucuna varılmıştır. Duyusal analizler ışığında, %1 portakal kabuğu püresi ve %4 şeker içeren yoğurt; lezzet, kıvam ve genel kabul edilebilirlik açısından en ideal varyasyon olarak belirlenmiştir. %1 portakal kabuğu püresi ilavesi, yoğurda hem fonksiyonel bir kimlik kazandırmış hem de ticari olarak üretilebilir, yüksek kaliteli bir meyveli yoğurt alternatifi ortaya çıkarmıştır.

Çelem (2023) çalışmasında, meyve işleme atıkları olan portakal ve kivi posalarını ileri bir teknoloji olan elektrospinning (elektroeğirme) yöntemiyle katma değerli fonksiyonel bileşenlere dönüştürmeyi hedeflemiştir. Araştırmada, portakal ve kivi posalarından elde

edilen çözünür lif ve mineral zengini ekstraktlar, pullulan polimeri ile birleştirilerek probiyotik *Lactobacillus acidophilus* bakterisinin nanoenkapsülasyonunda kullanmıştır. Bu süreçte gliserolün koruyucu etkisi ve farklı polimer oranlarının nanolif yapısı üzerindeki etkilerini test etmiştir. Posa ekstraktlarının ilavesi; çözelti iletkenliğini artırıp viskoziteyi düşürerek daha ince ve başarılı nanolif (81-170 nm) oluşumunu sağlamış, kivi ve portakal ekstraktı içeren nanoliflerin, probiyotik bakterileri %93-97 gibi oldukça yüksek oranlarda başarıyla kapsüllendiğini saptamıştır. Yoğurt ortamında ve mide-bağırsak simülasyonunda, nanolif içine hapsedilen hücrelerin, serbest hücrelere göre çok daha yüksek canlılık (7 log kob/g üzerinde) sergilediği çalışmada kanıtlanmıştır. Nanolif katkılı yoğurtlarda su salma (sinerezis) oranı azalmış, tekstürel dayanıklılık ve kıvam artmış; posa ekstraktlı nanolifler, yoğurdun antioksidan kapasitesini belirgin şekilde yükselttiği belirlenmiştir. Bu çalışma, meyve posası atıklarının probiyotikleri koruyan paketleme sistemlerinde (nanolifler) kullanılabileceğini ve bu sistemlerin yoğurdun hem raf ömrünü hem de besin değerini artıran yenilikçi bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Akın (2024) çalışmasında, muz tozu ilavesinin *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 içeren probiyotik yoğurtların kalitesi üzerindeki etkilerini 28 günlük depolama süreci boyunca incelemiştir. Yoğurtlara eklenen muz tozu miktarının artmasıyla fermantasyon süresinin kısaldığını gözlemlemiş ve depolama sonunda probiyotik bakteri sayıları bir miktar azalsa da, tüm örneklerin sağlık açısından gerekli olan terapötik sınırı (10^6 - 10^7 kob/g) başarıyla koruduğunu saptamış özellikle de %0,5 ve %2 muz tozu içeren örneklerin probiyotik canlılığı desteklediği görülmüştür. Muz tozu kullanımı yoğurdun sertlik değerlerini istatistiksel olarak köklü bir şekilde değiştirmemiş; ancak ürünün renk ve akışkanlık (reolojik) özellikleri üzerinde belirgin değişimlere yol açmış ve muz tozu oranı arttıkça protein miktarında hafif bir düşüş olduğu çalışmada kaydedilmiştir. Tüketici beğenisi açısından %2 oranında muz tozu içeren örneklerin puanlarında depolama süresince bir düşüş yaşanırken buna karşın, %0,5 ve %1 oranındaki katkıların kontrol grubuna en yakın ve en dengeli sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Karagöl (2024) çalışmasında, geleneksel karamaya ve ticari starter kültürlerin yanı sıra, farklı *Lactobacillus* türlerinin (*L. paracasei*, *L. helveticus*, *L. plantarum*) ilave edilmesinin

manda yoğurdunun biyoaktif, yapısal ve aromatik profili üzerindeki etkilerini incelemiştir. Farklı kültür kombinasyonları yoğurdun temel bileşenlerini (yağ, protein, kül) değiştirmese de antioksidan aktivite, hidroliz derecesi ve γ -aminobütirik asit (GABA) konsantrasyonunu belirgin şekilde artırdığı görülmüştür. Yoğurtlarda tüm esansiyel amino asitler başarıyla tespit edilmiş, proteolitik aktivite sayesinde besinsel değerin yükseldiği görülmüştür. GC-MS analizleri sonucunda asitler, alkoller ve ketonlar başta olmak üzere toplam 65 adet uçucu organik bileşik saptanmış ve istatistiksel analizler (PCA ve Isı Haritası), probiyotik ilaveli örneklerin aroma açısından klasik yoğurtlardan net bir şekilde ayrıştığını kanıtlamıştır. Kültür çeşitliliği; yoğurdun katılık, kıvam ve su tutma kapasitesi gibi tekstürel parametrelerini önemli ölçüde etkilemiştir. Duyusal testlerde, özellikle *L. plantarum* içeren örneklerin lezzet açısından daha düşük puan aldığı saptanmıştır. Ancak, probiyotik suşların ilavesiyle ortaya çıkan yüksek peptit ve γ -aminobütirik asit (GABA) içeriği gibi sağlık üzerindeki olumlu etkiler, bu suşların manda yoğurdu üretiminde fonksiyonel bir avantaj sunduğunu göstermektedir. Probiyotik takviyesi manda yoğurdunun duyusal karakterini bir miktar değiştirse de ürünü biyokimyasal ve aromatik açıdan çok daha zengin ve sağlıklı bir forma dönüştürmektedir.

Kayacan Çakmakoğlu (2024) çalışmasında, yoğurt kültürleri ve probiyotiklerin (*L. rhamnosus GG* ve *L. paracasei*) sütü fermente etmesiyle açığa çıkan biyoaktif peptidlerin sağlığı destekleyici etkilerini incelemiştir. Üretilen peptidlerin moleküler ağırlıklarına (5 ve 10 kDa) göre biyolojik aktiviteleri karşılaştırmıştır. Probiyotik ilavesi; yoğurdun ACE-inhibitör (tansiyon düşürücü), antidiyabetik (alfa-amilaz ve alfa-glukosidaz enzimlerini baskılama) ve antioksidan kapasitesini önemli ölçüde artırmış olduğu belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktivite, tüm kültürlerin bir arada kullanıldığı ≤ 5 kDa ağırlığındaki küçük peptid fraksiyonlarında saptanmış ve peptidlerin *E. coli*, *S. aureus* ve *Salmonella* gibi zararlı bakterilere karşı etkili bir antibakteriyel koruma sağladığını kanıtlamıştır. Ayrıca çalışmada biyoaktif peptidlerin Caco-2 kanser hücrelerine karşı öldürücü (sitotoksik) etki gösterdiği belirlenmiş ve probiyotik varlığının bu etkiyi güçlendirdiği sonucuna varılmıştır. Yoğurt starterleri ile spesifik probiyotik suşların kombinasyonu, sütü sadece bir gıda olmaktan çıkarıp çok yönlü biyolojik savunma mekanizmalarına sahip fonksiyonel bir ürüne dönüştürmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.4. Bazı Süt Ürünlerinde Optimizasyon Uygulamaları

Optimizasyon yöntemi belirlenen hedefler doğrultusunda, bağımsız değişkenlerin birbirleriyle olan etkileşimlerin hedefe olan etkilerin bir araya getirilerek uygulanması metodudur. Deneme setlerinden türetilen basit ampirik modellerin kullanıldığı Yanıt Yüzey Tekniği (Response Surface Methodology), gıda bilimi ve teknolojisi alanında yaygın olarak kullanılan bir optimizasyon tekniğidir (Koç ve Ertekin 2009). Bu yöntemdeki ilk basamak, bağımlı değişken üzerinde etkisi olduğu düşünülen bağımsız değişkenler ve değişkenlerin düzeyini belirlemektir.

Özcan (2023) araştırmasında, keçi sütü yoğurdu üretiminde mikrobiyal Transglutaminaz (mTGaz) enzimi, farklı süt proteinleri (sodyum kazeinat ve serum proteini) ve starter kültür tiplerinin ürünün kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. mTGaz enzimi ve serum proteini konsantratu kullanımı, yoğurdun pıhtı sıkılığını ve sertliğini artırmış, bu kombinasyon, depolama süresince su salmayı (sinerezis) azaltırken su tutma kapasitesini iyileştirdiği çalışmada belirlenmiştir. Araştırmada; enzim kullanımı dış görünüşü ve yapıyı olumlu yönde geliştirse de yüksek dozlarda mTGaz kullanımının yoğurdun kendine has spesifik aromasını baskıladığı saptanmıştır. Starter kültür tipine bağlı olarak yoğurdun iç yapısında daha homojen bir görünüm elde edilmiş; mTGaz kullanımı protein ağının mikroyapısını güçlendirmiştir. Analizler sonucunda, en yüksek viskozite için ideal enzim miktarının 3-4,78 U/g protein, ideal kültür oranının ise %0,08-0,2 aralığında olduğu çalışmada belirlenmiştir. Sonuç olarak; transglutaminaz enzimi ve protein tozları, keçi sütü yoğurdunun fiziksel ve yapısal zayıflıklarını gidermede etkili bir yöntemdir; ancak lezzet dengesinin korunması için enzim miktarının dikkatli ayarlanması önerilmiştir.

Koç (2008) çalışmasında, yoğurdun kısa olan raf ömrünü uzatmak amacıyla püskürtmeli kurutucu (spray dryer) yöntemiyle yoğurt tozu üretimini ve bu sürecin optimizasyonunu incelemiştir. Yoğurt tozu üretiminde en ideal sonuçlara ulaşmak için Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılmış ve deneylerde hava giriş sıcaklığı (150-180°C), hava çıkış sıcaklığı (60-90°C) ve besleme sıcaklığı (4-30°C) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş; bu faktörlerin bakteriyel canlılık, nem, renk ve duyu kalite üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Yapılan istatistiksel modellemeler sonucunda, yoğurdun besinsel ve duyu kalite

kalitesini en iyi koruyan ideal kurutma şartları hava giriş sıcaklığı (171°C), hava çıkış sıcaklığı (60,5°C), besleme sıcaklığı (15°C) saptanmıştır. Belirlenen bu optimum noktada üretilen yoğurt tozunun; laktik asit bakterilerinin hayatta kalma oranının yüksek olduğu, nem içeriğinin yaklaşık %6,9 civarında seyrettiği, toplam 20 puan üzerinden 18,6 gibi oldukça yüksek bir duyuusal beğeni topladığı ve renk değişiminin minimum düzeyde kaldığı doğrulanmış, püskürtmeli kurutma yöntemi, yoğurdun karakteristik özelliklerini (probiyotik bakteriler, tat ve doku) büyük oranda muhafaza ederek, endüstriyel ölçekte uzun ömürlü ve kaliteli yoğurt tozu üretilebileceğini kanıtlamıştır.

Usta Görgün (2022), kestane sütü ve rekonstitüe hayvansal süt karışımları kullanarak, ticari starter kültür ile geleneksel kefir danesi eşliğinde yenilikçi ve fonksiyonel bir fermente ürün geliştirmiştir. Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) ile optimize edilen kestane sütü eldesinde en uygun bağımsız değişkenler; sulandırma oranı (x_1 : 1/4), sulandırma sıcaklığı (x_2 : 37,56°C), pastörizasyon süresi (x_3 : 25 dk) ve pastörizasyon sıcaklığı (x_4 : 84,43°C) seviyelerde ayarlanmış ve elde edilen optimize sütü, rekonstitüe süte %0, 10, 20, 30, 40, 50 ve 100 oranlarında dahil edilerek kefir üretimi tamamlanmıştır. *Lactobacillus* popülasyonu 7,24-9,51 log kob/mL, *Lactococcus* sayısı 7,27-10,33 log kob/mL, asetik asit bakterileri 5,08-8,75 log kob/mL ve maya yükü 1,48-7,90 log kob/mL limitlerinde bulunmuştur Kurumadde %9,02-14,29, protein %2,20-4,40, kül %0,53-0,92, yağ %0,13-0,47, titrasyon asitliği %0,20-1,16 ve serum ayrılması 0-14,50 mL/25 g olarak bulunmuştur. Ayrıca kestane sütü ilavesinin enstrümantal renk ve tekstür parametreleri üzerinde ileri düzeyde önemli ($p<0,01$) bulunduğunu saptamıştır. Ürünlerin arjinin, lösin, alanin amino asitleri; oleik, palmitik, linoleik yağ asitleri; sitrik, formik, okzalik organik asitleri ile K, Ca, P mineralleri ve A, C, E vitaminleri bakımından zengin olduğu çalışmada doğrulanmıştır. Toplam fenolik madde içeriği 77,67-341,47 mg/100 mL arasında değişirken; ABTS, FRAP ve DPPH antioksidan testlerinde yüksek radikal süpürücü aktivite kaydedilmiştir. Kefire özgü aroma karakteristiklerinden asetaldehit 0,82-3,66 mg/100 mL, diasetil 1,11-117,28 mg/100 mL, etil alkol 26,61-146,51 mg/100 mL ve karbondioksit 92,40–507,10 mg/100 mL aralığında ölçülmüştür. Kestane sütünün kefir matrisine entegrasyonunun ürünü teknolojik açıdan desteklediği, besinsel ve biyoaktif değerini önemli ölçüde artırdığı ve duyuusal kabul edilebilirliği yüksek, katma değerli yeni nesil bir fonksiyonel fermente ürün alternatifi

sunduğu ortaya konmuştur.

Önder (2022) çalışmasında, dondurmanın pürüzsüz dokusu ve erime direnci için kritik önem taşıyan katı yağ içeriğinin (%10-14), yüksek doymuş yağ asidi tüketimine bağlı sağlık risklerini azaltmak amacıyla, manda sütü kreması yerine bitkisel kaynaklı oleojeller ile ikame edilmesinin ürün kalitesi üzerindeki etkileri araştırmıştır. Bu doğrultuda, D-optimal deneysel tasarımı kullanılarak optimize edilen incir ve nar çekirdeği yağı oleojelleri, dondurma formülasyonunda üç farklı oranda (%5, %10, %14; w/w) süt kreması yerine ikame edilmiş; oleojellerin fizikokimyasal özellikleri ile üretilen dondurmaların tekstür, erime oranı, renk ve duyuşsal karakteristikleri incelemiştir. Keçiyoynuzu gamı (X1, 0.05-0.3g/100g), balmumu (X2, 0.05-0.3g/100g), ve karnauba vaks (X3, 0.4-0.9g/100g) bağımsız değişkenler olarak seçilmiş; kristalizasyon zamanı, serbest yağ asitliği, tekstürel özellikler, DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre) ile termal profiller ve GC-MS ile aroma/uçucu bileşen profilleri yanıt parametresi olarak çalışmada belirlenmiştir. Çalışmada doğrusal karışım bileşenleri ile karnauba vaks ve balmumu konsantrasyonlarının, oleojel matrisinde daha karmaşık ve güçlü bir kristal ağ yapısı oluşturarak tekstürel özellikleri istatistiksel açıdan önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır. İncir çekirdeği yağı oleojellerinin en yüksek T_{pik} erime sıcaklığı 139,56°C, en düşük ise 57,74°C olarak çalışmada belirlenmiştir. Optimum oleojellerle üretilen dondurmalar arasında en yüksek sertlik değerleri %10 ikame oranlarında kaydedilmiştir. Teksür analizi sonuçlarına göre, %10 nar çekirdeği yağı oleojeli içeren dondurma örneklerinin sertlik değeri 641.73±45.87 N olarak saptanırken, %10 incir çekirdeği yağı oleojeli içeren örneklerin sertlik değeri 569.04±34.42 N olarak bulunmuş ve bu numuneler serinin en sert dondurmaları olarak çalışmada tanımlanmıştır. Bu çalışma; D-optimal tasarımıyla optimize edilen incir ve nar çekirdeği yağı oleojellerinin dondurma matrisine dahil edilmesi, geleneksel ürünün yapısal ve reolojik kalitesini korurken, doymuş yağ oranı düşürülmüş, sağlık açısından katma değeri yüksek ve ticari üretime uygun fonksiyonel dondurma alternatiflerinin geliştirilebileceğini ortaya koymuştur.

Atalar'ın (2012) çalışmasında; kefir tanesi ve ticari starter kültür kullanılarak üretilen kefirler, püskürtmeli ve dondurarak kurutma yöntemleriyle toz forma dönüştürülmüş ve püskürtmeli kurutucunun proses koşulları (hava giriş sıcaklığı (120–180 °C), ürün besleme

sıcaklığı (4–30 °C) ve pompa hızı (%20–40) Yanıt Yüzey Yöntemi ile optimize edilmiştir. Varyans analizleri (ANOVA) sonucunda, çalışmada hava giriş sıcaklığının ve pompa hızının kefir tozlarının mikrobiyolojik canlılığı, kuru maddesi ve su aktivitesi üzerinde önemli etkileri olduğu, besleme sıcaklığının ise yanıtları etkilemediği saptanmıştır. En uygun kurutma koşulları; kefir tanesi tozu için 25 °C besleme sıcaklığı, 135°C hava giriş sıcaklığı ve %35 pompa hızı (a_w : 0,139, KM: %96,37, çıkış sıcaklığı:72,95 °C) olarak belirlenirken; kefir kültürü tozu için 9°C besleme sıcaklığı, 135 °C hava giriş sıcaklığı ve %35 pompa hızı (a_w : 0,10, KM: %96,1, çıkış sıcaklığı:72,95°C) olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, her iki kefir kaynağı için de 135°C hava giriş sıcaklığı ve %35 pompa hızı kombinasyonunun, probiyotik canlılığı maksimumda tutarken ideal fizikokimyasal özelliklere sahip kararlı kefir tozlarının üretilmesini sağlayan optimum proses parametreleri olduğunu çalışma ortaya konmuştur.

Karaman (2011) çalışmasında, laktozsuz ve kolesterolsüz yapısıyla öne çıkan yulaf sütü, yaban mersini aroması ve kefir kültürü kullanılarak fonksiyonel fermente ürün optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve üretilen örnekler 'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Farklı yulaf sütü (0-15-30-45 ve %50), yaban mersini aroması (9-12-15-18 ve %21) ve kefir kültürü (1-2-3-4 ve %5) konsantrasyonlarının ürünlerin mikrobiyolojik, pH ve duyuşal karakteristikleri üzerindeki etkileri Yanıt Yüzey Yöntemi ile modellenerek; en yüksek yulaf sütü içeriğine sahip üç farklı optimum formülasyon (Duyuşal açıdan: yulaf sütü, kültür, aroma; pH açısından: yulaf sütü, kültür, aroma; Mikrobiyolojik açıdan: yulaf sütü, kültür, aroma) belirlenip yeniden üretilmiştir. Çalışmada, depolama periyodu boyunca bu optimize kefir örneklerinin fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, kuru madde, yağ, protein, su salma, viskozite), biyoaktif (toplam fenol, beta-glukan), enstrümantal (renk, uçucu bileşenler, organik asitler), mikrobiyal ve duyuşal özellikleri detaylıca analiz edilerek yulaf sütünün fermente matristeki teknolojik ve fonksiyonel performansının başarıyla ortaya konduğu belirlenmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Süt, süttözu ve starter kültür

Probiyotik yoğurt üretiminde Pınar marka süt kullanılmıştır. Üretimde kullanılan sütün bileşimi (100 mL için); %2,5 süt yağı, %3,0 protein, %4,7 karbonhidrat şeklindedir. Üretimde kullanılan süt tozu, yine piyasadan temin edilen pınar marka süt tozu olup bileşimi (100 g için); %52 karbonhidrat, %36 protein, %1,25 yağ şeklindedir.

Üretim liyofilize ABT3 (*Lactobacillus acidophilus* A-5 (*L. Acidophilus* LA-5), *Bifidobacterium bifidum* BB 12 ve *Streptococcus thermophilus*) (Chr. Hansen, Peyma-Hansen, Türkiye) starter kültür kullanılarak yapılmıştır.

3.1.2. Taflan ve şeker

Taflan, yaz mevsiminde Rize ilinde toplanıp fiziksel kirlilikten temizlenip dondurularak muhafaza edilmiştir. Şeker piyasadan temin edilmiştir. Ambalaj materyali olarak 100-150 mL'lik kapaklı plastik kaplar kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Mevsiminde Toplanan Karayemiş (Taflan) Görseli

3.2. Yöntem

3.2.1. Taflan ve şeker optimizasyonu

Birçok tepkinin aynı anda optimize edilmesi ve tüm reaksiyonların her biri için hesaplanan talep edilebilirlik fonksiyonu kullanılan sayısal teknikleri ile yapılmaktadır. Dizayn Expert yazılımının nümerik optimizasyon yöntemi arzu edilebilirlik fonksiyonu esasına dayanmaktadır. Çalışmanın optimizasyonu Dizayn Expert yazılımının nümerik optimizasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Arzu edilebilirlik 0 ile 1 arasında değerler alan amaç fonksiyonudur ve optimizasyonda tüm tepkiler için hesaplanmaktadır. Arzu edilen değere yaklaşan her tepkime sonucunun karşılık geldiği çekicilik değeri de artmaktadır (Myers ve Montgomery, 1995).

Şeker ve taflan olmak üzere 2 bağımsız değişken seçilmiş ve değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon denklemi belirlenmiştir. Deneysel tasarımın kurulması ve değerlendirilmesinde, Design Expert 6.02 paket programı kullanılmıştır. Optimizasyon işlemi, Design Expert yazılımının nümerik optimizasyon yöntemi ile yapılmıştır (Myers ve Montgomery, 1995). Şeker ve taflan deneysel tasarımının oluşturulmasında Merkezi Komposit Yöntemi kullanılmış ve yoğurt hazırlanmasında % şeker ve % taflan iki bağımsız değişkenleri için belirlenen 13 deney noktası Çizelge 3.1’de verilmiştir. Cevap yüzey tekniğinden elde edilen verilere göre probiyotik yoğurt üretimi yapılmıştır. Cevap yüzey tekniğinden elde edilen verilere göre probiyotik yoğurt üretimi yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Şeker ve Taflanın Deneysel Tasarımı

Bağımsız Değişkenler	Kod	-α	-1	0	+1	+α
Şeker (%)	A	3,96447	5,00	7,50	10,00	11,0355
Taflan(karayemiş) (%)	B	4,75736	6,00	9,00	12,00	13,2426
Probiyotikli Yoğurt Örnekleri	A			B		
1	7,50			9,00		
2	5,00			12,00		
3	7,50			9,00		
4	7,50			4,76		
5	7,50			9,00		
6	10,00			6,00		
7	5,00			6,00		
8	10,00			12,00		
9	3,96			9,00		
10	7,50			9,00		
11	7,50			13,24		
12	7,50			9,00		
13	11,04			9,00		

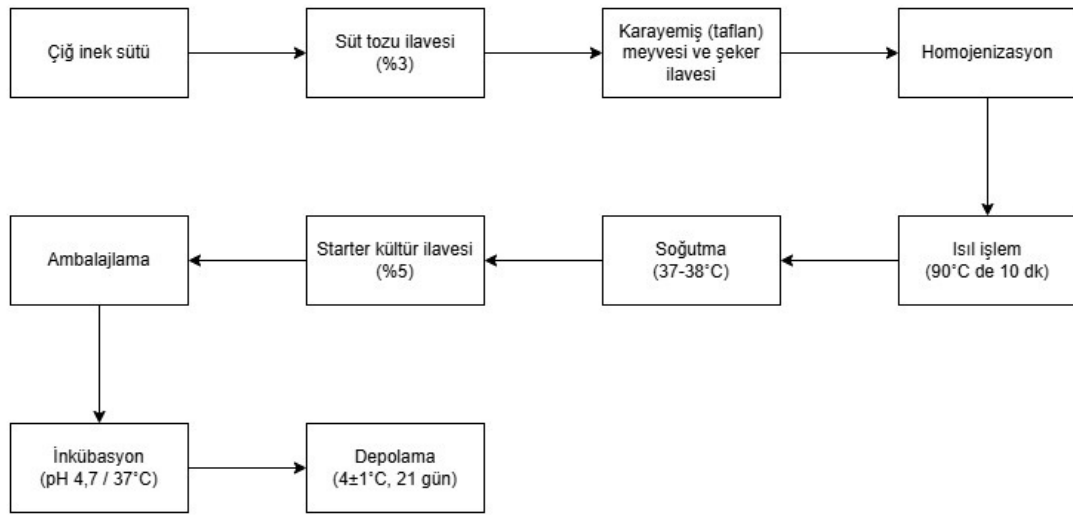
3.2.2. Kültür hazırlanması

Kuru maddesi %12 olacak şekilde rekonstitüe edilen yağsız süt tozundan hazırlanan sütlere otoklavda 105 °C’de 3 dakika süreyle ısıtılarak 37 °C’ye soğutulmuş ve 37 °C’de inkübe edilerek hazırlanmıştır.

3.2.3. Yoğurt üretimi

Probiyotik yoğurtlar Tamime ve Robinson (1999) tarafından önerilen yöntem uygulanarak hazırlanmıştır. Yoğurt üretimi 2 tekerrürlü olarak çalışılmıştır. Cevap yüzey tekniğinde belirlenen oranlarda şeker ve taflan ilave edilerek 13 farklı yoğurt üretilmiştir. Yapısında protein barındırmayan taflan ve şekerin yoğurt jel yapısında neden olduğu zayıflamayı

engellemek ve pıhtıyı güçlendirmek amacıyla formülasyona süt tozu eklenmektedir. Her süt grubuna %3 süt tozu, desing expert programında verilen oranlarda şeker ve taflan eklendikten sonra sütler 90 °C'de 5 dakika süreyle ısıtılma tabi tutulmuş ve 40 °C'ye kadar soğutulan sütler %5 oranında probiyotik kültür ilave edilmiştir. Sütler 37±1 °C'de pH 4,7'ye kadar inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda elde edilen yoğurtlar 4±2 °C'de 1 gece bekletildikten sonra fiziko-kimyasal, renk, tekstürel, duyuşsal, mikrobiyolojik ve antioksidan aktivitesi belirlenerek Design Expert programı kullanılarak optimize edilmiştir. Optimize edilen taflan ve şeker oranları ile yukarıda anlatıldığı şekilde üretilen yoğurt 21 gün süreyle depolanmıştır. Probiyotik yoğurt üretimi akış şeması aşağıdaki Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Probiyotik Yoğurt Üretim Şeması

İlave edilecek taflan meyvesi ve şeker oranları yanıt yüzey tekniği ile belirlenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Yoğurt Üretimi Aşamaları Görseli

3.2.4. Yoğurtlara uygulanan kimyasal analizler

3.2.4.1. pH analizi

Örneklerin pH analizi, pH metre (Hanna HI 8314, Hanna Instruments, İtalya) kullanılarak doğrudan ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.2. Titrasyon asitliği analizi

1.,11., 21., günlerde analiz yapılmıştır. Yoğurt örnekleri homojen bir şekilde karıştırılmış ve ardından 25 gram yoğurt örneği boş bir erlen içerisinde aktarılmış ve üzerine 25 ml saf su ilave edilmiş, böylece 1:1 oranında seyreltme işlemi uygulanmıştır. Erlen içerisinde saf su ve yoğurt örnekleri homojen hale getirilmiştir. Karıştırma işleminin ardından erlen içerisine %1'lik fenolftalein (3-4 damla) indikatörü ilave edilmiş ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile ilk pembe renk oluşuncaya kadar titrasyon işlemi uygulanmıştır. Harcanan NaOH miktarı belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlikleri, % laktik asit cinsinden belirlenmiştir (Bradley vd., 1992).



Şekil 3.4. Titrasyon Asitliği Tespiti Görseli

3.2.4.3. Kuru madde tayini

Belirli miktarlardaki örnekler 105 °C 'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulup

toplam kuru madde miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).



Şekil 3.5. Kuru Madde Tayini Analizi Görsel

3.2.4.4. Viskozite

Brookfield DV-II Pro Viskozimetresi kullanılarak ölçüm yapılmıştır (Özer vd., 1997). Ölçüm için 4 numaralı başlıkla kullanılmış ve ölçüm beş paralelli olarak 10 saniye dönmeden sonra yapılmıştır. Sonuçlar ise Centipoise (cP) cinsinden belirlenmiştir.

3.2.4.5. Serum ayrılması analizi

Atamer ve Sezgin (1986) tarafından geliştirilmiş şekli olan 25 g probiyotik yoğurttan buzdolabı sıcaklığında (4°C) 3 saat kaldıktan sonra kaba filtre kağıdından süzülen serumun ölçülmesi (g) esasına dayanarak yapılmıştır.



Şekil 3.6. Serum Ayrılması Analizi Görseli

3.2.4.6. Su tutma kapasitesi

Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi tayini için falcon santrifüj tüpüne 25 mL

yoğurt örnekleri koyulup 3 000 rpm’de 15 dk santrifüjlenmiştir. İşlem sonrası elde edilen serum tartılarak su tutma kapasitesi belirlenmiştir (Bhullar vd., 2002).

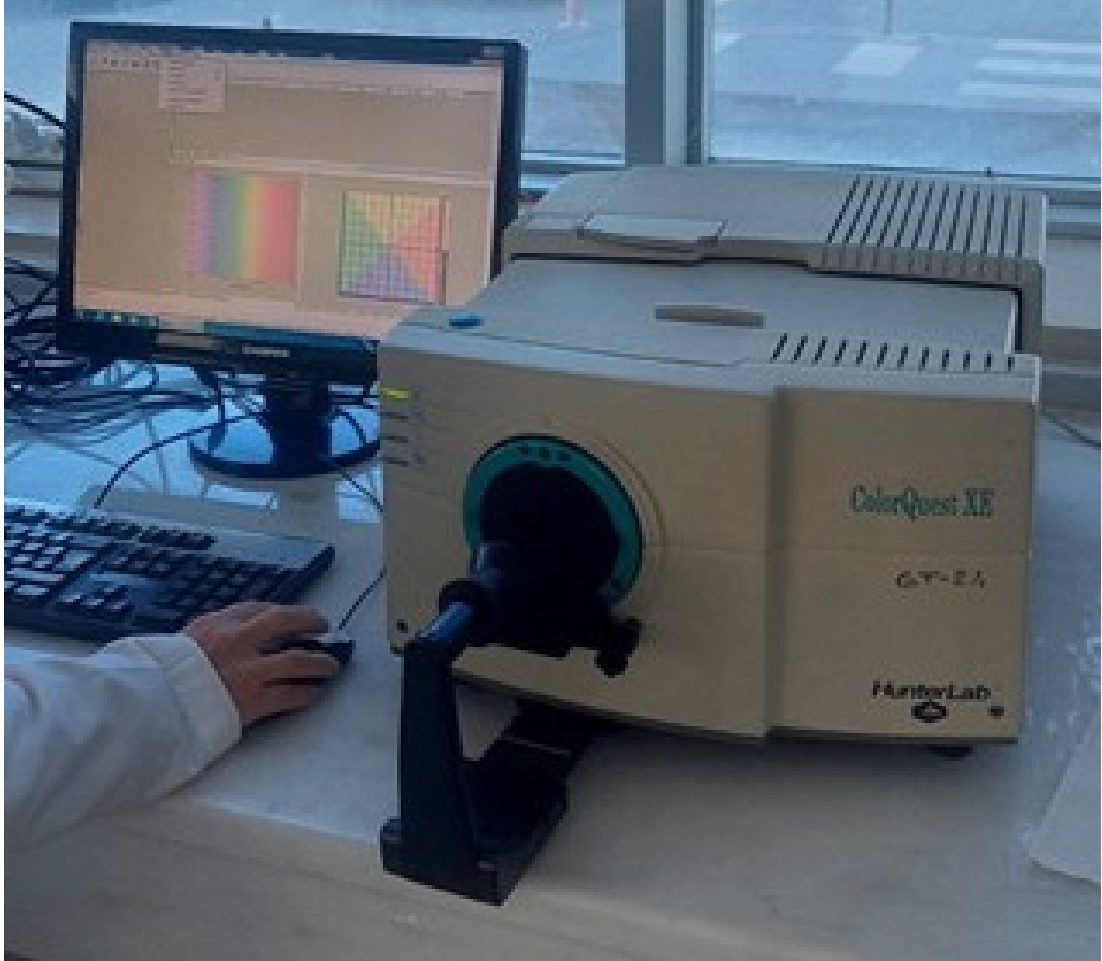


Şekil 3.7. Su Tutma Kapasitesi Analizi Tartım Görseli

3.2.4.7. Renk analizi

HunterLab Color Quest (XE,UK) cihazı kullanılarak uluslararası renk sistemine göre gün ışığı okuma değeri olan D65/10 standart ışık kaynağı kullanılarak yapılan okumada

L^* , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir. Bu değerleri açıklamak gerekirse; L^* değeri gün ışığı parlaklığını (0: siyah, 100: beyaz), a^* değeri yeşil kırmızı rengi (-80 ile 0 arası: yeşil, 0 ile +50 arası: gri, +50 ile 100 arası: kırmızı), b^* değeri mavi-sarı rengi (-50 ile 0 arası: mavi, 0 ile +50 arası: sarı) ifade etmektedir (Gould, 1977).



Şekil 3.8. Renk Analizi Görseli

3.2.4.8. Tekstür analizi

Tekstürel karakteristik yapılar; sertlik, iç yapışkanlık ve kıvam değerleri olarak belirlenmiştir. Probiyotik yoğurtlar örnekleri tekstürel analizlerinde Tekstür Profil Analizatörü (TPA) kullanılmıştır (Öner ve Şanlıdere Aloğlu, 2018). Analizde A/BE isimli 35 mm çapında silindirik prop kullanılarak test hızı 1 mm/s , ilk ve son test hızları 1mm/s ve 10mm/s olarak ayarlanmıştır. Analizler Texture Analyser (TPA) TA-XT plus kullanılarak yapılmıştır.

3.2.5. Yoğurtlara uygulanan fonksiyonel analizler

3.2.5.1. Antioksidan aktivitesi analizi

Taflan ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin ekstraksiyonu 5 g yoğurt örneğine 15 mL (60/40 metanol/su) ilave edilmiş ve üzerine 0,01 mL HCl eklenerek 2 dk süreyle homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnek manyetik karıştırıcıda 50 °C muamele edilmiştir. Daha sonrasında 150 rpm’de 15dk çalkalayıcı su banyosunda iyice karıştırılması sağlanmıştır. Falcon tüplerine alınan örnekler 4 °C’de 4.000 rpm’de 12 dk sanstrifüj işlemi yapıldıktan sonra çıkan örnek Whatman no:1 filtre kağıdından süzülerek berrak bir süzüntü elde edilmiştir.

DPPH metodu; filtre kağıdından süzülerek elde edilen süzüntüden 0,1 mL örnek alınarak üzerine 3,9 mL DPPH eklenmiş ve oda sıcaklığında karanlık ortamda 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Sonrasında ise spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda absorbans değeri ölçülmüştür (Singh vd.,2002).

$$\text{DPPH İnhibasyonu (\%)} = [(Ac-As)/Ac \times 100]$$

Ac: Kontrol absorbansı,

As: Örneklerin absorbansı



Şekil 3.9. Antioksidan Kapasitesi ve Toplam Fenolik Madde Analizleri Aşamaları Görseli

3.2.5.2. Toplam fenolik madde analizi

Taflan ilaveli probiyotik yoğurtlardaki toplam fenolik madde tayini, Folin-ciocalteau metoduna göre belirlenmiştir (Selçuk ve Yılmaz, 2009). Bu yöneme göre ekstraksiyon süzüntüsünden alınan örnekten 0,4 mL örnek üzerine, 2 mL Folin ciocalteau reaktifi ve

1,6 mL (%7,5 (w/v) sodyum karbonat) çözeltisi ilave edilmiş ve karanlık ortamda oda sıcaklığında 60 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda örneklerin absorbansları ölçülmüş ve fenolik madde içeriği gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir.

Gallik asit denklemi; $y = 0,0012x + 0,0605$

y : Spektrofotometreden okunan değer

3.2.6. Yoğurtlara uygulanan mikrobiyolojik analizler

L. acidophilus, *S. thermophilus* ve *B. bifidum* sayımları için MRS-Sorbitol agar, M17 agar (Dave ve Shah, 1996) ve MRS-NNLP agar (Dave ve Shah, 1996) kullanılmıştır. Tüm petriler 37 °C’de 72 saat inkübe edilmiş ve ardından sayım yapılmıştır. *S. thermophilus* aerobik, diğer bakteriler ise anaerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.10. Mikrobiyolojik Analiz Öncesi Kullanılacak Materyallerin UV Işın Sterilizasyonu Görseli

3.2.6.1. Streptococcus thermophilus sayısı

1 g yoğurt örnekleri %0,1’lik steril peptonlu suya ilave edilerek karıştırılmış ve dilisyonlar hazırlanmıştır. Dilisyonlardan 1mL alınıp petri kaplarına ekim yapılmıştır.

Besiyeri olarak M17 agar kullanılarak dökme ekim yöntemi uygulanmıştır. Petrilere yaklaşık 15-20 mL besiyeri ilave edilmiş ve ardından hafifçe saat yönü ve saat yönü tersi döndürme hareketleri (rotasyon) ile dağılım sağlanmıştır. Petriler 72 saat 37°C’de aerobik koşullarda inkübe edilmiştir. Sayımı sonuçlarına logaritmik transformasyon uygulanmış ve sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (Dave ve Shah, 1996).

3.2.6.2. *Lactobasillus acidophilus* sayısı

L. acidophilus sayımları için gerekli seyretme işlemleri yapılmış ve besiyeri olarak MRS-Sorbitol agar kullanılarak steril kabinde ekim yapılmıştır. Ekim sonrasında petri kapları ters çevrilerek 37°C’de 72 saat anaerobik ortamda (jar) sağlanarak inkübe edilmiş ve koloniler sayılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (Dave ve Shah, 1996).

3.2.6.3. *Bifodobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) sayısı

BB-12 sayımında NNLP agar kullanılmış (Dave ve Shah, 1996) ve ekim sonrası petri kutuları ters çevrilerek 37°C’de 72 saat anaerobik ortamda sağlanarak inkübasyona tabi tutulmuştur. Anaerobik ortam jar içerisine yerleştirilen Anaerocult şaşeleri kullanılarak sağlanmıştır. Sayım sonrası elde edilen veriler log kob/g olarak verilmiştir (Dave ve Shah, 1996).



Şekil 3.11. Mikrobiyolojik Analiz Ekim Sonrası İnkübasyon Aşaması Görseli

3.2.7. Yoğurtlara uygulanan duyusal analizler

Duyusal değerlendirme depolamanın 1., 11., ve 21. günlerinde 10 kişiden oluşan panelistler tarafından Ranking test modeli kullanılarak Bodyfelt vd.'ne (1988) göre yapılmış ve Çizelge 3.2'de verilen değerlendirme formu kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Formu

Panalistin Adı ve Soyadı:	Tarih: / /	
YOĞURT ÖZELLİKLERİ	Örnekler	
GÖRÜNÜM (5 Puan)		
Kusursuz		
Değişik renk		
Serumu ayrılmış		
Topraklı		
Büzülmüş		
Yüzeyi küflü		
YAPI (5 Puan)		
Kusursuz		
Sıkı-Jelatinimsi yapı		
Kumlu-Pütürlü		
Viskoz		
Çok katı		
Lifli yapı		
Yumuşak (zayıf jel)		
AROMA (10 Puan)		
Kusursuz		
Asetaldehit (ham)		
Acı Tat		
Pişmiş Tat		
Yabancı tat		
Yüksek asitlik		
Yetersiz aroma		
Bayat tat		
Düşük Asitlik		
Okside tat		

Çizelge 3.2. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Değerlendirme Formu (devam)

Panalistin Adı ve Soyadı:	Tarih: / /	
YOĞURT ÖZELLİKLERİ	Örnekler	
Ransid tat		
Doğal Olmayan Aroma		
Görüş ve önerileriniz		

3.2.8. İstatiksel analizler

Bağımsız değişkenlerin (Şeker ve Taflan), bağımlı değişkenler üzerine etkisinin belirlenmesinde ve varyans analizleri için Design Expert 6.02 paket programı kullanılmıştır (Myers vd., 2016). Elde edilen veriler öncelikle varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların tespit edilmesi için Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS 9.0 paket programı kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1995). Çalışma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Probiyotik Yoğurda İlave Edilen Taflan ve Şeker Oranlarının Optimize Edilmesi

Bu bölümde; probiyotik yoğurtların fiziko-kimyasal, renk (L^* , a^* , b^*), tekstürel, duyuşsal, mikrobiyolojik ve fonksiyonel özellikleri ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. Probiyotik yoğurtların fiziko-kimyasal özellikleri

Bu bölümde üretilen probiyotik yoğurtlarda yapılan analiz sonuçları ortalama olarak verilmiştir. Probiyotik yoğurt üretimleri Çizelge 3.1’de verilen Merkezi Komposit Yönteminde deneme modelindeki formülasyona göre gerçekleştirilmiştir.

Merkezi Komposit Yönteminde verilen değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikler

Ör.no	Şeker (%)	Karaye-miş (Taflan)	pH	Titrasyon Asitliği (%L.A)	Viskozite (cP)	Kuru madde miktarı (%)	Serum Ayrılması (%)	Su Tutma Kapasitesi (%)
1	7,50	9,00	4,67±0,01 ^g	0,647±0,02 ^{de}	5828±0,0 ⁱ	19,73±0,08 ^{cd}	7,72±0,2 ^{ab}	75,82±1,16 ^c
2	5,00	12,00	4,79±0,00 ⁱ	0,627±0,01 ^b	4572±10 ^d	20,28±0,59 ^{cd}	8,04±0,05 ^{ab}	75,07±1,3 ^c
3	7,50	9,00	4,68±0,01 ^g	0,646±0,00 ^{de}	5808±0,0 ^{ghi}	19,63±0,24 ^{cd}	7,69±0,4 ^a	75,64±1,7 ^c
4	7,50	4,76	4,57±0,00 ^b	0,634±0,05 ^{bc}	3476±10 ^a	17,83±0,07 ^{ab}	9,06±0,3 ^b	75,04±2,1 ^c
5	7,50	9,00	4,61±0,00 ^{cd}	0,646±0,00 ^d	5744±20 ^{gh}	19,80±0,30 ^{cd}	7,71±0,05 ^{ab}	76,55±2,3 ^c
6	10,00	6,00	4,60±0,01 ^c	0,638±0,02 ^{cd}	3616±10 ^b	19,97±0,21 ^{cd}	8,83±0,2 ^{ab}	73,76±1,7 ^c
7	5,00	6,00	4,51±0,01 ^a	0,641±0,03 ^{cd}	3568±30 ^b	17,97±0,18 ^{ab}	8,53±0,10 ^{ab}	73,56±1,35 ^c
8	10,00	12,00	4,75±0,00 ^h	0,638±0,00 ^{cd}	4780±40,5 ^e	20,67±0,35 ^{de}	8,08±0,4 ^{ab}	71,41±2,2 ^{abc}
9	3,96	9,00	4,60±0,00 ^c	0,651±0,01 ^e	5788±0,0 ^{gh}	17,10±0,71 ^a	7,91±0,3 ^{ab}	68,00±2,0 ^{ab}
10	7,50	9,00	4,63±0,00 ^{cd}	0,643±0,05 ^{cd}	5796±0,0 ^{ghi}	19,82±0,09 ^{cd}	7,76±0,7 ^{ab}	76,60±1,5 ^c
11	7,50	13,24	4,95±0,01 ^j	0,598±0,04 ^a	4172±40 ^c	21,35±0,46 ^e	8,14±0,6 ^{ab}	72,55±1,4 ^{bc}
12	7,50	9,00	4,64±0,01 ^{ef}	0,647±0,00 ^{de}	5856±10 ⁱ	19,76±0,28 ^{bc}	7,69±0,7 ^a	76,57±1,0 ^c
13	11,04	9,00	4,66±0,00 ^f	0,643±0,05 ^{cd}	5108±10 ^f	20,18±0,33 ^{cd}	7,73±0,25 ^{ab}	67,06±0,9 ^a

Probiyotik yoğurtların pH değeri

Yoğurtların pH değerleri 4,51 ile 4,95 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların pH değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yoğurtların pH değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Çizelge 4.2’den görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin pH değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Varyans analiz tablosunda 1,49’luk model uyumsuzluk F değeri saf hataya göre anlamlı olmadığını gösterir. Bu kadar büyük bir model uyumsuzluk F değeri gürültü nedeniyle oluşma olasılığı %34,54’tür. Anlamlı olmayan model uyumsuzluğu modelin uyumlu olduğunu gösterir. (Çizelge 4.2)

Çizelge 4.2. pH Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	0,14	5	0,029	28,63	0,0002
A-Şeker	2,273E-003	1	2,273E-003	2,26	0,1761
B-Taflan	0,12	1	0,12	116,55	< 0,0001
AB	4,225E-003	1	4,225E-003	4,21	0,0793
A2	1,809E-003	1	1,809E-003	1,80	0,2214
B2	0,017	1	0,017	16,56	0,0048
Kalıntı	7,026E-003	7	1,004E-003		
Model uyumsuzluğu	3,706E-003	3	1,235E-003	1,49	0,3454
Saf hata	3,320E-003	4	8,300E-004		
Genel toplam	0,15	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.3.’te verilmiştir. İdeal olarak 1’e yakın olması beklenen R^2 değeri, çalışmada 0.9534 olarak bulunmuştur. Yeterli hassasiyet değeri 4,0’ten büyük olması istenir; yüksek değerler modelin

güvenilirliğini artırmaktadır. Çalışmadaki yeterli hassasiyet değeri 18,877 olarak tespit edilmiş bu da bu modelin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. pH İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,032
R ²	0,9534
Ortalama	4,67
Düzeltilmiş R ²	0,9201
C.V. %	0,68
Tahmini R ²	0,7907
Press	0,032
Yeterli hassasiyet	18,877
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların pH değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimi, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$pH = +4,65 + (0,017) A + (0,12) B - (0,032) A * B - (0,016) A^2 + (0,049) B^2$$

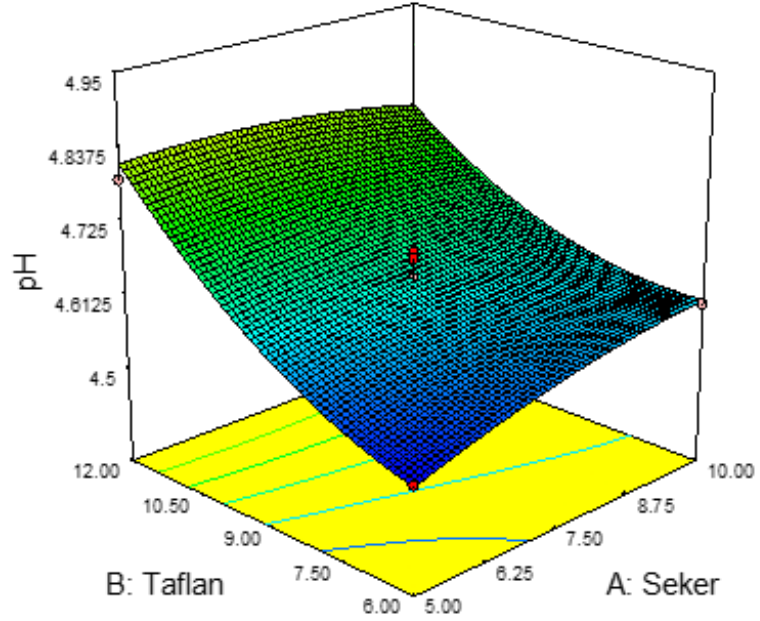
Denklemden görüldüğü üzere; yoğurt örneklerinin pH değeri üzerinde taflan konsantrasyonunun, şeker miktarına kıyasla daha baskın ve ileri düzeyde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). Hem şekerin hem de taflan pH parametresi üzerine birinci dereceden etkileri pozitif yönlü olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, şeker ve taflan arasındaki ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) pH değeri üzerinde negatif yönlü etki yarattığı tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının pH değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve 3 boyutlu grafiği Şekil 4.1 verilmiştir.

Design-Expert® Software

pH
4.95
4.51

X1 = A: Seker
X2 = B: Taflan



Şekil 4.1. Ph Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği veri değeri en küçük 0,598 %L.A. ile 11 no'lu örnek, en yüksek 0,651 %L.A. ile 9 no no'lu örnek tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların titrasyon asitliği değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yoğurtların titrasyon asitliği değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi önemli değilken, taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.4. Titrasyon Asitliği Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,985E-003	5	3,970E-004	10,36	0,0039
A-Şeker	1,373E-006	1	1,373E-006	0,036	0,8553
B-Taflan	5,267E-004	1	5,267E-004	13,74	0,0076
AB	4,900E-005	1	4,900E-005	1,28	0,2954
A2	2,070E-005	1	2,070E-005	0,54	0,4862
B2	1,320E-003	1	1,320E-003	34,45	0,0006
Kalıntı	2,682E-004	7	3,832E-005		
Model Uyumsuzluğu	2,574E-004	3	8,581E-005	31,78	0,0030
Saf hata	1,080E-005	4	2,700E-006		
Genel toplam	2,253E-003	12			

SD: Serbestlik derecesi

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.5'te verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir, çalışmada R^2 değeri 0,8809 olarak bulunmuştur. Yeterli hassasiyet, 4'ten büyük olup 10,239'luk oranı göstermekte ve bu da modelin güvenilirliğini artırmaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Titrasyon Asitliği İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	6,190E-003
R^2	0,8809
Ortalama	0,64
Düzeltilmiş R^2	0,7959
C.V. %	0,97
Tahmini R^2	0,1800
Press	1,848E-003
Yeterli hassasiyet	10,239

C.V. %: Değişim kat sayısı

Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi

Probiyotik yoğurtların değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda

verilmiştir.

$$\text{Titrasyon asitliği} = +0,65 - (4,142\text{E-}004) A - (8,114\text{E-}003) B + (3,500\text{E-}003) A * B + (1,725\text{E-}003) A^2 - (0,014) B^2$$

Denklemden görüldüğü üzere; yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değeri üzerinde taflan konsantrasyonunun, şeker miktarına kıyasla daha baskın ve ileri düzeyde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). Bağımsız değişkenlerden hem şekerin hem de taflanın titrasyon asitliği üzerindeki birinci dereceden etkilerinin negatif yönlü olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, şeker ve taflan arasındaki ikili interaksyonun (Şeker x Taflan) titrasyon asitliği değeri üzerinde pozitif yönlü bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının titrasyon asitliği değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.2’de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

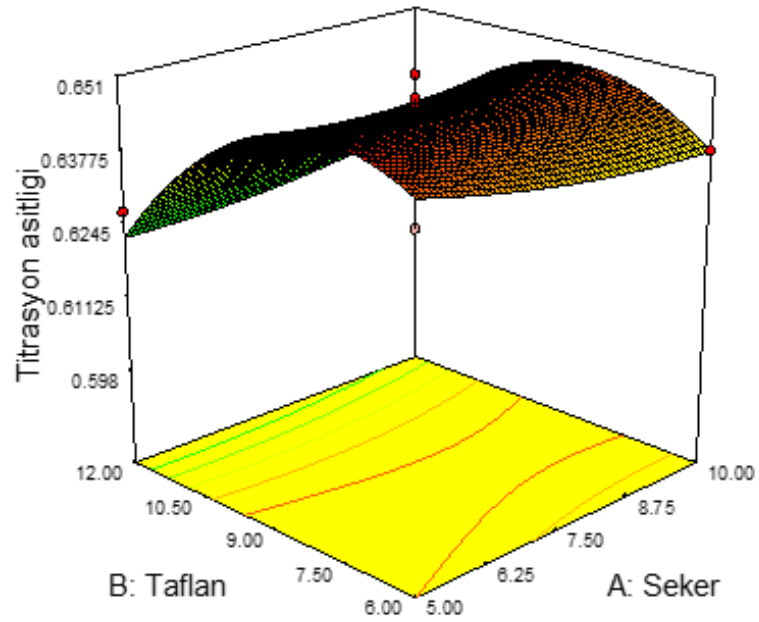
Titrasyon asitliği

0.651

0.598

X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.2. Titrasyon Asitliği Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurtların viskozite değeri

Probiyotik yoğurtların viskozite değeri en yüksek 5856 cP ile 12 no'lu örnekte, en düşük 3476 cP ile 4 no'lu örnekte olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların viskozite değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bağımsız değişkenlerden taflanın yoğurtların viskozite değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin viskozite değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin ve taflanın interaksyonunun etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,01$).

Model Uyumsuzluk F değeri 166,30 olup uyumsuzluğun anlamlı olduğunu gösterir. Bu kadar büyük bir model uyumsuzluk F değerinin gürültüden kaynaklanma olasılığı sadece %0,01'dir. Anlamlı model uyumsuzluğu istenmez, modelin uyumlu olması istenmektedir.

Çizelge 4.6. Viskozite Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,016E+007	5	2,033E+006	16,33	0,0010
A-Şeker	62245,43	1	62245,43	0,50	0,5024
B-Taflan	1,242E+006	1	1,242E+006	9,98	0,0160
AB	6400,00	1	6400,00	0,051	0,8271
A2	6,459E+005	1	6,459E+005	5,19	0,0568
B2	8,675E+006	1	8,675E+006	69,68	< 0,0001
Kalıntı	8,714E+005	7	1,245E+005		
Model Uyumsuzluğu	8,645E+005	3	2,882E+005	166,30	0,0001
Saf hata	6931,20	4	1732,80		
Genel toplam	1,104E+007	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.7'de verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir. Model uyumluluğu tablosunda görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9210 olarak bulunmuştur. Yeterli hassasiyet, 4'ten büyük olup 11,642'lik

oranı göstermekte ve bu da modelin güvenilirliğini artırmaktadır.

Çizelge 4.7. Viskozite Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	352,83
R ²	0,9210
Ortalama	4931,69
Düzeltilmiş R ²	0,8646
C.V. %	7,15
Tahmini R ²	0,4420
Press	6,158E+006
Yeterli hassasiyet	11,642
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Probiyotik yoğurtların viskozite değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Viskozite} = +5806,40 - (88,21) A + (394,04) B + (40,00) A * B - (304,70) A^2 - (1116,70) B^2$$

Denklemden görüldüğü üzere; yoğurt örneklerinin viskozite değeri üzerinde taflan konsantrasyonunun, şeker miktarına kıyasla daha yüksek düzeyde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). Bağımsız değişkenlerin birinci dereceden etkileri incelendiğinde; şekerin viskozite üzerinde negatif yönlü bir etki yarattığı, taflanın ise tam aksine pozitif yönlü bir katkı sağladığı belirlenmiştir. Öte yandan, şeker ve taflan arasındaki ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) viskozite değerini pozitif yönde etkilediği denklemden görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının viskozite değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.3'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

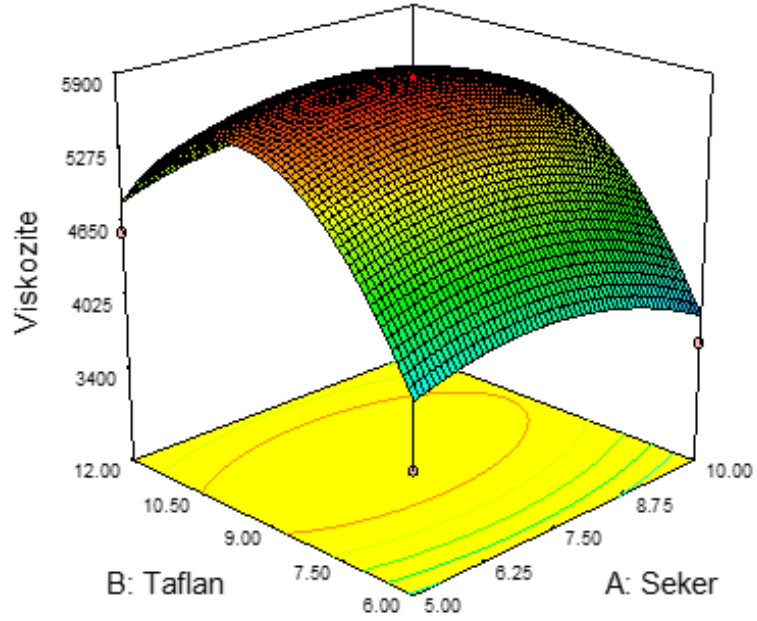
Viskozite

5856

3476

X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.3. Viskozite Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurtların kuru madde değeri

Çizelge 4.1’de, en düşük kuru madde miktarına %17,10 oranıyla 9 numaralı probiyotik yoğurt örneğinde rastlanırken, en yüksek değer %21,35 ile 11 numaralı örnekte görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların kuru madde değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yoğurtların kuru madde değeri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin kuru madde değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Cubic bir modelle ifade edildiği ve şekerin ve taflanın etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Model Uyumsuzluğu F değeri 128,19 olup uyumsuzluğun anlamlı olduğunu gösterir. Bu kadar büyük bir Model Uyumsuzluk F değerinin istenmeyen değişkenlikten (gürültü) kaynaklanma olasılığı sadece %0,03’tür. Anlamlı uyum eksikliği istenmez, çünkü modelin uyumlu olması istenmektedir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Kuru Madde Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	24.29	7	3.47	23.57	0.0015
A-Şeker	5.06	1	5.06	34.34	0.0021
B-Taflan	9.46	1	9.46	64.25	0.0005
AB	1.66	1	1.66	11.30	0.0201
A2	1.28	1	1.28	8.72	0.0318
B2	0.13	1	0.13	0.89	0.3892
A2B	0.59	1	0.59	4.00	0.1018
AB2	0.16	1	0.16	1.10	0.3427
A ³	0.000	0			
B ³	0.000	0			
Kalıntı	0.74	5	0.15		
Model Uyumsuzluğu	0.71	1	0.71	128.19	0.0003
Saf hata	0.022	4	5.570E-003		
Genel toplam	25.03	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.9’da verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir. Model uyumluluğu tablosunda da görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9706 olarak tespit edilmiştir. Negatif bir tahmini R^2 değeri, genel ortalamanın mevcut modelden daha iyi bir tahmin edici olduğunu gösterir. Çizelge 4.9’da görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 16,435 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Kuru Madde Miktarı Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0.38
R ²	0.9706
Ortalama	19.40
Düzeltilmiş R ²	0.9294
C.V. %	1.98
Tahmini R ²	-0.8270
Press	45.73
Yeterli hassasiyet	16.435
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların kuru madde değeri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Cubic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kuru madde} = +19.75 + (1.12) A + (1.54) B - (0.64) A B - (0.43) A^2 - (0.14) B^2 - (0.54) A^2 B - (0.28) A * B^2$$

Denklemden görüldüğü gibi; yoğurt örneklerinin toplam kuru madde miktarı üzerinde taflan konsantrasyonunun, şeker oranına kıyasla kısmen daha baskın ve ileri düzeyde önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır ($p < 0,01$). Bağımsız değişkenlerin birinci dereceden etkileri incelendiğinde hem şeker hem de taflan ilavesinin ürünün kuru madde değeri üzerinde pozitif yönlü bir etkiye yol açtığı belirlenmiştir. Şeker ile taflan ikili interaksiyonunun da (Şeker x Taflan) kuru madde üzerinde düşürücü (negatif) yönde bir etki sergilediği saptanmıştır.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının kuru madde miktarı değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.4'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

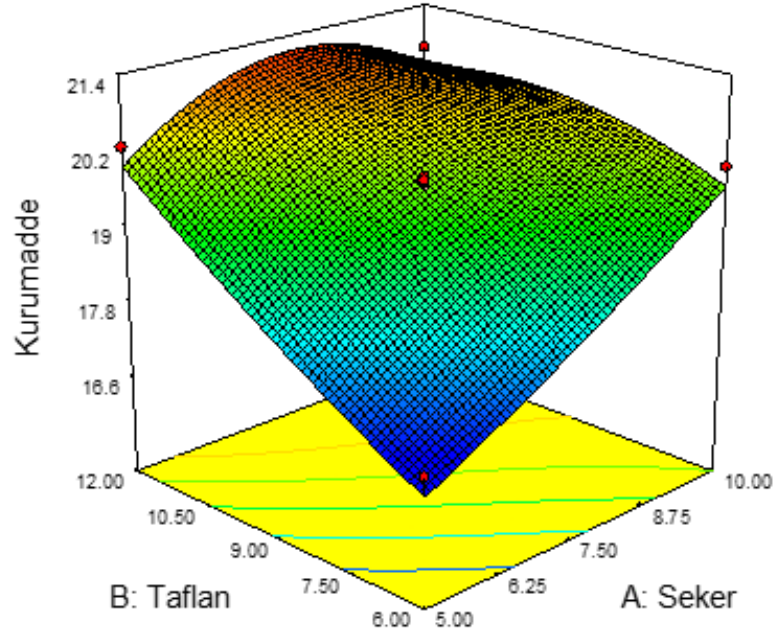
Design-Expert® Software

Kurumadde



X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.4. Kuru Madde Miktarı Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurta serum ayrılması

Serum ayrılması en yüksek 4 no'lu örnekte % 9,06 ile, en düşük 3 ve 12 no'lu örneklerde %7,69 olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bağımsız değişkenlerden şekerin yoğurtların serum ayrılması değeri üzerine etkisi önemli bulunmazken, taflanın etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.01$). Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.10. Serum Ayrılması Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2,45	5	0,49	34,64	< 0,0001
A-Şeker	9,125E-004	1	9,125E-004	0,064	0,8070
B-Taflan	0,81	1	0,81	56,97	0,0001
AB	0,017	1	0,017	1,19	0,3109
A2	0,060	1	0,060	4,25	0,0783
B2	1,62	1	1,62	114,55	< 0,0001
Kalıntı	0,099	7	0,014		
Model Uyumsuzluğu	0,096	3	0,032	38,50	0,0021
Saf hata	3,320E-003	4	8,300E-004		
Genel toplam	2,55	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.11’de verilmiştir. İdeal olarak 1’e yakın olması beklenen R^2 değeri, çalışmada 0,9612 olarak hesaplanmıştır. Yeterli hassasiyet, 4’ten büyük olup 17,501’lik oranı göstermekte ve bu da modelin güvenilirliğini artırmaktadır.

Çizelge 4.11. Serum Ayrılması İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,12
R^2	0,9612
Ortalama	8,07
Düzeltilmiş R^2	0,9334
C.V. %	1,48
Tahmini R^2	0,7310
Press	0,69
Yeterli hassasiyet	17,501
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların serum ayrılması değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem

aşağıda verilmiştir.

$$\text{Serum Ayrılması} = +7,71 + (0,011) A - (0,32) B - (0,065) A * B + (0,093) A^2 + (0,48) B^2$$

Denklemden de anlaşılacağı üzere, yoğurdun serum ayrılması seviyesi üzerinde taflan ilavesinin etkisi, şeker ilavesine göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,01$). Şeker oranındaki artışın serum ayrılması değerini birincil dereceden pozitif yönde, taflan oranındaki artışın ise negatif yönde etkilediği görülmektedir. Ayrıca şeker ile taflanın (Şeker x Taflan) ikili interaksiyonunun da serum ayrılması üzerinde düşürücü (negatif) yönde bir etki sergilediği saplanmıştır.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının serum ayrılması analiz değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.5'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

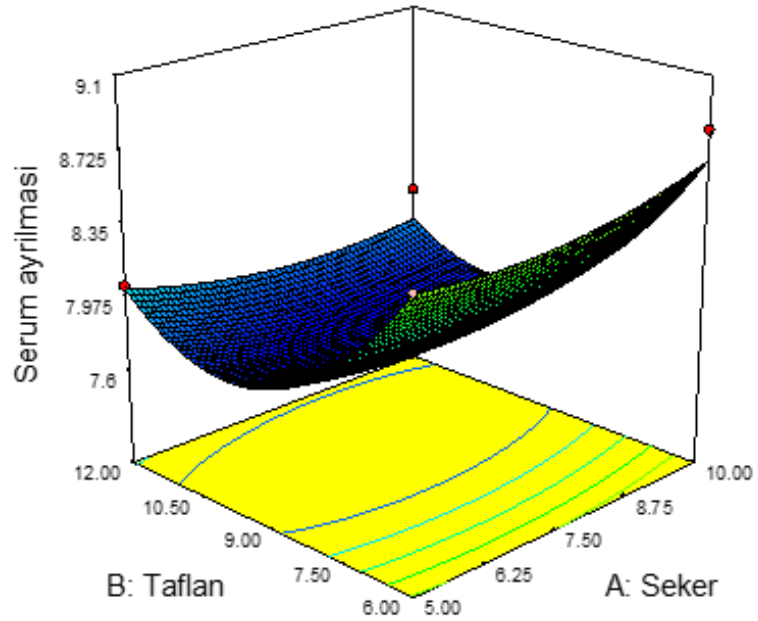
Serum ayrılması

9.06

7.69

X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.5. Serum Ayrılması Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi en yüksek 10 no'lu örnekte %76,6 en düşük 13 no'lu örnekte %67,06 olduğu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların su tutma kapasitesi değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yoğurtların su tutma kapasitesi değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği belirlenmiştir ($p>0,01$).

Model Uyumsuzluğu incelendiğinde 17,32'lik F değeri, anlamlı bulunmuştur. Modelin uyumlu olması istenmektedir. Bu kadar büyük bir değerin istenmeyen değişkenlik (gürültü) nedeniyle oluşma olasılığı yalnızca %0,94'tür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Su Tutma Kapasitesi Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	91,52	5	18,30	7,63	0,0094
A-Şeker	3,66	1	3,66	1,53	0,2563
B-Taflan	2,25	1	2,25	0,94	0,3650
AB	4,00	1	4,00	1,67	0,2375
A2	81,60	1	81,60	34,03	0,0006
B2	1,26	1	1,26	0,52	0,4926
Kalıntı	16,79	7	2,40		
Model Uyumsuzluğu	15,59	3	5,20	17,32	0,0094
Saf hata	1,20	4	0,30		
Genel toplam	108,31	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.13'te verilmiştir. İdeal olarak 1'e yakın olması beklenen R^2 değeri, çalışmada 0,8450 olarak hesaplanmıştır. Yeterli hassasiyet, 4'ten büyük olup 7,421'lik oranı göstermekte ve bu da modelin uygunluğunu artırmaktadır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Su Tutma Kapasitesi İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	1,55
R ²	0,8450
Ortalama	73,23
Düzeltilmiş R ²	0,7343
C.V. %	2,11
Tahmini R ²	-0,0406
Press	112,71
Yeterli hassasiyet	7,421
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların su tutma kapasitesi değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Su Tutma Kapasitesi} = +75,60 - (0,68) A - (0,53) B - (1,00) A * B - (3,43) A^2 - (0,43) B^2$$

Denklemden görüldüğü üzere; şeker konsantrasyonunun su tutma kapasitesi üzerindeki etkisinin taflan değişkenine kıyasla az bir farkla daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın su tutma kapasitesi değeri üzerine birinci dereceden etkisi negatif olmuştur. Şeker ve taflan ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) su tutma kapasitesi değeri üzerinde etkilerinin de negatif yönde olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının su tutma kapasitesi değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.6’te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

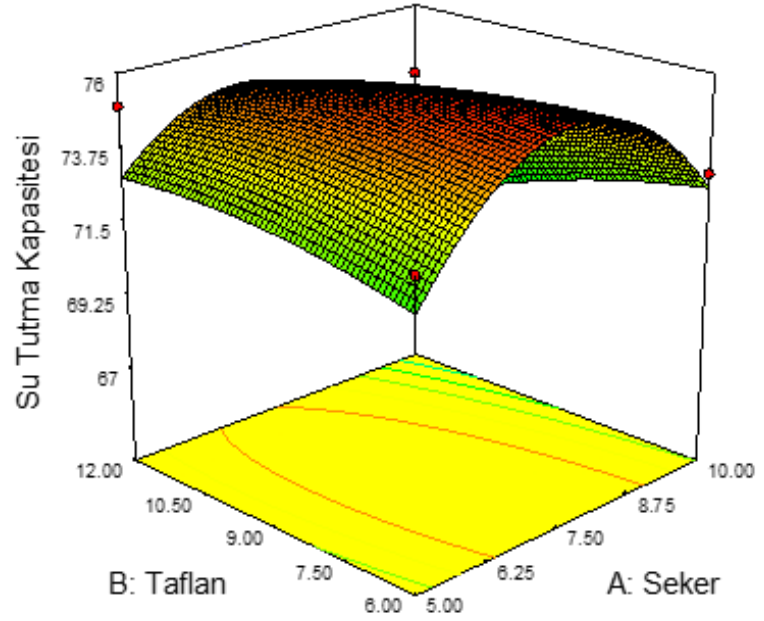
Design-Expert® Software

Su Tutma Kapasitesi



X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.6. Su Tutma Kapasitesi Cevap Yüzey Grafiği

4.1.2. Probiyotik yoğurtların Hunter L*a*b* renk değerleri

Bağımsız değişkenler (A: şeker, B: Taflan) için Merkezi Komposit Yönteminde verilen değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun renk değerleri (L*,a*,b*) Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Renk Değerleri

Ör.no	Şeker (%)	Taflan (%)	L*	a*	b*
1	7,50	9,00	75,51±0,18 ^{bc}	2,13±0,06 ^b	10,56±0,05 ^{bcd}
2	5,00	12,00	73,70±0,01 ^a	2,40±0,06 ^c	10,91±0,0 ^{de}
3	7,50	9,00	75,84±0,13 ^{bc}	2,03±0,06 ^b	10,79±0,24 ^{cde}
4	7,50	4,76	78,40±0,06 ^d	1,50±0,04 ^a	10±0,08 ^a
5	7,50	9,00	74,61±0,01 ^{ab}	2,12±0,01 ^b	10,21±0,03 ^a
6	10,00	6,00	77,19±0,08 ^{cd}	1,57±0,12 ^a	10,06±0,03 ^a
7	5,00	6,00	78,22±1,73 ^d	1,56±0,03 ^a	10,08±0,11 ^a
8	10,00	12,00	73,39±0,1 ^a	2,46±0,04 ^c	11,03±0,04 ^{de}
9	3,96	9,00	74,49±0,01 ^{ab}	2,05±0,04 ^b	10,64±0,11 ^{bcd}
10	7,50	9,00	75,53±0,24 ^{bc}	2,13±0,04 ^b	10,4±0,04 ^a
11	7,50	13,24	73,58±0,35 ^a	2,64±0,02 ^d	11,13±0,06 ^e
12	7,50	9,00	75,41±0,16 ^b	2,00±0,02 ^b	10,58±0,07 ^{bcd}
13	11,04	9,00	75,68±0,08 ^{bc}	2,02±0,2 ^b	10,41±0,41 ^{abc}

Probiyotik yoğurtların L* değeri

Gün ışığı parlaklığı olan L* değeri en düşük 8 no'lu örnekte 73,39, en yüksek 4 no'lu örnekte 78,40 olduğu Çizelge 4.14'te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların L* değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin L* değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Linear bir modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Model Uyumsuzluk F değeri incelendiğinde 1,98'lik F değeri saf hataya göre anlamlı olmadığını göstermiştir. Bu kadar büyük bir Model Uyumsuzluk F değerinin istenmeyen değişkenlikten (gürültü) kaynaklanma olasılığı %26,44'tür. Anlamlı olmayan uyumsuzluk modelin uyumlu olduğunu gösterir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. L* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	28,65	2	14,33	42,66	< 0,0001
A-Şeker	0,015	1	0,015	0,044	0,8385
B-Taflan	28,64	1	28,64	85,28	< 0,0001
Kalıntı	3,36	10	0,34		
Model Uyumsuzluğu	2,51	6	0,42	1,98	0,2644
Saf hata	0,84	4	0,21		
Genel toplam	32,01	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.16’da verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, çalışmada R^2 değeri 0,8951 olarak hesaplanmıştır. Yeterli hassasiyet, 4’ten büyük olup 19,224’lük oranı göstermekte ve bu da modelin tasarım alanında kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.16. L* Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,58
R^2	0,8951
Ortalama	75,50
Düzeltilmiş R^2	0,8741
C.V. %	0,77
Tahmini R^2	0,7982
Press	6,46
Yeterli hassasiyet	19,224
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

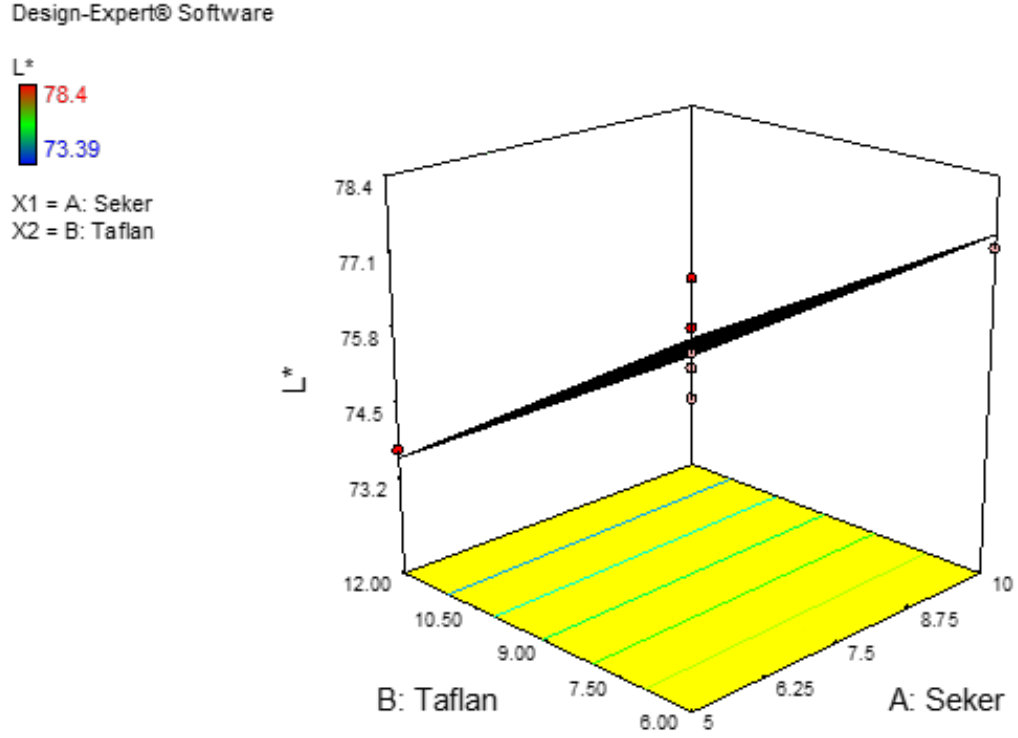
Yoğurtların L* değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Linear modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$L^* = +75,50 + (0,043) A - (1,89) B$$

Denklemden görüldüğü üzere, taflan konsantrasyonunun yoğurtlardaki L* karakteris-

tiği üzerindeki etkisinin şeker değişkenine kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur ($p<0,01$). Şekerin L^* değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif, taflanın etkisi ise negatif olmuştur.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının L^* değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.7’de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.



Şekil 4.7. L^* Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurtların a^* değeri

a^* değeri en yüksek 11 no’lu örnekte 2,64, en düşük 4 no’lu örnekte 1,50 olduğu Çizelge 4.14’te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların a^* değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin a^* değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Linear modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Model Uyumsuzluğu incelendiğinde 0,91 değer, saf hataya göre anlamlı olmadığını gösterir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenir; çünkü modelin uyumlu olması istenmektedir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. a* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,40	2	0,70	190,29	< 0,0001
A-Şeker	9,504E-005	1	9,504E-005	0,026	0,8753
B-Taflan	1,40	1	1,40	380,55	< 0,0001
Kalıntı	0,037	10	3,669E-003		
Model Uyumsuzluğu	0,021	6	3,535E-003	0,91	0,5623
Saf hata	0,015	4	3,870E-003		
Genel toplam	1,43	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.18’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, çalışmada R^2 değeri 0,9744 olarak hesaplanmıştır. Yeterli hassasiyet değeri 40,608’lik oranı göstermektedir. Yeteri hassasiyet değerinin 4’ten büyük olması modelin tasarım alanında kullanılabileceğini göstermektedir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. a* Değeri İçin Model Uygunluğu

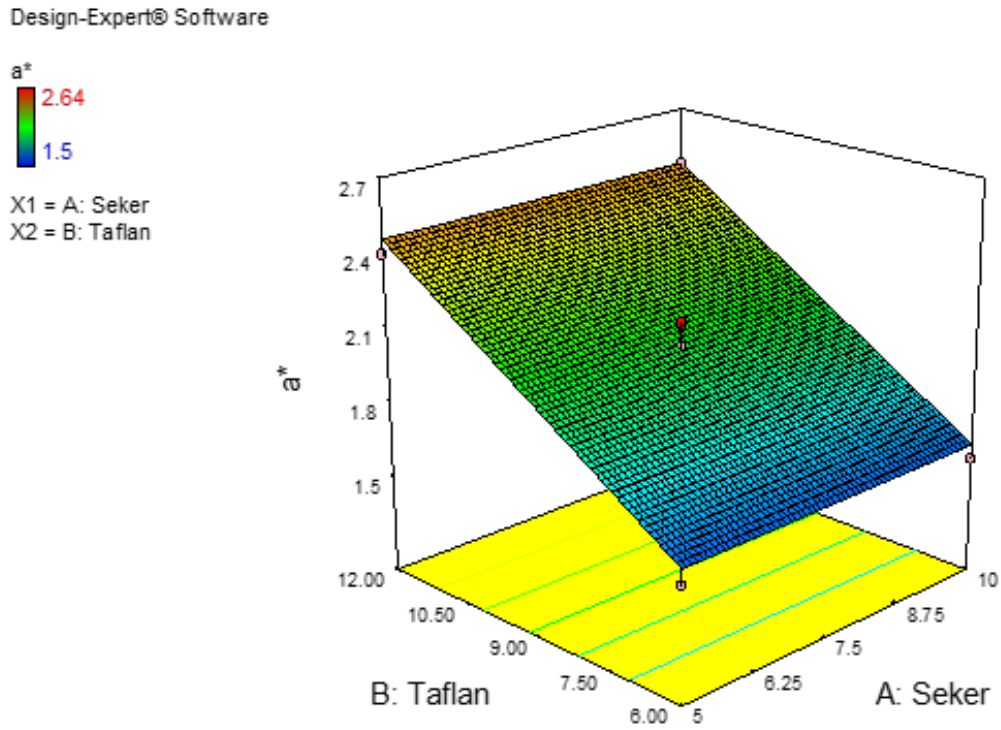
Standart Sapma	0,061
R^2	0,9744
Ortalama	2,05
Düzeltilmiş R^2	0,9693
C.V. %	2,96
Tahmini R^2	0,9591
Press	0,059
Yeterli hassasiyet	40,608
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların a^* değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Linear modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$a^* = +2,05 + (3,447E-003) A + (0,42) B$$

Denklemden görüldüğü gibi, a^* değeri üzerine şekerin etkisi taflandan daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın a^* değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif olmuştur.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının a^* değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.8’de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.



Şekil 4.8. a^* Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurtların b^* değeri

b^* değeri en düşük 4 no’lu örnekte 10 değeri almakta, en yüksek 11 no’lu örnekte 11,13 olduğu Çizelge 4.14’te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların b^* değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’da

verilmiştir. Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin b^* değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Linear modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Yanıt düzlem yöntemiyle belirlenen 0,13’lük model uyumsuzluğu, saf hataya göre anlamlı olmadığını bu da modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. b^* Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,45	2	0,72	32,19	< 0,0001
A-Şeker	6,343E-003	1	6,343E-003	0,28	0,6072
B-Taflan	1,44	1	1,44	64,10	< 0,0001
Kalıntı	0,23	10	0,023		
Model Uyumsuzluğu	0,037	6	6,217E-003	0,13	0,9841
Saf hata	0,19	4	0,047		
Genel toplam	1,67	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 20’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, çalışmada R^2 değeri 0,8656 olarak bulunmuştur. Yeterli hassasiyet değeri 4,0’ten büyük olması modelin güvenilirliğini artırmaktadır. Çalışmadaki 16,666’lık yeterli hassasiyet değeri bu modelin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.20. b* Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,15
R ²	0,8656
Ortalama	10,52
Düzeltilmiş R ²	0,8387
C.V. %	1,43
Tahmini R ²	0,8199
Press	0,30
Yeterli hassasiyet	16,666
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların b* değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Linear modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$b^* = +10,52 - (0,028) A + (0,42) B$$

b* değeri üzerine taflanın etkisinin şekerin etkisinde daha fazla olduğu denklemde görülmektedir (p<0,01). Taflanın b* değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif, şekerin etkisi ise negatif olmuştur.

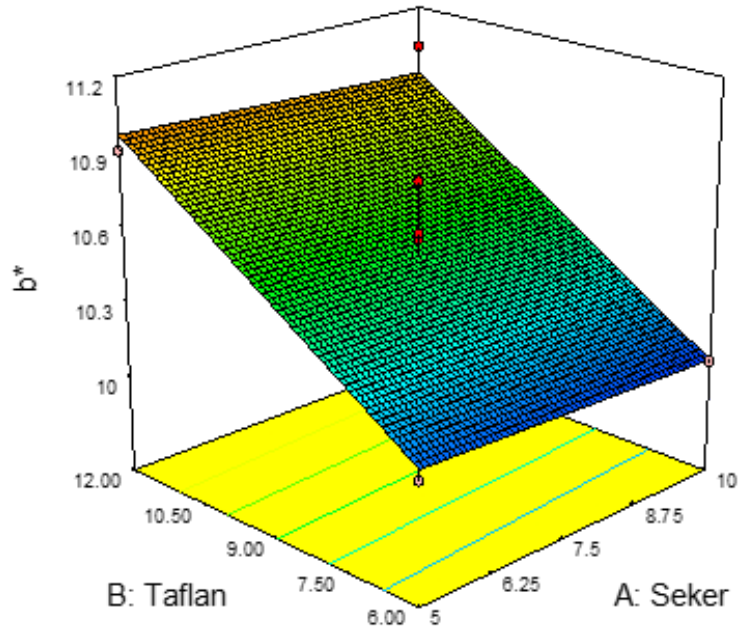
Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının b* değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.9'de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

b*



X1 = A: Seker
X2 = B: Taflan



Şekil 4.9. b* Değeri Cevap Yüzey Grafiği

4.1.3. Probiyotik yoğurtların tekstürel özellikleri

Bağımsız değişkenler (A: şeker, B: Taflan) için Merkezi Komposit Yönteminde verilen değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun tekstürel özellikleri (sertlik, kıvam, iç yapışkanlık) Çizelge 4.21’te verilmiştir.

Çizelge 4.21. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikler

Ör.no	Şeker (%)	Taflan(%)	Sertlik (g)	Kıvam (g sec)	İç Yapışkanlık (g)
1	7,50	9,00	33,63±0,95 ^{de}	61,13±1,27 ^c	-13,36±0,48 ^{bc}
2	5,00	12,00	35,48±1,14 ^{def}	67,3±1,3 ^d	-14,19±0,52 ^{abc}
3	7,50	9,00	32, 86±1,2 ^{cd}	61,06±1,5 ^c	-13,82±0,32 ^{abc}
4	7,50	4,76	24,84±1,3 ^a	43,58±0,95 ^a	-8,44±0,17 ^d
5	7,50	9,00	33,25±0,58 ^{de}	62,43±0,74 ^c	-13,53±0,66 ^{abc}
6	10,00	6,00	29,65±1,1 ^{bc}	50,45±1,4 ^b	-9,39±0,26 ^d
7	5,00	6,00	28,88±0,85 ^b	48,69±1,26 ^b	-9,09±0,42 ^d
8	10,00	12,00	36,63±0,69 ^{ef}	67,8±1,04 ^d	-14,54±0,5 ^{ab}
9	3,96	9,00	32,68±1,3 ^{cd}	59,99±1,8 ^c	-13,13±0,3 ^c
10	7,50	9,00	33,32±0,84 ^{de}	61,95±1,3 ^c	-13,08±0,24 ^c
11	7,50	13,24	37,94±1,28 ^f	70,15±1,77 ^d	-14,81±0,38 ^c
12	7,50	9,00	33,87±1,41 ^{de}	61,18±1,46 ^c	-13,9±0,21 ^{abc}
13	11,04	9,00	35,48±1,5 ^{def}	62,55±1,36 ^c	-13,31±0,33 ^{bc}

Probiyotik yoğurdun sertlik değeri

Sertlik değerinin en yüksek 37,94 g ile 10 no'lu örnekte, en düşük 24,84 g ile 4 no'lu örnekte olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21). Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların sertlik değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Çizelge 4.22'den görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin sertlik değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$).

Model Uyumsuzluğu incelendiğinde 2,29'luk F değeri, saf hataya göre anlamlı olmadığını gösterir. Bu kadar büyük bir Model Uyumsuzluk F değerinin istenmeyen değişkenlikten (gürültü) kaynaklanma olasılığı %22,02'dir. Bu durum modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Sertlik Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	141,27	5	28,25	34,82	< 0,0001
A-Şeker	4,32	1	4,32	5,33	0,0544
B-Taflan	128,85	1	128,85	158,82	< 0,0001
AB	0,036	1	0,036	0,044	0,8389
A2	1,19	1	1,19	1,47	0,2645
B2	6,03	1	6,03	7,43	0,0295
Kalıntı	5,68	7	0,81		
Model Uyumsuzluğu	3,59	3	1,20	2,29	0,2202
Saf hata	2,09	4	0,52		
Genel toplam	146,94	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.23'te verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda da görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9614 olarak bulunmuştur. Yeterli hassasiyet, 4'ten büyük olup 19,388'lik oranı göstermekte ve bu da modelin güvenilirliğini artırmaktadır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Sertlik Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,90
R^2	0,9614
Ortalama	32,90
Düzeltilmiş R^2	0,9337
C.V. %	2,74
Tahmini R^2	0,8041
Press	28,79
Yeterli hassasiyet	19,388
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların sertlik değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda

verilmiştir.

$$\text{Sertlik} = +33,21 + (0,73) A + (4,01) B + (0,095) A * B + (0,41) A^2 - (0,93) B^2$$

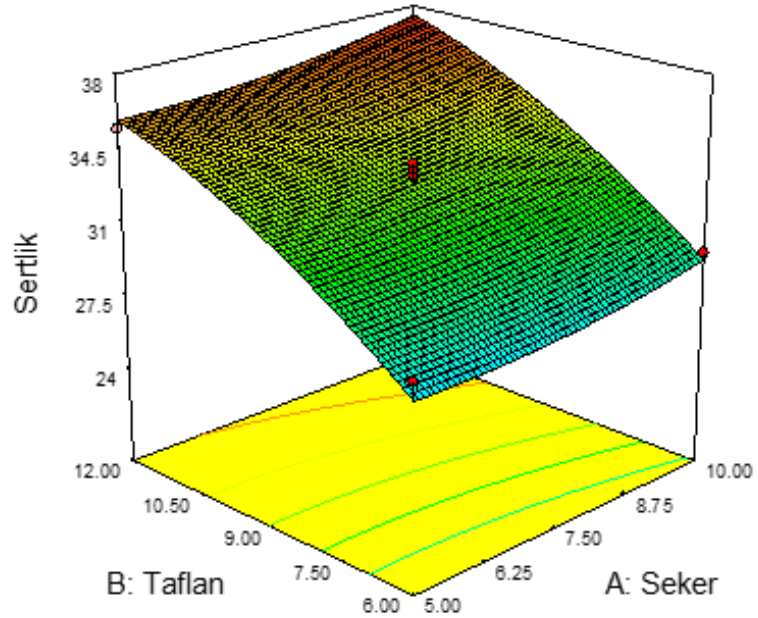
Denklem incelendiğinde görülmektedir ki; sertlik değeri üzerine taflanın etkisi şekerden daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın sertlik değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif olmuştur. Şeker ve taflan ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) sertlik değeri üzerinde etkilerinin de pozitif yönde olduğu denklemde verilmiştir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının sertlik değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.10'da 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

Sertlik
37.94
24.84

X1 = A: Seker
X2 = B: Taflan



Şekil 4.10. Sertlik Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun kıvam değeri

Kıvam değerinin en düşük 4 no'lu örnekte 43,58 g.sec, en yüksek değer 11 no'lu örnekte 70,15 g.sec olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21). Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların kıvam değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları

Çizelge 4.24'te verilmiştir. Çizelge 4.24'te görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin kıvam değeri değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin etkisinin $p < 0.05$ düzeyinde taflanın etkisinin ise $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Varyans analiz tablosunda görüldüğü üzere 0,96'lık Model Uyumsuzluk F değeri, saf hataya göre anlamlı olmadığını belirlenmiştir. Anlamlı olmayan model uyumsuzluğu değeri modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Kıvam Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	723,10	5	144,62	395,36	< 0,0001
A-Şeker	4,32	1	4,32	11,82	0,0109
B-Taflan	675,94	1	675,94	1847,88	< 0,0001
AB	0,40	1	0,40	1,09	0,3322
A2	0,50	1	0,50	1,35	0,2826
B2	42,42	1	42,42	115,97	< 0,0001
Kalıntı	2,56	7	0,37		
Model Uyumsuzluğu	1,07	3	0,36	0,96	0,4925
Saf hata	1,49	4	0,37		
Genel toplam	725,66	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.25'te verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir, kıvam değeri için model uygunluğu tablosunda R^2 değeri 0,9965 olduğu görülmektedir. Yeterli hassasiyet değeri 63,275 olduğu belirlenmiştir. Yeterli hassasiyet değeri 4'ten büyük olması modelin güvenilirliğini artırmaktadır.

Çizelge 4.25. Kıvam Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,60
R ²	0,9965
Ortalama	59,87
Düzeltilmiş R ²	0,9940
C.V. %	1,01
Tahmini R ²	0,9863
Press	9,95
Yeterli hassasiyet	63,275
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların kıvam değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kıvam} = +61,55 + (0,74) A + (9,19) B - (0,32) A * B - (0,27) A^2 - (2,47) B^2$$

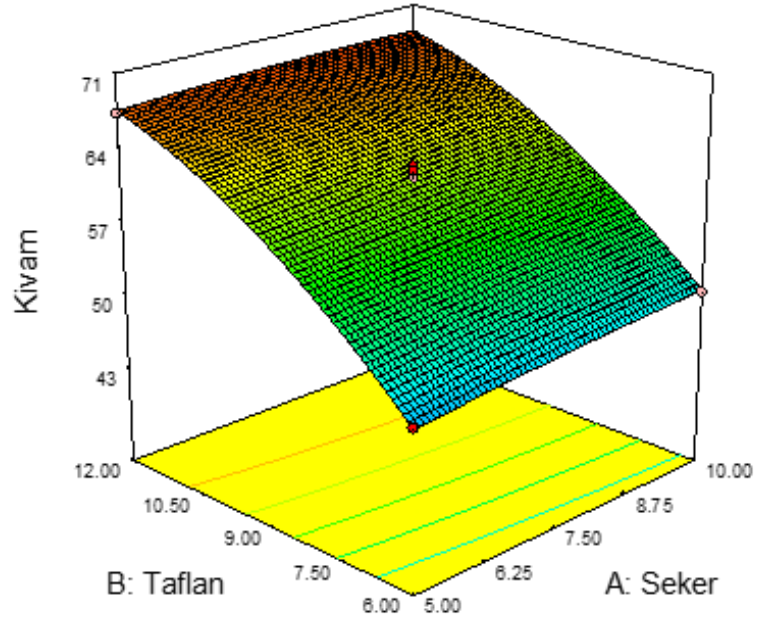
Denklemden görüldüğü gibi, kıvam değeri üzerine taflanın etkisi şekerden çok daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın kıvam değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif yönlü olurken, şeker ve taflan ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) kıvam değeri üzerinde etkilerinin negatif yönde olduğu denklemde görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının kıvam değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.11’de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

Kıvam
 70.15
 43.58

X1 = A: Seker
 X2 = B: Taflan



Şekil 4.11. Kıvam Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun iç yapışkanlık değeri

En yüksek ve en düşük iç yapışkanlık değerleri -8,44 g ile -14,81 g olduğu Çizelge 4.21’te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26’de verilmiştir. Çizelge 4.26’da görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği belirlenmiştir. Şekerin iç yapışkanlık değeri üzerine etkisi anlamlı değilken taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Varyans analiz tablosunda 2,89’luk Model Uyumsuzluk F değeri saf hataya göre anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Anlamlı olmayan model uyumsuzluğu modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. İç Yapışkanlık Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	55,26	5	11,05	53,99	< 0,0001
A-Şeker	0,10	1	0,10	0,50	0,5025
B-Taflan	46,36	1	46,36	226,46	< 0,0001
AB	6,250E-004	1	6,250E-004	3,053E-003	0,9575
A2	0,69	1	0,69	3,35	0,1099
B2	8,59	1	8,59	41,98	0,0003
Kalıntı	1,43	7	0,20		
Model Uyumsuzluğu	0,98	3	0,33	2,89	0,1656
Saf hata	0,45	4	0,11		
Genel toplam	56,69	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.27’te verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, iç yapışkanlık değeri için model uygunluğu tablosunda R^2 değeri 0,9747 olduğu görülmektedir. Yeterli hassasiyet değeri 22,151 olduğu tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet değeri 4’ten büyük olması modelin güvenilirliğini artırmaktadır.

Çizelge 4.27. İç Yapışkanlık Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,45
R^2	0,9747
Ortalama	-12,66
Düzeltilmiş R^2	0,9567
C.V. %	3,57
Tahmini R^2	0,8645
Press	7,68
Yeterli hassasiyet	22,151
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların iç yapışkanlık değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak

değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{İç Yapışkanlık} = -13,54 - (0,11) A - (2,41) B - (0,012) A * B + (0,31) A^2 + (1,11) B^2$$

Denklemde iç yapışkanlık değeri üzerine taflanın etkisinin şekerden daha yüksek olduğu görülmektedir. ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın iç yapışkanlık değeri üzerine birinci dereceden etkisi negatif olmuştur. Şeker ve taflan ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) iç yapışkanlık değeri üzerinde etkilerinin de negatif yönde olduğu denklemde görülmektedir. Denklemdeki negatif yönlü bu hareket iç yapışkanlığı arttırmaktadır.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının iç yapışkanlık değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.12’de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

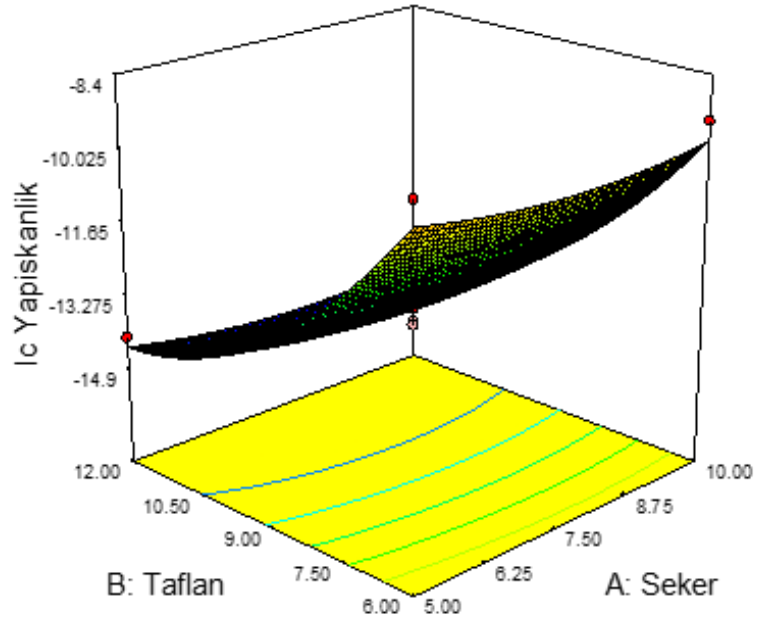
Design-Expert® Software

İç Yapışkanlık



X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.12. İç Yapışkanlık Değeri Cevap Yüzey Grafiği

4.1.4. Probiyotik yoğurtların duyu özellikleri

Bağımsız değişkenler (A: şeker, B: Taflan) için Merkezi Komposit Yönteminde verilen

değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun duyuusal özellikleri (Renk Görünüş, Yapı-Kıvam, Tat-Koku) Çizelge 4.28’te verilmiştir.

Çizelge 4.28. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri Puanlarına Etkisi

Ör.no	Şeker (%)	Taflan (%)	Renk Görünüş (puan)	Yapı Kıvam (puan)	Tat Koku (puan)
1	7,50	9,00	4,75±0,15 ^{ab}	4,75±0,15 ^{bc}	9±0,0 ^{bcd}
2	5,00	12,00	4,25±0,3 ^a	4,25±0,3 ^{abc}	8±0,45 ^{ab}
3	7,50	9,00	5±0,0 ^b	4,75±0,2 ^{bc}	9,5±0,33 ^d
4	7,50	4,76	4±0,33 ^a	3,5±0,2 ^a	7,5±0,25 ^a
5	7,50	9,00	4,75±0,21 ^{ab}	5±0,0 ^c	9,25±0,5 ^{cd}
6	10,00	6,00	4,5±0,32 ^{ab}	4±0,33 ^{ab}	7,75±0,33 ^{ab}
7	5,00	6,00	4,5±0,25 ^{ab}	3,75±0,25 ^a	7, 5±0,25 ^a
8	10,00	12,00	4,25±0,5 ^{ab}	4,25±0,35 ^{abc}	8,25±0,4 ^{abcd}
9	3,96	9,00	4,75±0,25 ^{ab}	4,75±0,2 ^{bc}	8,75±0,25 ^{abcd}
10	7,50	9,00	5±0,0 ^b	4,75±0,15 ^{bc}	9±0 ^{bcd}
11	7,50	13,24	4±0,2 ^a	4±0,5 ^{ab}	7,75±0,35 ^{ab}
12	7,50	9,00	5±0,0 ^b	5±0,0 ^c	9,5±0,5 ^d
13	11,04	9,00	4,5±0,25 ^{ab}	4,75±0,15 ^{bc}	9±0,6 ^{bcd}

Probiyotik yoğurdun renk görünüş puanı

Çizelge 4.28’de sunulan duyuusal analiz verileri incelendiğinde; panelistler tarafından renk ve görünüş özelliklerine yönelik verilen en yüksek skorun (5,00) 3, 10 ve 12 numaralı formülasyonlarda; en düşük skorun ise (4,00) 4 ve 11 numaralı örneklerde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların renk görünüş puanları üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Çizelge 4.29’da görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin renk görünüş puanının formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şeker ile taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

Model Uyumsuzluk F değeri 0,97 olup bu değer saf hataya göre anlamlı olmadığını göstermektedir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenir; bu durum modelin uyumlu

olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Renk Görünüm Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,39	5	0,28	15,00	0,0013
A-Şeker	0,016	1	0,016	0,84	0,3890
B-Taflan	0,031	1	0,031	1,69	0,2352
AB	0,000	1	0,000	0,000	1,0000
A2	0,10	1	0,10	5,58	0,0502
B2	1,31	1	1,31	70,85	< 0,0001
Kalıntı	0,13	7	0,019		
Model Uyumsuzluğu	0,055	3	0,018	0,97	0,4886
Saf hata	0,075	4	0,019		
Genel toplam	1,52	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.30’da verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda da görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9146 olarak tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet, 4’ten büyük olması istenmektedir. Tablodan da görüldüğü üzere yeteri hassasiyet değeri 10,351 olup 4’ten büyüktür. Bu da modelin tasarım için uygun olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Renk Görünüm Puanı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,14
R^2	0,9146
Ortalama	4,56
Düzeltilmiş R^2	0,8537
C.V. %	2,99
Tahmini R^2	0,6669
Press	0,51
Yeterli hassasiyet	10,351
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların renk görünüş puanları üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Renk Görünüş} = +4,90 - (0,044) A - (0,063) B + (0,000) A * B - (0,12) A^2 - (0,43) B^2$$

Denklemde renk görünüş puanı üzerine taflanın etkisi şekerden biraz daha yüksek görülmektedir ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın renk görünüş değeri üzerine birinci dereceden etkisi negatif olurken, şeker ve taflanın ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) renk görünüş puanı üzerinde etkilerin pozitif yönde olduğu denklemde görülmektedir

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının renk görünüş puanı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.13'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

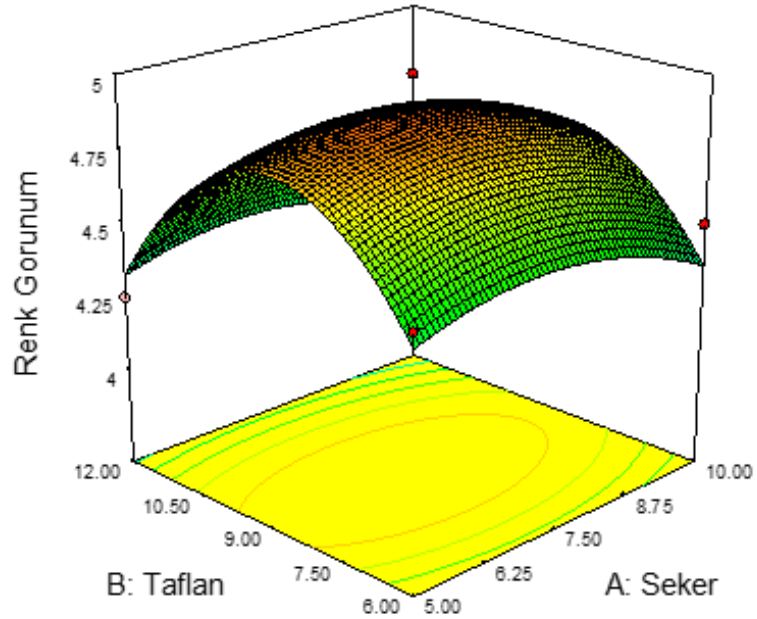
Design-Expert® Software

Renk Gorunum



X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.13. Renk Görünüş Puanı Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun yapı kıvam puanı

Çizelge 4.28'de yapı kıvam puanı en yüksek 5 (5 ve 12 numaralı örnekler), en düşük

3,5 (4 numaralı örnek) olduğu görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların yapı kıvam puanı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin yapı kıvam değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şekerin yapı-kıvam puanına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, taflanın etkisinin ise $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p > 0,01$).

Model Uyumsuzluk F değeri 1,39 olduğu Çizelge 4.31’de görülmek olup bu değer saf hataya göre anlamlı olmadığı görülmektedir. Model uyumsuzluğunun istenmeyen değişkenlikten (gürültü) nedeniyle oluşma olasılığı %36,69 olduğu belirlenmiştir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenir; bu durum modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Yapı Kıvam Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2,77	5	0,55	25,29	0,0002
A-Şeker	7,813E-003	1	7,813E-003	0,36	0,5692
B-Taflan	0,27	1	0,27	12,11	0,0103
AB	0,016	1	0,016	0,71	0,4263
A2	0,065	1	0,065	2,98	0,1279
B2	2,48	1	2,48	113,13	< 0,0001
Kalıntı	0,15	7	0,022		
Model Uyumsuzluğu	0,078	3	0,026	1,39	0,3669
Saf hata	0,075	4	0,019		
Genel toplam	2,92	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.32’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda da görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9475 olarak tespit edilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 14,433 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir

Çizelge 4.32. Yapı Kıvam Puanı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,15
R ²	0,9475
Ortalama	4,42
Düzeltilmiş R ²	0,9101
C.V. %	3,35
Tahmini R ²	0,7693
Press	0,67
Yeterli hassasiyet	14,433
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların yapı-kıvam puanı üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Yapı Kıvam} = +4,85 + (0,031) A + (0,18) B - (0,062) A * B - (0,097) A^2 - (0,60) B^2$$

Denklemden yapı kıvam puanı üzerine taflanın etkisi şekerden daha yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0,01$). Şekerin ve taflanın yapı kıvam değeri üzerine birinci dereceden etkileri pozitif yönlü olurken, şeker ve taflan ikili interaksyonunun (Şeker x Taflan) yapı kıvam puanı üzerinde etkilerinin negatif yönde olduğu denklemden görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının yapı kıvam puanı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.14'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

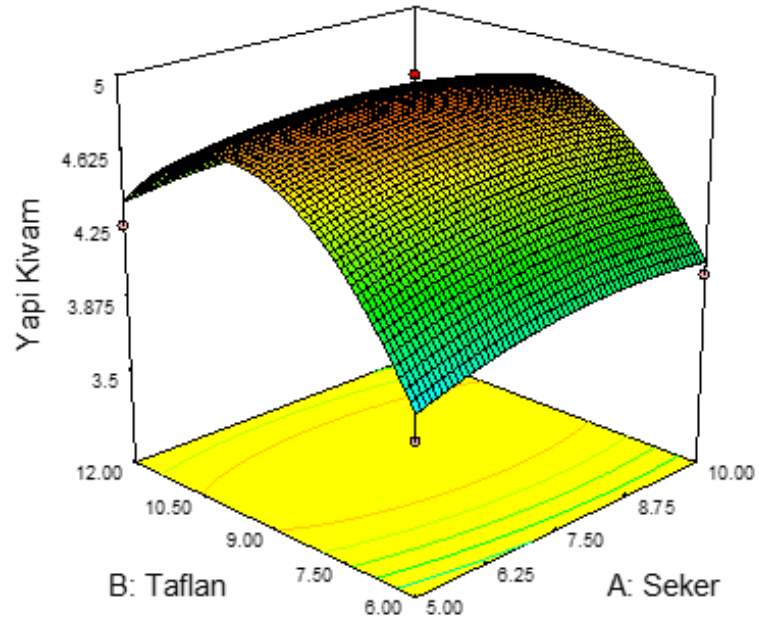
Design-Expert® Software

Yapi Kivam



X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.14. Yapi Kivam Puanı Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun tat-koku puanı

Tat koku puanı en yüksek 9,5 olup 3 ve 12 numaralı örneklerde, en düşük 7,5 olup 4 ve 7 numaralı örneklerde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28).

Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların tat koku puanları üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir. Çizelge 4.33'te görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin tat koku puanı formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve tat-koku puanı üzerine şekerin ve taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,01$).

Model Uyumsuzluk F değerinin 3,82 olduğu Çizelge 4.33'te verilmiş olup bu değer saf hataya göre anlamlı olmadığı görülmektedir. Model uyumsuzluğunun istenmeyen değişkenlikten (gürültü) nedeniyle oluşma olasılığı %11,40 olduğu belirlenmiştir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenir; bu durum modelin uyumlu olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Tat Koku Puanı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	7,09	5	1,42	10,27	0,0040
A-Şeker	0,23	1	0,23	1,66	0,2387
B-Taflan	0,43	1	0,43	3,11	0,1212
AB	0,063	1	0,063	0,45	0,5227
A2	0,68	1	0,68	4,92	0,0620
B2	6,11	1	6,11	44,28	0,0003
Kalıntı	0,97	7	0,14		
Model Uyumsuzluğu	0,72	3	0,24	3,82	0,1140
Saf hata	0,25	4	0,063		
Genel toplam	8,06	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.34'te verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda da görüldüğü üzere R^2 değeri 0,8800 olarak tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet, 4'ten büyük olup 8,725 değer almıştır. Bu durum modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Tat Koku Puanı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,37
R^2	0,8800
Ortalama	8,48
Düzeltilmiş R^2	0,7944
C.V. %	4,38
Tahmini R^2	0,3192
Press	5,49
Yeterli hassasiyet	8,725
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

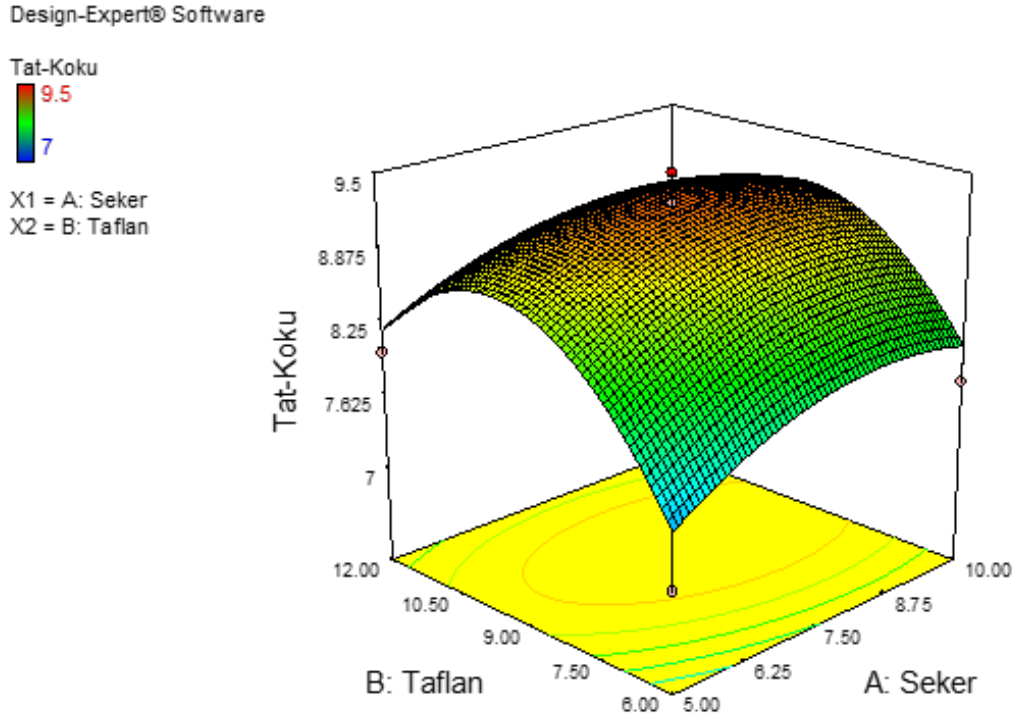
Yoğurtların tat koku puanı üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak

değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Tat-Koku} = +9,25 + (0,17) A + (0,23) B - (0,13) A * B - (0,31) A^2 - (0,94) B^2$$

Denklemden tat koku puanı üzerine taflanın etkisi şekerden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir ($p < 0,01$). Şeker ve taflanın tat koku değeri üzerine birinci dereceden etkisi pozitif yönde, buna karşılık şeker ve taflan ikili interaksyonunun (Şeker x Taflan) tat koku puanı üzerinde etkilerinin negatif yönde olduğu denklemde görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının tat koku puanı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.15'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.



Şekil 4.15. Tat-Koku Puanı Cevap Yüzey Grafiği

4.1.5. Probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri

Bağımsız değişkenler (A: şeker, B: Taflan) için Merkezi Komposit Yönteminde verilen değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun mikrobiyolojik özellikleri (S.

thermophilus, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* BB12) Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri

Ör:no	Şeker (%)	Taflan (%)	<i>S.thermophilus</i> (log kob/g)	<i>L.acidophilus</i> (log kob/g)	<i>Bifidobacteri- um</i> BB12 (log kob/g)
1	7,50	9,00	10,07±0,38 ^a	8,95±0,35 ^d	8,05±0,18 ^d
2	5,00	12,00	9,74±0,27 ^a	8,10±0,27 ^{abcd}	7,34±0,21 ^{abcd}
3	7,50	9,00	10,14±0,16 ^a	8,86±0,39 ^{bcd}	7,81±0,25 ^{bcd}
4	7,50	4,76	9,34±0,5 ^a	7,88±0,28 ^{abc}	6,53±0,18 ^a
5	7,50	9,00	9,97±0,29 ^a	8,56±0,32 ^{abcd}	7,96±0,27 ^d
6	10,00	6,00	9,11±0,33 ^a	7,80±0,21 ^a	6,87±0,5 ^{abc}
7	5,00	6,00	9,92±0,1 ^a	7,84±0,23 ^{ab}	7,02±0,33 ^{abc}
8	10,00	12,00	9,66±0,29 ^a	8,21±0,2 ^{abcd}	7,35±0,29 ^{abcd}
9	3,96	9,00	9,87±0,2 ^a	8,93±0,41 ^{cd}	7,42±0,4 ^{abcd}
10	7,50	9,00	10,11±0,44 ^a	8,76±0,21 ^{abcd}	7,58±0,25 ^{bcd}
11	7,50	13,24	9,70±0,38 ^a	8,02±0,35 ^{abcd}	6,87±0,24 ^{ab}
12	7,50	9,00	10,22±0,15 ^a	8,56±0,36 ^{abcd}	7,60±0,19 ^{bcd}
13	11,04	9,00	10,05±0,63 ^a	8,33±0,22 ^{abcd}	7,10±0,25 ^{abcd}

Probiyotik yoğurdun *S. thermophilus* sayısı

S. thermophilus sayısı en düşük 6 numaralı örnekte (9,11 log kob /g), en yüksek 12 numaralı örnekte (10,22 log kob/g) olduğu Çizelge 4.35'te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların *S. thermophilus* sayısı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Çizelge 4.36'den görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayısının formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve *S. thermophilus* sayısına şekerin ve taflanın etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

Çizelge 4.36. *S. thermophilus* Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,04	5	0,21	6,18	0,0167
A-Şeker	0,050	1	0,050	1,50	0,2599
B-Taflan	0,097	1	0,097	2,88	0,1337
AB	0,13	1	0,13	3,97	0,0867
A2	0,075	1	0,075	2,25	0,1777
B2	0,73	1	0,73	21,75	0,0023
Kalıntı	0,24	7	0,034		
Model Uyumsuzluğu	0,20	3	0,067	7,92	0,0370
Saf hata	0,034	4	8,470E-003		
Genel toplam	1,27	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.37’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda görüldüğü üzere R^2 değeri 0,8153 olarak tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet değeri 6,454 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. *S. thermophilus* Sayısı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,18
R^2	0,8153
Ortalama	9,84
Düzeltilmiş R^2	0,6834
C.V. %	1,86
Tahmini R^2	-0,1656
Press	1,48
Yeterli hassasiyet	6,454
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

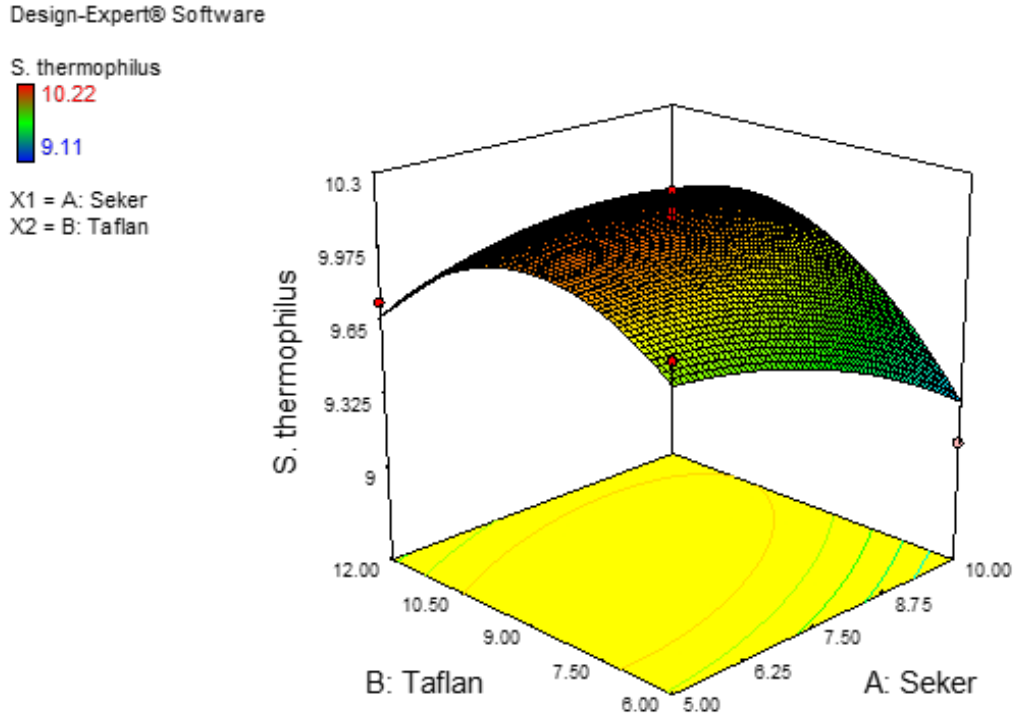
Yoğurtların *S. thermophilus* sayısı üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak

değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$S. thermophilus = +10,10 - (0,079) A + (0,11) B + (0,18) A * B - (0,10) A^2 - (0,32) B^2$$

Denklemden *S. thermophilus* sayısı üzerine taflanın etkisinin şekerden daha yüksek olduğu görülmektedir. ($p < 0,01$). Şekerin *S. thermophilus* sayısı üzerine birinci dereceden etkisi negatif, taflanın etkisi ise pozitif olmuştur. Şeker ve taflan ikili interaksyonun (Şeker x Taflan) *S. thermophilus* sayısı üzerinde etkilerinin de pozitif yönde olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının *S. thermophilus* üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.16'te 3 boyutlu grafiği verilmiştir.



Şekil 4.16. *S. thermophilus* Sayısı Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun *L. acidophilus* sayısı

En düşük *L. acidophilus* sayısı 7,80 log kob/g ile 6 numaralı örnekte, en yüksek *L. acidophilus* sayısı 8,95 log kob/g ile 1 numaralı örnekte olduğu Çizelge 4.35'te

görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların *L. acidophilus* değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayısının formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği ve şeker ile taflanın *L. acidophilus* sayısına etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,01$).

Model Uyumsuzluk F 3,41 olduğu Çizelge 4.38’de görülmekte olup bu değer model uyumsuzluğu saf hataya göre anlamlı olmadığını göstermektedir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenmektedir, bu durum modelin uyumlu olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.38. *L. acidophilus* Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	1,74	5	0,35	5,55	0,0221
A-Şeker	0,076	1	0,076	1,21	0,3086
B-Taflan	0,094	1	0,094	1,50	0,2605
AB	5,625E-003	1	5,625E-003	0,089	0,7735
A2	0,12	1	0,12	1,86	0,2149
B2	1,53	1	1,53	24,41	0,0017
Kalıntı	0,44	7	0,063		
Model Uyumsuzluğu	0,32	3	0,11	3,41	0,1334
Saf hata	0,12	4	0,031		
Genel toplam	2,18	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.39’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu çizelgesinde görüldüğü üzere R^2 değeri 0,7984 olarak tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet değeri 4’ten büyük olması istenmektedir. Tablodan da görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 6,454 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. *L.acidophilus* Sayısı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,25
R ²	0,7984
Ortalama	8,37
Düzeltilmiş R ²	0,6545
C.V. %	3,00
Tahmini R ²	-0,1190
Press	2,44
Yeterli hassasiyet	6,415
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların *L. acidophilus* sayısı üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$L. acidophilus = +8,74 - (0,097) A + (0,11) B + (0,037) A * B - (0,13) A^2 - (0,47) B^2$$

Denklemden görüldüğü gibi, *L. acidophilus* sayısı üzerine taflanın etkisi şekerden daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Şekerin *L. acidophilus* sayısı üzerine birinci dereceden etkisi negatif, taflanın etkisi ise pozitif olmuştur. Şeker taflan ikili interaksyonun (Şeker x Taflan) *L. acidophilus* değeri üzerinde etkilerinin de pozitif yönde olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının *L. acidophilus* sayısı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.17'da 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

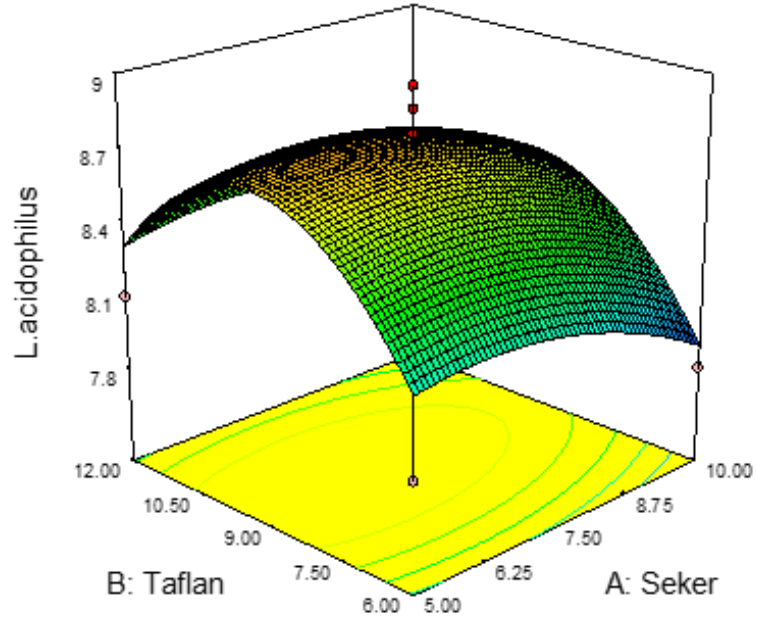
L.acidophilus

8.95

7.8

X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.17. L.acidophilus Sayısı Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun *Bifidobacterium BB12* Sayısı

En düşük *Bifidobacterium BB12* sayısının 6,53 log kob/g ile 4 numaralı örnekte, en yüksek *Bifidobacterium BB12* sayısının ise 8,05 log kob/g ile 1 numaralı örnekte olduğu Çizelge 4.35'te görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Çizelge 4.40'ta yoğurt örneklerinin *Bifidobacterium BB12* sayısı formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği görülmektedir. Şekerin *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerine etkisi anlamlı bulunmamışken ($p>0,01$), taflanın etkisinin $p<0.05$ seviyesinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Model Uyumsuzluk F değeri 0,60 olduğu tabloda görülmektedir. Bu değer model uyumsuzluğu saf hataya göre anlamlı olmadığını göstermektedir. Anlamlı olmayan uyum eksikliği istenmektedir, çünkü modelin uyumlu olması istenmektedir.

Çizelge 4.40. Bifidobacterium BB12 Sayısı İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	2,24	5	0,45	12,26	0,0024
A-Şeker	0,044	1	0,044	1,20	0,3096
B-Taflan	0,21	1	0,21	5,61	0,0498
AB	6,400E-003	1	6,400E-003	0,18	0,6882
A2	0,36	1	0,36	9,95	0,0160
B2	1,80	1	1,80	49,23	0,0002
Kalıntı	0,26	7	0,037		
Model Uyumsuzluğu	0,079	3	0,026	0,60	0,6486
Saf hata	0,18	4	0,044		
Genel toplam	2,50	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.41’de verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu tablosunda görüldüğü üzere R^2 değeri 0,8975 olarak tespit edilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 9,575 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.41. Bifidobacterium BB12 Sayısı İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,19
R^2	0,8975
Ortalama	7,35
Düzeltilmiş R^2	0,8244
C.V. %	2,60
Tahmini R^2	0,6636
Press	0,84
Yeterli hassasiyet	9,575
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

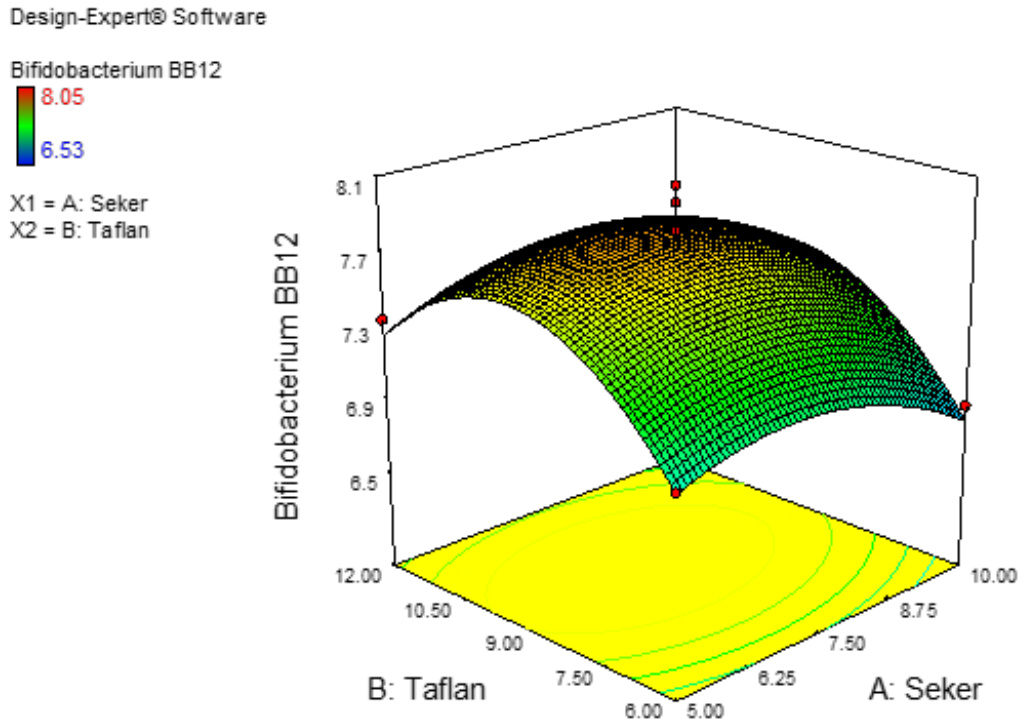
Yoğurtların *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı

olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Bifidobacterium BB12} = +7,80 - (0,074) A + (0,16) B + (0,040) A * B - (0,23) A^2 - (0,51) B^2$$

Denklemden görüldüğü gibi, *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerine taflanın etkisi şekerden daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Şekerin *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerine birinci dereceden etkisi negatif, taflanın etkisi ise pozitif olmuştur. Şeker ve taflan ikili interaksiyonun (Şeker x Taflan) *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerinde etkilerinin de pozitif yönde olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının *Bifidobacterium BB12* sayısı üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.18'de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.



Şekil 4.18. Bifidobacterium BB12 Sayısı Cevap Yüzey Grafiği

4.1.6. Probiyotik yoğurtların fonksiyonel özellikleri

Bağımsız değişkenler (A: şeker, B: Taflan) için Merkezi Komposit Yönteminde verilen değerlere göre hazırlanan 13 adet probiyotik yoğurdun fonksiyonel özellikleri (Antioksidan kapasitesi, Toplam Fenolik Madde) Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Bağımsız Değişkenlerin Çalışma Aralıklarına Göre Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel Özellikler

Ör:no	Şeker (%)	Taflan (%)	Antioksidan Kapasitesi (DPPH İnhibisyon (%))	Toplam Fenolik Madde (mg GAE.g-1)
1	7,50	9,00	9,33±0,25 ^{bc}	436,67±0,85 ^{ef}
2	5,00	12,00	10,91±0,35 ^e	452,92±0 ^k
3	7,50	9,00	9,47±0,23 ^{bcd}	447,50±0,75 ^j
4	7,50	4,76	5,79±0,19 ^a	325,83±0,4 ^a
5	7,50	9,00	9,09±0,19 ^b	438,75±0,2 ^g
6	10,00	6,00	5,90±0,20 ^a	392,50±0,3 ^c
7	5,00	6,00	6,33±0,55 ^a	361,25±0,13 ^b
8	10,00	12,00	10,40±0,35 ^{de}	459,17±0,85 ^l
9	3,96	9,00	8,90±0,5 ^b	407,50±0,95 ^d
10	7,50	9,00	9,47±0,25 ^{cd}	443,75±0,35 ⁱ
11	7,50	13,24	10,20±0,3 ^{bcd}	438,33±0,35 ^{fg}
12	7,50	9,00	8,94±0,1 ^b	441,66±1,25 ^h
13	11,04	9,00	8,97±0,35 ^b	435,42±0,18 ^e

Probiyotik yoğurdun antioksidan kapasitesi değeri

En düşük antioksidan kapasitesi değerinin (5,79 % inhibisyon) 4 numaralı örnekte, en yüksek antioksidan kapasitesi değerinin de (10,91 % inhibisyon) 2 numaralı örnekte olduğu Çizelge 4.42’de görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların antioksidan kapasitesi değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.43’te verilmiştir. Çizelge 4.43’te görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin antioksidan kapasitesi değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik bir modelle ifade edildiği belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları şekerin antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin anlamlı olmadığını ($p>0.05$), buna karşılık taflanın etkisinin istatistiksel olarak çok önemli

olduğunu göstermiştir ($p < 0,001$).

Çizelge 4.43. Antioksidan Kapasitesi Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	32,44	5	6,49	32,85	0,0001
A-Şeker	0,088	1	0,088	0,45	0,5249
B-Taflan	29,33	1	29,33	148,46	< 0,0001
AB	1,600E-003	1	1,600E-003	8,100E-003	0,9308
A2	0,23	1	0,23	1,17	0,3147
B2	2,96	1	2,96	14,99	0,0061
Kalıntı	1,38	7	0,20		
Model Uyumsuzluğu	1,16	3	0,39	6,88	0,0466
Saf hata	0,22	4	0,056		
Genel toplam	33,83	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.44'te verilmiştir. R^2 değeri 1'e yakın olması istenir, model uyumluluğu çizelgesinde görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9591 olarak tespit edilmiştir. Yeterli hassasiyet değeri 4'ten büyük olması istenmektedir. Çizelgede görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 17,935 olup 4'ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.44. Antioksidan Kapasitesi Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	0,44
R^2	0,9591
Ortalama	8,75
Düzeltilmiş R^2	0,9299
C.V. %	5,08
Tahmini R^2	0,7461
Press	8,59
Yeterli hassasiyet	17,935
C.V. %: Değişim kat sayısı, Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların antioksidan kapasitesi değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Antioksidan kapasitesi} = +9,26 -(0,11) A +(1,91) B -(0,020) A * B -(0,18) A^2 -(0,65) B^2$$

Denklemden antioksidan kapasitesi değeri üzerine taflanın etkisi şekerden biraz daha yüksek olduğu görülmektedir ($p<0,01$). Şekerin antioksidan kapasitesi değeri üzerine birinci dereceden etkisi negatif, taflanın etkisi ise pozitif olmuştur. Şeker ve taflan ikili etkileşiminin (Şeker x Taflan) antioksidan kapasitesi değeri üzerinde etkilerinin de negatif yönde olduğu denklemden görülmektedir.

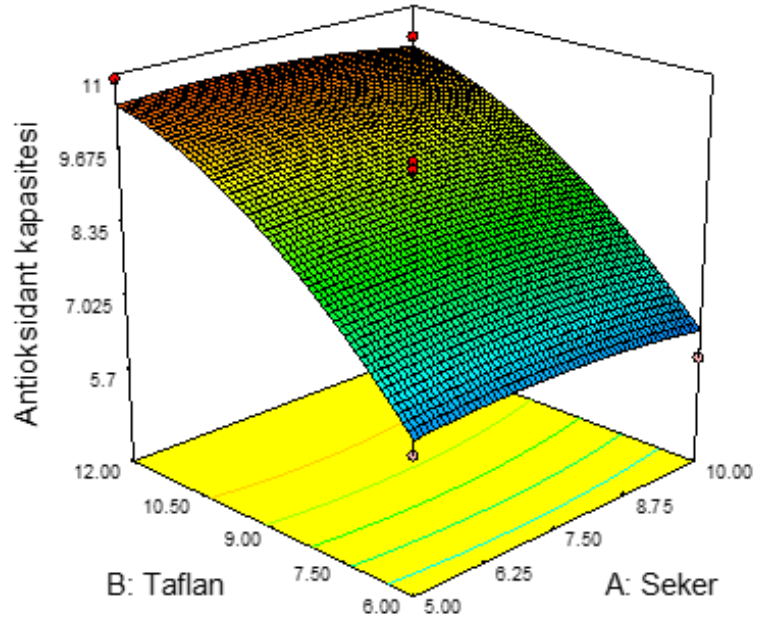
Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının antioksidan kapasitesi değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.19'de 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

Antioksidant kapasitesi



X1 = A: Seker
X2 = B: Taflan



Şekil 4.19. Antioksidan Kapasitesi Değeri Cevap Yüzey Grafiği

Probiyotik yoğurdun toplam fenolik madde değeri

En düşük toplam fenolik madde miktarının (325,83 mg GAE.g⁻¹) 4 numaralı örnekte, en yüksek (459,17mg GAE.g⁻¹) 8 numaralı örnekte olduğu Çizelge 4.42’de görülmektedir. Bağımsız değişkenlerin (A: Şeker, B: Taflan) yoğurtların toplam fenolik madde değerleri üzerindeki etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45’te verilmiştir. Çizelge 4.45’te görüldüğü gibi, yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde değerinin formülasyona bağlı olarak en uygun şekilde Quadratik modelle ifade edildiği ve şekerin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin $p < 0.05$ düzeyinde, taflanın etkisinin ise $p < 0,0001$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. Toplam Fenolik Madde Değeri İçin Varyans Analiz Tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Model	18304,02	5	3660,80	50,84	< 0,0001
A-Şeker	740,83	1	740,83	10,29	0,0149
B-Taflan	12595,94	1	12595,94	174,94	< 0,0001
AB	156,25	1	156,25	2,17	0,1842
A2	287,66	1	287,66	4,00	0,0858
B2	4746,30	1	4746,30	65,92	< 0,0001
Kalıntı	504,00	7	72,00		
Model Uyumsuzluğu	432,16	3	144,05	8,02	0,0362
Saf hata	71,84	4	17,96		
Genel toplam	18808,02	12			
SD: Serbestlik derecesi					

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki veriler Çizelge 4.46’da verilmiştir. R^2 değeri 1’e yakın olması istenir, model uyumluluğu çizelgesinde görüldüğü üzere R^2 değeri 0,9732 olarak tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere yeterli hassasiyet değeri 20,619 olup 4’ten büyüktür. Bu değer modelin tasarımı için uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.46. Toplam Fenolik Madde Değeri İçin Model Uygunluğu

Standart Sapma	8,49
R ²	0,9732
Ortalama	421,63
Düzeltilmiş R ²	0,9541
C.V. %	2,01
Tahmini R ²	0,8306
Press	3185,37
Yeterli hassasiyet	20,619
C.V. %: Değişim kat sayısı Press: Tahmin Hatalarının Toplam Karesi	

Yoğurtların toplam fenolik madde değerleri üzerine karışım bileşenlerinin oranına bağlı olarak değişimini, Quadratic modelin kodlanmış faktörler kullanarak ifade eden denklem aşağıda verilmiştir.

$$\text{Toplam Fenolik Madde} = +441,67 + (9,62) A + (39,68) B - (6,25) A * B - (6,43) A^2 - (26,12) B^2$$

Denklemden görüldüğü üzere, toplam fenolik madde değeri üzerine taflanın etkisi şekerden daha yüksek olmuştur ($p < 0,01$). Toplam fenolik madde değeri üzerine şekerin ve taflanın birinci dereceden etkisi pozitif yönde olurken, şeker ve taflan ikili interaksyonunun (Şeker x Taflan) etkisi negatif yönde olmuştur.

Probiyotik yoğurtlarda şeker ve taflan oranlarının toplam fenolik madde değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve Şekil 4.20'da 3 boyutlu grafiği verilmiştir.

Design-Expert® Software

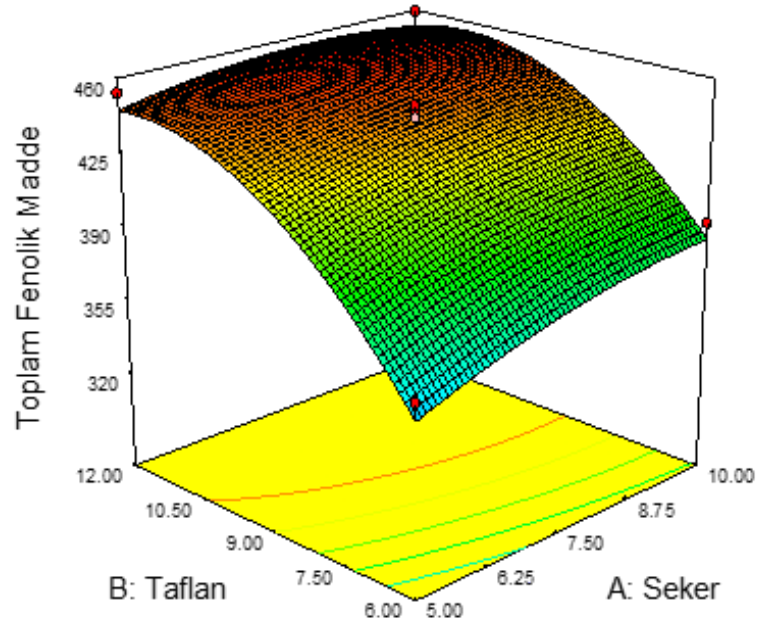
Toplam Fenolik Madde

459.17

325.83

X1 = A: Seker

X2 = B: Taflan



Şekil 4.20. Toplam Fenolik Madde Değeri Cevap Yüzey Grafiği

4.2. Probiyotik Yoğurtların Optimizasyonu

Probiyotik yoğurt örneklerinin optimizasyonu, Design-Expert 6.02 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve optimum karışım oranları belirlenmiştir (Myers vd., 2016). Bu çalışmada ana amaç, taflan meyvesi ve şeker kullanarak fonksiyonel özellikleri artırılmış probiyotik yoğurtların üretiminde en uygun karışım bileşimini belirleyerek duyusal niteliklerin en yüksek seviyeye çıkarılmasıdır. Probiyotik yoğurtların optimizasyonunda oluşturulan regresyon modelleri “desirability (arzu edilebilirlik)” fonksiyonu kullanılarak çözümlenmiştir. Arzu edilebilirlik, her bir yanıt değişkeninin boyutsuz bir arzu edilebilirlik değerine dönüştürülmesi ve bu değerlerin birleştirilmesi yoluyla tek bir genel uygunluk kriterinin elde edilmesine dayanmaktadır. Bu şekilde, birden fazla yanıt aynı anda optimize edilebilmekte ve sistem için en uygun formülasyon ortaya konulabilmektedir (Myers vd., 2016).

Çizelge 4.47. Probiyotik Yoğurt Üretiminde Taflan ve Şeker Oranının Optimizasyonu İçin Kullanılan Değerler

Değişkenler	Hedef	Alt Limit	Üst Limit	Alt Ağırlık	Üst Ağırlık	Önem
Şeker (%)	Aralığında	5	10	1	1	3
Taflan (karayemiş) (%)	Aralığında	6	12	1	1	3
pH	Aralığında	4,41	4,85	1	1	3
Titrasyon Asitliği (%L.A.)	Aralığında	0,698	0,751	1	1	3
Serum Ayrılması (%)	Min.	7,69	9,06	1	1	3
Su Tutma Kapasitesi (%)	Maks.	67	76	1	1	3
L*	Aralığında	73,39	78,4	1	1	3
a*	Aralığında	1,5	2,64	1	1	3
b*	Aralığında	10	11,13	1	1	3
Sertlik (g)	Aralığında	24,84	37,94	1	1	3
Kıvam (g.sec)	Aralığında	43,58	70,15	1	1	3
İç Yapışkanlık (g)	Aralığında	-14,81	-8,44	1	1	3
Viskozite (cP)	Maks.	3476	5856	1	1	3
Renk Görünüm	Maks.	4	5	1	1	3
Yapı Kıvam	Maks.	3,5	5	1	1	3
Tat-Koku	Maks.	7	9,5	1	1	3
S. thermophilus (log kob g ⁻¹)	Maks.	9,11	10,22	1	1	3
L.acidophilus (log kob g ⁻¹)	Maks.	7,8	8,95	1	1	3
Bifidobacterium BB12 (log kob g ⁻¹)	Maks.	6,53	8,05	1	1	3
Antioksida kapasitesi (% DPPH radikal inhibisyonu)	Maks.	5,79	10,91	1	1	3
Toplam Fenolik Madde (mg GAE.g ⁻¹)	Maks.	325,83	459,17	1	1	3
Kuru madde (%)	Aralığında	18,83	21,35	1	1	3

Probiyotik yoğurtlara uygulanan numerik optimizasyon sonucu oluşan optimum koşullar Çizelge 4.48’de verilmiştir. Bu tablo, Yanıt Yüzey Yöntemi optimizasyon çalışması

sonucunda elde edilen ideal ürün reçetesi ve karakterizasyonunu temsil etmekte olup elde edilen 0,893 kabul değeri, modelin hedeflenen kriterlere %89,3 oranında başarıyla ulaştığını göstermektedir.

Çizelge 4.48. Probiyotik Yoğurt Optimizasyonu Sonucu Oluşan Koşullar

Değişkenler	Optimizasyon koşulları
Şeker (%)	7,27
Taflan (Karayemiş) (%)	9,62
pH	4,57204
Titrasyon Asitliği (%L.A.)	0,743519
Serum Ayrılması (%)	7,67
Su Tutma Kapasitesi (%)	75,5243
L*	75,1086
a*	2,13301
b*	10,6135
Sertlik (g)	33,9387
Kıvam (g.sec)	63,282
İç Yapışkanlık (g)	-13,9751
Viskozite (cP)	5844,89
Renk Görünüm	4,87152
Yapı Kıvam	4,85966
Tat-Koku	9,24211
S. thermophilus (log kob g ⁻¹)	10,1138
L.acidophilus (log kob g ⁻¹)	8,74745
Bifidobacterium BB12 (log kob g ⁻¹)	7,81545
Antioksidant Kapasitesi (% DPPH radikal inhibisyonu)	9,63652
Toplam Fenolik Madde (mg GAE.g ⁻¹)	447,94
Kuru madde (%)	19,9639
Kabul Değeri	0,893

Yapılan istatistiksel optimizasyon çalışmaları sonucunda, panelist beğenisi ve fizikokimyasal stabiliteyi bir arada sunan ideal formülasyonun %7,27 şeker ve %9,62 taflan konsantrasyonuyla elde edilebileceği saptanmıştır (Çizelge 4.48). Bu optimizasyon

koşullarında üretilen yoğurtların temel kalite karakteristikleri olarak fizikokimyasal ve tekstürel özellikler, renk ve duyu analizi, fonksiyonel kapasite ve mikrobiyolojik inceleme şeklinde teker teker açıklanmıştır.

Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikler olarak, optimize edilen numunelerin pH değeri 4,57, titrasyon asitliği ise %0,74 L.A. olarak belirlenmiş olup, bu değerler standart bir probiyotik yoğurdun karakteristik asidite sınırları içerisinde olduğunu, ürünün su tutma kapasitesi %75,52 ve serum ayrılması 7,67 g/25g olarak ölçülerek stabil bir pıhtı matrisi oluşumu için ideal olduğunu, tekstürel açıdan 33,94 g sertlik ve 63,28 g.sec kıvam değerleri de taflan ilavesinin ürünün yapısal formuna uygun bir reolojik karakter kazandıracağını göstermektedir (Çizelge 4.48).

Renk parametreleri incelendiğinde; parlaklık (L*) 75,10, kırmızılık (a*) 2,13 ve sarılık (b*) 10,61 olarak saptanmıştır. Duyusal analiz sonuçları, tüketicilerin optimize edilen ürünü oldukça yüksek puanlarla değerlendirdiğini göstermektedir. Özellikle 9,24 (Tat-Koku) ve 4,87 (Renk-Görünüm) gibi yüksek beğeni skorları, ürünün ticari potansiyelinin güçlü olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.48).

Ürünün biyofonksiyonel özellikleri, 447,94 mg GAE.g⁻¹ toplam fenolik madde içeriği ve %9,64 DPPH radikal inhibisyonu (antioksidan kapasite) ile desteklenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan, her üç mikroorganizma grubunun da (*S. thermophilus*: 10,11 log kob/g; *L. acidophilus*: 8,74 log kob/g; *Bifidobacterium BB12*: 7,81 log kob/g) terapötik eşik değerlerin çok üzerinde canlılık sergilediği sonucu elde edilmiştir (Çizelge 4.48).

4.3. Optimize Edilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Bileşimi

Optimize yoğurt üretimi iki tekerrür şeklinde yapılmıştır. Optimize edilen yoğurtlara titrasyon asitliği, pH değeri, %kuru madde miktarı %yağ oranı, yağsız kuru madde miktarı, % protein miktarları için analiz yapılmış ve kimyasal kompozisyonu oluşturulmuştur. Çizelge 4.49'da optimize edilen yoğurdun kimyasal kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.49. Kimyasal Kompozisyon

Optimize Yoğurt	Titrasyon Asitliği (%L.A.)	pH	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Yağsız Kuru madde (%)	Protein (%)
1. Tek.	0,637	4,88	18 ,82	3,1	14,72	4,1
2. Tek.	0,590	4,93	18,70	2,9	14,8	4,0

4.4. Optimize Probiyotik Yoğurt Örneklerine Depolama Süresince Görülen Değişimler

Optimize edilen yoğurtlar iki tekerrürlü üretimi yapılmış olan örnekler 4°C’de depolanmış ve depolamanın 1.,11. ve 21. günlerinde yoğurtlara kimyasal, fizikokimyasal, tekstürel, renk, duyuşal, mikrobiyolojik ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir.

4.4.1. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen fizikokimyasal özellikleri

Fizikokimyasal özellikler içerisinde örneklerde pH, titrasyon asitliği (%L.A.), viskozite, serum ayrılması ve su tutma kapasite analizleri yapılmış ve incelenmiştir.

Çizelge 4.50. Fizikokimyasal Özellikler

	Depolama Periyodu (gün)	pH	Titrasyon Asitliği (%L.A.)	Viskozite (cP)	Serum Ayrılması (g/25g)	Su Tutma Kapasitesi (%)
Optimize Yoğurt	1.	4,91±0,025 ^a	0,614±0,023 ^a	5336±69 ^a	7,95±0,11 ^a	83,61±0,25 ^a
	11.	4,79±0,005 ^b	0,664±0,011 ^{ab}	12026±14 ^b	8,63±0,08 ^b	82,44±0,07 ^b
	21.	4,69±0,025 ^c	0,689±0,001 ^b	14463±25 ^c	8,95±0,17 ^b	82,33±0,1 ^b
Çizelgede her bir özellik için sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı harflerle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. (a: 0,05).						

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süreci boyunca pH değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.50’de sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde en yüksek seviyede (4,91±0,025) saptanan pH değeri, depolama periyodunun sonu olan 21. günde en düşük seviyesine (4,69±0,025) gerilemiştir. Zamana bağlı olarak gözlenen bu düşüş, istatistiksel açıdan anlamlı bir azalış eğilimi sergilemiştir (p<0,05). Mutlu (2022), kıvılcık ilaveli yoğurt üretiminde pH değerlerini 3,44-4,22 arasında değiştiğini, kıvılcık oranının artmasıyla örneklerde pH değerlerinde azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Saydam (2022), taflan pekmezi ilaveli yoğurt üretmiş ve depolama süresince yoğurtların pH değerlerinin azaldığını, yoğurt örneklerine ilave edilen taflan pekmezi oranının değişiminin

pH değerlerini önemli oranda etkilediğini çalışmasında dile getirmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri depolama periyodu boyunca $0,614 \pm 0,023$ ile $0,689 \pm 0,001$ (%LA) arasında değişim göstermiş olup, ilgili veriler Çizelge 4.50’de sunulmuştur. Depolama sürecinin ilerlemesiyle birlikte asitlik değerlerinde sürekli bir artış eğilimi kaydedilmiştir. Depolama süresine bağlı olarak meydana gelen bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Alnaqeline (2022); farklı oranlarda hünnap meyvesi pulpu ilaveli yoğurt üretmiş olduğu çalışmasında, titrasyon asitliğinin depolamanın 1.günü %0,85 ile %1,03 aralığında değiştiğini, 21 günlük depolamadan sonra titrasyon asitliği değerlerinin %1,02 ile %1,18 arasında değiştiği dile getirmiştir. 21 günlük depolama süresi boyunca yoğurtların titrasyon asitliği değerlerinde artış gözlenmiş ve bu artış hem kontrol hem de farklı oranlarda hünnap meyvesi pulpu ilave edilen yoğurtlar için istatistiksel bakımından önemli düzeyde olduğunu saptamıştır. Bu durum çalışmamız ile uygunluk göstermektedir.

Viskozite, akışkanlığa gösterilen direnç yani akışkanlığın tersidir. Fermente ürünlerde viskoziteyi etkileyen birçok durum mevcut olup bu etmenler; protein moleküler boyutu, net yük, çözünürlük, su absorpsiyonu, pH, sıcaklık, mineral miktarı ve kalınlaştırma esnasında proteinlere uygulanan ön işlem gibi faktörler şeklinde sıralanabilir (Renner, 1991).

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinde depolama periyodu boyunca kaydedilen değişimler incelendiğinde; depolama başlangıcında 5336 cP olan viskozite değerinin, depolama sonunda 14463 cP seviyesine yükseldiği saptanmıştır. Zamana bağlı olarak meydana gelen bu reolojik artış trendi, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Değişimler Çizelge 4.50’de verilmiş ve bu değişim istatistiksel açıdan yüksek düzeyde anlamlı bir seyir izlediği belirlenmiştir. Elaltunkara (2018) tarafından yapılan araştırmada, yoğurt formülasyonlarına nar kabuğu tozu ve nar çekirdeği tozu ilavesinin ürünlerin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri araştırmıştır. %1 oranında nar kabuğu tozu içeren yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama periyodu boyunca 5651 ± 451 cP ile 6222 ± 308 cP arasında değişim sergilediğini ve zamana bağlı olarak bir artış izlediğini rapor etmiştir. Benzer şekilde, nar çekirdeği tozu ilave edilmiş yoğurt numunelerinde de viskozite değerlerinin depolama sürecinde 5775 ± 329 cP ile 6339 ± 469 cP arasında seyrettiği

ve depolama süresinin ilerlemesiyle paralel olarak yükseldiğini saptamıştır.

Çizelge 4.50’de sunulan veriler doğrultusunda, örneklerin su tutma kapasitesi değerlerinin depolama periyodu boyunca $83,61 \pm 0,25$ ile $82,33 \pm 0,1$ arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En yüksek su tutma kapasitesi değeri depolamanın 1. gününde kaydedilirken, 21. güne gelindiğinde bu değer istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) azalarak minimum seviyeye gerilediği tespit edilmiştir. Yekta ve Ansari (2019) çalışmalarında; hünnap meyve püresi kullanarak ürettikleri yoğurdun depolama süresince (1, 07, 14, 21) su tutma kapasitelerini takip etmiş ve analizlerini gerçekleştirmiştir. Depolama süresinde su tutma kapasitesinde düşüş gerçekleşmiş bu düşüş istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.50’de yer alan veriler incelendiğinde, optimize probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin depolama süresince $7,95 \pm 0,11$ ile $8,95 \pm 0,17$ g/25g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. En düşük serum ayrılması oranı depolamanın başlangıcında (1. gün) kaydedilirken, depolama periyodunun ilerlemesiyle birlikte bu oranda istatistiksel olarak anlamlı bir artış ($p < 0,05$) meydana gelmiş ve maksimum seviyeye 21. günde ulaşılmıştır. Depolama boyunca görülen bu artış eğilimi, daha önce saptanan su tutma kapasitesindeki düşüş bulgusuyla tam bir uyum içerisindedir. Alzamara (2015), meyveli yoğurt üretimini kıvılcık ve kuşburnu marmelatı ilave ederek, Akın, ve Akın (2016), set tipi yoğurt üretiminde farklı oranlarda elma lifi ilave ederek çalışmalarını yürütmüş, bu iki çalışmada da su tutma kapasitesinde artışın olduğunu ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmalar çalışmamız ile uyumluluk göstermektedir.

4.4.2. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen renk değerleri değişimleri

Tüketici tercihinde renk önem arz etmekte bu da rengin önemli bir kalite ölçütü olduğunu göstermektedir. Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerleri CIELAB’ın (Commission Internationale l’Eclairage) geliştirilmiş olduğu renk tanımlama sistemine göre belirlenmiş ve üretilen probiyotik yoğurtların L^* (beyazlık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) değerleri belirlenmiştir (Cueva ve Aryana, 2008).

Çizelge 4.51. Optimize Probiyotik Yoğurtların Renk Değerleri

	Depolama Periyodu (gün)	L*	a*	b*
Optimize Yoğurt	1.	76,41±0,77 ^a	2,01±0,10 ^a	11,11±0,19 ^a
	11.	76,82±0,56 ^a	1,91±0,12 ^a	10,42±0,47 ^a
	21.	75,20±0,45 ^a	1,86±0,12 ^a	10,34±0,21 ^a
Çizelgede sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır (a: 0,05)				

Çizelge 4.51’de optimize probiyotik yoğurt örneklerinin 21 günlük depolama periyodu boyunca sergilediği parlaklık/beyazlık (L*) değerlerinde meydana gelen değişimler sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde 76,41±0,77 olarak saptanan L* değeri, 11. günde hafif bir artış göstererek 76,82±0,56 seviyesine yükselmiş, depolama sürecinin sonu olan 21. günde ise 75,20±0,45 değerine gerilemiştir. L* değerindeki bu değişim istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Durmuş (2015) karadut püresi ilaveli süttan yoğurt eldesinde üzerine yaptığı çalışmada; yoğurda ilave edilen meyve oranı arttıkça L değerlerinde azalma tespit edilmiş, Çayır (2007), kayısı püresi ilaveli yoğurtların L* değerini incelemiş ve L* değerinde azalma tespit etmiştir. Yeniçeri (2026) güvem eriği ilaveli yoğurt üzerine yaptığı çalışmasında depolama süresince L* değerinde artış olduğunu ve en yüksek L* değerini depolamanın 14. gününde gerçekleştiğini, bu artışın istatistiki olarak anlamlı olduğunu çalışmasında dile getirmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin 21 günlük soğuk depolama periyodu boyunca sergilediği kırmızılık/yeşillik (a*) renk parametresindeki değişimler Çizelge 4.51’de sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde 2,01±0,10 olarak saptanan a* değeri, depolama sürecinin ilerlemesiyle birlikte düşüş eğilimi sergileyerek 11. günde 1,91±0,12 seviyesine, depolama sonunda (21. gün) ise 1,86±0,12 değerine gerilemiştir. Depolama süresinin a* değerleri üzerindeki bu azaltıcı etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuş (p>0,05). Doğal pigment ve meyve katkılı yoğurtların renk stabilitesi üzerine yapılan benzer araştırmalar incelendiğinde; Yeniçeri (2026), güvem eriği tozunun ilavesiyle ürettiği yoğurt örneklerinde depolama süresince a* değerlerinde bir azalış eğilimi kaydetmiştir. Benzer şekilde Alnaqeline (2022) de hünnap ilaveli yoğurtlarda depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte a* değerinde azalma olduğunu ve bu durumun depolama boyunca antosiyanin gibi

hassas doğal pigmentlerin asidik ortamda uğradığı kısmi (yıkımdan) kaynaklandığını rapor etmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin 21 günlük soğuk depolama periyodu boyunca sergilediği sarılık/mavilik (b^*) renk parametresindeki değişimler Çizelge 4.51’de verilmiştir. Örneklerin b^* değerleri, yoğurtların genel renk profilinde sarı renk tonunun baskın olduğunu göstermektedir. Depolamanın 1. gününde $11,11 \pm 0,19$ olarak saptanan b^* değeri, depolama sürecinin ilerlemesiyle birlikte hafif bir düşüş eğilimi göstererek 11. günde $10,42 \pm 0,47$ seviyesine, depolama periyodunun son günü olan 21. günde ise $10,34 \pm 0,21$ değerine gerilemiştir. Depolama süresinin optimize yoğurtların b^* renk indeksi üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Alnaqeline (2022), hünnap ilaveli yoğurtlarda soğuk depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte b^* (sarılık) değerlerinde kararlı bir azalma meydana geldiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde Mutlu (2020) tarafından yürütülen kıvılcık meyvesi ilaveli yoğurt çalışmasında da depolama süreci boyunca ve ürünlerdeki kıvılcık konsantrasyonunun artışına paralel olarak b^* renk parametresinde bir düşüş eğilimi sergilediğini ifade etmiştir.

4.4.3. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen tekstürel özellikleri

Gıdaların yapısını (tekstürünü) sadece dokunarak değil, görerek ve çiğneme sırasındaki sesleri duyarak da algılarız. Bilimsel çalışmalarda bu yapı, çiğneme hareketini taklit eden özel cihazlarla test edilir (Özcan ve Yıldız, 2016). Yoğurt gibi ürünlerde bu testlerin yapılması hem kalitenin korunması hem de her üretimde aynı standardın yakalanabilmesi için büyük önem taşır (Özcan, 2013).

Probiyotik yoğurt üretiminde tekstürel yapısını belirlemede sertlik, kıvam ve iç yapışkanlık gibi parametreler incelenmiştir. Depolanma süresinin 1.gün, 11. gün ve 21. günlerinde sertlik, kıvam ve iç yapışkanlık değerlerindeki değişim çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Optimize Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikler

	Depolama Periyodu (gün)	Sertlik (g)	Sıklık/Kıvam (g.sec)	İç Yapışkanlık (g)
Optimize Yoğurt	1.	33,46±0,26b	62,17±0,19b	-13,10±0,13a
	11.	35,87±0,32a	63,48±0,18a	-11,74±0,23b
	21.	31,64±0,16c	60,43±0,16c	-11,39±0,13b
Çizelgede sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır (a: 0,05)				

Optimize yoğurt örneklerinin sertlik değerlerinde depolama periyodu boyunca gözlenen değişimler, istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0,05$) bulunmuştur. Çizelge 4.52 verilerine göre, depolamanın 1. gününde 33,46±0,26 g olan sertlik değeri, 11. günde 35,87±0,32 g seviyesine yükselerek maksimum değerine ulaşmıştır. Ancak depolamanın son aşaması olan 21. günde sertlik değerinde belirgin bir düşüş kaydedilerek 31,64±0,16 g seviyesine gerilediği saptanmıştır. Alnaqeline (2022), hünnap ilaveli yoğurt örneklerinde soğuk depolama süresi boyunca sertlik değerlerinin artış gösterdiğini, Saydam (2022) tarafından yürütülen pekmez ilaveli yoğurt çalışmasında da soğuk muhafaza periyodunun ilerlemesiyle birlikte ürünlerin sertlik değerlerinde belirgin bir artış meydana geldiği rapor edilmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık/kıvam değerlerinde depolama süresi boyunca gözlenen değişimler, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.52 verilerine göre, depolamanın 1. gününde 62,17±0,19 g.sec olan kıvam değeri, 11. günde 63,48±0,18 g.sec seviyesine yükselerek tepe noktasına ulaşmıştır. Ancak depolama periyodunun sonu olan 21. günde bu değer 60,43±0,16 g.sec seviyesine gerilediği saptanmıştır. Taflan meyvesinin farklı formlarının yoğurt jeli üzerindeki tekstürel etkilerini destekleyen Saydam (2022), taflan pekmezi ilave edilerek üretilen yoğurt örneklerinin sertlik ve kıvam değerlerinin soğuk depolama periyodu boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir.

Yoğurt jelinin yapısal bütünlüğünü belirleyen temel tekstürel parametrelerden biri olan iç yapışkanlık, protein matrisini oluşturan partiküller arasındaki etkileşim gücünün bir göstergesidir (Peng ve diğ., 2009). Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerinde depolama süreci boyunca gözlenen değişimler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.52 verilerine göre, depolamanın 1. gününde en yüksek

seviyede saptanan iç yapışkanlık değeri ($-13,10 \pm 0,13$ g), 11. günde $-11,74 \pm 0,23$ g seviyesine gerilemiş ve 21. günde ($-11,39 \pm 0,13$ g) bu seviyeyi korumuştur. İstatistiksel olarak iç yapışkanlık karakteristiklerindeki temel değişimin depolamanın ilk yarısında gerçekleştiğini ve sonrasında stabilize olduğunu Çizelge 4.52 göstermektedir.

4.4.4. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen duyuşal özelliklerdeki değişiklikler

Çalışmada taflan ilaveli optimize probiyotik yoğurtlar üretilmiş, depolanmış ve organoleptik değerlendirmeye tabi tutulmuş, organoleptik değerlendirmeye 10 panelist katılmıştır. Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal özelliklerine depolama süresinin 1. 11. ve 21. günlerinde renk ve görünüm, tat-aroma, yapı-kıvam değerlerine bakılmış ve depolama süresindeki değişimi çizelge 4.53'te verilmiştir.

Çizelge 4.53. Optimize Probiyotik Yoğurtların Duyuşal Özellikleri

	Depolama Periyodu (gün)	Renk ve Görünüm	Tat-Aroma	Yapı-Kıvam
Optimize Yoğurt	1.	$4,95 \pm 0,05a$	$9,55 \pm 0,25a$	$4,75 \pm 0,25a$
	11.	$5,00 \pm 0,00a$	$9,15 \pm 0,15a$	$4,45 \pm 0,15a$
	21.	$4,90 \pm 0,00a$	$9,00 \pm 0,10a$	$4,20 \pm 0,20a$
Çizelgede sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır (a: 0,05)				

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin duyuşal analiz parametrelerinden renk ve görünüm puanlarında depolama süreci boyunca gözlenen değişimler, istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Çizelge 4.53 verilerine göre, 1. günde $4,95 \pm 0,05$ olan beğeni puanı, 11. günde tam puan ($5,00 \pm 0,00$) olarak zirve yapmış, 21. günde ise $4,90 \pm 0,00$ seviyesinde kalmıştır. Taflan ilavesiyle geliştirilen formülasyonun görsel karakteristiklerini 21 günlük raf ömrü boyunca stabil bir şekilde koruduğunu çalışma verilerinden (Çizelge 4.53) anlaşılmaktadır. Mutlu (2022) kıvılcık meyvesi ilavesiyle ürettiği yoğurt örneklerinde, depolama süreci boyunca renk ve görünüş puanlarında istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Elaltunkara (2018), nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun ilaveli yoğurtların renk ve görünüş skorları üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim yaratmadığını ($p > 0,05$) saptamıştır.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin tat-aroma parametresine yönelik duyuşal beğeni puanları incelendiğinde, 21 günlük depolama periyodu boyunca istatistiksel açıdan anlamlı bir değişimin meydana gelmediği saptanmıştır ($p>0,05$). Çizelge 4.53 verilerine göre, depolamanın 1. gününde $9,55\pm0,25$ olan en yüksek beğeni puanı, depolama sonunda $9,00\pm0,10$ seviyesine gerilemiş olsa da istatistiki olarak bu farkın panelistler tarafından kritik bir değişim olarak algılanmadığını göstermektedir.

Optimize yoğurt örneklerinin yapı-kıvam özelliklerine yönelik duyuşal panel puanları incelendiğinde, 21 günlük depolama süreci boyunca istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın oluşmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Çizelge 4.53 verilerine göre, depolamanın 1. gününde $4,75\pm0,25$ olan en yüksek beğeni puanı, 21. güne gelindiğinde $4,20\pm0,20$ seviyesine doğru hafif bir azalış eğilimi gösterse de ürünün tekstürel stabilitesinin panelistlerce benzer düzeyde algılandığını görülmektedir. Meyve konsantrelerinin yoğurt jeli üzerindeki tekstürel inceleyen Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantresi kullanarak ürettiği yoğurt örneklerinde depolama süreci boyunca kıvam değerlerinde bir artış eğilimi kaydetmiştir. Ancak söz konusu artışın istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yaratmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

4.4.5. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen mikrobiyolojik değişiklikler

Yoğurt, sütün laktik asit bakterilerinin fermentasyonu ile oluşan bir fermente süt ürünüdür (Kılıç vd., 2004). Kültürün türü ürünlerdeki asitliği, tekstürü, viskoziteyi ve aromasının oluşumunda önemli etkiye sahiptir (Akalin vd., 1999). Taflan ilavesinin optimize probiyotik yoğurtlar üzerindeki etkisi; *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (BB-12) canlılık düzeyleri (log kob/mL) üzerinden, depolama süreci boyunca incelenmiş (Çizelge 4.54) ve literatür verileri ortaya konmuştur.

Çizelge 4.54. Optimize Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri

	Depolama Periyodu (gün)	<i>S. thermophilus</i> (log kob mL ⁻¹)	<i>L. acidophilus</i> (log kob mL ⁻¹)	<i>Bifidobacterium</i> BB-12 (log kob mL ⁻¹)
Optimize Yoğurt	1.	9,74±0,01a	8,90±0,09a	8,37±0,04a
	11.	9,77±0,04a	7,91±0,02b	8,0±0,13a
	21.	9,0±0,04b	7,19±0,02c	7,28±0,06b
Çizelgede sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır (a: 0,05)				

Yoğurt teknolojisinde kritik öneme sahip olan *Streptococcus* cinsi bakteriler; gram-pozitif, katalaz-negatif ve aerobik karakterde olup, morfolojik olarak kürese l veya oval bir yapı sergilemektedir (Tamime ve Deeth, 1980). Bu grupta yer alan *Streptococcus thermophilus*, fermentasyon sürecinde çığ sütün pH değerini hızla düşürerek asidite gelişiminde temel bir rol oynadığı bilinmektedir (Petti vd., 2001). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği uyarınca, yoğurtlarda bulunması gereken toplam spesifik mikroorganizma (*L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *S. thermophilus*) miktarının minimum 10⁷ kob/g olması gerektiği bildirilmektedir.

Çizelge 4.54 verilerine göre, depolamanın 1. gününde 9,74±0,01 log kob g⁻¹ seviyesinde olan bakteri popülasyonu, 11. günde 9,77±0,04 log kob g⁻¹ ile stabilitesini korumuş ve istatistiksel açıdan başlangıç değerinden farklılık göstermemiştir. Ancak depolamanın son günü olan 21. günde, canlı hücre sayısında istatistiksel olarak anlamlı (p<0,05) bir azalış kaydedilerek 9,0±0,04 log kob g⁻¹ seviyesine gerilediği saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin depolama süreci boyunca sergilediği *S. thermophilus* canlı hücre sayıları, Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen minimum limitin (10⁷ kob/g) oldukça üzerinde (TGK. 2022/44) seyrettiği Çizelge 4.54’de görülmektedir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinde *Lactobacillus acidophilus* canlı hücre sayısı, 21 günlük depolama periyodu boyunca istatistiksel açıdan anlamlı bir azalış sergilemiştir (p<0,05). Çizelge 4.54 verilerine göre, depolamanın 1. gününde 8,90±0,09 log kob g⁻¹ seviyesinde saptanan mikroorganizma popülasyonu, 11. günde 7,91±0,02 log kob g⁻¹’ye, depolama sonunda ise 7,19±0,02 log kob g⁻¹ seviyesine gerilemiştir. Bu durum istatistiksel olarak depolama süresinin canlılık üzerinde kesintisiz bir etkisi olduğunu görülmektedir. Depolama sonunda kaydedilen 7,19 log kob g⁻¹ seviyesi, uluslararası kabul görmüş ”terapötik

(sağlık açısından faydalı) eşik değer” olan 10^6 - 10^7 log kob g^{-1} limitinin (Samona ve Robinson, 1994) üzerinde kalmaktadır. Bu durum, taflan ilaveli optimize yoğurdun raf ömrü boyunca ”probiyotik ürün” niteliğini başarıyla sürdürdüğünü göstermektedir.

Optimize yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca *Bifidobacterium* BB-12 canlı hücre sayılarında meydana gelen değişimler, istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çizelge 4.54 verilerine göre, depolamanın 1. gününde $8,37\pm0,04$ log kob g^{-1} olan canlılık düzeyi, 11. günde $8,0\pm0,13$ log kob g^{-1} seviyesinde seyrederek başlangıç değeriyle benzerliğini korumuştur. Ancak depolamanın son günü olan 21. günde, canlı hücre sayısında belirgin bir azalış kaydedilerek $7,28\pm0,06$ log kob g^{-1} seviyesine gerilediği saptanmıştır. $7,28$ log kob g^{-1} düzeyindeki sonuç; probiyotik gıdalar için önerdiği minimum terapötik eşik değeri olan 10^6 - 10^7 kob/mL limitinin üzerinde (FAO) olduğunu göstermektedir. Bu durum, taflan ilaveli optimize yoğurdun raf ömrü boyunca ”probiyotik ürün” niteliğini başarıyla sürdürdüğünü göstermektedir.

4.4.6. Optimize probiyotik yoğurtlarda depolama süresince görülen fonksiyonel özelliklerdeki değişiklikler

Taflan katkılı probiyotik yoğurtların fonksiyonel kapasitesi; üretim kalitesinin temel göstergelerinden biri olarak ele alınmış, bu kapsamda örneklerin antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik madde içerikleri saptanmıştır. Söz konusu parametrelerde depolama sürecine (1, 11 ve 21. günler) bağlı olarak meydana gelen değişimler Çizelge 4.55’te detaylandırılmıştır.

Çizelge 4.55. Optimize Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel Özellikleri

	Depolama Periyodu (gün)	Antioksidant Kapasitesi (% DPPH radikal inhibisyonu)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE.g-1)
Optimize Yoğurt	1.	$10,49\pm0,28b$	$449,13\pm8,34a$
	11.	$14,27\pm0,26a$	$488,29\pm11,68b$
	21.	$10,53\pm0,17b$	$509,54\pm2,91b$
Çizelgede sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde farklı küçük harfle gösterilen değerler depolama süresine göre istatistiksel olarak farklıdır (a: 0,05)			

Taflan ilaveli optimize probiyotik yoğurtların antioksidan kapasiteleri depolama süreci boyunca DPPH yöntemi kullanılarak incelenmiş ve inceleme sonucu dinamik bir seyir

izlediği tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında $10,49 \pm 0,28$ olan DPPH radikal inhibisyon değeri, 11. günde istatistiksel olarak önemli bir artış göstererek en yüksek seviyesine ($14,27 \pm 0,26$) ulaşmıştır ($p < 0,05$). Ancak depolamanın son aşamasında (21. gün), bu değerin başlangıç seviyelerine gerileyerek $10,53 \pm 0,17$ olarak kaydedildiği görülmektedir (Çizelge 4.55). Çiftçi (2024), yaban mersini ilavesi ile yoğurt üretimi yapılmış, örneklerin fonksiyonel özellikleri incelenmiş ve antioksidan kapasitesinde artış olduğunu, artışın meyve miktarındaki artışa bağlı olduğunu ortaya koymuştur.

Fenolik maddeler, bitkilerin ikincil metabolitleri (sekonder metabolitler) olarak adlandırılan, yapılarında en az bir aromatik halkaya bağlı bir veya daha fazla hidroksil ($—OH$) grubu bulunduran doğal kimyasal bileşiklerdir (Edreva ve diğ, 2008; Selçuk ve Yılmaz, 2009).

Taflan ilavesiyle üretilen optimize probiyotik yoğurtların toplam fenolik madde içerikleri depolama periyodu boyunca analiz edilmiş; bu değerlerin $449,13 \pm 8,34$ ile $509,54 \pm 2,91$ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.55). Depolamanın 1. gününde en düşük seviyede ölçülen fenolik madde miktarı, 21. güne gelindiğinde maksimum düzeye ulaşmıştır. Depolama süresince gözlenen bu düzenli artış eğilimi, istatistiksel açıdan da anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Çiftçi (2024), yürüttüğü çalışmada, farklı oranlarda yaban mersini ilave edilen yoğurtların toplam fenolik madde içerikleri incelenmiş ve fenolik madde miktarlarının meyve ilave oranındaki artışa paralel olarak yükseldiği ve bu değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu ($p < 0,05$) bildirmiştir.

5. TARTIŞMA

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların fiziko-kimyasal kompozisyonu

Optimize probiyotik yoğurtların pH değerleri $4,69 \pm 0,025$ ile $4,91 \pm 0,025$ arasında, titrasyon asitliği değerleri ise laktik asit cinsinden $0,614 \pm 0,023$ ile $0,689 \pm 0,001$ arasında değişmiştir. Taflan ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama süreci boyunca gözlenen artış ($\%0,614$ 'ten $\%0,689$; $p < 0,05$), temel olarak post-asidifikasyon süreciyle ilişkilendirilmiş olup bu durum, yoğurt kültürü ve probiyotik mikroorganizmaların soğuk depolama koşullarında dahi metabolik faaliyetlerini sürdürerek ortamdaki laktozu laktik aside fermente etmeye devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hidrojen iyonu konsantrasyonundaki yükseliş, pH değerlerindeki azalışla tam bir korelasyon sergilemekte ve ayrıca taflan meyvesinin içeriğindeki doğal organik asitlerin serum fazına geçişi de asidite artışını destekleyen bir diğer faktör olduğu düşünülmektedir.

Hacıoğlu (2024); Duncan testi ile değerlendirdiği analiz sonuçlarına göre, yoğurt formülasyonu ve depolama süresinin pH parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yarattığını saptanmıştır ($p < 0,05$). Depolama süreci boyunca pH değerlerinin 3,86 ile 4,46 aralığında seyrettiği ve her bir örnek grubunda zamana bağlı dalgalanmaların meydana geldiği görülmüştür. Demirkol (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kurt üzümü tozu ilavesiyle hazırlanan yoğurt numunelerinin pH değeri 3,60 ile 4,03 arasında seyrettiği kayıt altına alınmıştır. Depolama süresince pH düzeyinin düşüş gözlemlenmiş olup bu düşüşün depolamanın 21. gününde kayısı posası ilaveli yoğurt örnekleri haricinde belirgin olduğu çalışmada belirlenmiştir ($p < 0,05$). Demirkol (2021) çalışmasında, bu düşüşün gerçekleşme sebebi olarak yüksek metabolik aktiviteye sahip yoğurt starterlerinin ürettiği laktik asitin artmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir.

Optimize probiyotik yoğurtların viskozite değerleri 5336 cP - 14463 cP arasında değişim değişim göstermiştir. Bu değişimin nedeni olarak pH değerindeki düşüşe paralel olarak kazein misellerinin elektriksel yüklerinin değişmesi ve izoelektrik noktaya yaklaşılması, protein ağ yapısının (jel matrisi) daha sıkı ve stabil bir form kazanmasını sağlayarak ürünün akışa karşı direncini artırmıştır (Longtom, 1991). Ayrıca, taflan meyvesinde bulunan hidrofilik karakterdeki pektin ve diğer polisakkaritlerin su tutma kapasitelerini artırması ile

probiyotik bakteriler tarafından sentezlenen ekzopolisakkaritlerin (EPS) yoğurt serumuyla etkileşime girmesi, viskozitedeki bu belirgin yükselişi destekleyen temel fizikokimyasal unsurlar olduğu düşünülmektedir (Longtom, 1991; Özer vd.,1997).

Optimize probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi değerlerinin en yüksek $83,61 \pm 0,25$ en düşük $82,33 \pm 0,1$ arasında değişim gösterdiği saptanmış olup düşüş gözlemlenmiş ve bu düşüşün depolama süresince kazein misellerinin izoelektrik noktaya yaklaşması ve jel matrisinin daralarak bünyesindeki suyu dışarı salmasından (sineresis eğilimi) kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Pekmez ilaveli yoğurtlarda su tutma kapasitesi, depolama süresince (1-21. gün) artış göstermiştir. Kontrol grubuyla kıyaslandığında pekmez ilavesi su tutma kapasitesi değerlerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0,05$) düşürürken; pekmez çeşitleri arasında en yüksek değerler keçiyoynuzu, en düşük değerler ise üzüm pekmezli örneklerde saptanmıştır. Ayrıca, probiyotik bakteri inokülasyonunun genel olarak su tutma kapasitesi üzerinde azaltıcı bir etki yarattığı belirlenmiştir (Türk, 2025). Açıkgozoğlu (2008), nar konsantresi ve vişne konsantresi içeren yoğurt örnekleri üretmiş ve bu iki farklı konsantre içeren yoğurtları depolamıştır. Depolama süresince örnekler incelenmiş ve su tutma kapasitelerinde azalma olduğu belirlenmiş, bu azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Farklı oranlarda konsantre içeren örneklerin su tutma kapasitesi üzerine etkisi nar ve vişne konsantresi ile hazırlanan örneklerde azalma şeklinde olduğu belirlenmiş ve bu azalma da istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Açıkgozoğlu (2008), nar konsantresi ilaveli meyveli yoğurt üretiminde, depolamanın 1. gününde su tutma kapasitesi ile 21. gün su tutma kapasitesi incelendiğinde depolama süre içerisinde su tutma kapasitesinin düştüğü belirlenmiş ($p > 0,05$), nar konsantrasyonunun artırılması ile su tutma kapasitesinde azalmanın meydana geldiği tespit edilmiş, istatistiksel olarak bu azalmanın önemsiz ($p > 0,05$) olduğu sonucuna varılmıştır. Akın, ve Akın (2016), set tipi yoğurt üretiminde farklı oranlarda elma lifi ilave ederek yoğurt kalitesi üzerine nasıl bir etki oluşturacağı incelenmiş, lif oranını artmasına bağlı olarak su tutma kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir. Alzamara (2015), meyveli yoğurt üretimini kıvılcık ve kuşburnu marmelatı ilave ederek hazırlamış ve depolama süresinde su tutma kapasitesinin $82,99$ ile 1. günde

elde edildiğini bildirmiştir. Depolama süresinde su tutma kapasitesinin de azalma olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin su tutma kapasitesine etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmiştir.

Optimize probiyotik yoğurtlarda en düşük serum ayrılması değeri $7,95 \pm 0,11$ en yüksek değeri ise $8,95 \pm 0,17$ olarak belirlenmiştir. Bu durum, depolama süresince pH değerinin düşmesi ve kazein misellerinin izoelektrik noktaya yaklaşarak pıhtı yapısının daralmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Protein ağ yapısında meydana gelen bu fizyokimyasal değişim, jel matrisinin su tutma kapasitesini zayıflatarak bünyesindeki serbest suyun dışarı salınmasına ve dolayısıyla serum ayrılması miktarının artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Ayar vd. (2005), farklı meyveler kullanarak (havuç (*Phoenix dactylifera*), kara hurma (*Diospyros lotus*), Trabzon hurması (*Diospyros kaki*), muşmula (*Mespilus germanica*), kızılıncık (*Cornus mas L.*) ve kuşburnu (*Rosa rugosa Thunb.*)) meyveli yoğurt örnekleri hazırlamış olduğu çalışmada meyvelerin hem kuru madde miktarı hem de pektin oranını arttırdığı gözlemlendiğini ancak bu değişimlerin meyve oranı kullanılan meyveye göre değişim gösterdiğini çatışmasında dile getirmiştir. Yangılar (2021), çermil armut marmelatı (%5, %10, %15) farklı oranlarda kullanarak üretimini yaptığı yoğurt örneklerinde marmelat konsantrasyonu ve depolama süresinin örneklerdeki serum ayrılması değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediğine çalışmada yer vermiştir. Farklı oranlarda kayısı püresi ilaveli yoğurt üretiminde Çayır (2007), kayısı püresi arttıkça serum ayrılması değerlerinde azalma gerçekleştiğini ve değerleri arasındaki değişimin istatistiksel olarak önemli bildirmiş ($p > 0,05$), depolamanın da serum ayrılması değeri üzerindeki etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p > 0,05$) bildirmiştir.

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların renk değerleri

Optimize probiyotik yoğurt örnekleri 21 günlük depolama süreci boyunca L^* değerlerinde meydana gelen değişimleri takip edilmiştir. Elde edilen verilere göre, depolamanın 1. gününde $76,41 \pm 0,77$ olarak ölçülen L^* değeri, 11. günde nispi bir artış göstererek $76,82 \pm 0,56$ seviyesine yükselmiş, depolama sonunda (21. gün) ise $75,20 \pm 0,45$ değerine gerilemiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda, L^* değeri depolama

süresinin optimize yoğurt örneklerinin karakteristiği üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu bulgular, taflan ilavesiyle zenginleştirilen probiyotik yoğurtların raf ömrü boyunca görsel özelliklerini ve renk formülasyonunu başarılı bir şekilde koruduğunu, meyve kaynaklı pigmentlerin veya mikrobiyal faaliyetlerin ürün renginde fark edilebilir bir modifikasyona yol açmadığını göstermektedir.

Çayır (2007), kayısı püresi ilaveli yoğurtların L^* değerini incelemiş ve L^* değerinde azalma tespit etmiştir. Yoğurt üretiminde kayısı püresi kullanılması ile oluşan renk değişimi L^* değerleri üzerine istatistiki olarak önemli olduğunu belirlemiştir. Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantresi ile hazırlanan probiyotik yoğurtların depolama süresince incelemiş L^* değerinde depolama süresince düşmenin gözlemlendiğini bu değerin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirlemiştir. Najgebauer-Lejko vd. (2021), farklı meyveler (yalancı iğde, mürver ve çakal eriği) kullanarak üretmiş oldukları meyveli yoğurt örneklerinde L^* değerlerinde düşme olduğunu belirlemiş, en düşük L^* değerinin mürver ilaveli yoğurtta olduğunu tespit etmiş bu durumun istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığını tespit etmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince sergilediği a^* değerlerindeki değişimler incelenmiş ve depolamanın 1. gününde $2,01 \pm 0,10$ olarak tespit edilen a^* değeri, 11. günde $1,91 \pm 0,12$ seviyesine, depolama sonunda (21. gün) ise $1,86 \pm 0,12$ değerine gerilediği belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca a^* değerlerinde zamana bağlı hafif bir azalma eğilimi gözlenirse de yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu değişimin önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$). Bu bulgular, taflan ilavesiyle zenginleştirilen optimize probiyotik yoğurtların raf ömrü boyunca görsel özelliklerini ve renk formülasyonunu başarılı bir şekilde koruduğunu, meyve kaynaklı pigmentlerin veya mikrobiyal faaliyetlerin ürün renginde fark edilebilir bir modifikasyona yol açmadığını göstermektedir.

Çayır (2007), kayısı püresi ilaveli yoğurtların a^* değerlerini belirlemiş ve a^* değerinde a^* değerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Yoğurt üretiminde kayısı püresi kullanılması ile oluşan renk değişimi a^* değerleri üzerine istatistiki olarak önemli olduğunu çalışma belirlemiştir. Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantresi ile hazırlanan probiyotik yoğurtların depolama süresince incelemiş ve vişne ile hazırlanan örneklerde en düşük a^* değeri %7,5 konsantreli örnekte, en yüksek a^* değerleri %15 konsantre içeren örneklerde

görüldüğü belirlenmiştir. Depolamaya bağlı olarak örnekleri a^* değerlerinde azalma görülmüş, bu değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır

Renk değerlerinden biri olan b^* değeri incelendiğinde; depolamanın 1. gününde $11,11 \pm 0,19$ olarak saptanan b^* değeri, 11. günde $10,42 \pm 0,47$ ve depolama sonunda (21. gün) $10,34 \pm 0,21$ seviyelerine geriledi belirlenmiştir. Depolama süresince b^* değeri zamana bağlı kısmi bir azalma eğilimi kaydedilmiş olsa da yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu değişimin önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0,05$). Bu bulgular, taflan ilavesiyle zenginleştirilen probiyotik yoğurtların raf ömrü boyunca görsel özelliklerini ve renk formülasyonunu başarılı bir şekilde koruduğunu, meyve kaynaklı pigmentlerin veya mikrobiyal faaliyetlerin ürün renginde fark edilebilir bir modifikasyona yol açmadığını göstermektedir.

Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantresi ile hazırlanan probiyotik yoğurtların depolama süresince incelemiş ve hazırlanan örneklerde b^* değerleri yüksek olan örnekler nar konsantresi içerenler olmuş, konsantre miktarının artması b^* değerinde artış gözlenmesine sebep olmuştur. Ancak bu değişim istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çayır (2007), kayısı püresi ilaveli yoğurtların b^* değerlerini belirlemiş, b^* değerinde artış olduğunu saptamıştır. Yoğurt üretiminde kayısı püresi kullanılması ile oluşan renk değişimi b^* değerleri üzerine istatistiki olarak önemli olduğunu belirlemiştir.

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların tekstürel özellikleri

Optimize probiyotik yoğurtların sıklık değerleri incelenmiş en düşük değer $33,46 \pm 0,26$ g olup en yüksek değer $35,87 \pm 0,32$ g seviyelerine çıktığı belirlenmiştir. Depolamanın ilk günlerinde düşük seyreden sıklık değeri ilerleyen günlerde artış gösterirken depolamanın son günlerinde tekrar düşüş gözlemlenmiştir. Bu değişimin, depolamanın ilk yarısında gözlenen sertlik artışı, devam eden laktik asit üretimi süreciyle birlikte kazein misellerinin daha sıkı bir ağ yapısı (jel matrisi) oluşturmaya bağlanırken; depolama sonuna doğru gerçekleşen sertlik kaybı, probiyotik bakterilerin sergilediği proteolitik aktivite sonucu protein matrisinin kısmen parçalanması ve yapısal bütünlüğün zayıflaması sonucu olduğu düşünülmektedir (Sodini ve diğ., 2004).

Saydam (2022) pekmez ilaveli yoğurt üretmiş ve depolama süresince sertlik değeri

75,77 g ile 213,05 g aralığında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Depolama süresinde en düşük sertlik değeri 1. gün, en yüksek sertlik değeri 21. gün olduğu belirlenmiş bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Akın (2024) muz tozu ilaveli probiyotik yoğurt üretiminde sertlik değeri aralığı en düşük 20,18 g ile en yüksek 26,56 g arasında olduğu belirlenmiştir. Yoğurtlara ilave edilen %0,5 ve %2 muz tozu sertlik değerlerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). %1 muz tozu ilavesi olan yoğurtlarda sertlik değeri artış göstermiş ancak bu artış istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Optimize probiyotik yoğurtların depolama sürecinin ilk gününde sıklık /kıvam değeri $62,17\pm0,19$ g.sec ile başlamış 11. gününde en yüksek değer olan $63,48\pm0,18$ g.sec değerine ulaşmış, ardından depolamanın son gününde $60,43\pm0,16$ g.sec seviyesine gerilemiştir. Depolamanın ilk 11 günlük sürecinde kaydedilen kıvam artışı, devam eden laktik asit üretimi neticesinde pH'ın düşmesi ve kazein misellerinin daha sıkı bir ağ yapısı oluşturmasıyla ilişkilendirilmektedir. Depolama sonunda (21. gün) gözlenen kıvam kaybı ise, probiyotik bakterilerin sergilediği proteolitik aktivite sonucu protein matrisinin zayıflaması ve jel yapısının stabilitesini kısmen yitirmesi ile gerçekleştiği düşünülmektedir.

Sağlam (2022) farklı oranlarda pekmez ilavesi ile üretilen yoğurtlarda en düşük sıklık değerinin %16 pekmez ilaveli yoğurdun 1. gününde olduğunu, en yüksek kıvam değerini kontrol grubunun 14. gününde olduğunu belirlemiş ve bu değişimi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olduğunu tespit etmiştir. Taşpınar (2018) çalışmasına, gilaburu suyu ilavesi ile yoğurt üretmiş ve depolamıştır. 21 günlük depolama boyunca yoğurtların kıvam değerlerinde gözlemlenen dalgalanmalar, sadece %8 gilaburu suyu içeren örnekte istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Depolama süresince kıvam değerlerinde yaşanan genel düşüş; artan asitliğe paralel olarak yoğurdun su tutma kapasitesinin zayıflaması ve buna bağlı olarak serum ayrılmasının (sineresis) artması ile açıklanmıştır. Gilaburu suyunun yarattığı seyreltme etkisi ve depolama sürecindeki asitlik artışı, yoğurdun protein ağ yapısını zayıflatarak daha yumuşak ve akışkan bir tekstür oluşmasına neden olduğu sonucu ortaya konmuştur.

Üretimi yapılan optimize probiyotik yoğurtların iç yapışkanlık değeri en yüksek

değeri depolamanın 1. gününde $-13,10 \pm 0,13$ g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 11. günü $-11,74 \pm 0,23$ g seviyesine gerilemiş ve 21. günde en düşük değer olan $-11,39 \pm 0,13$ g değerini görmüştür. Bu durum, depolama süresince devam eden laktik asit üretimi ve jel matrisindeki yapısal düzenlenmeler neticesinde protein ağının (kazein matrisi) daha kohezif (birbirine yapışan) bir yapı kazanmasına, buna bağlı olarak ürünün dış yüzeylere tutunma direncinin azalmasına neden olduğu düşünülmekte ve taflan ilavesiyle zenginleşen pıhtı yapısının zamanla daha stabil bir dengeye ulaşması, ürünün tekstürel stabilitesini destekleyen bir diğer unsur olduğu düşünülmektedir.

Kızılılık ilaveli yoğurt üretim yapan Mutlu (2022), iç yapışkanlık değerlerinin $-16,03$ g ile $-37,01$ g aralığında değiştiği ve depolamanın ilk gününde, kızılılık konsantrasyonundaki artışın iç yapışkanlık değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) bir azalmaya yol açtığı görülmüştür. İncelenen taflan pekmezi ilaveli yoğurt örneklerinin (Sağlam, 2022) yapışkanlık değerleri, depolama süresince $-43,83$ g ile $-97,23$ g arasında bir dağılım sergilemiş ve örnekler arasında en yüksek iç yapışkanlık değeri depolamanın 21. gününde %4 ilaveli örneğinde kaydedilirken, en düşük değer 7. günde %16 ilaveli örneğinde gözlenmiştir. Taflan pekmezi konsantrasyonunun %4 seviyesini aşmasıyla birlikte, yoğurtların iç yapışkanlık değerlerinde belirgin bir azalma eğilimi tespit edilmiş ve bu durum istatistiksel değerlendirmeler, pekmez ilavesinin yoğurtların yapışkanlık özellikleri üzerinde ($p < 0,05$) anlamlı bir etkiye sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların duyuşal nitelikleri

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin renk ve görünüm değerleri incelenmiş olup en düşük değeri depolamanın son gününde $4,90 \pm 0,00$ olarak belirlenmiş, en yüksek değer ise depolamanın 11. gününde $5,00 \pm 0,00$ olarak tespit edilmiştir. Taflan ilavesiyle geliştirilen formülasyonun görsel karakteristiklerini 21 günlük raf ömrü boyunca stabil bir şekilde koruduğunu ayrıca taflan meyvesinin doğal pigmentlerinin yoğurt matrisi içerisinde oksidatif bozulmaya karşı direnç gösterdiğini ve panelistler tarafından ürünün görsel kalitesinin depolama sonunda dahi yüksek kabul gördüğünü göstermektedir.

Yoğurt üretiminde farklı oranlarda kayısı püresi kullanımının ürünün görünüş skorları üzerindeki etkisi Çayır (2007) tarafından incelenmiş ve bu parametrenin istatistiksel açıdan

anlamli bir değişim göstermediği saptanmıştır ($p>0,05$). Bu durum, meyve püresi ilavesinin ürünün görsel algısında belirgin bir farklılık yaratmadığını ortaya koymaktadır. Probiyotik yoğurt üretiminde nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun prebiyotik potansiyelinin incelendiği bir araştırmada; söz konusu katkıların ürünün renk ve görünüş skorları üzerinde istatistiksel açıdan anlamli bir değişim yaratmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır (Elaltunkara, 2018). Bu bulgu, fonksiyonel bileşen ilavesinin yoğurdun görsel karakteristiklerini olumsuz yönde etkilemeden formülasyona dahil edilebileceğini göstermektedir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin tat-aroma parametresine yönelik duysal beğeni puanları incelendiğinde, en yüksek değeri depolamanın birinci gününde $9,55\pm0,25$ ile alırken depolamanın ilerleyen günlerinde azalarak en düşük değeri depolamanın son günü $9,00\pm0,10$ ile aldığı görölmektedir. Tat ve aroma stabilitesindeki bu süreklilik; taflan meyvesinin karakteristik aromatik bileşenlerinin yoğurdun asidik matrisi içerisinde korunmasına ve probiyotik bakterilerin ürettiği uçucu bileşiklerin dengeli bir duysal profil oluşturması sonucu olduğu düşünölmektedir.

Kızılılık katkıli yoğurtlar üzerine araştırma yapan Çelik vd. (2006), farklı konsantasyonlarda meyve ve şeker ilavesinin ürünlerin tat skorları üzerinde istatistiksel açıdan anlamli bir değişim yaratmadığını rapor etmişlerdir. Bu bulgu, meyve ve şeker oranındaki varyasyonların duysal tat algısında belirgin bir farklılaşmaya yol açmadığını göstermektedir. Açıkgözoğlu (2008), duysal analiz sonuçları incelendiğinde vişne konsantresi ile hazırlanan yoğurt örneklerinin nar konsantresi içeren örneklere kıyasla panelistlerce daha yüksek lezzet puanları aldığını ortaya koymuş ve bu durumun vişne konsantresinin nar konsantresine oranla daha belirgin ve karakteristik bir aroma profiline sahip olmasıyla açıklamıştır. Formülasyondaki konsantre oranındaki değişim, örneklerin lezzet skorları üzerinde istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamli ($p<0,01$) bir fark yaratmıştır. Ayrıca, konsantre miktarındaki artışa paralel olarak ürünlerin genel beğeni düzeyinde de doğrusal bir yükseliş kaydedilmiştir.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin yapı-kıvam özelliklerine yönelik duysal panel puanları incelendiğinde 1. gün $4,75\pm0,25$ ile en yüksek beğeni puanı alırken, 21.gün $4,20\pm0,20$ ile en düşük beğeni puanını almıştır. Bu durum, depolama süresince hafif bir

azalış eğilimi gösterse de ürünün tekstürel stabilitesinin panelistlerce benzer düzeyde algılandığını göstermektedir. Sayısal değerlerdeki sınırlı azalış, depolama süresince devam eden proteoliz faaliyetleri ve serum ayrılmasındaki artışın duyusal yapı üzerindeki yansıması olarak değerlendirilebilir. Ancak genel sonuçlar, taflan ilavesiyle geliştirilen optimize formülasyonun raf ömrü boyunca tüketici beklentilerini karşılayan ağız hissi ve pıhtı stabilitesini başarıyla muhafaza ettiğini göstermektedir.

Açıkgözoğlu (2008), hem nar hem de vişne konsantresi kullanılarak ürettiği yoğurt örneklerinde, depolama süreci boyunca kıvam değerlerinde bir artış eğilimi kaydetmiş. Ancak, söz konusu bu artışın istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık yaratmadığını saptanmıştır ($p>0,05$). Bu durum, konsantre ilavesinin depolama süresince ürünün tekstürel stabilitesini koruduğuna işaret etmektedir. Aryana (2006), yağsız çilekli yoğurtlarda 170 g porsiyon başına 0; 0,5; 1,5 ve 3,0 mg lutein (karotenoidin) ile hazırlamış olduğu yoğurtları depolamanın 0, 1, 3 ve 5. haftalarında duyusal analizlerini yapmış ve depolama boyunca yapının olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri

Taflan ilaveli optimize probiyotik yoğurt örneklerinde en yüksek *S. thermophilus* sayısı; depolamanın 1. günü olup $9,74\pm0,01 \log \text{ kob g}^{-1}$, en düşük sayı depolamanın 21. günü olup $9,0\pm0,04 \log \text{ kob g}^{-1}$ olduğu, belirlenmiştir. Depolamanın son evresinde gözlenen bu sınırlı düşüşün; ortamda artan laktik asit konsantrasyonu (post-asidifikasyon), pH değerinin kritik sınırların altına inmesi ve besi ortamındaki besin öğelerinin zamanla azalması gibi faktörlerin mikroorganizmalar üzerindeki baskılayıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, 21. gün sonunda dahi elde edilen $9,0 \log \text{ kob g}^{-1}$ düzeyindeki canlılık oranı, taflan ilavesiyle geliştirilen formülasyonun hem yoğurt kültürlerinin canlılığını korumada başarılı olduğunu hem de ürünün terapötik (sağlık açısından faydalı) değerini raf ömrü sonuna kadar muhafaza ettiğini göstermektedir.

Karabulut Dirican (2017) çalışmasında, farklı oranlarda çam balı ilaveli probiyotik yoğurt üretilmiş ve depolama süreci boyunca *S. thermophilus* gelişimi incelemiştir. Kontrol grubunda bakteri popülasyonu dalgalı bir seyir izlerken, %2 oranında çam balı ilave edilen numunelerde bakteri sayısının depolama sonuna kadar istikrarlı bir şekilde yükseldiği

görülmüştür. %4 ve %6 çam balı içeren örneklerde, bakteri sayısının depolamanın orta evrelerinde geçici bir düşüş yaşadığı, ancak sürecin sonuna doğru yeniden toparlanarak artış eğilimine girdiği tespit edilmiştir. Depolama süresi genelinde *S. thermophilus* sayılarında keskin bir farklılaşma saptanmamıştır. Çalışmada yapılan varyans analizi verilerine göre; yoğurtlara bal ilave edilmesinin ve depolama süresinin *S. thermophilus* canlılığı üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuştur.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* canlı hücre sayısı, 21 günlük depolama periyodu boyunca takip edilmiş ve en yüksek sayının $8,90 \pm 0,09$ log kob g^{-1} seviyesinde 1. gün iken en düşük sayının $7,19 \pm 0,02$ log kob g^{-1} seviyesinde 21. gün olduğu belirlenmiştir. Bu azalış eğilimi, temel olarak devam eden laktik asit üretimi (post-asidifikasyon) sonucu düşen pH değeri, ortamda biriken metabolik yan ürünlerin baskılayıcı etkisi ve besi ortamındaki besin öğelerinin zamanla tükenmesiyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Ayrıca, yoğurt kültürleri ile probiyotik bakteriler arasındaki besin rekabeti de canlılık oranındaki bu düşüşü destekleyen faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Karabulut Dirican (2017); depolama süreci boyunca *L. acidophilus* canlılığı incelendiğinde, kontrol grubu ile bal ilaveli örnekler arasında karakteristik farklar gözlemlenmiştir. Kontrol örneğinde bakteri popülasyonu sürecin sonuna kadar sürekli bir düşüş eğilimi sergilerken, çam balı ilave edilen probiyotik yoğurtlarda bakteri sayısının depolama süresince nispeten stabil kaldığı ve belirgin bir değişim göstermediği saptanmıştır. Depolama günleri arasında genel bir farklılık saptanmakla birlikte; 21. gün verilerinin hem 7. gün hem de 14. gün değerleriyle istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği, yani düşüşün son evrede durağanlaştığı saptanmıştır.

Optimize probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca *Bifidobacterium* BB-12 canlı hücre sayılarında meydana gelen değişimler incelenmiş ve en yüksek sayının 1. gün $8,37 \pm 0,04$ log kob g^{-1} , en düşük sayının 21 gün $7,28 \pm 0,06$ log kob g^{-1} seviyesine olduğu kaydedilmiştir.

Bifidobacterium türleri, yoğurt ortamındaki yüksek asidite ve çözünmüş oksijen varlığına karşı oldukça hassas mikroorganizmalardır (Çelikel vd., 2018). Depolama sonuna doğru gözlenen bu düşüş; laktik asit birikimiyle pH değerinin 4,5 seviyelerine yaklaşması

ve ortamdaki besin öğelerinin azalmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Optimize edilmiş probiyotik yoğurtların fonksiyonel özellikleri

Optimize probiyotik yoğurtların antioksidan kapasiteleri depolama süreci boyunca DPPH yöntemi kullanılarak incelenmiş ve en düşük değerin depolamanın başlangıcında $\%10,49 \pm 0,28$ olarak bulunurken en yüksek değerin 11. günde ($\%14,27 \pm 0,26$) ulaşmıştır. Örneklerin antioksidan aktivitelerinde depolamanın orta evresinde (11. gün) gözlenen belirgin artış, muhtemelen bu süreçte probiyotik bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucu açığa çıkan biyoaktif peptitler veya taflan içeriğindeki fenolik bileşenlerin serbest hale geçmesiyle ilişkilendirilebilir. Depolamanın 21. gününde ise antioksidan kapasitenin tekrar $\%10,53$ seviyelerine düşmesi, söz konusu antioksidan bileşenlerin zamanla bozunuma uğraması veya ortamdaki diğer bileşenlerle kompleks oluşturmasıyla açıklanabilir.

Literatürde nar ve vişne konsantreli örnekler üzerine çalışan Açıkgozoğlu (2008), depolama periyodu boyunca örneklerin antioksidan aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir kayıp yaşandığını belirlemiştir; bu durum konsantre ilave oranlarından bağımsız bir azalış olarak kaydedilmiştir. Çevik (2013) tarafından yapılan çalışmada, peynir altı suyu tozu (PAST) ve turunc ekstre ilavesinin probiyotik yoğurtların antioksidan potansiyeli üzerindeki etkileri incelenmiş ve antioksidan kapasitelerinin $\%34,29$ ile $\%49,76$ aralığında seyrettiği, turunc ekstre ile PAST katkısının bu değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı saptanmıştır ($p < 0,01$). Çalışmada en yüksek antioksidan aktivite, $\%0,2$ oranında turunc ekstre içeren şekerli probiyotik yoğurt numunesinde kaydedilmiştir. Çiftçi (2024) tarafından yapılan çalışmada yaban mersini ilavesi ile yoğurt üretimi yapılmış, örneklerin fonksiyonel özellikleri incelenmiş ve antioksidan kapasitesi tespitinde artış olduğunu, artışın meyve miktarındaki artışa bağlı olduğunu ortaya konulmuştur. Taneva vd. (2020), kurt üzümü ilaveli yoğurtlarında; Şengül vd. (2022), vişne pulpu ilaveli yoğurtlarında meyve oranındaki artış ile antioksidan kapasitesinde artış olduğunu belirlemiştir.

Optimize probiyotik yoğurtların toplam fenolik madde değeri aralığı $449,13 \pm 8,34$ mg GAE g⁻¹ ile $509,54 \pm 2,91$ mg GAE g⁻¹ olarak saptanmıştır. En düşük seviye 1.gün iken en yüksek seviye 21.gündür. Toplam fenolik madde miktarında depolama süresince gözlenen artış; temel olarak probiyotik bakterilerin beta-glukozidaz enzim aktivitesi

sayesinde meyve yapısındaki bağlı fenolik glikozitleri hidroliz ederek serbest formdaki bileşikleri açığa çıkarması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu biyokimyasal süreç ek olarak, yoğurdun asidik ortamında protein-polifenol komplekslerinin çözünmesi ve kompleks yapının daha küçük moleküllü fenolik birimlere parçalanması, ölçülebilir fenolik konsantrasyonunu artırdığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, mikrobiyal metabolizma ve fizikokimyasal değişimlerin sinerjisiyle ürünün fonksiyonel profilinin depolama sonunda dahi gelişmeye devam ettiği söylenebilir.

Çiftçi (2024), yürüttüğü çalışmada, farklı oranlarda yaban mersini ilave edilen yoğurtların toplam fenolik madde içeriklerini incelenmiştir. Araştırma sonucunda fenolik madde miktarlarının 1488,16 mg GAE/kg ile 3916,19 mg GAE/kg arasında değiştiği saptanmış ve söz konusu değerlerin meyve ilave oranındaki artışa paralel olarak yükseldiği ve bu değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ($p<0,05$) bildirilmiştir.

6. SONUÇLAR

Bu araştırmanın temel hedefi; probiyotik bakterilerin sağlık üzerindeki koruyucu etkilerini, taflanın yüksek antioksidan ve fenolik profiliyle birleştirerek, besinsel değeri artırılmış yenilikçi bir fonksiyonel yoğurt formülasyonu geliştirmektir. Ürünün hem biyolojik aktivitesini (probiyotik canlılığı ve antioksidan kapasite) hem de tüketilebilirliğini en üst seviyeye çıkarmak için taflan ve şeker kullanım oranlarını Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) ile en uygun (optimal) seviyeye getirmektir. Bu amaçla; probiyotik yoğurt bileşenlerinin optimizasyonu, Design-Expert yazılımı ile Merkezi Kompozit Yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Prosesin bağımsız değişkenleri olarak şeker ve taflan oranları seçilmiş ve model tarafından üretilen 13 deney noktasına (%şeker 3,96 ile 11,04, taflan 4,76 ile 13,24 aralığında) göre yoğurt örnekleri hazırlanmıştır. Üretimi gerçekleştirilen 13 farklı probiyotik yoğurt kombinasyonunun kalite parametrelerini belirlemek amacıyla; fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, viskozite, kuru madde, serum ayrılması, su tutma kapasitesi), renk (L^* , a^* , b^*), tekstürel (sertlik, kıvam, iç yapışkanlık) ve duyuşal (renk-görünüş, yapı-kıvam, tat-koku) özellikleri incelenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri (*S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* BB-12 yükü) ile fonksiyonel karakteristikleri (antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı) de analiz edilerek depolama öncesi ve süresince meydana gelen değişimler takip edilmiştir. Çalışmada alınan yanıtlar neticesinde, %89,3 kabul değeri ile en ideal yoğurt formülasyonu; %7,27 şeker ve %9,62 taflan konsantrasyonlarında optimize edilmiştir. Kabul değerinin 1,00'e yakınlığı optimizasyonun başarı derecesini göstermektedir. Çalışmada elde edilen %89,3 kabul değeri, çalışmanın güçlü bir model olduğunu temsil etmektedir.

Çalışmanın 2. aşamasında; optimize edilen ürünün 21 günlük depolama sürecinde; bazı fizikokimyasal yapısı, mikrobiyolojik, tekstürel, duyuşal ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Depolama süresince pH, titrasyon asitliği, viskozite, serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve tekstürel profil (sertlik, sıklık/kıvam, iç yapışkanlık) parametrelerinde saptanan istatistiksel açıdan anlamlı değişimler ($p < 0,05$), ürünün raf ömrü boyunca teknolojik olarak gelişimini sürdürdüğünü göstermiştir. *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* BB-12 canlılıkları ile antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde

içeriklerinde zamana bağlı kaydedilen anlamlı değişimler ($p<0,05$), formülasyonun biyoaktif ve terapötik hedeflerine ulaştığını doğrulamaktadır. Ürünün iç yapısındaki tüm bu dinamik değişimlere rağmen, enstrümantal renk parametrelerinin (L^* , a^* , b^*) ve duyuşal niteliklerin (renk-görünüm, tat-aroma, yapı-kıvam) 21 gün boyunca bozulmadan kararlı bir seyir izlemesi ($p>0,05$), ticari başarı için kritik olan tüketici kabul edilebilirliğinin raf ömrü sonuna kadar korunduğunu kanıtlamıştır.

7. ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulguları; probiyotik yoğurt üretiminde taflanın ilavesinin ürünün besinsel ve fonksiyonel özelliklerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Ürünü geliştirmek fonksiyonel özelliklerini olumlu yönde arttırmak için üretimde kullanılan probiyotiklerde (*S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium BB-12*) değişiklik veya eklemeler yapılarak ürünün yapısı ve fonksiyonel özelliklerinde iyileştirme çalışmaları önerilebileceği düşünülmektedir. Ürün formülasyonlarında değişimler, farklı ve fonksiyonel değeri yüksek ürün geliştirmede etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca taflan ilaveli probiyotik yoğurtların insan sağlığı üzerindeki biyoyararlılık ve uzun vadeli etkilerini değerlendirecek klinik çalışmaların yapılması, taflan ilaveli probiyotik yoğurdun fonksiyonel gıda pazarındaki konumunu güçlendirecektir.

KAYNAKLAR

- Açıkgözoğlu, A. B. (2008). *Antioksidanca Zengin Nar ve Vişne Konsantreleri Kullanılarak Hazırlanan Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Akalın, S., Kınık, O., & Gönç, S. (1999). Yoğurt Üretimi ve Depolama Sırasında Organik Asitlerin Belirlenmesi. *Gıda*, 23(1), 59–65.
- Akın, H. (2024). *Probiyotik Yoğurt Üretiminde Muz Tozu Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkisinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi.
- Akın, M. S., & Akın, M. B. (2016). Elma Lifi ile Zenginleştirmenin Set Tipi Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 94–104.
- Akın, M. S., & Konar, A. (1999). İnek ve keçi sütlerinden üretilen ve 15 gün süre ile depolanan meyveli/aromalı yoğurtların fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 557–565.
- Akın, Z. (2014). *Bitkisel Protein Katkılı Yağsız Fermente Süt İçeceğinin Özelliklerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Aktaş, H. (2023). *Probiyotik ve Starter Özellikteki Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve Seçilen Suşlarla Üretilen Yoğurtların Mikrobiyolojik, Fizikokimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi* [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Alkan, G. (2021). *Kayısı Çekirdeği Sütü ile Probiyotik Yoğurt Üretim Olanaklarının Araştırılması ve Optimizasyon Çalışmalarının Yapılması* [Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Alnaqelne, M. A. A. A. (2022). *Hünnap (Zizyphus Jujuba Mill.) İlavesinin Set Tipi Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenme* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Alzamara, R. (2015). *Determination Of Some Properties Of Yoghurt Added Cornelian Cherry And Rose Hip Fruits Marmalade With Higher Antioxidant Content* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th). Association of Official Analysis Chemists.
- Aryana, K. J., Barnes, H. T., Emmick, T. K., McGrew, P., & Moser, B. (2006). Lutein Is Stable in Strawberry Yogurt and Does Not Affect its Characteristics. *Journal of Food Science*, 71(6), S467–S472. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00080.x>
- Atalar, İ. (2012). *Kurutulmuş Kefir Üretimi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Atamer, M., & Sezgin, E. (1986). Yoğurtlarda Kurumadde Arttırımının Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 11(6), 327–331.

- Ayar, A., Sert, D., & Kalyoncu, İ. H. (2005). Farklı Meyveler Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Kimyasal, Reolojik ve Duyusal Özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, (8).
- Ayaz, F. A., Kadioğlu, A., Reunanen, M., & Var, M. (1997). Phenolic Acid and Fatty Acid Composition in the Fruits of *Laurocerasus officinalis* Roem. and Its Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10(4), 350–357. <https://doi.org/10.1006/jfca.1997.0550>
- Ayaz, R. M. (2021). *Çam Balının Probiyotik Bakteri Canlılığı ve Probiyotik Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Baran, Ö. (2018). *İn Vitro Şartlarda Laktik Asit Bakterilerinin ve Yoğurdun Kurşun ve Kadmiyum Bağlama Özelliğinin İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Barrantes, E., Tamime, A. Y., & Sword, A. M. (1994). Production of low-calorie yoghurt using skim milk powder and fat substitutes: 3. Microbiological and organoleptic qualities. *Milchwissenschaft*, 49, 205–208.
- Başar, V. (2019). *Farklı Depolama Koşullarının Karayemiş (Laurocerasus Officinalis L.) Pekmezinin Fitokimyasal Stabilitesi ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Batu, H. S. (2015). *Karayemiş Meyvesinin Reçel ile Marmelata İşlenebilirliğinin ve Bazı Parametrelerin İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Tunceli Üniversitesi.
- Bayrambaş, K. (2016). *Çeşitli Gıda Sistemlerinin Enkapsüle Edilmiş Karayemiş Polifenoller ile Zenginleştirilmesi* [Doktora Tezi]. Tunceli Üniversitesi.
- Bek, Y., & Efe, E. (1995). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Çukurova Üniversitesi.
- Bhullar, Y. S., Udin, M. A., & Shah, N. P. (2002). Effect of ingredients supplementation on textural characteristics and microstructure of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 57(6), 328–332.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., & Trout, G. M. (1988). *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. An Avi Book Published by Van Nostrand Reinhold.
- Bradley, R. L., Arnold, E., Barbano, D. M., Semerad, R. G., Smith, D. E., & Vines, B. K. (1992). Chemical and physical methods. İçinde R. T. Marshall (Ed.), *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (16th, ss. 433–531). American Public Health Association.
- Brown, A. C., & Valiere, A. (2004). Probiotics and medical nutrition therapy. *Nutrition in Clinical Care*, 7(2), 56–68.
- Celik, S., Bakırcı, I., & Şat, I. G. (2006). Physicochemical and Organoleptic Properties of Yogurt with Cornelian Cherry Paste. *International Journal of Food Properties*, 9(3), 401–408. <https://doi.org/10.1080/10942910600596258>
- Cueva, O., & Aryana, K. J. (2008). Quality attributes of a heart healthy yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 41(3), 537–544. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.04.002>

- Çakmakoglu, S. K. (2024). *Proteolitik Aktivitesi Yüksek Yoğurt Bakterileri ile Probiyotik Kültür Kombinasyonlarından Biyoaktif Peptid Üretimi ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Çalışkan, H. (2021). *Probiyotik Bakteri (Lactobacillus Acidophilus) ve İğde (Elaeagnus Angustifolia L.) Unu ile Üretilen Yoğurtların Probiyotik Raf Ömrü ve Kalite Özellikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Çayır, M. S. (2007). *Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Çelem, E. (2023). *Elektrospinning Tekniğiyle Portakal ve Kivi Posalarından Üretilen Nanoliflerle Enkapsüle Edilen Probiyotik Lactobacillus Acidophilus'un Fonksiyonel Yoğurt Üretiminde Kullanımı* [Doktora Tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Çelikel, A., Göncü, B., Akın, B. M., & Akın, M. S. (2018). Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Canlılığını Etkileyen Faktörler. *Yaşam Bilimleri Dergisi*, 8(1/2), 59–68.
- Çevik, G. B. (2013). *Peynir Altı Suyu Tozu ve Turunç İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Harran Üniversitesi.
- Çiftçi, E. (2024). *Yaban Mersini İlave Edilerek Üretilen Yoğurt Atıştırmalıklarının Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Çubukçu, B. (2022). *Pıhtısı Kırılmış Probiyotik Yoğurt Üretiminde Psyllium Husk (Karnıyarık Otu Tohum Kabuğu Tozu)'Dan Yağ İkamesi ve Prebiyotik Olarak Yararlanma Olanakları* [Yüksek Lisans Tezi]. Harran Üniversitesi.
- Dal, D. (2016). *Kurutulmuş ve Taze Trabzon Hurması Katkılı Meyveli Yoğurtların Bazı Özelliklerinin İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Dave, R. I., & Shah, N. P. (1996). Evaluation of Media for Selective Enumeration of Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, and Bifidobacteria. *Journal of Dairy Science*, 79(9), 1529–1536. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76513-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76513-x)
- Demirkol, M. (2021). *Meyve Suyu İşleme Atıklarından Diyet Liflerinin İzolasyonu Ve Yoğurt Üretiminde Kullanımı* [Doktora Tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Dirican, L. K. (2017). *Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Namık Kemal Üniversitesi.
- Divya, J. B., Varsha, K. K., Nampoothiri, K. M., Ismail, B., & Pandey, A. (2012). Probiotic fermented foods for health benefits. *Engineering in Life Sciences*, 12(4), 377–390. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100179>
- Durmuş, N. (2015). *Karadut Püresi İlaveli Sütten Yoğurt Eldesinde Fermentasyonun Fenolik Madde Miktarı, İn-Vitro Biyoerişebilirlik ve Fiziksel Özellikler Üzerindeki Etkinin İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.

- Edreva, A., Velikova, V., Tsonev, T., Dagnon, S., Gürel, A. L., & Aktas, L. (2008). Stress protective role of secondary metabolites: Diversity of functions and mechanisms. *Gen. Appl. Plant. Physiol.*, 34, 67–78.
- Elaltunkara, Z. (2018). *Nar Çekirdeği ve Nar Kabuğu Tozunun Probiyotik Yoğurt Üretiminde Prebiyotik Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Harran Üniversitesi.
- Ergüney, E. (2013). *Karayemiş Tozunun Fiziksel Özelliklerinin İyileştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- FAO. (2002). Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>
- Gould, A. W. (1977). *Food Quality Assurance*. The AVI Publishing Company, Inc. <https://doi.org/10.1002/star.19770291013>
- Göktürk, H. (2023). *Çeşitli Turunçgil Albedosu ve Probiyotik Kültür İlavesi İle Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Görgün, B. U. (2022). *Kestane Sütü ile Zenginleştirilmiş Kefir Üretimi* [Doktora Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Gül, G. (2017). *Karayemişin (Laurocerasus Officinalis Roem.) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Kurutmanın Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Gümüş, T., & Coşkun, F. (2008). Gıda Güvenliğinde Fermentasyonun Önemi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 1069–1071.
- Güneş, K. (2022). *Brokoli ve Ispanak Takviyesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.
- Günüç, Z. (2023). *Portakal Kabuğu ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Raf Ömrü ve Fonksiyonel Özellikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Hacıoğlu, E. (2024). *Üzümsü Meyve İlavesinin Probiyotik Yoğurdun Antioksidan Aktivitesi ile Bakteri Canlılığına Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ege Üniversitesi.
- İslam, A. (2002). “Kiraz” cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(4), 301–302. <https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514227>
- İslam, A., Karakaya, O., Gün, S., Karagöl, S., & Öztürk, B. (2020). Seçilmiş Karayemiş Genotiplerinin Meyve Özellikleri ile Biyokimyasal Bileşiklerin Karakterizasyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1), 105–110. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.601390>
- İşleten, M. (2006). *Süt kaynaklı toz bileşenlerin yağsız yoğurdun kalite kriterleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.

- Jayasinghe, O., & Fernando, S. (2015). Production Of A Novel Fruit Yoghurt Using Dragon Fruit (*Hylocereus Undatus* L.) *European Scientific Journal*, 11(3), 208–215.
- Kaczmarczyk, M. M., Miller, M. J., & Freund, G. G. (2012). The health benefits of dietary fibre: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism*, 61(8), 1058–1066.
- Kahraman, C. (2011). *Production Of Kefir From Bovine And Oat Milk Mixture* [Yüksek Lisans Tezi]. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Kara, T. (2022). *Yoğurt Üretiminde Probiyotik Kültür ile Baharat ve Aromalarının Kullanım Olanakları* [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Karagöl, M. A. (2024). *Farklı Lactobacillus Spp. Bakterilerinin, Manda Sütünden Üretilen Yoğurtların Biyoaktif, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri ile Uçucu Organik Bileşiklerin Oluşumuna Etkilerinin Araştırılması* [Doktora Tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Kılıç, S., Uysal, H., Arslan, F., & Güley, Z. (2004). Comparison of Some Properties of Yoghurt Produced with Different Lactic Bacteria Cultures. *International Dairy Symposium*, 213–217.
- Kılmanoğlu, S. (2010). *Kızılıçık ve Karayemişin Fenolik Madde İçeriği ve Antimikrobiyel Aktiviteleri Üzerine Bir Çalışma* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Koç, B. (2008). *Özet Püskürtmeli Kurutma Yöntemi ile Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu* [Yüksek Lisans Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Koç, B., & Ertekin, F. K. (2010). Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. *Gıda*, 35(1), 63–70.
- Konak, Ü. İ., Erem, F., Altındağ, G., & Certel, M. (2015). Effect of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* roem.) incorporation on physical, textural and functional properties of cakes and cookies. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 13–24.
- Konal, F. K. (2024). *Giresun Yöresinde Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Pekmez Çeşitlerinin Bazı Fizikokimyasal, Antioksidan ve Spektroskopik Özelliklerinin (FTIR) Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gümüşhane Üniversitesi.
- Kurdal, E. (1976). Kaliteli ve Hijyenik Yoğurt Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 119–147.
- Ljungh, A., & Wadström, T. (2006). Lactic acid bacteria as probiotics. *Current Issues Intestinal Microbiology*, 7(2), 73–89.
- Longton, M. (1991). *The Microstructure of Yogurt* (tek. rap. No. 580). SIK Yogurt.
- Lourens-Hattingh, A., & Viljoen, B. C. (2001). Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11(1-2), 1–17. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00036-x](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00036-x)
- Ma, C., Gong, G., Liu, Z., Ma, A., & Chen, Z. (2015). Stimulatory effects of tea supplements on the propagation of *Lactobacillus casei* in milk. *International Dairy Journal*, 43, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.10.003>

- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligne, B., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102.
- Marette, A., & Picard-Deland, E. (2014). Yogurt consumption and impact on health: focus on children and cardiometabolic risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99(5), 1243S–1247S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.073379>
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 45–50.
- Mutlu, M. D. (2022). *Kızılçık Meyvesi İlavesiyle Yoğurdun Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Zenginleştirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Myers, R. H., & Montgomery, D. C. (1995). *Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments* (2nd). John Wiley; Sons.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments* (Fourth Edition). Wiley.
- Najgebauer-Lejko, D., Liszka, K., Tabaszewska, M., & Domagała, J. (2021). Probiotic Yoghurts with Sea Buckthorn, Elderberry, and Sloe Fruit Purees. *Molecules*, 26(8), 2345. <https://doi.org/10.3390/molecules26082345>
- Okçu, Z., & Keleş, F. (2010). Kalp-damar hastalıkları ve antioksidanlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 153–160.
- Orhan, I., Aydın, A., Çölkesen, A., Şener, B., & Işımer, A. I. (2003). Free Radical Scavenging Activities of Some Edible Fruit Seeds. *Pharmaceutical Biology*, 41(3), 163–165. <https://doi.org/10.1076/phbi.41.3.163.15094>
- Ozer, B. H., Robinson, R. K., Grandison, A. S., & Bell, A. E. (1997). Comparison of techniques for measuring the rheological properties of labneh (concentrated yogurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50(4), 129–133. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1997.tb01753.x>
- Önder, F. (2022). *Manda Sütünden Oleojel İlaveli Fonksiyonel Dondurma Üretimi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Özbey, A. (2009). *Karayemiş Meyvesinin Fenolik Kompozisyonunun Belirlenmesi ve Meyve Suyu Üretiminin Optimizasyonu* [Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Özcan, M. (2023). *Yanıt Yüzey Yöntemiyle Keçi Sütünden Yoğurt Üretiminde Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi ve 2 Farklı Starter Kültürü Kullanarak Yoğurt Üretiminin Optimizasyonu ve Üretilen Yoğurtların Bazı Özelliklerinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Özcan, T. (2013). Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. *2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, Nutrition and Food Science II*, 53, 118–122.

- Özcan, T., & Yıldız, E. (2016). Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(7), 579–587. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i7.579-587.719>
- Özdemir, T. (2021). *Kırmızı Pancarlı Probiyotik Yoğurt Üretiminde Şeker İkamesi Olarak Stevia Kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Özer, B. (2006). *Yoğurt bilimi ve teknolojisi*. SİDAS Yayınları.
- Peng, Y., Serra, M., Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2009). Effect of fortification with various types of milk proteins on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt. *Journal of Food Science*, 74(9), C666–C673. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01350.x>
- Petti, S., Tarsitani, G., & D’Arca, A. S. (2001). A randomized clinical trial of the effect of yoghurt on the human salivary microflora. *Archives of Oral Biology*, 46, 705–712.
- Piernas, C., & Popkin, B. M. (2010). Snacking increased among US adults between 1977 and 2006. *The Journal of Nutrition*, 140(2), 325–332.
- Record, I. R., Dreosti, I. E., & McInerney, J. K. (2001). Changes in plasma antioxidant status following consumption of diets high or low in fruit and vegetables or following dietary supplementation with an antioxidant mixture. *British Journal of Nutrition*, 85(4), 459–464. <https://doi.org/10.1079/bjn2000292>
- Renner, E. (1991). *Dictionary of Milk and Dairying*. Printing Pustet Regensburg.
- Samona, A., & Robinson, R. K. (1994). Yoğurt kültürlerinin fermente sütlerde bifidobakterilerin hayatta kalmasına etkisi. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 47(2), 58–60.
- Saydam, D. (2022). *Taflan (Karayemiş, Laz Üzüümü) Pekmezi ile Üretilen Yoğurtların Özellikleri ve Bu Özelliklerde Raf Ömrünce Oluşan Değişimlerin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Selçuk, A. R., & Yılmaz, Y. (2009). İşlenmiş üzüm çekirdeği tozu ilavesinin lokum benzeri bir ürünün toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 7(5), 56–61.
- Singh, R. P., Murthy, K. N. C., & Jayaprakasha, G. K. (2002). Studies on The Antioxidant Activity of Pomegranate (Punica Granatum) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 81–86.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., & Corrieu, G. (2004). The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2), 113–137. <https://doi.org/10.1040/8690490424793>
- Spence, L. A., Cifelli, C. J., & Miller, G. D. (2011). The Role of Dairy Products in Healthy Weight and Body Composition in Children and Adolescents. *Current Nutrition & Food Science*, 7(1), 40–49. <https://doi.org/10.2174/157340111794941111>
- Şengül, M., Can, B., Ürkek, B., & Gürbüz, Z. (2022). Effect of blueberry addition on antioxidant activity, textural, microbiological and physicochemical properties of

- strained yoghurt. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220201798>
- Şevgin, B. Ş. (2023). *Süt Çeşidinin Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik, Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Şimşek, H. (2022). *Doğal Katkılı Süzme Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Depolama Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleriyle Mikrobiyal Kalitesinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Talih, M. (2018). *Dondurarak kurutma yöntemi ile taflan (karayemiş) (Prunus laurocerasus L.) meyvesinin kurutulması ve örnek gıda sisteminde denenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (1980). Yogurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43(12), 939–977. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-43.12.939>
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt: science and technology* (Second Edition). Woodhead Publishing.
- Taneva, I., & Zlatev, Z. (2020). Total phenolic content and antioxidant activity of yoghurt with goji berries (*Lycium barbarum*). *Scientific Study and Research. Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 21(1), 125–131.
- Taşpınar, T. (2018). *Sürdürülebilir Sağlıklı ve Fonksiyonel Gıda Üretiminde Gilaburu Suyu İlavesinin Set Tipi Yoğurtların Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- T.C. Resmî Gazete. (2004). 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun”. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/06/20040605.htm%5C#2>
- Tekinşen, O. C. (1976). Yoğurt yapımı. *Vet. Hek. Der. Derg.*, 46(1-2-3), 29–36.
- Terzioğlu, M. E. (2022). *Farklı Starter Kültür ve İnek-Keçi Sütü Kombinasyonları Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Depolama Süresince Çeşitli Niteliklerinin İncelenmesi* [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Türk, O. M. (2025). *Pekmezin Probiyotik Bakteri Canlılığı ve Probiyotik Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Türk Gıda Kodeksi. (2022). Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221130-5.htm>
- Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). Türkomp – Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, Karayemiş [Erişim tarihi: 26 Ekim 2024]. <https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-570>
- Türkmen, F. (2020). *Modern Kurutma Yöntemlerinin Prunus Laurocerasus Meyvesinin Kalite Özelliklerine Etkisinin Araştırılması* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.

- Türkyılmaz, B. (2017). *Yabani Olarak Yetişen Bazı Meyvelerin Ursolik ve Oleanolik Asit İçeriği* [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Vahapoğlu, B., Altan, E. N., & Gülseren, İ. (2018). Karayemiş Meyvesinin Biyoaktif Özellikleri ve Fonksiyonel Gıdalarda Kullanım Potansiyeli. *Gıda / The Journal Of Food*, 43(5), 751–764. <https://doi.org/10.15237/gida.gd18055>
- Yangılar, F. (2021). Çermail Armut Marmelatı Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.862659>
- Yavuz, Y. (2018). *Karayemiş (Prunus Laurocerasus L.) Meyvesinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Farklı Yenilebilir Kaplamaların Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Gümüşhane Üniversitesi.
- Yekta, M., & Ansari, S. (2019). Jujube Mucilage as a Potential Stabilizer in Stirred Yogurt: Improvements in The Physiochemical, Rheological, and Sensorial Properties. *Food Science and Nutrition*, 7(11), 3709–3721. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1230>
- Yeniçeri, E. (2026). *Güvem Eriği Tozunun Yoğurt Üretiminde Kullanım Olanakları* [Yüksek Lisans Tezi]. Gümüşhane Üniversitesi.
- Yıldırım, E. (2016). *Yoğurt, Probiyotik Yoğurt ve Kefir Tüketiminin Hipertansiyon Üzerine Etkisi* [Doktora Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Yılmaz, E. N. (2020). *Karayemiş Meyvesinden Pektin Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu* [Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Yurdakök, M. (2013). Yoğurdun Öyküsü, Probiyotiklerin Tarihi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 56, 43–60.

**ÖZ GEÇMİŞ
KİŞİSEL BİLGİLER**

Ad Soyadı : ESRA YAZICI VARINCA
Öğrenci No : 225110012
E-posta : esra.yazici.varinca@gmail.com
Telefon : 05354020321
Doğum Yeri : Kadıköy
Doğum Tarihi : 1985-04-07
ABD (TR) : Gıda Mühendisliği
ABD (EN) : Food Engineering
:

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Adı, Bölüm	Yıl
1.	Harran Üniversitesi / Gıda Mühendisliği	2021-Devam

DİĞER BİLGİLER