

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

**KAYISI ÇEKİRDEĞİ SÜTÜ İLE PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE OPTİMİZASYON
ÇALIŞMALARININ YAPILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAMZE ALKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİNGİL

TEMMUZ 2021

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

**KAYISI ÇEKİRDEĞİ SÜTÜ İLE PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE OPTİMİZASYON
ÇALIŞMALARININ YAPILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gamze ALKAN
(36183620013)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİNGİL

TEMMUZ 2021

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Didem ŐAHINGİL'e; çalışmama yön veren Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na ve çalışmamın son halini almasında sunduğu önerilerle katkı sağlayan savunma sınavı jüri üyesi Prof. Dr. Elif DAĞDEMİR'e; FGB-2019-1728 No'lu Projeyi maddi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığına; Çalışmalarım esnasında desteğini esirgemeyen LAB-315 üyesi arkadaşlarıma, bana gösterdikleri sevgi, saygı, anlayış, sabır, güven ve desteklerinden ötürü başta annem Cemile ALKAN olmak üzere değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Kayısı Çekirdeği Sütü İle Probiyotik Yoğurt Üretim Olanaklarının Araştırılması Ve Optimizasyon Çalışmalarının Yapılması” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Gamze ALKAN



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ.....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1 Yoğurt ve Probiyotik.....	4
2.2 Süt Kaynaklı Proteinler ve Biyoaktif Peptitler.....	6
2.3 Yoğurta Transglutaminaz Enzimi Kullanımı.....	10
2.4 Bitkisel Sütten Yoğurt Üretim Olanaklarının Araştırıldığı Çalışmalar.....	13
2.6 Kayısı Çekirdeği.....	18
2.7 Yanıt Yüzey Metodunun (RSM) Süt Ürünlerinde Kullanımı.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 Materyal.....	22
3.1.1 Kültür.....	22
3.1.2 Transglutaminaz enzimi.....	22
3.2 Yöntem.....	23
3.2.1 Yoğurt örneklerinin hazırlanması.....	23
3.2.2 Deneysel tasarım.....	24
3.2.5 Ön deneme yoğurt örneklerine uygulanan analizler.....	26
3.2.5.1 % Laktik asit miktarı.....	26
3.2.5.2 Su tutma kapasitesi tayini.....	26
3.2.5.3 ACE inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi.....	26
3.2.5.4 Duyusal analizler.....	27
3.2.5.6 İstatistiksel analizler.....	28
3.2.6 Optimize edilmiş yoğurt örneklerinin üretimi.....	28
3.2.7 Optimize edilmiş yoğurt örneklerine uygulanan analizler.....	29
3.2.7.1 pH değeri.....	29
3.2.7.2 % Laktik asit miktarı.....	29

3.2.7.3 Yağ tayini.....	29
3.2.7.4 Toplam protein tayini.....	29
3.2.7.5 Toplam kuru madde tayini.....	29
3.2.7.6 Viskozite değeri.....	30
3.2.7.7 Serum ayrılması.....	30
3.2.7.8 Su tutma kapasitesi tayini.....	30
3.2.7.9 Antioksidan aktivite tayini.....	30
3.2.7.10 ACE inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi.....	32
3.2.7.11 Uçucu bileşiklerin GC-MS ile belirlenmesi.....	32
3.2.7.12 Mikrobiyolojik analizler.....	32
3.2.7.13 Duyusal analizler.....	33
3.2.7.14 İstatistiksel analizler.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
4.1 Deneysel Tasarım Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analiz Sonuçları.....	34
4.1.1 Su tutma kapasitesi.....	35
4.1.2 Titrasyon asitliği.....	38
4.1.3 Duyusal analiz.....	41
4.1.3.1 Renk.....	41
4.1.3.2 Tat.....	43
4.1.3.3 Koku.....	45
4.1.3.4 Genel kabuledilebilirlik.....	48
4.1.4 ACE inhibisyon.....	50
4.2 Optimize Edilmiş Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analiz Sonuçları.....	53
4.2.1 Yoğurt örneklerinde kullanılan sütlerin bileşimi.....	54
4.2.2 Yoğurt örneklerine ilişkin protein ve yağ değerleri.....	55
4.2.3 Depolama süresince yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinde görülen değişiklikler.....	55
4.2.4 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin viskozite üzerine etkisi.....	59
4.2.5 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin su tutma kapasitesi üzerine etkisi.....	60
4.2.6 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin serum ayrılması üzerine etkisi.....	61
4.2.7 Yoğurt örneklerinin Antioksidan aktivitesinde depolama süresi boyunca görülen değişiklikler.....	63
4.2.8 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin ACE-inhibisyon üzerine etkisi.....	65
4.2.9 Yoğurt örneklerinde uçucu bileşiklerin GC-MS ile belirlenmesi.....	68
4.2.10 Yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik analizler.....	71

4.2.11 Depolama süresince yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler.....	73
5. SONUÇLAR.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	89



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1 : Yanıt yüzey yöntemiyle gerçekleştirilen deneysel tasarım.....	25
Çizelge 3. 2 : Deneysel tasarım sonucu ortaya çıkan kayısı çekirdeği sütü miktarı, transglutaminaz enzimi miktarı ve depolama süresi parametrelerine ilişkin değerler.....	26
Çizelge 3. 3 : Yoğurt örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan duyu analizi formu.	28
Çizelge 4. 1 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri su tutma kapasitesi lineer model için ANOVA tablosu.....	37
Çizelge 4. 2 : Su tutma kapasitesi için model uygunluğu.....	38
Çizelge 4. 3 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri asitlik değeri lineer model için ANOVA tablosu.....	39
Çizelge 4. 4 : Titrasyon asitliği için model uygunluğu.....	41
Çizelge 4. 5 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri renk puanı için lineer model ANOVA tablosu.....	41
Çizelge 4. 6 : Renk puanı için model uygunluğu.....	43
Çizelge 4. 7 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin tat puanı için kuadratik model ANOVA tablosu.....	44
Çizelge 4. 8 : Tat puanı için model uygunluğu.....	44
Çizelge 4. 9 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin koku puanı için lineer model ANOVA tablosu.....	46
Çizelge 4. 10 : Koku puanı için model uygunluğu.....	48
Çizelge 4. 11 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanı için lineer model ANOVA tablosu.....	48
Çizelge 4. 12 : Genel kabuledilebilirlik için model uygunluğu.....	50
Çizelge 4. 13 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin ACE-inhibisyon değeri için kuadratik model ANOVA tablosu.....	51
Çizelge 4. 14 : ACE inhibisyon değeri için model uygunluğu.....	53
Çizelge 4. 15 : Yanıt yüzey yöntemi tarafından belirlenen optimum noktadaki tahmini ve deneysel değerler.....	54
Çizelge 4. 16 : Yoğurt örneklerinin protein ve yağ değerleri.....	55
Çizelge 4. 17 : Depolama süresince yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinde görülen değişiklikler.....	58
Çizelge 4. 18 : Yoğurt örneklerinin ACE-inhibisyon ve IC ₅₀ değerlerinde depolama süresince görülen değişiklikler.....	66
Çizelge 4. 19 : Yoğurt örneklerinin GC-MS ile belirlenen aroma maddeleri ve miktarları (ppm).....	70
Çizelge 4. 20 : Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analizlerinde görülen değişiklikler.....	72
Çizelge 4. 21 : Depolama süresince yoğurt örneklerinin duyu değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler.....	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1 : Sütten elde edilen başlıca biyoaktif bileşikler (Park ve diğ, 2009).....	7
Şekil 2. 2 : Biyoaktif peptitleri elde etmek için alternatif yollar (Lorenzo ve diğ, 2018).....	8
Şekil 2. 3 : Süt kaynaklı biyoaktif peptitlerin vücut sistemindeki rolü (Mohant ve diğ, 2016).....	9
Şekil 2. 4 : Yokoyama ve diğ. (2004) transglutaminaz ile katalize edilen reaksiyonlar.....	11
Şekil 2. 5 : Bitki sütü ikamelerinin genel üretim süreci (Makinen diğ, 2016).....	16
Şekil 3. 1 : Kayısı çekirdeği sütü üretimi.....	23
Şekil 3. 2 : Bitkisel süt ilaveli yoğurt üretimi akış şeması.....	24
Şekil 3. 3 : Troloks ile belirlenen standart eğri.....	31
Şekil 3. 4 : FeSO ₄ .7H ₂ O ile belirlenen standart eğri.....	31
Şekil 4. 1 : Yanıt yüzey yöntemi ile analiz edilen bağımsız değişkenlerin ilgili analizlere verdiği yanıtların istenirlik değerleri.....	35
Şekil 4. 2 : Yoğurt üretim parametrelerinin su tutma kapasitesi üzerine etkisi.....	37
Şekil 4. 3 : Yoğurt üretim paramaterelerinin asitlik değeri üzerine etkisi.....	39
Şekil 4. 4 : (devam) Yoğurt üretim paramaterelerinin asitlik değeri üzerine etkisi.....	40
Şekil 4. 5 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin renk değeri üzerine etkisi.....	42
Şekil 4. 6 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin tat puanı üzerine etkisi.....	45
Şekil 4. 7 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin koku puanı üzerine etkisi.....	47
Şekil 4. 8 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin genel kabuledilebilirlik puanı üzerine etkisi.....	49
Şekil 4. 9 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin ACE- İnhibisyon değeri üzerine etkisi.....	51
Şekil 4. 10 : (devam) Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin ACE- inhibisyon değeri üzerine etkisi.....	52
Şekil 4. 11 : Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen optimum nokta ve tahmini değerler.....	54
Şekil 4. 12 : Optimize edilmiş kaysı çekirdeği sütü içeren probiyotik yoğurt inkübasyon görüntüsü.....	55
Şekil 4. 13 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin viskozite (cp) değerinde görülen değişimler.....	60
Şekil 4. 14 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin su tutma kapasitesinde meydana gelen değişiklikler.....	61
Şekil 4. 15 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin serum ayrılması değerinde meydana gelen değişiklikler.....	62
Şekil 4. 16 : Yoğurt örneklerinde DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivite konsantrasyonu.....	64

Şekil 4. 17 : Yoğurt örneklerinde FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivite konsantrasyonu.....	65
Şekil 4. 18 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin % ACE-inhibisyon değerinde meydana gelen değişiklikler.....	68



SİMGELER VE KISALTMALAR

ACE	: Anjiyotensin dönüştürücü enzim
KÇ	: Kayısı çekirdeği
LAB	: Laktik asit bakterileri
DPPH	: 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
FRAP	: Ferrik indirgeyici antioksidan potansiyeli
HHL	: Hippuryl-histidyl-leucine
ABS	: Absorbans
RP-HPLC	: Reversed-Phase high performance liquid chromatography
TG	: Transglutaminaz
Sd	: Serbestlik derecesi
IC₅₀	: %50 inhibitör madde konsantrasyonu
V.K	: Varyasyon katsayısı
kob/g	: Koloni oluşturan birim/gram
cP	: Centipoise
*	: $p < 0.05$
**	: $p < 0.01$
GC-MS	: Gas chromatography mass spectrometry

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAYISI ÇEKİRDEĞİ SÜTÜ İLE PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE OPTİMİZASYON ÇALIŞMALARININ YAPILMASI

Gamze ALKAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

89+xi sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Didem ŞAHİNGİL

Çalışmada, vegan-vejeterian tip beslenme, özel diyet ihtiyacı, laktoz intoleransı, inek sütü alerjisi gibi nedenler ve aynı zamanda sürdürülebilir gıda üretimi ve kayısı çekirdeğinin katma değerli ürüne dönüştürülmesi amacıyla kayısı çekirdeği sütünden probiyotik yoğurt üretim olanakları araştırılmıştır. Yanıt yüzey yöntemi ile yoğurt içeriğinde bulunan kayısı çekirdeği sütü oranı, transglutaminaz enzim miktarı ve depolama süresi bağımsız değişkenleri optimize edilmiştir. Optimizasyon bu bağımsız değişkenlerin asitlik, su tutma kapasitesi, ACE-inhibisyon ve duyu analize verdikleri yanıtlar incelenerek sağlanmıştır. Optimum noktanın 7. depolama günündeki, %20 kayısı çekirdeği sütü ve %0.9 transglutaminaz içeriğine sahip probiyotik yoğurt örneğinde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen bu koşullar deneysel verilerle test edilmiş ve tahmini sonuçlar doğrulanmıştır. Optimum noktada üretilen kayısı çekirdeği sütünde uçucu bileşen varlığı depolamanın 7. gününde GC-MS ile belirlenmiştir. Ayrıca kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurt örneğine depolama süresinin etkisini görmek amacıyla depolamanın 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde fizikokimyasal mikrobiyolojik, antioksidan aktivite, ACE-inhibisyon ve duyu analizler yapılmıştır. Optimum noktada üretilen kayısı çekirdeği sütü takviyeli probiyotik yoğurt örneğinin aroma profili incelendiğinde limonen, benzaldehit, benzil alkol ve benzilhidrazin aroma maddeleri ile inek sütü probiyotik yoğurdundan ayrıldığı görülmüştür. Kontrol örneğinde %66,09-89,48 aralığında bulunan ACE-inhibisyon değeri kayısı çekirdeği sütü ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde %76,63-92,41 olarak daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde IC₅₀ değeri de kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğinde 30,33-46,12 mg/L aralığında bulunurken kontrol yoğurdunda 27,89-42,78 mg/L aralığında saptanmıştır. Ayrıca yoğurt örneklerinin her ikisinde de depolama süreci boyunca probiyotik canlı sayısı arzu edilebilir düzeyde saptanmıştır. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve biyoaktivite analizlerinde göstermiş olduğu benzerlikler ayrıca olumlu duyu değerlendirme sonuçları kayısı çekirdeği sütü ilaveli probiyotik yoğurdun inek sütü probiyotik yoğurduna alternatif bir süt ürünü olarak tüketilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayısı çekirdeği, yoğurt, probiyotik, bitkisel süt

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION ABOUT PRODUCTION POSSIBILITIES OF PROBIOTIC YOGHURT WITH APRICOT KERNEL MILK AND OPTIMIZATION STUDIES

Gamze ALKAN

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

89+xi pages

2021

Supervisor: Assistant Professor Didem SAHINGIL

In the study, reasons such as vegan-vegetarian type nutrition, special dietary needs, lactose intolerance, cow's milk allergy, as well as the possibilities of producing probiotic yogurt from apricot kernel milk for sustainable food production and transformation of apricot kernels into value-added products were investigated. Apricot kernel milk ratio, transglutaminase enzyme amount and storage time independent variables in yogurt content were optimized by response surface method. Optimization was achieved by examining the responses of these independent variables to acidity, water holding capacity, ACE-inhibition and sensory analysis. It was determined that the optimum point occurred in the probiotic yogurt sample with 20% apricot kernel milk and 0.9% transglutaminase content on the 7th storage day. These conditions, which were determined by the Response Surface Method, were tested with experimental data and the estimated results were confirmed. The presence of volatile components in the apricot kernel milk produced at the optimum point was determined by GC-MS on the 7th day of storage. In addition, physicochemical, microbiological, antioxidant activity, ACE-inhibition and sensory analyzes were performed on the 1st, 7th, 14th, 21st and 28th days of storage in order to see the effect of storage time on apricot kernel milk fortified yoghurt sample. When the aroma profile of the apricot kernel milk fortified probiotic yogurt sample produced at the optimum point was examined, it was found that it differed from cow's milk probiotic yogurt with limonane, benzaldehyde, benzyl alcohol and benzylhydrazine flavorings. The ACE-inhibition value, which was in the range of 66.09-89.48% in the control sample, was found to be higher as 76.63-92.41% in the probiotic yogurt sample with the addition of apricot kernel milk. Similarly, the IC₅₀ value was found in the range of 30,33-46,12 mg/L in the yogurt sample with apricot kernel milk, while it was found in the range of 27,89-42,78mg/L in the control yogurt. In addition, the number of probiotic organisms was determined at a desirable level during the storage period in both of the yoghurt samples. The similarities in the physicochemical, microbiological and bioactivity analyzes of the yogurt samples during the storage period, as well as the positive sensory evaluation results, showed that probiotic yogurt with apricot kernel milk added could be consumed as an alternative dairy product to cow's milk probiotic yogurt.

Keywords: Apricot kernel, yogurt, probiotic, herbal milk

1. GİRİŞ

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ticari süt işletmelerince 2020 yılında 9 841 522 (ton) inek sütü toplanmış ve 1 113 779 (ton) yoğurt üretilmiştir (TÜİK, 2021).

Sütün, biyolojik olarak aktif bileşenler içerdiği yapılan bir çok çalışmayla ortaya konulmuştur. Süt biyoaktif maddelerinin çoğu, meme bezi tarafından süütün içine salgılanan protein ve peptitlerden kaynaklanır. Biyoaktif peptitlerin etkinliği, doğal amino asit bileşimi ve dizisine bağlı olarak değişebilmektedir. Hayvan ve bitki proteinleri biyoaktif bileşenler içermesine rağmen, süt proteinleri biyolojik olarak aktif peptitlerin ana kaynağı olarak görülmektedir (Pihlanto-Leppälä, 2000).

Toldra ve diğ. (2018) biyoaktif peptitler ana proteinin bir parçası olduklarında inaktif durumda olabilirler ancak gıdaların işlenmesi veya sindirimi sırasında enzimlerin etkisi ile serbest duruma geçtiklerinde aktif hale gelirler. Bazı süt proteininin biyoaktiviteleri proteinin proteolitik sindirimi sırasında, proteinlerden salınan aktif peptit fraksiyonlarıyla ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarla biyoaktif peptitlerin ACE-inhibisyon, antioksidan aktivite, opioit antitrombotik, antihipertansiyon aktivitesi, immünomodülasyon ve mineral bağlama özellikleri gibi çok sayıda biyolojik fonksiyonu ortaya konulmuştur.

Son yıllarda tüketiciler laktoz intoleransı ve inek sütü alerjisi gibi tıbbi nedenlerle veya yaşam tarzı seçimi olarak bitki bazlı süt ürünlerini tercih etmektedir. Bazı ülkelerde memeli sütü az miktarda ve pahalı olabilmektedir, bu nedenle daha ucuz bir kaynak olan bitki sütü alternatifini arayışıyla karşılaşılabilir. Bitkisel kaynaklardan elde edilen sütlerin besin değeri, elde edildiği bitki kaynağına, işleme koşullarına ve ilave edilen bileşenlere bağlı olarak değişebilmektedir (Mäkinen ve diğ, 2016).

Yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* starter kültürlerinin kullanıldığı fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt fermantasyonu sırasında süt proteinleri hidrolize uğrar, viskozite artar, pH düşer, ve tipik yoğurt lezzeti oluşur. Bu oluşumla birlikte aynı zamanda yoğurdun sağlığı geliştiren özelliklerine katkıda bulunduğu düşünülen bakteriyel metabolitler üretilir (Farnworth ve diğ, 2007). Yoğurt, protein, laktoz, kalsiyum ve vitamin içeriğinden dolayı besin değeri yüksek bir gıda olarak kabul edilmektedir (Ozturkoglu ve diğ, 2016). Probiyotik

bileşenlerin aktarımı için en çok kullanılan ürünler yoğurt ve benzeri fermente süt ürünleridir (Gülbandılar ve diğ, 2017).

Probiyotikler yeterli miktarda uygulandığında konakçı üzerinde bir sağlık yararı yaratan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu mikroorganizmaların bağırsak fonksiyonlarını dengelenmek, kolesterol seviyelerini düşürmek hipertansiyon, diyabet, laktoz intoleransı, gastrointestinal hastalıkları iyileştirmek, bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve farklı kanser türlerinin riskinin azaltmak gibi etkileri bulunmaktadır (Nabavi ve diğ, 2014).

Yoğurt sütüne transglutaminaz ilavesiyle beraber süt proteinleri ile TG (transglutaminaz enzimi) çapraz bağlama reaksiyonları gerçekleşmekte ve yoğurdun üç boyutlu yapısını stabilize etmektedir. Bu nedenle TG içeren yoğurtlarda su tutma kapasitesinde ve viskozitede artış, serum ayrılmasında azalma ve daha yüksek stabilite görülmektedir (Gharibzahedi ve Chronakis, 2018).

2018 yılında dünyada 3,8 milyon ton kayısı üretimi gerçekleşmiş olup, bu miktarın 750 bin tonu Türkiye’de üretilmiştir. Bu üretim miktarıyla dünya kayısı üretiminde ülkemiz ilk sırada yer almaktadır. Malatya ili 2019 yılındaki 392 bin ton kayısı üretimiyle Türkiye’de toplam üretimin %46,3’ünü karşılamaktadır (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2020). Kayısı çekirdeği, yağ ve lifin yanı sıra önemli bir diyet proteini kaynağıdır (Durmaz ve Alpaslan, 2007).

Çalışmanın öncelikli hedefleri aşağıdaki gibidir:

Vejetaryenlik ve vegan tarzı beslenme popülaritesinin artışı ve az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hayvansal proteinlere ulaşmanın pahalı olması ile birlikte hayvansal gıdaların bitkisel kaynaklardan elde edilebilirliğine dair çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yeni bitkisel hammadde arayışına yönelik pek çok bitkisel kaynaktan yoğurt üretimine dair çalışmalar yapılmıştır, ancak daha önce kayısı çekirdeği sütünden yoğurt üretimi gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmada bir bitkisel hammadde olan kayısı çekirdeği sütü eldesi ve yoğurt üretimi gerçekleştirilmesi,

Kayısı çekirdeğinden elde edilen sütün katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülebilmesi amacıyla özellikle probiyotik nitelik taşıyan ve tüm dünyada yaygın şekilde tüketilen fermente bir süt ürünü olan yoğurda işlenmesi, fonksiyonel özelliklerinin artırılması amacıyla kayısı çekirdeği sütü kullanım olanaklarını araştırmak,

Kayısı çekirdeği sütünün, bitkisel protein içeriği, biyoaktif özellikleriyle yeni fonksiyonel hammadde ihtiyacını karşılayacağı düşünölmektedir ve yoğurt üretiminde probiyotik kültür ilavesiyle de yeni bitkisel hammadde kaynaklı fonksiyonel nitelikte ürün geliştirmek,

Transglutaminaz, yoğurt gibi üretim ve depolama esnasında serum ayrılması sorunu oluşabilen gıdalar için tekstürün iyileştirilmesi ve korunmasına katkı sağlayan bir enzim olduğundan kayısı çekirdeği sütü oranı arttıkça muhtemel yapısal kusurları önlemek için, transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarını araştırmak,

Yanıt yüzey yöntemi (RSM), bir veya daha fazla değişken üzerinde bazı faktörlerin etkisini değerlendirmek için kullanılıp, yoğurtta kullanılan inek sütü ve kayısı çekirdeği sütü oranının, transglutaminaz enzimi miktarının ve depolama süresinin asitlik, su tutma kapasitesi, ACE-inhibisyon ve duyuşal analiz yanıtları karşılığında yoğurt optimizasyonunun sağlanması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1 Yoğurt ve Probiyotik

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre yoğurt; Fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürününü, olarak tanımlanmıştır.

Tarihinin kesin bir kaydı olmamasına rağmen ilk fermente süt, Mezopotamya'da M.Ö. 5.000 civarında sıcak bir iklimde su kabaklarında ılık saklanan keçi sütünü doğal olarak bir pıhtı oluşturması sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. M.Ö. 2.500 yılına kadar uzanan duvar resimlerinden de kanıtlar vardır. Orta Doğu'nun eski doktorlarının, mide, bağırsak ve karaciğer rahatsızlıklarını tedavi etmek için yoğurt veya fermente süt reçete ettiklerine dair kayıtlar bulunmaktadır. Yoğurdun faydalı etkileri bilimsel temellere dayalı olarak 20. yüzyılın başlarından itibaren başlanmıştır (Baek ve diğ, 2009).

Dünya dillerine Türkçeden geçen “yoğurt” sözcüğünün kökeni “sütü uyutmak” tabirinden gelmektedir. Türk lehçeleri ve Türkçesinde “uyut-” fiili “sütü mayalamak, yoğurt yapmak” anlamında kullanılmaktadır (Durukoğlu, 2017).

Yaşam kalitesini artırabilecek ve geleneksel diyeteye kolayca dahil edilebilen maddeler içeren gıdaların araştırılması son yıllarda artmıştır (Granato ve diğ, 2017). Yoğurt fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilir. Fonksiyonel gıdalar genellikle besleyici olmanın yanı sıra belirli vücut fonksiyonlarına yardımcı olan bileşenler içeren gıdalar olarak kabul edilir. Bu tür gıdaların işlevselliği biyoaktif bileşenlerinden kaynaklanır. Biyoaktivite, biyoaktif bileşenlerin veya nutrasötiklerin (prebiyotikler, probiyotikler, flavonoidler, fitosteroller, fitotanoller, biyoaktif peptitler ve biyoaktif karbonhidratlar) gıdalarda bulunmasını ifade eder (Ibeagha-Awemu ve diğ, 2009).

Fermente sütün önemli faydası aşağıda özetlenmiştir: Baek ve diğ. (2009)

- 1) Sütte bulunan proteinler, yağlar, laktoz, vitaminler ve mineraller gibi vücudumuz için yararlı olan maddeler fermente sütte de bulunmaktadır.
- 2) Yoğurtta fermantasyon sonucu oluşan laktik asit, gastrik asit sekresyonunu azaltabilir, peristalsisi uyarır ve bağırsaklara fayda sağlar. Laktik asidin bir kısmı kimyasal olarak kalsiyum ile birleşerek daha kolay emilebilen bir form olan laktik asit-kalsiyum kompleksi

oluşturur. Peptonlara ve peptitlere parçalayan süt proteinlerinin bir kısmı daha kolay kullanılır, sonuç olarak karaciğer fonksiyonunu iyileştir ve bağırsak salgısını uyarır. Üretilen aktif madde bağırsak geçişinin dengesini sağlıklı hale getirebilir, koruyabilir veya bağırsak metabolizmasını geliştirebilir.

3) Laktik asit bakterileri sindirim ve emilimi kolaylaştırır. Bağışıklık sistemi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahiptirler, kansere karşı bağışıklık oluştururlar, karaciğer fonksiyonunlarını uyarır ve bağırsaktaki zararlı maddelerin detoksikasyonu ile ilişkilendirilirler.

4) Canlı laktik asit bakterilerinin bağırsağa ulaşıp orda çoğalmasıyla, büyüme sırasında üretilen maddeler bağırsak florasının dengesini iyileştirebilir ve diğer bakteriler tarafından üretilen zararlı maddelerin detoksikasyonunda rol oynayabilirler.

Dünya genelinde tüketicilerin artan farkındalıkları ve gıda ve sağlık arasındaki bağlantılar hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaları sayesinde sağlığı geliştirici özelliklere sahip fonksiyonel gıdalarla daha fazla ilgilenmektedirler. Fonksiyonel gıdalar arasında probiyotik içeren ürünler, süt ürünlerinden özellikle yoğurda uygulanabilirliği ile dikkat çekmekte ve dünya çapında umut verici eğilimler göstermektedir (Paseephol ve Sherkat, 2009).

Tamime ve diğ. (2005) Probiyotik gıdalar; “bağırsaktaki mikro-flora dengesini iyileştirerek sağlığı aktif olarak geliştirdiğine inanılan canlı mikro organizmalar içeren gıdalar” olarak tanımlanmıştır. Fermente süt ürünleri arasında, yoğurt probiyotik organizmaların gelişimi için önemli araçlardan biridir. Lourens-Hattingh ve diğ. (2001) Sindirim sistemimizdeki mikrobiyal popülasyondaki optimum dengenin sağlanması ile ilişkili öncelikli mikroorganizmalar laktobasiller ve bifidobakteriler olduğu bildirilmiştir. Probiyotiklerin bağırsak sistemine canlı olarak ulaşması için ve gıda maddesinin en az 10^6 kob/g probiyotik bakteri içermesi gerekmekte ve bu bakterilerin raf ömrü boyunca hayatta kalması önemli bir faktör olarak görülmektedir.

Son yıllarda tüketicilerin kazandığı beslenme bilinci sonucunda probiyotik süt ürünleri tercih edilmeye başlamıştır. Tüketim bilinciyle birlikte ortaya çıkan vejetaryan ve vegan tip beslenme beslenmede hayvansal sütler tüketilmemektedir. Bu nedenle bitkisel sütlere ve bu sütlerden elde edilen ürünlere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Vegan ve vejetaryan ürünlerde probiyotik kullanımı bitkisel kaynaklardan gelen prebiyotiklerle

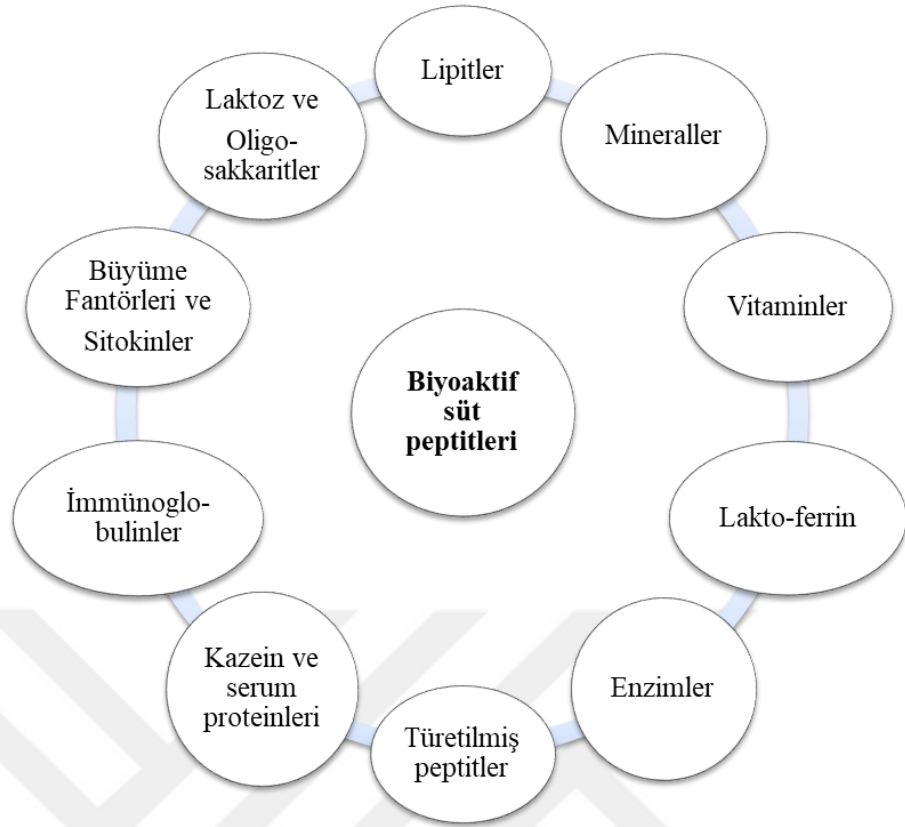
simbiyotik ilişki oluşturmakta ve sağlık üzerine yararlı etkilerde bulunmaktadır (Erk ve diğ, 2019).

Bir insanın bağırsak sisteminde 500'den fazla farklı bakteri türü vardır ve bunların çoğu faydalı bir role sahiptir. Kişi yaşlandıkça faydalı mikroorganizmaların sayısı azalırken, patojenik mikroorganizmaların varlığı artmaktadır. Probiyotikleri insan diyetine dahil etmenin amacı, bu süreci tersine çevirmek veya yavaşlatmak ve dışkılama yoluyla kaybedilen organizmaları yenilemektir. Probiyotik fermente süt ürünleri tüketimiyle beraber probiyotik bakteriler, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, kolesterol, laktoz intoleransı, ishal gibi şikayetlerden daha hızlı kurtulmak gibi faydalar sağlamaktadır (Hekmat ve diğ, 2006).

Probiyotiklerin sağlık üzerine birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. En yararlı aktivitelerinden biri anti patojenik aktiviteleridir. Ayrıca probiyotiklerin idrar yolları enfeksiyonunu önleme, antidiyabet, antikanser, obeziteden korunma, anti-inflamatuvar, alerjik rahatsızlıkları önleme, anjiyojenik aktivite, gastrointestinal hastalıklardan korunma gibi birçok yararlı etkisinin olduğu bildirilmiştir (Kerry ve diğ, 2018).

2.2 Süt Kaynaklı Proteinler ve Biyoaktif Peptitler

Süt, yeni doğanlar için birincil besin kaynağıdır. Bununla birlikte süt, temel besin maddelerinin ötesinde, başta biyoaktif proteinler olmak üzere bir dizi fonksiyonel bileşik içermektedir. Süt proteinlerinin modifikasyonu ana proteinden farklı olabilen biyolojik etkinliğe sahip peptitlerin oluşumuyla sonuçlanmaktadır. Bu fonksiyonel peptitler hem kazeinden hem de serum proteininden elde edilir. Bu peptitler, antimikrobiyal, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu, dipeptidil peptidaz IV (DPP-IV) inhibisyonu, opioid agonisti ve antagonist aktiviteleri, immünomodülasyon, mineral bağlama ve antioksidatif fonksiyonları içeren bir dizi aktiviteye sahiptir (Nielsen 2017).

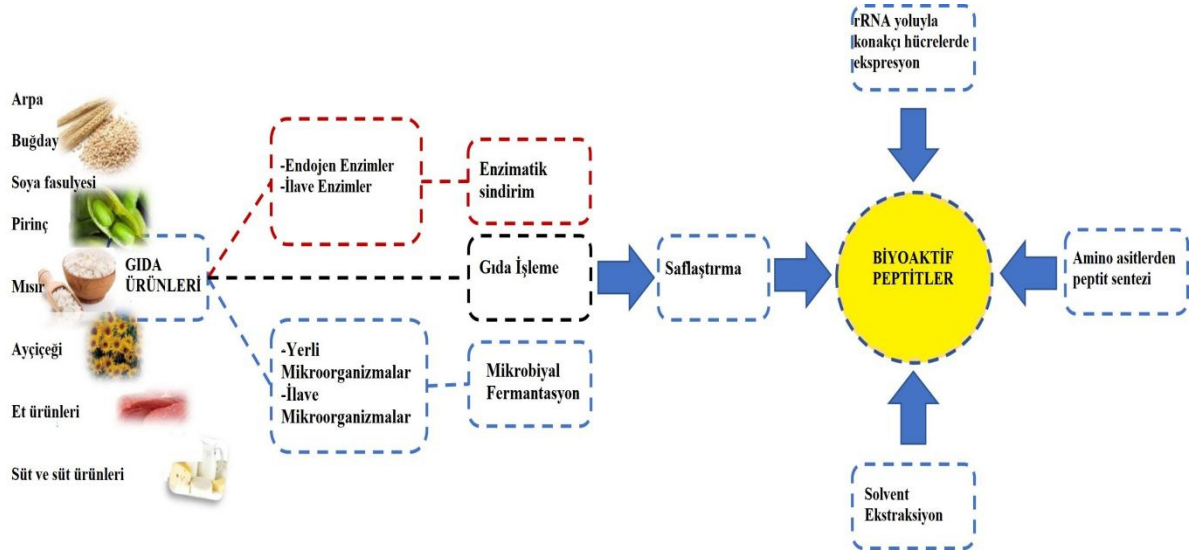


Şekil 2. 1 : Sütten elde edilen baŐlica biyoaktif bileşikler (Park ve diŐ, 2009).

Korhonen ve diŐ. (2006) fizyolojik olarak aktif biyolojik peptitlerin diyet proteinlerinden büyük lde saŐlandıŐı görülmüştür. Bu peptitler ana protein dizisi içinde inaktiftir ve üç Şekilde salınabilmektedir:

- sindirim enzimleri tarafından hidroliz yoluyla,
- proteolitik mikroorganizmalar tarafından hidroliz yoluyla
- mikroorganizmalardan türetilen proteolitik enzimlerin etkisiyle

Antioksidan peptitlerin salımı, endojen ve eksojen mikroorganizmaların aktivitesi ve proteolitik enzimler ile saŐlanabilir. Geleneksel olarak üretilen gıdalarda, gıda yapısını deŐiŐtirmek için hem mikroorganizmaları hem de enzimleri kullanır. PıhtılaŐtırıcı süt enzimleri, starter tarafından üretilen enzimler, starter olmayan ve ikincil kültürler ve ekzojen enzimler gibi peptitlerin oluŐumunda çeşitli proteolitik ajanlar biyoaktif peptitlerin oluŐumunda rol oynayabilirler (Lorenzo ve diŐ, 2018).



Şekil 2. 2 : Biyoaktif peptitleri elde etmek için alternatif yollar (Lorenzo ve diğ, 2018).

Bu peptitlerle ilişkili biyolojik aktiviteler arasında immünomodülatör etki, antibakteriyel özellik, antihipertansif ve opioid etli benzeri özellikler bulunur. Süt proteinleri, süt proteinlerinin amino asit dizisi içinde şifrelenebilen, salım ve aktivasyon için proteoliz gerektiren birincil biyoaktif peptit kaynağı olarak görülmektedir. Süt proteinlerinin laktik asit bakterileri kullanılarak fermantasyonu ile üretilen fermente süt içecekleri ve yoğurt biyoaktif peptitlerle zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdaların üretimi için dikkat çeken bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır (Hayes ve diğ, 2007).

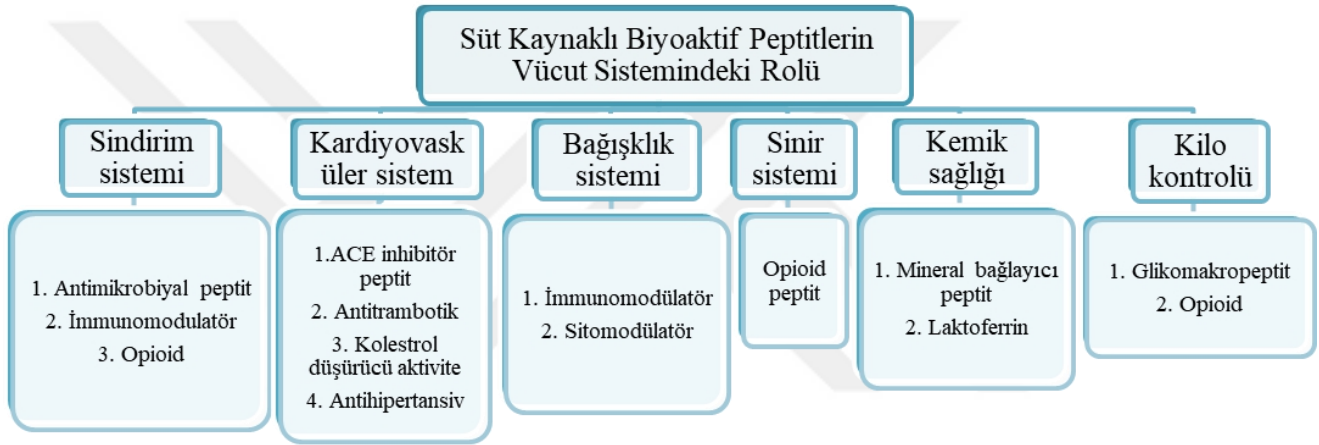
Biyoaktif peptitlerin oluşumu, spesifik aktivitesi ve miktarı fermente süt ürünlerinde kullanılan starter kültür tipi, ürün tipi, fermantasyon süresi ve saklama koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır (Korhonen 2009).

Bitkisel bazlı süt ürünlerinin süt olarak tüketilmesi avantajlı görünmeyebilir, ancak fermantasyon işlemiyle birlikte susam sütünde aglikon adı verilen antioksidan aktiviteyi artıran bileşikler oluşurarak avantajlı bir süt ürünü olabilmektedir. Benzer şekilde pirinç sütünde fermantasyon işlemi sonucunda kalsiyum, demir, magnezyum emilimini azaltan bileşenlerde kırılma olur (Zandona ve diğ, 2020).

Soyada fermantasyon ile biyoaktif peptitlerdeki artış laktobasillerin proteolitik aktivitesiyle ilişkilidir. *Lactobacillus acidophilus*'un büyüme gereksinimlerini karşılamak için kısa zincirli peptitler ve amino asitler ürettiği ve bununla birlikte proteolitik aktivite sergilediği bildirilmiştir. Laktobasillerin ACE-inhibitör peptitleri serbest bırakan proteinazlar üretebildiği bilinmektedir. Bu nedenle soya sütünün laktobasiller ile

fermantasyonu ile ACE-inhibitör aktiviteyi artırabildiği bildirilmiştir (Sanjukta ve Rai, 2016).

Soya fermentasyonu, soya proteinlerinin, antihipertansif, antioksidan, antidiyabetik vb. terapötik özellikler sergileyen mikrobiyal proteazlar tarafından hidrolizi yoluyla birçok biyoaktif peptidi serbest bırakır. Soya fermentasyonunda antioksidan aktiviteden polifenollerdeki (izoflavonlar, fenolik asitler ve flavanoller) serbest aminoasitlerin sorumludur. Fermente soya fasulyesindeki biyoaktif peptitler ya soya fasulyesi proteininin hidrolizi ile oluşturulur yada starter-probiyotik kültürler tarafından üretilirler (Sanjukta ve Rai, 2016; Watanabe ve diğ, 2007).



Şekil 2. 3 : Süt kaynaklı biyoaktif peptitlerin vücut sistemindeki rolü (Mohant ve diğ, 2016).

Epidemiyolojik çalışmalar, süt ve süt ürünü tüketiminin hipertansiyon riski ile ters ilişkili olduğunu göstermektedir (Jauhiainen ve Korpela, 2007). Kan basıncının artmasını engelleyerek tansiyon düşürücü etki gösterdiği bilinen ACE (anjiyotensin dönüştürücü enzim) inhibitör peptitler en çok ilgi çeken biyoaktif peptitlerdendir (Ay ve Şanlı, 2018).

Anjiyotensin iki polipeptit hormonundan biridir ve kan damarının düz kaslarının kasılması yoluyla arteriyel kan basıncını kontrol ederek vücutta işlev gören bir vazokonstriktördür (damar daraltıcı). ACE, anjiyotensin-I'yi, anjiyotensin-II'ye dönüştürerek veya bradykinin enzimini parçalayarak kan basıncının yükselmesine neden olur. ACE inhibitör peptit, anjiyotensin I'in anjiyotensin II'ye dönüşümünü bloke eder (Park ve diğ, 2015).

ACE inhibitörleri ilk önce yılan zehirinden elde edilmiştir. Daha sonra enzimatik hidrolizatlardan ve gıda proteinlerinin çeşitli peptitlerinden ACE-inhibitörleri keşfedilmiştir. Bu gıda proteinlerinden biride kazeindir. Birçok kazein türevinin ACE inhibitör peptidi içerdiği ve ayrıca serum proteinlerinin ACE'yi inhibe eden peptitler içerdiği gösterilmiştir (Pihlanto-Leppälä, 2000). Aynı zamanda laktik asit bakterileri (LAB) sütün fermantasyonu sırasında biyoaktif peptitler üretebilmektedirler (Gonzalez-Gonzalez ve diğ, 2011).

Oksidatif metabolizma hücrelerin hayatta kalması için gereklidir. Bu metabolizmanın bir sonucu olarak, süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidaz gibi koruyucu enzimlere zarar verebilen, membran lipidlerini, hücresel proteinleri, DNA ve enzimleri oksitleyerek yıkıcı ve ölümcül hücresel etkilere neden olan serbest radikaller oluşabilmektedir (Gómez-Ruiz ve diğ, 2008).

Yaşlanmaya bağlı savunma sistemlerinin oksidatif strese karşı kaybını yenilemek için, vücuda uygun diyetle sürekli antioksidan kaynağı sağlanmalıdır. Doğal antioksidanlar günümüzde büyük ilgi görmektedir (Hernández Ledesma ve diğ, 2005). Süt bileşenlerinin birçoğu antioksidan aktivite potansiyeline sahiptir. Bunlardan, süperoksit dismutaz ve katalaz enzim yapısındaki antioksidanlar olarak ortaya çıkmaktadır. Enzim yapısında olmayan antioksidan bileşenlerden kazein yüksek miktarda tirozin, triptofan, histidin, lizin ve metiyonin gibi antioksidan amino asitler içerir. Süt serum proteinlerinde bulunan α -laktalbumin, β -laktoglobulin ve laktoferrin gibi proteinler de antioksidan aktivite göstermektedir. Serum proteinlerinin antioksidan aktivitesi, sülfhidril gruplarının mevcudiyetine bağlıdır ve bu gruplar bloke edildiğinde antioksidan aktivitesi azalmaktadır. Ayrıca serum ve kazein proteinlerinin parçalanmasıyla oluşan, peptit ve amino asitler, konjuge linoleik asit, askorbik asit, α -tokoferol, karotenoidler, ürik asit ve laktik asit bakterileride antioksidan aktivite göstermektedir (Jiménez ve diğ, 2008).

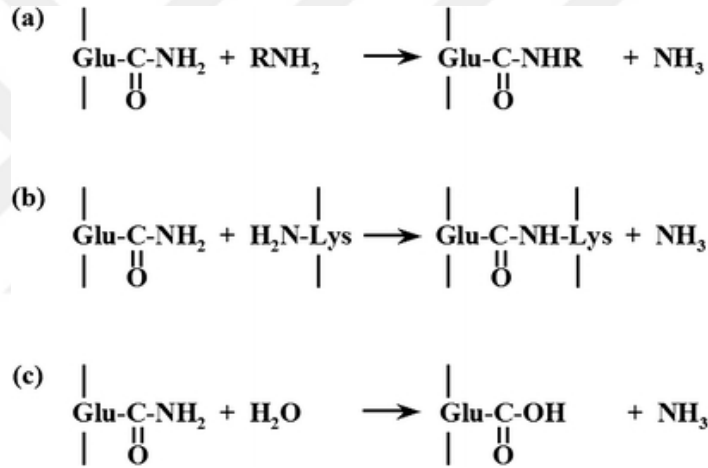
2.3 Yoğurтта Transglutaminaz Enzimi Kullanımı

Bitkisel hammaddelerden üretilen yoğurtlar yapısal olarak dezavantajlara sahiptirler. Bu yoğurt alternatiflerinde protein izolatları zayıf jelleşme özellikleri gösterebilir (Hickisch ve diğ, 2016).

Doku, yoğurt kalitesinin değerlendirilmesinde tüketicilerin beklentileri açısından ilk sıralarda gelmektedir. Bu nedenle yoğurdun ağız hissi, kıvam, viskozite, görünüş gibi

özelliklerini iyileştirmek amacıyla dokusal özelliklerini iyileştiren katkıları yaygın olarak kullanılmaktadır (Wong ve diğ., 2020).

Transglutaminaz, proteinler ile çeşitli primer aminler arasında kovalent çapraz bağlar oluşturan açıl transfer reaksiyonlarını katalizleyebilen bir enzimdir. Transglutaminaz, hem bir protein molekülü içinde hem de farklı proteinlerin molekülleri arasında çapraz bağlantı oluşumunu katalize etmektedir. Transglutaminaz enzimi peptid bağındaki glutamil kalıntısının γ -karboksiamid grubu (açıl donörleri) ile aminler (açıl akseptörleri) arasındaki açıl-transfer reaksiyonunu katalize eder (açıl-transfer reaksiyonu). Bir peptid bağındaki lizin ile glutaminil, (G-L) bağları yoluyla kovalent olarak bağlanır (çapraz bağların oluşumu). Uygun amin substratlarının yokluğunda ise, su molekülleri alıcı olarak görev yapar ve glutamin deaminasyonu reaksiyonunu katalize ederler (Meiying ve diğ., 2002; Kieliszek ve diğ., 2014; Yokoyama ve diğ., 2004).



Şekil 2. 4 : Yokoyama ve diğ. (2004) transglutaminaz ile katalize edilen reaksiyonlar.

- (a) Asil transferi
- (b) Proteinlerde veya peptitlerde Gln ve Lys kalıntılarının çapraz bağlanması.
- (c) Deamidasyon

Transglutaminazlar proteinler ile oluşturdukları bağlarla birlikte, jelleşme, emülsifikasyon, köpük oluşumu ve viskozite gibi işlevsel özellikleri değiştirerek kararlı bir protein ağı oluştururlar (Gaspar ve Góes-Favoni, 2015).

Günümüzde transglutaminaz kullanan süt ürünleri işleme alanındaki en gelişmiş alanın yoğurt üretimi olduğu görülmektedir (Kuraishi ve diğ., 2001). Az yağlı yoğurt üretiminde ürünlerin yapısında meydana gelen sorunları elimine etmek ve ortaya çıkan ürünlerin dokusunu iyileştirmek için sütün yağsız kuru maddesinin artımı veya sütün içine

stabilizatör eklenmesi, yoğurt dokusunu iyileştirmek için kullanılan geleneksel yöntemlerdendir. Ancak pek çok ülkede stabilizatörlerin yoğurt sütüne eklenmesine izin verilmediğinden, az yağlı yoğurt dokusunu modifiye etmek için transglutaminaz enzimi kullanılmaktadır. Transglutaminaz kullanımı ile beraber meydana gelen moleküller içi ve moleküller arası bağlanmalar sonucunda süt yapısı iyileştirilebilmektedir (Özer ve diğ, 2007).

Süt proteinlerinin çapraz bağlama kabiliyeti esas olarak moleküler yapılarına bağlıdır. Açık üçüncül yapılarıyla kazeinler transglutaminaz (TG) için etkili substratlardır buna karşın serum proteinlerinin TG ile bağ oluşturma yeteneği daha düşüktür. Süt proteinlerinin TG ile çapraz bağlanması ağıdaki proteinlerin daha eşit ve homojen bir şekilde dağılması sağlamaktadır böylece jel stabilitesini artmaktadır ve yoğurt gibi süt ürünlerinin teknolojik ve işlevsel özelliklerinde iyileşme görülmektedir (Şanlı ve diğ, 2011).

Transglutaminaz, peptid bağlı glutamin tortularının γ -karboksyamid grupları ile lizin tortularının amino grupları arasındaki açıl transfer reaksiyonunu katalize ederek kovalent çapraz bağlı protein polimerlerinin oluşumuna yol açar bu da protein bazlı gıdaların yapısını geliştirebilir (Mituniewicz-Malek ve diğ, 2014). Gharibzahedi ve diğ. (2018) süt proteinleri ile TG çapraz bağlama reaksiyonları, yoğurtun üç boyutlu yapısını stabilize ettiğini, TG ile muamele edilen yoğurtların, saklama süresi boyunca azalmış sinerez, artan su tutma kapasitesi ve viskozite, homojen yapı, istenen doku ve yüksek stabilite göstermekte ayrıca TG kullanımı yoğurtun duyu özelliklerini olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ardelean ve diğ. (2012) yaptıkları çalışmada keçi sütünden elde edilen yoğurdun fiziksel özelliklerini iyileştirmek için transglutaminazın kullanım olanaklarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada uygulanan enzim ilavesi ve kuru madde artırımı sonucunda yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Yüksel ve Erdem (2010) yaptıkları çalışmada transglutaminazın süt proteinlerinin enzimatik çapraz bağlanmasına etki ederek set yoğurdun fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmış ve TG kullanımının yoğurt jelinin dokusal özelliklerini geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Dağyıldız (2015) soya sütü ilaveli kefir örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri üzerine transglutaminazın etkisini incelediği çalışmada enzim

ilavesinin örneklerin pH'ını ve vizkozitesini artırdığını tirtasyon asitliği ve su salmayı azalttığını bildirilmiştir.

Abou-Soliman ve diğ. (2017) transglutaminaz ile zenginleştirdikleri deve sütü yoğurdunun çeşitli özelliklerini incelemiş ve deve sütüne TG preparatının, başlangıç kültürüyle eşzamanlı olarak % 0.4 konsantrasyonda eklenmesi, bu süttten set tipi yoğurt üretmenin zorluklarını çözmek için etkili bir araç olarak ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Arslan, (2019) farklı oranlarda β -Glukan ve % 0.2 oranında translutaminaz enziminin kefir üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada transglutaminaz enzim ilavesinin serum ayrılması ve viskozite üzerine olumlu etki ettiği görülmüştür. Çalışmada transglutaminaz enzimi ve %0.25 oranına kadar β -Glukan kullanımının kefir üretiminde ürün kalitesini artırmak ve sağlık üzerine etkili gıda üretmek amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.

Aprodu ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada transglutaminaz enziminin yoğurdun reolojik özellikleri üzerine etkisini incelemiş ve çalışmada süt örneklerine 45 °C' de 120 dakika boyunca muamele edilen %0.04 oranında transglutaminaz enzimi kullanımının su tutma kapasitesi ve reolojik özellikler üzerine olumlu etkide bulunan parametreler olduğu görülmüştür. Transglutaminaz katalizli çapraz bağlamanın, yoğurtun fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için etkili bir araç olduğunu belirtilmiştir.

Özer ve diğ, (2007) yaptıkları çalışmada yağsız yoğurt üretiminde 0-0.5 g/L arasında transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Çalışmada Tg oranındaki artış ile doğru orantılı olarak serum ayrılması azalmış ve viskozite artış göstermiştir. Ancak transglutaminaz kullanımı asitlik gelişimi ve asetaldeit üzerine hafif düzeyde olumsuz etki edebileceği bu nedenle yoğurtlarda kullanılan transglutaminaz miktarının önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 0.3 g/L translutaminaz miktarı yağsız yoğurtların üretimi için optimal seviye olarak görülmüştür.

2.4 Bitkisel Süttten Yoğurt Üretim Olanaklarının Araştırıldığı Çalışmalar

İnek süttünden üretilen yoğurt, hem gelişmekte olan hem de sanayileşmiş ülkelerde tüketilmektedir. Bununla birlikte, inek sütüne alternatiflere olan talep, alerjenite, vejetaryen alternatifleri vb. ile ilgili problemler nedeniyle artmaktadır (Farnworth ve diğ, 2007).

Bitki bazlı süt alternatifleri pazarı son yıllarda önemli ölçüde yükselme eğilimindedir. Dünya çapındaki satışlar 2009'dan 2015'e kadar iki katından fazla artmıştır. Bitki Bazlı

Gıdalar Derneği'ne göre ABD'de bitki bazlı yoğurt satışları %55, bitki bazlı peynirlerin satışları %43 ve bitki bazlı kremlerin satışlarının %131 artışı bildirilmiştir (Alcorta ve diğ, 2021).

Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde sağlık üzerine yarar sağlayabilen gıda bileşenleri olarak tanımlanır. Fonksiyonel gıdalar, konakçı sağlığı üzerinde yararlı bir etki yapan, kronik hastalık riskini azaltan gıdaları veya gıda bileşenlerini içerir. Sağlıklı bir yaşam sürmek için tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgisinin artması, sağlık açısından çok yönlü özelliklere sahip gıda ürünlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Tahıl ve tahıl bileşen bazlı gıda ürünleri, insan diyetine probiyotikler, prebiyotikler, proteinler, lifler, antioksidanlar gibi sağlık üzerine olumlu etkileri olan fonksiyonel bileşenleri dahil etme fırsatı sunmaktadır. Fonksiyonel bileşenler arasında probiyotik ve prebiyotik bileşenler son yıllarda öne çıkmaktadırlar (Das ve diğ, 2012).

Dünya genelinde bitkisel kaynaklı sütler, fonksiyonel ve özel içecek kategorisinde yeni ürün olarak ortaya çıkan bir segmenttir (Sethi ve diğ, 2016). Teknolojik olarak, bitki sütü ikameleri, görünüşte inek sütüne benzeyen, çözünmüş ve parçalanmış bitki materyalinin sudaki süspansiyonlarıdır (Makinen ve diğ, 2016).

Chalupa-Krebdak ve diğ. (2018) süt olarak adlandırılan soya, yulaf, fındık gibi kaynaklardan elde edilen bitkisel süt alternatif içecekleri pazarında artış yaşanmaktadır. Ancak tamamiyle bitki bazlı süt kullanımı ile beraber beslenme yetersizliklerinin yol açabileceği hastalıklardan kaçınmak için tüketicilere, bitki bazlı süt alternatiflerini inek sütünün yerine tam besin alternatifleri olarak düşünmemesi, bitki bazlı süt alternatiflerinin besinsel profilini tanınması ve diyet ayarlamalarını yapmaları önerilmektedir.

İnek sütü ile bitkisel sütlerin besin içeriği açısından farklılıklar bulunmaktadır. Dünyada yaygın olarak tüketilen bitki bazlı süt alternatifleri soya sütü, pirinç sütü, badem sütü ve hindistan cevizi sütü olmak üzere dört tanedir. Bu bitki bazlı süt alternatiflerinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Badem sütü; yüksek antioksidan aktivitesi, E vitamini içeriği, protein ve tekli doymamış yağ asidi ile dengeli beslenme için iyi bir kaynak, düşük kalori ve lezzetli oluşuyla öne çıkmaktadır. Buna karşın bazı bireylerin badem alerjisi bulunmaktadır. Soya sütü; yüksek protein içeriğiyle dengeli beslenmeye katkı sağlamaktadır ancak tüketiciler için soya sütünün fasulye benzeri lezzet ve soya alerjisi kullanımını sınırlamaktadır. Pirinç sütü; inek sütü alerjisi ve vegan beslenme için alternatif olarak oraya çıkmakta ancak yüksek miktarda şeker içermektedir. Hindistan

cevizi sütü; düşük kaloriye sahip lezzetli bir süt alternatifidir ancak beslenme açısından düşük düzeyde protein ve yağ bulundurmaktadır (Vanga ve Raghavan, 2018).

Bitki bazlı sütler aslında kolesterol, doymuş yağ asitleri, antijenler ve laktoz gibi normalde memeli sütü ile ilişkili bazı bileşenlerden yoksundur bununla birlikte son yıllarda, bitki kaynakları, mineraller, vitaminler, diyet lifleri ve antioksidanlar gibi sağlığa yararlı biyoaktif bileşenlerin zengin kaynağı oldukları için fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler olarak kabul edilmiştir (Kundu ve diğ., 2018).

Sethi ve diğ. (2016) bitki bazlı süt alternatiflerinin belirlenmiş bir tanımı ve sınıflandırması olmamasına rağmen, bitki bazlı/bitkisel süt alternatiflerinin beş kategoride genel bir sınıflandırmasını aşağıdaki gibi yapmıştır:

Tahıl bazlı: Yulaf sütü, pirinç sütü, mısır sütü, kavuzlu buğday sütü

Baklagil bazlı: Soya sütü, yer fıstığı sütü, börülce sütü, acı bakla sütü

Yemiş bazlı: Badem sütü, hindistan cevizi sütü, fındık sütü, fıstık sütü, ceviz sütü.

Tohum bazlı: Susam sütü, keten tohumu sütü, ayçiçeği sütü.

Tahıl benzeri: Kinoa sütü

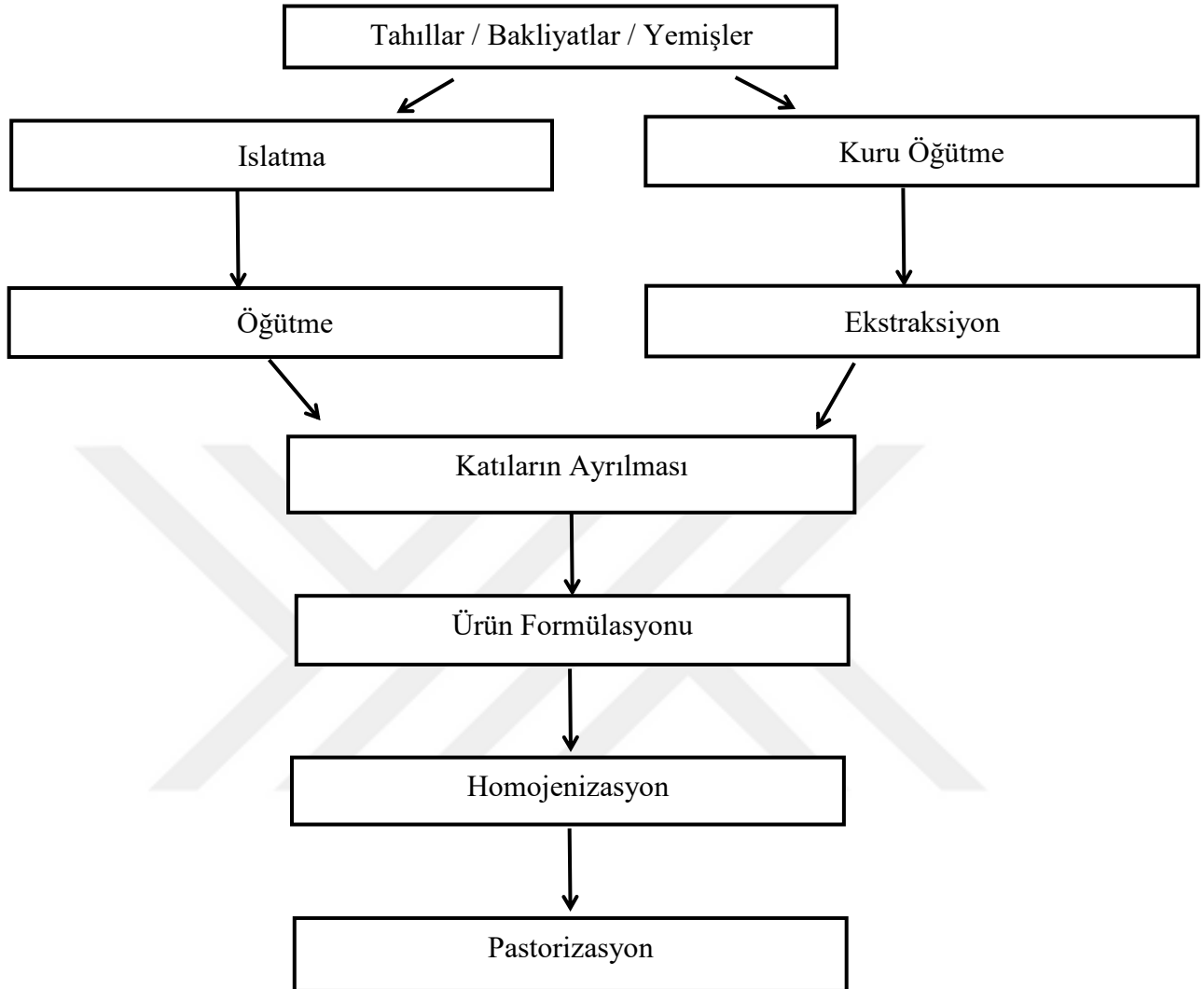
Makinen diğ. (2016) bitkisel sütler, bitkisel kaynak içerisine su içinde ekstrakte edilip katı kısmı ayrılarak homojenizasyon ve termal işlemler geçirilerek elde edilir. Bitkisel sütlerin besinsel değeri bitki kaynağına, işlenmesine ve takviye edilen bileşenlere bağlı olarak değişir. Şekil 2.5’de bitki bazlı sütlerin genel üretim süreci görülmektedir.

Bitkisel sütler beslenme ve sağlığa yararlı besinsel içeriğinin yanı sıra prebiyotik bileşikler içerirler. Prebiyotik içerik ve probiyotikler için substrat kaynağı olup simbiyotik ilişkiye yol açarlar. Bitkisel süt ürünlerinde bulunan prebiyotikler ürünün viskozitesini artırabilir ve işleme ve depolama sırasında probiyotiklerin hayatta kalması üzerinde sinerjik bir etkiye sahip olabilirler (Bernat ve diğ., 2015).

Isanga ve Zhang (2007) yaptıkları çalışmada yer fıstığı sütünden yoğurt üretim olanaklarını araştırmıştır. Yoğurt üretimi %30 inek sütü ile desteklenen %70 oranında yer fıstığı sütü ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma, fıstık sütü bazlı yoğurt üretiminin mümkün olduğunu doğrulamış ve bu nedenle, yüksek yer fıstığı üretimi olan bölgelerde yoğurt üretimine alternatif seçeneklerden biri olarak kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Su ve diğ. (2017) Kuzey Amerika cevizinden elde ettikleri yoğurdun antioksidan aktivite ve aroma bileşikleri oluşumunu inceledikleri çalışmada yoğurt örneklerinin besin

ögesi ve antioksidan aktivite açısından önemli değerlere sahip olduğunu ve duyuşal değeriendirme sonucunda tüketiciler tarafından tercih edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2. 5 : Bitki sütü ikamelerinin genel üretim süreci (Makinen diğ, 2016).

Bernat ve diğ. (2015) yaptıkları çalışmada badem sütünden probiyotik fermente ürün elde etmiş ve yüksek probiyotik içerik için yanıt yüzey yöntemi (RSM) ile çeşitli faktörleri (glikoz, fruktoz, inülin ve starter kültür) optimize etmişlerdir. Çalışma badem sütünden elde edilen fermente içecekte probiyotik popülasyonun yüksek olduğunu göstermiştir. Hem probiyotik sağkalım hemde prebiyotik bileşiklerin varlığından dolayı geliştirilen ürünün simbiyotik ürün olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Ilyasoglu ve diğ. (2015) fındık Sütünden yoğurt benzeri ürün yapım olanaklarını araştırdıkları çalışmada besin bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri fındık sütünden elde

edilen yoğurt benzeri ürünün normal yoğurtla uyumlu olduğu ve ürünün, yoğurt üreticisi için alternatif bir seçenek olabileceğini bildirmişlerdir.

Özbeý ve diğ. (2007) yaptıkları çalışmada probiyotik yoğurt üretiminde soya sütü kullanımının yoğurdun kimyasal ve duýusal özellikleri üzerine etkisini incelemiş ve çalışmada, proteoliz düzeyinin probiyotik yoğurtlarda standart starter kültür kullanılan yoğurtlardan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada yapılan duýusal analizler sonucunda soya sütlü örneklerin inek sütü yoğurdundan üretilen yoğurtlara yakın değerlere sahip olduğu görülmüş ve tüketici panalinde soya sütü içeren yoğurtlarda yüksek oranında sevilerek tüketilebilir sonucunun ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Diarra diğ. (2005) substrat olarak hem % 2 glikoz takviyeli hem de takviye edilmemiş fıstık sütü kullanılarak üretilen yoğurt benzeri üründe fermentasyon sonucu yeşil fasulye tadının önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Fermentasyon, ayrıca kükürt, tatlı ve acı aromaların önemli ölçüde azaltılmasında ve % 2 glukoz takviyesinin arzu edilen ekşi aromanın artırılmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Uzuner (2012) pirinç sütünü farklı oranlarda inek sütüne ilave ederek yoğurt üretim olanaklarını araştırmış ve çalışmada pirinç sütü kullanımı ile birlikte yoğurtlarda viskozitenin arttığı, tekstür ve serum ayrılmasının azaldığı, aynı zamanda kimyasal ve mikrobiyolojik değerlerde azalma olduğu görülmüştür. Çalışmada pirinç sütünün süt teknolojilerine yeni fermete süt ürünleri kazandırmak ve tüketiciler için alternatif ürün seçimi sansı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Supavitpatan ve diğ, (2008) çeşitli konsantrasyonlarda jelatin ilavesinin mısır sütü yoğurduna etkisini incelemiş çalışmada kullanılan en yüksek jelatin ilavesi olan %0.6 lık ilavenin yoğurt dokusunda sağlam bir yapı oluşturmuştur ancak bu kompakt yapının arzu edilen yoğurt lezzeti üzerine olumsuz etki edebileceği bildirilmiştir.

Afaneh ve diğ. (2011) susam sütünün raf ömrünü artırmak ve lezzetini iyileştirmek için yoğurt yapım olanağını değerlendirmişlerdir.

Topçuoğlu (2019) badem sütünden yoğurt üretim olanaklarını araştırdığı çalışmada badem sütü ilavesinin probiyotik içeriği arttırdığı görülmüştür bu nedenle sağlık açısından yararlı probiyotik yoğurt üretimi sağlanmıştır. Çalışmada ayrıca badem sütü ilavesi ile birlikte yoğurtların antioksidan kapasitesi, mineral madde miktarı, serum ayrılması değerleri arttığı ancak kuru madde, tekstür ve protein miktarında azalma olduğu belirlenmiştir.

Isanga ve Zhang (2009) yer fıstığı sütünden elde ettikleri yoğurdun fizikokimyasal özelliklerini incelemiş ve inek sütü ve yer fıstığı sütünden elde edilen yoğurtların her ikisi de yüksek mineral kompozisyonuna sahip ve yüksek miktarda esansiyel amino asit içerdiği, yer fıstığı sütünün inek sütünden elde edilen yoğurda kıyasla doymuş yağ asitlerinden daha yüksek oranda doymamış yağ asitleri içerdiği ve daha yüksek oranda protein içerdiği bildirilmiştir. Çalışmada duyu analizi sonucunda lezzet ve genel kabuledilebilirlik açısından fıstık sütü yoğurdu inek sütü yoğurdundan daha düşük puanlara sahip olsada ticari tatlandırıcılar ile fıstık sütü yoğurdunun aroması geliştirilebilir şekilde öneri yapılmıştır.

Yer bademi olarak bilinen kuruyemişten yoğurt bazlı ürün üretimi için optimizasyon çalışması gerçekleştirmiş, çalışmada kuruyemiş hacmi, süt tozu miktarı ve şeker miktarının etkilerini incelemek için RSM kullanılmıştır. Deney faktörleri 1 kg yer bademinden 2-5 Litre arasında elde edilen süt hacmi, 20 ile 120 gr arasında süt tozu ve 50 ile 75 gr şeker miktarı olarak tasarlanmıştır. Optimizasyon çalışması sonucunda titre edilebilir asitlik, pH, kuru çözünür ekstrakt, kül, viskozite ve renk yanıtlarına olumlu etki gösteren optimal formülasyon 3,7 L/kg'a eşit hacimde yer bademi sütü, 63,4 gr süt tozu ve 75 gr şeker olarak ortaya çıktığı bildirilmiştir (Ndiaye ve diğ, 2019).

2.6 Kayısı Çekirdeği

Kayısı, sınıf olarak, sert ya da taş çekirdekli meyveler grubu içinde incelenen gülgiller ailesinden bir ağacın (*Prunus armeniaca L.*) etli, sarı tomurcuk renkli, güzel kokulu, tek çekirdekli meyvesidir (Sobutay, 2003).

Dünyada Türkiye kayısı üretiminde ilk sırada gelmektedir. Türkiyede ise kayısı en çok Malatya ilinde üretilmekte ve önemli bir ihraç ürünü olarak ortaya çıkmaktadır (Öztürk ve Karakaş, 2017).

Hayta ve Alpaslan (2006) kayısı çekirdeğinin kimyasal kompozisyonu ile ilgili çeşitli çalışmaları incelemiş ve çalışmalarda kayısı çekirdeği yağ oranının % 27.7–66.7, protein içeriğinin %14.1- 45.3, ve kül miktarının %1.7-2.9 olduğunu bildirmişlerdir. Şeker içeriğinin glukoz fruktoz ve sükroz için sırasıyla ortalama % 0.77, 0.81, 1.28 değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Muradoğlu ve diğ. (2011) bazı kayısı çeşitlerinin çekirdeklerinin fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmada protein miktarı % 31.40 ile 19.50 aralığında belirlenmiştir.

Kayısı çekirdeği, yağ ve lifin yanı sıra önemli bir diyet proteini kaynağıdır. Çekirdeğin ayrıca yüksek antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğu bildirilmektedir. Kayısı çekirdeği esas olarak yağ ve bezaldehit üretiminde kullanılır; çekirdekler ayrıca bütün veya öğütülmüş unlu mamullere eklenir ve ayrıca yemiş olarak tüketilir. Kayısı çekirdeklerinin optimal kullanımı için stratejilerin bulunmaması nedeniyle, bu çekirdekler, yeterince değerlendirilmemiş önemli endüstriyel potansiyele sahip bir yan üründür (Hayta ve Alpaslan, 2011).

Sharmave diğ. (2010) yaptıkları çalışmada gıda endüstrisinde bir yan ürün olarak kayısı çekirdeği yağı eldesinden sonra ayrılan soğuk pres kekinden protein izolatu elde etmişlerdir. Çalışmada yağ ekstraksiyonundan sonra elde edilen pres kekinin % 34.5 ham protein içerdiğini görmüş ve kayısı çekirdeği pres kekinin, birçok gıda formülasyonunun beslenme durumunu iyileştirmek için protein izolatının hazırlanmasında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Čakarević ve diğ. (2019) süperkritik sıvı ekstraksiyonu ve soğuk presleme ile elde edilen kayısı yağı keklerinden protein izolatlarının biyo-fonksiyonel özelliklerini ve in vitro sindirilebilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada her iki yöntemle elde edilen pres keklerinde önemli oranda protein olduğu, bu proteinlerin sindirilebilirliğinin yüksek olduğu, fonksiyonel özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Kayısı çekirdeği kekinden elde edilen protein izolatlarının, fonksiyonel, özelliklere ve kolay sindirilebilirliğe sahip olmasından dolayı gıda uygulamaları için umut verici doğal bir ürün kaynağı olarak ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir.

Ghorab ve diğ. (2018) kayısı çekirdeğinin özellikle acı türlerinde insan diyetinde amigdalin içeriğinden dolayı kullanımı sınırlıdır. Tatlı çekirdek popülasyonundan türetilen bazı toksik olmayan çeşitler de mevcuttur. Acı çekirdekler kozmetik ve farmasötik uygulamalarda hammadde olarak kullanılırken, tatlı çekirdekler yemiş olarak tüketilebilir. Bununla birlikte, çoğunlukla gıda işleme endüstrisinde yan ürün olarak ortaya çıkmakta ve atılmaktadır. Çekirdeklerden elde edilen toplam protein ekstraktlarından hidrolizatların antioksidan aktivite ve anjiyotensin (ACE) inhibisyonu sağladığı görülmüştür. Prunin 1 ve Prunin 2'den türetilen peptitlerin, kayısı çekirdeğindeki ana depolama proteinleri olduğu görülmüştür. Bu proteinlerin dipeptidil peptidaz-IV (DPP-IV) ve anjiyotensin dönüştürücü enzim I (ACE) inhibisyonu ve antioksidan özellikler dahil olmak üzere çeşitli biyoaktivitelerin olduğu bildirilmiştir. Protein dizileri içinde şifrelenmiş potansiyel olarak biyoaktif peptitlerin varlığı, kayısı

çekirdeği proteinlerinin yararlı sağlık etkileri sunabileceğini ve bunun çekirdeğe olan ilgiyi artırabileceğini düşünülmektedir.

2.7 Yanıt Yüzey Metodunun (RSM) Süt Ürünlerinde Kullanımı

Analitik parametrelerin optimizasyonu, bir veya daha fazla yanıt birkaç faktörden ve bunların etkileşimlerinden etkilendiğinde, genellikle yanıt yüzey yöntemi (RSM) ile gerçekleştirilir. RSM, çok sayıda deneysel değişkeni ve bunların yanıt değişkenleri üzerindeki ortak etkilerini tahmin etmek için kullanılan matematiksel ve istatistiksel bir araçtır (Bezerra ve diğ, 2008).

Wu ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada inkübasyon sıcaklığı, starter kültür içeriği, ve toplam katı madde içeriğinin yoğurt reolojik özelliğine etkisini incelemek için RSM kullanmışlardır. Çalışmada RSM ile yoğurt örnekleri için inkübasyon sıcaklığı, starter kültür içeriği ve toplam kuru madde içeriği optimize edilmiş ve yoğurt üretiminde RSM kullanımının reolojik özellikleri optimize etmek üzere iyi bir araç olduğu görülmüştür.

Bitaraf ve diğ. (2012) yaptıkları çalışmada yanıt yüzey metodolojisini, inülin içeriği, probiyotik kültür miktarı ve inkübasyon sıcaklığının fermantasyon süresi ve yoğurtun reolojik özellikleri üzerindeki bireysel ve etkileşimli etkilerini incelemek için uygun bir araç olduğunu belirlemişlerdir.

Dibazar ve diğ. (2016) RSM kullanarak meyve yoğurtunda üzüm lifi ve kitosan miktarının optimizasyonunu sağlamışlar ve optimizasyon sonucunda, % 0.9 üzüm lifi, % 0.1 kitosan ve 12 günlük depolama parametrelerinin probiyotik meyveli yoğurt üretimi için optimum koşullar olduğu bulunmuştur.

Pandey ve diğ. (2015) yanıt yüzey metodolojisi kullanarak sinbiyotik soya yoğurtunun hazırlanması için prebiyotik ve probiyotik konsantrasyonunun ve inkübasyon sıcaklığının optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada soya yoğurdunu geliştirmek, ürün özellikleri ve tüketici kabul edilebilirliğini artırmak amaçlanmış ve RSM ile yapılan değerlendirmede kullanılan değişkenlerin incelenen yanıtları önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur.

Yaakob ve diğ. (2012) hindistancevizi yoğurdu üretimi için duyuşal değerlendirme yanıtları üzerinde sıcaklık, zaman ve starter kültür miktarı faktörleri bileşen formülasyonlarını ve işleme parametrelerini optimize etmek için RSM kullanmışlardır. Hindistancevizi yoğurdu işleme parametresinin optimum kabul edilebilirliği, 37 ° C

sıcaklıkta, 8 saatlik fermantasyon süresinde ve starter kültürün % 3'ünde koşullarında gerçekleşmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde yanıt yüzey yöntemi ile kayısı çekirdeği sütünden probiyotik yoğurt üretimi için optimum koşulların araştırıldığı optimizasyon çalışmasına ait materyal ve yöntem ve bu kısma ait analizlerim/yanıt faktörlerinin (asitlik, su tutma kapasitesi, ACE-inhibisyon, duyuusal değerlendirme) araştırma bulguları yer almaktadır. İkinci kısımda ise optimum koşullar altında üretilen yoğurt örneği ve kontrol örneğinin üretimi ve depolama süresi boyunca yöntem kısmında yer alan analizlerde (protein, yağ, pH, asitlik, kuru madde, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, antioksidan aktivite ACE-inhibisyon, uçucu bileşen analizi, mikrobiyolojik analizler ve duyuusal değerlendirme) oluşturduğu yansımalar yer almaktadır.

3.1 Materyal

Çalışmada kayısı çekirdeği sütü ve inek sütü hammadde olarak kullanılmıştır. Kayısı çekirdeği sütü Hacıhaliloğlu çeşidi kayısı çekirdeklerinden elde edilmiş çiğ inek sütü ise yerel bir marketten satın alınmıştır. Yoğurtların üretiminde kullanılacak kayısı çekirdeği sütü üretimi İnönü Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda aşağıdaki proses akışı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).

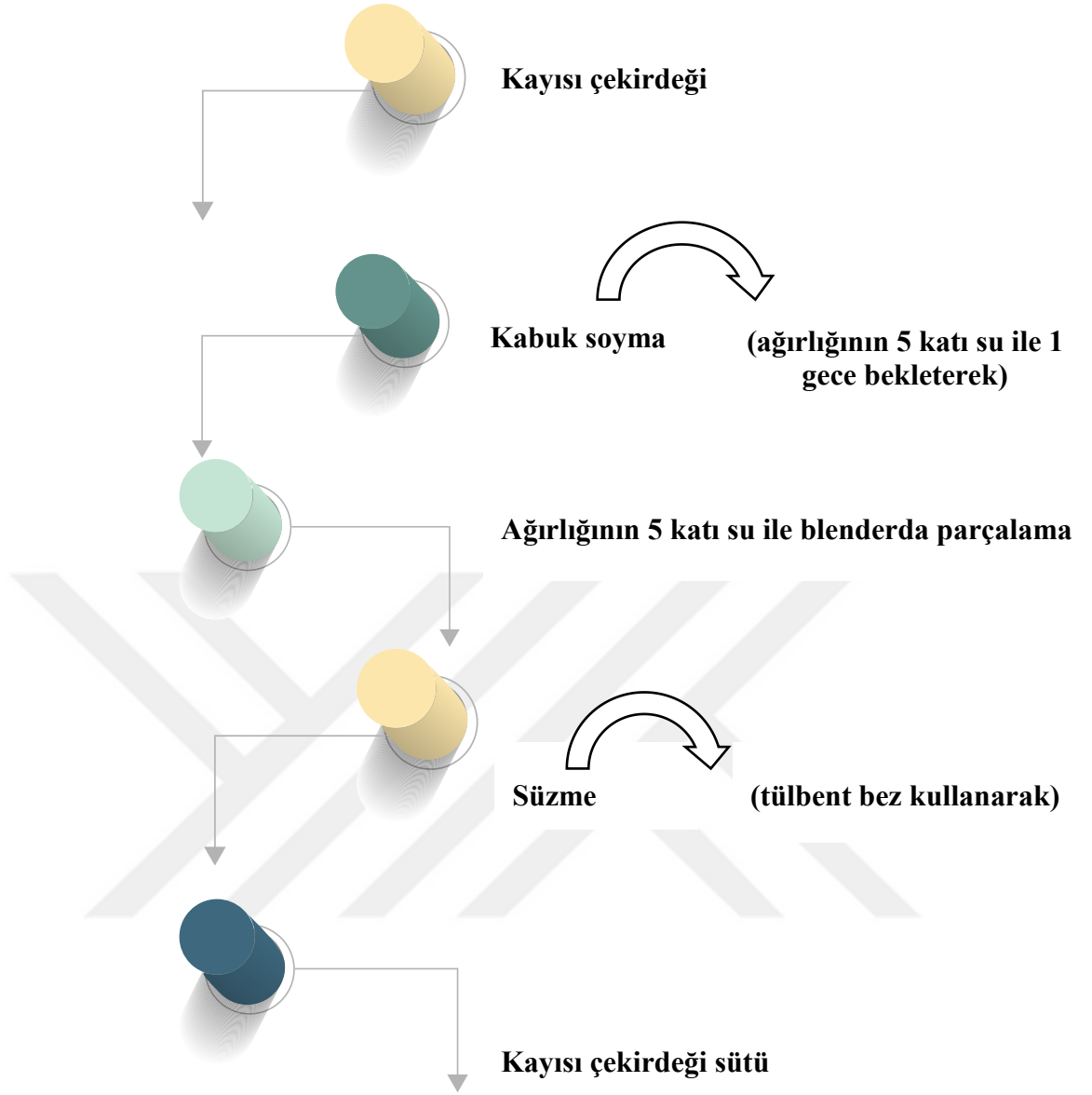
Ön denemelerde duyuusal analiz neticesinde seyreltme oranına karar verilmiş, kayısı çekirdeği sütü ağırlığının beş katı su ile seyreltilmiş (1/5) kayısı iç çekirdeğinden elde edilen süt örnekleri yoğurt üretimi için kullanılmıştır.

3.1.1 Kültür

CHR HANSEN marka YC-350 tip starter kültür kullanılmıştır. *Streptococcus spp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerini içeren Yoğurt kültürü, %2 oranında yağsız UHT süte aseptik koşullar altında ilave edilmiş ve 43 °C'de inkübasyona tabi tutularak aktive edildikten sonra kullanılmıştır. Probiyotik kültür ise CHR HANSEN marka *Lactobacillus acidophilus* içeren LA-5 DVS kültür kullanılmıştır. Probiyotik kültür, %2 oranında yağsız UHT süte aseptik koşullar altında ilave edilerek çözündürüldükten sonra direkt kullanılmıştır.

3.1.2 Transglutaminaz enzimi

Transgluaminaz enzimi Tito marka 100-10 G aktiviteye sahip enzim kullanılmıştır. Enzim bir miktar süt içerisinde çözündürüldükten sonra starter kültür ve probiyotik kültürle eş zamanlı olarak Şekil 3.2'de belirtildiği oranlarda (% 0.5-1) kullanılmıştır.



Şekil 3. 1 : Kayısı çekirdeği sütü üretimi.

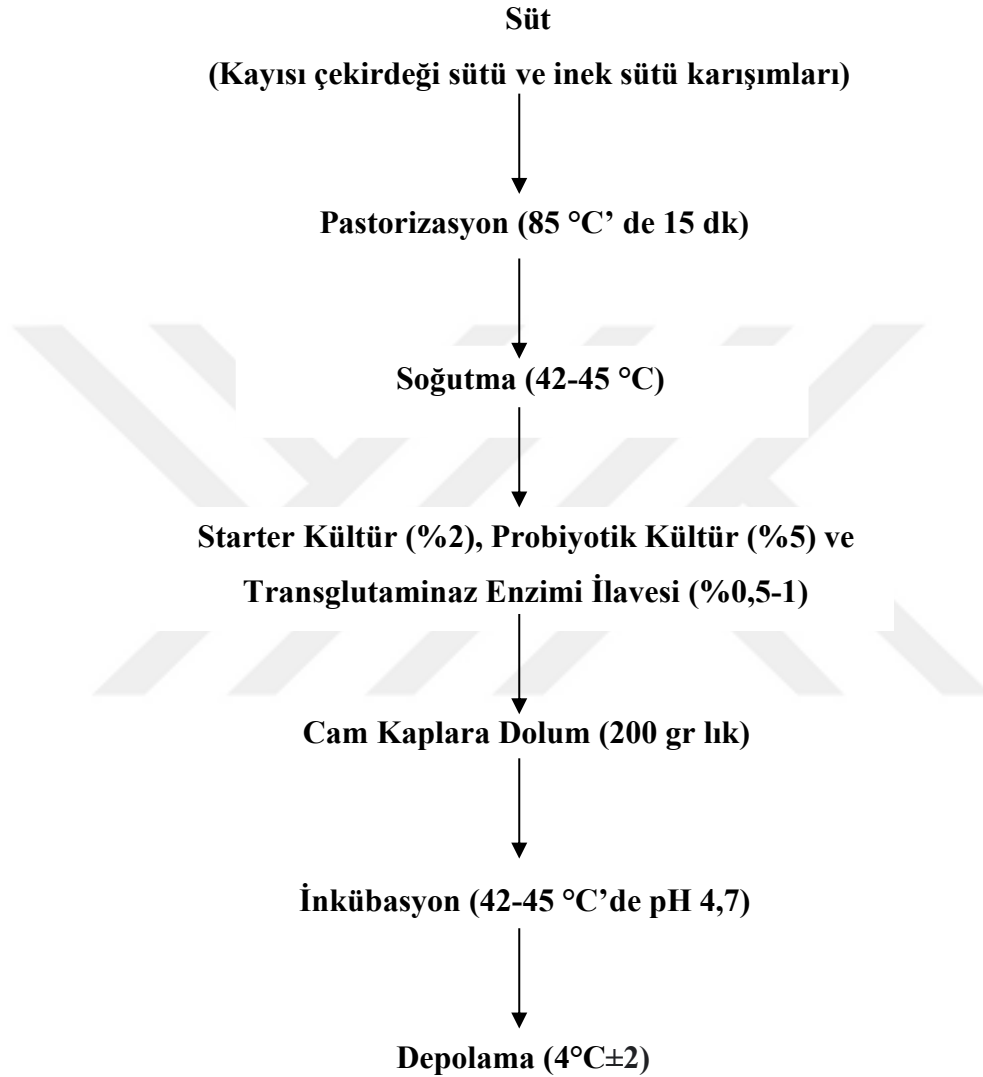
3.2 Yöntem

3.2.1 Yoğurt örneklerinin hazırlanması

Araştırmanın konusu olan yoğurtların üretimi, İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

85 °C'de 15 dakika pastörize edilen kayısı çekirdeği sütü, inek sütü ve inek sütü-kayısı çekirdeği sütü karışımları (optimizasyon çalışmasında Çizelge 3.1'de görülen karışım oranları, ana üretimde ise %20 kayısı çekirdeği sütü-%80 inek sütü karışımı) 42 °C'ye soğutulup *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* içeren starter kültürle (%2) inokülasyon sağlanmıştır. Çalışmada starter

kültüre ek probiyotik bakteri (%5) kullanılmış, fermantasyon işlemini desteklemek amacıyla %1 oranında glikoz eklenmiştir. Kullanılan transglutaminaz enzimi kültürlerle eş zamanlı olarak yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen oranlarda (%0,5-1) yoğurt sütüne eklenmiş ve örneklerin pH 4.7 ye ulaştığında inkübasyon sonlandırılıp 4-5°C da depolama gerçekleştirilmiştir (Yüksel, 2007).



Şekil 3. 2 : Bitkisel süt ilaveli yoğurt üretimi akış şeması.

3.2.2 Deneysel tasarım

Çalışmada yoğurt üretiminde kullanılacak örneklerin profili bir deneysel tasarım yöntemi olan yanıt yüzey yöntemine (RSM) göre tasarlanmıştır.

Yoğurt üretimi deneysel tasarımı için enzim miktarı (faktör 1), kayısı çekirdeği sütünün yoğurt sütündeki oranı (faktör 2) ve yoğurt örneklerinin depolama süresi (faktör 3) olarak belirlenmiştir. Çalışmada RSM için bağımsız değişkenler transglutaminaz enzimi

oranı (%0,5-1), kayısı tohumu sütü oranı (0-100) ve depolama süresi (1-30) gün olarak seçilmiştir. Bu bağımsız değişkenler için yapılan, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması tayini, su tutma kapasitesi tayini, viskozite ölçümü, antioksidan aktivite analizleri, ACE analizi ve duyu analizi bağımlı değişkenler olarak seçilmiştir. Tasarlanan deney Çizelge 3.1’ de verilmiştir. Tasarlanan deneyde çeşitli varyasyonları olan noktalar ise Çizelge 3.2’de görülmektedir. Deneme dizaynı Design Expert programı, merkezi kompozit tasarımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 1 : Yanıt yüzey yöntemiyle gerçekleştirilen deneysel tasarım.

Deney no	TG Oranı (%)	% KÇ Sütü	Depolama Süresi (gün)
1	0.60	20.27	6.88
2	0.60	79.73	24.12
3	0.75	50	30
4	0.75	0	15.5
5	0.75	50	15.5
6	0.75	50	15.5
7	1	50	15.5
8	0.75	50	15.5
9	0.75	50	15.5
10	0.60	20.27	24.12
11	0.5	50	15.5
12	0.90	20.27	24.12
13	0.90	20.27	6.88
14	0.75	50	1
15	0.90	79.73	24.12
16	0.60	79.73	6.88
17	0.75	100	15.5
18	0.75	50	15.5
19	0.90	79.73	6.88
20	0.75	50	15.5

Çizelge 3. 2 : Deneysel tasarım sonucu ortaya çıkan kayısı çekirdeği sütü miktarı, transglutaminaz enzimi miktarı ve depolama süresi parametrelerine ilişkin değerler.

Kayısı Çekirdeği Sütü Oranı (%)	0	20%	50%	80%	100%
Transglutaminaz Miktarı (%)	0.5	0.60	0.75	0.90	1
Depolama Süresi (gün)	1	7	16	24	30

3.2.5 Ön deneme yoğurt örneklerine uygulanan analizler

3.2.5.1 % Laktik asit miktarı

Asitlik tayini, 10 g örnek üzerine eklenen 10 mL saf su ile homojen hale getirilmiş ve %0.5 fenolftalein indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH kullanılarak titrasyon gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Abou-Dobara ve diğ., 2016).

3.2.5.2 Su tutma kapasitesi tayini

Wu ve diğ. (2000) tarafından belirtildiği şekilde 5 g yoğurt örneği 4500 devir/dakika, 10 °C sıcaklık ve 30 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminin ardından ayrılan süpernant uzaklaştırılmış ve pellet ağırlığı kaydedilmiştir. Su tutma kapasitesi yüzde olarak ifade edilmiştir.

$$\% \text{ Su tutma kapasitesi: } \frac{(m_3 - m_1)}{m_2}$$

m1: Santrifüj tüpünün ağırlığı (g)

m2: örnek miktarı (g)

m3: pellet ağırlığı (g)

3.2.5.3 ACE inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi

Yoğurt örnekleri ekstraksiyonu için örnekler 4 °C soğutmali santrifüjde 3000 g hızda 30 dakika santrifüj edilmiş ve sıvı kısım ayrılmıştır. Ekstrakt süzüldükten sonra liyofilize edilmiş ve ACE-inhibisyon aktivite tayininde kullanılmıştır.

Şahingil ve diğ. (2019) ACE-inhibitör aktivitesi, Shimadzu LC 20 ADProminence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) kullanılarak RP-HPLC ile belirlenmiştir. Metodun temeli Hippuryl-histidyl-leucine'in (HHL, Sigma-Aldrich) ACE tarafından hidrolizi sonucu oluşan hippurik asit miktarının belirlenmesine dayalıdır.

250 µL çözelti (5 mmol HHL, 0,01 mol/L sodyum fosfat tamponu, 400 mmol/L NaCl, pH: 8.3) ile 25 µL örnek çözeltisi (1 mL sodyum fosfat tamponu 15 mg dondurarak kurutulmuş protein ekstraktı) eklenerek deney karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım 37 °C sıcaklıkta 5 dakika ön inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyondan sonra 200 mUN ACE (tavşan akciğeri ekstraktı, Sigma-Aldrich, Germany) ilave edilip 37 °C sıcaklıkta çalkalamalı su banyosunda 30 dakika daha inkübasyona bırakılmıştır, inkübasyon süresi sonunda reaksiyonu durdurmak için 1 M 25 µL HCl ilave edilmiştir. Karışım selüloz asetat filtreden geçirildikten sonra HPLC ile analiz gerçekleştirilmiştir. ACE inhibisyonu etkin konsantrasyon (IC₅₀) olarak gösterilmiştir. IC₅₀ değeri ACE aktivitesinin % 50'sinin inhibisyonu için gerekli protein konsantrasyonu mg/mL olarak belirlenmiştir.

İnhibisyon oranı (%) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

$$\text{ACE - inhibisyon oranı} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

A: ACE ve HHL'nin var, ACE-inhibitörün yok olduğu durumdaki absorbans (kör)

B: ACE, HHL ve ACE-inhibitörü varlığındaki absorbans

IC₅₀ değeri, farklı protein konsantrasyonlarına karşı ACE-inhibisyon değerlerinin grafik üzerinde ekstrapolasyonu ile hesaplanmıştır.

3.2.5.4 Duyusal analizler

İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü akademik personeli ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 7 panelist tarafından yoğurt örneklerinin duyusal analizi yapılmıştır. Panelistler her bir örneği renk, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine göre 1-9 hedonik skalaya göre puanlayarak değerlendirilmiştir (Martinez-Flores ve diğ, 2005).

Çizelge 3.3 : Yoğurt örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan duyu analizi formu.

Duyusal Değerlendirme Formu

Tarih: ... / ... / ...

Değerlendirenin İsmi:

Örnek Numarası	Görünüş	Renk	Tat	Koku	Genel Kabul Edilebilirlik

Puanlama

- 9 Çok fazla beğenmek
- 8 Çok beğenmek
- 7 Orta derecede beğenmek
- 6 Az beğenmek
- 5 Ne beğenmek ne beğenmemek
- 4 Biraz beğenmemek
- 3 Orta derecede beğenmemek
- 2 Çok beğenmemek
- 1 Hiç beğenmemek

3.2.5.6 İstatistiksel analizler

Yanıt yüzey yöntemi (RSM), bir veya birden fazla bağımsız değişkenin bazı faktörler üzerine etkisini değerlendirmek için kullanılacak etkili matematiksel ve istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem gerekli deneysel denemelerin sayısını ve onların etkileşimlerini azaltarak çoklu parametreleri değerlendirmek için kullanılmıştır. Deney dizaynı oluşturulurken Design Expert (version 9.0) programı, merkezi kompozit tasarımı kullanılmıştır.

3.2.6 Optimize edilmiş yoğurt örneklerinin üretimi

Çalışmanın birinci bölümünde Design Expert programı yardımıyla yanıt yüzey yöntemi ile oluşturulan ön deneme neticesinde üretilen yoğurtların titrasyon asitliği, su tutma kapasitesi, ACE inhibisyon oranı ve duyu analizleri dikkate alınarak bağımsız değişkenler olarak belirtilen transglutaminaz enzimi oranı, kayısı çekirdeği sütünün toplam yoğurt sütündeki oranı ve depolama süresi parametreleri optimize edilmiştir.

3.2.7 Optimize edilmiş yoğurt örneklerine uygulanan analizler

3.2.7.1 pH değeri

pH, analizden önce standart pH tampon çözeltileri 4.0, 7.0 ve 10.0 ile pH metrenin (Mettler Toledo SevenCompact) kalibrasyonu sağlandıktan sonra ölçümler alınmıştır (Hayaloğlu 2003).

3.2.7.2 % Laktik asit miktarı

3.2.5.2'de belirtilen yöntem kullanılarak yapılmıştır.

3.2.7.3 Yağ tayini

Gerber metodu kullanılarak yağ tayini gerçekleştirilmiştir. Bütirometre içerisine öncelikle yoğunluğu 1.82 olan 10 mL H₂SO₄ konulmuş ve üzerine 1:1 oranında seyreltilmiş 11 mL yoğurt örneği eklenmiştir. Üzerine 1 mL amil alkol ilave edilmiş ve bütirometrenin ağzı tıpayla kapatılarak, tıpalı kısım altta kalacak şekilde gerber santrifüjünün içine yerleştirilmiş ve 5 dakika santrifüj edilmiştir. Bütirometreden okunan değer seyreltme faktörüyle çarpılarak % yağ olarak kaydedilmiştir (TSE, 1990).

3.2.7.4 Toplam protein tayini

Protein, örneklerin mikro-kjeldahl yöntemi ile azot miktarlarının bulunmasının ardından azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (IDF, 1993).

3.2.7.5 Toplam kuru madde tayini

Kurumadde, 100-105 °C'de kurutulan örnek kapları desikatörde soğuduktan sonra 5 gram örneğin 100 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir. Kuru madde tayini kütlece yüzde olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (IDF, 1982).

$$R = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

R: Kuru madde miktarı, % kütlece

m₁: Tartım kabı ağırlığı (g)

m₂: tartım kabı + numune ağırlığı (g)

m₃: tartım kabı + numune ağırlığı (desikatörde soğutulduktan sonraki ağırlık) (g)

3.2.7.6 Viskozite değeri

Örneklerin viskozitesi Brookfield mark model DV-II+ viskometer'da 4 numaralı başlık ile ölçülmüştür. Her örnek için 10 saniye dönmeden sonra 4 ölçüm yapıp ortalaması alınıp, sonuçlar centipoise (cP) cinsinden verilmiştir (Özer ve diğ, 1997)

3.2.7.7 Serum ayrılması

Yoğurt örneklerinden santrifüj tüplerine 20 gr alınmış örnekle, 2500 rpm'de 4 °C'de, 10 dk santrifüjlenmiştir. Katı kısmından ayrıldıktan sonra hassas terazide tartılmış ve serum ayrılması aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Dağyıldız, 2015).

$$\% \text{ Serum} = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

m₂: Ayrılan serum miktarı (g)

m₁: Örnek miktarı(g)

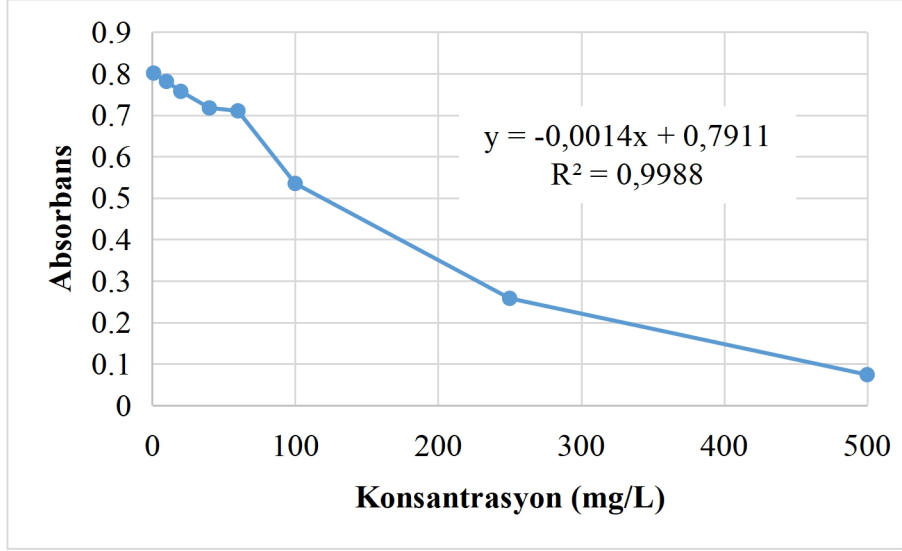
3.2.7.8 Su tutma kapasitesi tayini

Wu ve diğ. (2000) tarafından kullanılan 3.2.5.2'de belirtilen yöntem kullanılarak yapılmıştır.

3.2.7.9 Antioksidan aktivite tayini

DPPH metodu

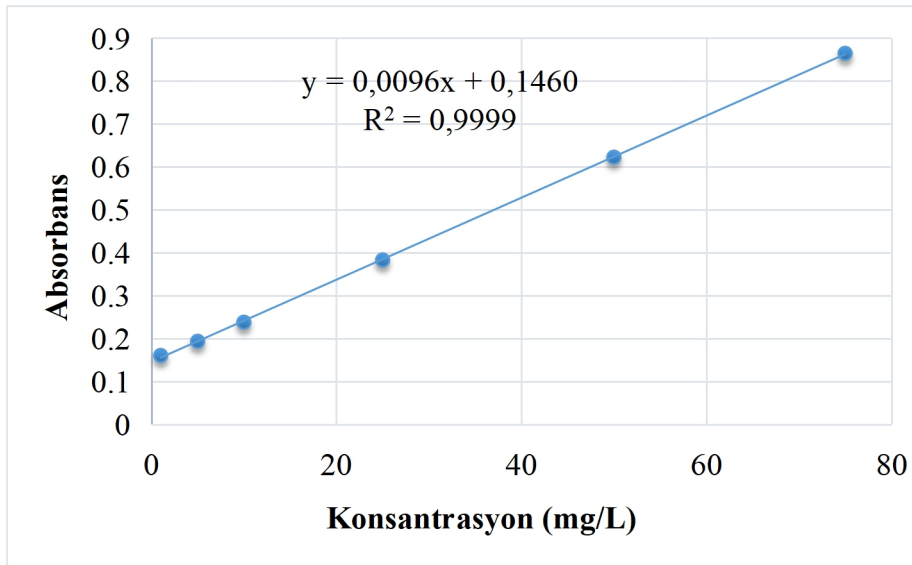
Antioksidan aktivite tayininde Lucena ve diğ. (2010) kullandıkları 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radikal (DPPH) metodu kullanılmıştır. Deney için örneklerin ekstraksiyonu 1 g yoğurt örneği 1 mL EtOH içinde 13500 g'de 10 dakika santrifüj edilmesiyle elde edilmiştir. Bu ekstraksiyondan alınan 100 µL ekstrakt üzerine 3,9 mL DPPH solüsyonu (100 mL metanol içinde çözüldürülmüş 2,5 mg DPPH) eklenmiş ve 45 dakika oda sıcaklığında (karanlıkta) inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra 517 nm de okuma yapılmıştır. DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite Şekil 3.3'deki standart eğriye ait eşitlikle hesaplanmıştır.



Şekil 3. 3 : Troloks ile belirlenen standart eğri.

FRAP metodu

300 mM sodyum asetat tamponu, 23,4 mg 2,4,6 trihidroksipirin 7,5 mL 40 mM HCL’de çözündürülerek hazırlanmış 8 mM TPTZ ve 20 mM ferrik çözeltisi 10:1:1 oranında karıştırılarak FRAP (Ferrik indirgeyici antioksidan potansiyeli) çözeltisi hazırlanmıştır. DPPH metodu için hazırlanan ekstraktlardan 200 µL örnek alınıp üzerine 1,8 mL FRAP çözeltisi eklenmiş ve 30 dakika 37 °C’deki su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra 200 µL etanol üzerine 1,8 mL FRAP çözeltisi eklenmiş köre karşı 593 nm’ de ölçüm yapılmıştır (Benzie ve Strain, 1996). Sonuçlar Şekil 3.4’deki standart eğriye ait eşitlikle hesaplanmıştır.



Şekil 3. 4 : FeSO₄.7H₂O ile belirlenen standart eğri.

3.2.7.10 ACE inhibisyon aktivitesinin belirlenmesi

3.2.5.3.' de belirtilen yöntem kullanılarak yapılmıştır.

3.2.7.11 Uçucu bileşiklerin GC-MS ile belirlenmesi

Uçucu aroma bileşikleri, Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sistemi ile belirlenmiştir. Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen optimum nokta olan 7. günde %0.9 transglutaminaz ve %20 kayısı çekirdeği sütü içeren 5 g yoğurt örneği vialer alınarak -20 °C'de dondurulmuştur. Daha sonra vialer 40 °C'de 30 dk tutulmuştur. Uçucu maddelerin ekstraksiyonunda çözücüsüz teknik kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi, 75 µm carboxen-31 polydimethylsiloxane fiber (Supelco SPME Fiber, 75 µm Carboxen™- PDMS, Bellefonte, USA) vial enjeksiyonu ve 40 °C'de 30 dakika tepe boşluğuna (headspace) tutularak gerçekleştirilmiştir. Her bir işlemde fiber 3 pozisyonda tutulmuştur. Ekstrakte edilecek uçucu pozisyonunda tutularak, enjektör 250 °C'de 2 dk tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmış ve akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Bileşenler DB-faap (60 m, 0.25 mm, 0.25 µm) kolondan ayrıştırılmıştır. Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika tutularak (desorpsiyon periyodu) ve dakikada 5 °C olmak üzere sıcaklık 70 °C'ye yükseltılarak bu sıcaklıkta 1 dk tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık, dk'da 10 °C artışla 240 °C'ye çıkarılmış ve burada 47 dakika tutulmuştur. Kütle spektrometresi 33-450 atomik kütle birimi arası set edilerek (eşik değeri 1000) ve sampling hızı dk'da 1.11 scan olarak ayarlanmıştır. Aroma maddelerinin tanımlanmasında alkan serisi (RI metodu), literatürdeki RI değerleri, kütle spektroskopisi cihazında yüklü olan NIST ve WILEY kütüphaneleri ve Retention Index' (RI) değerleri referans alınarak hesaplanmıştır.

3.2.7.12 Mikrobiyolojik analizler

Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analizleri için 90 mL steril fizyolojik tuzlu su (% 0,85) içerisine 10 gr örnek tartılmış ve homojen hale getirildikten sonra seri dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Streptokok sayımı

M17 Agar besi yeri kullanılarak yayma kültürel sayım yöntemi ile sayım yapılmıştır. Inkübasyon, 37°C'de aerobik ortamda koşullarında 48 saat süre sonunda gerçekleştirilmiştir (Terzaghi ve Sandine, 1975).

Laktobasil sayımı

De Man Rogosa Sharp (MRS) Agar besiyeri ortamında yayma kültürel sayım yöntemi ile inkübasyon (Anaerobik kavanoz, Anerocult C, Merck, Darmstadt, Almanya) 37°C'de 72 saat süre ile gerçekleştirilmiştir (Dave ve Shah, 1996).

Maya-küf sayımı

Maya-küf sayımları Pepton-Dekstroz agar besiyeri ortamında 25 ° C'de 5 gün süre ile aerobik olarak gerçekleştirilmiştir (Frank ve diğ. 1985) .

3.2.7.13 Duyusal analizler

Duyusal analizler 3.2.5.4'deki yöntem ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.14 İstatistiksel analizler

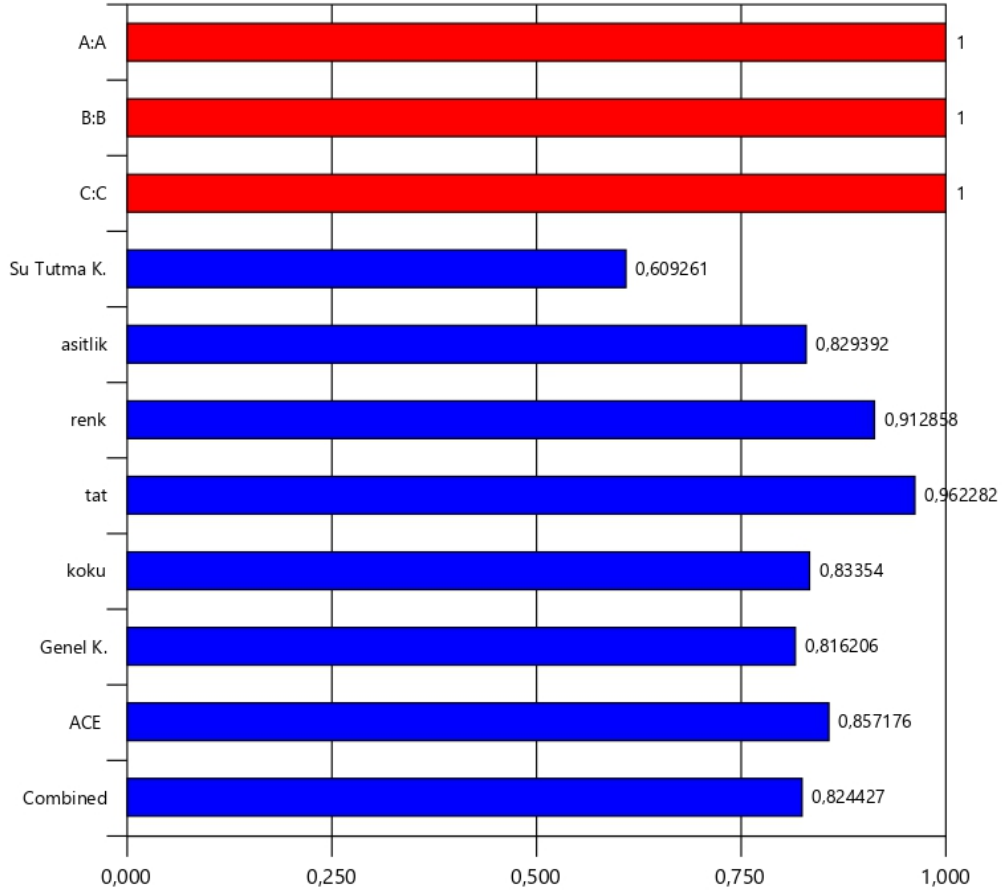
Çalışmada ana üretim yoğurt örneği ve kontrol örneğini kıyaslamak ayrıca depolama süresi boyunca gösterdikleri değişiklikleri incelemek amacıyla duyuşsal analiz için 21 gün boyunca diğler analizler için ise 28 gün boyunca yedişer günlük periyotlarla analizler gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucuna göre üretimi gerçekleştirilen örnek ve kontrol örneğinde depolama boyunca meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek adına SPSS 16.0 paket programıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Depolama günleri arasındaki fark araştırılırken tek yönlü varyans analizi kullanılmış, örnekler arası kıyaslama için ise bağımsız değerşken t testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Deneysel Tasarım Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analiz Sonuçları

Çalışmada yoğurt örneklerindeki kayısı çekirdeği sütünün miktarsal olarak oranı (A), yoğurt örneklerinde kullanılan transglutaminaz enzimimin yüzde miktarı (B) ve depolama süresi (C) bağımsız değişkenlerinin serum ayrılması, su tutma kapasitesi, viskozite, pH, asitlik, ACE inhibisyon, antioksidan aktivite, duyu analiz yanıtları değerlendirilmiş, yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen modelde etkisi önemsiz bulunan serum ayrılması, antioksidan aktivite, pH ve viskozite değerleri optimizasyona dahil edilmemiştir. Bağımsız değişkenlerin yanıtlara etkisi araştırılırken su tutma kapasitesi, ACE inhibisyon ve duyu analiz parametreleri için maksimum değere sahip olacağı nokta optimizasyon için tercih edilirken asitlik değerinin orta nokta olan 1.2 değerine sahip olacağı koşullar araştırılmıştır. Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen sonuçlar neticesinde tat puanı ve ACE-inhibisyon değeri kuadratik, diğer yanıtlarda ise lineer modele uygun sonuçlar ortaya çıkmıştır. Modelin bu parametreler ve etkileşimleri için istenirlik değerleri Şekil 4.1’de görülmektedir. Grafiğe göre yanıtların istenirlik değeri en düşük orana sahip olan yüzde su tutma kapasitesi (0.61) değeri ile en yüksek değerdeki duyu analiz parametresi olan tat puanı (0.96) arasındadır.

Rajmohan ve Palanikumar, (2013)’e göre modelin geçerliliğinin, R^2 , düzeltilmiş R^2 , tahmini R^2 , yeterli kesinlik ve varyasyon katsayısı (V.K.) dahil olmak üzere bazı istatistiksel parametrelerle kontrol edildiğini bildirmişlerdir. R^2 , uyum derecesinin bir ölçüsü olarak tanımlandığını, R^2 bire yaklaştıkça uyum derecesi arttığını, R^2 ile düzeltilmiş R^2 arasındaki yakınlığın, modelin bağımlı değişkeni tahmin etme uyumluluğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir. Yeterli kesinlik ifadesinin ise, sinyalin gürültüye oranının bir ölçüsü olarak tanımlandığını ve bu oranın 4’ten büyük olmasının arzu edildiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4. 1 : Yanıt yüzey yöntemi ile analiz edilen bağımsız değişkenlerin ilgili analizlere verdiği yanıtların istenirlik değerleri.

4.1.1 Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi değerinin yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirmesi yapılmış ve %27,96-56,48 arasında ve ortalama %45,01 düzeyinde bulunmuştur. Transglutaminaz miktarı, kayısı çekirdeği sütü oranı ve depolama süresinin etkisi incelenmiş Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere model, istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Su tutma kapasitesi değeri en yüksek olan örneğin kayısı çekirdeği sütü içermeyen örnek olduğu görülmüştür. Ayrıca %1 oranında TG ilavesinin %50 oranındaki kayısı çekirdeği sütü içeriğine rağmen %52 oranında yüksek su tutma kapasitesine sebep olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerinde kayısı çekirdeği sütü oranının azalışı ve transglutaminaz içeriğindeki artış ile birlikte su tutma kapasitesi değerinde artış olduğu görülmüştür. Transglutaminaz içeriğindeki artış ile birlikte beklendiği üzere yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi artmış ancak transglutaminaz miktarına bağlı artış istatistiksel olarak önemli olmadığından ($P > 0.05$) transglutaminaz miktarının su tutma kapasitesi üzerine sınırlı etkiye sahip olduğu düşünülmüştür. Süt ürünlerindeki kazein açık üçüncül yapısı nedeniyle transglutaminaz için iyi bir substrat olarak ortaya çıkmaktadır. Transglutaminazın su tutma kapasitesine

olan etkisinde görülen sınırlılık deneme dizaynında görülen örneklerin farklı oranlarda inek sütü içermesine bağlı olarak farklı oranlarda kazein bulundurması ve bu nedenle transglutaminazın farklı düzeylerde etki etmesinin bir sonucudur. Yoğurt örneklerinde yüzde su tutma kapasitesi değeri depolamanın ilerleyen günlerinde belirgin olarak artmıştır. Yoğurt örneklerinde kayısı çekirdeği sütü miktarındaki artışa bağlı olarak ise su tutma kapasitesinde azalma olduğu görülmüştür. Bu etkileşim, deneme dizaynı yoğurt örnekleri su tutma kapasitesi lineer model için ANOVA tablosunda da görüldüğü üzere istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Su tutma kapasitesi için model uyumluluğuna ilişkin değerler Çizelge 4.2’de görülmektedir. Ayrıca yoğurt üretim parametrelerinin su tutma kapasitesi değerine etkisine ilişkin 3 boyutlu grafikler Şekil 4.2’de verilmiştir.

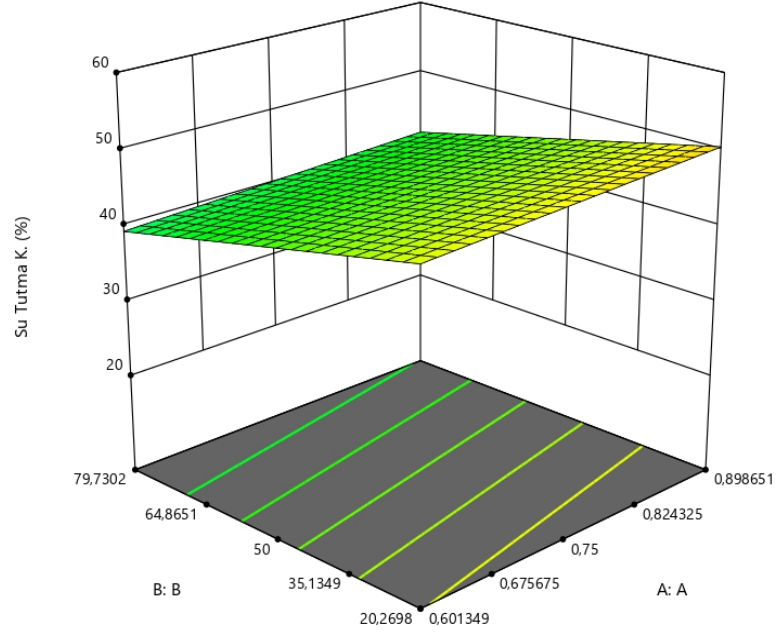
Çizelge 4. 1 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri su tutma kapasitesi lineer model için ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	666,31	3	222,1	10,76	0,0004
A-A	12,29	1	12,29	0,5954	0,4516
B-B	285,8	1	285,8	13,85	0,0019
C-C	368,22	1	368,22	17,84	0,0006
Kalıntı	330,23	16	20,64		
Model Uyumsuzluğu	329,57	11	29,96	229,08	< 0,0001
Saf Hata	0,654	5	0,1308		
Toplam	996,53	19			

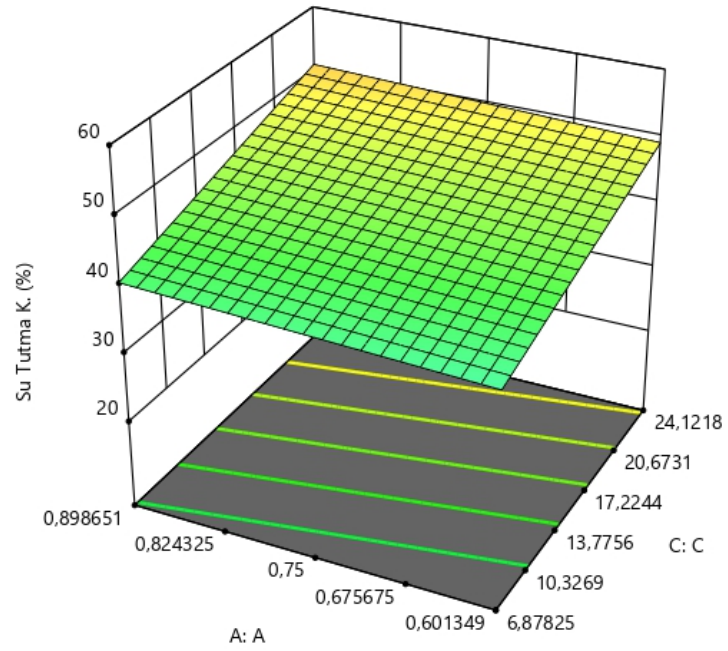
Demir ve diğ. (2021) yulaf sütü pastörizasyon tipinin yoğurt özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmada su tutma kapasitesiyle ters orantılı olan sinerezin depolama süresinin ilerleyişiyle birlikte arttığı bildirilmiştir.

Kayısı çekirdeği sütü oranı, transglutaminaz miktarı ve depolama süresinin su tutma kapasitesine etkisini gösteren matematiksel model 4.1. eşitliğindeki denklemlerle ifade edilmiştir. Eşitlikte A, transglutaminaz enzimi bağımsız değişkenini B, kayısı çekirdeği sütü miktarı bağımsız değişkenini ve C, depolama süresi bağımsız değişkeni olarak kodlanmıştır.

$$\text{Su tutma kapasitesi (\%)} = 45,01 + 0,9486 * A - 4,57 * B + 5,19 * C \quad (4.1)$$



(a)



(b)

Şekil 4. 2 : Yoğurt üretim parametrelerinin su tutma kapasitesi üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayıısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi- transglutaminaz miktarı ilişkisi.

Çizelge 4. 2 : Su tutma kapasitesi için model uygunluğu.

Kaynak	Değer
Standart Sapma	4,54
R ²	0,6686
Ortalama	45,01
Düzeltilmiş R ²	0,6065
V.K %	10,09
Tahmini R ²	0,4227
Yeterli Tahminleme	10,5485

4.1.2 Titrasyon asitliği

Probiyotik yoğurtlarda transglutaminaz miktarı, kayısı çekirdeği sütü ve transglutaminaz oranlarının asitlik değeri üzerindeki etkileri yanıt yüzey yöntemi ile değerlendirilmiş ve 3 boyutlu grafiği Şekil 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Asitlik değerinin deneme dizaynı yoğurt örneklerinde 0,62 ile 1,89 değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Asitlik değerine ilişkin model uygunluğu $P<0.05$ olduğundan anlamlı bulunmuştur. Asitlik değerinin kayısı çekirdeği sütü oranının artışıyla azaldığı görülmüş ve $P<0.05$ olduğundan bu etki önemli bulunmuştur. %0.75 TG oranı ve depolamanın 16. günündeki %100 kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte asitlik değeri % laktik asit cinsinden 0,62 olarak belirlenirken % 0.75 TG ve 16. gün de ölçümü alınan %100 inek sütü içeren örnekte asitlik 1,89 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte yoğurt örneklerinin asitlik değerinde beklendiği üzere depolama süresi ilerledikçe artış yaşandığı görülmüştür. Bu artış istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Lineer model için oluşturulan ANOVA tablosu Çizelge 4.3’de görülmektedir. Titrasyon asitliğine ilişkin oluşturulan model uygunluğuna dair veriler ise Çizelge 4.4’de görülmektedir. Yoğurt örneklerinin % laktik asit değerine ilişkin eşitlik 4.2’deki denklemlerle ifade edilmiştir.

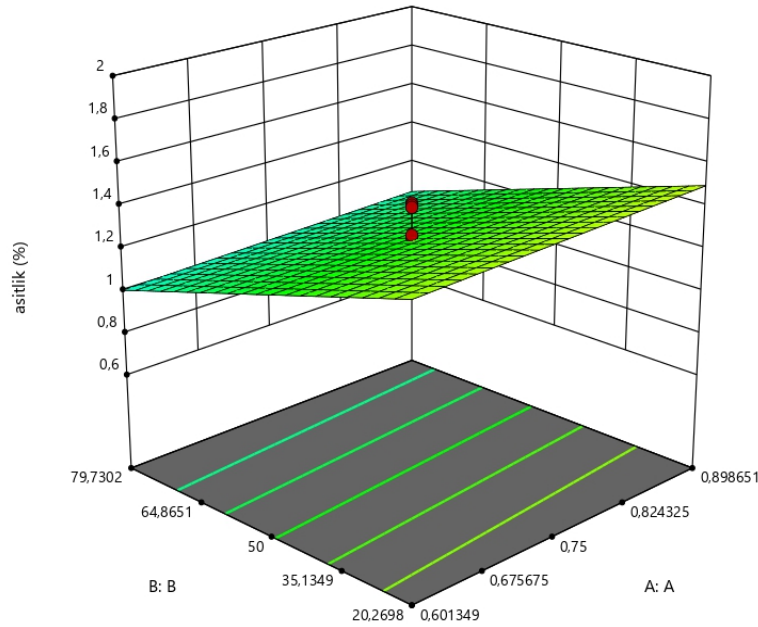
$$\text{Asitlik} = +1,26 + 0,0204A - 0,2252B + 0,1373C \quad (4.2)$$

Uzuner (2012) pirinç sütünden yoğurt üretim olanaklarını araştırdığı çalışmada probiyotik yoğurtlarda pirinç sütü oranının artışıyla daha düşük % laktik asit değerinin görüldüğünü belirtilmiştir.

Ersan ve Toğçuoğlu (2019) badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik özellikte yoğurt üretimi gerçekleştirilen çalışmada depolama yoğurt örneklerinde badem sütü içeriği artışıyla titrasyon asitliği değerinde düşüş görüldüğü aynı zamanda depolama süresince tüm yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerinde artış olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. 3 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri asitlik değeri lineer model için ANOVA tablosu.

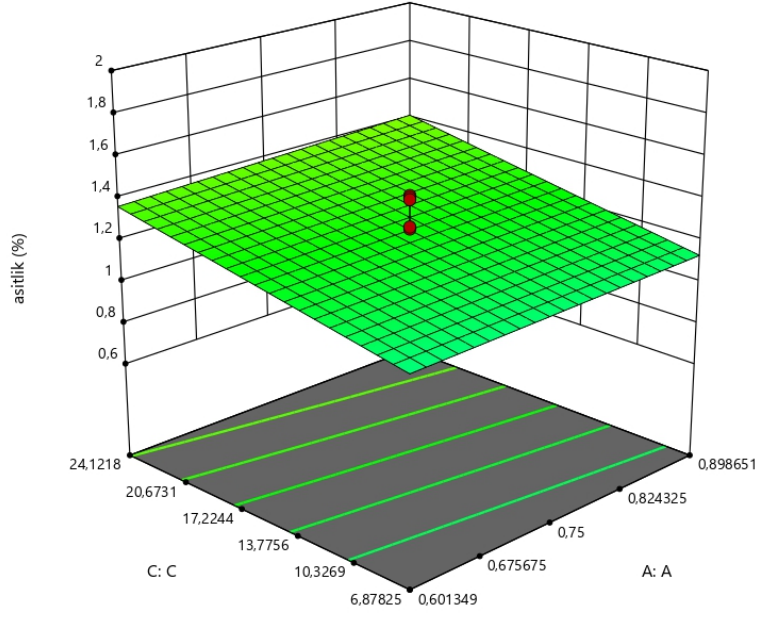
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	0,9560	3	0,3187	10,63	0,0004
A-A	0,0057	1	0,0057	0,1902	0,6685
B-B	0,6928	1	0,6928	23,11	0,0002
C-C	0,2575	1	0,2575	8,59	0,0098
Kalıntı	0,4797	16	0,0300		
Model Uyumsuzluğu	0,4455	11	0,0405	5,93	0,0310
Saf Hata	0,0341	5	0,0068		
Toplam	1,44	19			



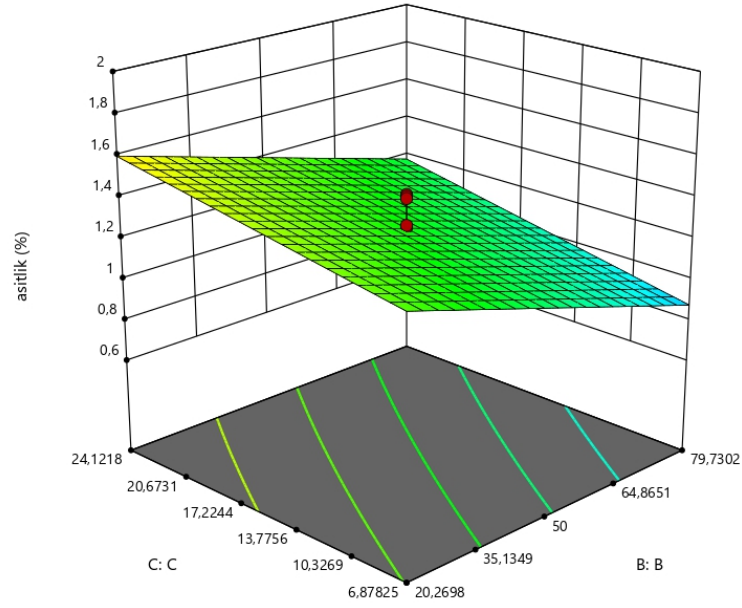
(a)

Şekil 4. 3: Yoğurt üretim paramaterelerinin asitlik değeri üzerine etkisi.

(a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi- transglutaminaz miktarı, (c) kayısı çekirdeği sütü-depolama süresi ilişkisi.



(b)



(c)

Şekil 4.4 : (devam) Yoğurt üretim paramaterelerinin asitlik değeri üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi- transglutaminaz miktarı, (c) kayısı çekirdeği sütü-depolama süresi ilişkisi.

Çizelge 4. 4 : Titrasyon asitliği için model uygunluğu.

Kaynak	Değer
Standart Sapma	0,1731
R ²	0,6659
Ortalama	1,26
Düzeltilmiş R ²	0,6032
V.K %	13,8
Tahmini R ²	0,425
Yeterli Tahminleme	9,892

4.1.3 Duyusal analiz

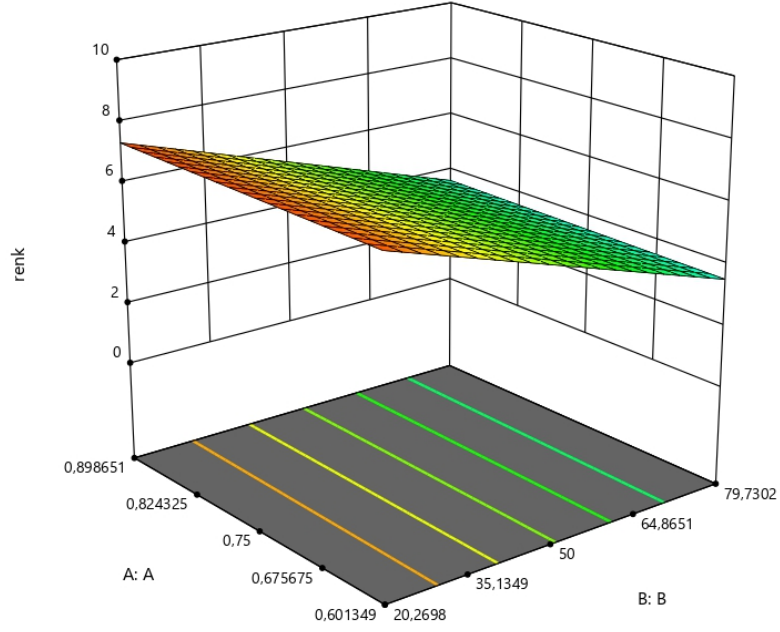
4.1.3.1 Renk

Duyusal analiz test parametrelerinden biri olan renk değeri üzerine yanıt yüzey yöntemi bağımsız değişkenlerinin etkisi incelenmiş, $P < 0.05$ olduğundan model anlamlı bulunmuştur. Renk değerinin deneme dizaynı yoğurt örneklerinde 1.71 ile 7.71 değerleri arasında değiştiği görülmüştür. 7.71 değeri ile renk puanı en yüksek olan örneğin %0,60 TG, %20 kayısı çekirdeği sütü ve depolamanın 7. gününde olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerinin renk puanına ilişkin eşitlik 4.3'deki denklemle ifade edilmektedir. Yoğurt örneklerinin renk puanı için oluşturulan lineer model ANOVA tablosu Çizelge 4.5'de görülmektedir. Aynı zamanda renk puanına ilişkin model uygunluğu da Çizelge 4.6'da görülmektedir.

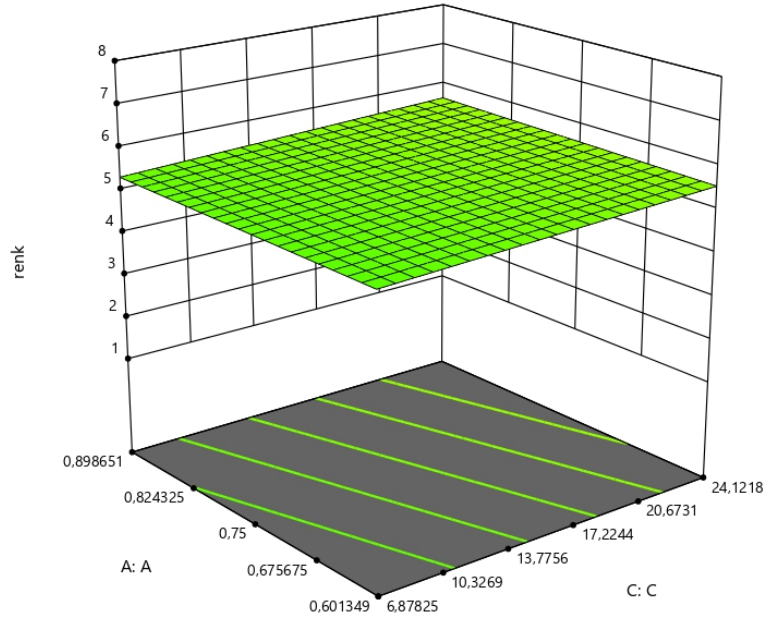
$$\text{Renk} = + 5,45 + 0,0464A - 1,85B + 0,1584C \quad (4.3)$$

Çizelge 4. 5 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örnekleri renk puanı için lineer model ANOVA tablosu.

Kaynak	Karele Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	47,07	3	15,69	10,01	0,0006
A-A	0,0294	1	0,0294	0,0188	0,8927
B-B	46,70	1	46,70	29,78	0,0001
C-C	0,3426	1	0,3426	0,2185	0,6465
Kalıntı	25,09	1 6	1,57		
Model Uyumsuzluğu	24,98	1	2,27	103,45	0,0001
Saf Hata	0,1098	5	0,0220		
Toplam	72,16	1 9			



(a)



(b)

Şekil 4. 5 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin renk değeri üzerine etkisi. (a) kayısı çekirdeği sütü-transglutaminaz, (b) depolama süresi-transglutaminaz miktarı ilişkisi.

Duyusal analiz panelistlerinin yoğurt örneklerine verdiği puanlar kayısı çekirdeği sütü miktarındaki artış ile birlikte belirgin olarak azalmıştır. Kayısı çekirdeği sütü bağımsız değişkeninin renk değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4. 6 : Renk puanı için model uygunluğu.

Kaynak	Değer
Standart Sapma	1,25
R ²	0,6523
Ortalama	5,45
Düzeltilmiş R ²	0,5871
V.K %	22,98
Tahmini R ²	0,3686
Yeterli Tahminleme	11,1066

4.1.3.2 Tat

Duyusal analiz panalistleri tarafından yapılan yoğurt örnekleri tat değerlendirmesi sonucunda 1.83 ile 7 puanları arasında değişen tat skoru üzerine bağımsız değişkenlerin etkisine ilişkin kuadratik model olduğundan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinde tat puanının kayısı çekirdeği sütü içeriğindeki artış ile birlikte azaldığı ($P<0.05$) görülmüştür. En yüksek tat puanı 0,6 TG %20 kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte depolamanın 24. gününde saptanmıştır. Bu durumun kayısı çekirdeği sütü ilavesine rağmen depolama süresinin ilerleyişi ile %1,42 asitlik değerine ulaşılmasıyla panalistlerin yoğurtta arzu edilen ekşimsi aromanın algılanması sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yoğurt örneklerine ait kuadratik model ANOVA tablosu Çizelge 4.7’de görülmektedir. Modelin uyumluluğuna ilişkin değerlendirmeler Çizelge 4.8’de görülmektedir. Tat değerindeki bu azalmanın kayısı çekirdeği sütü içeriğindeki artış ile birlikte etkilenen fiziksel özellikler ve asitlik gelişiminin inek sütüne oranla düşük olmasından aynı zamanda tüketicilerin alışkın olmadıkları lezzete karşı ön yargılı olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tat puanına ilişkin kuadratik modele ait eşitlik 4.4. nolu denklemle ifade edilmiştir. Tat puanına ilişkin 3 boyutlu grafikler ise Şekil 4.6’da görülmektedir.

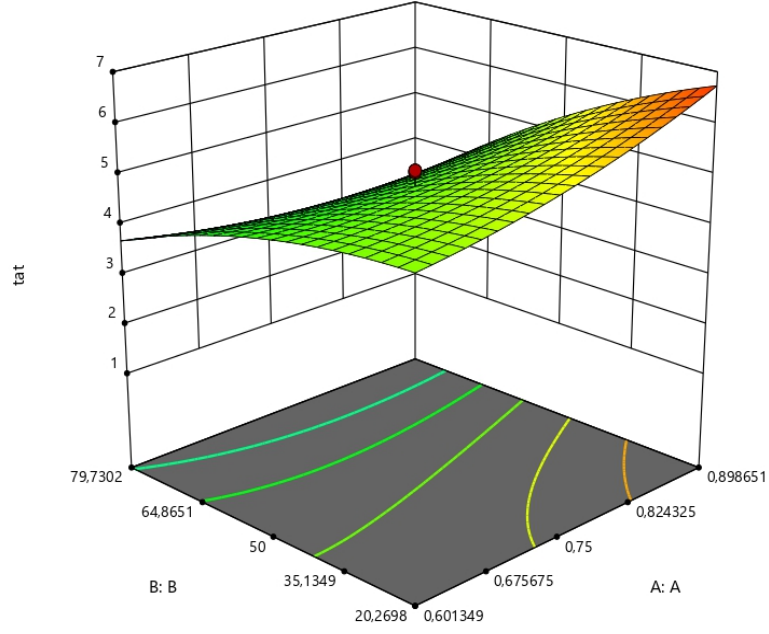
$$\text{Tat} = 4,79 + 0,2731A - 1,24B + 0,2626C - 0,5362AB - 0,0212AC + 0,5788BC + 0,2224A^2 - 0,3239B^2 - 0,26 + 5C^2 \quad (4.4)$$

Çizelge 4. 7 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin tat puanı için kuadratik model ANOVA tablosu.

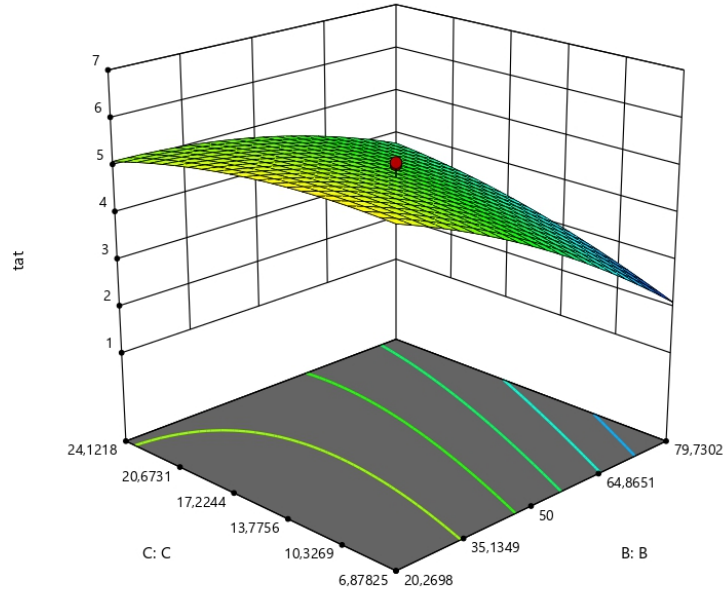
Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	31,37	9	3,49	9,51	0,0008
A-A	1,02	1	1,02	2,78	0,1265
B-B	21,00	1	21,00	57,31	0,0001
C-C	0,9415	1	0,9415	2,57	0,1400
AB	2,30	1	2,30	6,68	0,0312
AC	0,0036	1	0,0036	0,0099	0,9229
BC	2,68	1	2,68	7,31	0,0222
A ²	0,7126	1	0,7126	1,94	0,1934
B ²	1,51	1	1,51	4,12	0,0697
C ²	1,02	1	1,02	2,77	0,1269
Kalıntı	3,66	10	0,3665		
Model Uyumsuzluğu	3,07	5	0,6139	5,16	0.0480
Saf Hata	0,5953	5	0,1191		
Toplam	35,03	19			

Çizelge 4. 8 : Tat puanı için model uygunluğu.

Kaynak	Değer
Standart Sapma	0,6054
R ²	0,8954
Ortalama	4,53
Düzeltilmiş R ²	0,8054
V.K %	13,35
Tahmini R ²	0,3092
Yeterli Tahminleme	11,7309



(a)



(b)

Şekil 4. 6 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin tat puanı üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) kayısı çekirdeği sütü-depolama süresi ilişkisi.

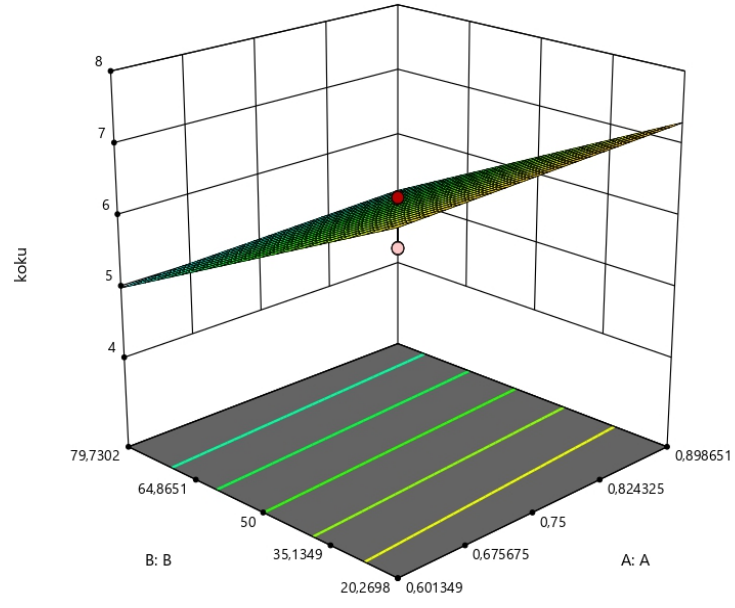
4.1.3.3 Koku

Duyusal analiz panelistlerinden alınan koku puanı değerlendirmeleri sonucunda koku puanının 4 ile 8 arasında değiştiği görülmüştür. Koku skorunun $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde bağımsız değişkenlerden etkilendiği ve modele uyumlu olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerindeki koku puanının kayısı çekirdeği sütü içeriğinin azalışına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Koku puanı da en yüksek değerine depolamanın 7. gününde %20 kayısı çekirdeği sütü ve 0,60 transglutaminaz enzimi içeren örnekte sahip olmuştur. Bu azalış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu etkinin tüketicilerin yoğurtta asitlik gelişimi sonucu oluşan tipik kokuyu algılama isteğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bağımsız değişkenlerin istatistiksel analizlerine ilişkin değerler Çizelge 4.9’da görülmektedir. Ayrıca koku puanı için oluşturulan lineer model uyumluluğu da Çizelge 4.10’da görülmektedir. Koku puanına ilişkin eşitlik 4.5 no’lu denklemlerle ifade edilmiştir. Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin koku puanı üzerine etkisini gösteren 3 boyutlu grafikler ise Şekil 4.7’de görülmektedir.

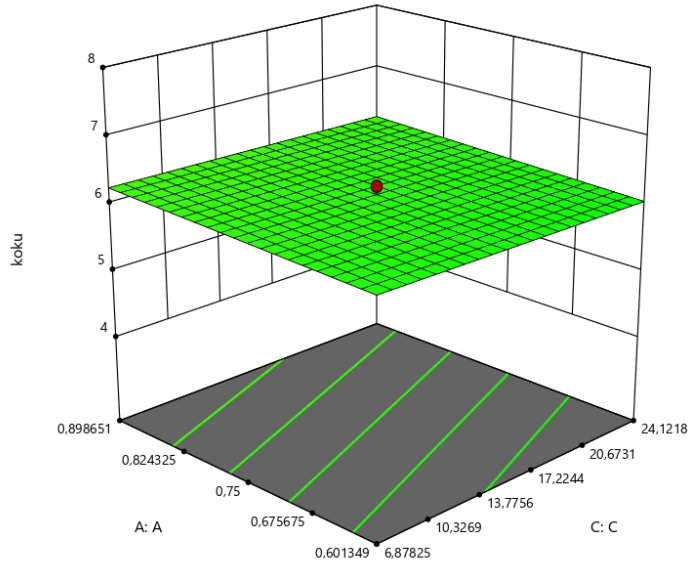
$$\text{Koku} = + 6,16 + 0,0732A - 1,08B - 0,0275C \quad (4.5)$$

Çizelge 4. 9 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin koku puanı için lineer model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	15,92	3	5,31	9,78	0,0007
A-A	0,0732	1	0,0732	0,1348	0,7183
B-B	15,84	1	15,84	29,19	0,0001
C-C	0,0103	1	0,0103	0,0191	0,8919
Kalıntı	8,68	16	0,5427		
Model Uyumsuzluğu	7,93	11	0,7206	4,76	0.0488
Saf Hata	0,7565	5	0,1513		
Toplam	24,61	19			



(a)



(b)

Şekil 4. 7 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin koku puanı üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayıslı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi-translutaminaz miktarı ilişkisi.

Çizelge 4. 10 : Koku puanı için model uygunluğu.

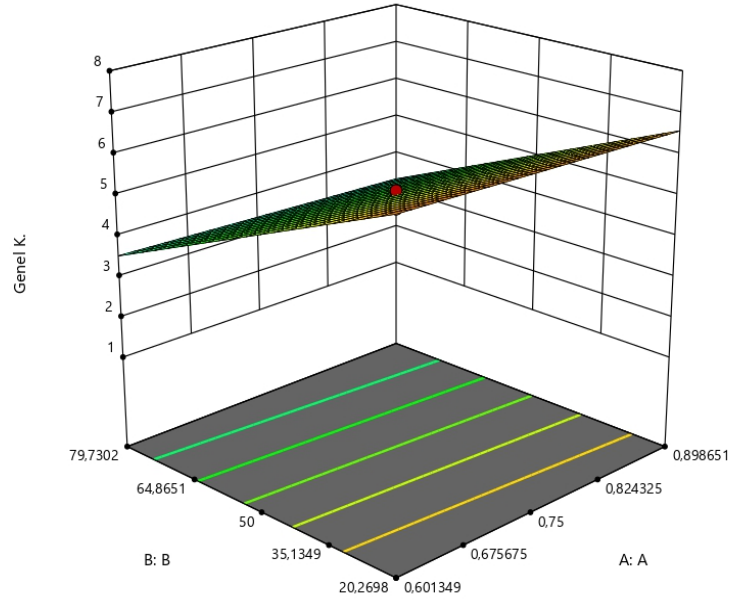
Kaynak	Değer
Standart Sapma	0,7369
R ²	0,6471
Ortalama	6,16
Düzeltilmiş R ²	0,5809
V.K %	11,97
Tahmini R ²	0,3819
Yeterli Tahminleme	10,9952

4.1.3.4 Genel kabuledilebilirlik

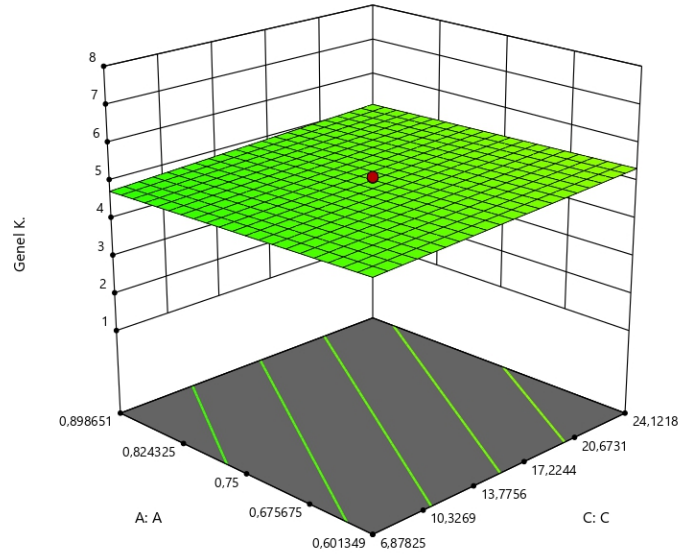
Duyusal analiz panelistleri tarafından yapılan önemli bir tüketilebilirlik fonksiyonu olan genel kabuledilebilirlik puanı üzerine bağımsız değişkenlerin etkisi incelendiğinde panelistler tarafından verilen genel kabul edilebilirlik puanının 1,5 ile 7,5 aralığında değiştiği görülmüştür. Genel kabuledilebilirlik puanı 7,5 olan 0,9 TG, %20 kayısı çekirdeği sütü sütü içeren depolamanın 7. günündeki örneğin en beğenilen örnek olduğu görülmüştür. Deneme dizaynı yoğurt örneklerinin genel kabuledilebilirlik yanıtı üzerine etkisine ilişkin model istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Diğer duyusal analiz parametrelerine verilen puanların kayısı çekirdeği sütü miktarında artışla birlikte azalması nedeniyle genel kabuledilebilirlik puanının da azaldığı görülmüştür. Genel kabuledilebilirlik puanına ilişkin lineer model ANOVA tablosu ve model uygunluğuna ilişkin değerler sırasıyla Çizelge 4.11 ve 4.12’de görülmektedir. Modele ilişkin eşitlik ise 4.6’daki denklemlerle ifade edilmiştir.

Çizelge 4. 11 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin genel kabuledilebilirlik puanı için lineer model ANOVA tablosu.

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	36,85	3	12,28	10,13	0,0006
A-A	0,166	1	0,166	0,1369	0,7162
B-B	36,19	1	36,19	29,85	0,0001
C-C	0,4946	1	0,4946	0,4081	0,532
Kalıntı	19,39	16	1,21		
Model Uyumsuzluğu	19,12	11	1,74	32,31	0,0006
Saf Hata	0,2691	5	0,0538		
Toplam	56,24	19			



(a)



(b)

Şekil 4. 8 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin genel kabuledilebilirlik puanı üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi-translutaminaz miktarı ilişkisi.

$$\text{Genel Kabuledilebilirlik} = + 5,07 - 0,1102A - 1,63B + 0,1903C \quad (4.6)$$

Yapılan bir çalışmada badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurdun duyuşal değerlendirmesinde puanlandırılan renk, görünüm, yapı, doku, koku, tat ve aroma, duyuşal

asitlik ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinin hepsinde badem sütü miktarının artışına bağlı olarak puanların düştüğü ve duyuşal değerlendirme sonucunda panelistler tarafından badem sütünün yoğurta takviye edilebileceği miktarın %25 oranında olduğu belirtilmiştir (Ersan ve Topçuoğlu, 2021).

Çizelge 4. 12 : Genel kabuledilebilirlik için model uygunluğu.

Kaynak	Değer
Standart Sapma	1,10
R ²	0,6552
Ortalama	5,07
Düzeltilmiş R ²	0,5905
V.K %	21,72
Tahmini R ²	0,3712
Yeterli Tahminleme	11,1202

4.1.4 ACE inhibisyon

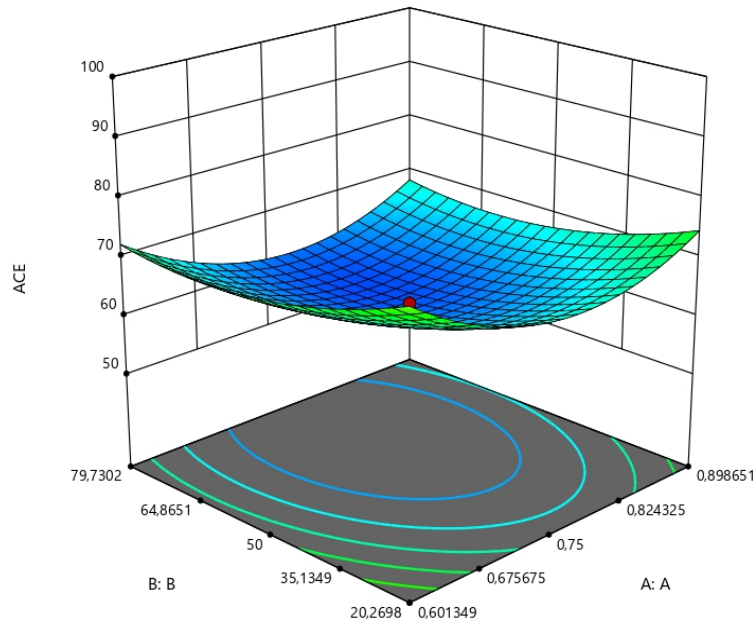
Süt kaynaklı antihipertansif peptidlerin aktivitesi sonucu ortaya çıkan ACE-inhibisyon üzerine bağımsız değişkenlerin etkisine ilişkin model istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yoğurt örneklerine ilişkin bağımsız değişkenlerin ve bağımsız değişkenlerin birbirleri ile olan etkileşimini gösteren ANOVA tablosu Çizelge 4.13’de görölmektedir. ACE inhibisyon değerlerinin %57,67-93,63 aralığında değiştiği görölmüştür. % ACE-inhibisyon değerinin %93,63 ile 0,6 TG, %80 kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte 24. depolama gününde olduğu belirlenmiştir. ACE- inhibitör aktivitenin kayısı çekirdeği sütü yüksek olan örneklerde depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artış gösterdiği görölmüştür. Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin ACE-inhibisyon değeri üzerine etkisini gösteren 3 boyutlu grafikler Şekil 4.9 ve 4.10’da görölmektedir. ACE-inhibisyon değerlerine ilişkin oluşturulan modelin uygunluğuna ait değerler Çizelge 4.14’de, modele ilişkin eşitlik ise 4.7 no’lu denklemde görölmektedir.

Yoğurttaki probiyotik bakterilerin gelişmesinin bir sonucu olarak salınan peptit seviyelerinin arttığı, kazein ve serum proteinlerinin hidrolizinin bir sonucu olarak başlangıçta ACE-inhibe edici aktivitede bir yükselme eğilimi gösterdiği ancak maksimum inhibisyon kabiliyetine ulaşıldıktan sonra bu aktivitenin azalabildiği belirtilmiştir (Najafi ve diğ, 2019)

$$\text{ACE inhibisyon} = 61,17 - 2,24A - 3,41B + 2C + 0,2344AB - 2,71AC + 6,13BC + 8,51A^2 + 4,05B^2 + 6,99C^2 \quad (4.7)$$

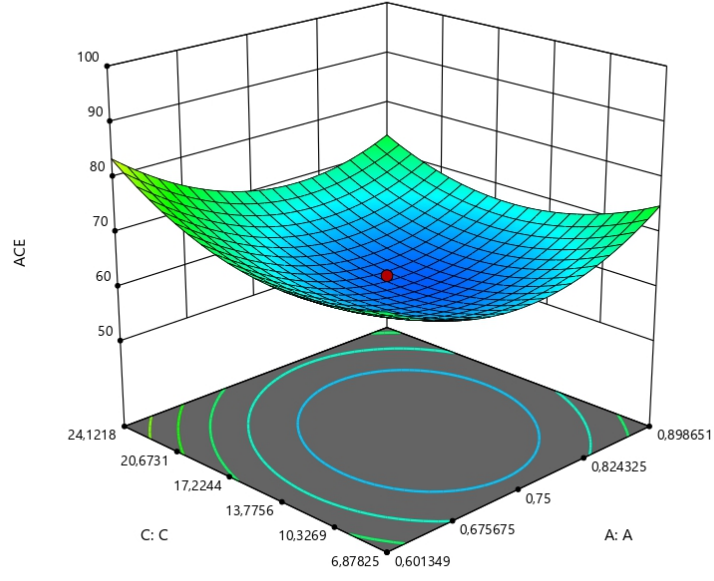
Çizelge 4. 13 : Yanıt yüzey yöntemi ile gerçekleştirilen deneme dizaynı yoğurt örneklerinin ACE-inhibisyon değeri için kuadratik model ANOVA tablosu.

Kaynak	Karele Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	P Değeri
Model	2337,94	9	259,77	5,03	0,0094
A-A	68,39	1	68,39	1,33	0,2767
B-B	158,63	1	158,63	3,07	0,1101
C-C	54,80	1	54,80	1,06	0,3271
AB	0,4397	1	0,4397	0,0085	0,9283
AC	58,66	1	58,66	1,14	0,3114
BC	300,46	1	300,46	5,82	0,0365
A ²	1043,67	1	1043,67	20,22	0,0011
B ²	236,80	1	236,80	4,59	0,0578
C ²	704,09	1	704,06	13,64	0,0042
Kalıntı	516,11	10	51,61		
Model Uyumsuzluğu	508,61	5	101,72	67,77	0,0001
Saf Hata	7,50	5	1,50		
Toplam	2854,05	19			

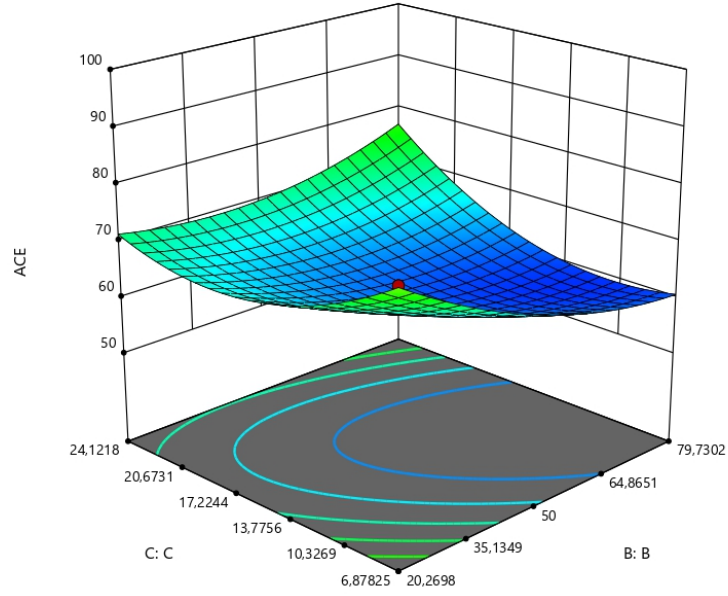


(a)

Şekil 4. 9 : Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin ACE- inhibisyon değeri üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi-transglutaminaz miktarı, (c) kayısı çekirdeği sütü-depolama süresi ilişkisi.



(b)



(c)

Şekil 4. 10 : (devam) Deneme dizaynı yoğurt örneklerinde bağımsız değişkenlerin ACE-inhibisyon değeri üzerine etkisi. (a) transglutaminaz-kayısı çekirdeği sütü, (b) depolama süresi- transglutaminaz miktarı, (c) kayısı çekirdeği sütü-depolama süresi ilişkisi

Çizelge 4. 14 : ACE inhibisyon değeri için model uygunluğu.

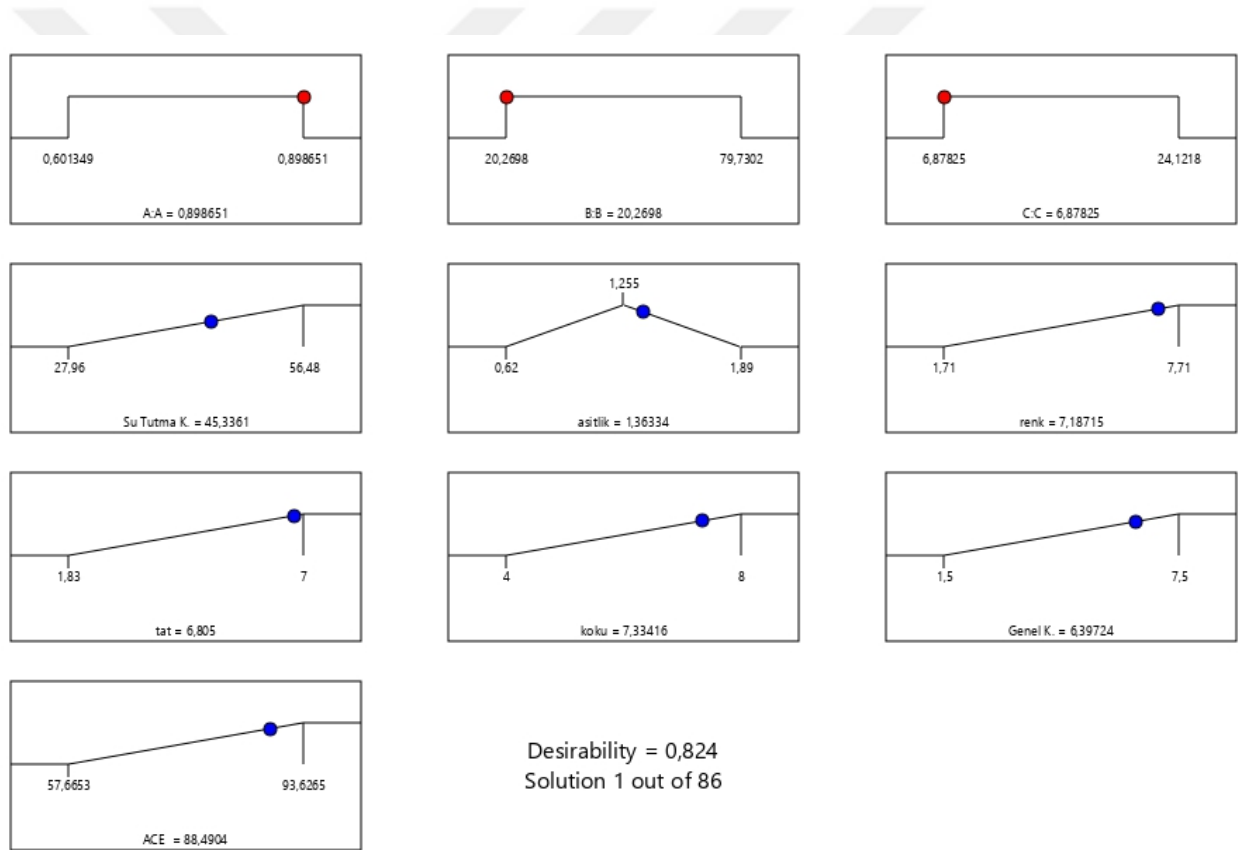
Kaynak	Değer
Standart Sapma	7,18
R ²	0,8192
Ortalama	74,52
Düzeltilmiş R ²	0,6564
V.K %	9,64
Tahmini R ²	0,3582
Yeterli Tahminleme	5,7064

4.2 Optimize Edilmiş Yoğurt Örneklerine Uygulanan Analiz Sonuçları

Çalışmada yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen optimize koşullar neticesinde bu koşullar altında üretilen yoğurt örneğinin modelin verdiği tahmini sonuçlar ile kıyaslanmasıyla model doğrulanması yapılmıştır. Bu kapsamda belirlenen bağımsız değişkenlerin optimum noktalarında model tarafından optimizasyonda yapılan analizler için tahmini sonuçları sunulmuştur. Modelin başarısını test etmek amacıyla optimum bağımsız değişken değerleriyle probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş ve model tarafından sunulan tahmini analiz sonuçları ile deneysel sonuçları benzer bulunmuştur. Aynı zamanda optimize koşullarda üretilen yoğurt örneğinin depolamanın 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerindeki değişimi incelenmiş ve kontrol örneğine karşı depolama süresince aralarındaki farklılıklar incelenmiştir. Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen 0,82 istenirlikteki optimize koşullar transglutaminaz miktarının %0,9 oranında kayısı çekirdeği sütü miktarının yüzdesel olarak 20,27 oranında ve depolamanın 6,88. günündeki örnek olarak ortaya çıkmıştır. Böylece %0.9 transglutaminaz, %20 kayısı çekirdeği sütü içeriğine sahip yoğurt örneği üretilmiş ve optimum nokta olarak belirlenen depolamanın 7. günü yanı sıra 4 periyotta daha depolama süresinin etkisi incelenmiştir. Çizelge 4.15’de yanıt yüzey yöntemi tarafından belirlenen tahmini değerler ve bu koşullar altında gerçekleştirilen deneysel analizlerin sonucu verilmiştir. Şekil 4.11’de ise belirlenen optimum nokta ve bu noktalar için tahmini analiz sonuçlarına ait grafikler görülmektedir. Çalışmada model uygunluğu çizelgelerinde görülen model uyumsuzluğu değeri her ne kadar önemli bulunmuş olsada model tarafından belirlenen tahmini sonuçlar ve ortaya çıkan deneysel değerlerin uyum içinde olduğu görülmüştür. Bu nedenle yanıt yüzey yöntemi kayısı çekirdeği sütünden probiyotik yoğurt üretimi için başarıyla kullanılmıştır denilebilir.

Çizelge 4. 15 : Yanıt yüzey yöntemi tarafından belirlenen optimum noktadaki tahmini ve deneysel değerler.

	A (%)	B (%)	C (Gün)	Su tutma kapasitesi (%)	Asitlik (% l.a)	Renk (puan)	Tat (puan)	Koku (puan)	Genel kabuledilebilirlik (puan)	ACE inhibisyon (%)	İstenirlik
Tahmini değerler	0,9	20,27	6,88	45,34	1,36	7,19	6,8	7,33	6,4	88,49	0,82
Deneysel değerler	0,9	20,27	7	37,95	1,76	8,33	7,33	7,75	7,75	89,59	



Şekil 4. 11 : Yanıt yüzey yöntemi ile belirlenen optimum nokta ve tahmini değerler.

4.2.1 Yoğurt örneklerinde kullanılan sütlerin bileşimi

Yoğurt örneklerinde kullanılan çiğ sütün analizinde Milkana Superior Milk Analyzer with Data Memory System cihazı kullanılmıştır. İnek sütü için yağ, %4,44 protein %3,24 olarak ölçülürken kayısı çekirdeği sütü için yağ değeri %3,5 protein değeri ise %1,17 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan kayısı çekirdeği sütünde inek sütünden daha düşük protein ve yağ oranı saptanmıştır. Kayısı çekirdeği sütünden kefir üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada kefir üretiminde kullanılan sütlerde kayısı çekirdeği sütü oranının artışıyla protein ve yağ değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Özgül, 2019).

4.2.2 Yoğurt örneklerine ilişkin protein ve yağ değerleri

Yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde yapılan analizde protein ve yağ değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerinin protein ve yağ değerleri Çizelge 4.16'de görülmektedir. Yoğurt örneklerine ait inkübasyon görüntüsü Şekil 4.12'de görülmektedir.



Şekil 4. 12 : Optimize edilmiş kayısı çekirdeği sütü içeren probiyotik yoğurt inkübasyon görüntüsü.

Çizelge 4. 16 : Yoğurt örneklerinin protein ve yağ değerleri.

	Protein	Yağ
A	2,94 ±0,22	3,85 ±0,06
B	3,00 ±0,19	4,03 ±0,05

A: Depolamanın 1. gününde %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: Depolamanın 1. gününde %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

4.2.3 Depolama süresince yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinde görülen değişiklikler

Depolama süresince yoğurt örneklerinin pH, asitlik ve kuru madde özelliklerinde görülen değişiklikler Çizelge 4. 17'de görülmektedir.

Kayısı çekirdeği sütü takviyeli probiyotik yoğurt örneğinde pH değeri depolama süresi boyunca 3,93 ile 4,14 aralığında değişirken yalnızca inek sütünden üretilen yoğurt örneğinde 3,98 ile 4,30 aralığında değişmiştir. Yoğurt örneklerinin pH'ında beklendiği üzere depolamanın ilerleyen zamanlarında düşüş görülmüştür. Depolama süresinin ilerleyişi ile birlikte 1. ve 28. gün arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) görülmüştür.

pH'ın, kayısı çekirdeği sütü içermeyen kontrol örneğinde, kayısı çekirdeği sütü içeren yoğurt örneğine kıyasla depolamanın tüm günlerinde daha yüksek değerlerde seyrettiği görülmüştür. pH düzeyindeki bu farklılık kayısı çekirdeği sütü içeren örnek ve kontrol örneği arasında depolamanın 7. günü haricinde tüm günlerde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

pH değerinde görülen düşüştür starter kültür bakterilerinin gelişimi sorumludur (Ersan ve Topçuoğlu, 2019). Çalışmada özellikle depolamanın ilk dönemlerinde kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte daha düşük pH görülmesi sinbiyotik etkinin sonucu olarak starter kültür bakterilerinin daha hızlı gelişim göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca kayısı çekirdeği sütü ilavesiyle üretilen yoğurda eklenen %1 oranındaki glikozda starter kültür aktivitesini teşvik etmiş ve pH değerinde düşüşe sebep olmuş olabilir.

Farnworth ve diğ. (2007) soya yoğurdunda probiyotik bakterilerin gelişimini inceledikleri çalışmada soya sütü fermantasyonunda pH değerlerindeki düşüşün inek sütüne göre daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç kayısı çekirdeği sütü içeren örneğimizin daha düşük pH'a sahip olmasıyla benzerlik göstermektedir.

Yulaf sütünden probiyotik fermente ürün üretim parametrelerinin optimize edildiği bir çalışmada üretim gününde 4,37 olan pH değerinin 28. günde 3.30 değerine sahip olduğu, yüksek asidik içeriğe rağmen bakteriyel canlılığın istenilen seviyede olduğunu belirtilmiştir (Bernat ve diğ, 2015b). Benzer şekilde 4.21'de belirtilen mikrobiyolojik analizler sonucunda probiyotik bakteri canlılığının yüksek asitliğe rağmen depolama süresi boyunca istenilen seviyede olduğu görülmüştür.

%20 oranında kayısı çekirdeği sütü içeren probiyotik yoğurt örneğinde 1. gün ölçümlerinde %1,67 laktik asit olan asitlik değeri depolamanın son gününde 2,05 olarak ölçülmüştür. %100 inek sütünden oluşan probiyotik yoğurt örneğinde 1,70-2,13 olarak saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin laktik asit cinsinden asitlik değerinde depolama süresi boyunca artış yaşandığı görülmüştür. Depolamanın son günü ile tüm depolama periyotları

arasındaki fark $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Titrasyon asitliği değeri, %20 kayısı çekirdeği sütü ve %0.9 transglutaminaz içeren optimize yoğurt örneğinde kontrol örneğine kıyasla depolamanın tüm günlerinde daha düşük değere sahip olmuştur. Örnekler arasında, laktik asit değerindeki bu farklılık depolamanın 14. gününden itibaren önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Bu durumun laktik asit bakterilerinin kontrol yoğurdunda kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurda kıyasla daha iyi gelişim göstermesinden ayrıca kontrol yoğurdunda tamponlama kapasitesinin daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Asitlik değerindeki bu farklılık hem kayısı çekirdeği sütü içeriğinden hem de kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte kullanılan transglutaminaz enziminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ersan ve Topçuoğlu (2019) badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada kontrol örneğinde daha yüksek asitlik değeri saptamışlardır. Bu durum kuru madde içeriğiyle ilişkilendirilmiş, protein içeriği yüksek olan örneklerin tamponlama kapasitesinin yüksek olmasının bir sonucu olarak asitliğin artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca sert kabuklu meyvelerin diyet lifi içeriğinden dolayı daha düşük asitliğe sebep olduğu bildirilmiştir.

Wongkhalaung ve Boonyaratanakornkit (2000) tarafından pirinç bazlı yoğurtta asitlik değerinin inek sütü yoğurdundan daha düşük seviyede olduğu bildirilmiştir.

Benzer şekilde Kırmacı (2005) yağsız yoğurtlarda transglutaminaz kullanımının yoğurdun tekstürel özelliklerine etkisini incelediği çalışmada, transglutaminaz kullanılan yoğurt örneklerinde titrasyon asitliğinde diğer örneklerden daha düşük düzeyde artış yaşandığını bildirmiştir.

Bernat ve diğ. (2015a) tarafından badem sütünden probiyotik fermente ürün üretimi için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak merkezi kompozit tasarımı ile glikoz, fruktoz, inülin ve starter kültür miktarları probiyotik sağ kalımı en yüksek seviyede tutacak şekilde optimize edilmiştir. Optimize sonuçların 0.75g glikoz/100 mL, 0.75g fruktoz/100 mL, 2g/100 mL inülin ve 6 mL/100 mL starter ilavesine karşılık geldiği bildirilmiştir. Bu koşullar altında üretilen üründe titredilebilir asitlik değerinin 28 günlük depolama süresi boyunca 1.9-2.26 g/L laktik asit değerinde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca titredilebilir asitik değerinin ürünün genel duyuşsal kabulünde önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Çizelge 4. 17 : Depolama süresince yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özelliklerinde görülen değişiklikler.

Parametre	İstatistik			
	Gün	A	B	Örnekler arası P
pH	1	4,14±0,02 ^a	4,30±0,02 ^a	**
	7	4,08±0,06 ^a	4,12±0,03 ^b	-
	14	3,98±0,02 ^b	4,05±0,02 ^c	**
	21	3,95±0,01 ^b	3,98±0,02 ^d	*
	28	3,93±0,02 ^b	4,00±0,04 ^{dc}	*
Asitlik (% laktik asit)	1	1,67±0,06 ^c	1,70±0,05 ^c	-
	7	1,76±0,01 ^c	1,86±0,12 ^b	-
	14	1,88±0,05 ^b	2,00±0,07 ^{ba}	*
	21	1,90±0,03 ^b	2,09±0,04 ^a	**
	28	2,05±0,04 ^a	2,13±0,01 ^a	*
Kuru madde (%)	1	12,47±0,13 ^a	12,73±0,11 ^{ab}	*
	7	12,82±0,17 ^a	12,88±0,09 ^a	-
	14	12,72±0,13 ^a	12,80±0,09 ^{ab}	-
	21	12,76±0,49 ^a	12,64±0,08 ^b	-
	28	12,92±0,53 ^a	12,84±0,08 ^{ab}	-

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Örnekler arasında istatistiksel farkın $P < 0.05$ düzeyinde olması durumunda ‘*’ sembolü, $P < 0.01$ düzeyinde olması durumunda ‘**’ sembolü ve örnekler arası istatistiksel farkın önemsiz bulunması durumunda ise ‘-’ sembolü kullanılmıştır. Aynı sütunda farklı harflerle (a, b, c, d) gösterilen örnekler arasında $P < 0.05$ düzeyinde fark önemli bulunmuştur.

Yoğurt örneklerinde kuru madde değeri %12,92 ile %12,47 arasında değişiklik göstermiş sayısal olarak düşük farklılıklar olduğu görülmüştür. Optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinde toplam kuru madde miktarı depolamanın son gününde sınırlı bir artış göstermiştir. Depolama süresinin optimize yoğurt örneğinin kuru madde içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bulunmamış, kontrol örneğinin kuru madde içeriği üzerine etkisi ise $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kayısı çekirdeği, önemli miktarda yağ, lif ve diyet proteini kaynağıdır (Şengün ve diğ., 2021). Örnekler arasında kuru madde içeriği yönünden fark depolamanın 1. gününde önemli 7, 14, 21, 28. günlerinde önemsiz bulunmuştur. Bu nedenle kayısı çekirdeği sütü içeren örnek ve %100 inek sütü içeren kontrol örneği arasında kuru madde içeriği yönünden fark olmadığı söylenebilir. Kayısı çekirdeği ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde inek sütü yoğurduna göre daha düşük protein ve yağ değeri görülmesine rağmen kayısı çekirdeği sütündeki diyet lifi varlığından dolayı örnekler arasında kuru madde içeriği yönünden farklılık olmadığı düşünülmektedir.

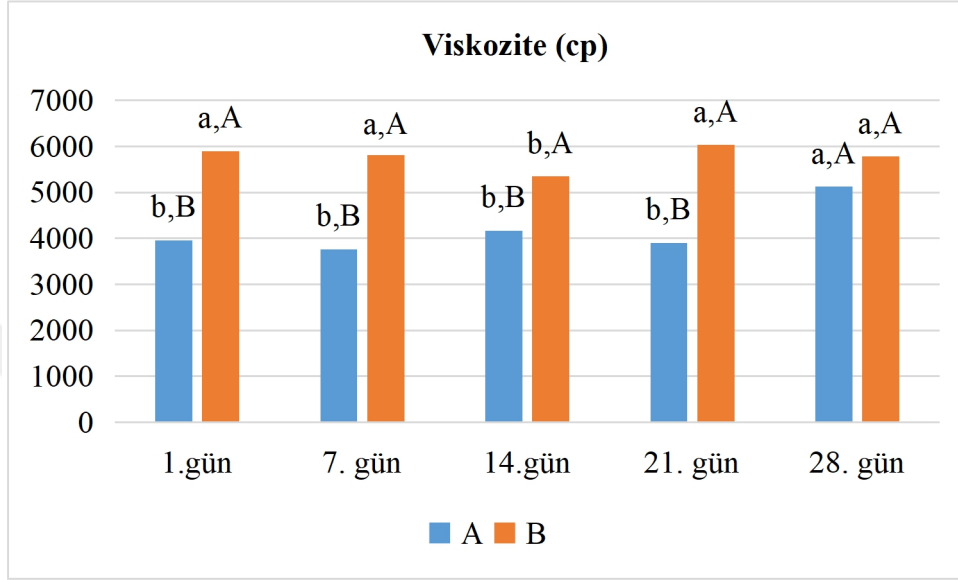
4.2.4 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin viskozite üzerine etkisi

Optimize yoğurt örneğinin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini ölçmek amacıyla Brookfield model viskozimetrede viskozite ölçümü yapılmıştır. Depolamanın tüm günlerinde kayısı çekirdeği sütü içermeyen kontrol örneğinin kayısı çekirdeği sütü ile zenginleştirilmiş yoğurt örneğinde kıyasla daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu görülmüştür. Örnekler arasındaki bu farklılık depolamanın son günü hariç tüm günlerde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Örnekler arasında depolama süresince görülen değişiklikler Şekil 4.13'de görülmektedir.

Yulaf bazlı yoğurdun dokusal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada yulaf sütünden yoğurt eldesinde jelleştirici ajan kullanılmaması durumunda yüksek serum ayrılması ve zayıf jel oluşumu görüldüğü bildirilmiştir. Bu tip bitkisel orjinli yoğurtlarda görülen yapısal bozuklukların sebebi inek sütünde asitleşmeyle birlikte meydana gelen kazein agregasyonu ve denatüre serum proteininin etkileşimiyle oluşan jelleşme ve yüksek viskozitenin görülmemesidir (Raikosve diğ., 2020).

Benzer şekilde Topçuoğlu, (2019) badem sütü ile zenginleştirilmiş yoğurt üretiminde badem sütü içeriğinde artış ile birlikte viskozite değerlerinde düşüş yaşandığını bildirmiştir.

Wongkhalaung ve Boonyaratanakornkit (2000) tarafından pirinçten yoğurt benzeri ürün geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada pirinç bazlı yoğurta viskozite değeri 3900 cp ölçülürken inek sütü yoğurdunda 4200 cp seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Bitki bazlı yoğurtlarda görüldüğü belirtilen daha düşük viskozite değerleri kayısı çekirdeği sütü yoğurduyla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 13 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin viskozite (cp) değerinde görülen değişimler.

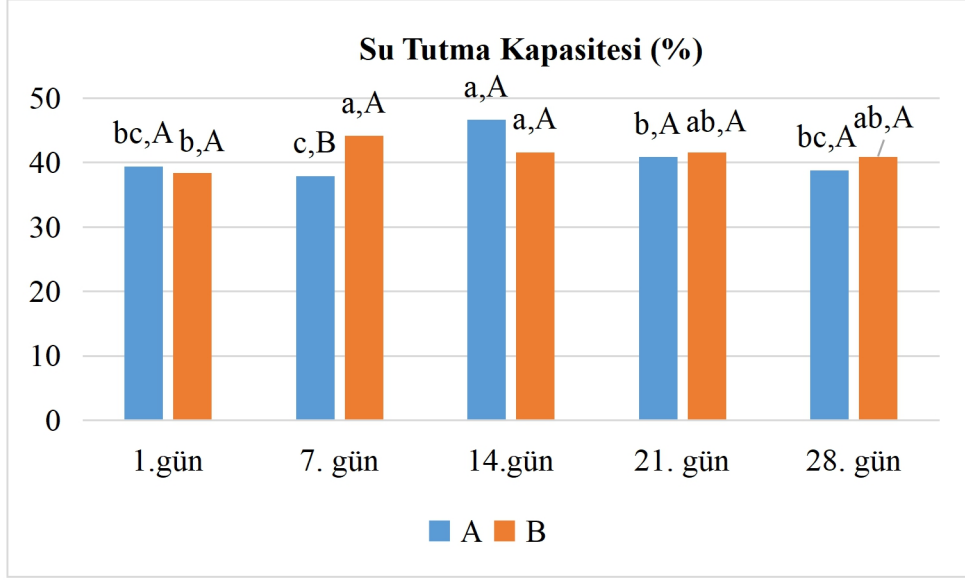
A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Aynı sütunda farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

4.2.5 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin su tutma kapasitesi üzerine etkisi

Su tutma kapasitesi değeri optimize edilmiş A örneğinde en yüksek değere Şekil 4.14'de görüldüğü üzere depolamanın 14. gününde belirlenirken, B örneğinde 7. günde maksimum seviyeye ulaşmış ve ilerleyen depolama periyodunda tekrar azalma eğiliminde olmuştur. En düşük su tutma kapasitesi oranı ise depolamanın 7. gününde A örneğinde görülmüştür. 7. gün örneklerindeki farklılık ise önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Örnekler arasındaki farklılık depolamanın diğer günlerinde önemsiz bulunmuştur. İki yoğurdun su tutma kapasitelerindeki düşük düzeyde görülen bu farklılık, süt içeriğinde bulunan farklı proteinlerin özellikleriyle ilişkilendirilebilir.

Bitkisel sütlerde görülen yapısal bozukluklar protein izolatlarının jelleşme yeteneğiyle ilişkilidir. Inek sütü yoğurdunda proteinlerin termal denatürasyonu daha yüksek ağ yoğunluğuna ve koloidal bağlantılar yoluyla daha yüksek su bağlama kabiliyeti göstermeyi sağlar (Hickisch ve diğ, 2016).



Şekil 4. 14 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin su tutma kapasitesinde meydana gelen değişiklikler.

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Aynı sütunda farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Supavitpatana ve diğ. (2010) mısır sütü yoğurdunun özelliklerini inceledikleri çalışmada inek sütü yoğurdunun ağ homojenliğinin bir göstergesi olan su tutma kapasitesi değerinin, inek sütü yoğurdunda mısır sütü yoğurduna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Homojenizasyon işleminin soya yoğurdunun fizikokimyasal, dokusal ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada tüketici algısını olumsuz etkileyen peynir altı suyu ayrılımasının minimum seviyede olmasının ürünün tüketilebilirliği için önemli bir faktör olduğu belirtilmiş ve soya yoğurdu için % 48.13- % 49.42 düzeyinde su tutma kapasitesine değerleri belirlendiği bildirilmiştir (Mei ve diğ, 2017).

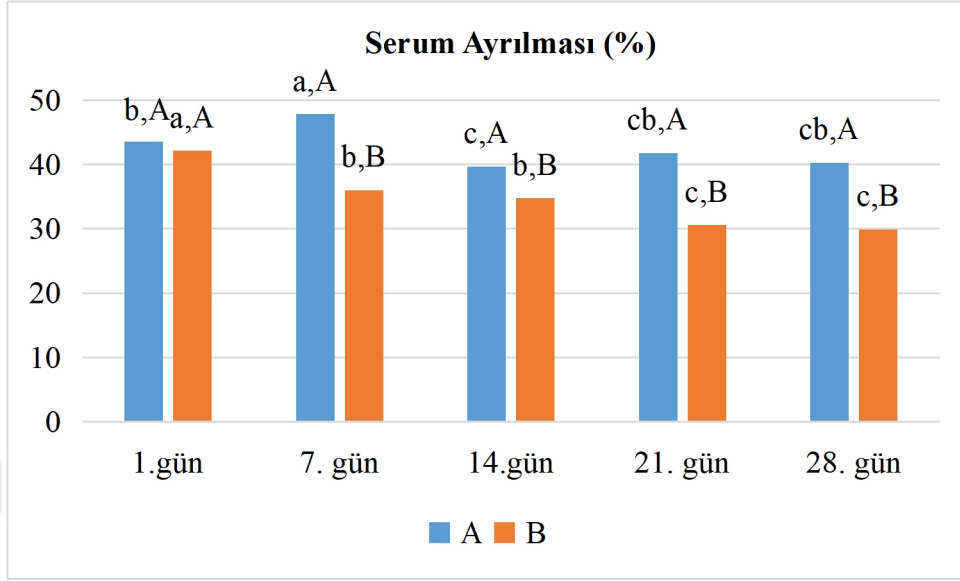
İlyasoğlu ve diğ. (2015) fındık bazlı yoğurt benzeri ürün ön değerlendirmesi için yanıt yüzey yöntemini kullandıkları çalışmada yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesinin 43,11- 57,05 g/100g arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, yoğurt örneklerinde 37,95-%46,67 aralığında belirlenen su tutma kapasitesi oranı literatürle benzerlik göstermektedir.

4.2.6 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin serum ayrılması üzerine etkisi

Yoğurt, jel bazlı bir matristir. Jelleşme, yoğurt üretiminde kritik bir adımdır. İnek sütü fermantasyonu sırasında pH azalır ve kazein sürekli bir ağ oluştururken sütte jelleşmeye

sebepler olur. İnek sütü yoğurduna alternatif yoğurtlar, proteinlerin doğası gereği hayvan sütleriyle yapılan yoğurtlara kıyasla yapısal dezavantajlara sahip olabilir (Jeske ve diğ., 2018).



Şekil 4. 15 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin serum ayrılması değerinde meydana gelen değişiklikler.

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)
Aynı sütunda farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Grasso ve diğ. (2020) bitki bazlı yoğurt üreticilerinin karşılaştığı başlıca zorluklar, görünüm ve doku özellikleriyle ilişkilidir. Bu tür ürünler genellikle faz ayırımından kaynaklanan dokusal sorunlara sahiptir. Bu tür bitki bazlı sistemlerin asitleştirilmesinde, proteinlerin düzensizliği sürekli olmayan, zayıf bir jel oluşumuna ve sonuçta serum ayrılmasına neden olabilmektedir.

Optimize yoğurt örneğinde depolamanın tüm periyotlarında kontrol örneğine kıyasla Şekil 4.15’de görüldüğü üzere daha yüksek serum ayrılması oranı gözlenmiştir. Kayısı çekirdeği sütü ilaveli örnekte serum ayrılması oranı %39,66 ile %47,79 arasında değişirken, kontrol örneğinde %29,91 ile %42,12 aralığında değişmiştir. Örnekler arasında ilk gün yapılan serum ayrılması analizinde değerler birbirine yakın bulunsa da depolama periyodunun ilerleyişi ile birlikte kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte daha yüksek serum ayrılması görülmüştür. Bu farklılık 1. gün hariç tüm depolama günlerinde istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Depolamanın 7. günündeki A örneğinde su tutma kapasitesiyle tutarlı ve negatif korelasyonda serum ayrılması miktarının en yüksek oranda olduğu görülmüştür. Benzer şekilde su tutma kapasitesi A örneği için en düşük orana

depolamanın 14. gününde sahip olmuştur. B örneği için ise depolama süresinin ilerleyişi ile birlikte serum ayrılması periyodik olarak azalmış ve depolamanın 28. gününde en düşük değere sahip olmuştur. Bu durumun inek sütünün daha yüksek protein içermesi ve proteinlerin su tutma özelliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.2.7 Yoğurt örneklerinin Antioksidan aktivitesinde depolama süresi boyunca görülen değişiklikler

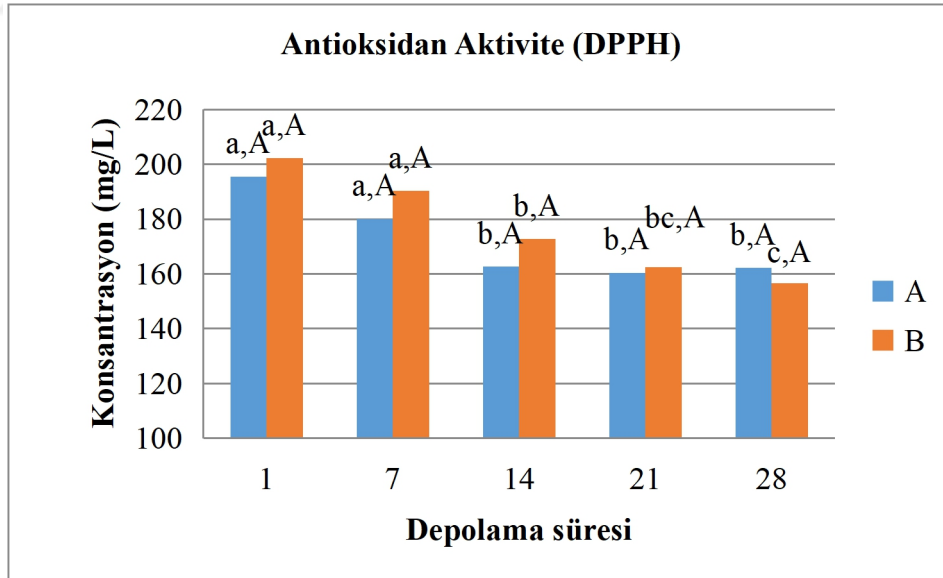
Proteinler, reaktif oksijen türlerinin inaktivasyonu, serbest radikallerin temizlenmesi, prooksidatif geçiş metallere şelasyonu, hidroperoksitlerin indirgenmesi ve gıda sistemlerinin fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi dahil olmak üzere birçok yolla lipid oksidasyonunu inhibe edebildikleri için benzersiz antioksidanlardır. Bununla birlikte protein ve peptitlerin antioksidan olarak kullanımında alerjik durumlar da önemli bir sorundur (Elias ve diğ., 2008).

Bu çalışmada, özellikle inek sütü alerjisi olan bireyler için inek sütüne alternatif olarak kayısı çekirdeği sütünden elde edilen yoğurttaki oksidatif strese karşı gösterdiği antioksidatif etki önemli bir araştırma konusu olarak görülmektedir.

Yoğurt örneklerinin DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivitesi 156 mg/L ile 202 mg/L aralığında değişirken, FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivite 83 mg/L ile 122 mg/L aralığında bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ilişkin değişimler Şekil 4.16 ve 4.17'de görülmektedir. Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivitesinde depolamanın 1. günü ile 28. günü arasında azalma olduğu görülmüş bu azalış $P < 0.01$ olduğundan önemli bulunmuştur. Depolamanın tüm periyotlarında örnekler arasında DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivite istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurt örneği ile kontrol örneği arasındaki farkın önemsiz bulunması neticesinde kayısı çekirdeği sütü takviyesiyle birlikte probiyotik yoğurttaki antioksidan aktivitenin korunduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, antioksidan aktivite tayini için kullanılan her iki metotta da antioksidan aktivitenin kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurt örneğinde kontrol örneğinin aksine depolamanın son gününde artış olduğu görülmüştür. Kayısı çekirdeği sütü içeren örnekteki bu artış polifenol seviyesinde meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmış olabilir. Çalışmada depolama süresi boyunca antioksidan aktivite tayininde kullanılan FRAP metodunun DPPH metoduna kıyasla değerlerinde sapma olduğu görülmüştür. Bu durum FRAP metodunun DPPH metoduna kıyasla daha karmaşık yapıya sahip olmasından kaynaklanmış olabilir.

Kazein, laktoalbumin, laktoglobulin gibi süt proteinleri, peptit ve amino asitler, katalaz, glutasyon peroksidaz, laktoperoksidaz, süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimler ve A, C ve E gibi vitaminler, provitaminler, karotenoidler gibi bileşenler hayvan sütünde antioksidan aktiviteyi destekler. Bitki bazlı sütlerde ise antioksidan aktiviteden fenolikler, flavonoidler, A, E ve C vitaminleri sorumludur (Yiğit, 2020). Bu çalışmada kontrol yoğurdunda her iki metotta da görülen daha yüksek antioksidan aktivitede kazein, laktoalbumin, laktoglobulin gibi antioksidan aktivite gösteren proteinlerin ve fermantasyon ile birlikte aktif forma geçen peptitlerin kayısı çekirdeği ilaveli yoğurt örneğindeki eksikliğinden kaynaklanmış olabilir.

Fermente sütün antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada fermantasyon işleminin sütte bazı moleküler değişiklikler yaparak, antioksidan kapasiteye sahip peptitler, serbest amino ve yağ asitleri gibi farklı bileşiklerin açığa çıkardığı ve antioksidan aktiviteyi artırdığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada kullanılan farklı starter kültürler arasında en yüksek antioksidan kapasitenin, probiyotik suş *Lactobacillus acidophilus* ile fermente edilmiş sütün sahip olduğu ve bu aktivitenin fermantasyondan hemen sonra en yüksek olduğu, DPPH serbest radikalinin %63,99 düzeyinde nötralizasyonun sağlandığı belirtilmiştir (Gjorgievski diğ, 2014).



şekil 4. 16 : Yoğurt rneklerinde DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivite konsantrasyonu.

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt rneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt rneği (kontrol).

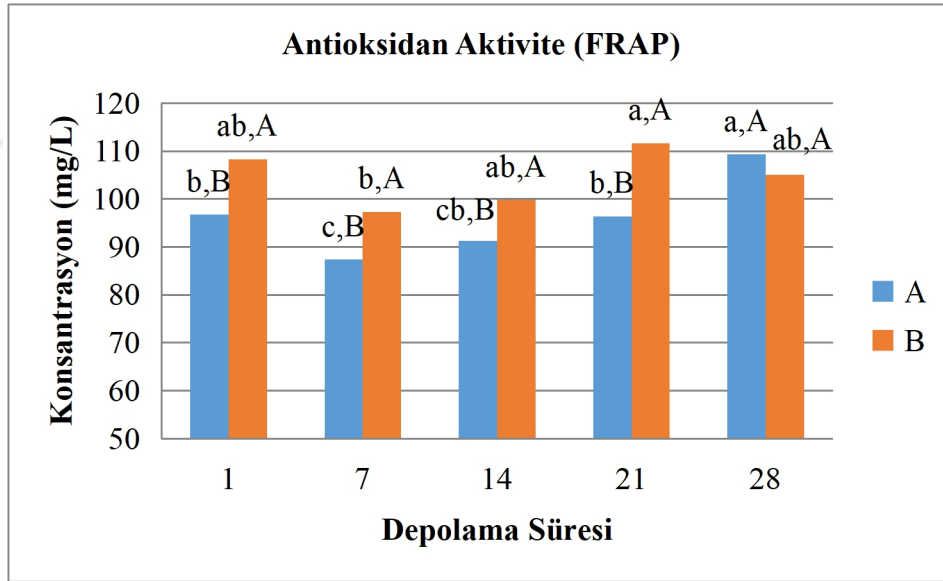
Aynı sütünde farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Mutlu (2020) kayısı çekirdeği çeşitlerinden elde edilen protein izolat ve hidrolizatlarında antioksidan aktivitenin %31 ile %55 aralığında değiştiği bildirilmiştir.

Çalışmada görülen aktioksidan aktivite değerleri fermantasyon işleminin ve probiyotik aktivitenin bir sonucu olarak daha yüksek değerlerde seyretmiştir.

Maleki ve diğ. (2015) fermente fındık sütünde antioksidan aktivitenin ölçüsünü belirledikleri çalışmada fındık sütünden elde edilen fermente üründe DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivitenin (%81,65) oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonucun hem fındıktan kaynaklanan fenolik içerik hemde proteoliz ile ilişkilendirilerek süt proteinlerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Lim (2013) soya yoğurdunda 8 günlük depolama süresince antioksidan aktivitesinin kontrol yoğurdundan daha yüksek olduğunu, ancak 8 günlük depolama süresinin antioksidan aktivite üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Bu sonucun süt ve soya fasulyesindeki protein ve peptitlerden kaynaklanmasının yanı sıra probiyotik bakteri suşlarından elde edilen spesifik proteolitik enzimlerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir.



Şekil 4. 17 : Yoğurt örneklerinde FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivite konsantrasyonu.

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Aynı sütunda farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

4.2.8 Yoğurt örneklerinde depolama süresinin ACE-inhibisyon üzerine etkisi

Hipertansiyon dünya çapında ölümlerin temel nedeni olduğundan fonksiyonel gıda ürünlerinde ACE-inhibitör peptit varlığı önem arzettiği bildirilmiştir (Ciau-Solís ve diğ,

2018). Süt proteininden türetilmiş peptidlerin potansiyel hipotansif etkilerini önemli bir araştırma konusu olarak ortaya çıkmaktadır. Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılabilen çeşitli bakteri türlerindeki proteinazlar, süt proteinlerinden ACE-inhibe edici peptidler salınımında rol oynar. Laktik asit bakterilerinden elde edilen proteinaz, güçlü ACE inhibe edici peptitler üretmektedir (FitzGerald ve diğ, 2004).

Yoğurt örneklerinin ACE-inhibitör aktivitesinde depolama süreci boyunca düzenli olmayan değişimler gözlenmiştir. Yoğurt örnekleri üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı ($P>0.05$) bulunmamıştır. Yoğurt örneklerinde depolamanın tüm günlerinde yüksek ACE-inhibitör aktivite görülmüştür. ACE-inhibisyon aktivite optimize edilmiş probiyotik yoğurt örneğinde daha yüksek seviyede bulunurken depolamanın tüm günlerinde kayısı çekirdeği sütü içeren örnek ve %100 inek sütü içeren örnek arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır. Yoğurt örneklerinin ACE-inhibisyonu % inhibisyon ve IC_{50} (%50'nin inhibisyonu için gerekli mg/L miktar) olarak ifade edilmiştir. Yoğurt örneklerinin %ACE-inhibisyon ve IC_{50} değerlerinde görülen değişiklikler Çizelge 4.18'de görülmekte, Şekil 4.18'de ise ACE-inhibisyon değerinde görülen değişikliklere ilişkin grafik bulunmaktadır.

Çizelge 4. 18 : Yoğurt örneklerinin ACE-inhibisyon ve IC_{50} değerlerinde depolama süresince görülen değişiklikler.

Gün	A		B	
	ACE-inhibisyon (%)	IC_{50} (mg/L)	ACE-inhibisyon (%)	IC_{50} (mg/L)
1	84,85±1,32 ^{a,A}	30,33±1,56 ^{b,A}	66,09±22,56 ^{a,A}	31,68±9,29 ^{a,A}
7	89,60±0,72 ^{a,A}	33,74±2,35 ^{b,A}	74,57±20,27 ^{a,A}	40,25±16,70 ^{a,A}
14	88,53±1,98 ^{a,A}	37,47±2,13 ^{ab,A}	89,48±4,26 ^{a,A}	27,89±1,65 ^{a,B}
21	92,41±1,76 ^{a,A}	37,32±5,13 ^{ab,A}	75,67±18,77 ^{a,A}	42,78±10,63 ^{a,A}
28	76,63±18,88 ^{a,A}	46,12±9,97 ^{a,A}	88,59±2,49 ^{a,A}	32,53±2,74 ^{a,A}

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Aynı sütunda farklı harflerle (küçük) gösterilen günler arasında ve aynı satırda farklı harflerle (büyük) gösterilen günlerde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğine ACE-inhibisyon %76,63-92,41 seviyesinde tespit edilirken, bu oran kontrol yoğurdunda %66,09-89,48 olarak saptanmıştır. Kayısı çekirdeği sütü takviyesi sonucu görülen daha yüksek %ACE-inhibisyon kayısı

çekirdeğinde doğal olarak bulunan fenolik içerik ve fermantasyon işlemi üzerine bitkisel içeriğin sinerjik etki göstermesi sonucu ortaya çıkmış olabilir. Buna karşın IC₅₀ değeri kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğinde 30,33-46,12 mg/L aralığında bulunurken kontrol yoğurdunda 27,89-42,78 mg/L aralığında saptanmıştır. En yüksek IC₅₀ değeri (46,12 mg/L) depolamanın 28. gününde kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğinde görülmüştür. En düşük IC₅₀ değeri ise depolamanın 14. günündeki kontrol yoğurdunda saptanmıştır. Kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte kontrol örneğine göre daha yüksek %ACE-inhibisyon görülmüş, ancak kayısı çekirdeği sütü takviyeli örnekte IC₅₀ değeri de kontrol yoğurduna göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumda kayısı çekirdeği sütü ilavesinin %ACE-inhibisyon aktiviteyi artırdığı, ancak kayısı çekirdeği sütü ilavesiyle birlikte ACE aktivitesinin %50'sinin inhibisyonu için gerekli protein konsantrasyonunun yani IC₅₀'nin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum yalnızca inek sütü içeren yoğurtta bileşen analizlerinde de görülen daha yüksek protein miktarıyla açıklanabilir. Yoğurt örneklerinde probiyotik kültür kullanımının ACE-inhibitör aktivite üzerine pozitif yönde etkisi olduğu, bu nedenle tüm örneklerde yüksek ACE-inhibitör aktivite görüldüğü düşünülmektedir.

Bitki bazlı sütlerde biyoaktivite fenolik içerikten kaynaklanabilmektedir. Ayrıca bu ürünlerde görülen biyoaktivite bitki bazlı sütlerin fermantasyonuyla sinerjik etki sonucunda inaktif durumdaki protein ve peptitlerin aktif duruma geçmesiyle açıklanmaktadır (Yiğit, 2020).

Careces ve diğ. (2018) esmer pirinçten yoğurt benzeri ürün üretimi gerçekleştirdikleri çalışmada fermantasyonun ACE-inhibitör aktiviteye katkıda bulunduğu, (%61,5) fermantasyonun esmer pirinçte 1.5-2.4 kat kadar ACE inhibisyonunu geliştirdiğini bildirmişlerdir.

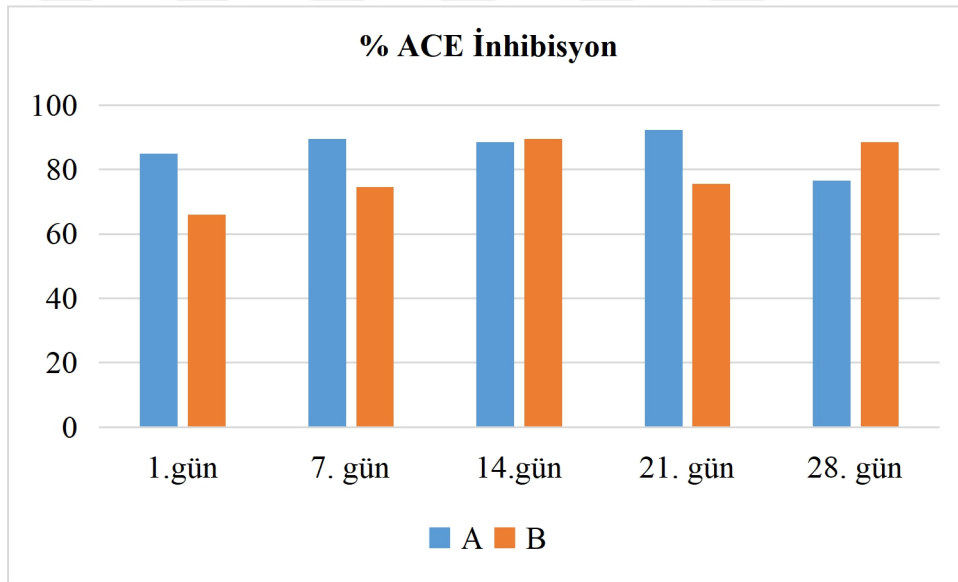
Bazı yoğurtların ACE-inhibisyon aktivitesinin incelendiği bir çalışmada meyveli soya yoğurdunun çok yüksek (%92) ACE-inhibisyon aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Apostolidisve diğ, 2006).

Fermente bitkisel sütlerde ACE-inhibitör aktivite en önemli biyofonksiyonel özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada fermente soya sütünde ACE-inhibitör aktivitenin %41-%48 aralığında olduğu bildirilmiştir. Probiyotik suş kullanımının ACE-inhibitör aktiviteyi geliştirdiği bildirilmiştir. Çalışmada fermente soya sütü için iyi

bir ACE-inhibitör kaynağı olarak kullanılabilceği ve hipertansiyon tedavisinde kullanılabilceği bildirilmiştir (Trupti ve diğ, 2021).

Donkor ve diğ. (2006) probiyotik soya yoğurdunda, sadece yoğurt starter kültürü ile üretilen yoğurda kıyasla ACE inhibitör aktivitede artış görüldüğü ve bu artışın, probiyotiklerin daha yüksek proteolitik aktivite göstermesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Ramchandran ve Shah (2009) yaptıkları çalışmada yoğurtların %ACE-inhibitör aktivitesinde depolama süresi boyunca düzenli olmayan değişimler gözlemlemiştir. Depolama sürecinin 7. gününde ACE-inhibisyonda artış, 14. ve 21. günlerde düşüş gözlemlendiğini ve tekrar 28. günde artış olduğunu bildirmişlerdir. Bu değişimler ACE-inhibitör peptitlerin konsantrasyonunu değiştirebilecek proteolitik aktivite ile açıklanmıştır.



Şekil 4. 18 : Depolama süresine optimize yoğurt örneği ve kontrol örneğinin % ACE-inhibisyon değerinde meydana gelen değişiklikler.

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

4.2.9 Yoğurt örneklerinde uçucu bileşiklerin GS-MS ile belirlenmesi

Lezzet, yoğurt kalitesinin belirlenmesinde önemli bir kalite özelliğidir. Bazı aroma bileşikleri sütte doğal olarak bulunurken, bazıları fermantasyon işlemi sırasında üretilir.

Yoğurt örneklerinin aroma profilleri incelendiğinde RI değeri sırasıyla 1176 ve 1790 olan 3-Heptanone 2-methyl- ve Pentanoic acid 2-methyl- standart maddeleri haricinde kayısı çekirdeği sütü takviyeli probiyotik yoğurt örneğinde 21 çeşit aroma maddesine

rastlanırken kontrol örneğinde 17 çeşit aroma maddesi belirlenmiştir. Bu aroma maddeleri; Pentane, Pentan 2-metil, Hexane, Acetaldehide, 1,2-Ethandiol, Acetic acid etenyl ester, 2-Pentanone, 2,3-Pentanedione, Hexanal, Butanoik asit butil ester, metil valerat, 2-Heptanone, 1-Limonene, 4-Octanone, Acetoin, Hexanoic acid, 2-Decanone, 2-Ethylbutyl hexanoate, Benzaldehide, Benzenemethanol ve Benzylhydrazine olarak ortaya çıkmıştır. Kayısı çekirdeği sütü içeren yoğurt örneğinde kontrol örneğinden farklı olarak limonane, benzaldehit, benzil alkol ve benzilhidrazin aroma maddeleri tespit edilmiştir. Bu aroma maddelerinin ppm düzeyindeki miktarları Çizelge 4.19'da görülmektedir. Kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte baskın aldehitin benzaldehit olduğu görülmüş, buna karşın %100 inek sütü içeren örnekte beklendiği üzere asetaldehit olduğu belirlenmiştir.

Özer ve diğ. (2007) yoğurdun tipik aromasının, esas olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından üretilen çeşitli karbonil bileşiklerinden, yani asetaldehit, aseton ve diasetilden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Asetaldehit, yoğurdun ana lezzet bileşeni olarak kabul edilir ve karbonil bileşikleri, özellikle de asetaldehit ve aseton arasındaki oran, yoğurtta arzu edilen lezzetin oluşumundan sorumludur. Asetaldehitin çoğu fermantasyon sırasında oluşur ve asetaldehidin stabilitesi pH'a bağlıdır. Daha düşük pH değerlerinde, asetaldehit kolaylıkla asetata oksitlenebilir ve bu nedenle depolama sırasında asetaldehit seviyesi azalabilmektedir. (Batista ve diğ, 2015) yoğurtlarda bulunan diasetilin, esas olarak *S. thermophilus'un* metabolik aktivitesinden kaynaklanırken, asetaldehitin, *L. bulgaricus'un* varlığından dolayı oluştuğu belirtilmiştir.

Suchard ve diğ. (1998) amigdalin, kayısı çekirdeklerinde bulunan siyanojenik bileşiktir. Amigdalinin tam hidrolizi, hidrojen siyanür, 2 molekül glikoz ve benzaldehit verir. Kayısı çekirdekleri bütün olarak yutulduğunda bu mekanizma düşük olarak gerçekleşir ancak öğütme benzeri işlemler hidrolizi artırabilir. Çalışmamda tespit edilen benzaldehit, kayısı çekirdeği sütü üretiminde gerçekleştirilen blenderda parçalama işlemi neticesinde ortaya çıkmış olabilir.

Badem, kayısı, kiraz ve şeftali gibi meyvelerin tohumlarında bulunan benzaldehit, reaktif aldehit hidrojeni, karbonil grubu ve benzen halkası nedeniyle çok yönlü bir aroma maddesi olarak görülmektedir. Acı badem yağının karakteristik benzaldehit kokusu, glikozit amigdalinin hidrolizi ile oluşan eser miktarda serbest benzaldehit nedeniyle oluşur (Opgrande ve diğ, 2000).

Kaplan ve Levent, (2019) kayısı meyvesinde yaptıkları uçucu organik bileşiklerin analizinde en yüksek oranda terpen grubundaki bileşiklerin saptandığı ve kayısı meyvesinde terpen grubu bileşiklerden en fazla limonen varlığı tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada kayısı çekirdeği sütünde kayısı meyvesiyle benzer şekilde limonene varlığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. 19 : Yoğurt örneklerinin GC-MS ile belirlenen aroma maddeleri ve miktarları (ppm).

Aroma Maddesi	RI	A	B
Pentane	664	0,86±0,60	0,61±0,11
Pentane 2- methyl	672	0,46±0,26	0,34±0,09
Hexane	677	0,15±0,01	0,40±0,14
Acetaldehyde	707	0,33±0,24	0,35±0,12
1,2-Ethandiol	859	0,18±0,21	0,45±0,05
Acetic acid ethenyl ester	965	0,58±0,22	0,22±0,17
2-Pentanone	969	0,27±0,06	0,23±0,02
2,3-Pentanedione	1055	0,96±0,41	0,67±0,20
Hexanal	1090	0,07±0,03	0,04±0,01
Butanoik asit butil ester	1089	0,39±0,45	0,06±0,02
Methylvalerate	1098	0,71±0,46	1,00±0,12
2-Heptanone	1191	0,29±0,14	0,27±0,09
l-Limonene	1206	0,15±0,07	0±0
4-Octanone	1237	0,10±0,03	0,11±0,05
Acetoin	1304	0,78±0,48	0,51±0,16
Hexanoic acid	1314	0,80±0,34	0,58±0,09
2-Decanone	1406	0,06±0,02	0,03±0,04
2-Ethylbutyl hexanoate	1458	0,10±0,13	0,19±0,15
Benzaldehyde	1553	2,45±1,11	0±0
Benzenemethanol	1908	0,37±0,14	0±0
Benzyldrazine	1948	0,11±0,04	0±0

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Kayahan (2016) tarafından soğuk pres kayısı ve erik çekirdek yağlarının oksidatif stabilitesinin araştırıldığı çalışmada kayısı çekirdeği yağında uçucu bileşikleri belirlenmiş ve kayısı çekirdek yağında hekzanal, furfural, heptanal, benzaldehit, nonanal olmak üzere 5 tane aldehit, hekzanoik asit ve pentanoik asit, isoamil asetat, 2-heptanon ve 2-pentil furan tespit etmiştir. Aldehitlerden en yüksek düzeydeki bileşenin benzaldehit olduğu ve kayısı çekirdeği yağında 58.40×10^6 AU (Arbitrary Unit) düzeyinde görüldüğü bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada, ikame süt olarak kayısı çekirdeği kullanılan kefirlerde aroma profili belirlenmiş ve kayısı çekirdeği sütü ile üretilen kefirlerde inek sütünden farklı olarak hexan-2-ol, tetradecanoic asit, tridecanoic asit, 11-octadecanoic asit, heptadecanoic asit, ricinoleic asit, eicosanoic asit, octadecanoic asit, cyclotrisiloxane, hexamthyl, pentane, cyclohexasiloxane, docosane, cycloheptasiloxane, phenol, octadecane, cyclotetrasiloxane, cyclopentasiloxane, nonane, cyclooctasiloxan, tetradecane, hexadecane, cyclononasiloxane, benzaldehyde glycerylacetel ve methyl hexadec-9-enoate organik bileşiklerinin bulunduğu belirtilmiştir (Özgül, 2019).

Pentanal, hegzanal, heptenal, oktanal, nonanal seviyesi yüksekliği ile kötü tat arasındaki korelasyonun bu aldehitlerin ışıkta depolanan yoğurtlarda kalite bozulmasının belirteci olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Carrillo-Carrión ve diğ., 2007). Çalışmada bu aroma maddelerinden hegzanalın düşük düzeyde varlığı saptanmıştır.

4.2.10 Yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik analizler

Depolamanın süresinin 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Yoğurt örneklerinde streptokok değeri 9,13-8,52 kob/g aralığında değişmektedir. Örnekler arasında depolamanın 7. ve 14. gününde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş, kayısı çekirdeği sütü içeren örnekte 1. gün haricindeki günlerde streptokok sayısının daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolama süresi boyunca ise streptokok periyodik olarak düşüş yaşandığı görülmüştür. Depolama başlangıcı ve depolamanın son günü arasındaki bu fark $P < 0.01$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Uzuner (2012) probiyotik yoğurtta prinç sütü kullanımı ile ilgili gerçekleştirdiği çalışmada probiyotik yoğurtta 5-19 ile 9,75 aralığında *Streptococcus thermophilus* bakteri sayısı bildirmiş ve 21 günlük depolama süreci boyunca yapılan analizlerde en yüksek değer 1. gün en düşük değerin 21. gün örneğinde görüldüğünü belirtmiştir.

Topçuoğlu (2019) Badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretiminde *Streptococcus thermophilus* sayısının 8 kob/g ile 9,36 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Literatürdeki bu değerler çalışmamızla örtüşmektedir.

Yoğurt örneklerinde laktobasil değeri 8,06-7,63 kob/g aralığında değişmiştir. Kayısı çekirdeği sütü içeren örnek ve %100 inek sütü içeren kontrol örneği arasında depolamanın tüm günlerinde laktobasil içeriği yönünden istatistiksel olarak $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde fark görülmüştür. 7. gün örnekleri hariç depolamanın tüm periyotlarında laktobasil miktarı kontrol örneğinde daha yüksek seviyede görülmüştür.

Tamime ve diğ. (2005) probiyotik ürünlerin depolama süresi boyunca sağlık üzerinde olumlu yönde etki etmesi için ürünün en az 10^6 kob/g canlı mikroorganizma içermesi, istenen seviyede terapötik etkinin görülmesi için ise günlük olarak alınması önerilen miktarın $10^8 - 10^9$ kob/g seviyesinde olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. 20 : Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analizlerinde görülen değişiklikler.

Parametre	Gün	A	B	İstatistik Örnekler arası P
Streptokok (log10 kob/g)	1	9,12±0,05 ^a	9,13±0,01 ^a	-
	7	9,09±0,02 ^a	9,04±0,02 ^b	**
	14	9,05±0,01 ^a	8,83±0,01 ^c	**
	21	8,59±0,10 ^b	8,54±0,02 ^d	-
	28	8,53±0,05 ^b	8,52±0,05 ^d	-
Laktobasil (log10 kob/g)	1	7,65±0,02 ^c	7,91±0,03 ^b	**
	7	7,98±0,01 ^a	7,92±0,02 ^b	*
	14	7,81±0,04 ^b	8,06±0,02 ^a	**
	21	7,63±0,01 ^c	8,04±0,01 ^a	**
	28	7,63±0,03 ^c	8,02±0,00 ^a	**

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Örnekler arasında istatistiksel farkın $P<0.05$ düzeyinde olması durumunda ‘*’sembolü, $P<0.01$ düzeyinde olması durumunda ‘**’ sembolü ve örnekler arası istatistiksel farkın önemsiz bulunması durumunda ise ‘-’ sembolü kullanılmıştır. Aynı sütunda farklı harflerle (a, b, c, d) gösterilen depolama günleri arasında $P<0.05$ düzeyinde fark önemli bulunmuştur.

Optimize edilmiş kayısı çekirdeği sütlü yoğurt örneğinde laktobasil miktarı depolamanın 7. gününe kadar artma 7. günden sonra azalma eğiliminde olmuştur. Kontrol örneğinde ise bu durum 14. günden sonra gerçekleşmiştir.

Güler-Akın ve Akın (2007) yaptıkları çalışmada *L. acidophilus*'un canlılığının depolama süresi ile birlikte düştüğünü depolama süresi boyunca örneklerin asitliğindeki artışla ilişkilendirmişlerdir.

Çakmak (2019) tarafından inek ve soya sütü karışımından üretilen yoğurt örneklerinde çalışmamıza benzer şekilde depolamanın 7. ve 14. günlerinde probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium spp.*) sayılarında artış belirlenirken depolamanın ilerleyen günlerinde ise azalış olduğu bildirilmiştir.

Özbey (2004) tarafından soya sütlü probiyotik yoğurt üretimi olanaklarının araştırıldığı çalışmada ise 14 günlük depolama süresi boyunca *L. acidophilus* sayısında artış olduğu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde probiyotik içerik depolama süresi boyunca önerilen seviyenin üstünde (10^6 kob/g) bulunmuştur.

Çalışmada depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde maya ve küf saptanmamıştır.

4.2.11 Depolama süresince yoğurt örneklerinin duyuşal değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler

Optimize yoğurt örneğinin tüketilebilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği lisansüstü öğrencileri ve bölüm hocalarından oluşan panelist grubu tarafından duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Depolama süresince yoğurt örneklerini duyuşal değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Panelistler tarafından yapılan duyuşal değerlendirmede görünüş parametresine ait en yüksek puana depolamanın 7. gününde sahip olmuştur. 14. gün haricindeki günlerde kayısı çekirdeği sütü içeren örnek ve kontrol örneği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$).

Renk, bir gıda ürününün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği için önemli bir husustur. Yoğurt örneklerine ait en yüksek renk puanı depolamanın 7. gününde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde depolamanın 7. günü hariç kontrol örneği daha yüksek

puan almıştır. Bu durum kayısı çekirdeği sütlü örneğin kontrol örneğinden daha koyu renkte olmasından kaynaklanmış olabilir. Görünüş puanına benzer şekilde renk puanında da depolamanın 14. günü haricinde örnekler arasında anlamlı bir farklılığın ($P>0.05$) olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4. 21 : Depolama süresince yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirmesinde meydana gelen değişiklikler.

Parametre	Gün	A	B	İstatistik Örnekler arası <i>P</i>
Görünüş	1	7,84±0,39 ^a	7,75±0,10 ^b	-
	7	7,92±0,29 ^a	8,25±0,10 ^a	-
	14	7,00±0,20 ^b	7,83±0,00 ^{ab}	**
	21	7,70±0,12 ^a	7,70±0,35 ^b	-
Renk	1	7,50±0,38 ^b	7,67±0,00 ^c	-
	7	8,33±0,00 ^a	8,33±0,00 ^a	-
	14	7,59±0,10 ^b	8,00±0,00 ^b	**
	21	7,80±0,00 ^b	7,90±0,12 ^b	-
Tat	1	7,16±0,19 ^a	7,83±0,19 ^a	**
	7	7,34±0,39 ^a	7,83±0,38 ^a	-
	14	6,25±0,29 ^{ab}	7,25±0,29 ^a	**
	21	5,70±0,81 ^b	5,10±0,35 ^b	-
Koku	1	7,34±0,39 ^{ab}	8,00±0,20 ^a	*
	7	7,75±0,29 ^a	8,09±0,10 ^a	-
	14	7,34±0,19 ^{ab}	7,42±0,29 ^b	-
	21	7,00±0,23 ^b	7,00±0,23 ^b	-
Genel Kabuledilebilirlik	1	7,34±0,39 ^{ab}	7,75±0,09 ^b	-
	7	7,75±0,29 ^a	8,17±0,39 ^a	-
	14	7,00±0,20 ^{ab}	7,41±0,10 ^c	*
	21	6,50±0,58 ^b	6,30±0,12 ^d	-

A: %20 kayısı çekirdeği sütü, %0,9 transglutaminaz enzimi içeren probiyotik yoğurt örneği, B: %100 inek sütü ile üretilen yoğurt örneği (kontrol)

Örnekler arasında istatistiksel farkın $P<0.05$ düzeyinde olması durumunda ‘*’sembolü, $p<0.01$ düzeyimnde olması durumunda ‘**’ sembolü ve örnekler arası istatistiksel farkın önemsiz bulunması durumunda ise ‘-’ sembolü kullanılmıştır. Aynı sütunda farklı harflerle (a, b, c, d) gösterilen depolama günleri arasında $P<0.05$ düzeyinde fark önemli bulunmuştur.

Yoğurt örneklerinde depolamanın tüm günlerinde kontrol örneğinin tat puanı daha yüksek bulunurken 21. gün örneklerinde kayısı çekirdeği sütlü örneğin skoru daha yüksek

bulunmuştur. Yanıt yüzey yöntemi ile saptanan optimum noktalardan biri olan 7. günde kayısı çekirdeği sütü içeren ve %100 inek sütü içeren örnekler arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Bu noktada yanıt yüzey yöntemi tarafından belirlenen tahmini sonuçlar bir kez daha doğrulanmıştır. Yoğurt örneklerinde depolama süresinin ilerleyişi ile birlikte tat skorunda beklendiği üzere azalma görülmüştür. Depolamanın ilk günü ve son günü arasında kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurt örneğinde görülen bu düşüş istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu değişim mikroorganizmaların ürettiği metabolitler ve asitlik değerinde meydana gelen artışla ilişkilendirilebilir.

Yoğurt örneklerinde depolamanın 7. gününde koku puanları artmış, 14. ve 21. günlerde periyodik olarak düşmüştür. Kayısı çekirdeği sütü içeren örnek kontrol örneğinden daha düşük puanlara sahip olsada bu fark sadece depolamanın 1. gününde anlamlı bulunmuştur.

Duyusal analiz parametrelerinden görünüş, renk, tat, koku puanlamalarında olduğu gibi genel kabul edilebilirlik skorunda da 7. gün örnekleri en yüksek ortalamaya sahip olmuştur. Bu durum yanıt yüzey yöntemi ile de belirlenmiş olan %20 kayısı çekirdeği sütü, %0.9 transglutaminaz ve 7. depolama günü koşullarıyla da örtüşmektedir. Diğer duyu analiz parametrelerinde olduğu gibi genel kabul edilebilirlik puanlarında da sadece 14. gün örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş diğer günlerde bu fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince kayısı çekirdeği sütü takviyeli yoğurt örneğinde depolama süresinin ilerleyişi ile birlikte istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bir fark görülmemiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından depolama süresince önemli farkın görülmemesi neticesinde yoğurt örneğinin depolama süresi boyunca stabilitesini koruduğu sonucuna varılmıştır. Örnekler arasında ise genel kabuledilebilirlik puanlarının yakın bulunması, tüketicilerin %20 oranındaki kayısı çekirdeği sütü içeriği olumsuz karşılamadığı, tüketilebilirlik için tipik probiyotik yoğurt beklentilerini karşıladığı sonucuna varılmıştır.

Demirkesen ve diğ. (2018) mikro-akışkanlaştırma işleminin fındık kullanılan yoğurt formülasyonunun mikro yapısı ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada numunelerin doku, lezzet, görünüm ve genel kabul edilebilirlik gibi duyu özellikleri de değerlendirilmiş, yüksek yağ içeriği nedeniyle fermente fındık ürününün doku skorları geleneksel inek sütü yoğurdu ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca fermente edilmiş fındık sütü ürün puanlarındaki sapmaların inek

sütüne göre daha yüksek olması fındık esaslı örneklerin karakteristik aroması ve kahverengimsi rengi ile ilişkilendirilmiştir.

Soya, manda ve inek sütünün optimal kombinasyonunun araştırıldığı bitkisel sütlü yoğurdun duyusal değerlendirilmesinde en düşük skoru %100 soya sütü içeren örneğin aldığı ancak soya sütüne ilave edilen manda ve inek sütünün soya sütlü yoğurdun genel kabul edilebilirliğini artırdığı belirtilmiştir. Çalışmada aynı zamanda depolama süresinin ilerleyişi ile birlikte duyusal değerlendirme puanlarının düştüğü görülmüş bu düşüş asitliğin ve serum ayrılmasının artışıyla ilişkilendirilmiştir (Ghoneem ve diğ, 2018).

Bitki bazlı sütlerde beinsel içerik ürünler arasında büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Genel olarak inek sütüne protein, esansiyel amino asit, D vitamini, kalsiyum, iyot ve demir gibi mineraller yönünden fakirdir. Buna karşın bitkisel sütlerde bulunan fitik asit, lektin ve saponin gibi bileşenler besinlerin emilimini etkileyebilir. Örneğin fitik asit temel mineralleri bağlayarak emilimini etkilerken, lektinler bağırsakta glikoz emilimini engelleyerek kalori alımını etkileyebilir. Saponinler ise saponin-protein kompleksi oluşturarak proteinlerin sindirimini etkileyebilir (Chalupa-Krebzda ve diğ, 2018). Tüketiciler tarafından kayısı çekirdeği sütü ile üretilen yoğurdun beğeniyle karşılanmasına karşın bitki bazlı sütlerde hammadde türüne bağlı olarak görülen değişikliklerin ortaya çıkarabileceği olumsuzlukları önlemek adına daha sonraki çalışmalarda kayısı çekirdeği sütü ve kayısı çekirdeği sütünden elde edilen ürünlerin besinsel değerler yönünden çalışmalar yapılması gerekmektedir.

5. SONUÇLAR

Laktoz intoleransı, inek sütü alerjisi, özel beslenme ihtiyacı gibi tıbbi nedenlerin yanısıra sürdürülebilir gıda üretimi ve vegan tarzı beslenme konusunda farkındalığın artması nedeniyle inek sütü alternatiflerine yönelik tüketici talebi artmıştır.

Bitkisel süt üretiminde pirinç, mısır, soya, yulaf, susam, badem, fındık, yer fıstığı gibi çok çeşitli bitkiler kullanılabilir. Bu süt ürünlerinin dayanıklılığını artırmak için fermente ürün eldesinde kullanılabilirliğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Bitkisel sütlerden üretilen yoğurt ve benzeri ürünlerde en önemli sorun tekstürel özellikler ve tüketicilerin alışkın olmadıkları lezzete karşı gösterdikleri ön yargı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bitkisel sütlerden üretilen ürünlerin eldesinde ortaya çıkan olumsuzlukları azaltmak amacıyla yanıt yüzey yöntemi ile kayısı çekirdeği sütünün yüzde miktarı, yoğurt yapısını iyileştirmek amacıyla kullanılan transglutaminazın miktarı ve deney sonuçlarının istenilen özellikleri en iyi gösterdiği depolama sürecini bulmak amacıyla merkezi kompozit tasarımı ile deneysel tasarım gerçekleştirilmiştir. Deneysel tasarımda ortaya çıkan örneklerin duyu analizi, asitlik ve ACE inhibisyon analizlerine verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Çalışmada duyu analizi tat puanı ve ACE-inhibisyon değeri kuadratik modele uyumlu bulunurken diğer duyu değerlendirme parametreleri, su tutma kapasitesi ve asitlik değeri lineer modelle uyumlu bulunmuştur.

Yanıt yüzey yöntemi tarafından bağımsız değişkenlerin analizlere verdiği yanıtlar incelendiğinde optimum noktanın %20 kayısı çekirdeği sütü, % 0.9 transglutaminaz içerdiği probiyotik yoğurt örneğinde depolamanın 7. gününde olduğu görülmüştür. Bu koşullar altında yapılan analizler ve yanıt yüzey yöntemi ile tahmin edilen sonuçlar karşılaştırıldığında değerler birbirine yakın bulunmuştur. Bu nedenle kayısı çekirdeği sütünden probiyotik yoğurt üretimi için yanıt yüzey yönteminin başarıyla uygulandığı ve yanıt yüzey yönteminin tahminleri başarıyla gerçekleştirdiği görülmüştür.

Optimizasyon çalışmasından sonra %20 kayısı çekirdeği sütü, % 0.9 transglutaminaz içeren örnekte depolama süresinin etkisinin görülmesi ve geliştirilen kayısı çekirdeği sütü probiyotik yoğurdun probiyotik inek sütü yoğurduna karşı incelenmesi için çalışmada belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir. Kayısı çekirdeği sütü takviyeli probiyotik yoğurt örneğinin pH'nın inek sütü yoğurduna daha düşük, asitliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kayısı çekirdeği sütü takviyesinin daha yüksek serum ayrılmasına ve ters

orantılı olarak daha düşük su tutma kapasitesi ve viskoziteye sebep olmuştur. DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivite 156 mg/L-202 mg/L aralığında değişirken, FRAP metodu ile belirlenen antioksidan aktivite 83 mg/L-122 aralığında belirlenmiştir. Antioksidan aktivite sonuçları neticesinde kontrol yoğurdu ve kayısı çekirdeği sütü takviyeli probiyotik yoğurt arasında önemli bir fark görülmemiş ayrıca depolama süresinin ilerleyişiyle birlikte inek sütü yoğurdu antioksidan aktivitesinde kayısı çekirdeği sütlü yoğurda kıyasla daha keskin bir düşüş görüldüğü belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin her ikisinde de probiyotik içeriğin bir sonucu olarak depolama süresi boyunca yüksek ACE-inhibisyon aktivite belirlenmiştir. Kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğinin %76,63-92,41 aralığında saptanan %ACE-inhibisyon değeri %66,09-89,48 ile kontrol yoğurdundan yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde IC₅₀ değeri de kayısı çekirdeği sütü ilaveli yoğurt örneğinde 30,33-46,12 mg/L aralığında bulunurken, kontrol yoğurdunda 27,89-42,78 mg/L aralığında saptanmıştır. Ayrıca yoğurt örneklerinin her ikisinde de (7,63-8,06 kob/g laktobasil) depolama süreci boyunca probiyotik canlılık arzu edilebilir düzeyde saptanmıştır.

Yoğurt örneklerinde belirlenen aroma profili neticesinde kayısı çekirdeği sütü takviyeli örnek ve kontrol örneği arasında farklı uçucu bileşikler saptanmıştır. Kayısı çekirdeği sütü takviye edilen örnekte kontrol örneğinden farklı olarak benzaldehit, benzil alkol ve benzil hidrazin varlığı tespit edilmiş bu farklılığın kayısı çekirdeklerinde bulunan amigdalinin parçalanma ürünlerinin sonucu olarak ortaya çıkmış olabileceği düşünülmüştür. Ancak yoğurt örneklerinde amigdalin varlığına dair çalışmamda herhangi bir analiz bulunmadığı için daha sonraki çalışmalarda bu bileşiklerin kaynağı ile ilgili çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Çalışmadaki fizikokimyasal, mikrobiyolojik analizler, sağlık üzerine pozitif etkiler gösteren antioksidan aktivite ve ACE-inhibisyon aktivite analizlerinden alınan olumlu sonuçların yanısıra duyuşal değerdendirmelerden alınan olumlu sonuçlar neticesinde kayısı çekirdeği sütü takviyesiyle üretilen probiyotik yoğurdun vegan ve vejetaryan tarzı beslenme alışkanlığına sahip kişiler, laktoz intoleransı, hayvansan protein alerjisi ve özel diyet ihtiyacı olan bir çok grup tarafından fonksiyonel bir gıda olarak tüketilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abou-Dobara, M. I., Ismail, M. M., & Refaat, N. M.** (2016). Chemical composition, sensory evaluation and starter activity in cow, soy, peanut and rice milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 5(3), 1-8.
- Abou-Soliman, N. H., Sakr, S. S., & Awad, S.** (2017). Physico-chemical, microstructural and rheological properties of camel-milk yogurt as enhanced by microbial transglutaminase. *Journal of food science and technology*, 54(6), 1616-1627.
- Afaneh, I., Abu-Alruz, K., Quasem, J. M., Sundookah, A., Abbadi, J., Alloussi, S., & Sawalha, S.** (2011). Effect of critical processing variables on sesame milk quality. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(4), 517-520.
- Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez, M. D., & Vaquero, M. P.** (2021). Foods for plant-based diets: Challenges and innovations. *Foods*, 10(2), 293.
- Almnura, A. M., & Arabia, S.** (2011). Fundamental elements to produce sesame yoghurt from sesame milk. *Am. J. Appl. Sci*, 8, 1086-1092.
- Alpaslan, M., & Hayta, M.** (2006). Apricot kernel: Physical and chemical properties. *Journal-American Oil Chemists Society*, 83(5), 469.
- Apostolidis, E., Kwon, YI ve Shetty, K.** (2006). Diyabet ve hipertansiyon yönetimi için seçilmiş yoğurtların potansiyeli. *Gıda biyokimyası dergisi*, 30 (6), 699-717.
- Aprodu, I., Gurau, G., Ionescu, A., & Banu, I.** (2011). The effect of transglutaminase on the rheological properties of yogurt. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 12(2), 185.
- Ardelean, A. I., Otto, C., Jaros, D., & Rohm, H.** (2012). Transglutaminase treatment to improve physical properties of acid gels from enriched goat milk. *Small Ruminant Research*, 106(1), 47-53.
- Arslan, A. S.** (2019). Kefir üretiminde β -Glukan ve transglutaminaz enzimi kullanımının ürün kalitesi üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi) Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Baek, Y. J., & Lee, B. H.** (2009). Probiotics and prebiotics as bioactive components in dairy products. *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, 287.
- Batista, A. L., Silva, R., Cappato, L. P., Almada, C. N., Garcia, R. K., Silva, M. C., & Cruz, A. G.** (2015). Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical–chemical and metabolic activity analyses. *Food Research International*, 77, 627-635.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J.** (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C.** (2015a). Development of a non-dairy probiotic fermented product based on almond milk and inulin. *Food Science and Technology International*, 21(6), 440-453.
- Bernat, N., Cháfer, M., González-Martínez, C., Rodríguez-García, J., & Chiralt, A.** (2015b). Optimisation of oat milk formulation to obtain fermented derivatives by

using probiotic *Lactobacillus reuteri* microorganisms. *Food Science and Technology International*, 21(2), 145-157.

- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escaleira, L. A.** (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977.
- Bitaraf, M. S., Khodaiyan, F., Mohammadifar, M. A., & Mousavi, S. M.** (2012). Application of response surface methodology to improve fermentation time and rheological properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus reuteri*. *Food and Bioprocess Technology*, 5(4), 1394-1401.
- Cáceres, P. J., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., García-Mora, P., & Frías, J.** (2019). Development of a multifunctional yogurt-like product from germinated brown rice. *LWT*, 99, 306-312.
- Čakarević, J., Vidović, S., Vladić, J., Gavarić, A., Jokić, S., Pavlović, N., ... & Popović, L.** (2019). Production of bio-functional protein through revalorization of apricot kernel cake. *Foods*, 8(8), 318.
- Canberk, A. Y., & Şanlı, T.** (2018). Süt Ürünlerinde Biyoaktif Peptitlerin Oluşumu ve Fonksiyonel Özellikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 115-120.
- Carrillo-Carrión, C., Cardenas, S., & Valcarcel, M.** (2007). Vanguard/rearguard strategy for the evaluation of the degradation of yoghurt samples based on the direct analysis of the volatiles profile through headspace-gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1141(1), 98-105.
- Chalupa-Krebzdak, S., Long, C. J., & Bohrer, B. M.** (2018). Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *International dairy journal*, 87, 84-92.
- Ciau-Solís, N. A., Acevedo-Fernández, J. J., & Betancur-Ancona, D.** (2018). In vitro renin–angiotensin system inhibition and in vivo antihypertensive activity of peptide fractions from lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(2), 781-786.
- Dağyıldız, K.** (2015) Soya sütü ve inek sütü karışımı kullanılarak yapılan kefirlerin fizikokimyasal mikrobiyal ve duyuşal özellikleri üzerine transglutaminaz enziminin etkisi (Yüksek lisans tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Das, A., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R.** (2012). Cereal based functional food of Indian subcontinent: a review. *Journal of food science and technology*, 49(6), 665-672.
- 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.
- Demir, H., Simsek, M., & Yıldırım, G.** (2021). Effect of oat milk pasteurization type on the characteristics of yogurt. *LWT*, 135, 110271.
- Demirkesen, I., Vilgis, T. A., & Mert, B.** (2018). Effect of microfluidization on the microstructure and physical properties of a novel yoghurt formulation. *Journal of Food Engineering*, 237, 69-77.

- Diarra, K., Nong, Z. G., & Jie, C.** (2005). Peanut milk and peanut milk-based products production: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(5), 405-423.
- Dibazar, P., Khosrowshahi Asl, A., & Zomorodi, S.** (2016). Optimization grape fiber and chitosan amounts in fruit yoghurt using response surface methodology (RSM). *Journal of Food Science & Technology (2008-8787)*, 13(51).
- Donkor, O. N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., & Shah, N. P.** (2005). Probiotic strains as starter cultures improve angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in soy yogurt. *Journal of food science*, 70(8), m375-m381.
- Durmaz, G., & Alpaslan, M.** (2007). Antioxidant properties of roasted apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel. *Food chemistry*, 100(3), 1177-1181.
- Durukoğlu, G.** "“Yoğurt” Sözcüğünün Kökenine Dair Bir Deneme." *Uluslararası Türk Lehçe Araştırmaları Dergisi (TÜRKLAD)* 1.2: 100-103.
- Elias, R. J., Kellerby, S. S., & Decker, E. A.** (2008). Antioxidant activity of proteins and peptides. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(5), 430-441.
- Erk, G., Seven, A., & Akpınar, A.** (2019). Vegan ve vejeteryan beslenmede probiyotik bitkisel bazlı süt ürünlerinin yeri. *GIDA/The Journal of FOOD*, 44(3).
- Ersan, L. Y., & Topçuoğlu, E.** (2019). Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321-339.
- Farnworth, E. R., Mainville, I., Desjardins, M. P., Gardner, N., Fliss, I., & Champagne, C.** (2007). Growth of probiotic bacteria and bifidobacteria in a soy yogurt formulation. *International journal of food microbiology*, 116(1), 174-181.
- FitzGerald, R. J., Murray, B. A., & Walsh, D. J.** (2004). Hypotensive peptides from milk proteins. *The Journal of nutrition*, 134(4), 980S-988S.
- Frank, J. F., Hankin, L., Koburger, J. A., & Marth, E. H.** (1985). Tests for microorganisms (Chapter-9). *Standard method for examination of dairy products*, 17th edn. *American Public Health Association, Washington, D. C.*, 189-201.
- Gaspar, A. L. C., & de Góes-Favoni, S. P.** (2015). Action of microbial transglutaminase (MTGase) in the modification of food proteins: A review. *Food chemistry*, 171, 315-322.
- Gharibzadeh, S. M. T., & Chronakis, I. S.** (2018). Crosslinking of milk proteins by microbial transglutaminase: Utilization in functional yogurt products. *Food Chemistry*, 245, 620-632.
- Ghoneem, G., Ismail, M., El-Boraey, N., Tabekha, M., & Elashrey, H.** (2018). Optimal combination of soy, buffalo, and cow's milk in bioyogurt for optimal chemical, nutritional, and health benefits. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(1), 8-16.
- Ghorab, H., Lammi, C., Arnoldi, A., Kabouche, Z., & Aiello, G.** (2018). Proteomic analysis of sweet algerian apricot kernels (*Prunus armeniaca* L.) by combinatorial peptide ligand libraries and LC-MS/MS. *Food chemistry*, 239, 935-945.
- Gıda, T., & Bakanlığı, H.** (2009). Türk gıda kodeksi fermente süt ürünleri tebliği. *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, Türkiye*, 25, 2009.

- Gjorgievski, N., Tomovska, J., Dimitrovska, G., Makarijoski, B., & Shariati, M. A.** (2014). Determination of the antioxidant activity in yogurt. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 8, 88-92.
- Gómez-Ruiz, J. Á., López-Expósito, I., Pihlanto, A., Ramos, M., & Recio, I.** (2008). Antioxidant activity of ovine casein hydrolysates: identification of active peptides by HPLC–MS/MS. *European Food Research and Technology*, 227(4), 1061-1067.
- Gonzalez-Gonzalez, C. R., Tuohy, K. M., & Jauregi, P.** (2011). Production of angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity in milk fermented with probiotic strains: Effects of calcium, pH and peptides on the ACE-inhibitory activity. *International dairy journal*, 21(9), 615-622.
- Granato, D., Nunes, D. S., & Barba, F. J.** (2017). An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Science & Technology*, 62, 13-22.
- Grasso, N., Alonso-Miravalles, L., & O'Mahony, J. A.** (2020). Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods*, 9(3), 252.
- Gülbandilar, A., Okur, M., & Dönmez, M.** (2017). Fonksiyonel gıda olarak kullanılan probiyotikler ve özellikleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 44-47.
- Güler-Akın, M. B., & Akın, M. S.** (2007). Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chemistry*, 100(2), 788-793.
- Hayaloğlu, A. A.** (2003). Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirlerin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkisi (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hayes, M., Stanton, C., Fitzgerald, G. F., & Ross, R. P.** (2007). Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: bioactive peptide functions. *Biotechnology Journal: Healthcare Nutrition Technology*, 2(4), 435-449.
- Hayta, M., & Alpaslan, M.** (2011). Apricot kernel flour and its use in maintaining health. In *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention* (pp. 213-221). Academic Press.
- Hekmat, S., & Reid, G.** (2006). Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition research*, 26(4), 163-166.
- Hernández-Ledesma, B., Miralles, B., Amigo, L., Ramos, M., & Recio, I.** (2005). Identification of antioxidant and ACE-inhibitory peptides in fermented milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(6), 1041-1048.
- Hickisch, A., Beer, R., Vogel, R. F., & Toelstede, S.** (2016). Influence of lupin-based milk alternative heat treatment and exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria on the physical characteristics of lupin-based yogurt alternatives. *Food Research International*, 84, 180-188.
- Ibeagha-Awemu, E. M., Liu, J. R., & Zhao, X.** (2009). Bioactive components in yogurt products. *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, 235.
- IDF, C.** (1982). processed cheese-determination of the total solid content, IDF Standard 4A. *International Dairy Federation, Brussels, Belgium*.

- IDF, M.** (1993). Determination of the nitrogen (Kjeldahl method) and calculation of the crude protein content, IDF Standard 20B. *International Dairy Federation, Brussels, Belgium.*
- Ilyasoğlu, H., Yılmaz, F., Burnaz, N. A., & Baltacı, C.** (2015). Preliminary assessment of a yoghurt-like product manufactured from hazelnut slurry: Study using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 497-505.
- Isanga, J., & Zhang, G. N.** (2007). Preliminary investigation of the production and characterization of peanut milk based stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Science*, 2(3), 207-216.
- Jauhiainen, T., & Korpela, R.** (2007). Milk peptides and blood pressure. *the Journal of Nutrition*, 137(3), 825S-829S.
- Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E. K.** (2018). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 110, 42-51.
- Jiménez, A. M., Murcia, M. A., Parras, P., & Martínez-Tomé, M.** (2008). On the importance of adequately choosing the ingredients of yoghurt and enriched milk for their antioxidant activity. *International journal of food science & technology*, 43(8), 1464-1473.
- Kaplan, M., & Levent, O.** (2019). Farklı kurutma yöntemlerinin 12-Kadıoğlu kayısı çeşidinin uçucu organik bileşenleri üzerine etkisi. *Derim*, 6-6.
- Kayahan, M.** (2016) Soğuk pres kayısı ve erik çekirdek yağlarının oksidatif stabilitesinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi) Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Kerry, RG, Patra, JK, Gouda, S., Park, Y., Shin, HS ve Das, G.** (2018). Probiyotiklerin insan sağlığı için faydası: Bir inceleme. *Gıda ve ilaç analizi dergisi*, 26 (3), 927-939.
- Kieliszek, M., & Misiewicz, A.** (2014). Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. *Folia microbiologica*, 59(3), 241-250.
- Kırmacı, H. A.** (2005). Yağsız yoğurtlarda transglutaminaz enzimini kullanımının yoğurdun tekstürel özellikleri üzerine etkileri. (Yüksek lisans tezi), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Korhonen, H. J.** (2009). Bioactive components in bovine milk. *Bioactive components in milk and dairy products*, 15-42.
- Korhonen, H., & Pihlanto, A.** (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International dairy journal*, 16(9), 945-960.
- Kundu, P., Dhankhar, J., & Sharma, A.** (2018). Development of non-dairy milk alternative using soymilk and almond milk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(1), 203-210.
- Kuraishi, C., Yamazaki, K., & Susa, Y.** (2001). Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food reviews international*, 17(2), 221-246.
- Lim, S. M.** (2013). Microbiological, physicochemical, and antioxidant properties of plain yogurt and soy yogurt. *미생물학회지*, 49(4), 403-414.
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Gomez, B., Barba, F. J., Mora, L., Perez-Santaescolastica, C., & Toldra, F.** (2018). Bioactive peptides as natural

- antioxidants in food products—A review. *Trends in food science & technology*, 79, 136-147.
- Lourens-Hattingh, A., & Viljoen, B. C.** (2001). Yogurt as probiotic carrier food. *International dairy journal*, 11(1-2), 1-17.
- Lucena, A. P. S., Nascimento, R. J. B., Maciel, J. A. C., Tavares, J. X., Barbosa-Filho, J. M., & Oliveira, E. J.** (2010). Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(1), 30-36.
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K.** (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3), 339-349.
- Maleki, N., Khodaiyan, F., & Mousavi, S. M.** (2015). Antioxidant activity of fermented Hazelnut milk. *Food Science and Biotechnology*, 24(1), 107-115.
- Martinez-Flores, H. E., Cruz, M. C., Larios, S. A., Jiménez, G. E., Figueroa, J. D. C., & Gómez-Aldapa, C. A.** (2005). Sensorial and biological evaluation of an extruded product made from corn supplemented with soybean and safflower pastes. *International journal of food science & technology*, 40(5), 517-524.
- Mei, J., Feng, F., & Li, Y.** (2017). Effective of different homogeneous methods on physicochemical, textural and sensory characteristics of soybean (*Glycine max* L.) yogurt. *CyTA-Journal of Food*, 15(1), 21-26.
- Meiying, Z., Guocheng, D., & Jian, C.** (2002). pH control strategy of batch microbial transglutaminase production with *Streptococcus mobaraense*. *Enzyme and Microbial Technology*, 31(4), 477-481.
- Mituniewicz-Malek, A., Ziarno, M., & Dmytrów, I.** (2014). Incorporation of inulin and transglutaminase in fermented goat milk containing probiotic bacteria. *Journal of dairy science*, 97(6), 3332-3338.
- Mohanty, D. P., Mohapatra, S., Misra, S., & Sahu, P. S.** (2016). Milk derived bioactive peptides and their impact on human health—A review. *Saudi journal of biological sciences*, 23(5), 577-583.
- Muradoğlu, F., Pehlivan, M., Gündoğdu, M., & Kaya, T.,.** (2011). Iğdır yöresinde yetiştirilen bazı kayısı genotiplerin fizikokimyasal özellikleri ile mineral içerikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(1), 17-22.
- Mutlu, M.** (2020) Malatya ilinde yetiştirilen bazı kayısı çeşitlerine ait çekirdek protein hidrolizatlarının biyoaktivitelerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi) İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Nabavi, S., Rafraf, M., Somi, M. H., Homayouni-Rad, A., & Asghari-Jafarabadi, M.** (2014). Effects of probiotic yogurt consumption on metabolic factors in individuals with nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of dairy science*, 97(12), 7386-7393.
- Najafi, M. B. H., Fatemizadeh, S. S., & Tavakoli, M.** (2019). Release of proteolysis products with ACE-inhibitory and antioxidant activities in probiotic yogurt containing different levels of fat and prebiotics. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 25(1), 367-377.
- Ndiaye, B., Sakho, M., Ayessou, N. C., Cisse, O. I. K., Cisse, M., & Diop, C. M.** (2019). Optimization of a Tiger Nut-Based Yoghurt Formulation by Response Surface Methodology. *Food and Nutrition Sciences*, 10(12), 1400.

- Nielsen, S. D., Beverly, R. L., Qu, Y., & Dallas, D. C. (2017). Milk bioactive peptide database: A comprehensive database of milk protein-derived bioactive peptides and novel visualization. *Food chemistry*, 232, 673-682.
- Oprande, J. L., Dobratz, C. J., Brown, E., Liang, J., Conn, G. S., Shelton, F. J., & With, J. (2000). Benzaldehyde. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*.
- Özbey, F., Topçu, A., & Saldamli, İ. (2007). Probiyotik yoğurt üretiminde soya sütü kullanımının yoğurdun kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 32(1), 3-11.
- Ozer, B., Kirmaci, H. A., Oztekin, S., Hayaloglu, A., & Atamer, M. (2007). Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. *International dairy journal*, 17(3), 199-207.
- 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.
- Özgül, Ö. (2019). Kefir üretiminde ikame süt olarak kayısı çekirdeği içi sütü kullanım olanakları (Yüksek lisans tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Öztürk, D., & Karakaş, G. (2017). Kayısı üretimi ve pazarlama sorunları; Malatya ili örneği. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 113-125.
- Ozturkoglu-Budak, S., Akal, C., & Yetisemiyen, A. (2016). Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural, and microbiological properties of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 8511-8523.
- Pandey, S. M., & Mishra, H. N. (2015). Optimization of the prebiotic & probiotic concentration and incubation temperature for the preparation of synbiotic soy yoghurt using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 458-467.
- Park, Y. W. (Ed.). (2009). *Bioactive components in milk and dairy products*. John Wiley & Sons. Wiley-Blackwell Publishers; Ames, Iowa and Oxford, England.
- Park, Y. W., & Nam, M. S. (2015). Bioactive peptides in milk and dairy products: a review. *Korean journal for food science of animal resources*, 35(6), 831.
- Pasephol, T., & Sherkat, F. (2009). Probiotic stability of yoghurts containing Jerusalem artichoke inulins during refrigerated storage. *Journal of Functional Foods*, 1(3), 311-318.
- Pihlanto-Leppälä, A. (2000). Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in food science & technology*, 11(9-10), 347-356.
- Raikos, V., Juskaite, L., Vas, F., & Hayes, H. E. (2020). Physicochemical properties, texture, and probiotic survivability of oat-based yogurt using aquafaba as a gelling agent. *Food Science & Nutrition*, 8(12), 6426-6432.
- Rajmohan, T., & Palanikumar, K. (2013). Modeling and analysis of performances in drilling hybrid metal matrix composites using D-optimal design. *The International journal of advanced Manufacturing technology*, 64(9-12), 1249-1261.
- Ramchandran, L., & Shah, N. P. (2009). Effect of exopolysaccharides on the proteolytic and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activities and textural and rheological

- Topçuoğlu, E.** (2019), Badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretimi (Yüksek lisans tezi) Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Trupti, J. U., Das, S., Solanki, D., Kinariwala, D., & Hati, S.** (2021). Bioactivities and ACE-inhibitory peptides releasing potential of lactic acid bacteria in fermented soy milk. *Food Production, Processing and Nutrition*, 3(1), 1-14.
- TÜİK,** erişim: 24.06.2021,
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sut-ve-Sut-Urunleri-Uretimi-Aralik-2020-37231>
- Türk Standardları Enstitüsü.** "Süt-Yağ Tayini-Gerber Metodu." (1990).
- Uzuner, A.E.** (2012) Probiyotik yoğurt üretiminde pirinç sütü kullanımı. (Yüksek lisans tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vanga, S. K., & Raghavan, V.** (2018). How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk. *Journal of food science and technology*, 55(1), 10-20.
- Watanabe, N., Fujimoto, K., & Aoki, H.** (2007). Antioxidant activities of the water-soluble fraction in tempeh-like fermented soybean (GABA-tempeh). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(8), 577-587.
- Wong, S. S., Wicklund, R., Bridges, J., Whaley, J., & Koh, Y. B.** (2020). Starch swelling behavior and texture development in stirred yogurt. *Food Hydrocolloids*, 98, 105274.
- Wongkhalaung, C., & Boonyaratankornkit, M.** (2000). Development of a yogurt-type product from saccharified rice. *Agriculture and Natural Resources*, 34(1), 107-116.
- Wu, H., Hulbert, G. J., & Mount, J. R.** (2000). Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1(3), 211-218.
- Wu, S., Li, D., Li, S. J., Bhandari, B., Yang, B. L., Chen, X. D., & Mao, Z. H.** (2009). Effects of incubation temperature, starter culture level and total solids content on the rheological properties of yogurt. *International Journal of Food Engineering*, 5(2).
- Yaakob, H., Ahmed, N. R., Daud, S. K., Abd Malek, R., & Rahman, R. A.** (2012). Optimization of ingredient and processing levels for the production of coconut yogurt using response surface methodology. *Food Science and Biotechnology*, 21(4), 933-940.
- Yılmaz-Ersan, L. Y., & Topçuoğlu, E.** (2019). Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321-339.
- Yılmaz-Ersan, L., & Topcuoglu, E.** (2021). Evaluation of instrumental and sensory measurements using multivariate analysis in probiotic yogurt enriched with almond milk. *Journal of Food Science and Technology*, 1-11.
- Yiğit, A. A.** (2020). Animal and plant-based milk and their antioxidant properties. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 4(2), 113-122.
- Yokoyama, K., Nio, N., & Kikuchi, Y.** (2004). Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied microbiology and biotechnology*, 64(4), 447-454.

Yüksel, Z. (2007) Transglutaminazin süt proteinlerinin bazı işlevsel özelliklerinin değişimi üzerine etkisi ve yoğurt ve peynire uygulanabilirliği. (Doktora tezi) Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yüksel, Z., & Erdem, Y. K. (2010). The influence of transglutaminase treatment on functional properties of set yoghurt. *International journal of dairy technology*, 63(1), 86-97.

Zandona, L., Lima, C., & Lannes, S. (2020). Plant-Based Milk Substitutes: Factors to Lead to Its Use and Benefits to Human Health. In *Milk Substitutes*. IntechOpen.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gamze ALKAN

Öğrenim Durumu

Lisans: Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, (2013-2017).

Yüksek Lisans: İnönü Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2018-2021).

Mesleki Deneyim

Toska Tarım Ürünleri Taş. Tic. San. Ltd. Şti, Gıda Mühendisi, (2020-2021).