



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KÜLTÜR ÇEŞİTLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN
YOĞURTLARIN BAZI FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİNE TUĞÇE ELMAS

Tez Danışmanı

PROF. DR. YONCA YÜCEER

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI KÜLTÜR ÇEŞİTLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN
YOĞURTLARIN BAZI FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİNE TUĞÇE ELMAS

Tez Danışmanı

PROF. DR. YONCA YÜCEER

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Emine Tuğçe ELMAS tarafından Prof. Dr. Yonca YÜCEER yönetiminde hazırlanan ve **18/08/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Farklı Kültür Çeşitleri Kullanılarak Elde Edilen Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Yonca YÜCEER (Danışman)

.....

Prof. Dr. Barbaros ÖZER

.....

Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 18/08/2022

.....

Doç Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

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

Emine Tuğçe ELMAS

18/08/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, her konuda bilgisi, becerisi ve tecrübesiyle yanımda olan, bilimsel çalışma anlayışını ve akademik başarısını örnek aldığım saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Yonca YÜCEER'e;

Öğrenim hayatım boyunca her daim arkamda duran ve beni destekleyen biricik ailem, annem Türkan ELMAS'a, babam Hakan ELMAS'a ve kardeşim Nazlı Yağmur ELMAS'a;

İstatistiksel analizlerimde bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli hocam ve jüri üyem Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ'e;

Jüri üyem Prof. Dr. Barbaros ÖZER'e;

Yoğurt üretimi ve laboratuvar çalışmaları süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Arş. Gör. Nesrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ'a, Arş. Gör. Hasan UZKUÇ'a, Arş. Gör. Burcu KAYA'ya;

Duyusal analizlerime destek olan Arş. Gör. Murat BERBER'e, Arş. Gör. Selçuk OK'a ve Arş. Gör. Fatma YILMAZ KORKMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emine Tuğçe ELMAS
Çanakkale, Ağustos 2022

ÖZET

FARKLI KÜLTÜR ÇEŞİTLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN YOĞURTLARIN BAZI FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Emine Tuğçe ELMAS

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yonca YÜCEER

18/08/2022, 97

Bu çalışmada farklı ticari kültürler kullanılarak elde edilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerinin ortaya konarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yoğurtlar %12 kurumaddeli rekonstitüe süt kullanılarak üretilmiştir. 4°C'de 21 gün süreyle depolanan yoğurtlarda pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, viskozite, laktoz, tirozin, uçucu bileşen miktarları ve yoğurt bakterilerinin sayıları belirlenmiştir. Ayrıca ürünlerin karakteristik tanımlayıcı duyuşal özellikleri ve tüketici beğeni düzeyleri ortaya konmuştur. Kültür farklılığının ve depolama günlerinin üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerine etkisinin araştırılmasında Faktöriyel Düzende Varyans Analizi (ANOVA) ve Ortalamaların Analizi (ANOM) tekniklerinden, tüketici sonuçlarının değerlendirilmesinde ise Kendall Uyum Katsayısından yararlanılmıştır. Depolama süresince yoğurtların pH değerlerinde azalma olduğu ve buna bağılı olarak titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve viskozite ölçümleri kültür çeşidine bağılı olarak farklılık göstermiştir. Yoğurt örneklerinin laktoz içeriklerinin depolama süresince azaldığı saptanmıştır. Tüm yoğurtlarda tirozin içeriğı depolama boyunca artmıştır. Yoğurtlardaki uçucu bileşenler katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniğı ile izole edilmiş ve gaz kromatografisi kütle spektrometrisi (GC-MS) ile tanımlanmıştır. Tüm yoğurtlardaki temel uçucu bileşenler asetaldehit, diasetil, asetoin, 2-nonanon, 2-propanol, asetik asit, propanoik asit, bütanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit ve nonanoik asittir. Panelistler tarafından yoğurt örneklerinde topaklı yapı, kıvam, tozumsu/tebeşirimsi yapı,

sünen yapı, pişmiş, kremamsı, fermente, yavan, ekşi, tatlı ve tuzlu terimleri karakteristik tanımlayıcı terimler olarak belirlenmiştir. Tüketici testi sonuçlarına göre en beğenilen yoğurt örneği A, en az beğenilen yoğurt örneği ise F olarak belirlenmiştir. Yoğurtlarda depolama süresince küf ve maya tespit edilmemiştir. Ürünlerin tamamında depolama boyunca *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının $\geq 10^6$ kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, Kültür, Fizikokimyasal özellik, Duyusal



ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME PHYSICOCHEMICAL, MICROBIAL AND SENSORY PROPERTIES OF YOGHURT MADE USING DIFFERENT CULTURES

Emine Tuğçe ELMAS

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Yonca YÜCEER

18/08/2022, 97

In this study, it was aimed to compare the physical, chemical, microbial and sensory properties of yoghurts obtained by using different commercial cultures. Yoghurts were produced by using reconstituted milk with 12% dry matter. pH, titratable acidity, serum separation, water holding capacity, viscosity, lactose, tyrosine, and amounts of volatile components and counts of yoghurt bacteria were determined in yoghurts stored at 4°C for 21 days. In addition, the characteristic descriptive terms of the products and consumer liking levels were stated by sensory analysis. Factorial Analysis of Variance (ANOVA) and Analysis of Means (ANOM) techniques were used to investigate the effects of culture differences and storage days on the physical, chemical, microbial and sensory properties of the produced yoghurts, and Kendall Coefficient of Fit was used to evaluate consumer results. It was observed that there was a decrease in the pH values of the yoghurts during storage and accordingly increase in the titratable acidity values. Serum separation, water holding capacity and viscosity measurements showed differences depending on the culture type. It was determined that lactose contents of yoghurt samples decreased during storage. The tyrosine content of all yoghurts increased during storage. Volatile components in the yoghurts were isolated by solid phase microextraction (SPME) technique and identified by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The main volatile components in all yoghurts were acetaldehyde, diacetyl, acetoin, 2-nonanone, 2-propanol, acetic acid, propanoic acid, butanoic acid, hexanoic acid, heptanoic acid, octanoic acid and nonanoic acid. Lumpy texture, consistency, powdery/chalky texture, creeping texture, cooked,

creamy, fermented, flat, sour, sweet and salty were determined in the yoghurt samples as characteristic descriptive terms. According to the results of the consumer test, the most liked yoghurt sample was determined as A, and the least liked yoghurt sample was F. Mold and yeast were not detected in yoghurts during storage. Numbers of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* were determined to be $\geq 10^6$ cfu/g in all yoghurts during storage.

Keywords: Yoghurt, Culture, Physicochemical property, Sensory



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

4

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

14

3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Süt.....	14
3.1.2. Yoğurt Kültürleri.....	14
3.1.3. Ambalaj Materyali.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Yoğurtların Üretimi.....	15
3.2.2. Toplam Kurumadde Tayini.....	17
3.2.3. Protein Tayini.....	17
3.2.4. Kül Tayini.....	18
3.2.5. Yağ Tayini.....	18
3.2.6. Laktoz Tayini.....	19
3.2.7. pH Değeri.....	19
3.2.8. Titrasyon Asitliği.....	19
3.2.9. Serum Ayrılması.....	20

3.2.10. Su Tutma Kapasitesi	20
3.2.11. Viskozite	20
3.2.12. Proteoliz Düzeyinin Belirlenmesi	21
3.2.13. Uçucu Bileşen Analizi	22
3.2.14. Dilüsyonların Hazırlanması	23
3.2.15. Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı	23
<i>S. thermophilus</i> Sayımı	23
<i>L. delbrueckii. subsp. bulgaricus</i> Sayımı	23
3.2.16. Küf Maya Sayımı	24
3.2.17. Duyusal Analizler	24
Tanımlayıcı duyuşal analiz	24
Tüketici testi	25
3.2.18. İstatistiksel Analizler	26

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

27

4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Rekonstitüe Sütün Genel Özellikleri	27
4.2. Yoğurt Örneklerine İlişkin Analiz Sonuçları	28
4.2.1. Toplam Kurumadde	28
4.2.2. Protein Tayini	29
4.2.3. Kül Tayini	31
4.2.4. Yağ Tayini	32
4.2.5. Laktoz	32
4.2.6. pH Değeri	35
4.2.7. Titrasyon Asitliği	38
4.2.8. Serum Ayrılması	41
4.2.9. Su Tutma Kapasitesi	44
4.2.10. Viskozite	46
4.2.11. Tirozin	49
4.2.12. Uçucu Bileşen Analizi	52
4.2.13. <i>S. thermophilus</i> Sayısı	60
4.2.14. <i>L. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> Sayısı	62
4.2.15. Küf Maya Sayımı	66
4.2.16. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	66

Tanımlayıcı Duyusal Analiz	66
Topaklı yapı	66
Kıvam.....	68
Tozumsu/Tebeşirimsi yapı.....	70
Sünen yapı.....	73
Pişmiş aroma.....	75
Kremamsı aroma.....	77
Fermente Aroma	80
Yavan Tat.....	83
Ekşi Tat.....	85
Tatlı Tat.....	88
Tuzlu Tat.....	91
Tüketici Testi	93

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER 95

KAYNAKÇA.....	98
EKLER.....	I
EK 1. Kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanması	I
EK 2. Tirozin Standart Eğrisi.....	II
EK 3. Tanımlayıcı Duyusal Terimler ve Referansları	III
EK 4. Tanımlayıcı Duyusal Değerlendirme Formu	IV
EK 5. Tüketici Testi Formu	V
EK 6. GC-MS Analizine Ait Kromatogram Görüntüleri	V
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER VE KISALTMALAR

g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililitre
L	Litre
mm	Milimetre
%	Yüzde oran
°C	Santigrat derece
GC	Gaz Kromatografisi
MS	Kütle Spektrometrisi
GC-O-MS	Gaz Kromatografisi-Olfaktometri-Kütle Spektrometrisi
α	Alfa
rpm	Dakikadaki devir sayısı
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
DHS	Dinamik Headspace
SAFE	Solvent-Assisted Flavor Evaporation
SBSE	Stir Bar Sorptive Extraction
subsp.	Subpieces
ANOVA	Varyans Analizi
ANOM	Ortalamaların Analizi

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Yoğurt yapımında kullanılan süttozunun yaklaşık bileşimi	14
Tablo 2	Rekonstitüe sütlerin bazı özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler	27
Tablo 3	Yoğurt örneklerinin bazı bileşen değerlerine ait tanıtıcı istatistikler	28
Tablo 4	Kurumadde değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	28
Tablo 5	Protein değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	30
Tablo 6	Kül değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	31
Tablo 7	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen laktoz değerleri	33
Tablo 8	Laktoz değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	33
Tablo 9	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen pH değerleri	35
Tablo 10	pH'ya ilişkin varyans analizi	36
Tablo 11	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri	38
Tablo 12	Titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları	39
Tablo 13	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen serum ayrılması değerleri	41
Tablo 14	Serum ayrılması değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Tablo 15	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerleri	44
Tablo 16	Su tutma kapasitesi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	45
Tablo 17	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen viskozite değerleri	47
Tablo 18	Viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	47
Tablo 19	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tirozin değerleri	49
Tablo 20	Tirozin değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	50
Tablo 21	A kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	53
Tablo 22	B kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	54

Tablo 23	C kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	55
Tablo 24	D kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	56
Tablo 25	E kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	57
Tablo 26	F kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri	58
Tablo 27	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen <i>S. thermophilus</i> sayıları	60
Tablo 28	<i>S. thermophilus</i> bakteri sayımına ilişkin varyans analizi sonuçları	61
Tablo 29	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayıları	63
Tablo 30	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları	63
Tablo 31	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen topaklı yapı değerleri	66
Tablo 32	Topaklı yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları	67
Tablo 33	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kıvam değerleri	68
Tablo 34	Kıvama ilişkin varyans analizi sonuçları	69
Tablo 35	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tozumsu/tebeşirimsi değerleri	71
Tablo 36	Tozumsu/tebeşirimsi yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları	71
Tablo 37	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sünen yapı değerleri	73
Tablo 38	Sünen yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları	74
Tablo 39	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen pişmiş değerleri	75
Tablo 40	Pişmiş aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları	76
Tablo 41	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kremamsı değerleri	78
Tablo 42	Kremamsı aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları	78
Tablo 43	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen fermente değerleri	80
Tablo 44	Fermente aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları	81
Tablo 45	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yavan değerleri	83

Tablo 46	Yavan tada ilişkin varyans analizi sonuçları	84
Tablo 47	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen ekşi değerleri	86
Tablo 48	Ekşi tada ilişkin varyans analizi sonuçları	86
Tablo 49	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tatlı değerleri	88
Tablo 50	Tatlı tada ilişkin varyans analizi sonuçları	89
Tablo 51	Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tuzlu değerleri	91
Tablo 52	Tuzlu tada ilişkin varyans analizi sonuçları	91
Tablo 53	Yoğurtların tüketici testi değerleri	93
Tablo 54	Tüketici testine ilişkin tanıtıcı istatistikler	94

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Rekonstitüe süt	14
Şekil 2	210 mL'lik kavanozlardaki yoğurt örnekleri	15
Şekil 3	Yoğurt üretim aşamaları	16
Şekil 4	<i>S. thermophilus</i> bakterilerinin inkübasyonu	23
Şekil 5	<i>L. delb. spp. bulgaricus</i> bakterilerinin inkübasyonu	24
Şekil 6	Tüketici testi	26
Şekil 7	Kurumadde değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	29
Şekil 8	Protein değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	30
Şekil 9	Kül değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	32
Şekil 10	Laktoz değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	34
Şekil 11	pH'ya ilişkin ANOM analizi sonuçları	37
Şekil 12	Titrasyon asitliğine (%Laktik asit) ilişkin ANOM analizi sonuçları	40
Şekil 13	Serum ayrılması değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	43
Şekil 14	Su tutma kapasitesi değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	46
Şekil 15	Viskozite değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	48
Şekil 16	Tirozin değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları	51
Şekil 17	<i>S. thermophilus</i> sayılarına ilişkin ANOM analizi sonuçları	62
Şekil 18	<i>L. delbrueckii. subsp. bulgaricus</i> sayılarına ilişkin ANOM analizi sonuçları	65
Şekil 19	Topaklı yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları	68
Şekil 20	Kıvama ilişkin ANOM analizi sonuçları	70
Şekil 21	Tozumsu/tebeşirimsi yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları	72
Şekil 22	Sünen yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları	75

Şekil 23	Pişmiş aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları	77
Şekil 24	Kremamsı aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları	79
Şekil 25	Fermente aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları	82
Şekil 26	Yavan tada ilişkin ANOM analizi sonuçları	85
Şekil 27	Ekşi tada ilişkin ANOM analizi sonuçları	87
Şekil 28	Tatlı tada ilişkin ANOM analizi sonuçları	90
Şekil 29	Tuzlu tada ilişkin ANOM analizi sonuçları	92
Şekil 30	Tüketici Testi Beğeni Sıralamasına Ait Kendall Uyum Katsayısı Sonuçları	94

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Memeliler tarafından salgılanabilen süt oldukça kompleks bir yapıya sahiptir. Orijinine göre bileşimi farklılık göstermekle birlikte tüm süt türlerinin bileşiminde protein, süt şekeri (laktoz), yağ, mineral maddeler, enzimler ve diğer iz elementler bulunmaktadır (Özer, 2006).

Fermente süt ürünleri dünyada yaygın olarak tüketilen ve beslenmede önemli bir yere sahip ürünlerdir. Yoğurt, kefir ve kıymaz gibi birçok fermente süt ürünü, sağlıklı insan beslenme modelini destekleyen ve sağlık üzerindeki faydalı etkilerinden dolayı fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde tüketiciler, ürün kalitesi, içeriği ve geleneksel işlevine ek olarak sağlıklı olması açısından fonksiyonel gıdalara giderek daha fazla ilgi göstermektedir (Duggan vd., 2002).

Fermente süt ürünleri, çiğ veya ısıl işlem görmüş süte bakteriyel kültürlerin ilave edilmesiyle üretilmektedir. Eski zamanlarda, süt raf ömrünü arttırmak amacıyla çeşitli fermente ürünlere dönüştürülmüştür. Gerçekleşen fermentasyon olayı sonucunda üründe çeşitli tat ve aroma bileşikleri oluşmakta ve sütün sindirilebilirliğini artırmaktadır. Günümüzde *Lactobacillus* subsp., *Lactococcus* subsp. ve *Streptococcus* subsp.'ye ait tanımlanmış suşlar besleyici ve lezzet verici özelliklere sahip çeşitli fermente ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007; Panesar, 2011).

Fermente süt ürünlerinin tat ve aroması, uçucu ve uçucu olmayan asitlerin ve karbonil bileşiklerinin üretilmesiyle sağlanır. Bu bileşenleri etkileyen faktörlerin en önemlileri, kullanılan starter kültürler, homojenize edilmiş olsun olmasın kullanılan sütün türü ve eklenen farklı bileşiklerdir (Panesar, 2011).

Yoğurt, çok eski zamanlardan beri üretilmekte olan, orijini tam olarak bilinmemekle beraber ilk defa Orta Asya'da yaşayan ve göçebe halk olarak tanınan Türkler tarafından

deneme yanılma yolu ile yapıldığı öne sürülmekte olan bir fermente süt ürünüdür. Bölgedeki iklim koşulları ve halkın göçebe yaşam tarzını benimsemesi nedeni ile sütü çeşitli yerlere taşıma isteğinden dolayı yoğurt üretildiği düşünülmektedir (Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurt üretiminde farklı tür memelilerden elde edilen sütler kullanılmaktadır. Ancak endüstriyel boyuttaki üretimlerde ağırlıklı olarak inek sütü tercih edilmektedir (Özer, 2006). Eski zamanlarda yoğurt çeşitli kaplara kaynatılmış sütün ilave edilip soğutulmasından sonra daha önceden hazırlanmış yoğurttan bir miktar eklenerek kabın sarılıp yaklaşık 10-12 saat bekletildikten sonra elde edilmekteydi. Günümüzde ise yoğurt üretim teknolojisinin modern hale gelmesiyle birlikte, kurumaddesi ve yağı standardize edilen süt, isteğe bağlı olarak homojenize edilip pastörizasyon işleminin ardından 43-45°C'ye soğutulurak, süte starter kültürlerin ilave edilip inkübasyona tabi tutulması ile elde edilmektedir. pH 4,6-4,7 değerlerine düştüğünde inkübasyon sonlandırılarak elde edilen yoğurtlar kademeli olarak soğutulduktan sonra depolanmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007; Aryana ve Olson, 2017).

Yoğurt üretiminde, *L. delburueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un belirli oranlarda karıştırılması ile oluşan yoğurt starter kültürleri kullanılmaktadır. Bu kültürler, fermantasyon yoluyla süt şekeri laktozdan laktik asit üreterek sütün pH'sını 6,6-6,8'den 4,6 dolayına düşürmektedir. Yoğurda özgü karakteristik tat ve koku, pıhtı oluşumu ile elde edilen stabilizasyon ve viskozite gibi özellikler laktik asit fermentasyonu sonucu meydana gelmektedir (Tamime ve Deeth, 1980). Yoğurt starter bakterileri ayrı ayrı değil de birlikte kullanıldığında daha fazla laktik asit ve aroma bileşenleri üretmektedir. Bu, yoğurt bakterilerinin birbirleri üzerindeki sinerjik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Bahsi geçen bu bakterilerin sinerjik etkilerinde *L. delburueckii* subsp. *bulgaricus* proteolitik aktivite sonucu oluşturduğu amino asitlerle streptokokların gelişimini; *S. thermophilus*'un ürettiği karbon dioksit ve formik asit ise laktobasillerin gelişimini olumlu etkilemektedir (Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurdun duyuşsal özellikleri, başlıca yoğurt üretiminde kullanılan sütün bileşimi ve tipine, üretim koşullarına, asitlik oranlarının yanında kullanılan starter kültürlerin oran ve suşlarına bağlı olmaktadır (Ulbert ve Kneifel, 1992; Tamime ve Robinson, 2007).

Yoğurtta tat ve aroma bileşenlerinin oluşumundan temel olarak starter kültürler sorumludur. Yoğurt üretiminde kullanılan bu kültürlerin metabolitik aktiviteleri sonucu proteinlerde proteoliz, yağlarda hidrolizasyon ve laktozda transformasyon sonucu çeşitli tat ve aroma bileşikleri oluşmaktadır. Yoğurtta tat ve aromayı oluşturan temel bileşenler; karbonil bileşenleri, uçucu asitler, uçucu olmayan asitler ile protein, yağ ve laktozun ısı etkisi ile parçalanması sonucu aromaya belirli ölçüde katkıda bulunan bileşenlerdir (Özer, 2006). Asetaldehit, aseton, diasetil ve asetoin gibi karbonil bileşenleri yoğurdun temel uçucu bileşenleri olarak belirtilmektedir (Ulbert ve Kneifel, 1992).

Son yıllarda yerli kültür üretimi konusunda çalışmalar yapıyor olmakla birlikte süt sektörü yoğurt üretiminde ihtiyaç duyulan starter kültürlerin temin edilmesinde genellikle dışa bağımlıdır. Toplam starter kültür dış alımımızın yaklaşık %70'inin yoğurt sektörü tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir. Yoğurt tüketiminde duyuşal nitelik ve genel beğenilirlik ve yoğurtların tat-aroma özellikleri bakımından oldukça çeşitli dağılım görülmektedir. Örneğin Türk tüketiciler daha çok asidik özellik gösteren yoğurt tiplerini tercih etmektedirler (Uzunsoy, 2018). Son üründe arzu edilen tat ve aroma özelliklerinin kesin olarak belirlenememesiyle beraber karşımıza çıkan bu farklılık aslında starter kültür farklılığından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada farklı üretici firmalardan temin edilen ve birbirinden farklı özelliklere sahip (asit-aroma üretme ve yapı geliştirme) yoğurt kültürleri kullanılarak rekonstitüe süttten elde edilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve tanımlayıcı duyuşal özelliklerinin 21 günlük depolama süresi boyunca ortaya konarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca ürünlerin genel beğeni düzeyini belirlemek amacıyla tüketici testi uygulanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde yoğurtlardaki kültür farklılığına vurgu yapan ve bahsi geçen bu yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı düzeyde olup, detaylı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan benzer çalışmalara ilişkin bilgiler aşağıda derlenerek verilmiştir.

Akpınar vd, (2013) tarafından yapılan bir çalışmada geleneksel süt ürünlerinden izole edilen farklı *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* suşlarının ürün kalitesine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar kültürleri proteolitik aktivitelerine ve laktik asit, aroma bileşikleri ve ekzopolisakkarit üretme yeteneklerine göre seçmişlerdir. Çalışmada *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*'tan elde edilen 26 adet ve *S. thermophilus*'tan elde edilen 18 adet suş kullanılmıştır. Bu amaçla beş farklı kombinasyonda ve bir adet sadece ticari starter kültür içeren yoğurtlar üretilmiştir. Sonuç olarak çalışmada bazı yoğurt örneklerinin pH değerlerinin diğerlerine kıyasla daha düşük olduğu ve depolama süresinin titrasyon asitliğini önemli derecede etkilediği vurgulanmıştır. Ek olarak viskozite değerlerinin tüm örneklerde birbirinden farklı olduğu ve depolama süresi boyunca artış gösterdiği saptanmıştır. Son olarak araştırmacılar, yoğurtlardaki lezzet, doku ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin her birinde farklı olduğunu, ancak farklı suşlardan izole edilen yoğurt kültürlerinin inoküle edildiği yoğurt örneklerinin, duyuşal analizlerde panelistler tarafından daha yüksek puan aldıklarını belirlemişlerdir.

Güzel-Seydim vd., (2005) tarafından yapılan bir çalışmada farklı starter kültür suşları ve farklı inkübasyon sıcaklıklarının sade ve set tipi yoğurtlara etkisi incelenmiştir. Bu amaçla süt örnekleri CH-1 (ekzopolisakkarit üretmeyen) ve B-3 (ekzopolisakkarit üreten) kültürleri ile %2 oranında inoküle edilmiş ve bahsi geçen bu örnekler 35 ve 45°C sıcaklıklarında pH değerleri 4,7'ye ulaşmaya kadar inkübasyona tabi tutulmuştur. Araştırmacılar kalite kriteri olarak depolamanın 1. ve 14. günlerinde yoğurt örneklerinde toplam kurumadde, yağ, serum ayrılması, tirozin, laktik asit, uçucu yağ asitleri, asetaldehit miktarı, pH, viskozite ve kıvam ölçümleri ile duyuşal özellikleri belirlemişlerdir. Sonuç

olarak araştırmacılar yoğurt örneklerinin laktik asit miktarı ile pH değerlerinin starter kültürler suşlarından etkilendiğini belirtmişlerdir. Buna ek olarak farklı kültür suşları kullanımının tirozin ve asetaldehit miktarlarını da etkilediğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar CH-1 kültürü kullanılmış ve 35°C’de inkübe edilmiş yoğurt örneklerinin en yüksek asetaldehit içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır. Ekzopolisakkarit reten B-3 kültürü kullanılmış ve 35°C’de inkübe edilmiş yoğurt örneklerinin ise kıvam ve viskozite değerlerinin artış gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada 35°C’de inkübe edilen ve B-3 kültürü kullanılan yoğurtlarda görülen serum ayrılması değeri, aynı sıcaklıkta inkübe edilen ve CH-1 kültürü kullanılan yoğurt örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Son olarak araştırmacılar 14 günlük tüm yoğurt örneklerinin reolojik özelliklerinin ve genel beğenilirlik değerinin yüksek olduğunu ek olarak laktik asit, uçucu yağ asitleri, tirozin ve asetaldehit miktarlarının ise daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Akalın ve Gn, (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ticari starter kültürlerle (A-katı kıvamlı, B-viskoz, C-viskoz, A+B-kombine, A+C-kombine) hazırlanan katı kıvamlı yoğurtların reolojik, biyokimyasal, bakteriyolojik ve duyuasal özellikleri soğukta depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde belirlenmiştir. Çalışmada en yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılmasının C kültürüyle elde edilen yoğurt örneklerinde meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca bu starter kültürün diğerlerine kıyasla daha fazla asitlik artışı ve canlı starter bakteri sayısının elde edildiği saptanmıştır. Çalışmada duyuasal özellikler bakımından en yüksek yapı, tekstür ve görünüş değerleri kombine kültürlerde elde edilmiş ve bu değerler depolama süresince azalış göstermemiştir. Araştırmacılar A+C kültürü ile hazırlanan yoğurt örneklerinin daha düşük asitlik ile daha yüksek asetaldehit ve diasetil miktarı nedeniyle tat ve koku bakımından diğerlerinden daha fazla beğenildiğini vurgulamışlardır. Ek olarak araştırmacılar soğukta depolamanın, canlı bakteri sayısının ve serum ayrılmasının azalmasına, viskozitenin ve laktik asit miktarının ise artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Son olarak çalışmada aroma maddelerinin miktarlarında çeşitli değişimlerin olduğu ve bu değişimlerin depolama sırasında devam eden metabolik aktivitelerden kaynaklandığı saptanmıştır.

Rawson ve Marshall, (1997) tarafından yapılan çalışmada sünen yapı özelliği gösteren yoğurtların reolojik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla %16 (w/v) rekonstitüe

süte, *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un ekzopolisakkarit üreten birer suşları ile üretmeyen suşları %2 oranında eklenmiştir. Örneklerin pH'sı 4,6'ya düşene kadar 42°C'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Elde edilen yoğurtlar viskozite ve tekstür ölçümleri yapılanaya kadar 4-8°C'de depolanmıştır. Araştırmacılar sünen yapı özelliğinin, kültürlerdeki ekzopolisakkarit üretimine bağlı olarak yoğurtların tekstür profilinde (yapışkanlık, sıklık ve elastikiyet) etkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar sünen yapı özelliği gösteren *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşu ile sünen yapı özelliği göstermeyen *S. thermophilus* suşu ile yoğurt üretildiğinde elde edilen yoğurtların viskozitesinin yüksek olduğunu fakat *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un her ikisinin de sünen yapı özelliği gösteren suşları kullanılarak yoğurt üretildiğinde ise elde edilen yoğurtların viskozitesinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar sünen yapının her zaman kültüre bağlı olamayacağını ve bu özelliğin protein etkileşimleri ile ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Gürsoy vd., (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ekzopolisakkarit üretimi yüksek olan yerli *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kültürleri ticari kültürler ile belirli oranlarda karıştırılarak set tipi yoğurt üretilmiştir. Bu amaçla pastörize edilip soğutulmuş inek sütüne %3 (v/v) ticari kültür (A), %1,5 (v/v) ticari kültür ve %1,5 (v/v) izole edilen yerli *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (B), %1,5 (v/v) ticari kültür ve %1,5 (v/v) izole edilen yerli *S. thermophilus* (C) ve %1,5 (v/v) izole edilen yerli *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve %1,5 (v/v) izole edilen yerli *S. thermophilus* (D) inoküle edilmiştir. Üretilen yoğurtlar 21 gün süreyle buzdolabı koşullarında depolanarak ve 10 gün arayla laktik asit, asetaldehit, titrasyon asitliği, tirozin ve ekzopolisakkarit miktarları belirlenmiştir ve buna ek olarak konsistens ve viskozite ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada sadece ticari kültürün kullanıldığı yoğurt örneklerinin asitliği diğerlerine kıyasla daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Sadece izole edilen yerli kültürün kullanıldığı yoğurt örneklerinde ise tirozin değerleri diğerlerine kıyasla yüksek düzeyde bulunurken, asetaldehit ve ekzopolisakkarit içeriği daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar izole edilen yerli kültürlerin, yoğurdun viskozitesine etki etmediğini ve sadece bu kültürlerin kullanıldığı yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin, diğer örneklere kıyasla bir miktar yüksek bulunduğunu fakat duyuşal değerlendirmede panelistler tarafından beğenilmediğini vurgulamışlardır.

Gürsoy-Balcı, (2008) tarafından yapılan bir çalışmada farklı kültürler (CH-1 ve YF-3331) kullanılarak koyun, keçi sütleri ve bunların karışımından üretilen yoğurtların depolama sırasında uçucu bileşen ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Üretilen set tip yoğurtlarda depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde kimyasal ve duyu nitelikleri tespit edilmiştir. Yoğurdun tat ve aromasından sorumlu başlıca uçucu bileşenlerden asetaldehit, aseton ve diasetil miktarları üzerine kültürün etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, süt türünün etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada asetaldehit içeriği en fazla CH-1 kültürlü yoğurtlarda, diasetil ise YF-3331 kültürlü yoğurtlarda yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda araştırmacı kültür ve süt türüne bağlı olarak yoğurtların inkübasyon süreleri arasındaki farka vurgu yapmıştır. Çalışmada CH-1 kültürü kullanılan koyun (165 dk), keçi (171,67 dk) ve karışım (170 dk) sütlerinin inkübasyon süreleri YF-3331 kültürlü sütlere (sırasıyla 180 dk, 185.33 dk ve 193 dk) kıyasla daha kısa belirlenmiştir. Son olarak kullanılan kültürün C2, C4, C6, C8, C10, C12, C14, C15 ve (C16:1) yağ asitleri, süt türünün ise C2, C4, C6, C10, C8 ve C12 yağ asitleri miktarlarını istatistiksel olarak etkilediği vurgulanmıştır.

Akan vd., (2021) tarafında yapılan bir çalışmada farklı starter kültürler kullanılarak elde edilen yoğurtların tekstürel ve viskozite özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, herhangi bir standardizasyon yapılmamış yaklaşık %12,05 toplam kurumadde ve %3,5 yağ içeren inek sütüne on adet farklı ticari starter kültür inoküle edilerek on farklı yoğurt üretimi gerçekleştirmiş ve elde edilen yoğurtlar 28 gün depolanmıştır. Çalışmada depolama süresi boyunca yoğurtların sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik gibi tekstürel özellikleri ile viskozite değerleri incelenmiştir. Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresi boyunca 597,33-1902,33 mPas aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik minimum ve maksimum değerlerinin ise depolama süresi boyunca sırasıyla 71,83-179,67 g, 0,39-0,58, 41,43-72,33 g ve 1,53-10,51 mJ şeklinde seyrettiği saptanmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak çalışmadaki bulguların kullanılan kültür özelliklerinden kaynaklandığına vurgu yapmışlardır ve meydana gelen farklılıkların yoğurt bakterilerinin suşlarının özellikleri ve *S. thermophilus* : *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* oranı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Baran, (2012) tarafından yapılan bir çalışmada geleneksel yoğurt starter kültürlerinin aroma profili üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla starter kültür kombinasyonları içerisinde iki farklı inokülasyon oranında 9 farklı kültür eklenmiştir. Sonuçta bütün kombinasyonlar içerisinde sadece bir yoğurt kombinasyonunda yüksek puanlı duyuşal sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuca göre kontrol olarak kullanılan, sadece yoğurt starter kültürlerinden üretilen ve starter kültürlere ek olarak aroma kültürü (P10) katılmasıyla oluşan iki grup yoğurt kombinasyonu üretilmiştir. Örnekler 21 gün boyunca 4 °C’de depolanmıştır. Örneklerde pH, titre edilebilir asitlik, kurumadde, yağ, protein, su salma, viskozite, uçucu bileşen, laktik asit ve laktöz analizleri ile proteolitik aktivite, mikrobiyal ve duyuşal özellikler depolanma süresi boyunca incelenmiştir. Çalışma sonucunda ise asetaldehit miktarı yüksek olan yoğurtlar tüketiciler tarafından en çok beğenilen örnekler olmuştur.

Karagül Yüceer vd., (1999) tarafından yapılan bir çalışmada %1 yağlı ve şekerli sade, çilekli ve limonlu yoğurtlarda karbondioksit ilavesinin ve yoğurt kültürlerinin duyuşal özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmacılar 2 farklı yoğurt kültürü ilave edilen yoğurtları 43°C sıcaklıkta 5,0 ve 4,2 pH değerlerine gelene kadar inkübe etmişlerdir. Daha sonra 4°C’ye soğutulan yoğurtlara karbondioksit gazı ilavesi (0,08-0,09 kg/cm²) gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yoğurt örneklerine 7, 21 ve 45. günlerde eğitimli panelistlerden oluşan tüketici testi uygulanmıştır. Sonuç olarak karbondioksit ilavesinin yoğurt örnekleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır. Buna ek olarak araştırmacılar paketlenme ve karbondioksit ilave prosedürünün geliştirilmesiyle yoğurt aroması ve tekstürünün iyileştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Karagül Yüceer vd., (2001) tarafından yapılan bir çalışmada ise sade, çilekli ve limonlu yoğurtlarda karbondioksit ilavesi, lezzet, kültür türü, pH ve depolama süresinin istenmeyen mikroorganizmalar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 2 çeşit yoğurt kültürü (YC-470 ve YC-180) kullanılarak üretilen yoğurtlar 43°C’de 2 ayrı pH değerine (5,0 ve 4,2 pH) ulaşıncaya kadar inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra üretilen yoğurtlar 3 porsiyona ayrılarak yoğurtlara *Bacillus licheniformis* ATCC 14580, *Escherichia coli* ATCC 11775 ve *Listeria monocytogenes* Scott A- inokülasyonları yapılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar belirtilen düzeyde karbondioksit ilavesinin istenmeyen mikroorganizmalar

üzerinde inhibe edici etkisinin olmadığını, bu etkinin karbondioksit miktarının düşük olmasından kaynakladığını vurgulamışlardır. Buna ek olarak karbondioksit ilavesinin yoğurt kültürlerinin gelişimine engel olmadığını belirtmişlerdir.

Tatar, (2019) tarafından yapılan çalışmada Türk ve İtalyan süt ürünlerinden izole edilen bazı laktik asit bakteri türlerinin ve mayaların karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada özellikle, izolatlar mono kültür olarak ve kombinasyon halinde kullanılmış ve gelişme ve asidifikasyon kinetiği açısından ve inek ve keçi sütü içinde kültürlendiğinde pıhtı oluşturma kabiliyetleri bakımından değerlendirilmiştir. Bu amaçla 11 maya ve 22 LAB izolatı arasından 4 izolat seçilmiş ve bunlar ortak kültürde kullanılmıştır. Daha sonra elde edilen fermente süt ürünlerinin pH'sı, viskozite ve uçucu bileşen profili (SPME GC-MS) belirlenmiş ve ticari ve ev yapımı kefir ürünleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, kefir örneklerinde aseton, 3-hidroksi bütanon, 2-bütanon, etil asetat, kısa/orta zincirli yağ asitleri, etil alkol, fenil etil alkol, 2-pentanon ve asetik asit etenil ester bileşikleri örnekleri birbirinden ayıran temel bileşenler olarak belirlenmiştir. Fermente keçi ve inek sütü örneklerinde ise kefir örneklerine göre daha fazla uçucu bileşen tespit edilmiş ve birbirlerinden ve ayrıca kefir örneklerinden oldukça farklı uçucu organik bileşen profiline sahip oldukları saptanmıştır. Yapılan çalışmada, fermente süt ürünlerinde kullanılan farklı starter ve süt tipinin önemli ölçüde farklı uçucu bileşik profiline sahip ürünler elde edilmesine neden olduğu vurgulanmıştır.

Şekerli, (2013) tarafından yapılan çalışmada yoğurt üretimi için inek sütü ile CH1 ve YC350 kültürleri (Peyma-Chr. Hansen Horsholm, Danimarka) kullanılmıştır. Sütlere inokülasyondan önce 80°C'de 30 dk ve 95°C'de 5 dk olmak üzere iki farklı ısıl işlem uygulanmıştır. Çalışmada örnekler 80YC350, 80D, 95YC350 ve 95D olarak kodlanmış, inokülasyon yapılan sütlerde inkübasyon süresince pH 4,6 değerine ulaşıncaya kadar her saatte bir kimyasal nitelikler tespit edilmiştir. Üretilen set tipi yoğurtlarda ise depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kimyasal, duyu ve fiziksel nitelikleri saptanmıştır. Uçucu bileşenler statik tepe boşluğu/katı faz mikroekstraksiyon tekniği ile kapiler kolon kullanılarak gaz kromatografisinde, serbest aminoasitler ve organik asitler yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir. Hem fermantasyon hem de depolama

sırasında en yüksek asetaldehit, diasetil, asetoin ve aseton miktarlarının D kültürünün kullanıldığı örneklerde tespit edilmesi nedeniyle araştırmacılar kültür çeşidinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca deneme parametrelerinden sıcaklık, kültür, inkübasyon zamanı ve depolama süresi faktörlerinin inkübasyon ve yoğurt örneklerinde önemli kimyasal ve fiziksel değişimlere neden olduğu belirtilmiştir. D kültürünün kullanıldığı yoğurtlarda diğer yoğurtlara kıyasla yüksek miktarda asetaldehit ve laktik asit içerdiği belirlenmiştir. Organik asitler ve uçucu bileşenlerin (asetaldehit, etanol, aseton ve diasetil) 95°C’de 5 dk ısıtılma işleminin uygulandığı örneklerde yüksek miktarda belirlendiği raporlanırken; serbest amino asit içeriğinin de 80°C’de 30 dk ısıtılma işleminin uygulandığı yoğurtlarda yüksek olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar genel ürün beğenisi ve raf ömrü açısından 80°C’de 30 dk ve D kültürünün kullanımının uygun olacağını belirtmişlerdir.

Mirlohi vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada geleneksel yoğurt kültürlerinin protosimbioyotik ve antagonistik etkileri geniş çapta araştırılmıştır. Bu amaçla yavaş ve normal asit üreten *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’un iki ayrı suşu ile *S. thermophilus* ile karıştırılarak ve ek olarak bir tanesine de *Lactobacillus plantarum* A7 ilave edilerek üretilen yoğurt örnekleri üretilmiştir. Üretilen bu yoğurtlar 21 gün depolanmış ve laktik asit bakteri sayıları, laktik asit ve asetik asit konsantrasyonları, çözünür nitrojen içerikleri, pH, serum ayrılması, viskozite ve sıklık değerleri incelenmiştir. Sonuç olarak asitliğe yavaş etki eden *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* türü ile *L. plantarum* A7’nin birlikte kullanılabilmesine ancak alışlagelen yoğurtlara kıyasla bahsi geçen bu yoğurtların son ürün özelliklerinde bazı farklılıkların olduğuna vurgu yapılmıştır. Örneğin depolamanın sonlarında yoğurt örneklerinin proteoliz değerlerinde artış meydana gelirken, depolamanın başlarında ise serum ayrılması değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Araştırmacılar yoğurtlardaki sıklık değerlerinin asitlik gelişimine bağlı olduğunu ancak bu asitlik değerinin sadece *L. plantarum* A7 ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’tan kaynaklanmadığını belirtmişlerdir. Son olarak araştırmacılar geleneksel kültürler ile probiyotik laktobasiller arasındaki ilişkileri incelemenin ilgi çeken bir konu olduğuna değinmişlerdir.

Liu vd., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada düşük asitlikte yüksek kalitede yoğurt üretmek amacıyla yoğurt suşlarının laktik asit fermantasyonuna etkisi incelenmiştir.

Bu amaçla *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 'un fermentasyon sonrası asitliği geliştirici etkisi azaltılmış bir suşu ile *S. thermophilus* kullanılarak farklı inkübasyon sıcaklıkları, başlangıç pH'ları, inokülüm oranları ve laktik asit bakteri sayıları karşılaştırılmıştır. Çalışmada fermentasyon sonunda *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayılarının 2:1 oranında ve 42°C'de 6.2 pH değerinde canlılıklarını optimum düzeyde koruduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak farklı kùltür koşullarının yoğurt suşlarının simbiyotik büyümesini etkileyebileceğini ve yüksek kalitede yoğurt üretebilmek için yoğurt starter bakterilerinin ve bu bakterilerin büyüme koşullarının belirlenmesinin önemli bir ön gereksinim olduğu vurgulanmıştır.

Yılmaz-Ersan ve Kurdal, (2014) tarafından yapılan bir çalışmada *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. lactis* ve *L. casei*, *Bifidobacterium ssp.* içeren farklı ticari probiyotik kombinasyonları kullanılarak yoğurt ve biyo-yoğurt üretilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri depolama sırasında 5 günlük aralıklarla mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuasal özellikler bakımından analiz edilmiştir. Kùltür kombinasyonları ve örneklerin depolama süreleri yoğurtların bazı özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Depolama süresince titrasyon asitliği ve laktik asit değerleri artarken serum ayrılması, pH, laktoz ve asetaldehit değerleri azalmıştır. Yoğurt örneklerindeki yağ, kurumadde, kül ve protein içeriklerindeki değişimler dikkat çekici bulunmamıştır. Araştırmacılar *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. lactis* ve *Bifidobacterium ssp.* starter kùltürleri içeren yoğurt örneği hariç tüm biyo-yoğurtlarda canlı bakteri sayısı depolama boyunca 10^7 'nin üzerinde kaldığını vurgulamışlardır. Buna ek olarak araştırmacılar duyuasal özellikleri bakımından panelistler tarafından en yüksek genel kabul edilebilirlik değerinin yine aynı yoğurt örneğinde olduğunu belirlemişlerdir.

Akpınar vd., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada set tipi probiyotik yoğurt üretimine yardımcı kùltürler olarak *Enterococcus faecium* ve *E. durans* suşlarının potansiyel kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla çalışmada %12 kurumaddeyi yağsız rekonstitüe süte çeşitli kùltür kombinasyonları (SF: *S. thermophilus*+*E. faecium*, SD: *S. thermophilus*+*E. durans*, BF: *L. bulgaricus*+*E. faecium*, BD: *L. bulgaricus*+*E. durans*, BSF: *L. bulgaricus*+*S. thermophilus*+*E. faecium*, BSD: *L. bulgaricus*+*S. thermophilus*+*E. durans*) inoküle

edilmiştir. Elde edilen yoğurt örnekleri $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 21 gün depolanmış ve probiyotik yoğurtların fiziksel, kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri, depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde incelenmiştir. Çalışmada ek kültür olarak bahsi geçen suşların ilavesi ile elde edilen yoğurt örneklerinin pH'sı, titrasyon asitliği, tekstürel özellikleri ve mikrobiyolojik özelliklerinde depolama süresi boyunca istatistiksel olarak önemli değişiklikler meydana geldiği fakat duyuşal özelliklerinde istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı vurgulanmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, probiyotik özellikleri bilinen enterokok türlerinin yoğurt üretiminde yardımcı kültür olarak kullanılmasının, canlı probiyotik bakteri sayısını artırarak fonksiyonel özelliklere olumlu etkilerinin yanında fiziksel, kimyasal ve reolojik özelliklerini de olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır.

Yılmaz, (2006) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonları kullanımının kalite kriterlerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla biri kontrol olmak üzere beş farklı fermente süt ürünü üretilmiştir. Çalışmada kontrol grubu örnekler, geleneksel yoğurt kültürleri olan *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılarak (A) üretilirken, diğer fermente süt ürünleri *S. thermophilus*+*L. acidophilus*+*Bifidobacterium* subsp. (B), *S. thermophilus*+*L. acidophilus*+*Bifidobacterium* subsp+ *L. lactis* (C), *L. acidophilus*+*B. lactis* (D) ve *L. acidophilus*+*B.lactis*+*L. casei* (E) kültürleri kullanılmıştır. Araştırmacı sonuç olarak tüm değerler ışığında geleneksel yoğurda eşdeğer ya da daha üstün değerlerle karşılaşılan B ve C çeşidi probiyotik kültür karışımlarının fermente süt ürünlerinin üretiminde denenebileceğini vurgulamaktadır.

Özcan ve Yıldız, (2016) tarafından yapılan bir çalışmada fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesi amacıyla sebze püresi kullanılarak üretilen set tipi yoğurtların tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada kontrol, balkabağı, havuç, bezelye ve yeşil kabak pürelili yoğurt olmak üzere beş farklı set tipi yoğurt üretilmiş ve üretilen yoğurt örnekleri $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 28 gün depolanmıştır. Araştırmacılar sebzeli yoğurtlarda bulunan diyet liflerinin bakteri gelişimini teşvik etmesi sonucu *Streptococcus thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının arttığını belirtmiştir. Sonuç olarak sebze püresi

ilavesinin set tipi yoğurtlarda tekstürel özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda önemli rol oynadığı ve fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği vurgulanmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Standart bir hammadde kullanmak amacıyla, Enka Süt ve Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından sağlanan %96,2 kurumaddeli yağsız süttozundan yaklaşık %12 (12,41±0,18) kurumaddeli süt elde edilmiştir (Şekil 1). Rekonstitüe süt üretiminde kullanılan yağsız süt tozunun yaklaşık bileşimi Tablo 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Rekonstitüe süt

Tablo 1

Yoğurt yapımında kullanılan süttozunun yaklaşık bileşimi*

	Nem %	Yağ %	Kül %	Protein, Yağsız Kurumadde (m/m)	Laktoz, (m/m)	Asitlik (% Laktik asit)	pH
Yağsız Süt Tozu	3,80	0,50	7,98	34,84	52,88	0,14	6,6 1

* Üretici firmadan alınan ürün spesifikasyonuna göre oluşturulmuştur.
m: kütle

3.1.2. Yoğurt Kültürleri

Araştırmada kullanılan Yo-tech K-44 (A), Yo-tech M-51 (B) ve Yo-tech M-71 (C) kültürleri Maysa Gıda (İstanbul, Türkiye) firmasından ve CH-1 (D), YF-L903 (E) ve Yo-flex Advance 2.0 (F) kültürleri Chr. Hansen (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

3.1.3. Ambalaj Materyali

Araştırmada, ağzı kapaklı 210 mL'lik cam kavanozlar kullanılmıştır (şekil 2). Ayrıca tüketicilerde kullanılmak üzere 40 mL hacimli ve kapaklı plastik kaplar yerel marketlerden temin edilmiştir.

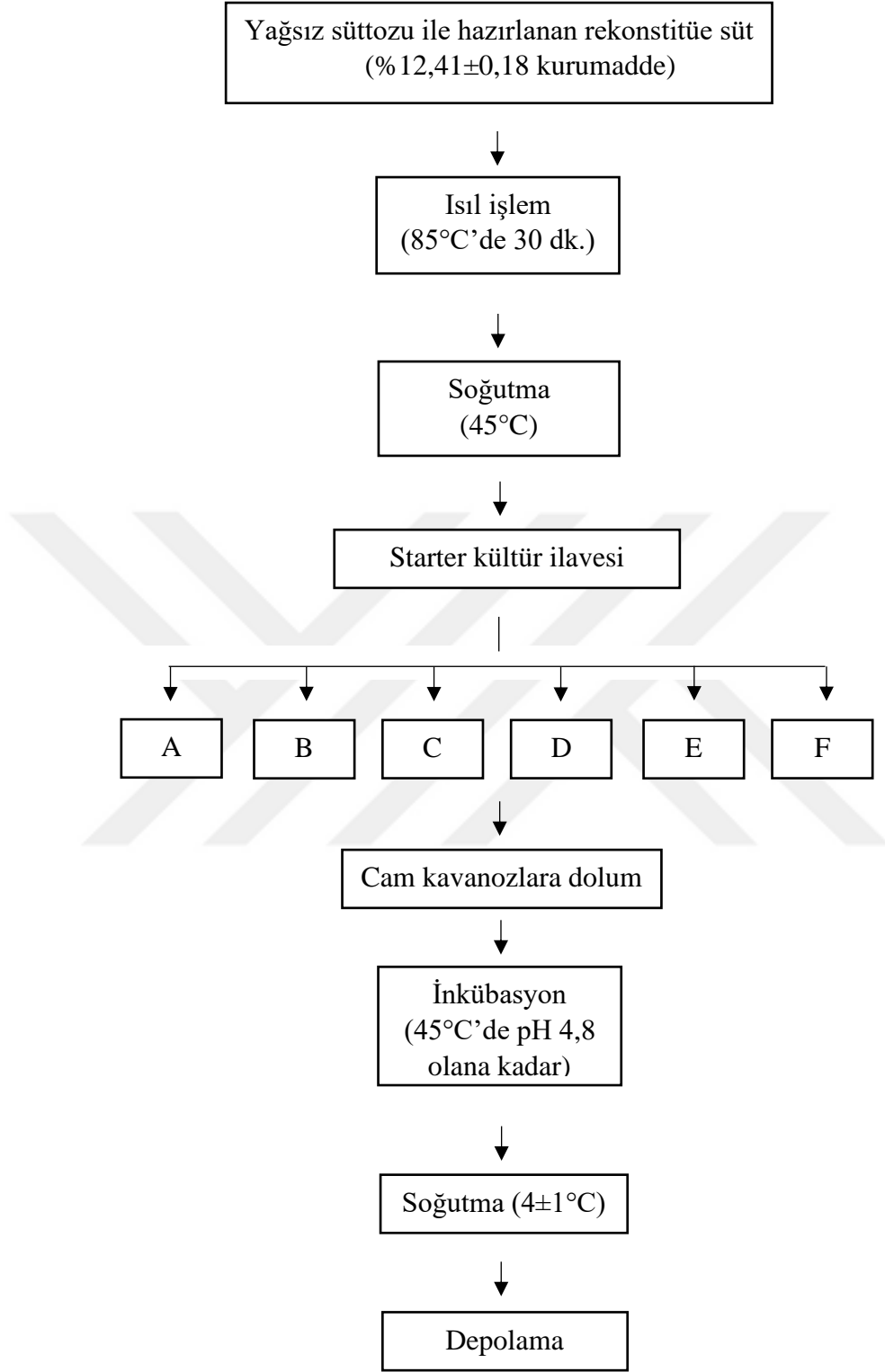


şekil 2. 210 mL'lik kavanozlardaki yoğurt örnekleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurtların Üretimi

Yağsız süttezu ile kurumaddesi $12,41 \pm 0,18$ 'e ayarlanan 30 L süt 6 eşit kısma ayrılmıştır (şekil 1). Homojen hale getirilen süt numunesi su banyosunda 85°C 'ye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta 30 dakika süreyle pastörize edilmiş ve bu sürenin sonunda hızla 45°C 'ye soğutulmuştur. Her süt partisine üretici firma tarafından önerilen miktarda ayrı ayrı yoğurt kültürleri ilave edilerek 210 mL'lik cam kavanozlara dolum yapılmıştır. Dolumu yapılan sütler 45°C 'de inkübasyona tabi tutulmuştur. pH değeri 4,8 olan yoğurt örneklerinin inkübasyonu sonlandırılmış ve hızla soğutulularak buzdolabı koşullarında ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) 21 gün depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yoğurt örneklerine fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal analizler uygulanmıştır. Yoğurt üretimi iki tekerrürlü olarak gerçeleştirilmiştir. Yoğurt üretim aşamaları şekil 3'te görölmektedir.



Şekil 3. Yoğurt üretim aşamaları

3.2.2. Toplam Kurumadde Tayini

Rekonstitüe süt ve yoğurt örneklerinde kurumaddeyi belirlemek amacıyla kurutma kapları öncelikle etüvde 105°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Darası alınan kurutma kaplarına yaklaşık 5 g örnek tartılarak 105±2 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma tamamlandığında örnekler desikatöre alınmış ve soğuyuncaya kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonrasında kurutma kapları tartılarak Eşitlik 3.1’e göre örneklerdeki kurumadde oranı hesaplanmış ve sonuçlar “%” olarak ifade edilmiştir (IDF, 1982).

$$\text{Kurumadde (\%)} = \frac{M_1 - M_0}{M_2} \times 100 \quad (3.1)$$

M₀: Kurutma kabının sabit ağırlığı, g

M₁: Kurutma işleminden sonra kurutma kabının ağırlığı, g

M₂: Örnek miktarı, g

3.2.3. Protein Tayini

Rekonstitüe süt örneklerindeki ve yoğurt örneklerindeki toplam protein oranları, Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bradley vd., 1992). Yaş yakma işlemine tabi tutulan örnekler destilasyon ve titrasyon işlemlerinden geçirilerek toplam azot miktarı Eşitlik 3.2’deki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam azot miktarlarınının 6,38 faktörüyle çarpılması sonucunda protein miktarı Eşitlik 3.3’e göre hesaplanmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Azot, \%} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,014}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

$$\text{Protein, \%} = \% \text{ Azot} \times 6.38 \quad (3.3)$$

V₁: Titrasyon için harcanmış olan hidroklorik asit miktarı, mL

V₂: Şahit denemenin titrasyonunda harcanan HCl asit miktarı, mL

N: Titrasyonda kullanılan HCl asit çözeltisinin normalitesi, 0,1 N

m: Örnek miktarı, g

3.2.4. Kül Tayini

Rekonstitüe sütlerde ve yoğurt örneklerinde kül miktarını belirlemek amacıyla kül fırınında 550°C’de sabit tartıma gelmesi için 30 dakika tutulan krozelere 5 g örnek tartılmış ve krozeler kül fırınına yerleştirilerek ön yakma işlemine tabi tutulmuştur. Sıcaklık kademeli olarak arttırılarak 550°C’ye çıkarılmıştır. Yakma işlemine, krozelerin içerisindeki örneklerin rengi tamamen beyaz kül rengine dönüşene kadar devam edilmiştir. Kül miktarı Eşitlik 3.4’teki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar “%” şeklinde verilmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Kül Miktarı (\%)} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100 \quad (3.4)$$

M₀: Kül yakma kabının darası, g

M₁: Örnek ilave edildikten sonraki ağırlık, g

M₂: Yakma işleminden sonraki ağırlık, g

3.2.5. Yağ Tayini

Rekonstitüe sütlerde ve yoğurt örneklerindeki yağ oranları 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim, 1994). Homojen hale getirilen örnekler 20°C’ye getirilmiştir. Yoğurt örnekleri 1:1 oranında saf su ile seyreltilmiştir. Süt bütirometreleri ağızları yukarıya gelecek şekilde yerleştirilerek, bütirometrelerin içerisine ilk olarak 10 mL sülfirik asit eklenmiştir. Daha sonra 11 mL örnek yavaşça ilave edilmiş ve son olarak 1 mL amil alkol eklenerek bütirometrelerin ağzı sıkıca kapatılmıştır. Bütirometrelerde tamamen homojen bir görünüm elde edildikten sonra Gerber santrifüjünde 5 dakika santrifüj edilerek % yağ miktarı bütirometre skalasından doğrudan okunarak belirlenmiştir.

3.2.6. Laktoz Tayini

Laktoz miktarları rekonstitüe sütlerde ve yoğurt örneklerinde, Lane-Eynon metoduna göre belirlenmiştir (Kırdar, 2019). Carrez çözeltileri ile protein durultması yapılarak rengi giderilen rekonstitüe örnekler, uygun seyreltme işleminden sonra bürete konulmuştur. Sonrasında büretteki örnek çözeltisi, erlende kaynayan Fehling çözeltilerine ilave edilmiş ve böylece indirgen şeker olan laktozun oksidasyonu sağlanmıştır. Oksidasyon sonucu oluşan madde miktarı geri titrasyon ile belirlenmiştir. Analiz öncesinde tanık titrasyonu da yapılan süt ve yoğurt örneklerinin içerdiği laktoz miktarı Eşitlik 3.5'e göre hesaplanmış ve sonuçlar “%” olarak verilmiştir.

$$\text{Litrede laktoz, g} = M \times F \times \frac{100}{n1} \times \frac{200}{V} \times \frac{1000}{V1} \quad (3.5)$$

M: Örnek titrasyonunda süt çözeltisinden harcanan miktarın Lane-Eynon Tablosu'ndaki laktoz olarak karşılığı, mg

F: Tanık düzeltme faktörü

n1: Örnek titrasyonunda süt/yoğurt çözeltisinden harcanan miktar, mL

V: Bürete konulan süt/yoğurt çözeltisi miktarı, 50 mL

V1: Analize alınan süt/yoğurt miktarı, 20, g

3.2.7. pH Değeri

pH değerleri rekonstitüe süt ve yoğurt örneklerinde doğrudan pH metre (Milwaukee, MI-150, Wisconsin, ABD) probu daldırılarak belirlenmiştir (Bradley vd., 1992). Yoğurt örneklerinde depolamanın 1, 7. 14. ve 21. günlerinde analiz tekrarlanmıştır.

3.2.8. Titrasyon Asitliği

Titrasyon asitliği rekonstitüe sütlerde ve yoğurt örneklerinde, alkali titrasyon metodu ile saptanmıştır. Erlen içerisine ayrı ayrı tartılan 10 g süt ve 10 g yoğurt örneklerinin üzerine önce kaynatılmış sonra 40°C'ye soğutulmuş saf sudan 10 mL ilave edilmiş ve cam baget ile iyice karıştırılmıştır. Daha sonra indikatör olarak 0,5 mL fenolfitalein eklenmiş ve 0,1N

NaOH çözeltisi ile en az 30 saniye kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir (Anonim, 1994). Sonuçlar, Eşitlik 3.6'ya göre yüzde laktik asit cinsinden ifade edilmiştir.

$$\text{Titrasyon Asitliği, \%} = \frac{S \times F \times 0,009}{m} \times 100 \quad (3.6)$$

S: Titrasyonda harcanan 0,1N NaOH çözeltisi, mL

F: NaOH çözeltisinin faktörü, 1

m: Alınan örnek miktarı, g

3.2.9. Serum Ayrılması

Yoğurt örneklerinde serum ayrılması analizi için kaba filtre kağıdı, huni ve mezür kullanılmıştır. Ayrılan serum miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir. Yöntem, 25 g yoğurdun 4°C'de iki saat boyunca, filtre kâğıdından süzülmesi ile ayrılan serum miktarının ölçülmesi şeklinde uygulanmış ve sonuçlar “%” olarak ifade edilmiştir (Atamer ve Sezgin, 1986).

3.2.10. Su Tutma Kapasitesi

Su tutma kapasitesini belirlemek amacıyla 50 mL'lik santrifüj tüplerine tartılan 20 g yoğurt örnekleri 10 dakika süreyle 5000 g ve 20°C sıcaklıkta santrifüj edilmiş ve ayrılan serum miktarı Eşitlik 3.7 kullanılarak hesaplanmıştır (Akalın vd., 2012).

$$\text{Su Tutma Kapasitesi, \%} = \frac{\text{Örnek miktarı} \times \text{Ayrılan serum miktarı}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.7)$$

3.2.11. Viskozite

Yoğurt örneklerinin viskozite ölçümleri, LV-SC4-34 başlığı kullanılarak Brookfield viskozimetresi (Model DV II+ Pro and Rheocalc yazılımı; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA) ile 5 rpm hızda gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerden önce yoğurt örnekleri mikser ile en düşük devirde 10-15 saniye karıştırılarak analize hazırlanmıştır.

Viskozite ölçümleri sırasında yoğurt örneklerinin sıcaklığı buzdolabı sıcaklığında (4°C) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar “cP” olarak ifade edilmiştir (İşleten ve Karagül-Yüceer, 2006).

3.2.12. Proteoliz Düzeyinin Belirlenmesi

Yoğurt örneklerinde proteoliz düzeyinin saptanması amacıyla yapılan tirozin tayini, Hull, (1947)’a göre belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle yoğurt örneklerinden 1 g tartılmış ve hacim 5 mL’ye saf su ile tamamlanmıştır. Sonrasında örnek üzerine 10 mL trikloroasetik asit (TCA) ilave edilmiş, karıştırıcıda 30 saniye süresince karıştırılmış ve kapakları kapalı bir şekilde 10 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra örnekler Whatman-42 nolu filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden 5 mL alınmıştır. Alınan süzöntünün üzerine sırasıyla 10 mL $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ve 3 mL fenol ayracı ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 50 mL’lik falcon tüplerine konularak 3500 devir/dakika’da 30 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüjden sonra sıvının berrak kısmından uygun miktarlarda spektrofotometre küvetlerine konulmuş ve UV spektrofotometre (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) kullanılarak 650 nm’de okuma yapılmıştır (Sezgin vd., 1996; Özbaş, 1991). Tirozin miktarları, standart tirozin çözeltisi kullanılarak elde edilen tirozin standart eğrisi (Ek 1) üzerinde, cevap faktörleri dikkate alınarak mg tirozin/100g yoğurt olarak ifade edilmiştir.

Standart tirozin çözeltisinin hazırlanması amacıyla 0,1008 g tirozin tartılarak hacmi 0,2 N HCl ile 100 mL’ye tamamlanmıştır. Çözeltinin üzerine 1-2 damla formaldehit ilave edilmiş ve çözelti karıştırılmıştır.

Kalibrasyon çözeltileri için standart tirozin çözeltisi kullanılmıştır. Yedi farklı konsantrasyonda hazırlanan kalibrasyon çözeltileri Ek 1’de verilmiştir. Hazırlanan kalibrasyon çözeltileri yukarıda bahsedilen örnek hazırlama adımlarından geçirilmiş ve UV spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS spektrofotometre, Japonya) ve 650 nm’de okumaları yapılmıştır. Belirlenen cevap faktörlerine göre Ek 2’de verilen tirozin standart eğrisi oluşturulmuştur.

3.2.13. Uçucu Bileşen Analizi

Yoğurt örneklerinin uçucu bileşenlerinin tanımlanması ve miktar analizi Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) (Agilent Technologies, GC 6890, MS 6890N, Wilmington, DE, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekte bulunan uçucu bileşenler katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği ile izole edilmiş olup ayırma işlemi HP-INNOWax kolon Agilent Technologies, 60 m, 0,32mm id x 0,25 µm film kalınlığı) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 40 mL hacmindeki SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) 5g yoğurt, 1g sodyum klorür ve 10 µL iç standart (1 mL'sinde 5 µL 2-metil valerik asit ve 0,5 µL 2-metil-3-heptanon içermektedir) ilave edilerek 40 °C'de 20 dk süreyle su banyosunda bekletilmiştir. Ardından su banyosundaki vial SPME fiber (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Supelco, Bellafonte, ABD) daldırılarak 40 °C'de 20 dk daha bekletilmiştir. Süre bitiminde fiber yüzeyine adsorbe olan uçucu bileşenler GC-MS'e enjekte edilerek analiz edilmiştir.

GC-MS taşıyıcı gaz akışı 1,5 mL/dk helyum, fırın programı başlangıç sıcaklığı 40 °C'de 3 dk, Ramp1: 3°C/dk, 200 °C'de 10 dk, Ramp2: 10°C/dk, 240 °C'de 5 dk, son sıcaklık ve süre 250°C'de 20 dakika olmak üzere toplam 62 dakikadır. MS şartları; kapiler arayüz sıcaklığı 280 °C, iyonizasyon enerjisi 70 eV, kütle ağırlığı 35 ile 350 amu, tarama hızı 4,45 scans/s'dir.

Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) ve WILEY Registry of Mass Spectral Data (WILEY, 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi ise oransal bolluklarına göre Avsar vd. (2004) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır. Asidik karakterdeki uçucu bileşenler için 2-metil valerik asit, bazik/nötral karakterdeki uçucu bileşenler için 2-metil-3-heptanon iç standart olarak kullanılmıştır. Pentanoik asit ve 5-Nonanon iyon taraması ile belirlenmiştir. Pentanoik asit için 60 ve 87 iyonları, 5-Nonanon için 57 ve 85 iyonları seçilmiştir.

Miktar belirlenmesi için Eşitlik 3.8 kullanılmıştır. Belirlenen uçucu bileşenlerin alıkonma indeksleri (RI) ise Van den Dool ve Kratz, (1963) tarafından belirtildiği şekilde hesaplanmış ve sonuçlar µg/kg yoğurt olarak verilmiştir.

$$\text{Bileşen Miktarı, } \mu\text{g/5g örnek} = \frac{\text{İç standart konsantrasyonu} \times \text{Uçucu madde pik alanı}}{\text{İç standart pik alan}} \quad (3.8)$$

3.2.14. Dilüsyonların Hazırlanması

Seyreltme sıvısı olarak % 0,85 NaCl içeren steril fizyolojik çözelti kullanılmıştır. İlk dilüsyon 10 g yoğurt örneğinin 90 mL fizyolojik tuzlu suya aseptik koşullar altında ilave edilerek hazırlanmış ve hazırlanan desimal seyreltme sıvıları ilgili petriye aktarılarak mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur (Harrigan, 1998).

3.2.15. Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı

S. thermophilus Sayımı

Yoğurtlarda *S. thermophilus* sayımı için M17 agar (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi uygulanarak, kültürler 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir (Dave ve Shah, 1996). İnkübasyon sonunda belirtilen besiyerinde üreyen koloniler sayılmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak kob/g olarak belirlenmiştir. *S. thermophilus* sayımı depolama boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde tekrar edilmiştir.



Şekil 4. *S. thermophilus* bakterilerinin inkübasyonu

L. delbrueckii. subsp. bulgaricus Sayımı

L. delbrueckii. subsp. bulgaricus sayımı için, glasiyel asetik asit kullanılarak pH'sı 5,4'e ayarlanan MRS agar (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır. Dökme plak ve çift katlı ekim yöntemi kullanılarak, kültürler anaerobik şartlarda 37 °C'de 72 saat inkübe edilmiştir (Dave ve Shah, 1996) (Şekil 5). İnkübasyon sonunda belirtilen selektif besiyerinde

üreyen koloniler sayıma alınmış ve sonuçlar dilüsyon faktörü ile çarpılarak kob/g olarak ifade edilmiştir. *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayımı depolama boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerde tekrar edilmiştir.



Şekil 5. *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* bakterilerinin inkübasyonu

3.2.16. Küf Maya Sayımı

Küf ve maya sayımı için Dichloran Rose Bengal Chloramphenical (DRBC) Agar (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmış olup dökme plak yöntemi uygulanan örnekler 25°C’de 120 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon boyunca üç petriden fazla istifleme yapılmamıştır.

3.2.17. Duyusal Analizler

Tanımlayıcı duyusal analiz

Yoğurt örneklerinin duyusal değerlendirilmesi için duyusal değerlendirme deneyimi olan, zaman ayırabilecek, gönüllü, yaşları 20-54 arasında değişen 4’ü kadın 2’si erkek 6 kişilik bir değerlendirme paneli oluşturulmuştur. Tanımlayıcı terimlerin geliştirilmesi ve skala kullanımı konusunda panel üyelerine Spectrum™ metodu kullanılarak yaklaşık 20 saatlik bir eğitim verilmiştir (Meilgaard vd., 1999). Panel eğitiminde, önceden üretilen her yoğurt çeşidi, 210 cc’lik kavanozlarda ve 40 mL’lik sos kaplarında panele sunulmuş ve panelistlerin her örnekte ağızlarını su ile çalkalamaları, bir sonraki örneğe geçişte tuzsuz kraker ile ağızlarını nötrlemeleri istenmiştir. Panelistler eğitimler sırasında yoğurtlara ait yapı (kıvam, tozumsuluk, topaklı yapı, uzayan/sünen yapı) ve lezzet (pişmiş, fermente, kremamsı, yavan, ekşi, tatlı, tuzlu) terimlerini belirlemişlerdir. Daha sonra panelistler

geliştirilen terimler için önceden belirlenmiş referans maddeler ve bunların farklı konsantrasyonlardaki çözeltileriyle 15 puanlık skala üzerinde (0: tanımlanan özelliğin hiç tespit edilememesi; 15: tanımlanan özelliğin en yoğun şekilde tespit edilmesi) yoğunluk (şiddet) belirleme çalışmalarına katılmışlardır. Panel üyeleri arasında verilen puanlar yönünden varyasyonun en küçük olduğu zamana kadar eğitime devam edilmiştir. Daha sonra gerçek örneklerin değerlendirmesine geçilmiştir.

Rastgele 3 haneli olacak şekilde kodlandırılmış yoğurt örnekleri, sunulmadan önce buzdolabı koşullarından ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) çıkarılıp oda sıcaklığında ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$) 15 dakika bekletilerek panelistlere sunulmuş ve panelistlerden terimlerin yoğunluklarını belirtmeleri istenmiştir. Her bir oturumda 6 örnek iki tekerrürlü olarak panel tarafından değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yapılmıştır. Yoğurt örnekleri için belirlenen tanımlayıcı duyusal terimler ve referansları Ek 3'te, tanımlayıcı duyusal analiz değerlendirme formu ise Ek 4'te verilmiştir.

Tüketici testi

Yoğurt örnekleri 40 mL'lik kapaklı sos kaplarında ve kaplar rastgele 3 basamaklı sayılar ile kodlanarak panelistlere sunulmuştur. Panelistlerin her örnekte ağızlarını su ile çalkalamaları, bir sonraki örneğe geçişte tuzsuz kraker ile tatları nötrlemeleri istenmiştir (Şekil 6). Teste üniversite personeli ve öğrenciler arasından yaşları 19-54 arasında değişen 85'i kadın 37'si erkek olmak üzere 122 kişi katılmıştır. Yoğurt üretimlerinin 5. gününde tüketicilerin değerlendirmesine sunulmuştur. Bu amaçla tüketicilerden 9 puanlı hedonik skala kullanılarak, yoğurtları görünüş, yapı ve genel tat-koku özellikleri bakımından Ek 5'te verilen form kullanarak değerlendirmeleri ve beğeni durumlarına göre sıralamaları (En çok beğenilen=1, en az beğenilen=6) istenmiştir. Tüketici testinde kullanılan hedonik değerlendirme skalası Ek 5'te verilmiştir.



Şekil 6. Tüketici testi

3.2.18. İstatistiksel Analizler

Farklı kültür ve depolama sürelerinin üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyal ve duysal özelliklerine etkisinin araştırılmasında Faktöriyel Düzende Varyans Analizi (ANOVA) ve Ortalamaların Analizi (ANOM) tekniklerinden, Tüketici sonuçlarının değerlendirilmesinde ise Kendall Uyum Katsayısından yararlanılmıştır (Mendeş ve Yiğit, 2013; Mendeş ve Yiğit, 2018; Yiğit ve Mendeş, 2017). Söz konusu istatistiksel analizlerin yapılmasında Minitab 17 ve IBM SPSS Statistics 23 istatistik paket programları kullanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yoğurt Yapımında Kullanılan Rekonstitüe Sütün Genel Özellikleri

İki tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada yağsız süt tozunun içme suyuyla karıştırılması ile elde edilen rekonstitüe sütlerin pH, titrasyon asitliği, kurumadde, kül, protein ve laktoz değerleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2

Rekonstitüe sütlerin bazı özelliklerine ait tanıtıcı istatistikler

Özellik	Ortalama±Standart hata
pH	6,86±0,01
Titrasyon Asitliği (% Laktik asit)	0,14±0,01
Kurumadde (%)	12,41±0,18
Kül (%)	1,17±0,06
Protein (%)	4,23±0,03
Laktoz (%)	6,73±0,05
Yağ (%)	-

-: Tespit edilemedi.

Koçak vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada yağsız yoğurt üretiminde kullanılmak üzere elde edilen rekonstitüe sütlerin pH değerleri 6,52-6,62, toplam kurumadde değeri % 11,72, toplam protein değeri ise 4,11 olarak bulunmuştur. İçier ve Bozkurt, (2010) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan yağlı rekonstitüe süt ve tam yağlı sütün sırası ile pH değerleri 6,48±0,03-6,72±0,04, toplam kurumadde değerleri 11,65±0,03-11,69±0,04, protein değerleri 3,37±0,23-3,61±0,26, kül değerleri ise 0,73±0,08-0,79±0,04 olarak belirlenmiştir. Elde edilen rekonstitüe sütün genel bileşiminin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2. Yoğurt Örneklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Yoğurt örneklerinin bazı bileşen değerleri depolamanın birinci gününde belirlenmiş ve depolama süresince yoğurtların bileşen değerleri tekrar analiz edilmemiştir. Üretilen yoğurtların kurumadde (%), protein (%) ve kül (%) değerleri tespit edilmiş olup elde edilen veriler Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3

Yoğurt örneklerinin bazı bileşen değerlerine ait tanıtıcı istatistikler

	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
	A	B	C	D	E	F
Kurumadde (%)	12,37±0,02	12,42±0,16	12,57±0,01	12,61±0,07	12,57±0,03	12,35±0,02
Protein (%)	4,28±0,03	4,26±0,02	4,28±0,00	4,25±0,01	4,29±0,02	4,24±0,02
Kül (%)	1,15±0,02	1,17±0,01	1,19±0,01	1,17±0,01	1,16±0,01	1,15±0,01

4.2.1. Toplam Kurumadde

Yoğurt örneklerindeki kurumaddeye ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 4'te görülmektedir. Kurumadde değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p=0,07$) görülmektedir. Bu durum, farklı kültür çeşitlerinin kurumadde değerlerine herhangi bir etki etmediğinin göstergesidir.

Tablo 4

Kurumadde değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Kültür	5	0,27	41,38	0,27	0,05	2,54	0,07
Hata	18	0,38	58,62	0,38	0,02		
Toplam	23	0,65	100,00				

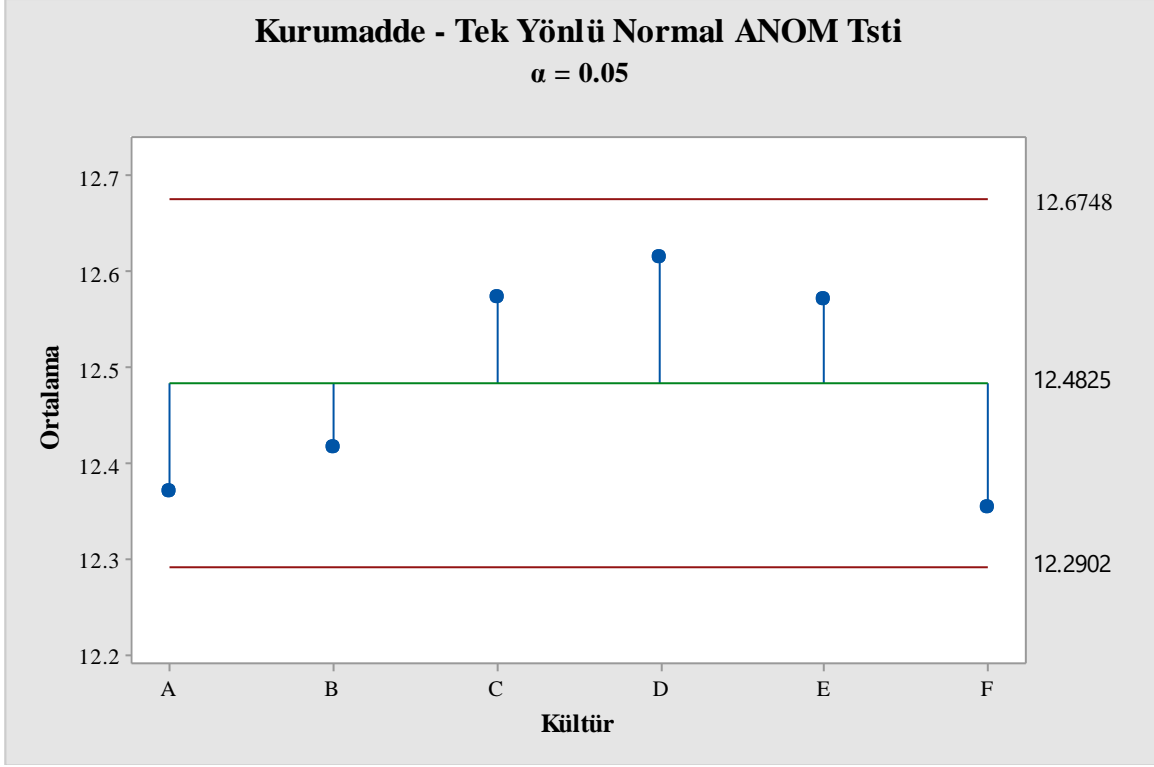
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının kurumadde değerlerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan ANOM analizi sonuçları Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7 incelendiğinde tüm örneklerin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığı, örneklerin kurumadde değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir.



Şekil 7. Kurumadde değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Doruk-Güdemez, (2007) tarafından yapılan bir çalışmada yağsız yoğurt örneklerinde kurumadde değerleri minimum %12,35, maksimum %15,56 bulunmuştur. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2008) tarafından yapılan çalışmada yoğurtların kurumadde içerikleri %12,70-12,79 arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgular ile literatürdeki bulgular benzerlik göstermektedir.

4.2.2. Protein Tayini

Yoğurt örneklerindeki proteine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 5’te görülmektedir. Protein değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p=0,42$) görülmektedir. Bu durum, farklı kültür çeşitlerinin protein değerlerine herhangi bir etki etmediğinin göstergesidir.

Tablo 5

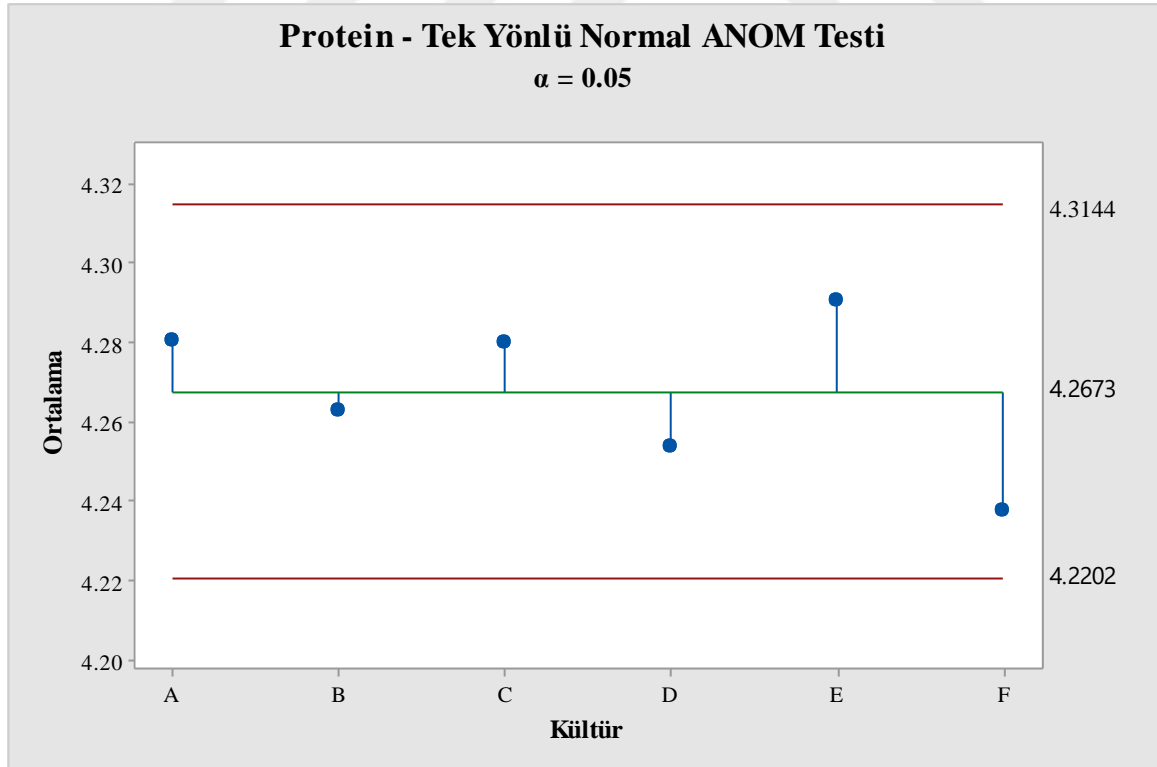
Protein değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Kültür	5	0,01	22,49	0,01	0,01	1,04	0,42
Hata	18	0,02	77,51	0,02	0,01		
Toplam	23	0,02	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının protein değerlerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan ANOM analizi sonuçları Şekil 8’de verilmiştir. Şekil 8 incelendiğinde tüm örneklerin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığı, örneklerin protein değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir.



Şekil 8. Protein değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Doruk-Güdemmez, (2007) tarafından yapılan bir çalışmada yağsız yoğurt örneklerinde protein değerleri minimum %4,69, maksimum %5,88 olarak belirlenmiştir. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2008) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde protein miktarı yaklaşık olarak %4,1 bulunmuştur. Akpınar vd., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurt örneklerinin protein miktarları %4,89-5,05 arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgular ile literatürdeki bulgular benzerlik göstermektedir.

4.2.3. Kül Tayini

Yoğurt örneklerindeki kül içeriğine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 6’da görülmektedir. Kül değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p=0,32$) görülmektedir. Bu durum, farklı kültür çeşitlerinin kül değerlerine herhangi bir etki etmediğinin göstergesidir.

Tablo 6

Kül değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Kültür	5	0,01	25,82	0,01	0,01	1,25	0,32
Hata	18	0,02	74,18	0,02	0,01		
Toplam	23	0,03	100,00				

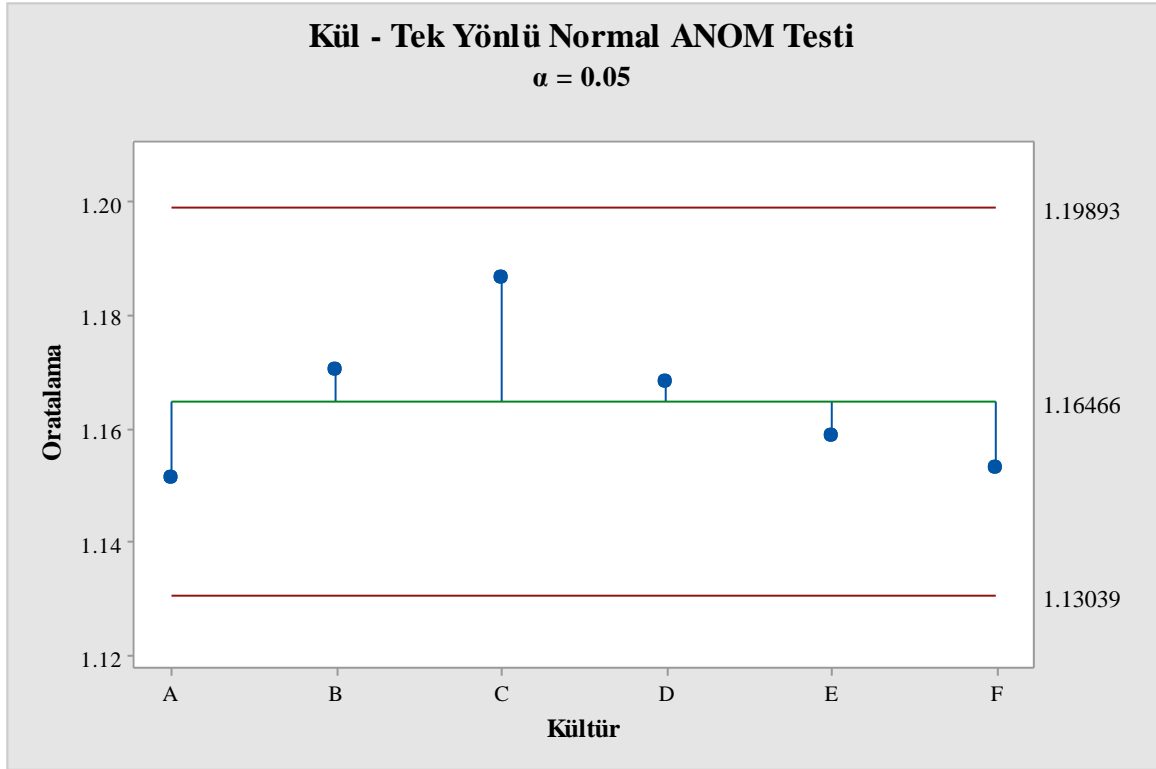
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının kül değerlerine etkisinin araştırılması amacıyla yapılan ANOM analizi sonuçları Şekil 9’da verilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde tüm örneklerin güven aralığı sınırları içerisinde kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığı, örneklerin protein değerlerine istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir.



Şekil 9. Kül değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2008) tarafından yapılan çalışmada yoğurt örneklerinde kül miktarı %1,0 ile 1,1 aralığında tespit edilmiştir. Akpınar vd., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurt örneklerinin kül miktarları %1,03-1,09 arasında bulunmuştur. Doruk-Güdemmez, (2007) tarafından yapılan bir çalışmada yağsız yoğurt örneklerinde kül değerleri minimum %1,03, maksimum %1,24 olarak belirlenmiştir. Tezdeki bulgular ile literatürdeki bulgular benzerlik göstermektedir.

4.2.4. Yağ Tayini

Yoğurt örneklerinde yağ tespit edilememiştir. Sebebinin ise yağsız süt tozu kullanarak elde edilen rekonstitüe süttten yoğurt elde edilmesi olduğu düşünülmektedir.

4.2.5. Laktoz

Yoğurt örneklerinin depolama süresince laktoz değerlerindeki değişim Tablo 7'de görülmektedir. En yüksek laktoz içeriği C kültüründe depolamanın birinci gününde

görülrken, en düşük laktoz içeriği ise F kültüründe depolamanın 21. gününde görülmektedir.

Tablo 7

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen laktoz değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Laktoz (%)	1. gün	5,62±0,11	5,72±0,23	6,19±0,08	5,92±0,09	6,14±0,04	5,98±0,05
	7. gün	5,71±0,08	5,63±0,16	6,07±0,15	5,94±0,06	6,01±0,08	5,74±0,09
	14. gün	5,82±0,09	5,57±0,13	5,88±0,05	5,70±0,12	5,80±0,03	5,72±0,05
	21. gün	5,50±0,18	5,49±0,24	5,96±0,04	5,54±0,06	5,77±0,05	5,37±0,09

Yoğurt örneklerindeki laktoza ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 8’de görülmektedir. Laktoz değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olduğu (p=0.00) ve toplam varyasyonun %13,85’lik kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığının laktoz değerlerine olan etkisi depolama süresine göre önemli değişiklikler göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir. Bu duruma ek olarak kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin ana etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi de yararlı olacaktır. Çünkü kültür farklılığı ve depolama süresine ilişkin ana etkiler incelendiğinde bu iki etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Laktoz değerlerindeki varyasyonun %27,12’lik kısmı depolama süresi tarafından açıklanabilirken %41,08’lik bir kısmı ise kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 8

Laktoz değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	1.39	27.12	1.39	0.46	36.26	0.00
Kültür	5	2.11	41.08	2.11	0.42	32.96	0.00
Depolama*Kültür	15	0.71	13.85	0.71	0.05	3.70	0.00
Hata	72	0.92	17.95	0.92	0.01		
Toplam	95	5.13	100.00				

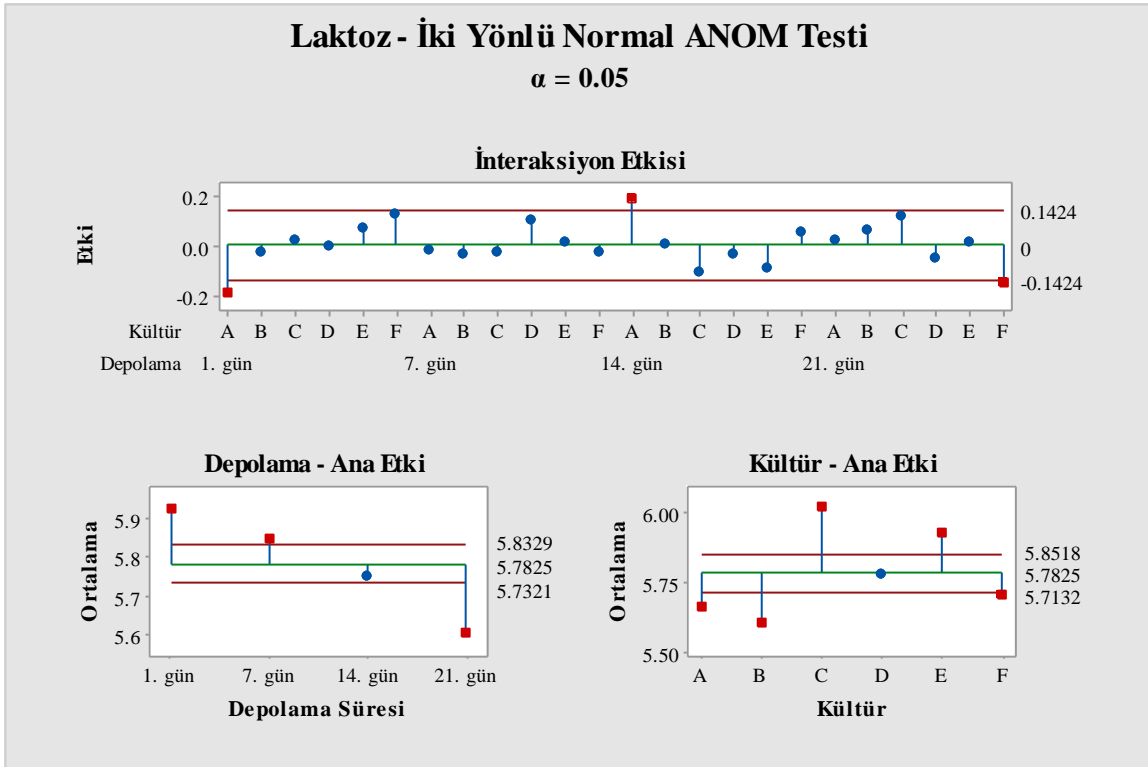
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin laktoz değerlerine olan etkisinin araştırılması amacıyla yapılan ANOM grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10'da verilen interaksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde en düşük laktoz değerlerinin depolamanın birinci gününde; A kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 14. gününde; en yüksek laktoz değerinin yine A kültüründe elde edildiği görülürken, depolama süresinin 21. gününde ise; en düşük laktoz değerlerinin F kültüründe elde edildiği görülmektedir. Buna ek olarak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 8) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyonun yanında kültür ve depolama süresinin ana etkilerine odaklanılması yararlı olacaktır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek laktoz değerinin C kültürü kullanıldığında, en düşük laktoz değerinin ise B kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama sürelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek laktoz değerinin depolamanın birinci gününde ve en düşük laktoz değerlerinin ise depolamanın 21. gününde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 10. Laktoz değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Yoğurtlarda laktoz başlıca karbonhidrat olarak yer almaktadır. Yoğurt üretimi sırasında laktik asit fermantasyonunun başlangıç materyali olmasına karşın fermantasyon sonrasında bile yoğurtta yüksek düzeyde laktoz bulunmaktadır. Bunun asıl nedeni, yoğurt bakterilerinin sınırlı düzeyde laktozu fermente edebilmesidir (Özer, 2006).

Yoğurtlarda yapılan benzer çalışmalarda laktoz değerinin depolama süresince azalış gösterdiği görülmektedir (Fenderya ve Akalın, 2003). Tezde süttozu kullanılarak elde edilen yoğurt sütünün başlangıçtaki laktoz içeriğinin çığ süte kıyasla yüksek olduğu görülmektedir. Buna ek olarak laktoz miktarı depolama süresince literatürdeki çalışmalara benzer şekilde azalış göstermektedir.

4.2.6. pH Değeri

Yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değerlerindeki değişim Tablo 9'da görülmektedir. En yüksek pH değeri C kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük pH değeri ise A kültüründe depolamanın 21. gününde görülmektedir.

Tablo 9

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen pH değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
pH	1. gün	4,29±0,06	4,55±0,10	4,70±0,02	4,58±0,01	4,59±0,01	4,69±0,01
	7. gün	4,06±0,01	4,30±0,09	4,50±0,04	4,35±0,07	4,48±0,01	4,60±0,02
	14. gün	4,03±0,02	4,32±0,05	4,45±0,05	4,25±0,04	4,35±0,02	4,52±0,02
	21. gün	4,00±0,04	4,33±0,05	4,41±0,06	4,25±0,03	4,34±0,03	4,51±0,01

Yoğurt örneklerindeki pH'ya ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 10'da görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda kültür ve depolama süresi ortak etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (p=0.01). Dolayısıyla kültürlerin pH değerlerine olan etkisi depolama sürelerine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü (contribution) yani interaksiyonun pH'daki varyasyonu açıklama düzeyi incelendiğinde bu değer sadece %2,28 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyonun önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü

kültürler ve depolama süresine ilişkin etkiler incelendiğinde bu iki etkinin hem istatistiksel hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. pH'daki varyasyonun %29,05'lik kısmı depolama süresi tarafından açıklanırken, %64,55'lik bir kısmı ise kültürler tarafından açıklanmaktadır. Dolayısıyla her ne kadar interaksiyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş olsa da bu etkiye ilişkin açıklanabilen varyasyonun çok düşük olması özellikle başta kültürler olmak üzere depolama sürelerinin ayrı ayrı etkilerinin değerlendirilmesinin faydalı olabileceğinin bir göstergesidir.

Tablo 10

pH'ya ilişkin varyans analizi

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	1,03	29,05	1,03	0,34	169,06	0,00
Kültür	5	2,20	64,55	2,29	0,46	225,43	0,00
Depolama*Kültür	15	0,08	2,28	0,08	0,01	2,66	0,01
Hata	72	0,15	4,12	0,15	0,00		
Toplam	95	3,55	100,00				

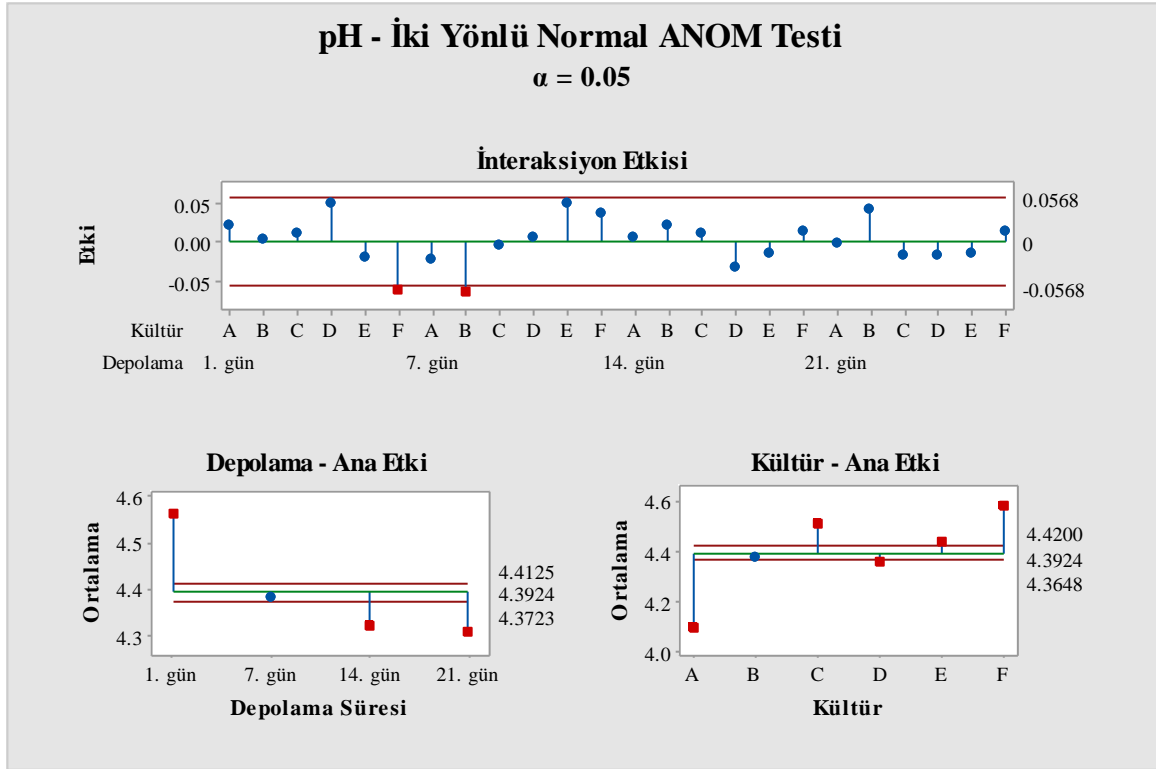
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin pH değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 11'de verilmiştir. Şekil 11 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak, varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 10) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade kültür ve depolama süresinin ana etkilerine odaklanılmıştır. Kültür seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en düşük pH değerinin A kültürü kullanıldığında, en yüksek pH değerlerinin ise C ve F kültürleri kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama sürelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek pH değerinin depolamanın birinci gününde ve en düşük pH değerlerinin ise depolamanın 14. ve 21. günlerinde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 11. pH'ya ilişkin ANOM analizi sonuçları

Yoğurt üretiminde kullanılan bakteriler, fermantasyon süresince ortamda bulunan laktozu hidrolize ederek laktik asit meydana getirmektedirler. Buna bağlı olarak pH değeri sürekli azalmakta ve belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra kazeini pıhtılaştırarak yoğurdun jel yapısının oluşmasına katkı sağlamaktadırlar (Donkor vd., 2006). Yoğurt oluşumu sırasında yoğurt bakterileri yüksek metabolik aktiviteye sahip olmakla beraber, soğutma ile bu aktivite azalmakta fakat enzimatik faaliyetler devam etmektedir. Bu nedenle inkübasyon sonrası depolama boyunca yoğurttaki asitliğin artması bir diğer ifade ile pH değerlerinin azalması beklenen bir sonuçtur (Özdemir ve Bodur, 1994).

Göçer vd., (2016) 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH ölçümlerinin yoğurt örneklerinde 1. gün sonunda 4,13-4,62, 15. gün sonunda 4,10-4,27 ve 30. gün sonunda 4,02-4,24 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Güzel-Seydim vd., (2005) 14 günlük depolama süresince iki farklı inkübasyon sıcaklığı ve iki farklı ticari yoğurt kültürü kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerinin 4,10-4,35 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yine pH değerlerinde benzer bulgular Güzel-Seydim vd., 2005 ve Dahlan ve Sani, (2017) tarafından da belirlenmiştir.

4.2.7. Titrasyon Asitliği

Yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği değerleri Tablo 11’de görölmektedir. En yüksek titrasyon asitliği değeri A kültüründe depolamanın 21. gününde görölürken, en düşük titrasyon asitliği değeri ise C ve F kültürlerinde depolamanın birinci gününde görölmektedir.

Tablo 11

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Titrasyon asitliği	1. gün	1,23±0,02	0,96±0,02	0,92±0,01	0,96±0,01	0,95±0,02	0,92±0,02
	7. gün	1,35±0,05	1,08±0,02	1,04±0,02	1,14±0,03	1,09±0,01	0,96±0,01
	14. gün	1,35±0,03	1,13±0,01	1,09±0,03	1,18±0,06	1,12±0,03	0,99±0,02
	21. gün	1,40±0,06	1,12±0,01	1,16±0,04	1,25±0,02	1,15±0,03	0,99±0,01

Sonuçlar % laktik asit cinsinden verilmiştir.

Yoğurt örneklerindeki titrasyon asitliğine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 12’de yer almaktadır. Titrasyon asitliği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görölmüştür ($p=0,00$). Dolayısıyla kültür faktörünün titrasyon asitliği değerlerine etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değerın sadece %3,88 olduğu görölmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü kültür farklılığı ve depolama süresine ilişkin etkileri incelendiğinde bu iki etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görölmektedir. Titrasyon asitliği değerlerindeki varyasyonun %26,26’lık kısmı depolama süresi tarafından açıklanabilirken %66,61’lik kısmı ise kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 12

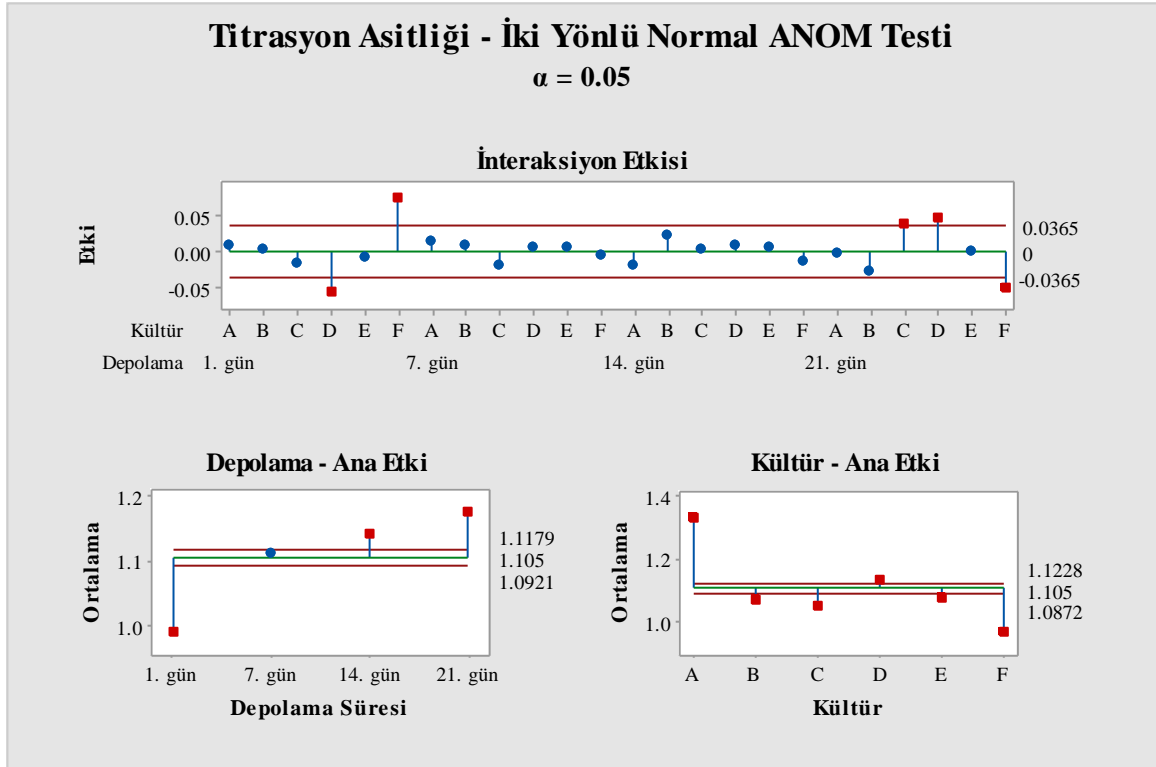
Titrasyon asitliğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	0.49	26.26	0.49	0.16	193.68	0.00
Kültür	5	1.24	66.61	1.24	0.25	294.76	0.00
Depolama*Kültür	15	0.07	3.88	0.07	0.00	5.72	0.00
Hata	72	0.06	3.25	0.06	0.00		
Toplam	95	1.86	100.00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin titrasyon asitliği değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 12’de verilmiştir. Şekil 12 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin ayrı ayrı önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 12) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade kültür ve depolama süresinin ana etkilerine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek titrasyon asitliği değerinin A kültürü kullanıldığında, en düşük titrasyon asitliği değerlerinin ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama sürelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en düşük titrasyon asitliği değerinin depolamanın birinci gününde ve en yüksek titrasyon asitliği değerlerinin ise depolamanın 14. ve 21. günlerinde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 12. Titrasyon asitliğine (% Laktik asit) ilişkin ANOM analizi sonuçları

Yoğurta laktik asit üretimi önemli bir biyokimyasal olaydır. Yoğurt bakterileri tarafından üretilen laktik asit, kazein misellerinin stabilitesini bozarak sütün koagüle olmasına ve yoğurt pıhtısının oluşmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak, laktik asit yoğurda tipik aromatik özelliğini kazandırmaktadır (Özdemir ve Bodur, 1994).

Güzel-Seydim vd., (2005) tarafından 14 günlük depolama süresince iki farklı inkübasyon sıcaklığı ve iki farklı ticari yoğurt kültürü kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin laktik asit değerlerinin % 0,70-0,82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gürsoy vd., (2010) ürettikleri set tipi yoğurt örneklerinde 21 günlük depolama süresi boyunca % laktik asit değerlerini 0,75-0,98 arasında belirlemişlerdir. Akalın vd., (2012) kontrol örneği olarak süt tozu, diğer örneklerde ise sodyum kalsiyum kazeinat ya da peyniraltı suyu protein konsantratu ilave ederek ürettikleri yoğurt örneklerinde 28 günlük depolama süresi boyunca % laktik asit değerlerini 1,18-1,34 arasında bulmuşlardır. Genel olarak benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte asitlik değerlerindeki farklılıkların sebebi kullanılan kültürlerin farklılığından, fermentasyon koşullarından veya üretimde kullanılan süttten kaynaklanmış olabilir.

4.2.8. Serum Ayrılması

Yoğurt örneklerinin depolama süresince serum ayrılması değerlerindeki değişim Tablo 13'te görülmektedir. En yüksek serum ayrılması değeri A kültüründe depolamanın 14. gününde görülürken, en düşük serum ayrılması değeri ise yine A kültüründe depolamanın 7. gününde görülmektedir.

Tablo 13

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen serum ayrılması değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Serum ayrılması (%)	1. gün	20,69±1,49	26,19±1,54	25,96±0,43	33,45±1,55	33,45±1,55	35,71±1,45
	7. gün	20,45±0,74	21,90±1,25	23,92±1,23	29,87±0,93	29,87±0,93	34,74±0,09
	14. gün	36,94±1,45	23,27±0,11	24,56±1,24	28,20±1,72	28,20±1,72	35,41±1,20
	21. gün	24,95±0,66	25,66±1,92	23,78±1,85	25,96±2,19	25,96±2,19	34,39±2,51

Yoğurt örneklerindeki serum ayrılmasına ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 14'te görülmektedir. Serum ayrılması değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) ve toplam varyasyonun %32,92'lik kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığının serum ayrılması değerlerine olan etkisi depolama süresine göre önemli değişiklikler göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir. Bu duruma ek olarak kültür faktörüne ilişkin etkinin ayrı değerlendirilmesi de yararlı olacaktır. Çünkü kültür tarafından açıklanabilen varyasyon incelendiğinde serum ayrılması değerlerinde gözlenen toplam varyasyonun %56,37'lik kısmı da kültür faktörü tarafından açıklanmaktadır. Dolayısıyla kültür farklılığına ilişkin etkiler incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olabileceği görülmektedir.

Tablo 14

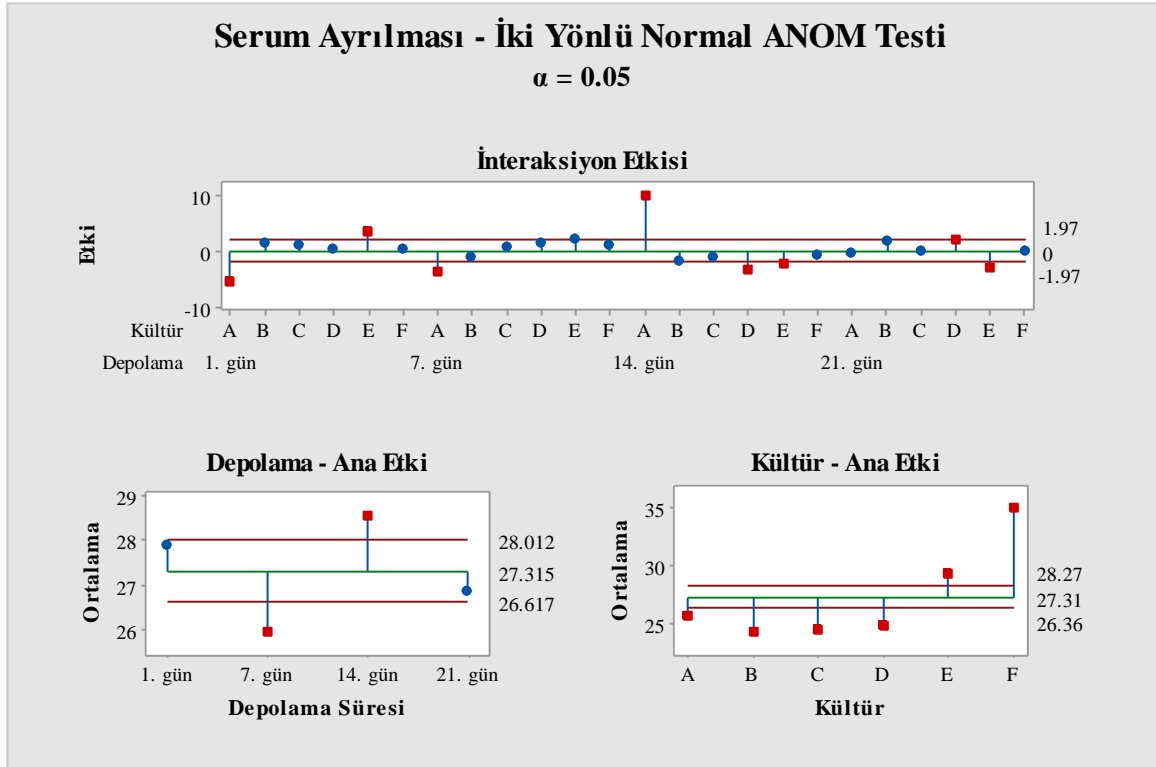
Serum ayrılması değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	95,63	3,77	95,63	31,88	13,01	0,00
Kültür	5	1431,72	56,37	1431,72	286,34	116,91	0,00
Depolama*Kültür	15	836,08	32,92	836,08	55,74	22,76	0,00
Hata	72	176,35	6,94	176,35	2,45		
Toplam	95	2539,78	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin serum ayrılması değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 13'te verilmiştir. Şekil 13 incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemli olduğu görülmektedir. İnteraksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde; en düşük serum ayrılması değerinin A kültürü kullanıldığında, en yüksek serum ayrılması değerinin ise E kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 7. gününde; A kültürü hariç diğer kültürlerin anlamlı değişimlere neden olmadığı görülmektedir. Depolamanın 14. gününde; D ve E kültürlerinin diğer kültürlere kıyasla daha düşük serum ayrılması değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Depolamanın 21 gününde ise; en yüksek serum ayrılması değerlerinin D kültüründe, buna karşın en düşük serum ayrılması değerlerinin ise E kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Ek olarak kültür faktörünün ana etkisine ait grafik incelendiğinde en yüksek serum ayrılması değerinin F kültürü kullanıldığında, en düşük serum ayrılması değerlerinin sırasıyla B, C ve D kültürleri kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 13. Serum ayrılması değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Serum ayrılması, ürün içerisindeki protein ağında tutulan sıvı fazın herhangi bir dış zorlama olmaksızın jel yapısının reorganizasyonu sonucunda oluşan yapısal bir kusurdur. Üreticiler, yoğurdun kurumaddesinin artırılması başta olmak üzere stabilizatör ilavesi, şiddetli ısıl işlem koşulları gibi çeşitli yollar ile serum ayrılmasını önlemeye çalışmaktadırlar (Lucey, 2002). Yoğurdun dokusal ve duysal özellikleri tüketici kabul edilebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Yüksek düzeyde serum ayrılması olan yoğurtlar genellikle düşük kaliteli ürün olarak nitelendirilmektedir (Akalin vd., 2012).

Akalin vd., (2012) ürettikleri yoğurt örneklerinde serum ayrılması miktarının 28 günlük depolama süresince artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Swelam vd., (2019) farklı ekzopolisakkarit üreten yoğurt kültürleri kullanarak ve farklı inkübasyon sıcaklıklarında (40°C, 42°C ve 45°C) yağsız yoğurt üretmişlerdir. Yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri 7 günlük depolama süresince azalmıştır. Yapılan başka bir çalışmada süttozu kullanılarak elde edilen yoğurt örneklerinde serum ayrılması değerleri 1. günde 7,99 g/25g iken 12. günde 5,36 g/25g bulunarak depolama süresince azaldığı belirtilmiştir (Güven ve Karaca, 2003). İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde serum ayrılması değeri 1. günde yaklaşık olarak 6 mL/25 g yoğurt

iken, 12. günde yaklaşık olarak 5 mL/25 g yoğurt olarak tespit edilmiştir. Serum ayrılması değerlerinde görülen farklılıkların nedeni sütün protein ve kurumadde içeriğine, uygulanan ısı işleme, kullanılan kültüre, ürünün inkübasyon sonu asitliğine ve soğutma sıcaklığına bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.9. Su Tutma Kapasitesi

Yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değerlerindeki değişim Tablo 15'te görülmektedir. En yüksek su tutma kapasitesi F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük su tutma kapasitesi değeri ise D kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 15

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerleri

	Depolama Süresi	Kültür					
		A	B	C	D	E	F
Su tutma kapasitesi (%)	1. gün	29,41±0,20	26,43±0,96	27,42±0,30	24,32±0,29	30,53±1,07	40,91±1,98
	7. gün	28,41±0,31	27,60±0,66	27,27±0,37	27,87±0,86	32,34±0,54	34,57±0,84
	14. gün	29,06±0,57	29,44±1,04	30,12±0,84	28,54±0,26	34,12±0,78	39,33±0,70
	21. gün	28,94±0,79	29,44±2,04	31,14±0,78	27,67±0,88	34,07±0,84	38,44±0,19

Yoğurt örneklerindeki su tutma kapasitesine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 16'da görülmektedir. Su tutma kapasitesi bakımından yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0.00$). Dolayısıyla kültür faktörünün su tutma kapasitesi değerlerine etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer sadece %8,76 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyonun önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü özellikle kültür etkisi olmak üzere varyasyon etkileri incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Su tutma kapasitesi değerlerindeki varyasyonun %82,57'lik önemli bir kısmı kültür faktörü tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 16

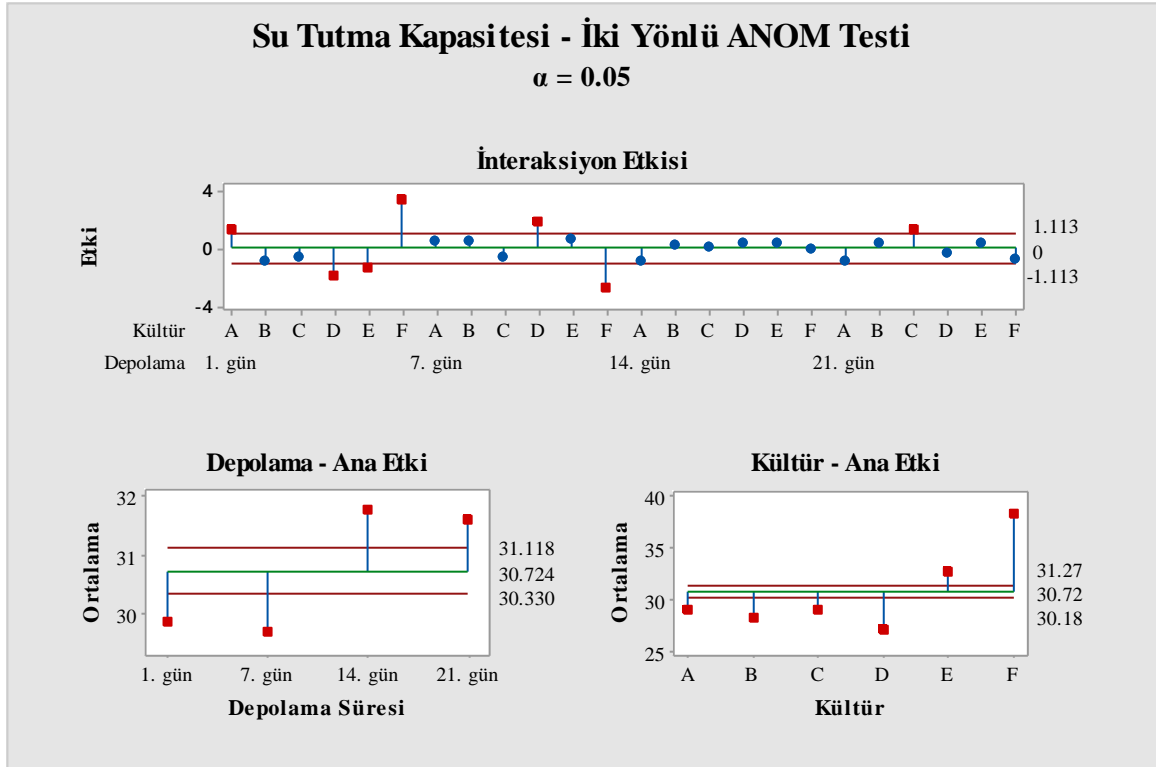
Su tutma kapasitesi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	90,49	5,35	90,49	30,164	38,60	0,00
Kültür	5	1396,86	82,57	1396,86	279,371	357,50	0,00
Depolama*Kültür	15	148,19	8,76	148,19	9,879	12,64	0,00
Hata	72	56,26	3,33	56,26	0,781		
Toplam	95	1691,80	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin su tutma kapasitesi değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 14'te verilmiştir. Şekil 14 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 15) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade kültür faktörünün ana etkisine odaklanılmıştır. Dolayısıyla kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en düşük su tutma kapasitesi değerlerinin D kültürü kullanıldığında en yüksek su tutma kapasitesi değerlerinin ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 14. Su tutma kapasitesi değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Akalın vd., (2012) ile Swelam vd., (2019) yoğurtlardaki su tutma kapasitesi değerlerinin depolama süresince artış gösterdiğini belirtmişlerdir. A ve F örnekleri dışında diğer yoğurt örneklerinde de depolamanın son günlerinde su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 11). Sütün protein ve kurumadde içeriği, uygulanan ısı işlem ve soğutma koşulları, kullanılan kültürün özellikleri ve ürünün asitliği su tutma kapasitesinde farklılıklara neden olabilmektedir.

4.2.10. Viskozite

Yoğurt örneklerinin depolama süresince viskozite değerlerindeki değişim Tablo 17'de görülmektedir. En yüksek viskozite değeri F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük viskozite değeri ise A kültüründe yine depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 17

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen viskozite değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Viskozite (cP)	1. gün	5560±554	10162±496	10554±308	8755±132	10243±85	11933±30
	7. gün	9367±440	10732±472	11753±232	8614±111	10132±254	10628±492
	14. gün	10369±435	10227±190	11896±66	9091±118	10283±361	9180±970
	21. gün	11555±71	11381±284	11904±94	9088±170	9785±137	9387±145

Yoğurt örneklerindeki viskoziteye ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 18’de görülmektedir. Viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) ve toplam varyasyonun %51,65’lik kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla farklı depolama sürelerinin viskozite değerlerine olan etkisi kültürlere göre önemli değişiklikler göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir.

Tablo 18

Viskozite değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

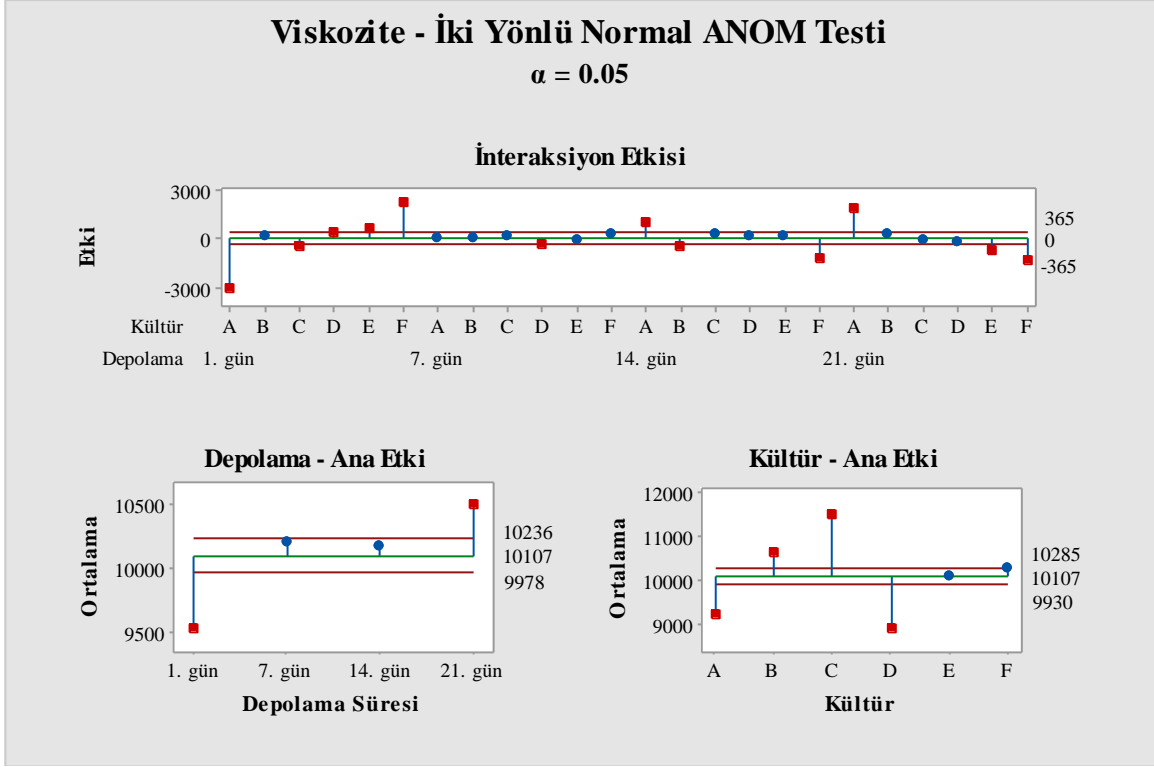
Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	12238459	6,44	12238459	4079486	48,69	0,00
Kültür	5	73662721	38,74	73662721	14732544	175,84	0,00
Depolama*Kültür	15	98191165	51,65	98191165	6546078	78,13	0,00
Hata	72	6032472	3,17	6032472	83784		
Toplam	95	190124816	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin viskozite değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 15’te verilmiştir. Şekil 15’te verilen interaksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde; en düşük viskozite değerlerinin A kültürü kullanıldığında, en yüksek viskozite değerlerinin ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 7. gününde; D kültürü hariç diğer kültürlerin anlamlı değişimlere neden olmadığı görülmektedir. Depolamanın 14. ve 21. günlerinde ise; en

yüksek viskozite değerlerinin A kültüründe, buna karşın en düşük viskozite değerlerinin ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 15. Viskozite değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Yoğurta viskozite, büyük ölçüde sütün uygun şekilde işlenmesine ve üretim sürecinde kültür tipini kapsayan optimum koşullara bağlıdır. Bu nedenle son üründe istenilen viskozitenin sağlanması için kültür seçimi büyük bir önem arz etmektedir (Akalin ve Gönç, 1999).

Yoğurt örneklerinde depolama süresince elde edilen viskozite ölçümleri (Tablo 8) diğer çalışmalarla da benzer bulunmuştur. Akan vd., (2021) yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin 28 günlük depolama süresi boyunca 597,33-1902,33 cP aralığında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Gürsoy vd., (2010) ürettikleri yoğurt örneklerinde 21 günlük depolama süresi boyunca viskozite değerlerinin arttığını ve bu değerlerin 1275-1758 cP arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) kontrol grubu yoğurt örneklerinde 12 günlük depolama süresi boyunca 5243-8456 cP aralığında olduğunu belirlemiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresi arttıkça viskozite değerleri de artmaktadır. Dahlan ve Sani, (2017) ürettikleri 10 farklı yoğurt formülasyonu içinde

viskozite değerlerinin 1057,9-2307,7 cP aralığında olduğunu belirtmişlerdir ve buna ek olarak formülasyonunda sadece *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanılan yoğurt örneğinin en düşük viskoziteye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

4.2.11. Tirozin

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tirozin değerlerindeki değişim Tablo 19'da görülmektedir. En yüksek tirozin değeri A kültüründe depolamanın 7. gününde görülürken, en düşük tirozin değeri ise C kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 19

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tirozin değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Tirozin (mg tirozin/ 100g yoğurt)	1. gün	14,76±1,86	10,51±1,12	8,49±1,02	11,93±1,10	10,76±1,03	9,57±2,82
	7. gün	19,57±0,92	10,51±0,96	9,08±1,07	11,27±1,53	12,35±3,27	10,69±2,42
	14. gün	18,28±1,51	10,58±0,25	8,69±0,37	16,23±3,07	13,52±2,56	9,89±0,56
	21. gün	18,87±0,36	11,01±0,56	9,61±1,31	16,76±1,98	14,21±4,27	10,85±0,76

Yoğurt örneklerindeki tirozine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 20'de görülmektedir. Tirozin bakımından yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0,02$). Dolayısıyla kültür faktörünün tirozin değerlerine etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer %8,15 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür faktörüne ilişkin ana etkinin ayrı değerlendirilmesinin yararlı olacağını göstermektedir. Çünkü kültür etkisi tirozin değerlerindeki varyasyonun %65,90'lık kısmını açıklamaktadır.

Tablo 20

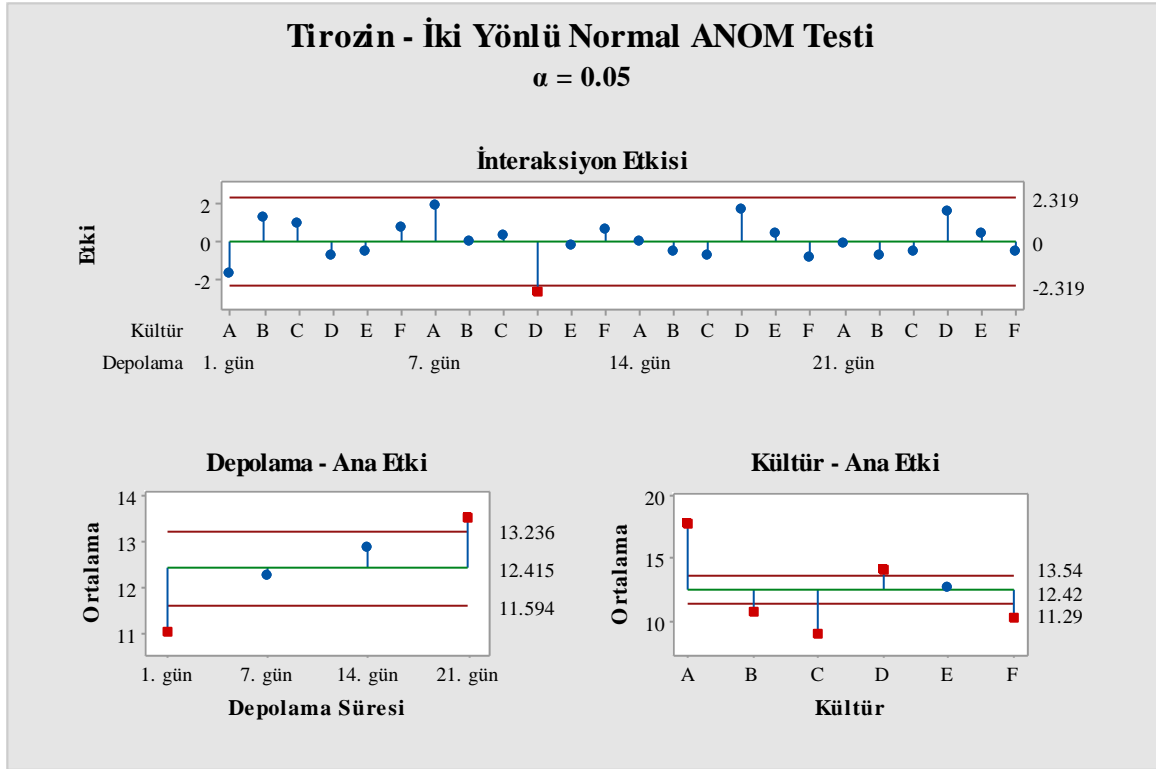
Tirozin değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	84,54	6,67	84,54	28,18	8,31	0,00
Kültür	5	834,75	65,90	834,75	166,95	49,23	0,00
Depolama*Kültür	15	103,25	8,15	103,25	6,88	2,03	0,02
Hata	72	244,18	19,28	244,18	3,39		
Toplam	95	1266,71	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin tirozin değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 16'da verilmiştir. Şekil 16'da tirozin değerlerinin interaksiyonuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın 7. gününde D kültürünün diğer kültür çeşitlerinden ve depolama günlerinden farklı olduğu görülmektedir. Ek olarak kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek tirozin değerinin A kültürü kullanıldığında en düşük tirozin değerlerinin ise C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 16. Tirozin değerlerine ilişkin ANOM analizi sonuçları

Süt proteinleri, özellikle kazeinler, yoğurt bakterileri için temel azot kaynağıdır. Yoğurt bakterileri tarafından gerçekleştirilen kazein hidrolizasyonunun birinci basamağı proteinazlar tarafından gerçekleştirilmektedir. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus*'un birçok suşu proteinaz aktivitesine sahiptir. Özellikle *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* kökenli proteinazlar 45-55°C ve pH 5,2-5,8 aralığında optimum aktivite göstermektedir. *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen proteazlar tarafından açığa çıkarılan oligopeptitler, endo- ve ekzopeptidazlar aracılığı ile düşük molekül ağırlığına sahip peptitlere ve aminoasitlere parçalanmaktadır ve bu azotlu bileşikler *S. thermophilus* tarafından kullanılmaktadır. Bu olay, iki yoğurt bakterisi arasındaki simbiyotik ilişkinin temelini oluşturmaktadır (Özdemir ve Bodur, 1994; Özer, 2006).

Depolama süresince yoğurt örneklerinin tirozin değerlerinde artış meydana gelmiştir. Bu artış beklenen bir sonuç olup, depolama süresince aminoasit ve peptit miktarlarının yani proteolizin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Güven ve Karaca, 2003; İşleten ve Karagül-Yüceer, 2008). Güven ve Karaca, (2003) çeşitli yöntemlerle kurumadde miktarı arttırılan sütlerden üretilen yoğurtların tirozin değerlerinin 12 günlük depolama süresi sonunda artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Benzer bir çalışma da İşleten ve Karagül-

Yüceer, (2008) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, süt kaynaklı çeşitli toz bileşenler kullanarak kurumadesi arttırılan sütlerden elde ettiği yoğurt örneklerinde 12 günlük depolama süresince tirozin değerlerinin tüm yoğurt örneklerinde artış gösterdiğini belirtmiştir.

Yoğurtta asitlik arttıkça aminoasit içeriği de artış göstermektedir (Yaygın, 1999). Yoğurdun tirozin içeriği ile titrasyon asitliği arasında ilişki olduğu, titrasyon asitliği düşük olan yoğurdun tirozin değerlerinin de düşük olduğu bildirilmektedir. Tezde elde edilen bulgular bu açıdan incelendiğinde düşük titrasyon asitliğine sahip B, C ve F yoğurtlarının yine düşük tirozin içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Güven ve Karaca, (2003) tarafından yapılan çalışmada yoğurt örneklerinin birinci gün tirozin içerikleri incelendiğinde, en yüksek pH değerine sahip olan yoğurdun, en düşük tirozin içeriğine sahip olduğu, en düşük pH değerine sahip olan yoğurdun ise en yüksek tirozin içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir.

4.2.12. Uçucu Bileşen Analizi

Üretimi gerçekleştirilen yoğurt örneklerinin 21 günlük depolama süresince uçucu bileşen analizleri yapılmış ve analize ilişkin sonuçlar Tablo 21-26'da verilmiştir.

Tablo 21

A kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	A ($\mu\text{g}/\text{kg}$ yoğurt)			
			(Ortalama \pm Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	31,83 \pm 0,40	21,26 \pm 3,36	36,64 \pm 6,38	27,34 \pm 4,29
2	Diasetil	974	29,40 \pm 3,61	22,63 \pm 8,89	34,66 \pm 9,58	26,09 \pm 2,79
3	2-Bütenal, 3-metil	1203	1,43 \pm 1,22	2,01 \pm 0,03	4,06 \pm 0,74	3,57 \pm 0,20
4	3-Büten-1-ol, 3-metil	1241	0,70 \pm 0,10	0,44 \pm 0,00	1,22 \pm 0,37	0,98 \pm 0,03
5	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	28,68 \pm 4,79	19,06 \pm 5,54	38,22 \pm 9,62	28,18 \pm 6,90
6	5-Nonanon	1282	0,55 \pm 0,30	0,46 \pm 0,25	0,08 \pm 0,08	0,61 \pm 0,11
7	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,68 \pm 0,01	0,61 \pm 0,09	1,01 \pm 0,16	0,90 \pm 0,07
8	1-Fenilpentan-2-on	1327	1,75 \pm 0,37	2,22 \pm 0,18	1,80 \pm 0,62	2,31 \pm 0,20
9	1-Hekzanol	1339	0,19 \pm 0,01	0,19 \pm 0,05	0,30 \pm 0,06	0,27 \pm 0,01
10	3-Pentanol, 2-metil	1341	3,55 \pm 0,44	2,74 \pm 0,58	5,08 \pm 1,14	4,27 \pm 0,97
11	İzopropil alkol	1346	2,86 \pm 0,38	2,17 \pm 0,45	4,23 \pm 0,93	3,46 \pm 0,91
12	Dimetil trisülfit		-	-	0,12 \pm 0,04	0,07 \pm 0,02
13	2-Nonanon	1376	1,95 \pm 0,81	1,10 \pm 0,10	1,38 \pm 0,41	1,44 \pm 1,02
14	Asetik asit	1440	1003,13 \pm 84,06	918,88 \pm 154,56	1071,34 \pm 57,63	1121,26 \pm 97,32
15	2-Furankarboksaldehit	1457	0,21 \pm 0,03	0,22 \pm 0,06	0,40 \pm 0,02	0,32 \pm 0,10
16	2-Etilhekzanol	1473	0,42 \pm 0,11	0,51 \pm 0,12	1,09 \pm 0,09	0,78 \pm 0,02
17	2-Nonanol	1516	0,27 \pm 0,00	0,31 \pm 0,04	0,42 \pm 0,09	0,50 \pm 0,00
18	Propanoik asit	1527	10,46 \pm 0,47	9,67 \pm 1,56	11,23 \pm 0,31	12,02 \pm 0,34
19	1-Oktanol	1542	0,17 \pm 0,16	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,36 \pm 0,10
20	İzobütirik asit	1566	22,30 \pm 0,83	18,30 \pm 2,97	24,85 \pm 2,31	24,47 \pm 2,22
21	Asetoin	1570	0,91 \pm 0,06	0,60 \pm 0,08	1,40 \pm 0,50	0,90 \pm 0,21
22	Bütanoik asit	1615	407,42 \pm 22,43	392,48 \pm 62,56	444,85 \pm 52,43	465,15 \pm 38,61
23	1-Nonanol	1647	0,42 \pm 0,02	0,34 \pm 0,07	0,51 \pm 0,03	0,49 \pm 0,04
24	2-Furanmetanol	1652	0,57 \pm 0,08	0,49 \pm 0,07	0,77 \pm 0,09	0,65 \pm 0,08
25	İzovalerik asit	1659	99,61 \pm 3,35	91,78 \pm 14,89	107,55 \pm 13,57	118,30 \pm 2,07
26	Pentanoik asit	1726	8,90 \pm 2,14	8,55 \pm 1,77	10,66 \pm 0,14	10,76 \pm 0,10
27	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	16,84 \pm 3,01	10,25 \pm 1,53	16,14 \pm 1,64	16,09 \pm 0,68
28	Hekzanoik asit	1839	543,07 \pm 27,36	561,42 \pm 79,55	607,44 \pm 80,06	652,38 \pm 64,84
29	Dimetil sülfon	1925	0,22 \pm 0,22	0,35 \pm 0,08	0,63 \pm 0,15	0,39 \pm 0,12
30	Hekzanoik asit, 2-etil	1943	3,83 \pm 3,83	3,12 \pm 3,12	3,98 \pm 3,98	-
31	Heptanoik asit	1953	11,59 \pm 2,54	11,28 \pm 2,89	11,74 \pm 2,91	11,32 \pm 1,85
32	Oktanoik asit	2060	184,88 \pm 1,14	202,82 \pm 23,25	217,43 \pm 30,91	233,85 \pm 34,60
33	Nonanoik asit	2170	16,80 \pm 5,12	16,26 \pm 0,90	12,09 \pm 4,71	14,90 \pm 10,02
34	Dekanoik asit	2276	31,49 \pm 4,41	20,00 \pm 19,78	39,08 \pm 5,38	48,36 \pm 8,86

Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alıkonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Tablo 22

B kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	B ($\mu\text{g/kg}$ yoğurt) (Ortalama \pm Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	30,93 \pm 0,23	39,96 \pm 0,57	30,39 \pm 0,92	36,67 \pm 1,13
2	Diasetil	974	35,72 \pm 0,86	53,95 \pm 0,83	43,11 \pm 7,51	39,73 \pm 6,48
3	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	70,30 \pm 0,89	86,39 \pm 1,55	65,80 \pm 4,33	65,63 \pm 2,05
4	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,64 \pm 0,18	1,14 \pm 0,01	0,35 \pm 0,18	0,84 \pm 0,23
5	3-Pentanol, 2-metil	1327	3,31 \pm 0,06	4,14 \pm 0,03	3,30 \pm 0,02	3,35 \pm 0,25
6	1-Hekzanol	1339	0,26 \pm 0,05	0,34 \pm 0,06	0,25 \pm 0,02	0,25 \pm 0,04
7	İzopropil alkol	1346	2,86 \pm 0,02	3,52 \pm 0,00	2,80 \pm 0,00	2,86 \pm 0,24
8	2-Nonanon	1376	0,43 \pm 0,08	0,34 \pm 0,10	0,38 \pm 0,06	0,30 \pm 0,05
9	Asetik asit	1440	387,75 \pm 26,74	571,47 \pm 2,26	1158,63 \pm 636,73	1162,50 \pm 612,85
10	2-Furankarboksaldehit	1457	0,28 \pm 0,03	0,36 \pm 0,06	0,21 \pm 0,08	0,71 \pm 0,42
11	2-Etilhekzanol	1473	1,20 \pm 0,26	2,62 \pm 0,12	1,92 \pm 0,85	1,91 \pm 0,51
12	Propanoik asit	1527	1,56 \pm 0,01	2,42 \pm 0,09	4,35 \pm 2,35	4,94 \pm 2,79
13	1-Oktanol	1542	0,01 \pm 0,01	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	-
14	İzobütirik asit	1555	21,62 \pm 0,04	30,79 \pm 0,41	13,50 \pm 2,28	14,49 \pm 8,14
15	Asetoin	1570	1,01 \pm 0,21	1,27 \pm 0,12	2,81 \pm 1,87	2,69 \pm 1,70
16	Bütirolakton		0,05 \pm 0,05	-	-	0,20 \pm 0,02
17	Bütanoik asit	1615	275,29 \pm 13,95	406,63 \pm 19,46	237,58 \pm 139,49	196,19 \pm 107,93
18	1-Nonanol	1647	0,22 \pm 0,00	0,27 \pm 0,04	0,22 \pm 0,13	0,11 \pm 0,06
19	2-Furanmetanol	1652	0,46 \pm 0,04	0,51 \pm 0,03	0,33 \pm 0,09	2,42 \pm 2,14
20	İzoveralik asit	1659	70,12 \pm 0,91	101,18 \pm 9,31	62,16 \pm 30,75	50,08 \pm 16,28
21	Pentanoik asit	1726	2,05 \pm 0,01	2,92 \pm 0,01	5,48 \pm 3,08	10,35 \pm 1,04
22	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	19,30 \pm 8,43	9,44 \pm 2,03	3,04 \pm 1,24	2,78 \pm 1,14
23	Hekzanoik asit	1839	545,49 \pm 29,15	819,32 \pm 42,19	384,96 \pm 352,87	326,69 \pm 297,44
24	1H-Purin-6-amin, [(2-fluorofenil)metil]-	1904	0,84 \pm 0,09	1,04 \pm 0,17	0,48 \pm 0,34	0,49 \pm 0,38
25	Dimetil sülfon	1925	0,50 \pm 0,10	0,78 \pm 0,12	0,74 \pm 0,16	0,66 \pm 0,11
26	Hekzanoik asit, 2-etil	1943	3,24 \pm 0,59	3,18 \pm 0,20	2,08 \pm 2,08	3,07 \pm 0,92
27	Heptanoik asit	1953	34,91 \pm 9,08	28,19 \pm 5,01	16,36 \pm 3,86	18,57 \pm 2,00
28	Oktanoik asit	2060	238,09 \pm 0,22	336,77 \pm 2,29	134,49 \pm 124,80	687,01 \pm 415,59
29	Nonanoik asit	2170	157,83 \pm 21,49	179,62 \pm 6,45	5,35 \pm 0,33	437,11 \pm 247,66
30	Dekanoik asit	2276	46,45 \pm 2,06	67,28 \pm 4,92	42,16 \pm 16,06	127,10 \pm 74,17

Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alıkonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Tablo 23

C kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	C (µg/kg yoğurt) (Ortalama±Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	39,33±14,33	34,55±5,09	31,65±1,14	23,92±2,52
2	Diasetil	974	41,97±2,00	51,64±0,20	78,57±9,71	68,85±9,06
3	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	59,31±9,10	56,07±2,90	63,43±4,51	47,35±2,59
4	2-Propanon, 1-hidroksi	1289	1,88±1,88	1,28±1,08	0,43±0,05	0,32±0,23
5	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,76±0,16	0,71±0,06	0,98±0,06	0,64±0,07
6	3-Pentanol, 2-metil	1327	5,03±0,68	4,84±0,07	5,61±0,17	4,31±0,09
7	1-Hekzanol	1339	0,20±0,02	0,20±0,00	0,24±0,01	0,16±0,03
8	İzopropil alkol	1346	4,09±0,52	3,88±0,12	4,55±0,15	3,47±0,07
9	2-Nonanon	1376	0,27±0,13	0,25±0,15	0,53±0,13	0,22±0,15
10	Asetik asit	1440	604,42±273,10	761,58±0,00	591,04±21,79	624,90±57,10
11	2-Furankarboksaldehit	1457	2,26±2,00	1,17±1,17	0,33±0,04	0,45±0,27
12	Formik asit	1470	21,84±21,84	355,96±330,53	-	-
13	2-Etilheksanol	1473	1,19±0,14	1,08±0,83	3,52±0,38	2,75±0,05
14	Propanoik asit	1527	2,31±0,78	1,35±1,35	2,36±0,05	20,11±1,94
15	1-Oktanol	1542	0,01±0,00	0,95±0,93	0,01±0,00	0,01±0,00
16	İzobütirik asit	1555	23,30±3,46	55,60±31,65	24,56±1,08	21,63±5,25
17	Asetoin	1570	1,00±0,15	0,58±0,57	1,01±0,06	0,75±0,14
18	Bütanoik asit	1615	297,94±62,08	173,55±170,73	373,69±7,97	394,44±24,91
19	Bütirolakton	1633	0,59±0,59	0,82±0,12	0,03±0,03	0,06±0,06
20	1-Nonanol	1647	0,17±0,01	0,16±0,10	0,24±0,02	0,20±0,01
21	2-Furanmetanol	1652	10,67±10,21	6,24±6,01	0,87±0,21	1,57±1,10
22	İzovalerik asit	1659	70,83±6,47	51,62±22,36	91,25±3,18	92,45±4,02
23	Pentanoik asit	1726	8,00±6,07	227,32±214,89	2,50±0,09	13,06±5,57
24	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	9,31±3,77	7,16±6,62	7,35±0,48	9,37±6,43
25	α -Krotonolakton	1765	-	-	-	0,41±0,41
26	Hekzanoik asit	1839	678,35±134,79	380,26±377,32	798,71±10,51	815,54±34,63
27	1H-Purin-6-amin, [(2-fluorofenil)metil]-	1904	0,70±0,13	0,34±0,34	0,70±0,04	0,56±0,05
28	Dimetil sülfon	1925	0,48±0,04	0,59±0,03	0,49±0,06	0,43±0,09
29	Hekzanoik asit, 2-etil	1943	4,25±0,76	53,07±51,18	3,09±0,39	5,97±3,43
30	Heptanoik asit	1953	24,19±0,85	457,44±439,02	20,14±2,86	26,37±2,69
31	Oktanoik asit	2060	341,04±72,74	194,86±170,29	356,00±7,79	342,96±28,45
32	Nonanoik asit	2170	200,14±49,78	75,30±69,89	115,80±16,14	83,90±44,64
33	Dekanoik asit	2276	80,24±22,32	123,64±29,16	77,00±1,13	82,92±8,83

Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alıkonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Tablo 24

D kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	D ($\mu\text{g/kg}$ yoğurt) (Ortalama \pm Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	47,69 \pm 13,44	33,74 \pm 4,78	27,59 \pm 2,23	41,43 \pm 9,77
2	Diasetil	974	40,07 \pm 15,53	25,51 \pm 8,17	28,71 \pm 0,60	32,67 \pm 3,83
3	3-Büten-1-ol,3-metil	1241	0,52 \pm 0,13	0,98 \pm 0,98	1,68 \pm 0,22	-
4	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	54,77 \pm 8,05	45,47 \pm 13,30	40,32 \pm 3,13	48,27 \pm 11,03
5	2-Propanon, 1-hidroksi	1289	1,79 \pm 1,17	0,79 \pm 0,17	0,11 \pm 0,11	1,03 \pm 1,03
6	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,76 \pm 0,08	0,41 \pm 0,09	0,47 \pm 0,02	0,70 \pm 0,09
7	3-Pentanol, 2-metil	1327	-	2,24 \pm 2,24	3,45 \pm 0,16	4,06 \pm 0,59
8	1-Hekzanol	1339	0,20 \pm 0,02	0,19 \pm 0,01	0,18 \pm 0,01	0,17 \pm 0,05
9	İzopropil alkol	1346	3,41 \pm 0,50	2,90 \pm 0,79	3,07 \pm 0,13	3,31 \pm 0,43
10	2-Nonanon	1376	1,33 \pm 0,03	1,29 \pm 0,17	1,17 \pm 0,20	0,66 \pm 0,23
11	2(3H)-Furanone, 5-methyl-	1395	0,68 \pm 0,68	-	-	0,25 \pm 0,25
12	Asetik asit	1440	1112,02 \pm 267,42	630,72 \pm 29,12	606,28 \pm 26,58	968,90 \pm 300,52
13	2-Furankarboksaldehit	1457	2,49 \pm 1,63	0,89 \pm 0,35	0,34 \pm 0,11	1,62 \pm 1,42
14	Formik asit	1470	31,63 \pm 31,63	-	-	-
15	2-Etilhekzanol	1473	2,16 \pm 0,50	2,43 \pm 0,89	5,69 \pm 3,25	3,74 \pm 0,04
16	2-Nonanol	1516	-	0,35 \pm 0,20	0,51 \pm 0,06	0,53 \pm 0,03
17	Propanoik asit	1527	27,23 \pm 4,54	17,31 \pm 3,51	12,19 \pm 2,33	23,08 \pm 4,76
18	1-Oktanol	1542	0,24 \pm 0,03	0,15 \pm 0,04	0,18 \pm 0,01	0,19 \pm 0,05
19	İzobütirik asit	1555	30,77 \pm 3,77	23,62 \pm 4,55	26,69 \pm 0,80	13,97 \pm 13,10
20	Asetoin	1570	1,12 \pm 0,06	0,75 \pm 0,09	0,81 \pm 0,04	1,22 \pm 0,16
21	Bütanoik asit	1615	502,50 \pm 73,53	344,04 \pm 61,54	381,75 \pm 2,71	449,42 \pm 28,58
22	Bütirolakton	1633	0,78 \pm 0,47	0,19 \pm 0,02	0,04 \pm 0,04	0,37 \pm 0,37
23	1-Nonanol	1647	0,24 \pm 0,03	0,10 \pm 0,05	0,19 \pm 0,00	0,25 \pm 0,00
24	2-Furanmetanol	1652	11,94 \pm 8,99	2,19 \pm 1,92	0,81 \pm 0,44	5,71 \pm 5,31
25	İzovalerik asit	1659	111,26 \pm 7,60	47,01 \pm 21,65	99,60 \pm 1,24	49,53 \pm 46,26
26	Pentanoik asit	1726	3,25 \pm 0,40	2,29 \pm 0,02	9,53 \pm 2,60	8,56 \pm 0,19
27	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	22,94 \pm 6,70	8,52 \pm 6,14	4,39 \pm 1,86	11,47 \pm 7,43
28	α -Krotonolakton	1765	2,04 \pm 0,76	0,93 \pm 0,18	2,19 \pm 2,19	0,79 \pm 0,79
29	Hekzanoik asit	1839	1068,80 \pm 156,78	731,36 \pm 97,04	754,03 \pm 1,73	938,31 \pm 69,40
30	1H-Purin-6-amin, [(2-fluorofenil)metil]-	1904	0,96 \pm 0,05	0,79 \pm 0,12	0,69 \pm 0,22	0,72 \pm 0,23
31	Dimetil sülfon	1925	0,56 \pm 0,01	0,43 \pm 0,02	0,43 \pm 0,01	0,64 \pm 0,10
32	Hekzanoik asit, 2-etil	1943	4,99 \pm 0,93	4,88 \pm 1,26	1,32 \pm 0,04	1,25 \pm 0,92
33	Heptanoik asit	1953	29,52 \pm 0,30	22,82 \pm 4,77	16,09 \pm 0,90	29,15 \pm 8,01
34	Maltol	1984	0,59 \pm 0,47	0,12 \pm 0,12	-	0,19 \pm 0,19
35	Hidroksi Dimetil Furanon	2043	0,34 \pm 0,23	0,07 \pm 0,07	-	-
36	Oktanoik asit	2060	531,61 \pm 83,99	314,16 \pm 31,48	285,06 \pm 3,75	409,39 \pm 56,94
37	Nonanoik asit	2170	257,69 \pm 67,32	93,23 \pm 57,68	18,16 \pm 2,39	95,10 \pm 16,47
38	Dekanoik asit	2276	122,33 \pm 23,11	63,29 \pm 3,88	61,35 \pm 0,20	88,69 \pm 18,63

Sonaçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alikonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Tablo 25

E kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	E (µg/kg yoğurt) (Ortalama±Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	21,22±1,44	26,40±5,39	27,35±3,38	18,50±2,28
2	Diasetil	974	23,36±2,10	36,21±5,52	46,40±10,52	29,81±1,28
3	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	40,90±3,66	39,19±0,10	50,14±8,98	33,92±3,93
4	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,33±0,01	0,22±0,04	0,38±0,08	0,25±0,02
5	3-Pentanol, 2-metil	1327	1,76±0,22	1,65±0,06	2,20±0,39	1,61±0,26
6	1-Hekzanol	1339	0,13±0,01	0,11±0,01	0,18±0,05	0,10±0,01
7	İzopropil alkol	1346	1,17±0,05	1,17±0,03	1,56±0,27	1,22±0,20
8	2-Nonanon	1376	1,00±0,78	0,34±0,10	0,24±0,00	0,26±0,02
9	Asetik asit	1440	221,83±9,59	332,46±36,70	296,42±9,50	319,95±0,00
10	2-Furankarboksaldehit	1457	0,16±0,07	0,10±0,06	0,20±0,09	0,03±0,01
11	2-Etilhekzanol	1473	0,64±0,02	1,94±0,82	4,51±2,30	2,93±1,79
12	Propanoik asit	1527	3,10±0,63	3,85±1,09	4,88±0,16	198,60±194,88
13	1-Oktanol	1542	0,07±0,00	0,09±0,01	0,11±0,03	0,09±0,02
14	Asetoin	1570	0,29±0,03	0,38±0,04	0,43±0,11	0,25±0,03
15	Bütanoik asit	1615	252,27±21,07	341,97±17,72	263,73±3,52	171,31±166,32
16	1-Nonanol	1647	0,16±0,07	0,16±0,00	0,19±0,01	0,18±0,03
17	2-Furanmetanol	1652	0,31±0,04	0,29±0,02	0,42±0,10	0,48±0,19
18	İzovalerik asit	1659	72,52±10,34	87,86±3,01	70,57±2,11	72,94±14,35
19	Pentanoik asit	1726	1,69±0,16	2,33±0,16	2,11±0,47	204,07±201,81
20	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	3,04±0,70	2,94±1,01	8,63±6,48	2,25±0,82
21	Hekzanoik asit	1839	548,12±58,99	709,43±38,12	538,77±1,38	362,82±360,19
22	1H-Purin-6-amin, [(2-fluorofenil)metil]-	1904	0,60±0,07	0,69±0,31	0,69±0,20	1,32±0,84
23	Dimetil sülfon	1925	0,27±0,02	0,28±0,05	0,40±0,04	0,35±0,05
24	Heptanoik asit	1953	21,09±6,12	25,81±13,06	19,88±4,92	406,99±395,94
25	Oktanoik asit	2060	201,43±24,27	258,89±5,37	204,84±1,33	156,47±139,23
26	Nonanoik asit	2170	11,07±3,09	19,73±2,56	37,67±15,41	27,70±23,51
27	Dekanoik asit	2276	46,40±4,28	62,73±3,27	43,57±11,40	40,53±24,48

Sonaçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alıkonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Tablo 26

F kültüründen elde edilen yoğurtların uçucu bileşenleri

No	Uçucu Bileşen Adı	RI	F (µg/kg yoğurt) (Ortalama±Standart sapma)			
			1. gün	7. gün	14. gün	21. gün
1	Asetaldehit	774	33,51±0,88	21,35±3,94	28,54±0,59	25,26±0,10
2	Diasetil	974	40,19±9,73	34,46±5,77	39,85±2,69	46,01±0,18
3	3-Büten-1-ol,3-metil	1241	0,48±0,03	0,47±0,08	0,93±0,20	0,87±0,00
4	2-bütanon, 3-hidroksi	1274	50,18±5,23	35,43±9,03	41,11±4,37	41,08±0,16
5	2-Propanon, 1-hidroksi	1289	-	-	0,28±0,28	-
6	2-Büten-1-ol, 3-metil	1309	0,55±0,13	0,46±0,12	0,51±0,03	0,53±0,00
7	1-Hekzanol	1339	0,25±0,06	0,20±0,03	0,20±0,05	0,26±0,03
8	İzopropil alkol	1346	1,78±0,19	1,29±0,36	1,48±0,12	1,65±0,11
9	2-Nonanon	1376	0,43±0,22	1,03±0,50	0,37±0,02	0,38±0,02
10	Asetik asit	1440	317,27±40,93	295,32±88,34	530,43±14,76	469,52±31,85
11	2-Furankarboksaldehit	1457	0,12±0,04	0,07±0,00	0,71±0,45	0,25±0,07
12	2-Etilhekzanol	1473	1,35±0,02	1,32±0,15	2,98±0,69	2,15±0,56
13	Propanoik asit	1527	4,90±1,01	4,06±1,04	5,82±3,16	13,02±4,15
14	1-Oktanol	1542	0,13±0,03	0,10±0,02	0,11±0,00	0,14±0,00
15	İzobütirik asit	1555	195,47±7,06	231,48±5,81	82,19±62,23	14,95±0,84
16	Asetoin	1570	0,57±0,11	0,46±0,23	0,57±0,18	0,72±0,01
17	Bütanoik asit	1615	323,31±5,20	255,12±48,12	343,78±26,37	337,70±2,52
18	Bütirolakton	1633	-	-	0,14±0,14	-
19	1-Nonanol	1647	0,29±0,08	0,21±0,04	0,26±0,04	0,25±0,00
20	2-Furanmetanol	1652	0,44±0,06	0,28±0,05	2,28±1,86	0,37±0,02
21	İzovalerik asit	1659	89,79±4,28	75,15±8,78	87,66±12,50	88,96±1,52
22	Pentanoik asit	1726	1,99±0,04	2,06±0,08	6,89±0,06	6,21±0,88
23	Oksime-, metoksi-fenil-	1749	3,49±0,59	3,05±0,13	8,87±6,44	7,85±4,44
24	α-Krotonolakton	1765	-	-	0,49±0,49	-
25	Hekzanoik asit	1839	704,76±31,57	586,37±93,92	752,72±50,27	689,52±7,92
26	Dimetil sülfon	1925	0,39±0,01	0,31±0,10	0,38±0,08	0,43±0,02
27	Hekzanoik asit, 2-etil	1943	-	4,81±1,19	12,66±1,48	6,52±4,92
28	Heptanoik asit	1953	21,71±7,22	30,08±4,25	30,76±0,55	44,02±20,47
29	Oktanoik asit	2060	278,00±7,85	239,90±34,54	305,97±10,02	236,61±28,86
30	Nonanoik asit	2170	6,34±1,73	82,19±3,80	73,23±10,89	38,20±6,37
31	Dekanoik asit	2276	56,22±3,65	48,47±8,64	62,78±3,26	39,60±13,78

Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. RI: Alıkonma indeksi (Retention index)

- Tespit edilemedi.

Yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürler (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) tat ve koku bileşiklerinin oluşumunda oldukça önemli rol oynamaktadır. Kullanılan sütün türü, inkübasyon süresi ve sıcaklığı, yoğurdun muhafaza koşulları ve süresi, yoğurt elde edilecek olan süte uygulanan ısıl işlemler gibi teknolojik faaliyetlerin yanı sıra kullanılan starter kültürün faaliyeti ve çeşidi oldukça önem arz etmektedir (Köse ve Ocak, 2014).

Yoğurdun kendine has tat ve aroması ağırlıklı olarak *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil

gibi karbonil bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007). Bunlara ek olarak uçucu yağ asitleri ve bazı uçucu bileşenler (formik, asetik, bütirik, propanoik asit) ve ısı işlem sonucunda laktoz, protein ve lipidlerden oluşan aldehytler, ketonlar, alkoller, laktonlar ve sülfür bileşikleri gibi bazı parçalanma ürünleri de yoğurdun temel tat ve aromasına katkıda bulunmaktadır (Tamime ve Deeth, 1980). Karbonil bileşikleri ve laktik asit başta olmak üzere alkoller, asitler, esterler, hidrokarbonlar, aromatik bileşikler, kükürt içeren bileşikler ve heterosiklik bileşikler dahil olmak üzere 100'den fazla uçucu bileşen, düşük ile eser konsantrasyonda olmak üzere yoğurdun tat ve aroma dengesinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir (Beskhova vd., 1998; Cheng, 2010).

Asetaldehit yoğurdun temel aroma bileşenidir ve yoğurdun fermentasyonu sırasında farklı metabolik yollar ile üretilmektedir. Asetaldehitin karbonhidrat, protein, lipid ve/veya nükleik asitlerden sentezlenme mekanizmaları mevcuttur ve bu mekanizmalarda asetaldehit bu mekanizmanın bir yan ürünü veya ara ürünüdür (Köse ve Ocak, 2014).

Diasetil bir diğer karbonil bileşenidir ve asetaldehiti destekleyici veya asetaldehitin yetersiz olması durumunda dengeli bir tat ve aromanın oluşumu için önem arz etmektedir. Hem *S. thermophilus* hem de *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* diasetil üretme yeteneğine sahiptir (Drake vd., 1999).

Asetoin benzer şekilde kokusuz bir karbonil bileşiği olup, diasetil redüktaz tarafından katalizlenen geri dönüşümsüz bir reaksiyon ile diasetilden oluşmaktadır. Hem sitrat hem de laktoz metabolizması sonucunda oluşan piruvat, diasetil ve asetoin oluşumunda önemli bir bileşiktir (Özer, 2006).

Yoğurtta istenilen aromadan sorumlu başlıca uçucu bileşiklerin asetaldehit, diasetil, aseton, asetoin ve 2-bütanon olduğu bildirilmiştir (Kneifel vd., 1992; Marshall, 1993; Ulbert, 1991; Ulbert ve Kneifel, 1992). Yoğurtta az miktarda bulunmasına rağmen bu bileşiklerin organoleptik açıdan oldukça önemli olduğu bilinmektedir.

Erkaya ve Şengül (2011) inek, manda, koyun ve keçi sütlerinden elde edilen yoğurtların uçucu bileşenlerini SPME yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışmada başlıca bileşiklerin asetaldehit, diasetil ve asetoin olduğunu vurgulamışlardır. Barakat vd.,

(2021) az yağlı manda sütü ile serum proteini tozu ve kalsiyum kazeinat kullanarak ürettikleri yoğurtlarda başlıca uçucu bileşen olarak asetik asit, bütanoik asit, asetaldehit, asetoin, 2,3-bütandion, etanol ve 1-heptanol tespit etmişlerdir. Conurso vd., (2008) yoğurtlarda SPME yöntemi kullanarak başlıca uçucu bileşen olarak asetoin (kremsi, yağlı, tereyağı), 2-heptanon (kremamsı, taze), hekzanoik asit (peynirimsi, ransit), diasetil (tereyağımsı) ve 2-nonanon (kremamsı) belirlemişlerdir. Liu vd. (2022) yoğurdun uçucu bileşenlerini ve aktif aroma bileşiklerini belirlemek amacıyla DHS, SPME, SAFE ve SBSE/GC-O-MS yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar başlıca uçucu bileşen olarak 2,3-bütandion, 2,3-pentandion, 2-heptanon, asetik asit, asetofenon, bütül akrilat, etil 2-metilbütirat, etil bütirat, hekzanoik asit, oktanoik asit ve 3-metil-2-büten-1-ol tespit etmişlerdir. Tez çalışmasında da örneklerde benzer uçucu bileşenler belirlenmiştir. Kullanılan sütün türü, üretim sırasında uygulanan işlemler, kullanılan kültürün çeşidi ve inkübasyon koşulları gerek uçucu bileşenlerin türünü ve gerekse miktarını etkilemektedir.

4.2.13. *S. thermophilus* Sayısı

Yoğurt örneklerinin depolama süresince *S. thermophilus* sayılarındaki değişim Tablo 27'de görülmektedir. En yüksek *S. thermophilus* sayısı A kültüründe depolamanın 14. gününde görülürken, en düşük *S. thermophilus* sayısı ise F kültüründe depolamanın yine 14. gününde görülmektedir.

Tablo 27

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen *S. thermophilus* sayıları

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
<i>S. thermophilus</i> (kob/g yoğurt)	1. gün	9,21±0,12	9,05±0,32	9,10±0,09	8,99±0,03	9,12±0,21	8,39±0,12
	7. gün	9,10±0,42	8,79±0,52	9,54±0,16	9,01±0,24	9,05±0,11	8,24±0,09
	14. gün	9,62±0,35	8,91±0,28	9,00±0,53	9,26±0,04	9,39±0,28	8,10±0,04
	21. gün	9,11±0,33	9,12±0,42	9,15±0,03	9,09±0,04	8,96±0,33	8,09±0,06

Yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayılarına ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 28'de görülmektedir. *S. thermophilus* sayıları için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (p=0,02). Dolayısıyla kültür faktörünün *S. thermophilus* sayılarına olan etkisi depolama süresine göre farklılık

göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer %11,60 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür faktörüne ilişkin ana etkinin ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü kültür etkisi *S. thermophilus* sayılarındaki varyasyonun %61.54'lük kısmını açıklamaktadır.

Tablo 28

S. thermophilus bakteri sayımına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	0,21	1,08	0,21	0,07	1,00	0,40
Kültür	5	12,13	61,54	12,13	2,43	34,37	0,00
Depolama*Kültür	15	2,29	11,60	2,29	0,15	2,16	0,012
Hata	72	5,08	25,78	5,08	0,07		
Toplam	95	19,71	100,00				

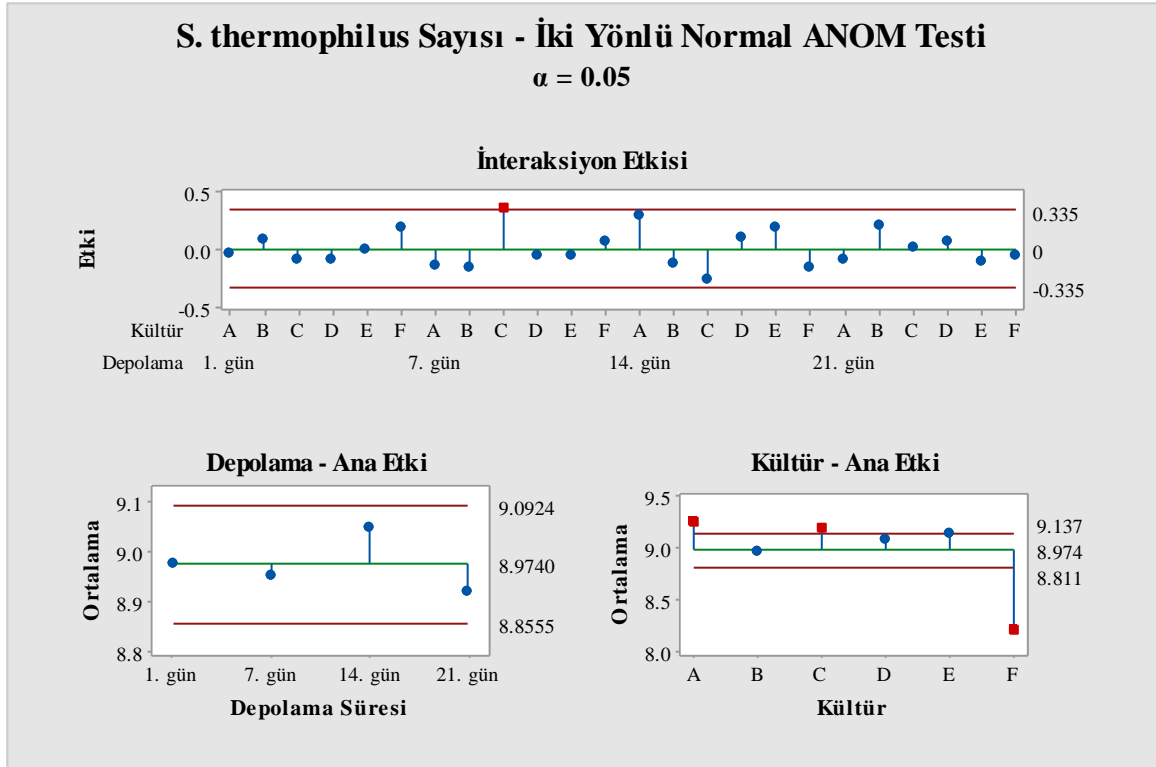
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin *S. thermophilus* sayısına olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 17'de verilmiştir. Şekil 17'de *S. thermophilus* sayısına interaksyonuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın 7. gününde C kültürünün diğer kültür çeşitlerinden ve depolama günlerinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek *S. thermophilus* sayısının A ve C kültürleri kullanıldığında, en düşük *S. thermophilus* sayısının ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 17. *S. thermophilus* sayılarına ilişkin ANOM analizi sonuçları

Özcan ve Yıldız, (2016) tarafından yapılan çalışmada sebze püresi ilave edilerek üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. 28 gün boyunca depolanan kontrol grubu yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayıları yaklaşık 7- 9 log kob mL⁻¹ olarak bulunmuştur. Benzer şekilde Mirlohi vd., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* ve *L. plantarium*'un farklı suşları kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayıları 6,15- 9,12 log kob mL⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yılmaz-Ersan ve Kurdal, (2014) yaptıkları çalışmada ticari probiyotik kültürler kullanarak set tipi biyo-yoğurt üretmişlerdir. Araştırmacıların kontrol grubu yoğurtlarındaki *S. thermophilus* sayıları 7,80-8,36 log kob g⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2008) yaptıkları yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayısını 1. 6. ve 12. günlerde sırasıyla 6,1x10⁸, 7,9x10⁸ ve 1,9x10⁸ kob/g bulmuşlardır. Tezde elde edilen bulgular ile literatür benzerlik göstermektedir.

4.2.14. *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* Sayısı

Yoğurt örneklerinin depolama süresince *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayısındaki değişim Tablo 29'da görülmektedir. En yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus*

sayısı A kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ise C kültüründe depolamanın 21. gününde görülmektedir.

Tablo 29

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayıları

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
<i>L. delbrueckii</i> . subsp. <i>bulgaricus</i> (kob/g yoğurt)	1. gün	8,98±0,10	7,11±0,08	6,04±0,07	5,98±0,18	7,91±0,12	7,01±0,14
	7. gün	8,75±0,02	7,46±0,13	6,05±0,17	8,13±0,05	8,00±0,11	7,02±0,09
	14. gün	8,68±0,25	7,41±0,09	6,06±0,04	8,07±0,12	8,19±0,39	6,27±0,09
	21. gün	8,70±0,12	7,23±0,09	5,96±0,04	7,88±0,08	7,95±0,07	6,93±0,37

Yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayılarına ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 30’da görülmektedir. *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayıları için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür (p=0,00). Dolayısıyla kültür faktörünün *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayılarına olan etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer %14,58 olduğu görülmektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir. Ek olarak, interaksiyonun önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür faktörüne ilişkin ana etkisinin ayrı değerlendirilmesinin de yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü kültür etkisi *L. delbrueckii*. subsp. *bulgaricus* sayılarındaki varyasyonun %81,24’lük önemli bir kısmını açıklamaktadır. Varyasyon etkileri incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 30

L. delbrueckii. subsp. *bulgaricus* sayılarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	2,02	2,26	2,02	0,67	28,20	0,00
Kültür	5	72,48	81,24	72,48	14,50	608,74	0,00
Depolama*Kültür	15	13,00	14,58	13,00	0,87	36,40	0,00
Hata	72	1,72	1,92	1,72	0,02		
Toplam	95	89,22	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

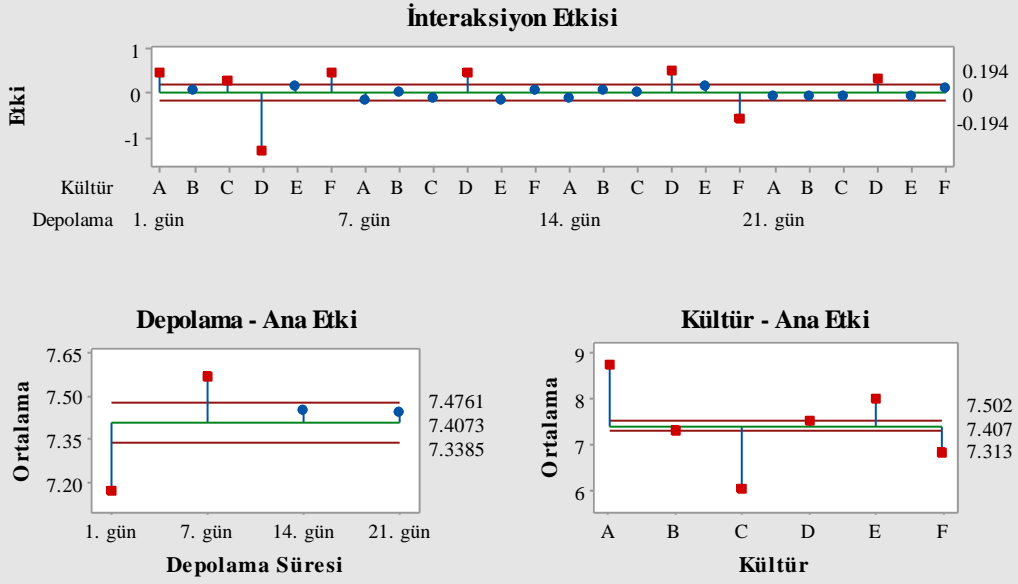
KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayılarına olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 18’de verilmiştir. Şekil 18’de verilen interaksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde; en düşük *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayısının D kültürü kullanıldığında, en yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayısının ise sırasıyla A, C ve F kültürleri kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 7. gününde en yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* bakteri sayısının D kültüründe elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 14. gününde ise en düşük *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* bakteri sayısının F kültür kullanıldığında, en yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* bakteri sayısının D kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 21. gününde ise en yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* bakteri sayısının yine D kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Buna ek olarak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 30) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyonun yanında kültür etkilerine odaklanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayısının A kültürü kullanıldığında en düşük *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* bakteri sayısının ise C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.

L. delbrueckii subsp. bulgaricus Sayısı - İki Yönlü Normal ANOM Testi
 $\alpha = 0.05$



Şekil 18. *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayılarına ilişkin ANOM analizi sonuçları

Özcan ve Yıldız, (2016) tarafından yapılan çalışmada sebze püresi ilave edilerek üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. 28 gün boyunca depolanan kontrol grubu yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* azalarak yaklaşık 6-7 log kob mL⁻¹ olarak bulunmuştur. Yine benzer şekilde Mirlohi vd., (2014) tarafından yapılan bir çalışmada *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* ve *L. plantarium*'un farklı suşları kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinde *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayıları 7,22-9,08 log kob mL⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yılmaz-Ersan ve Kurdal, (2014) yaptıkları çalışmada ticari probiyotik kültürler kullanarak set tipi biyo-yoğurt üretmişlerdir. Araştırmacıların kontrol grubu yoğurtlarındaki *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayıları 7,55-8,42 log kob g⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2008) yaptıkları yoğurt örneklerinde *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayısını 1. 6. ve 12. günlerde sırasıyla 3,9x10⁸, 4,3x10⁸ ve 8,1x10⁷ kob/g bulmuşlardır. Tezde elde edilen bulgularda *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* sayılarında dalgalanmalar görülmesine rağmen *L. delbrueckii. subsp. bulgaricus* beklenen düzeyde ve literatür ile uyumlu olduğu bulunmuştur.

4.2.15. Küf Maya Sayımı

Yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca 1., 7., 14. ve 21. günlerinde yapılan küf maya sayımlarında herhangi bir küf ve mayaya rastlanılmamıştır.

4.2.16. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Tanımlayıcı Duyusal Analiz

Topaklı yapı

Yoğurt örneklerinin depolama süresince topaklı yapı değerlerindeki değişim Tablo 31’de görülmektedir. En yüksek topaklı yapı değeri D kültüründe depolamanın 21. gününde görülürken, en düşük topaklı yapı değeri ise B kültüründe depolamanın 7. gününde görülmektedir.

Tablo 31

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen topaklı yapı değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Topaklı yapı	1. gün	1,67±0,65	1,21±0,40	2,88±0,31	2,83±0,72	2,08±0,29	0,71±0,26
	7. gün	1,21±0,58	0,71±0,40	2,79±0,33	2,17±0,33	1,54±0,50	0,79±0,50
	14. gün	1,58±0,47	1,17±0,54	3,21±0,62	1,96±0,58	1,29±0,50	0,75±0,26
	21. gün	1,50±0,67	0,83±0,33	3,13±0,57	3,67±0,75	1,42±0,47	1,00±0,48

Yoğurt örneklerindeki topaklı yapı değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 32’de görülmektedir. Topaklı yapı bakımından yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0,00$). Dolayısıyla kültür faktörünün topaklı yapı değerlerine etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer sadece %8,27 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü özellikle kültür etkisi olmak üzere varyasyon etkileri incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Topaklı yapı değerlerindeki varyasyonun %66,10’luk bir kısmı kültür faktörü tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 32

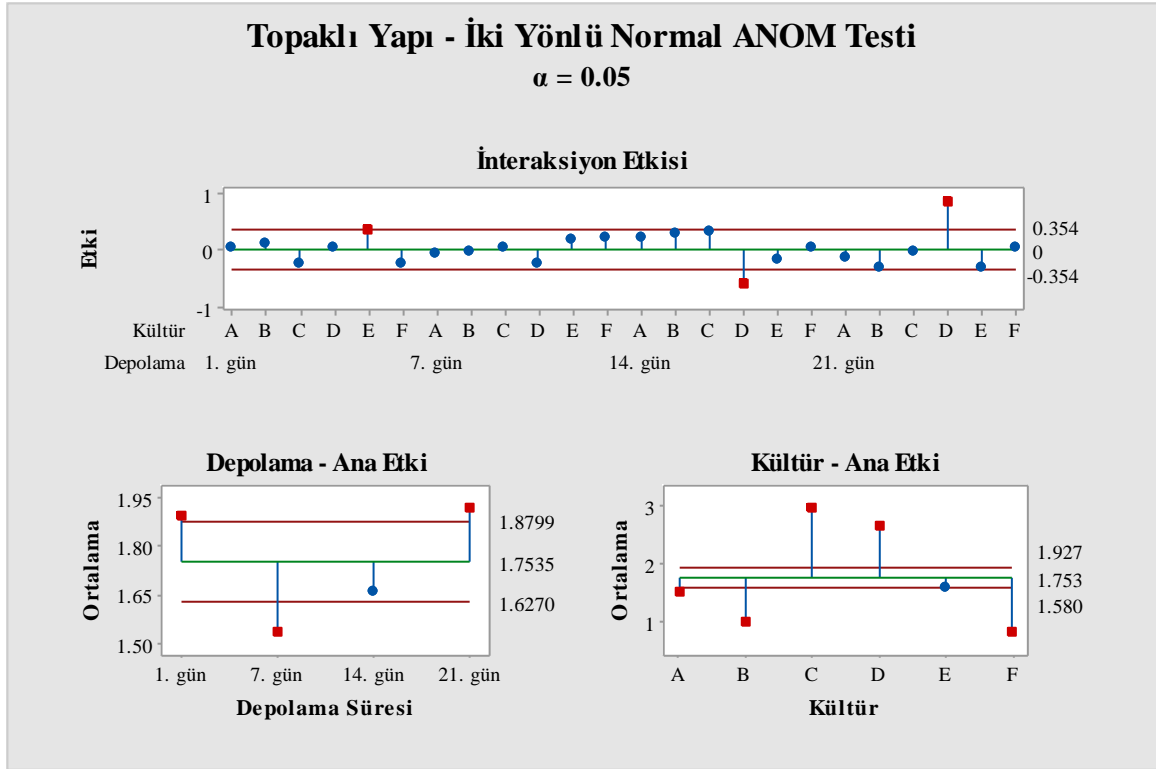
Topaklı yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyükülüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	7,62	% 2,66	7,62	2,54	10,17	0,00
Kültür	5	189,72	% 66,10	189,72	37,94	151,96	0,00
Depolama*Kültür	15	23,74	% 8,27	23,74	1,58	6,34	0,00
Hata	264	65,92	% 22,97	65,92	0,25		
Toplam	287	287,00	% 100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin topaklı yapı değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 19'da verilmiştir. Şekil 19 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 32) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon düşük olduğu için interaksiyondan ziyade kültür faktörünün ana etkilerine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en düşük topaklı yapı değerlerinin sırasıyla F ve B kültürleri kullanıldığında, en yüksek topaklı yapı değerlerinin ise C ve D kültürleri kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 19. Topaklı yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları

Kıvam

Yoğurt örneklerinin depolama süresince kıvam değerlerindeki değişim Tablo 33'te görülmektedir. En yüksek kıvam değeri A kültüründe depolamanın 7. gününde görülürken, en düşük kıvam değeri ise D kültüründe depolamanın 7. gününde görülmektedir.

Tablo 33

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kıvam değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Kıvam	1. gün	6,67±0,89	4,83±0,81	4,00±0,56	3,67±0,91	3,50±0,71	3,58±0,56
	7. gün	7,46±1,56	5,67±1,05	4,91±0,63	3,17±0,54	4,42±0,90	3,92±0,67
	14. gün	7,13±1,13	6,04±0,78	5,04±0,89	3,79±0,84	4,46±0,81	4,17±0,69
	21. gün	6,92±0,88	5,08±1,24	4,75±0,94	3,58±1,13	3,75±0,94	4,17±0,39

Yoğurt örneklerindeki kıvam değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 34'te görülmektedir. Kıvam için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin

önemli olmadığı ($p=0,21$), ancak depolama süresi ($p=0,00$) ve kültür etkisinin ($p=0,00$) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. İnteraksiyonun önemli bulunmamış olması kültürlerin kıvama olan etkisinin depolama süresince önemli değişimler göstermediğinin bir göstergesidir. Buna ek olarak kültür ve depolama süresi tarafından açıklanabilen varyasyonlar incelendiğinde ise kıvam değerlerinde gözlenen toplam varyasyonun %61,89'luk bir kısmının kültür faktörü tarafından, %3,31'lik bir kısmının ise depolama süreleri tarafından açıklandığı görülmektedir.

Tablo 34

Kıvama ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	21,23	3,31	21,23	7,08	8,99	0,00
Kültür	5	396,55	61,89	396,55	79,31	100,76	0,00
Depolama*Kültür	15	15,21	2,37	15,21	1,01	1,29	0,21
Hata	264	207,79	32,43	207,79	0,79		
Toplam	287	640,78	100,00				

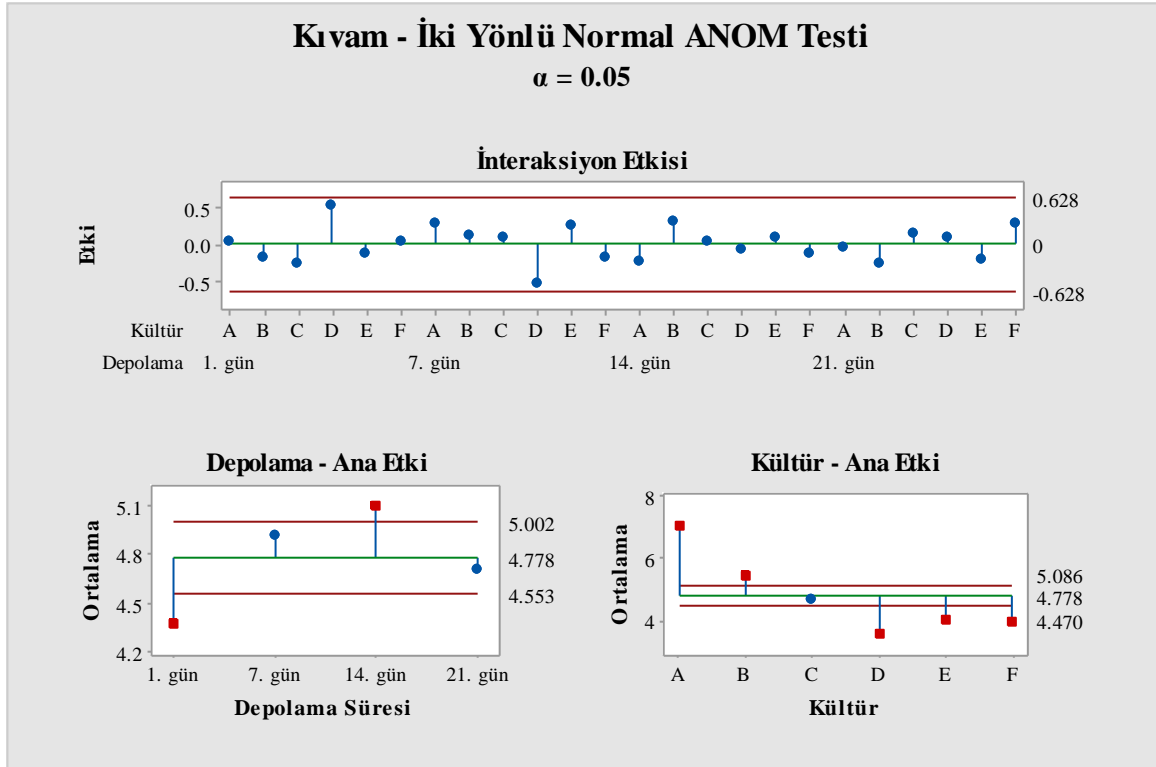
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin topaklı yapı değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 20'de verilmiştir. Şekil 20 incelendiğinde kültür ve depolama süresi ana etkilerine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek kıvam değerinin A kültürü kullanıldığında, en düşük kıvam değerinin ise D kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama süresine ilişkin grafik incelendiğinde ise en düşük kıvam değerinin depolamanın birinci gününde, en yüksek kıvam değerinin ise depolamanın 14. gününde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 20. Kıvama ilişkin ANOM analizi sonuçları

Güven ve Karaca, (2003) yaptıkları bir çalışmada yoğurt örneklerinde ağızla yapılan kıvam testinde 2,92-4,55 arasında bulmuşlardır. Tezde elde edilen bulgularda benzer sonuçlar ile karşılaşılmıştır. İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde belirlenen kıvam değerlerinin depolama ile artış gösterdiğini ve $5,2 \pm 0,3$ - $9,5 \pm 0,1$ arasında olduğunu belirlemişlerdir. Tezde elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tozumsu/Tebeşirimsi yapı

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tozumsu/tebeşirimsi değerlerindeki değişim Tablo 35'te görülmektedir. En yüksek tozumsu/tebeşirimsi değeri B kültüründe depolamanın 14. gününde görülürken, en düşük tozumsu/tebeşirimsi değeri ise C kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 35

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tozumsu/tebeşirimsi değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Tozumsu/ Tebeşirimsi	1. gün	0,88±0,68	1,58±0,88	0,13±0,31	1,17±0,39	1,21±0,40	1,67±0,86
	7. gün	0,63±0,43	1,33±0,72	0,71±0,40	1,38±0,43	1,04±0,33	1,46±0,87
	14. gün	1,08±0,52	2,21±0,40	1,08±0,36	1,21±0,54	1,42±0,47	1,58±0,85
	21. gün	1,58±0,70	1,58±0,56	1,04±0,14	1,21±0,69	1,00±0,00	1,54±0,84

Yoğurt örneklerindeki tozumsu/tebeşirimsi değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 36'da görülmektedir. Tozumsu/tebeşirimsi yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,01$) ve toplam varyasyonun %10,08'lik kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığının tozumsu/tebeşirimsi yapıya etkisi depolama süresine göre önemli değişiklikler göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir. Bu duruma ek olarak kültür faktörüne ilişkin ana etkinin ayrı değerlendirilmesi de yararlı olacaktır. Çünkü kültür farklılığına ilişkin ana etki incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olabileceği düşünülmektedir. Tozumsu/tebeşirimsi yapıdaki varyasyonun %20,68'lik bir kısmı kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 36

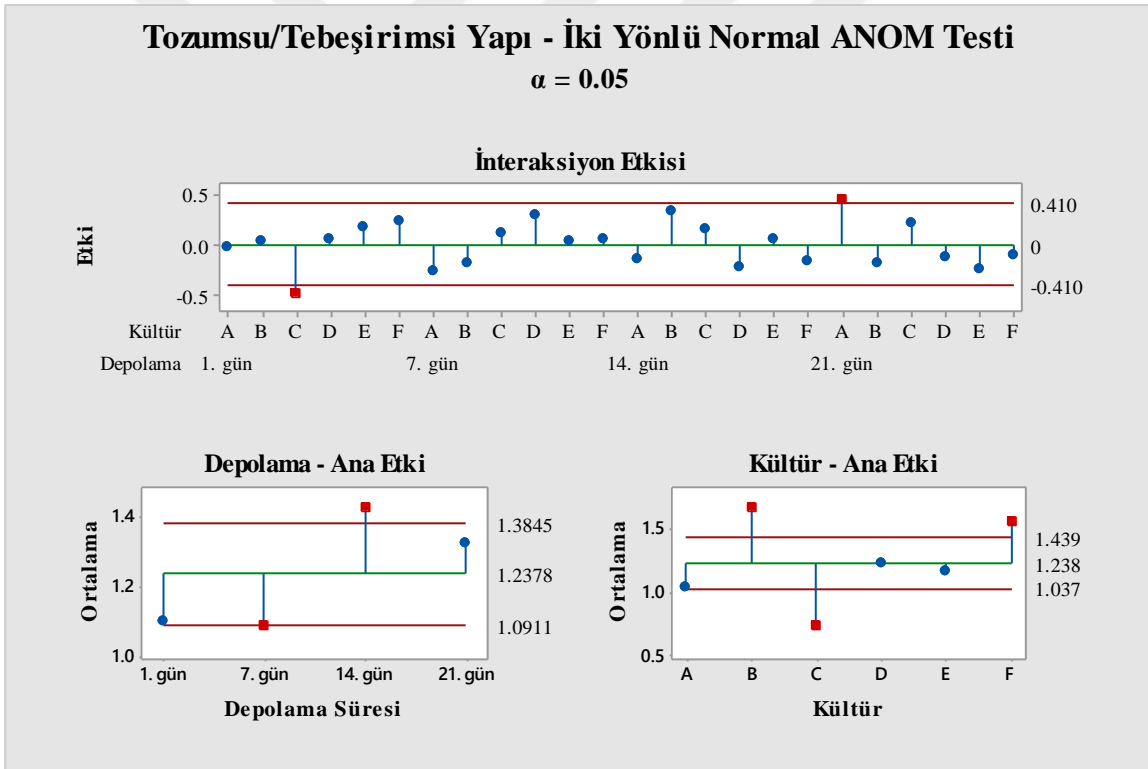
Tozumsu/tebeşirimsi yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	6,09	4,45	6,09	2,03	6,04	0,01
Kültür	5	28,33	20,68	28,33	5,67	16,86	0,00
Depolama*Kültür	15	13,81	10,08	13,81	0,92	2,74	0,01
Hata	264	88,73	64,79	88,73	0,34		
Toplam	287	136,96	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin tozumsu/tebeşirimsi değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 21’de verilmiştir. Şekil 21’de verilen interaksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde en düşük tozumsu/tebeşirimsi yapı C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 21. gününde ise en yüksek tozumsu/tebeşirimsi yapı A kültüründe elde edildiği görülmektedir. Buna ek olarak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 36) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyonun yanında kültürün ana etkisine de odaklanılması yararlı olacaktır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek tozumsu/tebeşirimsi yapı değerinin sırasıyla B ve F kültürleri kullanıldığında, en düşük tozumsu/tebeşirimsi yapı değerinin ise C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 21. Tozumsu/tebeşirimsi yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları

Tozumsu/tebeşirimsi yapı yoğurtlar için geliştirilmiş bir diğer duyuşsal tanımlayıcı terimdir. Sütün proteince zenginleştirilmesi ve yüksek ısı uygulamalarının yoğurtlarda tozumsu/tebeşirimsi yapı oluşumunu arttırdığı bildirilmiştir (Sodini vd., 2004). Ek olarak yoğurtlardaki tozumsu/tebeşirimsi yapıya değerlerinin yoğurt üretiminde yağsız süt

tozundan elde edilen rekonstitüe süt kullanılmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sünen yapı

Yoğurt örneklerinin depolama süresince sünen yapı değerlerindeki değişim Tablo 37'de görülmektedir. En yüksek sünen yapı değeri F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük sünen yapı değeri ise B kültüründe depolamanın 14. gününde görülmektedir. A, C ve D kültürlerinde sünen yapıya rastlanmamıştır, dolayısıyla bahsi geçen bu kültürler istatistiğe alınmamıştır.

Tablo 37

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen sünen yapı değerleri

Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)						
	A	B	C	D	E	F	
Sünen yapı	1. gün	-	2,88±0,13	-	-	2,13±0,18	7,42±0,23
	7. gün	-	1,79±0,19	-	-	1,75±0,21	6,92±0,27
	14. gün	-	1,00±0,00	-	-	2,00±0,12	6,33±1,36
	21. gün	-	1,23±0,22	-	-	1,54±0,13	5,96±1,33

-. Tespit edilemedi.

Yoğurt örneklerindeki sünen yapı değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 38'de görülmektedir. Sünen yapı için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0,01$). Dolayısıyla kültür faktörünün sünen yapı değerlerine etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer sadece %1,25 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Özellikle de kültür farklılığına ilişkin etkiler incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Sünen yapı değerlerindeki varyasyonun %86,60'luk önemli bir kısmı kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 38

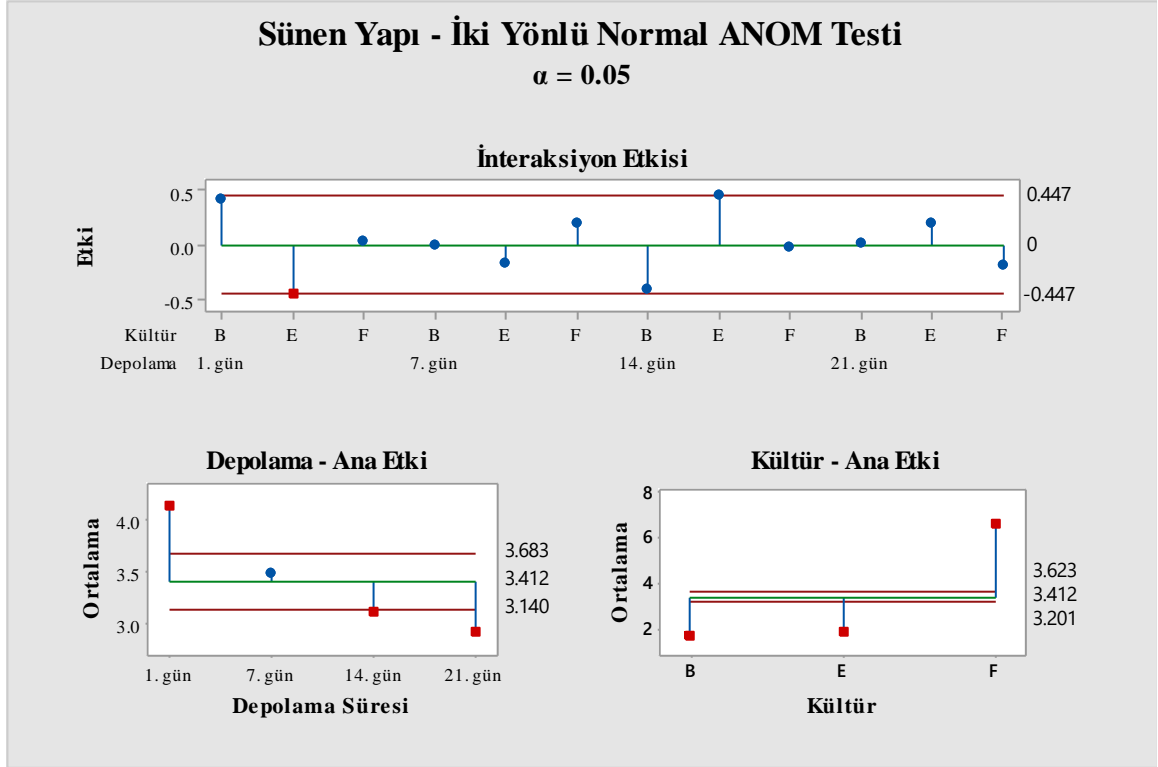
Sünen yapıya ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	31,51	3,60	31,51	10,50	18,50	0,00
Kültür	5	758,30	86,60	758,30	379,15	667,76	0,00
Depolama*Kültür	6	10,91	1,25	10,91	1,82	3,20	0,01
Hata	132	74,95	8,56	74,95	0,57		
Toplam	143	875,67	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin sünen yapı değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 22’de verilmiştir. Şekil 22 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 38) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade sadece kültür faktörünün ana etkilerine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en düşük sünen yapı değerleri sırasıyla B ve E kültürleri kullanıldığında, en yüksek sünen yapı değerinin ise F kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 22. Sünen yapıya ilişkin ANOM analizi sonuçları

Pişmiş aroma

Yoğurt örneklerinin depolama süresince pişmiş aroma değerlerindeki değişim Tablo 39’da görülmektedir. En yüksek pişmiş aroma değeri F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük pişmiş aroma değeri ise B kültüründe depolamanın 14. gününde görülmektedir.

Tablo 39

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen pişmiş değerleri

Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
	A	B	C	D	E	F
1. gün	3,67±0,89	2,21±0,50	3,17±0,49	3,96±0,33	2,29±0,81	4,13±1,28
7. gün	4,08±1,08	2,54±0,45	3,63±0,77	3,96±0,75	2,67±0,99	4,04±1,27
14. gün	3,67±1,21	2,08±0,19	3,42±0,67	3,92±0,67	2,63±1,11	4,08±1,46
21. gün	3,63±1,37	2,17±0,33	3,46±0,69	3,83±0,96	2,58±1,06	3,83±1,50

Yoğurt örneklerindeki pişmiş aroma değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 40’ta görülmektedir. Pişmiş aroma için yapılan varyans analizi sonucunda

interaksiyon etkisinin önemli olmadığı ($p=0,99$) görülmektedir. İnteraksiyonun önemli bulunmamış olması kültürlerin pişmiş aromaya olan etkisinin depolama süresince önemli değişimler göstermediğinin bir göstergesidir. Depolama süresi ve kültürün varyasyon etkisi ayrı ayrı incelendiğinde ise depolama süresinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p=0,36$), kültür etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) görülmektedir. Pişmiş aroma değerlerinde gözlenen toplam varyasyonun %35,84'lük bir kısmının kültür faktörü tarafından açıklandığı görülmektedir.

Tablo 40

Pişmiş aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	2,88	0,77	2,88	0,96	1,08	0,36
Kültür	5	134,46	35,84	134,46	26,89	30,27	0,00
Depolama*Kültür	15	3,33	0,89	3,33	0,22	0,25	0,99
Hata	264	234,52	62,51	234,52	0,89		
Toplam	287	375,18	100,00				

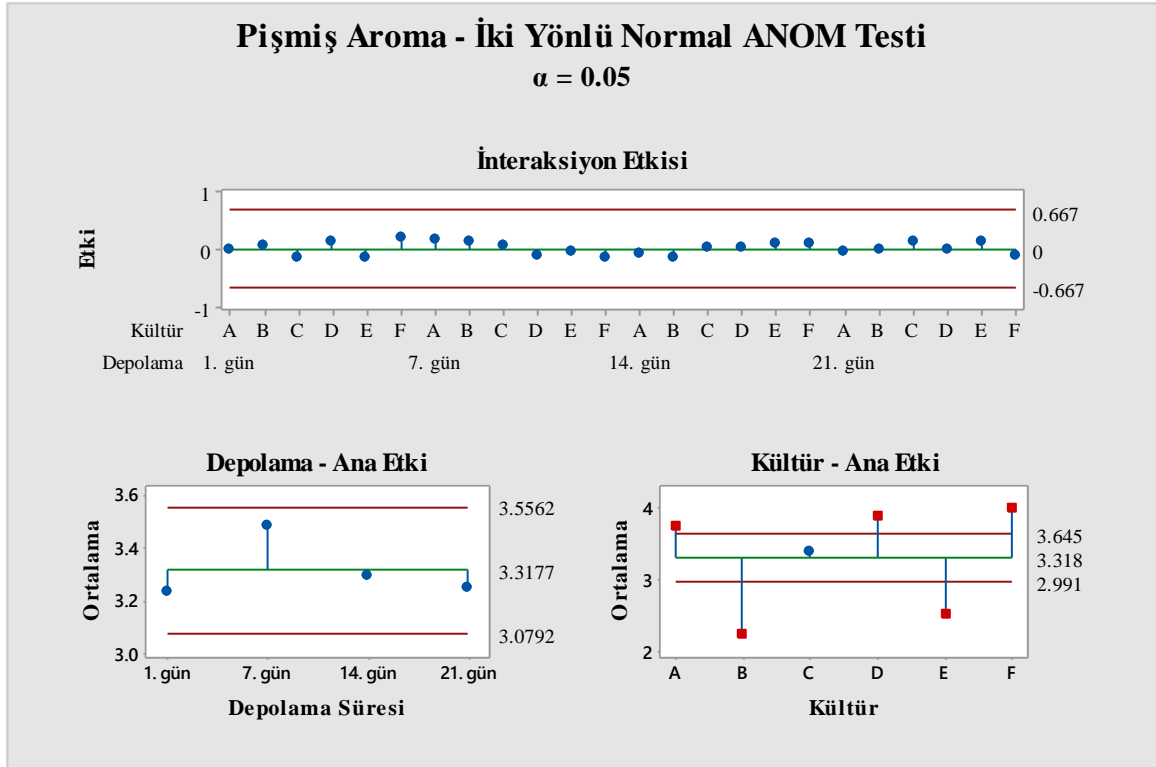
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının pişmiş aroma değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 23'te verilmiştir. Şekil 23 incelendiğinde kültür ana etkisine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek pişmiş aroma değerlerinin sırasıyla F, D ve A kültürleri kullanıldığında, en düşük pişmiş aroma değerlerinin ise B ve E kültürleri kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 23. Pişmiş aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde belirlenen pişmiş tat değerleri 1,7-1,9 arasında bulunmuştur. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı kültür çeşitleri kullanarak üretilen katı tip kefir örneklerindeki pişmiş aroma değerleri $2,50 \pm 0,50$ - $3,75 \pm 0,75$ arasında bulunmuştur. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki pişmiş aroma değerleri $2,00 \pm 0,01$ - $2,92 \pm 0,09$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgularda pişmiş aroma değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ek olarak yoğurt üretiminde yağsız süt tozundan elde edilen rekonstitüe süt kullanılmasının, pişmiş aromaya katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kremamsı aroma

Yoğurt örneklerinin depolama süresince kremamsı aroma değerlerindeki değişim Tablo 41'de görülmektedir. En yüksek kremamsı aroma değeri E kültüründe depolamanın 7. gününde görülürken, en düşük kremamsı aroma değeri ise B kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 41

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen kremamsı değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Kremamsı	1. gün	1,79±0,40	1,38±0,71	1,75±0,58	2,46±0,66	2,92±0,67	2,21±0,50
	7. gün	2,08±0,93	1,83±0,72	1,88±1,00	2,21±0,40	3,21±0,78	2,63±0,71
	14. gün	2,13±0,96	1,63±0,57	1,75±0,87	2,25±0,45	3,00±0,60	2,83±0,72
	21. gün	1,92±0,52	1,54±0,40	1,88±0,74	1,79±0,50	2,83±0,69	2,46±0,66

Yoğurt örneklerindeki kremamsı aroma değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 42’de görülmektedir. Kremamsı aroma bakımından yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin önemli olmadığı ($p=0,69$) görülmektedir. İnteraksiyonun etkisinin önemli bulunmamış olması kültürlerin kremamsı aromaya olan etkisinin depolama süresince önemli değişimler göstermediğinin bir göstergesidir. Depolama süresi ve kültürün varyasyon etkisi ayrı ayrı incelendiğinde ise depolama süresinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p=0,08$) belirtilirken kültür etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) görülmektedir. Kremamsı aromada gözlenen toplam varyasyonun %32,51’lik bir kısmının kültür faktörü tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 42

Kremamsı aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları

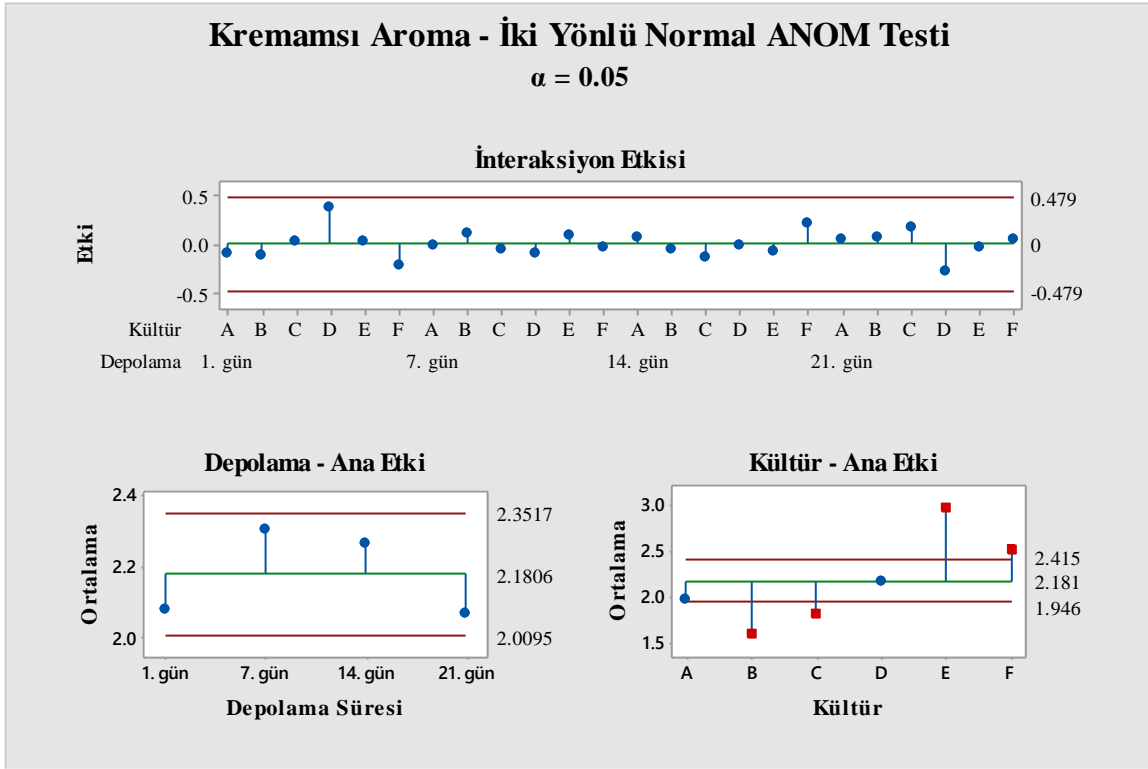
Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	3,19	1,67	3,19	1,06	2,33	0,08
Kültür	5	62,30	32,51	62,30	12,46	27,25	0,00
Depolama*Kültür	15	5,41	2,82	5,41	0,36	0,79	0,69
Hata	264	120,71	63,00	120,71	0,46		
Toplam	287	191,61	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının kremamsı aroma değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 24’te verilmiştir. Şekil 24 incelendiğinde kültür ana etkisine odaklanılmıştır.

Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde ise en yüksek kremamsı aroma değerlerinin E kültürü kullanıldığında, en düşük kremamsı aroma değerinin ise B kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir.



Şekil 24. Kremamsı aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde kremamsı değeri ortalama $1,4 \pm 0,1$ belirlenmiştir. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı kültür çeşitleri kullanarak üretilen katı tip kefir örneklerindeki kremamsı aroma değerleri $3,88 \pm 0,87 - 4,42 \pm 0,58$ arasında bulunmuştur. Öge ve Karagül-Yüceer, (2021) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen yayıkaltı içeceklerinin kremamsı değerlerini $2,22 \pm 0,17 - 2,94 \pm 0,13$ arasında bulmuşlardır. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki kremamsı aroma değerleri $0,16 \pm 0,06 - 2,61 \pm 0,11$ arasında bulunmuştur. Tezde edilen bulgularda kremamsı değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Fermente Aroma

Yoğurt örneklerinin depolama süresince fermente aroması değerlerindeki değişim Tablo 43'te görülmektedir. En yüksek fermente aroması değeri A kültüründe depolamanın 14. gününde görülürken, en düşük fermente aroması değeri ise F kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 43

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen fermente değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Fermente	1. gün	10,13±0,61	5,79±0,99	5,29±0,62	5,62±0,93	6,29±0,62	4,00±0,74
	7. gün	10,08±0,79	5,96±1,29	5,58±0,56	6,25±0,94	7,17±0,72	5,25±1,01
	14. gün	10,17±0,58	5,42±0,76	6,04±0,58	6,42±0,63	7,42±0,63	5,50±0,77
	21. gün	9,75±0,62	5,96±0,69	5,50±0,67	6,33±0,96	7,79±0,72	6,13±0,91

Yoğurt örneklerindeki fermente aroma değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 44'te görülmektedir. Fermente aroması için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0,00$). Dolayısıyla kültür faktörünün fermente aromaya etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değer sadece %3,32 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü özellikle kültür farklılığına ilişkin etkiler incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olduğu görülmektedir. Fermente aroması değerlerindeki varyasyonun %77,73'lük önemli bir kısmı kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 44

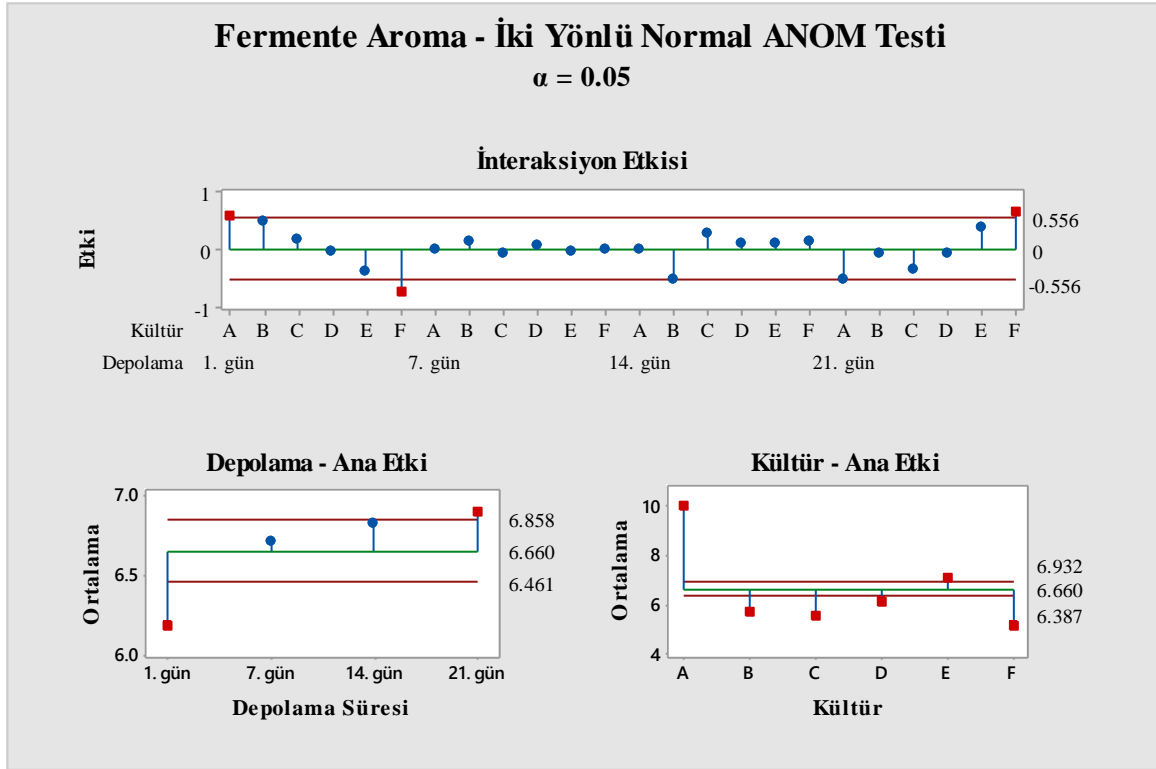
Fermente aromaya ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	22,78	2,33	22,78	7,593	12,33	0,000
Kültür	5	760,32	77,73	760,32	152,064	246,86	0,000
Depolama*Kültür	15	32,43	3,32	32,43	2,162	3,51	0,000
Hata	264	162,63	16,63	162,63	0,616		
Toplam	287	978,15	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin fermente aroması değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 25'te verilmiştir. Şekil 25 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 44) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade ana etkilere hatta sadece kültür etkisine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek fermente aroması A kültürü kullanıldığında en düşük fermente aroması ise F kültürü kullanıldığında elde edilmiştir.



Şekil 25. Fermente aromaya ilişkin ANOM analizi sonuçları

Fermente süt ürünü olarak anılan yoğurdun en önemli ve kendine has karakteristik özelliği fermente aromadır. Yoğurtlardaki fermente aromadan büyük ölçüde yoğurt starter kültürleri sorumludur. Aynı zamanda fermente aroma asetaldehit içeriğiyle ilişkilidir. Yoğurttaki asetaldehit üretimi için laktoz ve bazı aminoasitler gerekmektedir (Tamime ve Robinson, 2007).

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) yaptıkları bir çalışmada yoğurt örneklerinde belirlenen fermente aroma değerlerini 4,7-4,8 civarında bulmuşlardır. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı kültür çeşitleri kullanarak üretilen katı tip kefir örneklerindeki fermente değerleri depolama boyunca artış göstermiş ve $5,04 \pm 0,71$ - $6,25 \pm 0,75$ arasında bulunmuştur. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki fermente aroma değerleri depolama boyunca benzer görülmüş ve $4,49 \pm 0,19$ - $6,05 \pm 0,13$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgularda A örneği dışında diğer örneklerde belirlenen değerler benzer bulunmuştur.

Yavan Tat

Yoğurt örneklerinin depolama süresince yavan tat değerlerindeki değişim Tablo 45'te görülmektedir. En yüksek yavan tat değeri F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük yavan tat değeri ise D kültüründe depolamanın 7. gününde görülmektedir.

Tablo 45

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen yavan değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Yavan tat	1. gün	1,50±0,67	2,67±0,49	2,29±0,84	0,88±0,31	1,46±1,01	3,46±1,20
	7. gün	0,79±0,54	2,67±0,69	2,17±0,65	0,67±0,49	1,21±0,72	2,58±0,63
	14. gün	0,96±0,40	1,96±0,66	1,54±0,54	0,71±0,72	1,25±0,69	2,17±0,54
	21. gün	0,96±0,40	2,21±0,33	2,13±1,05	0,92±0,95	1,67±0,49	1,83±0,39

Yoğurt örneklerindeki yavan tat değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 46'da görülmektedir. Yavan tat için yapılan varyans analizi sonucunda interaksiyon etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p=0,01$). Dolayısıyla kültür faktörünün yavan tada etkisi depolama süresine göre farklılık göstermiştir. Ancak interaksiyona ilişkin etki büyüklüğü incelendiğinde bu değerlerin %6,39 olduğu görülmektedir. Bu durum, interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü kültür farklılığı ve depolama süresine ilişkin ana etkiler incelendiğinde bu iki etkiden özellikle kültür farklılığının hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olabileceği görülmektedir. Yavan tat değerlerindeki varyasyonun %44,34'lük kısmı ise kültür tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 46

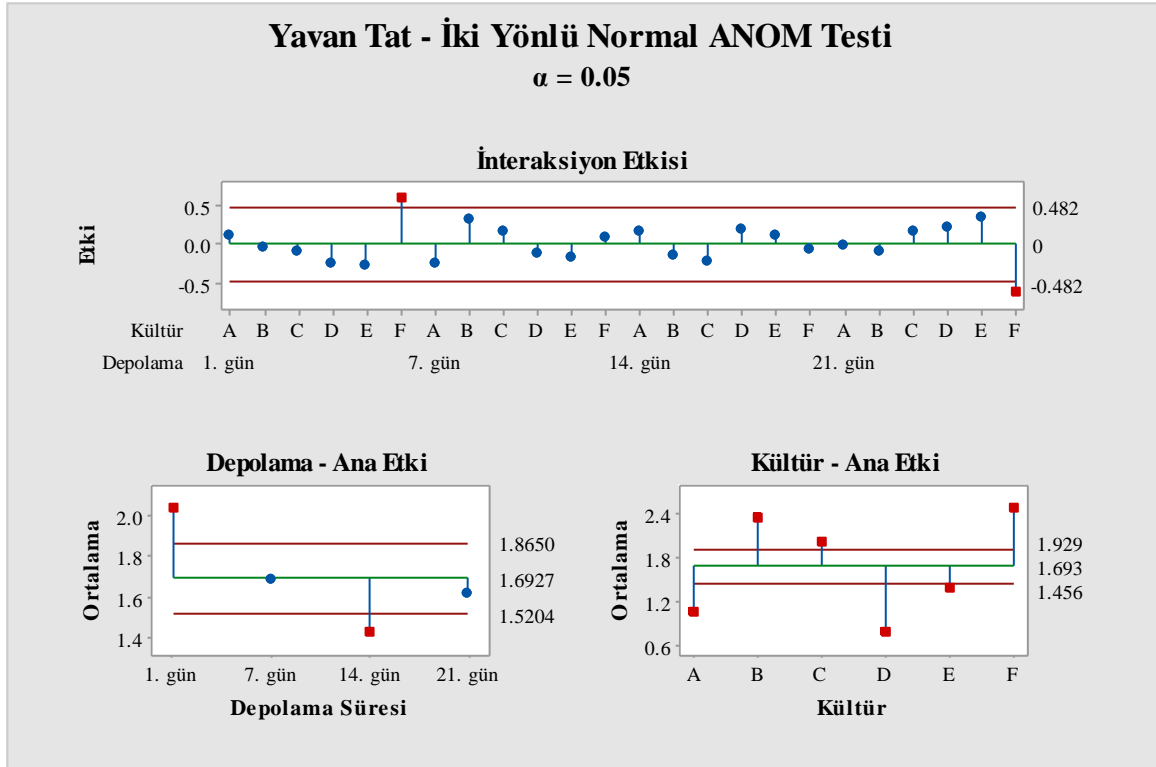
Yavan tada ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	14,13	5,10	14,13	4,71	10,16	0,00
Kültür	5	122,84	44,34	122,84	24,57	52,99	0,00
Depolama*Kültür	15	17,69	6,39	17,69	1,18	2,54	0,01
Hata	264	122,40	44,18	122,40	0,46		
Toplam	287	277,05	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin yavan tat değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 26'da verilmiştir. Şekil 26 incelendiğinde hem interaksiyon etkisinin hem de kültür ve depolama süresi ana etkilerinin önemli olduğu görülmektedir. Ancak varyans analizi sonuçlarından da (Tablo 46) görüleceği üzere interaksiyona ilişkin açıklanabilen varyasyon çok düşük olduğu için interaksiyondan ziyade ana etkilere hatta doğrudan kültür etkisine etkilerine odaklanılmıştır. Kültür faktörünün seviyelerine ilişkin grafik incelendiğinde en yüksek yavan tat sırasıyla F ve B kültürleri kullanıldığında en düşük yavan tat ise D ve A kültürleri kullanıldığında elde edilmiştir.



Şekil 26. Yavan tada ilişkin ANOM analizi sonuçları

Nalbant ve Karagül-Yüceer, (2020) tarafından yapılan bir çalışmada 6 farklı probiyotik ürün elde edilmiş ve örneklerdeki yavan tat değerleri $0,23 \pm 0,63$ - $0,55 \pm 0,69$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen yoğurtlardaki yavan tat değerlerinin yoğurt üretiminde yağsız süt tozundan elde edilen rekonstitüe süt kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ekşi Tat

Yoğurt örneklerinin depolama süresince ekşi tat değerlerindeki değişim Tablo 47'de görülmektedir. En yüksek ekşi tat değeri A kültüründe depolamanın 7. gününde görülürken, en düşük ekşi tat değeri ise C kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 47

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen ekşi tat değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Ekşi	1. gün	2,08±0,67	2,86±0,58	1,29±0,40	2,59±0,82	1,50±0,60	1,83±0,54
	7. gün	5,25±1,06	3,42±0,90	2,21±0,66	3,58±0,56	2,17±0,81	2,54±0,72
	14. gün	4,92±0,79	3,46±0,50	2,04±0,58	3,38±0,64	2,83±0,81	3,08±0,73
	21. gün	3,79±0,78	3,29±0,87	2,63±0,86	2,92±0,67	3,33±0,58	3,38±0,74

Yoğurt örneklerindeki ekşi tat değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 48'de görülmektedir. Ekşi tada ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) ve toplam varyasyonun %14,65'lik kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığının ekşi tada olan etkisi depolama süresine göre önemli değişiklikler göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir. Bu duruma ek olarak kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi de yararlı olacaktır. Çünkü kültür tarafından açıklanabilen varyasyon incelendiğinde ekşi tatta gözlenen toplam varyasyonun %29,85'lik kısmının kültür faktörü tarafından, %20,08'lik kısmının ise depolama süresi tarafından açıklanmaktadır. Dolayısıyla kültür ve depolama süresine ilişkin etkiler incelendiğinde bu etkinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olabileceği görülmektedir.

Tablo 48

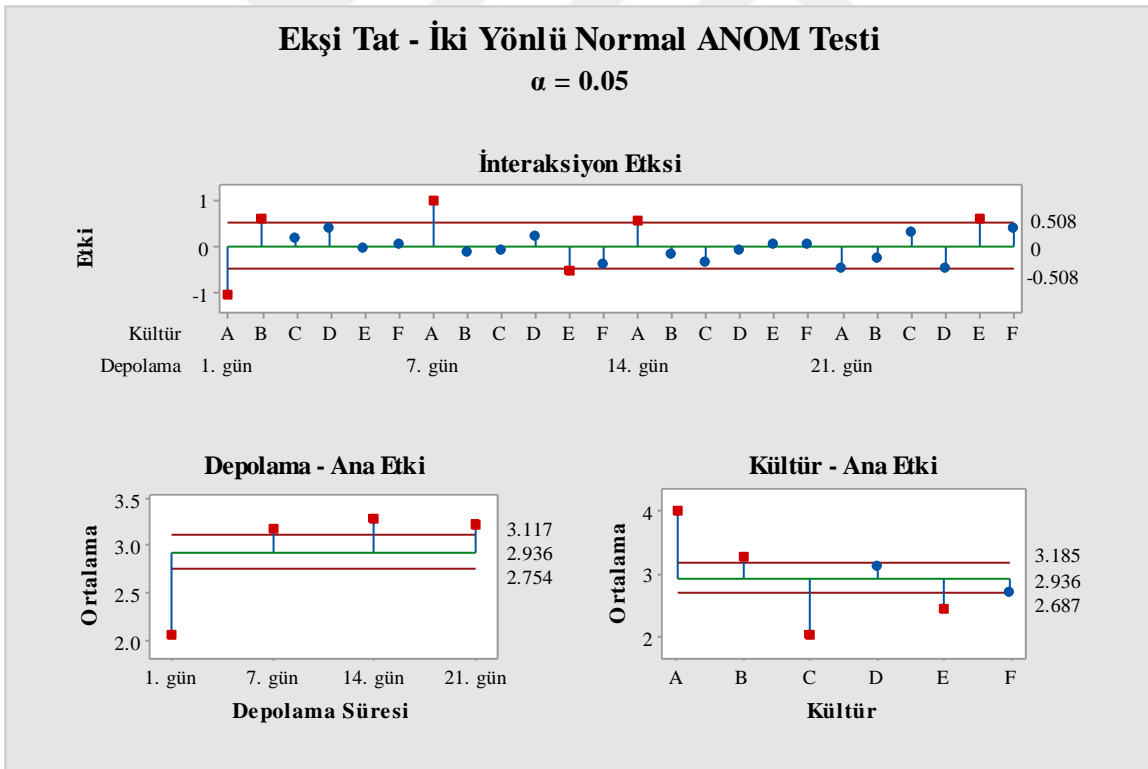
Ekşi tada ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	77,00	20,08	77,00	25,67	49,88	0,00
Kültür	5	114,50	29,85	114,50	22,90	44,50	0,00
Depolama*Kültür	15	56,18	14,65	56,18	3,75	7,28	0,00
Hata	264	135,85	35,42	135,85	0,51		
Toplam	287	383,54	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin ekşi tat değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 27’de verilmiştir. Şekil 27 incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemli olduğu görülmektedir. İnteraksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde; en düşük ekşi tat değerinin A kültürü kullanıldığında, en yüksek ekşi tat değerinin ise B kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolamanın 7. gününde; en yüksek ekşi tat değeri A kültürü kullanıldığında, en düşük ekşi tat değeri ise E kültürü kullanıldığında elde edilmiştir. Depolamanın 14. ve 21. günlerinde ise; sırasıyla A ve E kültürleri hariç diğer kültürlerde anlamlı değişimlerin olmadığı görülmektedir. Kültür faktörünün ana etkisine ait grafik incelendiğinde en yüksek ekşi tat değerinin A kültürü kullanıldığında, en düşük ekşi tat değerinin ise C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama faktörünün ana etkisine ait grafik incelendiğinde en düşük ekşi tat değerinin depolamanın birinci gününde, en yüksek ekşi tat değerinin ise 14. günde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 27. Ekşi tada ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) yaptıkları bir çalışmada depolamanın 12. gününde yoğurt örneklerinde belirlenen ekşi tat değerinin artmış olduğunu ve ortalama 3,4 puan olduğunu bulmuşlardır. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen katı tip kefir

örneklerindeki ekşi değerleri $1,04\pm 0,21$ - $2,59\pm 0,84$ arasında bulunmuştur. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki ekşi tat değerleri $1,61\pm 0,15$ - $2,98\pm 0,19$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgularda depolama süresince artan asitliğe bağlı olarak yoğurtlarda ekşiliğin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tatlı Tat

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tatlı tat değerlerindeki değişim Tablo 49'da görülmektedir. En yüksek tatlı tat değeri F kültüründe depolamanın birinci gününde görülürken, en düşük tatlı tat değeri ise C kültüründe depolamanın 7. gününde görülmektedir.

Tablo 49

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tatlı tat değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Tatlı	1. gün	2,33±0,49	2,83±0,65	1,83±0,49	2,92±0,47	2,79±0,58	3,58±0,97
	7. gün	1,96±0,72	2,25±0,92	1,50±0,61	1,88±0,77	2,25±0,87	2,75±0,66
	14. gün	2,17±0,62	1,71±0,66	1,67±0,39	1,67±0,62	1,79±0,72	2,25±0,50
	21. gün	2,08±0,67	1,71±0,75	1,83±0,62	1,54±0,45	1,71±0,54	2,04±0,33

Yoğurt örneklerindeki ekşi tat değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 50'de görülmektedir. Tatlı tada ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,01$) ve toplam varyasyonun %8,54'lük kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla kültür farklılığının tatlı tada olan etkisi depolama süresine göre önemli değişiklikler göstermektedir. Ancak interaksiyon teriminin önemli bulunmuş olmasına rağmen kültür ve depolama süresi faktörlerine ilişkin etkilerin de ayrı ayrı değerlendirilmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Çünkü kültür farklılığı ve depolama süresine ilişkin ana etkiler incelendiğinde bu iki etkiden kültür farklılığının ve depolama süresinin hem istatistiksel olarak hem de pratik olarak önemli olabileceği görülmektedir. Tatlı tat değerlerindeki varyasyonun %12,23'lük bir kısmı ise kültür tarafından, %19,64'lük bir kısmı ise depolama süresi tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 50

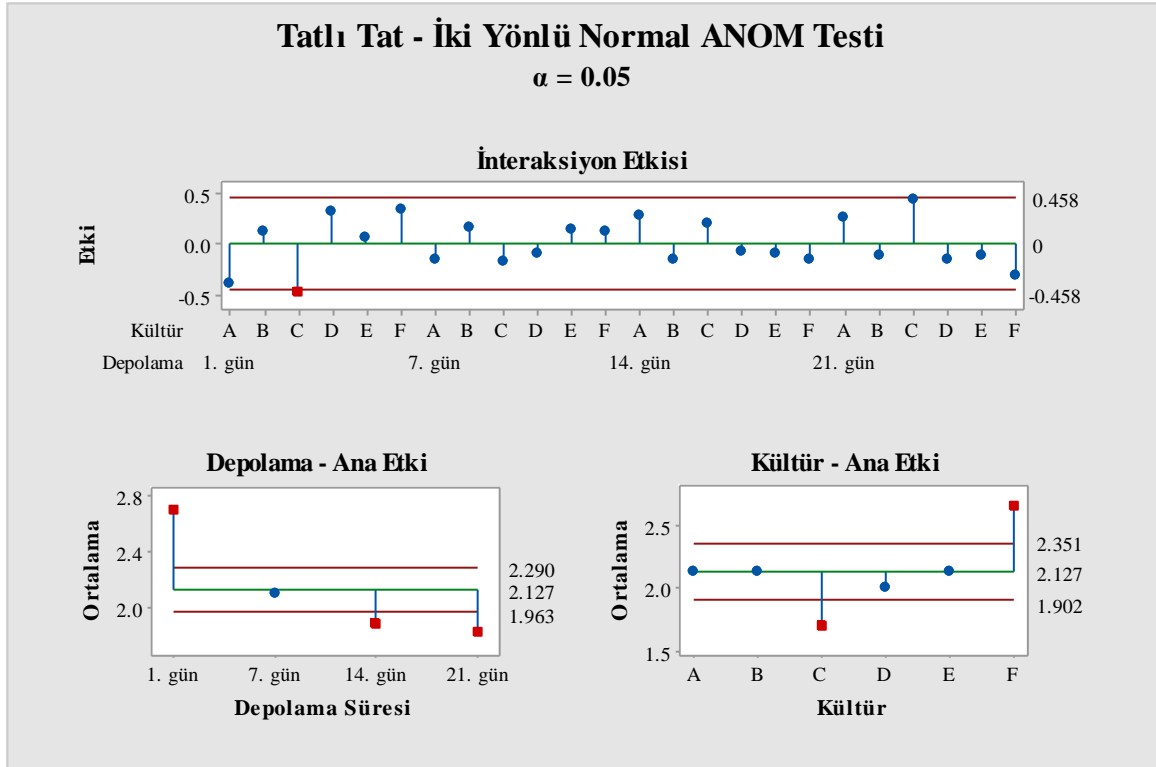
Tatlı tada ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	36,36	19,64	36,36	12,12	29,01	0,00
Kültür	5	22,64	12,23	22,64	4,53	10,84	0,00
Depolama*Kültür	15	15,81	8,54	15,81	1,05	2,52	0,01
Hata	264	110,31	59,59	110,31	0,42		
Toplam	287	185,12	100,00				

SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler ToplamıKT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler ToplamıKO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin tatlı tat değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 28'de verilmiştir. Şekil 28 incelendiğinde interaksiyon etkisinin önemli olduğu görülmektedir. İnteraksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci gününde; C kültürü hariç diğer kültürlerde anlamlı değişimlerin olmadığı belirtilmektedir. Kültür faktörünün ana etkisine ait grafik incelendiğinde en yüksek tatlı tat değerinin F kültürü kullanıldığında, en düşük tatlı tat değerinin ise C kültürü kullanıldığında elde edildiği görülmektedir. Depolama faktörünün ana etkisine ait grafik incelendiğinde en yüksek tatlı tat değerinin depolamanın birinci gününde, en düşük tatlı tat değerinin ise 14. ve 21. günlerde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 28. Tatlı tada ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) yaptıkları bir çalışmada kontrol grubu yoğurt örneklerinde belirlenen tatlılık değerlerini ortalama 1,4 bulmuşlardır ve depolama süresince yoğurtların tatlılık değerlerinde düşme meydana geldiğinin vurgulamışlardır. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen katı tip kefir örneklerindeki tatlı değerleri $1,82 \pm 0,69 - 2,38 \pm 0,13$ arasında bulunmuştur. Öge ve Karagül-Yüceer, (2021) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen yayıkaltı içeceklerinin tatlı tat değerlerini $1,51 \pm 0,16 - 2,50 \pm 0,16$ arasında bulmuşlardır. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki tatlılık algısı depolamayla birlikte azalma göstermiş ve $1,61 \pm 0,15 - 2,98 \pm 0,31$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgularda da depolama süresince tatlı tatta bir düşüş görülmektedir. Bu düşüşün artan asitlikle birlikte tatlı tadın algılanmasının azalmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Tuzlu Tat

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tuzlu tat değerlerindeki değişim Tablo 51’de görülmektedir. En yüksek ekşi tat değeri A kültüründe depolamanın 7. gününde görülürken, en düşük ekşi tat değeri ise C kültüründe depolamanın birinci gününde görülmektedir.

Tablo 51

Yoğurtlarda depolama süresince belirlenen tuzlu tat değerleri

	Depolama Süresi	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
		A	B	C	D	E	F
Tuzlu	1. gün	0,92±0,19	1,21±0,54	1,13±0,90	0,96±0,45	1,17±0,54	1,08±0,47
	7. gün	1,83±0,72	1,21±0,45	1,13±0,48	0,83±0,25	1,00±0,37	1,00±0,52
	14. gün	1,33±0,54	1,75±0,54	1,08±0,42	0,92±0,19	0,92±0,19	1,00±0,52
	21. gün	1,33±0,58	1,17±0,44	0,83±0,25	1,04±0,14	0,92±0,19	1,38±0,53

Yoğurt örneklerindeki tuzlu tat değerlerine ilişkin varyasyon analizi sonuçları Tablo 52’de görülmektedir. Tuzlu tada ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p=0,00$) ve toplam varyasyonun %13,23’lük kısmını açıklayabildiği görülmektedir. Dolayısıyla farklı depolama sürelerinin tuzlu tat değerlerine olan etkisi kültürlerle göre önemli farklılıklar göstermektedir. Bu durumda kültürlerin her bir depolama süresinde ayrı ayrı karşılaştırılması gerekmektedir.

Tablo 52

Tuzlu tada ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans analizi							
Kaynak	SD	KT _s	Etki Büyüklüğü (%)	KT _{düz}	KO _{düz}	F-değeri	p-değeri
Depolama	3	0,42	0,55	0,42	0,14	0,63	0,60
Kültür	5	7,35	9,66	7,35	1,47	6,66	0,00
Depolama*Kültür	15	10,08	13,23	10,08	0,67	3,04	0,00
Hata	264	58,33	76,57	58,33	0,22		
Toplam	287	76,17	100,00				

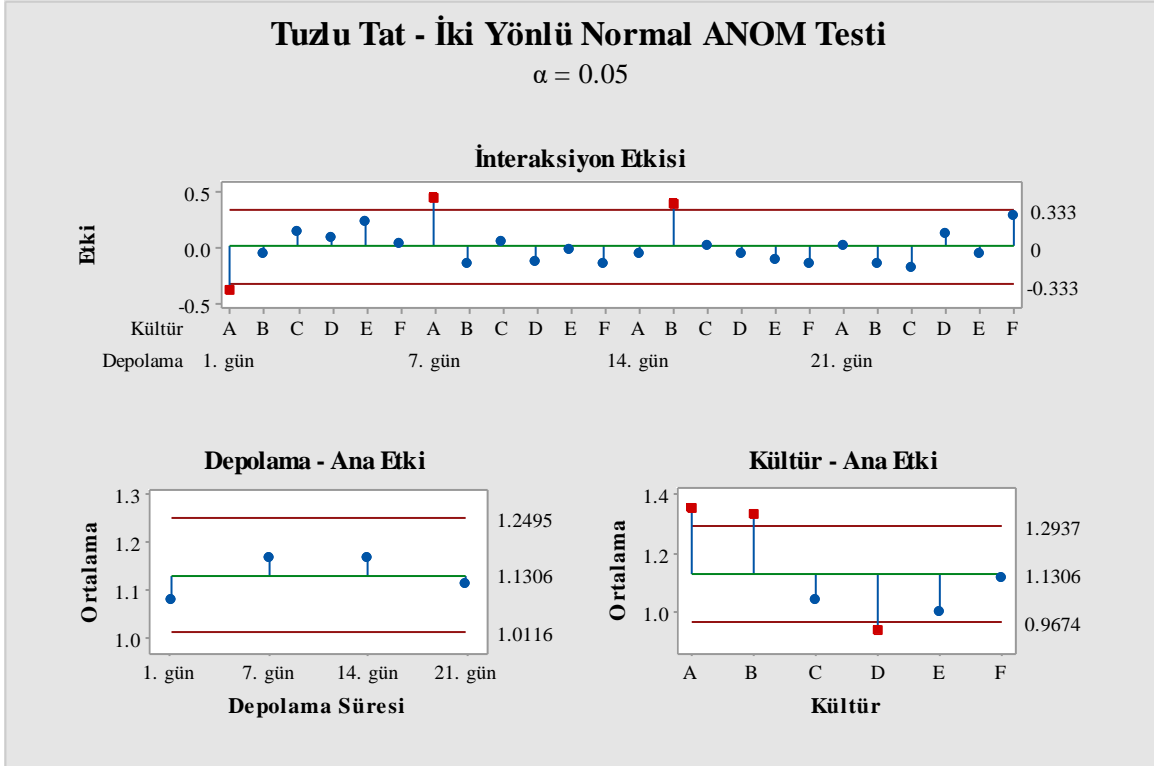
SD: Serbestlik Derecesi

KT_s: Sıralanmış Kareler Toplamı

KT_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Toplamı

KO_{düz}: Düzeltilmiş Kareler Ortalaması

Kültür farklılığının ve depolama süresinin tuzlu tat değerlerine olan etkisinin incelendiği ANOM grafiği Şekil 29’da verilmiştir. Şekil 29’da verilen interaksiyona ilişkin sonuçlar incelendiğinde depolamanın birinci ve 7. günlerinde; A kültürü haricinde diğer kültürlerde anlamlı değişikliklerin olmadığını belirtmektedir. Depolamanın 14. gününde ise; B kültürü hariç diğer kültürlerin anlamlı değişimlere neden olmadığı görülmektedir.



Şekil 29. Tuzlu tada ilişkin ANOM analizi sonuçları

İşleten ve Karagül-Yüceer, (2006) yaptıkları bir çalışmada yoğurt örneklerinde belirlenen tuzlu tat değerinin yaklaşık 1,2 puan olduğunu belirlemiştir. Arı, (2018) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen katı tip kefir örneklerindeki tuzlu değerleri $0,50 \pm 0,00 - 0,92 \pm 0,09$ arasında bulunmuştur. Öge ve Karagül-Yüceer, (2021) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen yayıkaltı içeceklerinin tuzlu tat değerlerini $1,12 \pm 0,10 - 2,41 \pm 0,19$ arasında bulmuşlardır. Şen ve Karagül-Yüceer, (2019) tarafından yapılan bir çalışmada üretilen peyniraltı suyu içeceğindeki tuzlu tat değerleri $0,80 \pm 0,01 - 2,49 \pm 0,57$ arasında bulunmuştur. Tezde elde edilen bulgularda da yoğurt örnekleri arasında benzer sonuçlar olduğu görülmektedir.

Tüketici Testi

Görünüş, kıvam ve tat/koku özellikleri 9 puanlık skala kullanılarak değerlendirilen yoğurtlara ilişkin 122 kişiye yaptırılan tüketici testi sonuçları Tablo 53'te verilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde görünüş bakımından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Ortalama görünüş puanları arasında panelistlerden en yüksek puanı alan yoğurt örneği B, en düşük puanı alan örnek ise F örneğidir. Yoğurtlar kıvam yönünden incelendiğinde aralarında istatistiksel olarak fark bulunduğu ($P \leq 0,05$) tespit edilmiş ve en yüksek puanı alan örneğin B örneği, en düşük puanı alan örneğin F örneği olduğu belirlenmiştir. Tat-koku bakımından incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur ($P \leq 0,05$). En yüksek puanı alan yoğurt örneği A örneği iken, en düşük puanı alan örnek yine F örneği olarak tespit edilmiştir.

Tablo 53

Yoğurtların tüketici testi sonuçları

	Kültür (Ortalama±Standart hata)					
	A	B	C	D	E	F
Görünüş	6,44±0,17 ^{ab}	6,79±0,18 ^a	6,39±0,18 ^{ab}	5,93±0,18 ^{bc}	6,58±0,17 ^{ab}	5,46±0,21 ^c
Kıvam	6,53±0,17 ^{ab}	6,74±0,16 ^a	6,28±0,17 ^{ab}	5,80±0,19 ^{bc}	6,66±0,17 ^a	5,06±0,23 ^c
Tat/koku	6,34±0,19 ^a	6,02±0,19 ^a	5,96±0,18 ^a	4,91±0,22 ^{bc}	5,55±0,19 ^{ab}	4,53±0,21 ^c

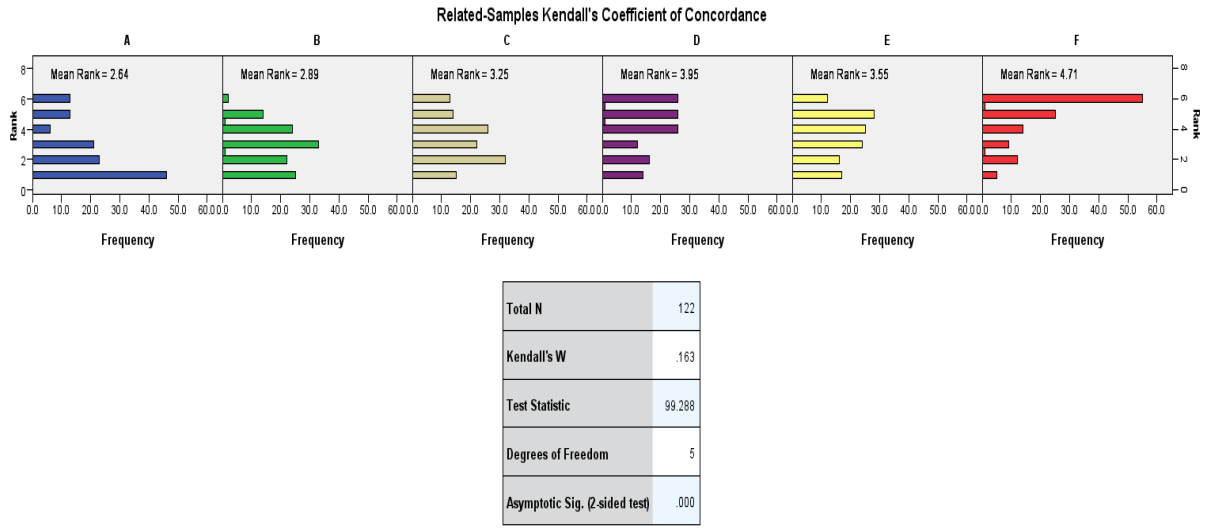
^{a-c} Aynı satırda farklı küçük harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$).

Tüketici testine ait beğeni sıralaması sonuçları Kendall Uyum Katsayısı yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Kendall uyum katsayısı 0,163 olarak hesaplanmış ve bu katsayının istatistiksel olarak önemli olduğu ($P=0,00$) görülmüştür. Dolayısıyla panelistlerin yaptıkları değerlendirmeler arasında önemli bir uyumun bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Tüketici testine ilişkin istatistikler Tablo 54'te görülmektedir. Şekil 30 incelendiğinde genel olarak en çok beğenilen kültürün A, en az beğenilen kültürün ise F olduğu görülmektedir.

Tablo 54

Tüketici testine ilişkin tanıttıcı istatistikler

Kültür Çeşidi	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
A	122	2,65	1,73	1,00	6,00
B	122	2,90	1,36	1,00	6,00
C	122	3,27	1,53	1,00	6,00
D	122	3,95	1,67	1,00	6,00
E	122	3,56	1,56	1,00	6,00
F	122	4,71	1,56	1,00	6,00



Şekil 30. Tüketici Testi Beğeni Sıralamasına Ait Kendall Uyum Katsayısı Sonuçları

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada farklı (asit-aroma üretme ve yapı geliştirme) ticari kültürler kullanılarak üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyuşal ve bazı mikrobiyolojik özellikleri karşılaştırılmıştır. Yoğurtlar yaklaşık %12 kurumaddeli rekonstitüe süt kullanılarak üretilmiştir. 4°C’de 21 gün süreyle depolanan yoğurtlarda pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, viskozite, laktoz, tirozin, uçucu bileşen miktarları, mikrobiyal sayımları belirlenmiş ve yoğurtların karakteristik tanımlayıcı duyuşal özellikleri ile tüketici beğeni düzeyleri duyuşal analizler ile belirlenmiştir. Depolamanın birinci gününde yoğurt örneklerinin kurumadde ve protein içerikleri belirlenmiştir.

Yoğurtlar pH değerleri açısından karşılaştırıldığında, depolama süresi boyunca pH değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında örneklerin pH’sının $4,29\pm 0,06$ - $4,70\pm 0,02$ arasında değiştiği 21. günde ise $4,00\pm 0,04$ - $4,51\pm 0,01$ arasında değiştiği görülmüştür. En düşük pH değeri A örneğinde, en yüksek pH değeri C örneğinde belirlenmiştir. Bunun sebebinin kültür içerisindeki bakterilerin oranlarından veya yoğurt bakterilerinin bir arada yaşamaları sonucu oluşan etkileşimlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yoğurtların titrasyon asitliği değerlerine bakıldığında, depolama süresi boyunca artış gösterdiği görülmüştür. Depolamanın birinci gününde titrasyon asitliği değerleri $0,92\pm 0,01$ - $1,23\pm 0,02$ (% laktik asit) arasında değişirken depolamanın 21. gününde $0,99\pm 0,01$ - $1,40\pm 0,06$ (% laktik asit) arasında değişmektedir. En düşük titrasyon asitliği F örneğinde görülmüşken, en yüksek titrasyon asitliği değeri A örneğinde görülmüştür. Titrasyon asitliğine etki eden en önemli faktörlerin başında kullanılan kültürlerin farkı ve fermentasyon koşulları gelmektedir.

Yoğurtların serum ayrılması ve su tutma kapasitesi değerleri kültür çeşidine göre farklılık göstermektedir. Depolamanın başlangıcında serum ayrılması değerleri % $20,69\pm 1,49$ - $35,71\pm 1,45$ arasında değişirken, depolamanın sonunda % $23,78\pm 1,85$ - $34,39\pm 2,51$ arasında değişmektedir. Benzer şekilde depolamanın başlangıcında su tutma

kapasitesi % $24,32 \pm 0,29$ - $40,91 \pm 1,98$ arasında değişiklik gösterirken, depolamanın sonunda % $28,94 \pm 0,79$ - $38,44 \pm 0,19$ arasında değişmektedir.

Viskozite değerlerinin kùltürlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresince dört yoğurt örneğinin viskozitesi artış gösterirken, iki yoğurt örneğinin azalış gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın birinci gününde viskozite değerleri 5560 ± 554 - 11933 ± 30 cP arasında değişmekte olup, depolamanın 21. gününde 9088 ± 170 - 11904 ± 94 cP arasında değişmektedir. Viskozite değerlerindeki farklılığın sebebinin kùltür çeşidinden kaynaklandığı düşünölmektedir. En düşük viskozite değerine sahip olan örnek, D örneği iken, en yüksek değere sahip olan örnek C örneği olarak bulunmuştur.

Yoğurt örneğlerinin laktoz değerleri depolama süresince azalma göstermiştir. Depolamanın başlangıcında laktoz değerleri % $5,72 \pm 0,23$ - $6,19 \pm 0,08$ arasında değişirken, depolamanın sonunda % $5,37 \pm 0,09$ - $5,96 \pm 0,04$ arasında değişmiştir. En düşük laktoz değeri B örneğinde görülürken, en yüksek laktoz değeri C örneğinde görölmektedir.

Tüm yoğurtların tirozin değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Depolamanın birinci gününde tirozin değerleri $8,49 \pm 1,02$ - $14,76 \pm 1,86$ mg tirozin/100g yoğurt arasında değişmekte olup, depolamanın son gününde $9,61 \pm 1,31$ - $18,87 \pm 0,36$ mg tirozin/100g yoğurt arasında değişmektedir. En düşük tirozin değeri F örneğinde görülürken, en yüksek tirozin değeri ise A kùltüründe görölmüştür. *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un birçok suşu proteinaz aktivitesine sahiptir. Özellikle *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un, *S. thermophilus*'tan daha yüksek proteolitik aktivitesinin olduğu bilinmektedir. Ayrıca yoğurdun tirozin içeriği ile titrasyon asitliği arasında ilişki olduğu, titrasyon asitliği düşük olan yoğurdun tirozin değerlerinin de düşük olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla bu durumun titrasyon asitliği ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ile ilişkili olabileceği düşünölmektedir.

Yoğurtlarda depolama süresince küf ve maya tespit edilememiştir. Ürünlerin tamamında depolama boyunca *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delb.* subsp. *bulgaricus* sayılarının $\geq 10^6$ kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin uçucu bileşenleri katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği ile izole edilmiş ve gaz kromatografisi kütle spektrometrisi (GC-MS) ile tanımlanmıştır. Tüm ürünlerde belirlenen temel uçucu bileşenler asetaldehit, diasetil, asetoin, 2-nonanon, 2-propanol, asetik asit, propanoik asit, bütanoik asit, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit ve nonanoik asittir.

Tanımlayıcı duyu analizi sonuçlarına göre yoğurt örneklerinde topaklı yapı, kıvam, tozumsu/tebeşirimsi yapı, sünen yapı, pişmiş, kremamsı, fermente, yavan, ekşi, tatlı ve tuzlu terimleri belirlenmiştir. Ekşi tat, fermente aroma ve kıvam özelliği en çok A örneğinde, tatlı tat ve sünen yapı en çok F örneğinde görülmüştür.

Tüketici testi sonuçlarına göre en beğenilen yoğurt örneğinin A, en az beğenilen yoğurt örneğinin ise F olduğu saptanmıştır. Yoğurt tüketiminde tüketiciler duyu nitelik ve genel beğenilirlik ve yoğurtların tat-aroma özellikleri bakımından çeşitlilik göstermektedir. F örneğinin diğer örneklerle nazaran az beğenilmesinin sebebinin yüksek sünen yapı ve tatlı tat özelliği göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak farklı firmalardan sağlanan kültürler kullanılarak üretilen yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri bakımından depolama boyunca farklılıklar olduğu görülmüştür. Tezde beklenen sonuç olarak birbirinden farklı olmak üzere farklı tüketicilerin tercihlerini karşılayabilecek örneklerin olduğu görülmektedir. Bahsi geçen bu örneklerdeki farklılıkların özellikle kullanılan kültürlerin mikrobiyal yükü, mikroorganizmaların oranları ve yoğurt üretim koşulları ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle kültür çeşitliliğinin artırılması ve farklı tüketici tercihlerine yönelik kültür kombinasyonlarının oluşturulması konularında çalışmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Akalın, A. S. ve Gönç, S. (1999). “Katı kıvamlı yoğurdun reolojik ve duyuşsal özellikleri, aroma maddeleri ve starter bakteri sayıları üzerine viskoz kültürlerin etkisi”. *Gıda*, 24 (5), 319-325.
- Akalın, A. S., Ünal, G., Dinkci, N. and Hayaloğlu, A. A. (2012). “Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate”. *Journal Of Dairy Science*, 95 (7), 3617-3628.
- Akan, E., Yerlikaya, O., Saygılı, D. ve Kınık, Ö. (2021). “Farklı starter kültür kullanımının yoğurtların tekstürel ve viskozite özelliklerine etkisi”. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (3), 377-383.
- Akpınar, A., Yerlikaya, O. and Kılıç, S. (2013). “Physicochemical, microbiological, rheological and sensory properties of set-type yogurt produced with two different origins: Wild *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains”. *Italian Journal of Food Science*, 25 (4), 412-420.
- Akpınar, A., Saygılı, D. and Yerlikaya, O. (2020). “Production of set-type yoghurt using enterococcus faecium and enterococcus durans strains with probiotic potential as starter adjuncts”. *International Journal of Dairy Technology*, 73 (4), 726-736.
- Anonim, (1994). TS 1018 Çiğ Süt standardı. T.S.E. (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
- Arı, E. (2018). Farklı Kültür Çeşitleri Kullanılarak Üretilen Katı Tip Kefirin Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Aryana, K. J., and Olson, D. W. (2017). “A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products”. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9987-10013.
- Atamer, M. ve Sezgin, E. (1986). “Yoğurtlarda, kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi”. *Gıda*, 11 (6), 327-331.
- Avsar Y. K., Karagül Yüceer Y., Drake M. A., Singh T. K., Yoon Y. and Cadwallader K.R., (2004). “Characterization of nutty flavor in cheddar cheese”. *Journal of Dairy Science*, 87, 1999-2010.
- Barakat, H., Mohamed, A., Gemiel, D. G. and Atallah, A. A. (2021). “Microstructural, volatile compounds, microbiological and organoleptical characteristics of low-fat

- buffalo milk yogurt enriched with whey protein concentrate and Ca-caseinate during cold storage”. *Fermentation*, 7 (4), 250-271.
- Baran, E. (2012). Investigations on Aroma Profile of Arisanal Yoghurt Starter Cultures. Master of Science. School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir, Türkiye.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. and Simov, Z. (1998). “Production of flavour compounds by yogurt starter cultures”. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 20 (3), 180-186.
- Bradley Jr. R.L., Arnold Jr. E., Barbano D.M., Semerad R.G., Smith D.E. and Vines B.K., (1992). “Chemical and Physical Methods” Marshall, R.T. (Ed.), içinde *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. American Public Health Association: Washington D.C.
- Cheng, H. (2010). “Volatile flavor compounds in yogurt: A Review”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50 (10), 938-950.
- Condurso, C., Verzera, A., Romeo, V., Ziino, M. and Conte, F. (2008). “Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life”. *International Dairy Journal*, 18 (8), 819-825.
- Dahlan, H. A. and Sani, N. A. (2017). “The interaction effect of mixing starter cultures on homemade natural yogurt’s pH and viscosity”. *International Journal of Food Studies*, 6 (2), 152-158.
- Dave, R. I. and 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.
- Donkor, O. N., Henriksson, A., Vasiljevic, T. and Shah, N. P. (2006). “Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage”. *International Dairy Journal*, 16 (10), 1181-1189.
- Doruk-Güdemez, Y. (2007). Light (Diyet) Süt ve Süt Ürünleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- Drake, M. A., Karagül-Yüceer, Y., Chen, X. Q., and Cadwallader, K. R. (1999). “Characterization of desirable and undesirable lactobacilli from cheese in fermented milk”. *LWT-Food Science and Technology*, 32 (7), 433-439.

- Duggan, C., Gannon, J. and Walker, W.A. (2002). "Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract". *American Society for Clinical Nutrition*, 75, 789–808.
- Erkaya, T. and Şengül, M. (2011). "Comparison of volatile compounds in yoghurts made from cows', buffaloes', ewes' and goats' milks". *International Journal of Dairy Technology*, 64 (2), 240-246.
- Fenderya, S. ve Akalın, A. S. (2003). "Probiyotik yoğurtların bazı kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma". *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 87-94.
- Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Arslan, A. A. ve Küçükçetin, A. (2016). "Farklı inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi". *Akademik Gıda*, 14 (4), 341-350.
- Gürsoy-Balcı, A. C. (2008). Farklı Kültür Kullanılarak Koyun, Keçi Sütleri ve Bunların Karışımından Üretilen Yoğurtların Depolama Sırasında Uçucu Bileşenler ve Serbest Yağ Asitlerinde Meydana Gelen Değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri, Hatay.
- Gürsoy, A., Durlu-Özkaya, F., Yıldız, F. and Aslım, B. (2010). "Set type yoghurt production by exopolysaccharide producing turkish origin domestic strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (B3)". *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 81-86.
- Güven, M. ve Karaca, O. B. (2003). "Farklı yöntemlerle kurumaddesi artırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri". *Gıda*, 28 (4), 429-436.
- Güzel-Seydim, Z. B., Sezgin, E. and Seydim, A. C. (2005). "Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt". *Food Control*, 16 (3), 205-209.
- Harrigan, W. F. (1998). *Laboratory methods in food microbiology*. Gulf Professional Publishing: London.
- Hull, M. E. (1947). "Studies on milk proteins. 2. colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins in milk". *Journal of Dairy Science*, 30, 881-884.
- IDF (International Dairy Federation), (1982). Determination of the Total Solid Content (Cheese And Processed Cheese). *IDF Standard 4a*, International Dairy Federation, Brussels.
- İçier, F. ve Bozkurt, H. (2010). "Süt ve rekonstitüe sütün ohmik ısıtılmasının incelenmesi: Reolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi". *Gıda*, 35 (4), 251-258.

- İşleten, M. and Karagül-Yüceer, Y. (2006). "Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yoğurt". *Journal of Dairy Science*, 89 (8), 2865-2872.
- İşleten, M. and Karagül-Yüceer, Y. (2008). "Effects of functional dairy based proteins on nonfat yogurt quality". *Journal of Food Quality*, 31 (3), 265-280.
- Karagül-Yüceer, Y., Coggins, P. C., Wilson, J. C. and White, C. H. (1999). "Carbonated yoğurt sensory properties and consumer acceptance". *Journal of Dairy Science*, 82 (7), 1394-1398.
- Karagül-Yüceer, Y., Wilson, J. C. and White, C. H. (2001). "Formulations and processing of yogurt affect the microbial quality of carbonated yoğurt". *Journal of Dairy Science*, 84 (3), 543-550.
- Kırdar, S. S. (2019). *Süt ve Ürünlerinde Laboratuvar Uygulamaları Analiz Yöntemleri*. Sidas Medya: İzmir.
- Kneifel, W., Ulberth, F., Erhard, F. and Jaros, D. (1992). "Aroma profiles and sensory properties of yogurt and yogurt-related products. I: Screening of commercially available starter cultures". *Milchwissenschaft*, 47 (6), 362-365.
- Koçak, C., Sezen, F. ve Yıldız, F. (2007). "Protein esaslı yağ ikame maddesi kullanımının yağsız yoğurdun kalitesi üzerine etkisi". *Gıda*, 32 (2), 101-108.
- Köse, Ş. ve Ocak, E. (2014). "Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler". *Akademik Gıda*, 12 (2), 101-107.
- Lucey, J. A. (2002). "Formation and physical properties of milk protein gels". *Journal of Dairy Science*, 85 (2), 281-294.
- Liu, F., Jiao, Y. H., and Huo, G. C. (2013). "Optimization of co-culture condition for *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* with weak post-acidification ability and *Streptococcus thermophilus*". *Advanced Materials Research*, 655, 1982-1986.
- Liu, C., Yang, P., Wang, H. and Song, H. (2022). "Identification of odor compounds and odor-active compounds of yogurt using DHS, SPME, SAFE, and SBSE/GC-O-MS". *LWT*, 154, 112689.
- Mendeş, M., and Yiğit, S. (2013). "Comparison of ANOVA-F and ANOM tests with regard to type I error rate and test power". *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 83 (11), 2093-2104.

- Mendeş, M., and Yiğit, S. (2018). “An alternative approach for multiple comparison problems when there are a large number of groups: ANOM technique”. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 28 (4), 1074-1079.
- Marshall, V. M. (1993). “Starter cultures for milk fermentation and their characteristics”. *International Journal of Dairy Technology*, 46 (2), 49-56.
- Meilgaard M., Civille G.V. and Carr B.T., (1999). *Descriptive Analysis Techniques: Sensory Evaluation Techniques*. 3. Edition Crc Press, Inc. Boca Raton, Fl.
- Mirlohi, M., Soleimani-Zad, S., Dokhani, S. and Sheikh-Zeinodin, M. (2014). “Microbial and physiochemical changes in yoghurts containing different *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* strains in association with *Lactobacillus plantarum* as an adjunct culture”. *International Journal of Dairy Technology*, 67 (2), 246-254.
- Nalbant, D. ve Karagül-Yüceer, Y. (2020). “İnek ve keçi sütü kullanılarak üretilen probiyotik fermente süt ürünlerinin karakteristik özellikleri”. *Gıda*, 45 (2), 315-328.
- NIST, (2008). NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08). National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD 20899.
- Öge, Ç. ve Karagül-Yüceer, Y. (2021). “Yayıkaltı içeceğinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri ile uçucu bileşenlerinin belirlenmesi”. *Gıda*, 46 (5), 1243-1255.
- Özbaş, Y.Z. (1991). *Acidophilus*’lu Yoğurt Üretim Teknikleri. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özcan, T. ve Yıldız, E. (2016). “Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi”. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (7), 579-587.
- Özdemir, S. ve Bodur A. E. (1994). “Yoğurt üretimi sırasında oluşun fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olaylar”. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 479-487.
- Özer, B. (2006). *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*, Sidas Medya: Şanlıurfa.
- Panesar, P.S. (2011). “Fermented dairy products: Starter cultures and potential nutritional benefits”. *Food And Nutrition Sciences* 2, 47–51.
- Rawson, H. L. and Marshall, V. M. (1997). “Effect of ‘ropy’ strains of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on rheology of stirred yogurt”. *International Journal of Food Science and Technology*, 32 (3), 213-220.

- Sezgin, E., Yıldırım, Z. ve Karagül, Y. (1996). “*L. acidophilus* ve *B. bifidum* Kullanılarak Hazırlanan Fermente Süt Ürünlerinin İncelenmesi”. *Turkish Journal of Biology*, 20, 281-291.
- Sodini, I., Remeuf F., Haddad S. and Corrieu, G. (2004). “The relative effect of milk base starter, and process on yogurt texture: A Review”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 113-137.
- Swelam, S., Rashed, M. A., Hatem, H. E. and Khames, E.F. (2019). “Properties of non-fat yoghurt as influenced by the incubation temperature of exopolysaccharide producing culture”. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 10 (12), 447-452.
- Şekerli, Y. E. (2013). Farklı Sıcaklık Normları ve Yoğurt Kültürleri Uygulanan Sütlerden Üretilen Yoğurtlarda Kimyasal Niteliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye.
- Şen, İ. ve Karagül-Yüceer, Y. (2019). “Dane veya liyofilize kefir kültürü kullanılarak peyniraltı suyu içeceği üretimi ve karakterizasyonu”. *Akademik Gıda*, 17 (3), 362-370.
- Tamime, A. Y. and Deeth, H. C. (1980). “Yogurt: technology and biochemistry”. *Journal of Food Protection*. 43 (12), 939–977.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. (2007). *Yoghurt Science and Technology*. Woodhead Publishing: London.
- Tatar, H.D. (2019). Fermente Süt Üretiminde Kullanılabilecek Maya ve Laktik Asit Bakterilerinin Teknolojik Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Ulberth, F. (1991). “Headspace gas chromatographic estimation of some yogurt volatiles”. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 74 (4), 630-634.
- Ulberth, F. and Kneifel, W. (1992). “Aroma profiles and sensory properties of yogurt and yogurt-related products. II. Classification of starter cultures by means of cluster analysis”. *Milchwissenschaft* 47, 432–434.
- Uzunsoy, İ. (2018). Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* Suşlarının Endüstriyel Yoğurt Üretimine Uygunluğunun Saptanarak Starter Kombinasyonlarının Geliştirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

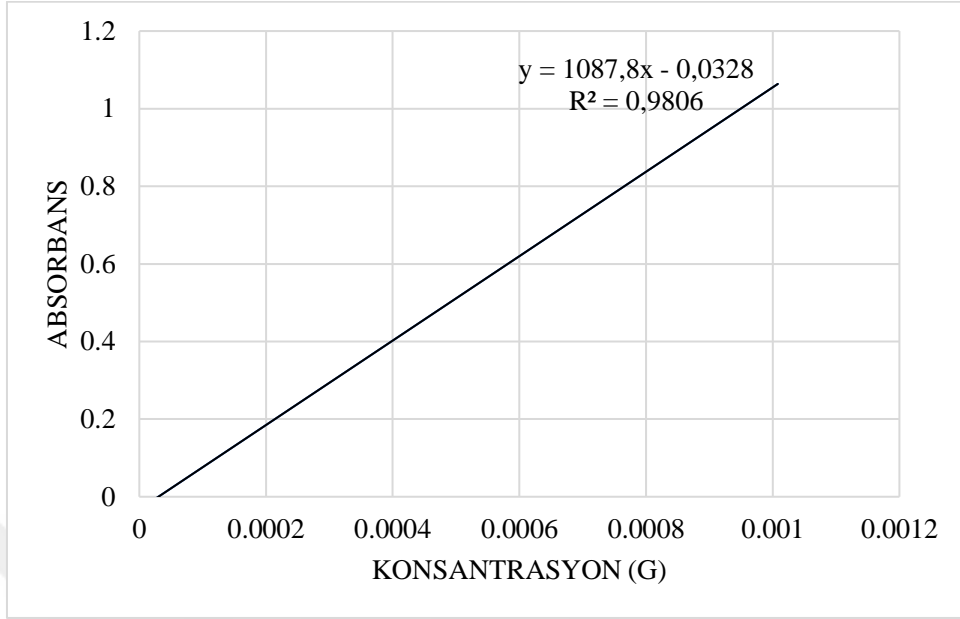
- Van Den Dool H. and Kratz P. D., (1963). "A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas liquid partition chromatography". *Journal of Chromatography*, 11, 463-471
- WILEY, (2005). *WILEY Registry of Mass Spectral Data 7. Edition* (Fred. W. McLafferty) ISBN: 978-0471473251, 2005 (Cd-Rom).
- Yaygın, H. (1999). "Yoğurt Yapımında Saf Kültür Kullanımı ve Önemi III". *Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu*, Ankara, 83-94.
- Yılmaz, L. (2006). Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Doktora tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Yılmaz-Ersan, L. and Kurdal, E. (2014). "The production of set-type-bio-yoghurt with commercial probiotic culture". *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5 (5), 402-408.
- Yiğit, S. and Mendes, M. (2017). "ANOM Technique for Evaluating Practical Significance of Observed Difference Among Treatment Groups". *International Journal of Agricultural Science and Research*, 6, 1-7.

EKLER

EK 1. Kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanması

No	Standart Tirozin Çözeltilerinden Alınan Miktar (μ l)	g Tirozin/ μ l	mg Tirozin
1	0	0,000001008	0
2	25	0,000001008	0,0252
3	50	0,000001008	0,0504
4	200	0,000001008	0,2016
5	400	0,000001008	0,4032
6	600	0,000001008	0,6048
7	1000	0,000001008	1,0080

EK 2. Tirozin Standart Eğrisi



EK 3. Tanımlayıcı Duyusal Terimler ve Referansları

Terim	Tanım	Referans
Topaklı yapı	Karıştırıldıktan sonra görülen topaklar	Panel tarafından değerlendirilir
Kıvam	Dil ile damak arasında kolay dağılmayan yapı	Panel tarafından değerlendirilir
Tozumsu/Tebeşirimsi	Ağızda hissedilen tozumsu yapı	Panel tarafından değerlendirilir
Uzayan/Sünen yapı	Kaşıkla alındığında uzayan yapı	Panel tarafından değerlendirilir
Pişmiş	Pişmiş süt aroması	85°C'de 30 dk ısıtılmış süt
Kremamsı	Süt yağı aroması	Krema veya tereyağı
Fermente	Yoğurt aroması	Yoğurt
Yavan	Tat aroma eksikliği	Panel tarafından değerlendirilir
Ekşi	Asidik tat	%0,05'lik sitrik asit = 2 %0,08'lik sitrik asit = 5
Tatlı	Şekerli tat	%2 şeker =2 %5'lik şeker =5
Tuzlu	Tuzlu tat	%0,2'lik tuz = 2,5 %0,35'lik tuz =5

EK 4. Tanımlayıcı Duyusal Değerlendirme Formu

İsim:	Tarih:							
	Yoğurt							
<u>Tekstür</u>	458	586	314	968	214	549	383	965
Topaklı yapı								
Kıvam								
Tozumsu/Tebeşirimsi								
Uzayan/Sünen yapı								
<u>Aromatikler</u>								
Pişmiş								
Kremamsı								
Fermente								
Yavan								
<u>Temel tatlar</u>								
Ekşi								
Tatlı								
Tuzlu								

EK 5. Tüketici Testi Formu

YOĞURT TÜKETİCİ TESTİ

Ad-Soyad:

Cinsiyet: K / E

Yaş:

1) Örneklerini aşağıda verilen sıraya göre **görünüş**, **kıvam** ve **tat-koku** yönünden değerlendiriniz.

2) Ürünleri genel beğeni sırasına koyunuz. (En **çok** beğenilen=1, En **az** beğenilen= 6)

Ürün Kodu: 386

Beğeni Sırası

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

Ürün Kodu: 912

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

Ürün Kodu: 482

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

Ürün Kodu: 618

	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

Ürün Kodu: 805

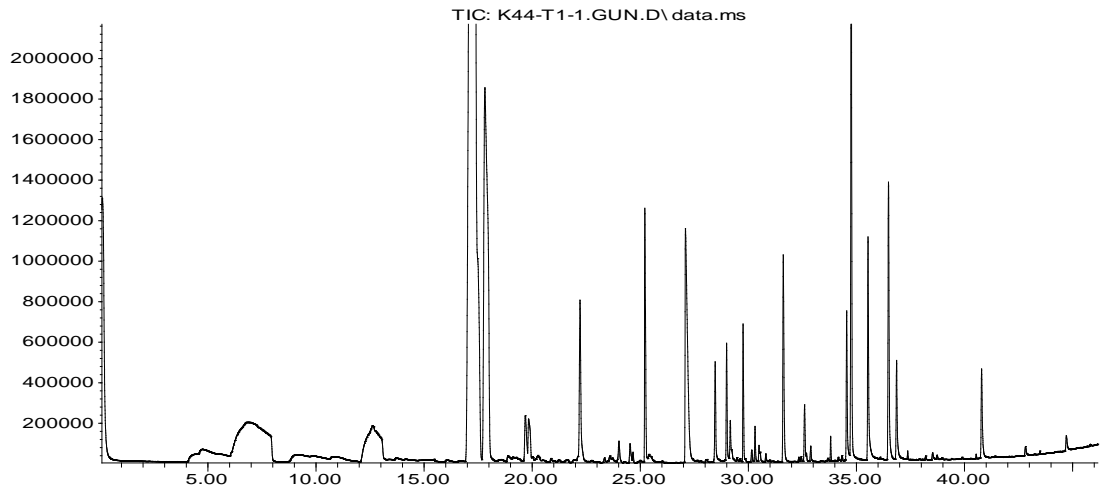
	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

Ürün Kodu: **567**

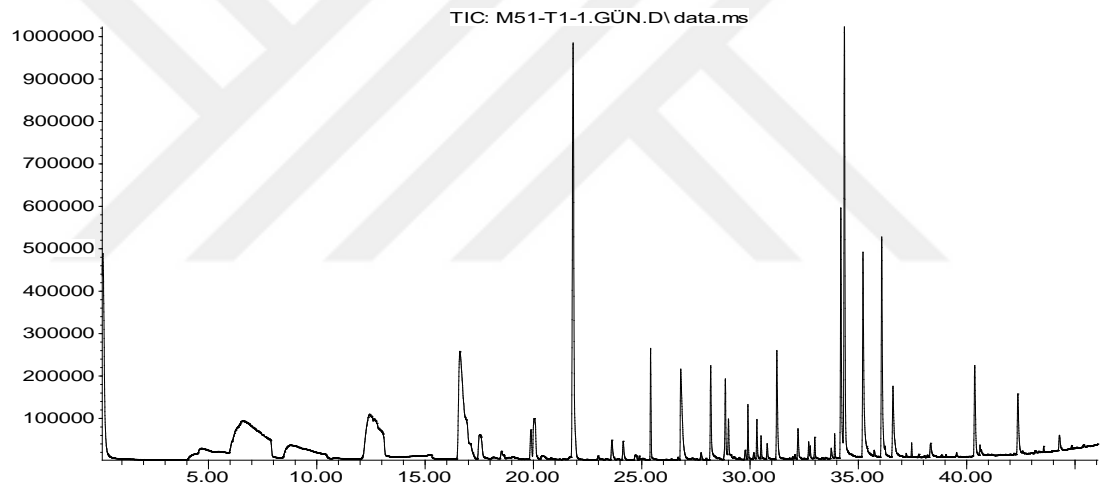
	Hiç beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim		
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="text"/>

EK 6. GC-MS Analizine Ait Kromatogram Görüntüleri

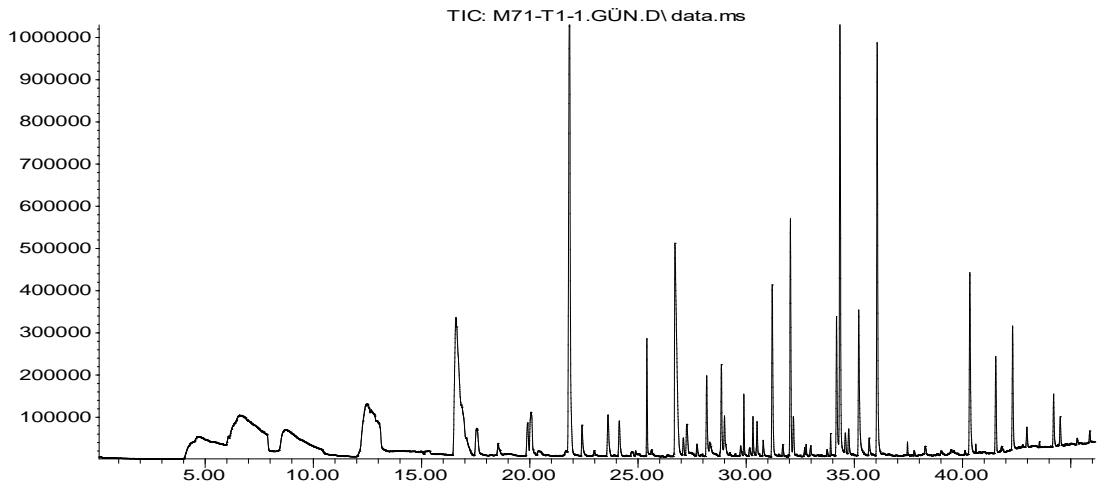
Abundance



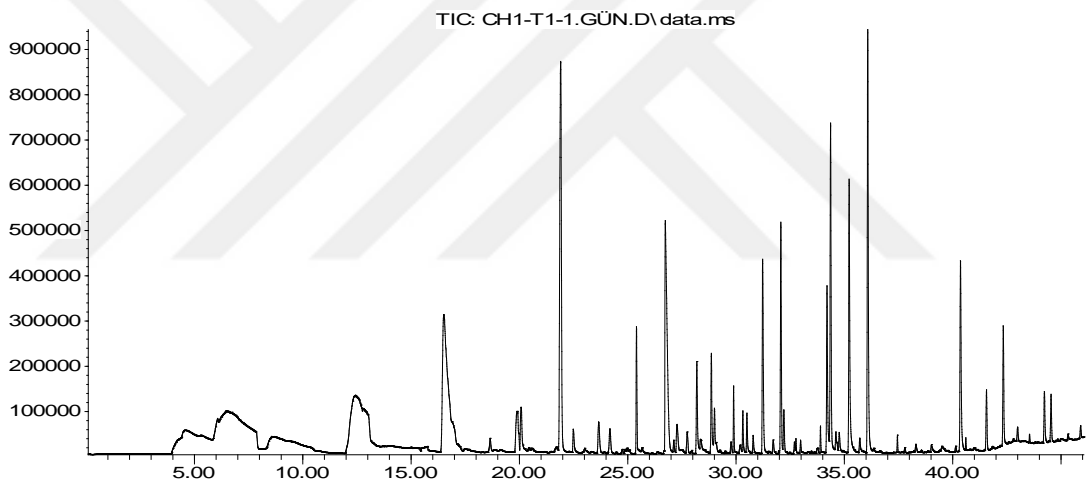
Abundance



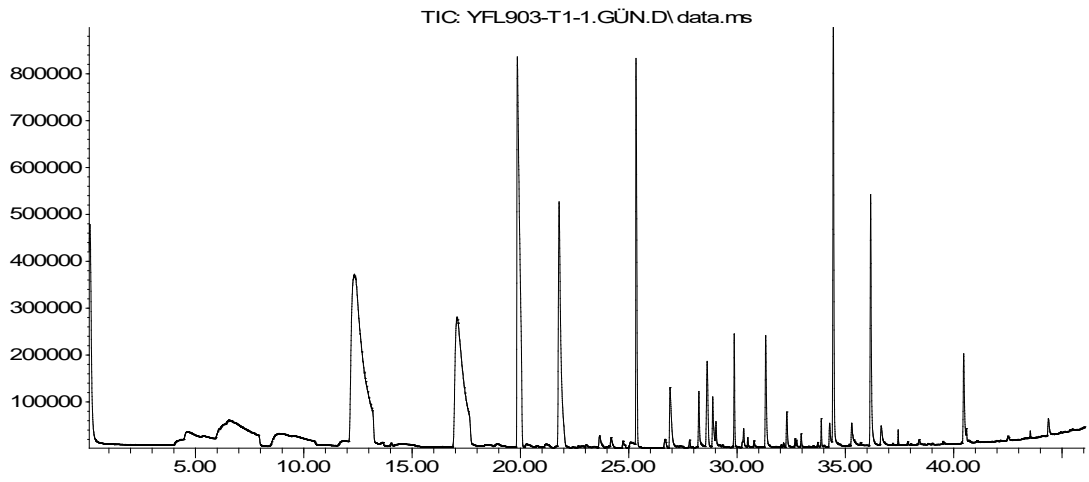
Abundance



Abundance



Abundance



Time-->

Abundance

