



**T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZENCEFİLLİ YOĞURT ÜRETİMİ: ORGANİK ASİTLERİN VE UÇUCU
BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ**

Özge ÖZER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
AĞUSTOS 2020**



T.C.

HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZENCEFİLLİ YOĞURT ÜRETİMİ: ORGANİK ASİTLERİN VE UÇUCU
BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ**

Özge ÖZER

ORCID:0000-0003-1682-0655

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Prof. Dr. Zehra GÜLER

ORCID:0000-0003-1889-9379

HATAY

AĞUSTOS-2020

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZENCEFİLLİ YOĞURT ÜRETİMİ: ORGANİK ASİTLERİN VE UÇUCU
BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ**

Özge ÖZER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Zehra GÜLER danışmanlığında hazırlanan bu tez tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zehra GÜLER
Başkan

Prof. Dr.
Üye

Dr.Öğr. Üyesi.
Üye

Doç. Dr.
Üye

Doç. Dr.
Üye

Kod No:

Doç. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 18YL070

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

19/08/2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

Özge ÖZER

ÖZET

ZENCEFİLLİ YOĞURT ÜRETİMİ: ORGANİK ASİTLERİN VE UÇUCU BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, taze sıkılmış zencefil suyunun yoğurt üretiminde kullanılan süte fermentasyondan önce ısıtma işlemi uygulanırken ilave edilmesi denenmiştir. Ayrıca zencefil suyu yanısıra fermentasyondan önce bal ilaveli yoğurtlarda üretilmiştir. Zencefil suyu %0, %0.5 ve %1.5 ve zencefil suyu-bal %0, %0.5-%0.5 ve %1.5-%1.5 oranlarında süte ilave edilmiştir. Yoğurtlarda depolama süresince kimyasal (kurumadde, pH, titrasyon asitliği, yağ, protein, karbohidrat, kül), biyokimyasal (uçucu bileşenler, organik asitler), fiziksel (renk, serum ayrılması ve viskozite) analizler ve duyu değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşen analizi katı faz mikroekstraksiyon tekniği ile gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi; organik asit analizleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda kimyasal ve fiziksel özellikler açısından yoğurtlarda istatistiksel açıdan önemli farklar görülmemiştir. Laktoz depolama süresince azalırken; glikoz ve galaktoz miktarları artan bir eğilim göstermiştir. Fruktoz miktarı %0.5 oranında bal içeren yoğurtlarda 1992 mg/kg; %1.5 oranında bal içeren yoğurt örneklerinde 5976 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Yoğurtlarda en fazla oranda bulunan organik asit laktik asit olup; onu, sitrik, butirik, formik ve asetik asit izlemiştir. Zencefil suyu içeren yoğurtlar diğerlerine kıyasla en yüksek konsantrasyonda orotik asit içerirken; süksinik asit zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlarda ve asetik asit ise kontrol yoğurdunda en fazla düzeyde belirlenmiştir. Yoğurtlarda uçucu bileşen sayısı zencefil suyu oranının artması ile artmıştır. Kontrol yoğurduna kıyasla zencefilli yoğurtlar terpen bileşenlerini yüksek oranda içermişlerdir. Terpenlerin başlıcalarını β -sesquipallendiren, sabinen ve zingiberan oluşturmuştur. Fiziksel nitelikler açısından ise depolama sonunda en az serum ayrılması kontrol yoğurdunda gözlemlenmiştir. Duyusal değerlendirmeler bakımından en yüksek genel kabul edilebilirlik puanını kontrol yoğurdu alırken; zencefil suyu ya da zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlar benzer kabul edilebilirlik puanı almışlardır. Ancak zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlar diğer yoğurtlara kıyasla duyu açıdan daha iyi bir depolama stabilitesi göstermişlerdir. Sonuçta hem terpen bileşenlerin fazlalığı hem de duyu depolama stabilitesi açısından zencefil suyu ya da zencefil suyu+bal'ın %1.5 oranına kadar set yoğurt üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

2020, 103 sayfa

Anahtar Kelimeler: Zencefil suyu, bal, organik asitler, karbohidratlar, yoğurt

ABSTRACT

YOGHURT PRODUCTION WITH GINGER JUICE: DETERMINATION OF ORGANIC ACIDS AND VOLATILE COMPOUNDS

In this study, it was examined to add freshly squeezed ginger juice to the milk used in yoghurt production during heat treatment before fermentation. Yoghurts with honey as well as yogurts with ginger were also produced. Ginger juice was added in the ratios of 0%, 0.5% and 1.5% and ginger juice-honey mixes were added in the ratios of 0%, 0.5%-0.5% and 1.5%-1.5% to the milk. During storage chemical (dry matter, pH, titratable acidity, fat, protein, carbohydrate, ash), biochemical (volatile compounds, organic acids), physical (color, viscosity and serum separation) analyses and sensory evaluations are conducted in yoghurts. Volatile compound analysis was made by solid phase microextraction technique with gas chromatography-mass spectrophotometry; organic acid analysis was determined by high performance liquid chromatography.

While lactose decreases during storage; glucose and galactose amounts showed an increasing trend. Fructose was found in yoghurts containing 0.5% and 1.5% honey at levels of 1992 mg / kg and 5976 mg / kg, respectively. Lactic acid was the most abundant organic acid found in yoghurts, followed by citric, butyric, formic and acetic acids.

Yogurts containing ginger juice has the highest concentration of orotic acid compared to the others; succinic acid was determined in the highest level in yoghurts with ginger juice+ honey and acetic acid in control yoghurts. The number of volatile compounds in yoghurts increased with the increase in ginger juice ratio. Yoghurts with ginger contained a high proportion of terpene components compared to the control yoghurt. The main terpenes were β -sesquipallendyren, sabinene and zingiberene. In terms of physical properties, the least serum separation at the end of storage was observed in control yogurt. While the control yogurt had the highest general acceptability score in terms of sensory evaluations; yogurts with ginger juice and yoghurts with ginger juice + honey had a similar acceptability score. However ginger juice + honey added yoghurts showed better sensory storage stability compared to other yogurts. As a result, it was determined that ginger juice alone or ginger juice + honey can be used in the production of set yogurt up to 1.5% in terms of both the abundance of terpene compounds and sensory storage stability.

2020, 103 pages

Key Words: Ginger juice, honey, organic acids, carbohydrates, yogurt

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan, gerek yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr.Zehra GÜLER'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ahmet DURSUN, Arş. Gör. Dilek ÖZKAN ve Gizem SÜNER'e gerek laboratuvar çalışmalarında gerekse günlük hayatımda yardımları, maddi manevi destekleri ve dostlukları için; Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma görevlilerine duyusal değerlendirmelerde panelist olarak görev aldıkları için sonsuz teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1.Materyal.....	10
3.2.Yöntem	10
3.2.1. Zencefil Suyu Hazırlama	10
3.2.2. Yoğurtların Üretimi	10
3.2.3. Kimyasal Analizler	13
3.2.4. Fiziksel Analizler.....	17
3.2.5. Duyusal Değerlendirme	19
3.2.6. İstatistiksel Değerlendirme	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	21
4.1.Ön Denemeler.....	21
4.2. Kimyasal Nitelikler	26
4.2.1. Süt.....	26
4.2.2. Yoğurt.....	27
4.3. Karbonhidratlar	30
4.3.1. Yoğurtlarda Karbonhidratlar	30
4.4. Organik Asitler	34
4.4.1. Süt Örneklerinde Organik Asitler	34
4.4.2. Yoğurtlarda Organik Asitler	34
4.5. Uçucu Bileşenler	44
4.5.1. Süt Örneklerinde Uçucu Bileşenler	44
4.5.2. Zencefil Suyu Örneklerinde Uçucu Bileşenler	46
4.5.3. Balda Tespit Edilen Uçucu Bileşenler	49
4.5.4. Yoğurtlarda Uçucu Bileşenler	49
4.6. Fiziksel Nitelikler	84
4.7. Duyusal Değerlendirme.....	89
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	102
EKLER	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1.	Yoğurt üretiminde kullanılan starker kültür ve zencefil	11
Şekil 3.2.	Yoğurt üretim akım şeması.....	12
Şekil 3. 3.	Etüvde inkübe edilen yoğurt örnekleri.....	13
Şekil 3. 4.	Kurumadde analizi için homojenize edilmiş yoğurt örneğinin tartımı	13
Şekil 3. 5.	Titrasyon asitliği analizinde titre edilmiş ve edilmemiş yoğurt örnekleri .	14
Şekil 3. 6.	Karbonhidrat ve organik analizinde tartım, santrijüj, filtrasyon ve viallere alınan örnekler	16
Şekil 3. 7.	Uçucu bileşen analizinde tartılan ve viallerine alınan yoğurt örnekleri	16
Şekil 3. 8.	Renk tayini yapılan yoğurt örneği	18
Şekil 3. 9.	Serum ayrılmasının belirlenmesi için filtre kağıdı üzerine tartılan yoğurt örneği ve elde edilen serum	18
Şekil 3. 10.	Yoğurt örneğinde viskozitenin belirlenmesi.....	19
Şekil 3. 11.	Duyusal analiz için yoğurt örnekleri.....	20
Şekil 4. 1.	Pastörizasyon aşamasında toz zencefil ilavesinin (%4 ve %6) sütte meydana getirdiği değişimler.....	22
Şekil 4. 2.	Zencefil suyu (%2, %4 ve %6) ilave edilerek elde edilen çökelekler	24
Şekil 4. 3.	Yoğurtlarda pH (içi boş işaretçiler) ve titrasyon asitliği (içi dolu işaretçiler) değerlerinin depolama boyunca değişimi	29
Şekil 4.4.	Depolama boyunca yoğurtlarda laktoz, glukoz, ve galaktoz karbonhidratlarının değişimi.....	33
Şekil 4.5.	Organik asitlerin yoğurtlardaki dağılım oranları	36
Şekil 4.6.	Depolama sırasında (1, 7, 14, 21 günler) yoğurtlarda sitrik, bütirik, laktik, süksinik, formik ve orotik organik asitlerinin değişimi.....	37
Şekil 4.7.	Depolama sırasında (1, 7, 14, 21 günler) yoğurtlarda asetik, pürivik, propiyonik, okzalik, ürik ve hippürik organik asitlerinin değişimi.....	40
Şekil 4.8.	Süt ve depolama sırasında kontrol yoğurtlarının kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler	51
Şekil 4.9.	Süt ve depolama sırasında %0.5 zencefil suyu içeren yoğurtlarının (YZ1) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler	51
Şekil 4.10.	Süt ve depolama sırasında %1.5 zencefil suyu içeren yoğurtlarının (YZ2) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler	52
Şekil 4.11.	Süt ve depolama sırasında %0.5 zencefil suyu ve %0.5 bal içeren yoğurtlarının (YZB1) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler	52
Şekil 4.12.	Süt ve depolama sırasında %1.5 zencefil suyu ve %1.5 bal içeren yoğurtlarının (YZB2) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler	53
Şekil 4.13.	Depolama sırasında yoğurtların toplam asit, aldehit ve keton bileşenlerinin değişim.....	57
Şekil 4.14.	Depolama sırasında yoğurtların toplam alkol, terpen ve hidrokarbon bileşenlerinin değişimi.....	70
Şekil 4.15.	Yoğurtlarda viskozitenin depolama sırasında değişimi.....	84
Şekil 4.16.	Serum ayrılması değerlerinin depolama boyunca değişimler	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Zencefil suyu ve bal oranlarına göre belirlenen kodlamalar	10
Çizelge 4.1.	Farklı formda ve farklı oranlarda zencefil ilaveli süttten yapılan yoğurtların fermentasyon süresi ve ısıt işlemler sırasında süte ilavesinde gözlemlenen değışiklikler	21
Çizelge 4.2.	Farklı formlar ve oranlarda zencefil ilaveli sütlerden üretilen yoğurtlarda duyusal değerdendirme sonuçları	23
Çizelge 4.3.	Farklı oranlarda bal ve zencefil suyu+bal ilaveli sütlerden üretilen yoğurtların 4.6±0.5 pH'ya kadar fermentasyon süreleri	24
Çizelge 4.4.	İkinci ön deneme örneklerinin panel grubu tarafından değerdendirme sonuçları	25
Çizelge 4.5.	Yoğurt üretiminde kullanılan inek sütü, çiçek balı ve zencefil suyunun kimyasal nitelikleri	26
Çizelge 4.6.	Yoğurtlarının fermentasyon süreleri	27
Çizelge 4.7.	Yoğurtlarda belirlenen kimyasal niteliklerin ortalama değerdleri	27
Çizelge 4.8.	Depolama sırasında yoğurtlarda karbonhidratlar	31
Çizelge 4.9.	Süt, zencefil suyu ve balda organik asitler	34
Çizelge 4.10.	Yoğurtlarda belirlenen organik asitlerin ortalama değerdleri	36
Çizelge 4.11.	Sütte tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları	45
Çizelge 4.12.	Süt yağında tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları	46
Çizelge 4.13.	Zencefil suyunda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları	47
Çizelge 4.13.	Zencefil suyunda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları	48
Çizelge 4.14.	Balda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları	49
Çizelge 4.15.	Yoğurtlarda depolama sırasında asit bileşiklerinin % pik alanları	54
Çizelge 4.15.	Yoğurtlarda depolama sırasında asit bileşiklerinin -% pik alanları	55
Çizelge 4.16.	Yoğurtlarda depolama sırasında aldehit bileşiklerinin % pik alanları	59
Çizelge 4.16.	Yoğurtlarda depolama sırasında aldehit bileşiklerinin % pik alanları	60
Çizelge 4.17.	Yoğurtlarda depolama sırasında keton bileşiklerinin % pik alanları	62
Çizelge 4.17.	Yoğurtlarda depolama sırasında keton bileşiklerinin % pik alanları	63
Çizelge 4.18.	Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları	66
Çizelge 4.18.	Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları	67
Çizelge 4.18.	Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları	68
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	71
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	72
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	73
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	74
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	75
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	76
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	77
Çizelge 4.19.	Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları	78
Çizelge 4.20.	Yoğurtlarda depolama sırasında alken bileşiklerinin % pik alanları	81
Çizelge 4.21.	Uçucu bileşenlerde depolama sırasında diğerd bileşiklerin % pik alanları	83
Çizelge 4.22.	Yoğurtlarda depolama süresince viskozite ve serum ayrılmasındaki değışimler	87
Çizelge 4.23.	Yoğurtlarda depolama süresince renk niteliklerinin değışimi	88
Çizelge 4.24.	Duyusal analiz değerdendirme sonuçları	90

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
µg	: Mikrogram
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
mL	: Mililitre
µm	: Mikrometre
dk	: Dakika
ppm	: Milyon Birimde Bir Birim
rpm	: Dakikadaki Dönme Sayısı
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
mM	:Milimolar
µL	: Mikrolitre
β	: Beta
α	: Alfa
κ	: Kappa
mPas	: Milipaskal Saniye
W	: Watt
%	: Yüzde
N	:Normalite
L*	: Aydınlık İndisi
L	: Litre
a*	: Kırmızı/Yeşillik İndisi
b*	: Mavi/Sarılık İndisi
WI	: Beyazlık İndeksi
C	: Kroma
meq	: Miliekivalen

KISALTMALAR

FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Avrupa Birliđi Gıda ve Tarım Organizasyonu)
Glu	: Glutamik Asit
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
His	: Histidin
Ala	: Alanin
Leu	: Lösin
sd	: Standart Sapma
DVS	: Direct-Vat-Set
K	: Kontrol Yoğurdu
YZ1	: %0.5 Zencefil Suyu İçeren Yoğurtlar
YZ2	: %1.5 Zencefil Suyu İçeren Yoğurtlar
YZB1	: %0.5 Zencefil Suyu ve %0.5 Bal İçeren Yoğurtlar
YZB2	: %1.5 Zencefil Suyu ve %1.5 Bal İçeren Yoğurtlar
sn	: Saniye
dk	: Dakika
YPSK	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
KFME	: Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
UV-VIS	: Ultra Viyole – Görünür
RT	: Alıkonma süresi
RID	: Refraktif İndeks Dedektör
GK	: Gaz Kromatografisi
KS	: Kütle Spektrometresi
F	: Fermentasyon
LA	: Laktik Asit
N.D	: Belirlenmedi
ö.d.	: İstatistiksel Olarak Önemli Değil

1.GİRİŞ

Fermente bir süt ürünü olan yoğurt, aktif bakteri kültürlerini ve fermentasyonun yan ürünlerini içeren bileşimi sayesinde süte kıyasla mükemmel bir besin olarak değerlendirilmektedir. Neolitik çağlardan beri üretilen fermente gıdalar; daha iyi sindirilebilir, daha stabil ve besin değeri artmış daha aromatik ürünler olarak değerlendirilmektedir. Yoğurt üretiminde kullanılan starter bakteriler (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus*) süt asitliğinin gelişiminden, aromatik bileşenlerin ve çeşitli vitaminlerin sentezinden sorumlu olmaktadır. Diğer yandan fermentasyon sırasında süt karbohidratı laktozun önemli bir miktarı laktik aside dönüştüğünden laktoz intoleransı olan insanlar için de yoğurt önemli bir gıda olarak kabul edilmektedir. Yoğurdun tat-kokusundan sorumlu bileşenler 4 kategoride incelenebilir: uçucu olmayan asitler (laktik, prüvik), uçucu asitler (asetik, bütirik), karbonil bileşenleri (asetaldehit, diasetil, asetoin) ve diğer bileşenler (amino asitler, ısıt işlem sonucu oluşan parçalanma ürünleri) (Tamime and Robinson, 2001). Bu bileşenler yoğurdun tüketiciler tarafından kabulünde önemli rol oynamakla birlikte yoğurt, asidik tadı ve karbonil bileşenlerinin (asetaldehit, diasetil, asetoin) düzeyiyle karakterize edilmektedir (Güler ve Park, 2011).

Tat-koku bileşenleri oluşumu, sütün bileşiminden, kullanılan starter kültür suşlarının oranı ve aktivitesinden, üretim koşullarından (ısıt işlem süresi ve normu, homojenizasyon) ve inkübasyon süresinden etilenebilmektedir (Beshkova ve ark.,1988; Kneifel ve ark.,1992; Ulbert ve Kniefel, 1992; Hassan ve ark., 2003).

Diğer yandan yoğurtta bulunan bakterilerin ve fermentasyon sırasında oluşan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine potansiyel yararlı etkilerinden (Marsh ve ark., 2014) dolayı yoğurt fonksiyonel gıda olarak da değerlendirilmektedir. Yoğurdun sağlık faydaları arasında tip 2 diyabet riskini (Chen ve ark., 2014; O'Connor ve ark., 2014; Diaz-Lopez ve ark., 2015) ve kilo alımını azaltması (Mozaffarian ve ark., 2011), kardiyovasküler hastalıkları önlenmesi (Astrup, 2014) ve mide pH'sında az düzeyde de olsa bir azalmaya neden olduğundan patojen geçiş riskini azaltması sayılabilmektedir. Bazı toplumlarda yoğurdun asidik tadı ve ferahlatıcı özelliğinden dolayı geçmişten günümüze süregelen bir tüketim alışkanlığı olmasına rağmen bazı toplumlarda da sağlık üzerine oluşturduğu algı yüzünden gerek yemeklerle birlikte gerekse öğün aralarında tüketimi artmıştır (Fernandez ve ark., 2017). Muhtemelen bu nedenden dolayı yoğurt

üretimi dünyada iki yılda (2012-2014) % 41 oranında bir artış göstermiştir (FAO, 2019). Oysa ülkemizde geleneksel tüketim alışkanlığından dolayı yoğurt üretimi ve tüketimi daha stabil olmaktadır. Dünya üretimine kıyasla 2014 yılında 2012'ye göre yoğurt üretimi % 4.56 ve ayran üretimi de %18 artmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2017) raporlarına göre 31 kg/kişi ile ülkemizde yoğurt, süt ürünleri arasında en fazla tüketilen ürün olup; onu ayran (19 kg/kişi), peynir (17.8 kg/kişi) ve tereyağ (1.67 kg/kişi) izlemektedir.

Gıdaya besin takviyesi gıdanın niteliğini ve niceliğini geliştiren en önemli proseslerden biri olmaktadır. Halk sağlığının korunması adına tüketimi fazla olan gıdalara takviyelerin yapılması daha etkili olmaktadır. Bu nedenle fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilen ve tüketimi yaygın olan yoğurda besin takviyelerinin yapılması, hastalıkların önlenmesi ya da azaltılmasında etkili olabilecektir. Yoğurdun fonksiyonel özelliğinin artırılması için soya, pirinç, yulaf, mısır ve şeker kamışından elde edilen diyet lifleri ile katkılanmış tatlı yoğurt üretimi (Fernandes-Garcia ve Mc Gregor, 1997), buğday kepeği, havuç ve ikisinin karışımı ilaveli set tip yoğurt üretimi (Güler, 2013), nar kabuğu tozu ve bal ilaveli (Kennas ve ark.,2018), D vitamini katkılı (Mostafai ve ark., 2018), nar suyu tozu ilaveli (Pan ve ark., 2019), fitosterol ile zenginleştirilmiş yoğurt üretimi (Izadi ve ark., 2015), elma ezmesi tozu ilaveli pıhtısı kırılmış yoğurt üretimi (Wang , Kristo ve LaPointe, 2020), keten tohumu (Marand ve ark., 2020), tarçın (Tang ve ark., 2020), bal (Machado ve ark., 2017) ve yosunlardan elde edilen mavi pigment olan fikosiyanın (Mohammadi-Gourajia ve ark., 2019) ilaveli yoğurtlar üretilmiştir.

Görüldüğü üzere özellikle son yıllarda yoğurdun biyoyararlılığını artırmak için yoğurt üretiminde belirli oranlarda bazı gıdalar ya da baharat takviyeleri kullanılmıştır. Aslında bitki ve baharatların tarih öncesi zamanlardan beri sadece gıda aromalandırıcısı olarak değil aynı zamanda tıbbi özelliklerinden yani hem antimikrobiyal hem de antioksidan nitelikleri dolayısıyla kullanılmaktadırlar (Zheng ve Wang, 2001; Bandyopadhyay ve ark., 2007).

Baharat sınıfında yer alan zencefilin gıda takviyesi olarak günlük beslenmede kullanımı artmaktadır. Ancak zencefil kullanımının eski Sanksrit ve Çin belgelerinde aynı zamanda Yunan, Roma ve Arap tıbbi literatür kayıtlarında yer aldığı tespit edilmiştir. Yaklaşık 2500 yıldır zencefil, Çin ve Hindistan'da geleneksel tıp

uygulamalarında kullanılmaktadır (Salmon ve ark., 2012). Zencefil çoğunlukla kök ya da toz olarak kullanılmakta olup; doğal olarak yetişen pek çok zencefil çeşidi bulunmaktadır. Zencefilin kompozisyonu çeşidine, kurutma yöntemine, ekstraksiyon ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmekle (Bone, 1997) birlikte; başlıca oleoresin olarak adlandırılan esansiyel yağ, gingerol, zingeron ve paradol gibi bileşenleri içermektedir (Langner ve ark., 1998). Söz konusu bileşenler antioksidan, antiinflamatuvar, antikanserojen ve antiemetik etkileri yanında kanın pıhtılaşmasını önleyerek kalbi koruduğu (Langner ve ark., 1998; Craig, 1999; Mendi ve ark., 2009), detoks etki gösterdiği ve immun sistemini kuvvetlendirdiği bildirilmektedir (Sharma, 1996). Hatta zencefil kök ekstraktının antioksidan aktivitesinin ticari antioksidanlarla karşılaştırılabilecek bir düzeyde olduğu araştırmacılarca belirtilmiştir (Bandyopadhyay ve ark., 2007; El-Aziz ve ark., 2012). Diğer yandan geleneksel Çin süt ürünlerinin üretiminde zencefil, içerdiği proteaz nedeniyle bir pıhtılaştırıcı olarak da kullanılmaktadır (Huang ve ark., 2011).

Bal ise önemli oranlarda karbonhidrat, vitamin ve mineral içermekle birlikte antioksidan özellik gösteren fenolik bileşenleri de bulundurmaktadır (Alvarez-Suarez, 2010). Spesifik şeker profilinden dolayı çeşitli gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanımı ilgi çekmektedir (Chick ve ark., 2001; Ustunol ve Gandhi, 2001; Machado ve ark., 2017). Dünyada yoğurt üretimi ve tüketiminin önemli bir kısmı ya şeker ilavesi ya da meyve suyu ve meyve ezmesi ile tatlandırılarak gerçekleştirilmektedir. Ancak yoğurt üretiminde bal ilavesi konusunda çalışmalar oldukça sınırlıdır. Yoğurdun asidik tadından hoşlanmayan tüketiciler için ürün kabul edilebilirliğini artırmak için de bal ilavesi uygulanabilmektedir (Brown ve Kosikowski, 1970; Roumyan ve ark., 1996).

Zencefil suyu ve şeker ilaveli süttten üretilen yoğurdun fizikokimyasal ve duyuusal niteliği daha önce bir çalışmada incelenmiştir (Yang ve ark., 2012). Ancak yoğurdun duyuusal niteliğinde önemli rol oynayan yani tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde etkili parametreler olan organik asit ve uçucu bileşen profili çalışılmamıştır. Buna ilaveten anılan çalışmada ülkemizdeki sade yoğurt üretim prosedüründen farklı olarak sakkaroz ilave edilmiştir. Özellikle son bahar ve kış aylarında bağışıklık sisteminin iyileştirilmesi için zencefil ya da zencefil ve bal karışımı veya bunların yoğurda ilavesi yaygın tüketilmektedir. Bu tüketim alışkanlığından ve zencefil ve bal'ın sağlık üzerine olan olumlu etkilerinden hareketle zencefil suyu ya da zencefil suyu+bal ilave edilen

sütten yoğurt üretilmesi amaçlanmıştır. Ancak planlanan çalışmada zencefilin antimikrobiyal özelliği yoğurt bakteri aktivitelerini etkileyebileceği diğer yandan proteaz enzimi içermesi nedeniyle sütü pıhtılaşma özelliği yoğurt üretiminde kullanılmasını etkileyen en önemli dezavantajlar olarak değerlendirilebilir. Bu etkilerin süte ilave edilen zencefil oranı ya da formu ile ilişkili olabileceği düşüncesi ve üretilen bir ürünün tüketiciler tarafından kabulü de önemli bir parametre olduğundan ön denemeler yapılarak hangi formda ve hangi oranda zencefil ve aynı zamanda bal ilavesi yapılacağına karar verilmiştir. Çalışmada hiçbir takviye yapılmayan sade yani kontrol yoğurdu ile zencefil, zencefil+bal ilaveli yoğurtların depolama sırasında rutin kimyasal kompozisyonu, organik asitleri, uçucu bileşenleri ve duyuşal niteliklerinin kontrol yoğurdu ile karşılaştırılması; raf ömrü ve duyuşal nitelik açısından böyle bir yoğurt çeşidi ya da çeşitlerinin üretilip-üretilemeyeceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda yapılan çalışmalarda tarçın, karanfil gibi bitki ekstratları ile katkılandırılarak yoğurdun fonksiyonel ve bioaktif özelliği geliştirilmeye çalışılmıştır. Zencefil kökü, tozu ya da suyunun yoğurt üretiminde kullanımı üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. İnek sütü ile yapılan çalışmalarda da yoğurt üretiminde sakkaroz kullanılmış olup; geleneksel yoğurt üretiminden tamamıyla farklı olmaktadır. Bunun yanısıra yoğurdun fonksiyonelliğinin artırılması planlanmış ama diğer yandan da şeker ilave edilmiştir. Yoğurdun fonksiyonelliğini arttırmak üzere yapılan ve konu ile ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Yoğurdun fonksiyonel özelliğini arttırması üzerine daha önce yapılan bir çalışmada (Fernandes-Garcia ve Mc Gregor, 1997) soya, pirinç, yulaf, mısır ve şeker kamışından elde edilen diyet lifleri ile katkılandırılmış tatlı yoğurt üretimi gerçekleştirmiştir. Bazı lifler yoğurtlarda asitliği ve viskoziteyi artırmıştır. Soya ve şeker kamışından elde edilen diyet lifler serum ayrılmasına ve vizkozitede önemli bir azalmaya yol açmıştır. Araştırmacılar diyet lifi ilavesinin yoğurtların asetik asit ve propiyonik asit düzeylerini önemli düzeyde etkilediğini ifade etmişlerdir. Asetik asit ve propiyonik asit miktarları yulaf lifi ilaveli yoğurtlarda diğerlerine göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Riazi ve Ziar (2008), farklı oranlarda bal ile tatlandırılmış yağsız sütte yoğurt starter bakterilerinin gelişimi ve canlılığını araştırmışlardır. Araştırmacılar %10 bal ilavesi ile yapılan yoğurtta *S. thermophilus*'un asitlendirme aktivitesinde ve gelişiminde bir artış gözlemlerlerken, *L. bulgaricus*'un gelişiminde belirgin bir artış elde edilmemiştir. Ancak laktik asit bakterilerinin gelişimi biraz inhibe olmuştur.

Zencefil proteazının sütü pıhtılaştırma özelliklerini inceleyen Huang ve ark. (2011)'da zencefilin sistein proteaza sahip olduğunu ve askorbik asitin söz konusu proteaz aktivitesini inhibe ettiğini belirtmişlerdir. Enzimin sütü pıhtılaştırma etkisinin 70°C'de maksimum olduğu ve α_{s1} -kazeinin K-kazeine kıyasla enzime daha hassas olduğu ancak sıcaklığın artması ile K-kazein hassasiyetinin arttığını vurgulamışlardır. Çalışmada zencefil proteazın K-kazeinin Ala90-Glu91 ve His102-Leu103 bağlarına daha spesifik olduğu ve bu bağların kimozinle hidroliz edilen bağlara yakın olduğu ortaya konmuştur.

Pilerood ve Prakash (2010), zencefilin farmakolojik özelliklerinden dolayı tıbbi bir bitki olduğunu, Çin ve Hindistan'da geleneksel tıbbda mide ağrılarını, mide bulantısını ishal, astım ve solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanıldığını vurgulamışlardır. Zencefilin içerdiği polifenoller, C vitamini, β -karoten, flavonoid ve tanninlerden dolayı antioksidant nitelik gösterdiği belirtmişlerdir.

El-Aziz ve ark. (2012), zencefil kökü ekstaktı ile zenginleştirilmiş yumuşak peynir üretimi gerçekleştirmiş ve gelişimi boyunca incelemişlerdir. Araştırmacılar etanolü uzaklaştırdıktan sonra her 1 kg peynirde %1.5 ve %3 olacak şekilde peynir yapılacak süte zencefil ekstraktı ilave etmişlerdir. Bir grup peynirler %4 tuz içeren salamura içerisinde diğer grup ise salamurasız 6 hafta olgunlaştırılmıştır. Çalışmada zencefil ekstraktı ilave edilmeksizin her iki grup için kontrol peyniride üretilmiştir. Zencefil ekstraktı ilavesinin peynirde proteolizi ve toplam uçucu yağ asitlerini arttırdığı bununla beraber pH değerini ve oksidatif ransiditeyi azalttığı görülmüştür. Aynı zamanda kohezyonda, beyazlık ve sarılık renk derecelerinde artmaya neden olurken; salamura edilmiş ve edilmemiş peynirlerin her ikisinde de sertlik değerlerinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Zencefil ekstraktı kullanılarak üretilen hem salamuralı hem de salamurasız peynirler kontrol peynirlerine kıyasla aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanları almıştır. Diğer yandan zencefi ekstratının kullanımı *L. lactis* ssp. *lactis* ve *L. lactis* ssp. *cremoris* gelişimini artırmıştır. Salamurada depolanan zencefil ekstraktının kullanıldığı peynirlerde *Lactococcus* suşları en iyi gelişimi göstermiştir. Maya-küf ise yalnızca kontrol peynirlerinde tespit edilmiştir. Dolayısıyla araştırmacılar zencefil ekstraktının peynirde maya –küf gelişimini engellediği ifade etmişlerdir.

Yang ve ark. (2012)' da süte zencefil suyu ve şeker ilave ederek tatlı yoğurt üretmişlerdir. Çalışmada yoğurtların pH, titrasyon asitliği, vizkozite ve duyuşal nitelikleri incelenmiştir. Duyusal değerlendirmeye göre kontrole yakın bir genel kabul edilebilirlik puanını % 4 zencefil suyu oranına sahip yoğurt alırken; zencefil suyu ilavesinin artması genel kabul edilebilirlik puanını önemli düzeyde düşürmüştür.

Güler (2013), buğday kepeği, havuç ve ikisini birlikte set tip yoğurt üretiminde kullanmıştır. Çalışmada yoğurtların pH, organik asit, karbonhidrat, vizkozite ve genel kabul edilebilirliği incelenmiştir. Sütün buğday kepeği ile zenginleştirilmesi sonucu üretilen yoğurdun okzalik, orotik, pirüvik, laktik, formik, asetik, propiyonik ve hippürik

asit içeriğinde önemli derecede artma olurken; toplam şeker içeriğinde azalma gözlemlenmiştir. En düşük toplam organik asit miktarı ve en fazla tercih edilen örnek havuç ile üretilen yoğurtta tespit edilmiştir. Araştırmacı, buğday kepeği ve buğday kepeği+havuç ilaveli yoğurtların diğer yoğurtlara kıyasla toplam organik asit ve titrasyon asitliği değerlerinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Nafi ve ark. (2013)'da zencefil proteazın ağır metallerle (Cu^{2+} , Hg^{2+} gibi) tamamıyla inhibe edildiği, enzimin optimum pH'sının 6-8 arasında ve sıcaklığının da 60°C olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar enzim aktivitesi üzerine monovalent iyonların (K, Na) etkisinin önemli olmadığını ancak divalent ve trivalent iyonların etkili olduğunu saptamışlardır.

Ammar ve ark. (2015)'de süte bal ilavesinin yoğurdun kalitesi üzerine etkilerini çalışmışlardır. Araştırmacılar %0, %2, %4 ve %6 oranlarında bal ilave ederek yoğurtlar üretmişlerdir. Bunun yanı sıra çalışmada probiyotik bakteri içeriğinin bal ilavesinden etkilenip-etkilenmeyeceği de araştırılmıştır. Çalışmada bal ilavesinin probiyotik bakteri canlılığını geliştirdiğini ve probiyotik etki için gerekli 10^6 cfu/g düzeyinde probiyotik bakteri olduğu; buna ilaveten yoğurdun yapı ve duyuşal niteliğinin iyileştiğini vurgulanmıştır. Ancak bal ilaveli yoğurtların renginde kontrole kıyasla önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Felfoul ve ark. (2017), inek sütüne %11 oranında şeker ve %0.5'den %2.5'e kadar artan oranlarda toz zencefil ilave ederek yoğurt üretmişlerdir. Yoğurt starter kültürünü (% 7.5) ise çok yüksek bir oranda kullanmışlardır. Araştırmacılar, 4°C 'de 21 günlük depolama süresince yoğurtların fizikokimyasal, reolojik ve duyuşal özelliklerini; toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Zencefil tozu ilaveli yoğurtlar kontrol örneği ile karşılaştırıldığında zencefil oranı artmasıyla birlikte serum ayrılması azalmış ve görünür viskozite artmıştır. Ancak yoğurtların genel kabul edilebilirliği kontrole kıyasla önemli düzeyde azalmıştır. Zencefil tozu ilavesi sonucu yoğurtların fenolik madde içeriği de artmıştır. Araştırmacılar analizlenen nitelikler açısından optimum kullanılabilecek zencefil tozu ilavesinin %1 olduğunu belirtmişlerdir.

Hanou ve ark. (2016), deve sütü ve zencefil tozu kullanarak ürettikleri yoğurtlarda kimyasal nitelikler, su tutma kapasitesi ve reolojik nitelikleri çalışmışlardır. Araştırmacılar kabukları soyulmuş zencefil kökünü toz forma dönüştürdükten sonra %0 (kontrol), % 0.25, %0.5, %0.6, %0.75 ve %1 oranlarda yağsız deve sütüne ilave edip;

63°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanmıştır. Sütler 43°C’ye soğutulduktan sonra %3 oranında yoğurt kültürü ilave ederek 4.4 pH’ya kadar fermente etmişlerdir. Çalışmada %0.6’den %1’e kadar zencefil tozu ilavesinin laktik asit bakterilerinin gelişimini hızlandırdığı ve fermentasyon süresini diğerlerine kıyasla %50 oranında azalttığı vurgulanmıştır. Diğer yandan söz konusu oranlar kontrol yoğurduna kıyasla konsistensi ve su tutma kapasitesini artırmıştır. Araştırmacılar bu durumu zencefil tozunun nişasta içeriği ile ilişkilendirmişlerdir.

Machado ve ark. (2017), keçi sütüne bal ilave ederek *Lactobacillus acidophilus* bakterisi ve yoğurt kültürü kullanarak yoğurt üretmişlerdir. Araştırmacılar % 5 oranında sakkaroz ilaveli keçi sütüne 65°C’de 30 dk ısıtma işlemi sonrası 45°C’ye soğutup; %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında bal; %0.01 ve %0.02 probiotik bakteri; %0.3 ve %0.4 oranların da starter kültür ilave ederek 12 farklı formülasyon hazırlamışlardır. Söz konusu formülasyonlar 45°C’de 4.5 pH’ya kadar fermente edilmiştir. Fermentasyon sonrası yoğurtlar buzdolabı koşullarında 28 gün depolanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada %10 bal içeren formülasyon hariç diğer yoğurtların depolamanın sonuna doğru serum ayrılmasında önemli düzeyde bir artma gözlemlenmiştir. Yoğurtların su tutma kapasitesi depolamanın sonlarına doğru azalmış ve kontrol yoğurdunun su tutma kapasitesi diğerlerine kıyasla önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Kontrol hariç diğer yoğurtların görünür viskozitesi ise depolamanın sonlarına doğru artmıştır. Duyusal değerlendirme açısından ise %5 ve %10 bal içeren yoğurtlar panelistler tarafından daha fazla beğenilmiştir.

Süt bileşiminin karbonhidrat içeriği yoğurdun fermentasyon sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Venica ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada geleneksel (Trad) ve laktozsuz (Del) sütleri sakkaroz ekleyerek veya eklemeyen kullanarak yaptıkları yoğurtlarda fermentasyon süresince ve depolama boyunca fizikokimyasal parametreleri, kültürlerin gelişimini, organik asitlerin ve uçucu bileşenlerin oluşumlarını incelemişlerdir. Laktozsuz sütler kullanılarak üretilen yoğurtlarda geleneksel sütlerden üretilen yoğurtlara kıyasla fermentasyon sırasında son pH derecesine ulaşmakta en az 30 dakika gecikme yaşanmış ve düşük miktarda sonradan asitlik gelişimi gözlemlenmiştir. Sükroz ilavesi laktozsuz sütlerde fermentasyon süresini kısaltmıştır. Uçucu bileşen profilinde en büyük farklar kalan sütler için laktozsuz ve sükroz ilaveli sütlerde gözlemlenmiştir. Diasetil, 2,3-pentanedion, etanol ve etil esterlerin en yüksek miktarlarının

laktozsuz ve sükroz ilaveli sütlerde gözlenmesi bu bileşenlerin  nc  bileşenleri olan glukozu daha yüksek miktarda içermelerine ba lanabilmektedir.

Yo urdun antioksidan özelliğini arttırmak için Tang ve ark. (2019) tarçın kabuk, dal ve yapraklarının ekstraktlarını kullanmışlardır. Araştırmacılar kompleks protein-fenolik interaksiyonu ile yoğurdun antioksidant özelliğinin etkilendiğini ve arttığını belirtmişlerdir.



3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Yoğurt üretiminde Hatay bölgesinden bir üreticiden temin edilen inek sütü kullanılmıştır. Süt sabah sağımindan hemen sonra Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarına transfer edilmiştir. Süzme çiçek balı yerel bir marketten; kök zencefil ise yerel bir aktardan temin edilmiştir. YC350 DVS (Direct –Vat-Set) liyofilize termofilik yoğurt kültürleri Peyma-Chr. Hansen’den (Horsholm, Danimarka) sağlanmıştır.

3.2.Yöntem

3.2.1. Zencefil Suyu Hazırlama

Zencefil kökleri (Şekil 3.1b) yıkanıp kurutulduktan sonra kabukları soyulmuştur. Daha sonra doğranarak katı meyve sıkacağında (1000 W, P 1110B, King, Çin Halk Cumhuriyeti) zencefil suyu elde edilmiştir. Zencefil suyu oksidasyonu önlemek amacıyla elde edildikten hemen sonra sütlere ilave edilmiştir.

3.2.2. Yoğurtların Üretimi

Çiğ süt süzöldükten sonra hammadde kalite kontrolü için örnek alımı yapılmıştır. Daha sonra süt üç gruba ayrılmıştır. Kontrol örneği dışındaki diğer iki grupta ısıtıl işlem sonrası her bir grup ikiye ayrılmıştır. Çizelge 3.1.de gösterildiği üzere toplamda 5 grup süt yoğurt üretimi için kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Zencefil suyu ve bal oranlarına göre belirlenen kodlamalar

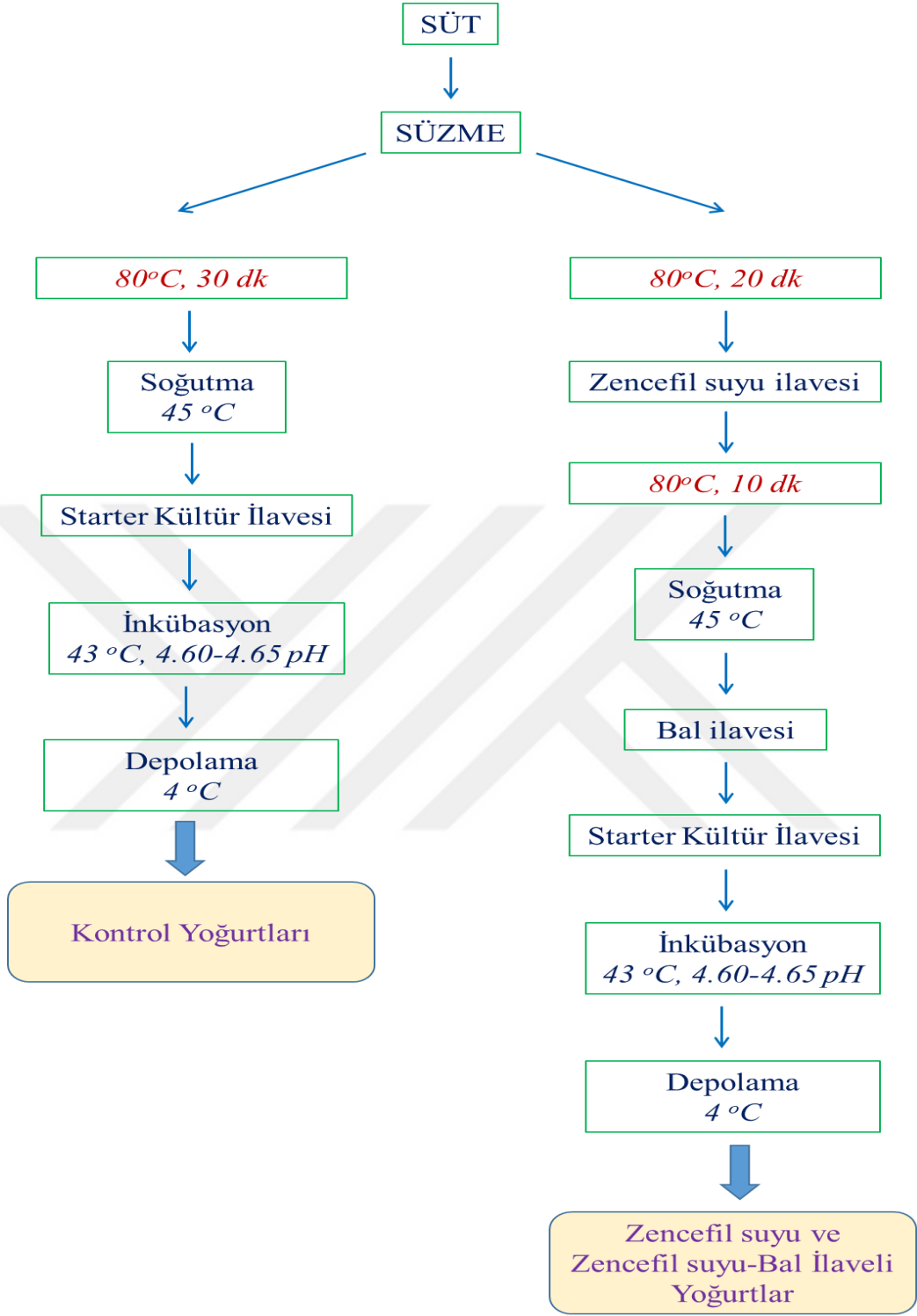
Grup	Zencefil suyu oranı	Bal oranı	Kodlama
1	-	-	Kontrol (K)
2	% 0.5	-	0.5ZS (YZ1)
3	%0.5	% 0.5	0.5ZSB (YZB1)
4	%1.5	-	1.5ZS (YZ2)
5	%1.5	%1.5	1.5ZSB (YZB2)

Yoğurt üretimleri Tamime ve Robinson (2001)'da belirtilen protokole göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Kontrol grubu süte 80 °C sıcaklıkta 30 dakika ısıtıl işlem uygulanmıştır. Zencefil suyu ilave edilen diğer iki gruba ise 80 °C sıcaklıkta 20 dakika ısıtıl işlem uygulandıktan sonra belirlenen miktarlardaki zencefil suları ilave edilmiş daha sonra bir 10 dakika daha aynı sıcaklıkta ısıtıl işlem uygulanmıştır. Tüm süt grupları 45 °C sıcaklığa soğutulduktan sonra kontrol hariç diğer her bir grup 2 eşit kısma ayrılarak bir kısmına Çizelge 3.1.'da belirtilen oranlarda bal ilave edilmiştir. Bal'ın homojen bir karışım sağlaması için ısıtıl işlem uygulanmış belirli bir miktar sütün içerisinde çözündürüldükten sonra sütlere ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Her bir gruba 20 g/100 kg olacak şekilde starter kültür (Şekil 3.1a) inoküle edilip; karıştırıldıktan sonra 500 ve 100 gramlık polistren yoğurt kaplarına dolum yapılmıştır. Ardından sıcaklığı 43 °C 'ye ayarlanan inkübatörde (KB 400, Binder, Tuttlingen, Almanya) her yarım saatte pH kontrolleri yapılarak 4.60-4.65 pH değerine ulaşınca kadar fermente edilmişlerdir (Şekil 3.2). Fermentasyon sonrası yoğurtlar 21 gün depolanmak üzere +4 °C sıcaklıkta buzdolabına alınmıştır.

Buzdolabı koşullarında 1 gece bekletilen yoğurtlardan örnekler alınarak 1., 7., 14. ve 21. günlerde analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurtlar 3 tekerrürlü olarak üretilmiş ve her bir üretimde paralel örnekleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurt üretim protokolü Şekil 3.2'de özetlenmiştir.



Şekil 3. 1. Yoğurt üretiminde kullanılan starker kültür (A) ve zencefil (B)



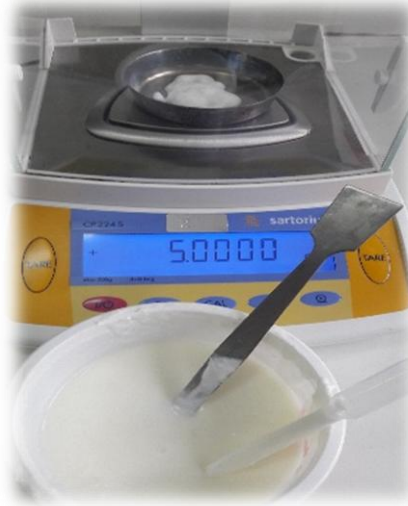
Şekil 3.2. Yoğurt üretim akım şeması



Şekil 3. 3. Etüvde inkübe edilen yoğurt örnekleri

3.2.3. Kimyasal Analizler

a) Kurumadde: Gravimetrik yöntem (Şekil 3.4) ile belirlenmiştir (AOAC, 2003).



Şekil 3. 4. Kurumadde analizi için homojenize edilmiş yoğurt örneğinin tartımı

b) Titrasyon asitliği: Titrimetrik yöntem kullanılarak (Şekil 3.5) tespit edilmiştir. Yoğurtlardan 10 mL örnek alınarak, % 1'lik fenolftalein indikatörü eklenmiş ve

N/10'luk NaOH çözeltisi ile 30 sn sabit kalan pembe renge kadar titre edilmiştir (AOAC, 2003).



Şekil 3. 5. Titrasyon asitliği analizinde titre edilmiş ve edilmemiş yoğurt örnekleri

c) pH: Tamponlar (pH 4 ve pH 9) kullanılarak kalibrasyonu yapılan dijital pH-metre (Orion, Thermo, Austin, TX, USA) ile yoğurtların pH'sı 25°C'de direkt ölçülmüştür.

d) Yağ Analizi: Gerber metodu ile belirlenmiştir (AOAC, 2003).

e) Protein Analizi: Mikro-Kjeldahl metodu (IDF, 1993) kullanılarak 0.5 gr örneğe uygulanan yaş yakma (DK8, Velp, İtalya) işleminin ardından UDK 139 (Semi-Automatic Distillation Unit, Velp Scientifica Via Stazione 16 20865 Usmate (MB), İtalya) sisteminde destile edilip; 0.1 N HCl ile titrasyon sonrası belirlenen toplam azot, 6.38 faktörü ile çarpılarak toplam protein belirlenmiştir.

f) Kül tayini: Porselen kroze içerisine 0.5 g tartılan örnekler önce 105 °C'de nemi alınarak daha sonra 600 °C'de 24 saat kül fırınında (PLF 120/7, Protherm, ABD) bekletilmiş ve sabit tartıma getirilerek örneklerin % kül oranı tespit edilmiştir (AOAC, 2003).

g) Karbonhidratların ve Organik Asitlerin Belirlenmesi: Organik asit ve karbonhidratlar Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) tarafından belirtilen metot üzerinde bazı modifikasyonlar yapılarak Şekerli (2013)'de belirtilen protokole göre Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (YPSK; Shimadzu, Kyoto, Japonya) kullanılarak analizlenmiştir (Şekil 3.6). Organik asit ve şekerlerin konsantrasyonu her bir organik asit ya da şeker için oluşturulan kalibrasyon kurvesi kullanılarak yani harici standart tekniğine göre hesaplanmıştır.

Sıvı kromatografisinin çalışma koşulları:

- Enjeksiyon hacmi: 20 µL
- Taşıyıcı: 5 mM H₂SO₄
- Akış: 0.6 mL/dk
- Kolon: İyon değişim kolonu (Aminex HPX-87 H, 300*7.8 mm, BIO-RAD, Hercules, CA, Amerika)
- Dedektör:
Organik asitler için UV/VIS dedektör 210 nm dalga boyunda (SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
Karbhidratlar için refraktif indeks dedektör (RID-10 A, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Pompa: İzokritik pompa (LC-20AD, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Kolon fırını: 50 °C (CTO-20AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Çoklu otomatik örnekleyici: (SIL-HTC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

h) Uçucu Bileşenler: Uçucu bileşenlerin tepe boşluğundan katı faz mikro ekstraksiyon (KFME) tekniği ile adsorbe edildikten sonra 6890-5973N model Gaz kromatografisi-Kütle spektrometresinde (GK-KS; Agilent, CA, ABD) analizlenmiştir. Uçucu bileşenler, Güler (2014)'de belirtilen protokolda bazı küçük değişiklikler yapılarak tespit edilmiştir.

Uçucu bileşen örneklerinin hazırlanması: 3g NaCl (Merck, Darmstad, Almanya) içeren 20 mL'lik viallere (Agilent, CA, Amerika) 10 g örnek tartılmıştır (Şekil 3.7). Viallerin ağzı Politetrafluoroetilen (PTFE)/Silikon septa (Agilent, CA, Amerika) ile kapatılıp kısa süre içerisinde -20 °C'de depolama gerçekleştirilmiştir.

KFME ile Uçucu Bileşenlerin Adsorbsiyonu: Analiz öncesi donmuş örnekler gece boyunca 4 °C'de bekletildikten sonra vialler 60 °C'deki su banyosuna yerleştirilmiştir. Yoğurt ve zencefil suyu örnekleri 20 dakika boyunca 5 dakikalık aralıklarla çalkalanmış ve 5 dakika çalkalanmadan bekletilmiştir. Bu durum süt örnekleri için ise 30 dakika boyunca 5 dakika aralıklarla çalkalanarak 15 dakika ise çalkalanmadan bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Bileşenler uçucu hale geldikten sonra KFME fiber (50/30 µm DVB/CAR/PDMS; Supelco Bellefonte PA, Amerika) vial içerisine daldırılmıştır. Fiber, yoğurt, zencefil suyu ve süt örneklerinde sırasıyla 30 dk, 20 dk ve 45 dk boyunca tepe boşluğunda bırakılmıştır.

A



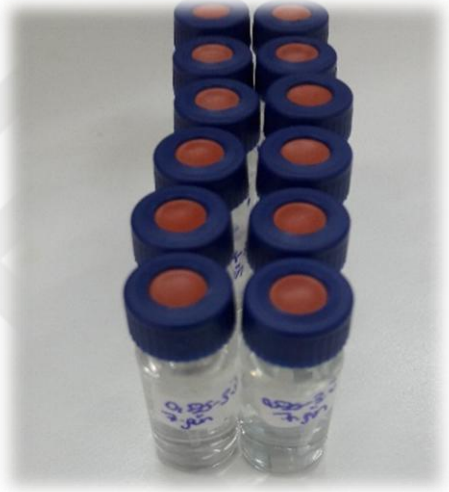
B



C



D



Şekil 3. 6. Karbonhidrat ve organik analizinde tartım (A), santrijüj (B), filtrasyon (C) ve viallere alınan örnekler

A



B



Şekil 3. 7. Uçucu bileşen analizinde tartılan (A) ve viallerine alınan (B) yoğurt örnekleri

Uçucu bileşenler, öncelikle farklı kütle/iyon oranlarından parçalanarak her bir bileşenin oluşturduğu spektrallerin KS'de Nist0.2 ve L/Wiley7n.1 kütüphaneleri kullanılarak eşleştirilmeleri sonucu tanımlanmıştır. Daha sonra mevcut standartlar sisteme verilerek bazı uçucuların tanımlanması doğrulanmıştır. Her bir uçucu bileşen toplam uçucu bileşen pik alanı içerisinde relatif % olarak ifade edilmiştir.

GK/KS Çalışma Koşulları:

- Kolon: HP-Innovax kapiler kolon (0.25 mm id×60 m×0.25 µm film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika).
- Fırın Sıcaklık Programı: 50 °C'de 1 dk, 5 °C/dk'lık artışla 100 °C'ye ulaşma, 5 °C/dk'lık artışla 230 °C'ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 3 dakika tutma daha sonra 10 °C/dk'lık artışla 240 °C şekilde programlanmıştır. Bir örneğin analiz süresi 41 dakika olmuştur.
- Enjeksiyon bloğu: 260 °C
- Desorpsiyon süresi: 3 dk
- Transfer hattı sıcaklığı: 230 °C
- Elektron enerjisi: 70 eV
- Taşıyıcı gaz: Helyum 1 mL/dk
- Kütle aralığı: 30-350 m/z

3.2.4. Fiziksel Analizler

a) Renk Analizi: Yoğurt örnekleri homojenize edilerek L^* , a^* ve b^* değerlerinin ölçümü Hunter ile (Colorflex-EZ, Hunterlab, Virginia, ABD) gün ışığı D65'te yapılmıştır (Şekil 3.8). Cihaz siyah ve beyaz seramik kalibrasyon levhaları ile kalibre edilmiştir. Elde edilen L^* , a^* ve b^* kullanılarak örneklerin beyazlık indeksi (WI) ve kroma (C) değerleri aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmıştır.

$$WI=100-[(100-L)^2+a^2+b^2]^{0.5} \quad (3.2)$$

$$C=(a^2+b^2)^{0.5} \quad (3.3)$$

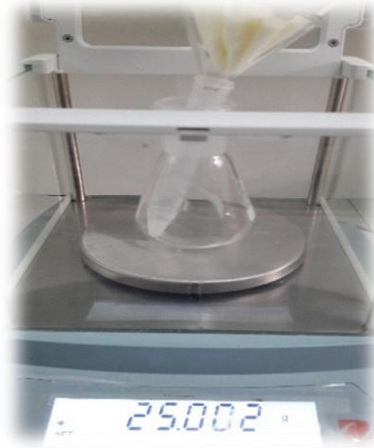
- WI = Beyazlık indeksi
- C : Kroma
- L^* = Aydınlık
- a^* : Kırmızı ve yeşillik
- b^* : Sarı ve mavilik



Şekil 3. 8. Renk tayini yapılan yoğurt örneği

b) Serum Ayrılması: Katlanmış kaba filtre kağıdı, huni, 15mL'lik ephandof tüpü, erlanmayer'in bir araya getirilmesi ile oluşturulan düzenek hassas teraziye yerleştirilip darası alınmıştır (Şekil 3.9). Kaba filtre kağıdı içerisine homojenize edilmiş 25 g yoğurt örneği tartılmış ve 15 mL'lik santrifüj tüpü statife yerleştirilmiştir. Örnekler buzdolabı koşullarında (+4 °C) 2 saat bekletildikten sonra santrifüj tüplerine biriken serum miktarları tüplerin skalalarından direkt olarak okunmuş ve serum ayrılmasının bir indeksi olarak değerlendirilmiştir.

A



B



Şekil 3. 9. Serum ayrılmasının belirlenmesi için filtre kağıdı üzerine tartılan yoğurt örneği (A) ve elde edilen serum (B)

c) Vizkozite Ölçümü: Yoğurt örneklerinde vizkozite ölçümleri vizkozimetre (ViskoStar-R, Barselona, İspanya) ile yapılmıştır (Şekil 3.10). Cihaz R5 başlığı ile kalibre edilmiş, vizkozite değerleri buzdolabından çıkarılan numuneler oda sıcaklığına gelene kadar beklenmiş ve her örnekten ikişer paralel olacak şekilde 20 rpm’de mPas olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. 10. Yoğurt örneğinde viskozitenin belirlenmesi

3.2.5. Duyusal Değerlendirme

Yoğurt örneklerinin (Şekil 3.11) duyusal niteliklerinin değerlendirilmesi (Bodyfelt ve ark., 1988)’da yer alan duyusal değerlendirme kriterlerine bazı ilaveler yapılarak Ek-1’de belirtilen duyusal değerlendirme formuna göre yapılmıştır. Tat/aroma, yapı/tekstür, görünüş nitelikleri ‘5’ puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede ‘5’ puan “çok iyi” , ‘1’ ise “çok kötü” olarak değerlendirilmiştir. Ürünün genel kabul edilebilirliği için ise 9 noktalı hedonik skala uygulanmıştır. Burada ‘9’ puan “çok iyi” , ‘1’ puan ise “kabul edilemez” olarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Değerlendirme

Yoğurt verilerinde depolama süresi, zencefil suyu ve balın uçucu bileşenler, organik asitler, karbonhidratlar ve duyusal değerler üzerine etkisi, faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme planına göre kurulmuş ve istatistiksel analizler bu plana göre SPSS programı (Versiyon 22.00, SPSS, IBM, NY, ABD) kullanılarak General Linear Model uygulanarak yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıkların düzeyini belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır. Süt ve inkübasyon verilerinde de aynı istatistiksel yöntem izlenmiştir.



Şekil 3. 11. Duyusal analiz için yoğurt örnekleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1.Ön Denemeler

Zencefilin hangi formda (toz, sıvı gibi) ve yüzde kaç oranında katılıp-katılamayacağını belirlemek için hem duyusal değerlendirmeye hemde bazı kimyasal analizlere dayalı ön denemeler yapılmıştır. Zencefil ilavesinin ısıl stabilitesini belirlemek için pH takipleri yapılmıştır. Ön denemede kullanılan çiğ inek sütünün başlangıç pH'sı 6.38 ± 0.02 ve titrasyon asitliği 0.17 ± 0.01 (laktik asit cinsinden) olup; YC-350 tip yoğurt kültürü %3 inokülasyon oranında kullanılarak bu sütte üretilen yoğurtlar 4.60 ± 0.5 pH'ya kadar 43°C 'de fermente edilmiştir. Çizelge 4.1.'de gösterildiği gibi farklı oranlarda zencefil suyu ya da tozu yoğurt üretiminde kullanılacak sültere ilave edilmiş; %2-%6 oranlarında zencefil suyu ve %4-%6 oranlarında toz zencefil ilave edilen sülter ısıl işlem sırasında pıhtılaşma göstermiştir (Şekil 4.1). Diğer gruplar ısıl işlem sırasında pıhtılaşmamış olup; soğutulup; yoğurt kültürü ilave edilerek fermente edilmiştir. Bunun nedeni zencefil proteazları kaynaklı olabilir. Huang ve ark.(2011) zencefil proteazlarının geleneksel Çin sül ürünlerinde sül pıhtılaştırıcı olarak kullanılabileceğini hatta modern sül endüstrisinde rennetin yerini alabilme potansiyelinin olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar zencefil proteazlarının 40°C 'den 60°C 'ye kadar optimum proteolitik aktivite gösterdiğini ve sül pıhtılaştırma aktivitesinin 70°C 'de maksimum olduğunu ifade etmişlerdir. Söz konusu proteazın sül α_1 -, β -, and κ -kazeinlerini hidrolize ettiğı ancak α_1 kazeinin enzime daha duyarlı olduğu vurgulanmıştır. Parçalanmış kök zencefilin %6 oranına kadar ilavesi ise sülte herhangi bir pıhtılaşma yaratmamıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Farklı formda ve farklı oranlarda zencefil ilaveli sülten yapılan yoğurtların fermentasyon süresi ve ısıl işlem sırasında sülte ilavesinde gözlemlenen değışiklikler

Zencefil Suyu (%)	F. Öncesi	F. Süresi (dk)	¹ Toz Zencefil(%)	F. Öncesi	F. Süresi (dk)	² Kök Zencefil (%)	F. Süresi (dk)
0.5	-	252					
1	-	246					
1.5	-	240					
2	+	-	2	-	195	2	280
4	+	-	4	+	-	4	296
6	+	-	6	+	-	6	292

1; Toz zencefil %2-%6 oranları kullanıldı. 2; Kök zencefil %2-%6 oranlarında kullanıldı. -; Isıl işlem sırasında pıhtılaşma gözlemlenmedi. +; Isıl işlem sırasında pıhtılaşma gözlemlendi

Söz konusu ön deneme sonucunda süt pıhtılaşmadan %1.5 zencefil suyu ilavesine kadar üretilen yoğurtlar; %2 zencefil tozu ilaveli yoğurt depolamanın 1.gününde 14 kişiden oluşan bir panel grubu tarafından değerlendirilmiştir. Çizelge 4.2.'de görüldüğü üzere en yüksek kabul edilebilirlik puanını kontrol örneği göstermiş; onu %0.5, %1 ve %1.5 zencefil sulu yoğurtlar izlemiştir. Zencefil suyu oranı %1 ve % 1.5 olan yoğurtlar arasında duysal nitelikler açısından belirgin bir fark gözlemlenmediği ve toz zencefil ilaveli yoğurdun diğerlerine kıyasla çok düşük bir genel kabul edilebilirlik puanı aldığı için çalışmaya %0.5 ve %1.5 zencefil suyu ilavesi kullanılarak devam etmeye karar verilmiştir.



Şekil 4. 1. Pastörizasyon aşamasında toz zencefil ilavesinin (%4 ve %6) sütte meydana getirdiği değişimler

Toz zencefil ilavesinin (%2) yoğurda keskin bir aroma verdiği bu nedenle de kabul edilebilirliğinin düşük olduğu panelistler tarafından ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra kök zencefil parçacıkları kullanılarak üretilen yoğurtlar ise kısmen yüksek bir kabul edilebilirlik puanları almalarına rağmen ısıtma işlemi sonrası zencefil parçacıklarının ayrılması sırasında post kontaminasyon olasılığı durumunda pratikte uygulanabilirliğinin mümkün olmadığı düşünülmüş ve bu kapsamda deneme planından çıkarılmıştır.

Bunların dışında özellikle Orta Asya ülkelerinde zencefil kullanılarak üretilen pıhtılaştırılmış süt ürünleri tüketilmektedir. Bu kapsamda da pıhtılaştırılan ürünler süzme işleminden sonra panel grubunun değerlendirmesine sunulmuştur (Şekil 4.1).

Çizelge 4.2. Farklı formlar ve oranlarda zencefil ilaveli sütlerden üretilen yoğurtlarda duyusal değerlendirme sonuçları

	Renk	Kıvam	Tat ve Aroma	Genel Kabul Edilebilirlik
%0 (Kontrol)	4.77	4.23	4.62	7.85
Kök Zencefil (%)				
2	4.38	3.92	4.69	7.19
4	4.38	4.15	4.46	7.15
6	4.42	4.23	3.58	6.08
Zencefil Suyu (%)				
0.5	4.50	4.10	3.75	6.07
1	4.50	4.07	3.29	5.71
1.5	4.29	4.00	3.14	5.50
Toz Zencefil (%)				
2	1.96	2.85	1.38	1.92

Renk, kıvam, tat ve aroma duyusal nitelik skorları 5 puan; genel kabul edilebilirlik skoru ise 9 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Zencefil suyu oranının %2'den %6'ya yükselmesi çökeleklerin genel kabul edilebilirliğini de 6.17 puandan 5.17 puana düşürmüştür. % 4 zencefil suyu içeren çökelekte 5.67 puan almıştır. Diğer bir ifadeyle süte % 2, % 4 ve % 6 oranlarında zencefil suyu ilavesinde ısıtma işlemi sırasında pıhtılaşma gözlemlendiğinden elde edilen çökelekler panel grubu (15 kişi) değerlendirmesine sunulduğunda çökelekler sırasıyla '9' puan üzerinden 6.17, 5.65 ve 5.17 puan almışlardır. Dolayısı ile yoğurda kıyasla puanlar kısmen düşük olduğundan deneme yoğurt üzerine gerçekleştirilmiştir. Böyle bir ürüne şeker ilavesi yapılarak Çin'de tatlı olarak tüketilmektedir. Ancak söz konusu tatlının üretiminde zencefil suyuna şeker ilave edilip; daha sonra da süt ilave edilerek pıhtılaşması sağlanmaktadır (Hashim ve ark., 2011). Çalışmamız yoğurt üretimine yönelik olduğundan söz konusu çökelek üretimi de deneme kapsamında yer almamıştır.

Ülkemizde genelde tüketiciler zencefile bal ilave ederek tükettiği için bu pratiğe hitap etmek adına 2. ön deneme olarak farklı oranlarda bal ve zencefil suyu karışımları süte ilave edilerek yoğurtlar üretilmiştir. Söz konusu yoğurtlarda da duyusal değerlendirmeler yapılmıştır. Bir karşılaştırma yapmak için zencefil suyu kullanmadan yalnızca farklı oranlarda bal ilave edilen sütlerden de yoğurtlar üretilmiştir. Bal ve zencefil suyu+bal ilaveli sütlerden üretilen yoğurtların 4.6 ± 0.5 pH'ya kadar inkübasyon süreleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4. 2. Zencefil suyu (%2, %4 ve %6) ilave edilerek elde edilen çökelekler

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda bal ve zencefil suyu+bal ilaveli sütlerden üretilen yoğurtların 4.6 ± 0.5 pH'ya kadar fermentasyon süreleri

	Fermentasyon Süresi (dk)
Bal oranı (%)	
0.5	162 $\pm$ 0
1	161 $\pm$ 0
1.5	159 $\pm$ 0
2	155 $\pm$ 0
Zencefil Suyu (%) + Bal oranı (%)	
0.5 + 0.5	180 $\pm$ 10
1 + 1	183 $\pm$ 0
1.5 + 1.5	183 $\pm$ 8
2 + 2	187 $\pm$ 0

Bal ilavesinin zencefil suyu+bala kıyasla fermentasyon süresini kısalttığı gözlemlenmiştir. Bu durum balın pH'sını (3.83) düşük olmasından kaynaklanabilir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde (Tebliğ No:2005-49) ballarda pH sınırları belirtilmemiş olmasına rağmen Bogdanov ve ark. (2004) balın organik asit içeriğine bağlı olarak pH değerinin 3.5 ile 5.5 arasında değiştiğini belirtmiştir. Karaman (2012) ise Türkiye’de üretilen çiçek ballarında pH değerinin 3.45-3.65 aralığında tespit etmiştir. Bal ve zencefil suyu+ bal ilave edilen sütlerden üretilen yoğurtların depolamanın 1.gününde 14 kişilik panel değerlendirme sonuçları ise Çizelge 4.4.’te gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere en yüksek kabul edilebilirlik puanını %0.5 bal+%0.5 zencefil suyu yoğurdu almış onu %1.5 bal+%1.5 zencefil sulu yoğurt izlemiştir. Bal ilavesinde ise bal oranının %2’ye yükselmesi genel kabul edilebilirlikte bir azalmaya neden olmuştur. Bal oranları %1 ve %1.5 olan yoğurtlar arasında genel kabul edilebilirlikte önemli fark gözlemlenmemiştir. Ön denemeler ve değerlendirmeler sonucu %0.5 bal+%0.5 zencefil suyu ve %1.5 bal+%1.5 zencefil suyu, %0.5 ya da %1.5 zencefil suyu ilavesiyle yoğurtlar üretilmeye karar verilmiştir.

Çizelge 4.4. İkinci ön deneme örneklerinin panel grubu tarafından değerlendirme sonuçları

Yoğurtlar	Renk	Kıvam	Tat ve Aroma	Genel Kabul Edilebilirlik
%0 (Kontrol)	4.29	3.67	3.91	7.00
Bal oranı (%)				
0.5	4.43	3.50	3.57	6.71
1	4.50	3.57	3.79	6.93
1.5	4.46	3.79	3.50	6.64
2	4.43	3.64	2.86	5.36
Zencefil Suyu (%) + Bal oranı (%)				
0.5 + 0.5	4.43	3.64	3.86	6.50
1 + 1	4.50	3.86	3.71	6.21
1.5 + 1.5	4.07	3.64	3.79	6.31
2 + 2	4.50	4.36	3.07	5.71

4.2. Kimyasal Nitelikler

4.2.1. Süt

Üç tekerrür halinde düzenlenen araştırmada kullanılan çiğ inek sütü, çiçek balı ve zencefil suyunun kimyasal nitelikleri Çizelge 4.5.de verilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ süt kimyasal nitelik bakımından Çizelge 4.5.de gösterildiği üzere çiğ süt (Tebliğ no: 2017/20) tebliğ'ine uygun olmuştur. Balın ise kurumadde hariç diğer nitelikler bakımından Bal Tebliğ'ine (Tebliğ No: 2012/58) uygun olduğu görülmüştür. Çizelge 4.5.Yoğurt üretiminde kullanılan inek sütü, çiçek balı ve zencefil suyunun kimyasal nitelikleri (ort±sd)

Parametreler	İnek sütü	Çiğ süt tebliğ (2017/20)
Toplam kurumadde (g/100 mL)	%12.86±0.85	
Protein (g/100 mL)	%3.93±0.42	En az 2,8
Yağ (g/100 mL)	3.99±0.54	En az 3.4
Yağsız kurumadde (g/100 mL)	8.87	En az 8.5
Laktoz (g/100 mL)	4.64±0.65	
Glukoz (mg/L)	66.84	
Galaktoz (mg/L)	81.93	
Kül (g/100 mL)	0.42±0.06	
Toplam asitlik (laktik asit, g/100 mL)	0.16±0.03	0,135-0,20
pH	6.60±0.93	
Parametreler	Çiçek balı	Bal Tebliğ (2020/7)
Suda çözünen kurumadde (g/100 g)	76,25±0,35	En fazla %20 nem
Glukoz (g/100 g)	33.22±0.02	
Fruktoz (g/100 g)	39.84±0.64	
Fruktoz + Glukoz	73.06±1.27	En az %45
Fruktoz/Glukoz	1.20	0,9-1,4
Toplam invert şeker (g/100 g)	72.99±0.05	En az %60
Toplam Şeker (g/100 g)	74.35±0.46	
Sakkaroz (g/100 g)	1.84 ±0.2	En fazla %5
Kül (g/100 g)	0.06±0.01	
pH	3.88±0.04	
Parametreler	Zencefil suyu	
Suda çözünen kurumadde (g/100 mL)	3.67±0.07	
Glukoz (mg/L)	10708±54,87	
Fruktoz (mg/L)	7203±22,52	
Yağ (g/100 mL)	İz miktarda	
Kül (g/100 mL)	0.47±0.01	
pH	6.74±0.01	

Zencefil suyu üzerine yasal bir yönetmelik olmadığından bir karşılaştırma yapılamamıştır. Çiğ sütün yağsız kurumadde miktarının Tamime ve Robinson (2001)'e

göre yoğurt üretimi için gerekli olan minimum değerin (%8.2-8.6) üzerinde olduğu (%8.87) belirlenmiştir. Balın renk parametreleri olan L^* , a^* ve b^* değerleri ise sırasıyla 6.31 ± 0.36 , -2.01 ± 0.32 ve 5.15 ± 0.74 olarak tespit edilmiştir (AOAC 1990).

4.2.2. Yoğurt

Çizelge 4.6. Yoğurtlarının fermentasyon süreleri (ort $\pm$ sd; n=3)

	K	YZ1	Yoğurtlar		
			YZ2	YZB1	YZB2
Fermentasyon Süreleri	280 $\pm$ 6	258 $\pm$ 7	245 $\pm$ 4	189 $\pm$ 5	184 $\pm$ 3

K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 zencefil suyu. YZ2: %1.5 zencefil suyu. YZB1: %0.5 zenfil suyu+%0.5 bal. YZB2: %1.5 zencefil suyu+%1.5 bal.

Yoğurtların kurumadde, yağ, protein, kül gibi kimyasal nitelikleri depolama sırasınca analizlenmiş ancak istatistiksel farklılık gözlemlenmemiştir. Bu nedenle her bir yoğurt örneğine ait ortalama kimyasal nitelikler Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Yoğurtlarda belirlenen kimyasal niteliklerin ortalama değerleri (ort $\pm$ sd; n=3)

Kimyasal Nitelikler	K	YZ1	Yoğurtlar			P
			YZ2	YZB1	YZB2	
Kuru madde (%)	12.76 $\pm$ 0.43	12.62 $\pm$ 0.71	12.54 $\pm$ 0.34	12.13 $\pm$ 0.69	13.39 $\pm$ 0.45	ö.d.
Protein	3.73 $\pm$ 0.02 ^c	3.71 $\pm$ 0.05 ^c	4.04 $\pm$ 0.08 ^{ab}	3.89 $\pm$ 0.10 ^b	4.24 $\pm$ 0.08 ^a	*
Yağ (%)	3.94 $\pm$ 0.10 ^a	3.62 $\pm$ 0.13 ^b	3.59 $\pm$ 0.08 ^b	3.52 $\pm$ 0.08 ^c	3.49 $\pm$ 0.09 ^c	***
Kül (%)	0.56 $\pm$ 0.06	0.55 $\pm$ 0.11	0.57 $\pm$ 0.06	0.52 $\pm$ 0.12	0.56 $\pm$ 0.05	ö.d.
Titrasyon Asitliği (%LA)	1.14 $\pm$ 0.46	1.12 $\pm$ 0.44	1.16 $\pm$ 0.31	1.12 $\pm$ 0.29	1.13 $\pm$ 0.18	ö.d.
pH	3.96 $\pm$ 0.05	3.88 $\pm$ 0.14	3.96 $\pm$ 0.13	3.89 $\pm$ 0.08	3.94 $\pm$ 0.04	ö.d.

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001. ö.d.: Önemli değil. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal; YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZB2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar

Yoğurtların toplam kurumadde içerikleri %12.13 $\pm$ 0.69 ve % 13.39 $\pm$ 0.45 arasında değişim göstermiştir. İstatistiksel olarak (p< 0.05) en yüksek kuru madde miktarı % 1.5 zencefil suyu+ % 1.5 bal içeren örnekte görülmüş olup; diğer örnekler arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Yağ içerikleri açısından kontrol yoğurdu diğerlerine kıyasla önemli (p<0.001) düzeyde yüksek yağ içeriğine (%3.94 $\pm$ 0.10) sahipken; % 1.5 zencefil suyu+ % 1.5 bal içeren yoğurt en düşük oranda (% 3.49 $\pm$ 0.09) yağ içermiştir. Gerek zencefil suyu gerekse zencefil suyu+bal ilaveli sütlerden üretilen yoğurtlarda yağ

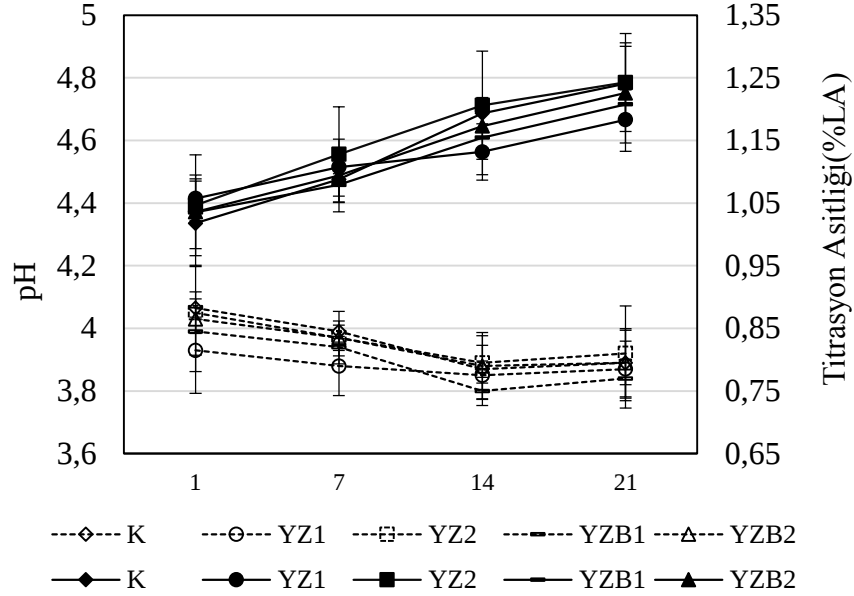
içeriğinin kontrol (K) yoğurduna kıyasla düşüklüğü balın yağ içermemesi (Mutlu ve ark., 2017) ve zencefil suyunun ise iz miktarda yağ içermesi nedeniyle oranlarının artmasıyla sütün hacimsel olarak seyrelemesinden kaynaklanabilir. Türk Gıda Kodeksine göre K yoğurdu hariç diğer yoğurtlar % 3.0 ile % 3.8 arasında yağ içerdiklerinden dolayı yağlı yoğurt olarak sınıflandırılabilir. K yoğurdunun yağ içeriği (%3.94) ise %3.8'in biraz üzerinde çıkmıştır.

Yoğurt örneklerinde protein miktarlarına bakıldığında depolama süresince ortalama olarak en yüksek protein miktarı YZB2 örneğinde (4.24 mg/g) belirlenmiş olup; onu YZ2 (4.04 mg/g), YZB1(3.89 mg/g), K (3.73 mg/g) ve YZ1(3.71 mg/g) izlemiştir. Güler (2008) tarafından farklı starter kültürler (CH1, YC350, YF-3331) kullanılarak yapılan çalışmada da protein miktarı (%3.70) K örnekleri için benzer bulunmuştur. Felfoul ve ark. (2017), %0, %0.5, %1, %1,5 ve %2.5 oranlarında zencefil tozu ilaveli yoğurt üretimlerinde zencefil tozu oranının artması protein miktarını kontrole kıyasla %0.91 oranında arttırdığını (%2.71'den %3.62'e) tespit etmişlerdir. Ancak çalışmamızda zencefil suyu kullanılmasından dolayı yoğurtlarda protein içeriğinde artış kontrole kıyasla % 0.31 belirlenmiştir.

Tüm yoğurt örneklerinin protein içerikleri Fermente Süt Ürünleri Tebliğ (2009/25)'de belirtilen en az protein içeriğinin (%3) üzerinde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinde kül oranları ise birbirine benzer olup istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Yoğurtların kül içerikleri Güler ve Park (2011) tarafından farklı ticari yoğurtlar üzerinde yaptıkları çalışmada belirlenen aralıktaki değerlerden (%0.79-%1.01) düşük çıkmıştır. Bunun nedeni çalışmamızda yoğurt örneklerinin kurumadde içeriklerinin düşük olmasından kaynaklanabilir.

Şekil 4.3'den görüldüğü üzere, yoğurtların pH değerleri depolamanın 1. ve 21. günlerinde sırasıyla en yüksek kontrol (4.07) ve YZ2 (3.92) yoğurtlarda iken; en düşük YZB1 (sırasıyla 3.99 ve 3.84 pH) yoğurdunda tespit edilmiştir. Bu durum balın pH değerinin düşük olmasından kaynaklanabilir. Depolama süresi ise yalnızca K örneğinin pH değeri önemli düzeyde ($p<0.01$) etkilenmiştir. Diğer yoğurt örneklerinin pH değerleri rakamsal olarak depolama sırasında azalmasına rağmen bu istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($p>0.05$). Kontrol yoğurdunda 21 günlük depolama sırasında depolamanın 1. gününe kıyasla 0.18 birim azalırken, YZB1'de 0.5, YZB2'de 0.16, YZ1'de 0.06 ve YZ2'de 0.05 birim azalma göstermiştir. Dolayısıyla zencefil suyu ve

%0.5 zencefil suyu+%0.5 bal ilavesi sonradan gelişen asitlik açısından yoğurdun raf ömrünün uzamasında faydalı olabilir.



Şekil 4. 3. Yoğurtlarda pH (içi boş işaretçiler) ve titrasyon asitliği (içi dolu işaretçiler) değerlerinin depolama boyunca değişimi

Titrasyon asitlikleri depolamanın 1.gününde %1.02 L.A ile %1.06 L.A arasında belirlenirken; depolamanın sonunda %1.18 ve % 1.24 arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Depolama periyodu tüm yoğurt örneklerinde titrasyon asitliğini önemli düzeyde ($p<0.001$) etkilemiş olup; titrasyon asitlikleri depolamanın başından sonuna doğru bir artma eğilimi göstermiştir. Depolama sırasında en fazla asitlik artışı (%0.22) kontrol yoğurdunda (%1.02'den %1.24'ye) gözlemlenirken; en az artış (%1.06-%1.18) %0.12'lik değerle YZ1'de gözlemlenmiştir. Yoğurtların titrasyon asitlikleri değerleri fermente ürünler tebliği (Tebliğ no:2009/25)'inde belirtilen en az (%0.6 laktik asit) ve en fazla (%1.5) değerler arasında yer almıştır. Güler (2008) YC-350 kültürü kullanarak inek sütünden üretilen yoğurtta titrasyon asitliğinin 21 günlük depolama sırasında % 1.3 ile %1.4 pH değerlerinin ise 4.01 ve 3.87 arasında değiştiğini belirtmiştir. Araştırmacı depolamanın sonunda pH değerinde 0.07 birimlik artışı kültürün proteolitik aktivitesi ile ilişkilendirmiş ve YC-350 yoğurt kültürünün CH1 ve YF-3331 kültürlerine kıyasla yoğurtların depolanması sırasında en az asitlik gelişimi yarattığını belirtmiştir. Güler ve Park (2011) piyasadan toplanan yoğurt örneklerinin pH değerinin 4.05 ile 4.51 arasında

değiştiğini; titrasyon asitliğinin en az %1.42 en fazla ise %1.83 (laktik asit cinsinden) olduğunu belirlemişlerdir.

4.3. Karbonhidratlar

4.3.1. Yoğurtlarda Karbonhidratlar

Çizelge 4.8.'den de görüldüğü üzere depolama süresi tüm örneklerinde karbonhidrat değişimlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Laktoz depolama boyunca azalırken; glukoz ve galaktoz miktarları artan bir eğilim göstermiştir. Depolama süresini göz ardı ettiğimizde ortalama en düşük laktoz içeriği (29336 mg/kg) kontrol yoğurdunda tespit edilirken; en yüksek ise % 1.5 oranında zencefil suyu ilaveli yoğurtta (32544 mg/kg) belirlenmiştir. YZB2 yoğurdunun laktoz içeriği YZB1'e kıyasla biraz yüksek tespit edilmiştir. Zencefil suyu ve bunun yanı sıra bal oranının artması laktoz hidrolizinde bir azalma eğilimi yaratmıştır. Diğer bir ifadeyle yoğurt kültürleri üzerinde inhibitör bir etki yaratmış olabilir. Süt ile karşılaştırdığımızda depolamanın 1.gününde kontrol, YZ1,YZ2, YZB1 ve YZB2 yoğurtlarda yaklaşık %29, %28, %23, %29 ve %27'lik bir azalma gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Depolama sırasında yoğurtlarda karbonhidratlar (ort±sd; n=3)

Yoğurtlar						Yoğurtlar					
	Gün	K	YZ1	YZ2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Laktoz (mg/kg)	1	32939±1470 ^{b,A}	33210±1388 ^{a,A}	35833±950 ^{a,A}	*	32475±1951 ^{c,A}	33072±1211 ^{b,A}	34080±774 ^{a,A}	*	*	*
	7	30150±1835 ^{b,A}	32870±1026 ^{a,B}	33288±1425 ^{a,A}	*	30986±1526 ^{b,AB}	31531±1246 ^{a,AB}	31816±818 ^{a,AB}	*	ö.d.	ö.d.
	14	27817±1239 ^{b,B}	31694±1869 ^{a,B}	31766±1655 ^{a,B}	*	27283±1469 ^{b,B}	29898±1221 ^{a,B}	29598±634 ^{a,B}	*	*	ö.d.
	21	26479±168 ^{b,B}	29900±1704 ^{a,B}	29291±1584 ^{ab,B}	*	25999±269 ^{b,B}	26883±1495 ^{b,B}	28584±901 ^{a,C}	*	**	ö.d.
	Ort.	29426±1178	31918±1496	32544±1404		29336±1304	30346±1293	31018±782			
	P2	*	**	**		*	**	**			
Glukoz (mg/kg)	1	52.30±14.28 ^B	128.34±6.55 ^C	242.83±7.79 ^C	ö.d.	51.41±5.16 ^{c,C}	1838±38.32 ^{b,B}	5515±121 ^{a,C}	***	***	***
	7	73.44±11.75 ^{AB}	152.89±10.74 ^B	263.05±8.33 ^B	ö.d.	76.51±9.99 ^{c,B}	1918±31.56 ^{b,AB}	6240±95 ^{a,B}	***	***	***
	14	87.06±19.13 ^A	165.61±2.98 ^A	281.54±10.68 ^A	ö.d.	87.84±3.39 ^{c,AB}	1946±76.96 ^{b,A}	6310±128 ^{a,AB}	***	***	***
	21	92.14±26.45 ^A	167.69±5.29 ^A	287.21±9.24 ^A	ö.d.	90.99±19.01 ^{c,A}	1966±75.41 ^{b,A}	6562±107 ^{a,A}	***	***	***
	Ort.	76.14±17.90	153±6.69	268±9.01		76.69±9.39	1917±55.56	6156±112.75			
	P2	**	***	***		***	*	***			
Galaktoz (mg/kg)	1	7775±430 ^{b,B}	8431±307 ^{b,B}	8336±279 ^{a,C}	*	10135±388 ^{a,C}	6535±412 ^{b,C}	5801±432 ^{b,C}	***	***	***
	7	9586±214 ^{a,AB}	9427±366 ^{b,B}	8557±226 ^{b,B}	***	10504±442 ^{a,BC}	7207±222 ^{b,BC}	7089±260 ^{b,B}	***	***	***
	14	9655±301 ^{b,AB}	9440±210 ^{a,A}	9745±203 ^{a,AB}	**	11207±295 ^{a,AB}	7396±247 ^{b,B}	7767±233 ^{b,AB}	***	***	***
	21	10557±241 ^{ab,A}	10306±248 ^{a,A}	9872±257 ^{ab,A}	**	11880±144 ^{a,A}	7437±241 ^{b,A}	8116±182 ^{b,A}	***	***	***
	Ort.	9293±296.50	9400±282.75	9227±241.25		10932±317.25	7143±280.50	7194±276.75			
	P2	*	***	***		**	***	***			

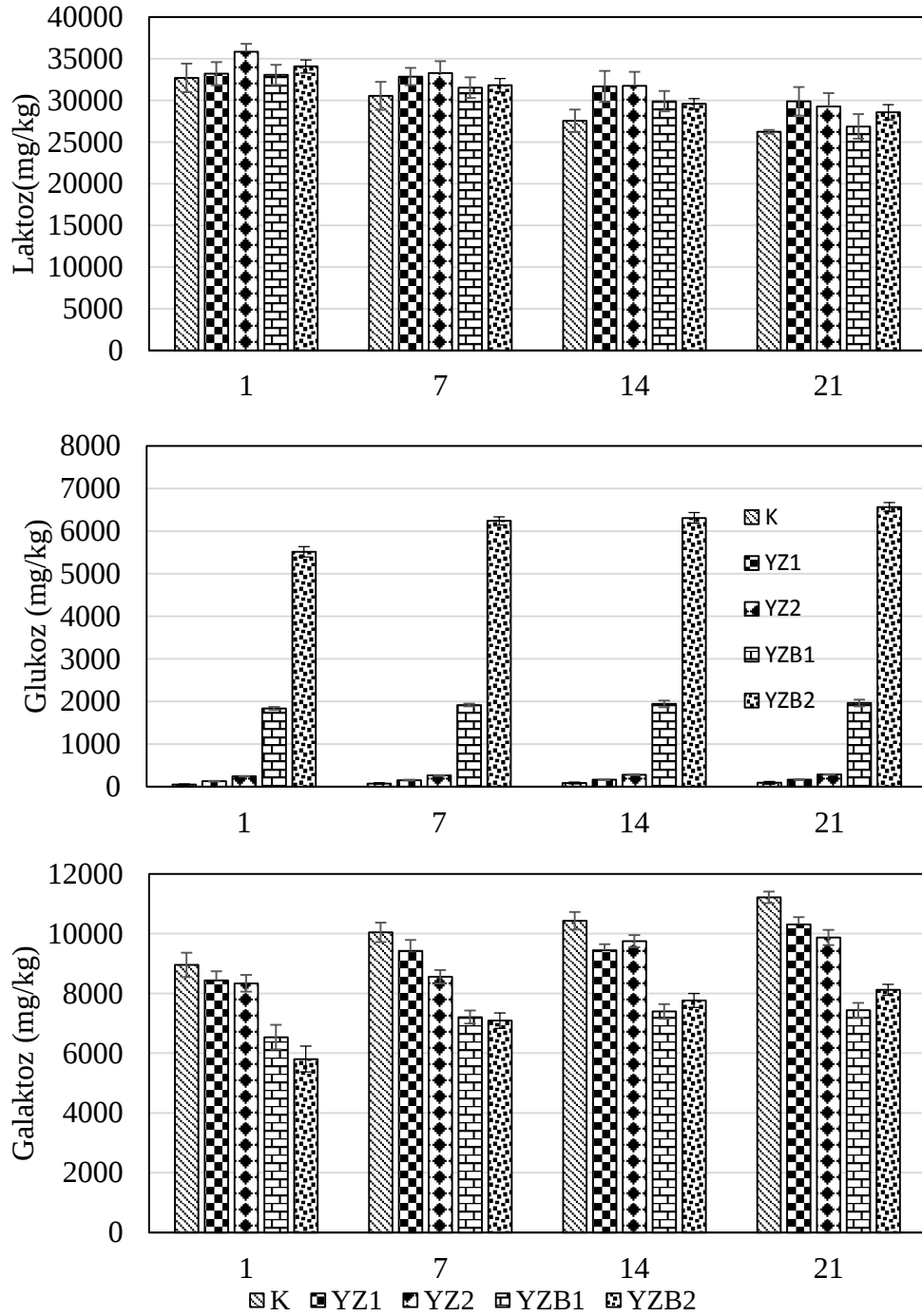
a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 ö.d.: Önemli değil. P1: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar.

Dolayısıyla zencefil suyu oranının artması laktoz hidrolizde bir azalmaya neden olmuştur. Ancak depolamanın 1. gününde toplam titrasyon asitliğinin kontrol örneğine kıyasla diğerlerinde yüksek olması gerek bal gerekse zencefil suyunun asitliği ile ilişkili olabilir. Zencefil suyu+bal ilaveli yoğurt kontrolle kıyaslandığında depolama sırasında benzer laktoz içerikleri göstermişlerdir. Fakat hem zencefil suyu hem de bal oranının artması laktoz hidrolizini azaltıcı yönde bir rol oynamıştır. Süte %10 oranında bal ilavesinin yoğurt starter kültürlerinin aktivitesinin geliştirdiğini ve asitliğin gelişiminde balın teşvik edici bir etkiye neden olduğu Rizai ve Ziar (2008) tarafından belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar %10 bal ilaveli sütün fermentasyon süresi 1 saat uzatıldığında depolama sırasında her iki yoğurt bakterisinin hücre canlılığının geliştiğini ifade etmişlerdir.

Bunun yanı sıra Varga (2006)'da yoğurt sütüne akasya balının %1 ve %5 arasında oranlarda ilavesinin 6 haftalık buzdolabı koşullarında depolama sırasında yoğurt bakterilerinin canlılığı üzerine önemli bir etki yaratmadığı belirtmiştir. Ancak araştırmacı, karakteristik laktik asit bakterileri üzerine inhibitör bir etki yaratmaksızın ürünün duyu niteliğinin iyileştirilmesi için de %3'lük bir orana kadar bal ilavesinin uygun olduğunu ifade etmiştir.

Glukoz ve galaktoz içerikleri depolama sırasında tüm yoğurtlarda önemli düzeyde artmıştır. Fakat beklendiği üzere asitlik gelişimi için fermentasyon glukoz üzerinden gerçekleşmiştir. Çünkü kontrol ve yalnızca zencefil suyu ilaveli yoğurtlarda galaktoz, glukozdan yaklaşık 100 kat fazla belirlenmiştir. Bu oran balın glukoz içeriği nedeniyle bal+zencefil suyu ilaveli yoğurtlarda daha düşük gözlemlenmiştir. Kontrol yoğurdunda glukoz'un çok az düzeyde belirlenmesi ve galaktoz'un ise yaklaşık 10.000 mg/kg seviyelerinde tespit edilmesi Alm(1982)'in sonuçları ile uyum içerisindedir. Glukoz ve galaktoz fermentasyon sırasında kullanılan mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu laktozun hidrolize edilmesi sonucu açığa çıkan monosakkaritlerdir. Glukoz miktarları en yüksek bal içeren yoğurtlarda tespit edilirken galaktoz miktarları en yüksek kontrol yoğurtlarında ve zencefil suyu içeren yoğurtlarda yakın miktarlarda belirlenmiştir. Glukoz bal içeren yoğurtlarda diğer yoğurtlara göre oldukça yüksek olarak tespit edilmiş ve zencefil suyu ve bal içeren yoğurtlar ve kontrol yoğurtları arasında (K-YZB1-YZB2) önemli ($p<0.001$) farklar meydana geldiği görülmüştür. Galaktoz K-YZB1-YZB2 yoğurtları arasında ($p<0.001$) ve K-YZ1-YZ2 yoğurtlarında depolamanın

1.günü dışında önemli ($p<0.01$) olmuştur. Bunların dışında aynı oranda ilave içeren yoğurtlarda bal içeren ve içermeyenler arasında (YZ1-YZB1 ve YZ2-YZB2) hem glukoz hem galaktoz bakımından önemli farklar ($p<0.001$) oluşmuştur. Fruktoz miktarlarının analiz sırasında değişmemiş %0.5 oranında bal içeren yoğurtlarda 1992 mg/kg; %1.5 oranında bal içeren yoğurt örneklerinde 5976 mg/kg olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Depolama boyunca yoğurtlarda laktöz, glukoz, ve galaktoz karbonhidratlarının değişimi

4.4. Organik Asitler

4.4.1. Süt Örneklerinde Organik Asitler

Organik asitler hayvan metabolizmasının bir sonucu olarak sütte bulunabildikleri gibi mikrobiyal faaliyet sonucu da oluşabilmektedirler. Sütte tespit edilen organik asitler Çizelge 4.9.da gösterilmiştir. Sütte en fazla belirlenen organik asit sitrik asit olup; onu laktik ve formik asitler izlemiştir. Azot içeren organik asitler (urik, orotik ve hippurik)'de sütte tespit edilmiştir. Organik asit miktarları, bazı araştırmacılar (Mullin ve Emmons, 1997; Walstra ve Jenness,1984; Güler, 2013)'ın belirlediği değerlerle uyum içerisinde. Süksinik ve bütirik asit ise sütte tespit edilememiştir. Benzer şekilde, Akalın ve ark., (1998) ve Izco ve Tormo (2004)'da anılan asitleri sütte belirlememişlerdir. Zencefil suyunda okzalik, sitrik, laktik, suksinik, malik ve fumarik asitler tespit edilmiştir. Okzalik asit en fazla belirlenen bileşen olmuştur. Balda ise en fazla belirlenen bileşen hippurik asit olmuştur. Diğer bileşenler; okzalik, sitrik,suksinik, askorbik, tartarik ve fumarik asit olmuştur.

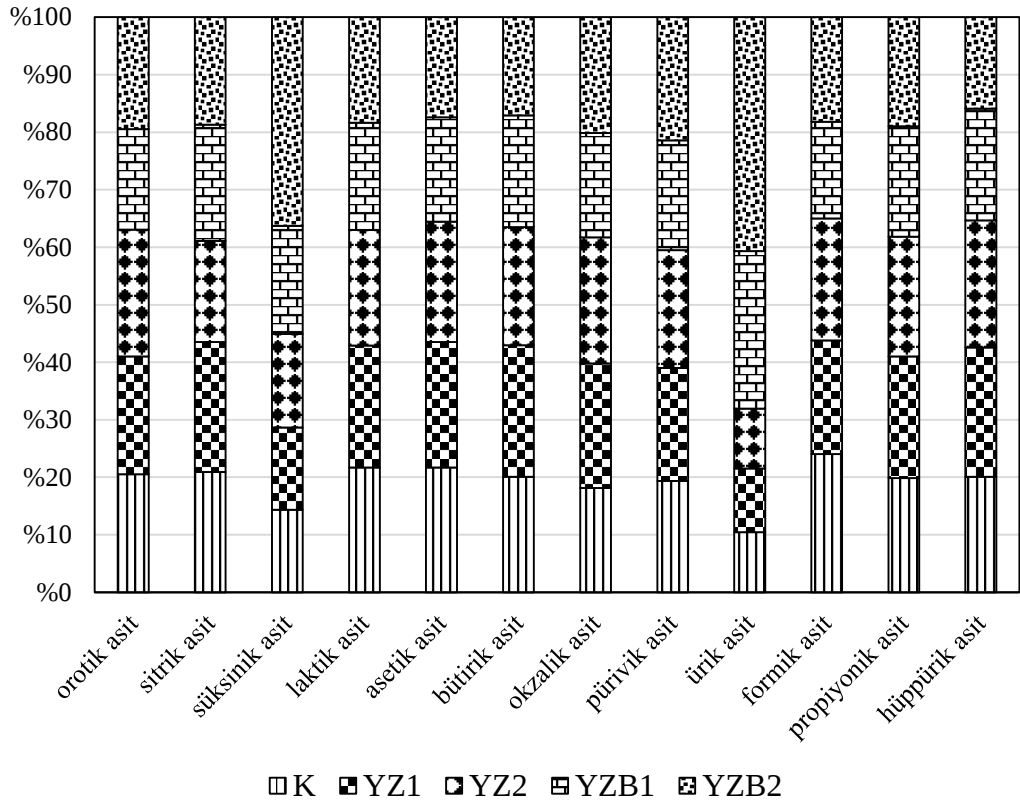
Çizelge 4.9. Süt, zencefil suyu ve balda organik asitler (ort±sd; n=2)

Organik asitler	Süt (mg/L)	Zencefil suyu (mg/L)	Bal (mg/kg)
Okzalik asit	45.61±1.14	271.00±5.12	1.20±0.17
Sitrik asit	1588±58.21	147.70±3.53	153.00±3.58
Laktik asit	103.50±3.18	7.80±0.64	-
Formik asit	170.83±1.53	-	-
Asetik asit	36.00±0.02	-	-
Pirüvik asit	12.00±0.02	-	-
Propionik asit	16.00±3.42	-	-
Suksinik asit	-	73.90±2.19	276.00±6.26
Urik asit	7.00±0.61	-	-
Orotik asit	72.27±0.07	-	-
Hippurik asit	64.80±2.67	-	-
Malik asit	-	35.50±4.28	134.00±3.15
Askorbik asit	-	-	91.00±1.52
Tartarik asit	-	-	41.10±1.95
Fumarik asit	-	9.60±1.31	1.90±0.22

(-): Tespit edilmedi

4.4.2. Yoğurtlarda Organik Asitler

Çalışmamızda depolama süresince yoğurtlarda belirlenen organik asitler Çizelge 4.9'da verilmiştir. Beklendiği üzere yoğurtlarda en baskın organik asit laktik asit olup; onu, sitrik, bütirik, formik ve asetik asit izlemiştir (Şekil 4.5). Diğer organik asitler anılan asitlere kıyasla daha düşük miktarlarda tespit edilmiştir. Başlıca organik asit laktik asit yoğurt kültürü yani homofermantatif laktik asit bakterileri tarafından laktoz üzerinden oluşan temel metabolik ürün olup; fermentasyon sırasında yoğurt jelinin oluşumunu sağladığı gibi yoğurda karakteristik asit tadını da vermektedir (Tamime ve Robinson, 2011). Söz konusu asit depolama sırasında da artış göstermiştir (Şekil 4.6). Çalışmada en düşük laktik asit miktarı (10749 ± 450.12 mg/kg) depolamanın 1. gününde %1.5 bal+%1.5 zencefil suyu ilaveli yoğurtta (YZB2) belirlenirken; en yüksek değer (17372 ± 397.42) depolamanın 21. gününde kontrol yoğurdunda gözlemlenmiştir. Ongol ve ark. (2007)'de *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un asidik ortama daha dirençli olduğu ve depolama koşullarında da laktozu laktik asite fermente edebileceğini ifade etmişlerdir. Farklı çalışmalarda (Akalin ve ark., 1998; Adhikari ve ark., 2001; Serra ve ark., 2009; Güler, 2013), laktik asit miktarı depolama süresince yoğurtta 5870-19550 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Depolama süresince kontrol yoğurdu diğer örneklerle kıyasla daha yüksek laktik asit içermiştir. Zencefil suyu ve bal ilavesi oranı artması laktik asit üretimini baskıladığı görülmüştür.

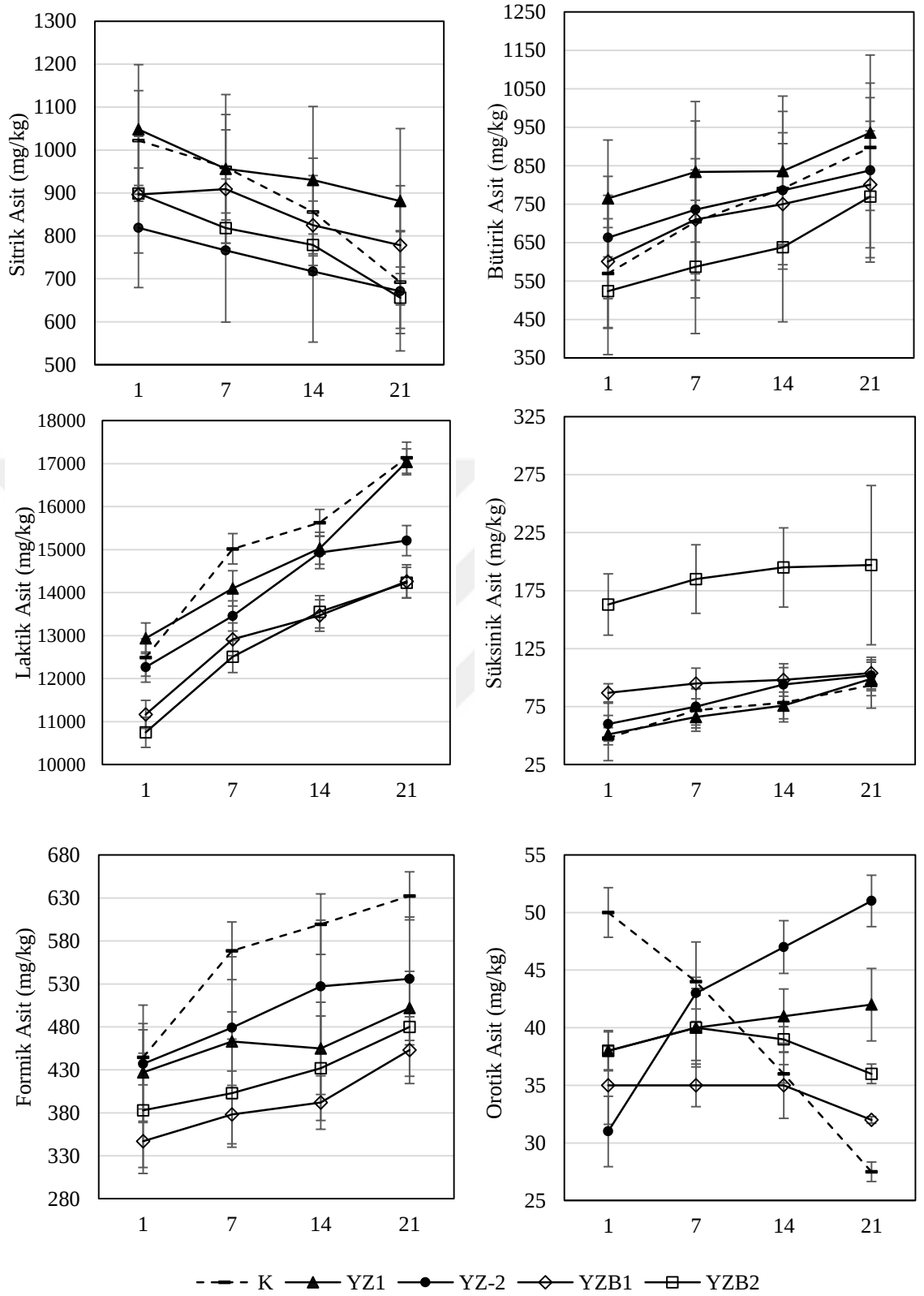


Şekil 4.5. Organik asitlerin yoğurtlardaki dağılım oranları

Çizelge 4.10. Yoğurtlarda belirlenen organik asitlerin ortalama değerleri (ort±sd; n=3)

Organik Asitler(mg/kg)	Yoğurtlar				
	K	YZ1	YZ2	YZB1	YZB2
Sitrik Asit	882±102	954±50	743±55	852±22	788±21
Bütirik Asit	751±117	842±98	763±119	715±108	630±92
Laktik Asit	15069±377	14777±360	13506±357	12952±365	12762±362
Süksinik Asit	73±14	70±11	82±15	96±6	185±13
Formik Asit	561±51	462±26	495±39	393±20	424±36
Orotik Asit	40±1.42	40±3.30	43±0.36	34±0.44	38±0.28
Asetik Asit	338±35	340±12	326±18	283±20	271±17
Pirüvik Asit	66±9	67±7	70±7	65±5	73±9
Propiyonik Asit	151±26	161±10	158±16	146±21	144±6
Okzalik Asit	30±2.65	36±2.81	38±2.68	30±2.32	33±2.51
Ürik Asit	4.38±0.51	4.67±0.60	4.36±0.38	11.49±1.34	17.09±1.53
Hüppürik Asit	30±3.22	34±1.13	33±0.60	29±2.28	24±2.58

K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZB2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar



Şekil 4.6. Depolama sırasında (1, 7, 14, 21 günler) yoğurtlarda sitrik, bütirik, laktik, süksinik, formik ve orotik organik asitlerinin değişimi

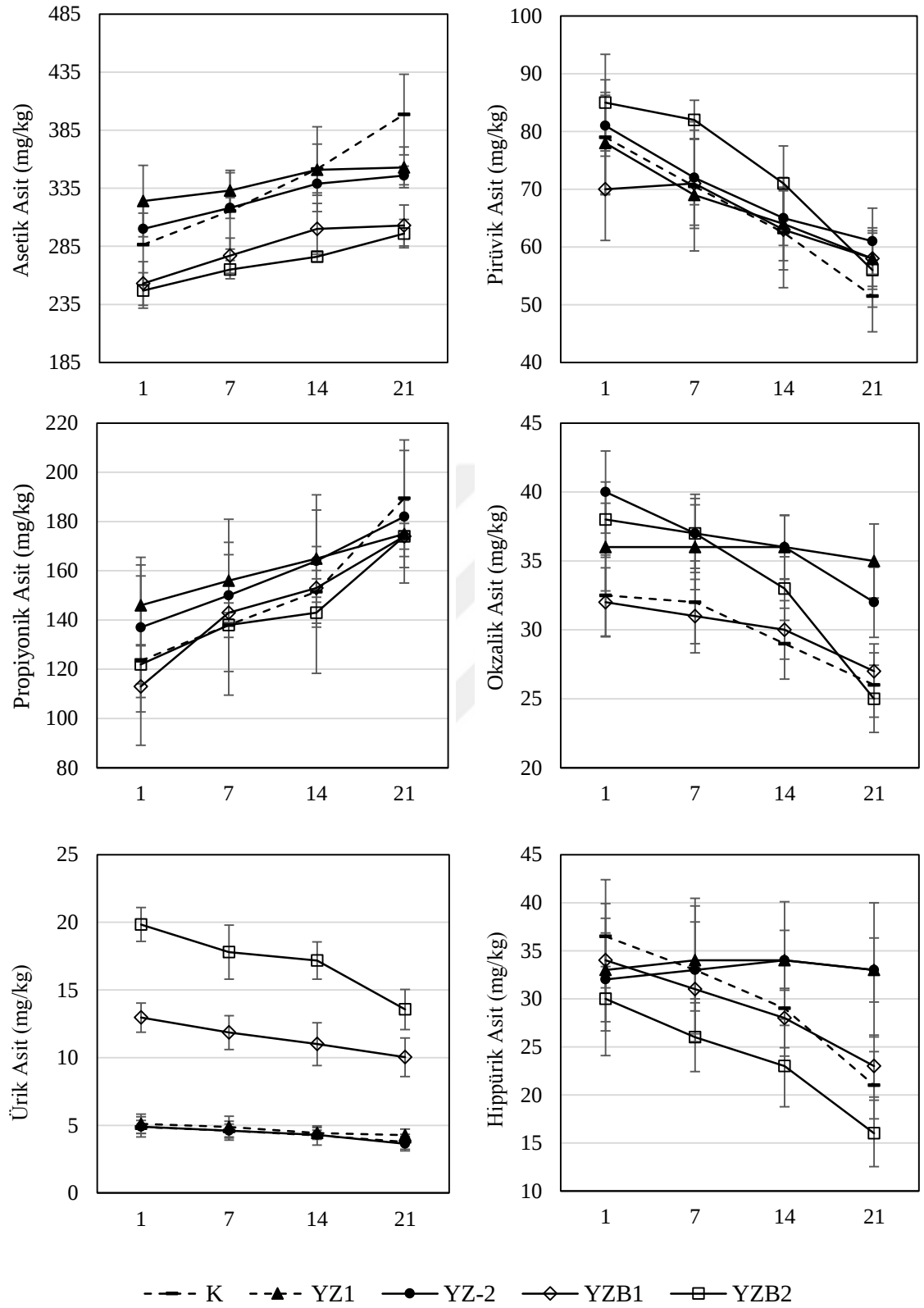
Yapılan birçok çalışmada (Varga, 2005; Roumyan ve ark., 2014; Curda ve Plockova., 1994; Bogdanov ve ark., 2008), balın süt ürünlerinde laktik asit bakterileri üzerine inhibe edici etkisi olduğu belirlenmiştir. Varga (2005), bunun nedenlerinin henüz tam olarak anlaşılamadığını belirtmesine rağmen, olası nedenler arasında yüksek şeker içeriği (mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir su içeriğini düşürmesi), nispeten düşük pH değerine sahip olması, organik asitlerin varlığı ve düşük oranlarda glukoz oksidaz tarafından üretilen hidrojen peroksit varlığı gösterilmiştir. Roumyan ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada da, bal *S. thermophilus* üzerinde bir etki göstermezken *L.bulgaricus* üzerinde önemli bir inhibasyon gösterdiği ifade edilmiştir. Bu durum bal içeren örneklerin en düşük laktik asit içeriğine sahip olmasını açıklayabilmektedir. Yang ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada %2'den başlayarak %10 değerine kadar askorbik asit ile muamele edilmiş zencefil suyu ilave sütlerden üretilen yoğurtlarda kimyasal ve tekstürel özellikler incelenmiştir. Çalışmada zencefil suyu ilavesin artması sonucu laktik asit bakterilerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada %0.5 zencefil suyu içeren örneklerde laktik asit içerikleri kontrol örneğine benzer olmasına rağmen zencefil suyu oranının artması laktik asit üretimini baskılayıcı yönde bir etki göstermiştir (Şekil 4.6).

Pirüvik asit, başlıca karbonhidrat fermentasyonu sırasında oluşan ara bir organik asittir. Depolama süresince pirüvik asitin azalma yönünde değişimi, bütün örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Pirüvik asitte gözlemlenen nispeten en fazla azalma kontrol örneğinde belirlenirken depolamanın sonunda tüm örnekler benzer bir pirüvik asit içeriğine sahip olmuşlardır.

Başlıca laktoz kaynaklı diğer organik asitlerden formik asit ve asetik asit, laktik asitte olduğu gibi en yüksek kontrol örneğinde en düşük ise zencefil suyu+bal içeren yoğurtlarda (YZB1 ve YZB2) tespit edilmiştir. Bu durum zencefil suyu ve balın hem homo- hem de heterofermentatif laktik asit bakterileri üzerine baskılayıcı bir etkisinin olmasından kaynaklanabilir. Formik asit en yüksek kontrol örneğinde belirlenirken en düşük ise %0.5 zencefil suyu +%0.5 bal içeren yoğurtlarda tespit edilmiştir. Depolama sırasında kontrole kıyasla zencefil suyu içeren örneklerde formik asit önemli bir değişim göstermezken; zencefil suyu+bal içeren yoğurtlarda önemli ($p<0.001$) düzeyde düşüş tespit edilmiştir. Depolama süresinin formik asit üzerine etkisi yalnızca kontrol yoğurdunda artış yönünde önemli ($p<0.01$) bir etki yaratmıştır. Bu sonuç, kontrol

yoğurdunun pH değerinin depolama sırasında önemli düzeyde azalması ile uyum içisindedir. Depolama sırasında formik asitin kontrol yoğurdunda artma eğilimi, Güler (2013) ile uyum içisindedir. Ancak formik asit kontrol yoğurdunda anılan araştırmacının belirlediği değerlerden (665-802 mg/kg yogurt) biraz düşük tespit edilmiştir. Fernandez-Garcia (1994), asetonitril-su ile organik asitleri ekstrakte ettiğinde yoğurtta formik asit tespit edememiş; ancak 0.01 N H₂SO₄ ile ekstraksiyonda 717.7 mg/kg formik asit belirlemiştir. Bevilacqua ve Califano (1989)'de asetonitril-su ekstraksiyonu ve C8 kolonu kullandığında formik asiti yoğurtta 177 mg/kg olarak tespit etmiştir. Akalın ve ark. (1998)'da C18 kolunu ve asetonitril-su ekstraksiyonunda sütte ve yoğurtta formik asit belirlememişlerdir. Dolayısıyla formik asit, organik asit analizinde uygulanan ekstraksiyon tekniğine ve kullanılan kolona da bağlı olabilmektedir.

Akalın ve ark., (1998) asetik asiti, 14 günlük depolama sırasında yoğurtta 63-70 mg/kg arasında belirlerken; Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) yaklaşık 62 mg/kg; Adhikari ve ark. (2002) 219-552 mg/kg ve Güler (2013)'de 124-128 mg/kg seviyelerinde tespit etmişlerdir.



Şekil 4.7. Depolama sırasında (1, 7, 14, 21 günler) yoğurtlarda asetik, pürivik, propiyonik, okzalik, ürik ve hippürük organik asitlerinin değışimi (mg/kg)

Söz konusu çalışmada asetik asit 247-402 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Formik asitin aksine asetik asit tüm yoğurtlarda depolama sırasında önemli bir şekilde artmıştır. Ancak kontrol yoğurdunda depolamanın 1. gününde 289 mg/kg'dan depolamanın sonunda 402 mg/kg'a yükselerek en fazla artışı göstermiştir.

Propiyonik asit depolama süresince artış göstermiş ve 113 mg/kg–192 mg/kg arasında belirlenmiştir. Adhikari ve ark. (2002) YC-180 kültürünü kullandığı set tip yoğurtlarda inkübasyonun 0. saatinde propiyonik asit tespit etmemiş; ancak depolamanın 22. gününde 542 mg/kg seviyesinde belirlemiştir. Diğer araştırmacılar (Akalin ve ark., 1998; Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Güler, 2013), propiyonik asiti en az 43 ve en fazla 100 mg/kg tespit etmişlerdir. Bilindiği üzere propiyonik asit laktoz fermentasyonu sırasında laktik asit üzerinden oluşabileceği gibi tripropiyonin hidrolizi yani yağın parçalanması ya da metiyonin amino asitinden oluşabilmektedir. Depolama süresi propionik asit üzerine artış yönünde önemli bir etki yaratırken; zencefil suyu ya da bal ilavesi depolamanın 14. günü hariç önemli bir etki yaratmamıştır.

Orotik asit nükleotidlerin sentezinde bir ara ürün olup; starter bakterileri için gelişme faktörü olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994). Orotik asit depolamanın 1. gününde süte kıyasla tüm yoğurtlarda belirgin bir şekilde azalmıştır. Ancak zencefil suyu ve zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlarda kontrole kıyasla önemli ($p<0.05$; $p<0.001$) düzeyde düşüş tespit edilmiştir. Söz konusu yoğurtlarda, yoğurt bakterileri yüksek glukozdan ya da zencefil suyundan dolayı strese girip azot kaynağı olarak orotik asiti daha fazla tüketmelerinden kaynaklanabilir. Depolama sırasında orotik asit tüm yoğurtlarda önemli düzeyde ($p<0.01$) bir azalma göstermiştir. Zencefil suyu ilaveli yoğurtlar ise depolamanın sonunda en yüksek orotik asit içeriğine sahip olmuşlardır. Tüm yoğurtlarda orotik asit içerikleri bazı araştırmacıların (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Güler, 2013) belirledikleri değerlerden (89 mg/kg; 116-106 mg/kg) düşük; bazılarının (Akalin ve ark., 1998; Serra ve ark., 2009) tespitleri (53-43 mg/kg; 39-45 mg/kg) ile uyumlu olmuştur. Bu durum sütün orotik asit içeriği ve yoğurt bakteri aktivitesi ile ilişkili olabilir. Mevcut çalışmada süte orotik asit 73.27 mg/kg; Akalin ve ark. (1998), 80 mg/kg ve Carcoba ve ark. (2000)'da 59.1 mg/kg belirlemişlerdir. Motyl ve ark. (1991) inek sütünde orotik asitin 62-127 mg/kg arasında değiştiğini; ancak mastisist

hastalığında 19 mg/kg'a kadar azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda orotik asit süte kıyasla depolamanın 1. gününde yaklaşık % 43 oranında bir azalma göstermiştir. Bu değişim Deeth ve Tamime (1981) ve Saidi ve Warthesen (1989)'in tespitleri ile uyum içerisindedir.

Okzalik asit depolama süresince kontrol yoğurdunda bir azalma eğilimi; %1.5 zencefil suyu ve bal içeren yoğurtlarda depolamanın 14. gününden sonra önemli bir azalma göstermiştir ($p<0.05$). Zencefil suyu ilaveli yoğurtlar kontrole kıyasla biraz yüksek okzalik asit içermişlerdir. Bu durum zencefil suyunun okzalik asit içeriğinden kaynaklanabilir. Çalışmamızda sütte, zencefil suyunda ve balda sırasıyla 45.61 mg/kg, 271 mg/kg ve 1,2 mg/kg düzeyinde okzalik asit belirlenmiştir. Trigueros ve ark. (2011)'da rekonstitüe sütte 36 mg/L okzalik asit belirlemişlerdir. Daha önce yapılan bir çalışmada incelenen iki zencefil türünde yüksek miktarda (14.13-52.31 mg/g) olduğu tespit edilmiştir (Yeh ve ark.,2013). Suarez-Luque ve ark., (2002)'da balda belirlenen organik asitler içerisinde okzalik asidi belirlememişlerdir. Bu nedenle zencefil suyu ve bal ilaveleri sonucu okzalik asit miktarları hafif düzeyde azalma göstermiştir. Depolama sırasında çoğu yoğurt örneklerinde özellikle depolamanın sonunda depolamanın 1. gününe kıyasla; yoğurt üretimi sırasında süte kıyasla azalması okzalik asit oluşumundaki azalmadan kaynaklanabilir. Bu eğilim, Trigueros ve ark. (2011)'nın sonuçları ile uyumludur.

Hayvan metabolizmasının bir sonucu olarak yani trikarboksilik asit sirkülasyonu sırasında oluşan sitrik asit süte kıyasla yoğurt üretimi sırasında bir azalma eğilimi göstermiştir. Depolama süresi, YZ1 ve YZB1 yoğurtları hariç diğer yoğurtlarda sitrik asiti önemli düzeyde etkilemiştir. Ancak bu etki özellikle depolamanın sonunda ortaya çıkmıştır. Kontrole kıyasla, zencefil suyu+ bal ilavesi'nin sitrik asit üzerine etkisi belirgin bir eğilim yaratmamıştır. Bu durum hem zencefil suyu hem de balın sitrik asit içermesinden kaynaklanabilir. Ancak zencefil suyunun %1 oranında artması sitrik asit üzerinde azaltıcı bir rol oynamıştır. Bu durum ya toplam hacim artmasından ya da sitrik asitin kullanımına neden olan mikrofloranın gelişmesiyle ilişkili olabilir. Sitrat pozitif bakteriler yani *Lactococcus* veya *Leuconostoc* 'ların bazı suşları tarafından sitrat hızlı bir şekilde metabolize edilebilmektedirler (Izco ve Tormo, 2004). Anaerobik koşullarda laktobasiller pirüvik ve sitrik asitin olduğu ortamlarda diasetil ve asetoin üretmektedirler. Daha önce yapılan çalışmalarda sitrik asit içerikleri arasında belirgin

bir farklılık bulunmaktadır. Adrihakari ve ark (2002) rekonstitüe sütün ürettikleri set tip yoğurtta 22 günlük depolama sırasında sitrik asiti 657 mg/100 g ile 632 mg/100 g arasında belirlerken; inkübasyon girişı ise 773.6 mg/100g tespit etmiştir. Serra ve ark. (2009), yağsız süttozu ile kurumadde artırımı yapılmış sütün üretilen yoğurtta 28 günlük depolama sırasında 1123 mg/kg-1086 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Akalın ve ark.(1998), çiğ sütte sitrik asiti 1080 mg/kg ve %3 yağsız süttozu kullanarak ürettikleri yoğurtta ise 14 günlük depolama sonucunda 700 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Dolayısıyla yoğurtta sitrik asit, çiğ sütün sitrik asit içeriğine, yoğurt üretim teknolojisine (kurumadde artırımı, kültür) bağılı olarak değişebilir. Nitekim Torre ve ark. (2003), MY087 kültürünü kullandığı yoğurtlarda depolamanın sonunda (22 gün) sitrik asiti 748 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Sitrik asit fermentasyonu sırasında oluşan diğerk bir organik asit suksinik asit ise tüm yoğurtlarda depolama sırasında bir artma eğilimi göstermiştir. Yoğurt sütüne zencefil suyu+bal ilavesinin en belirgin etkisi suksinik asitte gözlemlenmiştir. Söz konusu asit YZB1 ve YZB2 yoğurtlarda diğerklerine kıyasla önemli düzeyde yüksek tespit edilmiştir. Bu durum balın yüksek suksinik asit içeriğı (Çizelge 4.10) ile ilişkili olabilir. Anılan yoğurtlar ve YZ2'de depolama sırasında süksinik asitte değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğerk yandan bakteriler glukoz üzerinden fosfoenolpruvat yolunu kullanarak malik, fumarik ve suksinik asit oluşturabilirler (Song ve Lee, 2006). Suksinik asit acı ve tuzlumsu bir aromaya neden olabilir.

Ürik asit depolama süresince azalma göstermiştir. En düşük değerkler K yoğurdunda tespit edilmiştir. K-YZB1 ve YZB2 yoğurtları arası depolama süresince önemli bir fark tespit edilmiştir ($p<0.001$). Bunun dışında depolama boyunca aynı oranlarda zencefil suyu içeren ve bal içermeyen yoğurtlar arasında (YZ1-YZB1; $p<0.01$) ve (YZ2-YZB2; $p<0.001$) önemli farklar tespit edilmiştir.

Sütte yaklaşık 65 mg/kg düzeyinde belirlenen hippurik asit ise yoğurt üretimi ve depolama sırasında bir azalma eğilimi göstermiştir. Tüm yoğurtlarda fermentasyon sırasında önemli düzeyde azalmıştır ($p<0.01$). Depolama sırasında da YZB1 ve YZB2 yoğurtları hariç diğerk yoğurtlarda azalmaya devam etmiştir. Bazı araştırmacılar (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Güler, 2013; Vénica ve ark., 2014), fermentasyon ve depolama sırasında yoğurtlarda hippurik asitte azalma gözlemlenmişlerdir. Süte kıyasla depolamanın 1. gününde hippürik asitte yaklaşık %50

civarında azalma gözlemlenmiştir. Bal+zencefil suyu oranının artması hippurik asit azalmasını artırıcı yönde etkilemiştir.

Bu durum yoğurtda toplam mikrofloranın değişmesiyle ilişkili olabilir. Sieber ve ark. (1995) tarafından bildirildiği üzere hippurik asitte azalma onun benzoik asite dönüşmesinden kaynaklanabilir. Nitekim çalışmamızda depolama sırasında kontrol, YZB1 ve YZB2 örneklerinde benzoik asit içeriğinin arttığı gözlemlenmiştir. Bilindiği üzere benzoik asit bir koruyucu olarak rol oynayarak yoğurdun raf ömrünün uzamasına katkı sağlayabilir.

Bütirik asit depolama süresince artış göstermiştir. Depolama süresince meydana gelen değişimlerin K yoğurdunda ($p<0.01$) hem zencefil suyu hem de bal içeren yoğurtlarda ($p<0.5$ ve $p<0.01$) önemli tespit edilmiştir. En yüksek değerler sırasıyla K, YZ ve YZB yoğurtlarında görülmüştür. Bütirik asit süt yağının hidrolizi sonucu ortaya çıkan bileşendir. Zencefil suyu iz miktarda yağ içerirken bal yağ içermemektedir. Bu durum hem zencefil suyu hem bal içeren yoğurtların en düşük bütirik asit seviyesine sahip olmasını açıklamaktadır. Bütirik asit miktarları farklı çalışmalar sonucu farklı sonuçlar göstermektedir. Adhikari ve ark. (2002) tarafından ortalama 7 gün depolama sonunda 200 mg/100 g olarak tespit edilirken; Güler ve Park (2011) tarafından yapılan çalışmada farklı ticari set tipi yoğurtlarda 3.6 ile 14.7 µg/100 g arasında belirlenmiştir.

4.5. Uçucu Bileşenler

4.5.1. Süt Örneklerinde Uçucu Bileşenler

Çiğ sütte, karboksilik asit (4), aldehit (8), keton (8), alkol (5), ester (1), terpen (1) ve hidrokarbon (8) kimyasal gruplarında toplam 35 uçucu bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Yoğurt üretiminde kullanılan sütte aldehit, keton ve hidrokarbonların oranları birbirine benzer olmuştur. Çiğ sütte alken grubu bileşenlerin fazlalığı hayvanın beslenmesi ile ilişkili olabilir. Nitekim Buchin ve ark. (1998) tarafından yarı sert peynirle ilişkili olarak yapılan bir çalışmada alken bileşenlerin hayvanın yemine göre değiştiğinden bahsetmişlerdir. Toso ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışmada ise çiğ inek sütünde toplam 41 bileşen tespit edilmiştir. Bunların arasında çalışmamıza benzer olarak en yüksek grubu aldehit bileşenlerinin daha sonra aynı miktarda alkol ve keton grubu bileşenlerinin olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Sütte tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Bileşen Adı	RT	RI	% pik alanı
Asitler (4)			
Asetik asit	18.85	1540	2.46±0.65
Hekzanoik asit	28.07	>	2.93±0.95
Oktanoik asit	32.46	>	4.79±1.52
Benzoik asit	39.83	>	2.69±0.93
Aldehitler (8)			
Asetaldehit	4.67	807	3.63±0.87
Pentanal	5.34	866	5.31±1.64
Hekzanal	9.34	1102	3.34±0.74
n-Heptanal	11.85	1186	2.29±0.45
Oktanal	14.59	1300	1.98±0.61
Nonanal	17.35	1445	2.62±0.75
Benzaldehit	21.06	1704	1.94±0.68
(E)- 2-Desenal	23.74	1942	1.50±0.54
Ketonlar (8)			
Acetone	5.80	904	4.18±1.89
Diasetil	7.32	999	4.11±1.42
2-Pentanone	8.60	1065	2.78±0.64
2-Heptanon	11.79	1184	4.51±1.55
2,3-Oktanediön	15.44	1342	2.32±0.51
2-Nonanon	17.24	1439	3.26±0.62
2-Undekanon	22.53	1832	2.88±0.92
2-Tridekanon	27.38	>	1.25±0.25
Alkoller (5)			
1-Dekanol	10.49	1140	1.69±0.63
1-Metoksi-2-butanol	16.15	1378	1.44±0.54
3-Oktanol	17.92	1479	1.02±0.48
1-Heptanol	18.80	1537	1.94±0.89
1-Oktanol	21.38	1732	2.61±0.24
Hidrokarbonlar (10)			
γ –Terpinen	13.35	1246	1.12±0.26
1,3-Bütadien	4.30	719	6.47±2.24
1-Hexene	4.47	779	0.92±1.51
1,3-Bütadien. 2-metil-	4.57	794	2.04±1.13
1-Hepten	4.82	864	4.25±1.21
1-Okten	5.46	876	5.64±2.06
1-Nonen	6.59	953	2.50±0.99
1-Desen	8.32	1051	2.33±0.87
Metilbenzen.	8.51	1060	0.80±0.86
1-Undesen	10.23	1132	2.87±1.32
Ester			
Butanoik asit 2-propenil ester	11.46	1173	2.71

RT: Alikonma süresi (dk). RI: Alikonma indeksi

Çiğ sütün uçucu bileşen dağılımı Moio ve ark. (1993) tarafından yapılan çalışmadan oldukça farklılık göstermektedir. Söz konusu çalışmada en fazla oranda tespit edilen bileşenler esterler olmuş onu aldehit ve ketonlar izlemiştir. Bununla beraber süt yağında da uçucu bileşen analizi gerçekleştirilmiştir.

Süt yağında, 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undecanon ve 2-tridecanon ketonları olmak üzere 4 bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Süt yağında tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları (ort $\pm$ sd; n=3)

RT	RI	Bileşen Adı	% pik alanı
11.78	1183	2-Heptanon	26.99 $\pm$ 2.90
17.24	1439	2-Nonanon	39.25 $\pm$ 4.23
22.53	1832	2-Undekanon	26.48 $\pm$ 2.65
27.37	>	2-Tridekanon	7.28 $\pm$ 0.21

RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi

4.5.2. Zencefil Suyu Örneklerinde Uçucu Bileşenler

Zencefil suyunda toplam 143 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Başlıca bileşenler zingiberen (%24), β -seskuipellandren (%11), sabinen (%10), β -bisabolen (%6.51), kampen (%5), (E)-sitral (%4), α -kurkumen (%4), α -farnesen (%4), α -pinen (%3), z-sitral (%2), 1,8-sineol (%2), l-borneol ve β -mirisen (%1.45) oluşmuştur. Wu ve Yang (1994)' α -terpinen (%12), α -bergamoten (%12), geranial (%11), 1,8-sineol (%9), neral (%7), farnesen (%6), β -seskuipellandren (%6), β -pellandren (%5), α -kurkumen (%4), α -pinen (%4), miresen (%3), nerol (%2), ve α -zingiberen (%1)'i başlıca bileşenler olarak tespit etmiştir. Farklı çalışmalarda da farklı sonuçlarla karşılaşmak mümkündür. Bunun nedeni zencefilin türüne, yetiştiği bölgeye ve kullanılan ekstraksiyon yöntemlerin farklılığı olabilmektedir.

Çizelge 4.13. Zencefil suyunda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları (ort±sd; n=2)

RT	RI	Bileşen Adı	%	RT	RI	Bileşen Adı	%	RT	RI	Bileşen Adı	%
4.30	719	Bisiklo[1.1.0]butan	İz	10.31	11342	n-Butil Furan	İz	15.50	1345	Siklohekzen. 3.4-Dietenil-3-Metil-	İz
4.49	772	1.3-Butadien. 2-metil-	0.02	10.45	1139	Siklobuten. 2-Propeniliden-	İz	15.89	13656	-Metil-5-Hepten-2-on	0.11±0.004
4.56	792	1.3-Pentadien. (Z)-	İz	11.00	1157β	-Mirisen	1.45±0.042	16.30	13855	-Heptenal. 2.6-Dimetil-	0.10±0.003
4.67	807	1-Buten-3-in	İz	11.13	11621	-Pellandren	0.86±0.021	16.56	1398	Benzen. 1-Etenil-3-Metil-	0.02
4.84	822	1.3-Siklopentadien	İz	11.26	1166β	-Terpinen	0.06±0.007	16.72	1408	Alloosimen	İz
4.96	832	Z-2-Penten-4-in	İz	11.51	1174α	-Terpinen	0.24±0.007	17.22	14382	-Nonanon	0.10±0.011
5.15	849	1.3-Pentadien. 2-Metil-	İz	11.70	11811	6-Heptadien-3-in	İz	17.34	1445β	-cis-Osime	İz
5.52	882	Trisiklo[4.1.0.02.7]heptan	İz	11.78	11832	-Heptanon	İz	17.47	1452m	-Timol	0.11±0.021
5.80	904	5-Metilsiklopentadien	İz	11.83	1185n	-Heptanal	İz	17.97	1482	Perillen	0.04±0.007
6.56	952	Benzen	İz	12.04	1192dl	-Limonen	2.35±0.85	18.33	1504	Benzen.1-etenil-4-metoksi	İz
6.81	967	2-Kloroasetaldehit	İz	12.41	1206	Sabinen	10.49±0.81	18.42	15102	-Oktenal	0.04±0.007
6.94	975	3-Metilen-Siklohekzen	İz	12.46	12081	8-Sineol	1.96±0.005	18.58	1521p	-Izopropeniltoluen	0.03±0.005
7.23	993	1.4-Sikloheksadien.1-Metil-	İz	12.85	12252	-Hekzenal. (E)-	0.04±0.001	18.68	1528	Linalil Oksit	İz
7.78	10232	-Pinen	3.70±0.003	12.89	1226Z	-Osim	0.07±0.008	19.17	1562δ	-Elemen	0.02±0
8.19	1044δ	3-Karen	İz	13.29	1244γ	-Terpinen	0.11±0.006	19.60	1592β	-Sitronellal	0.31±0.042
8.23	10461	3-Hekzadien-5-in	İz	13.38	1247E	-β-Osime	İz	19.74	1602	Siklosativen	0.45±0.039
8.34	10521	3.5-Sikloheptatrien	0.04±0.005	13.82	1266	Sinamen	İz	19.94	1617α	-Kubeben	0.76±0.11
8.52	1061	Toluen	0.06±0.001	13.95	1272	Metil Bornil Eter	0.03±0	20.37	16502	-Nonanol	0.08±0.002
8.66	1068E	Z-3-Etilidensiklohekzen	İz	14.05	1277	Benzen. 1-Metil-4-	0.18±0.003	20.88	16902	-Kampanon	0.08±0
8.78	1074α	-Terpinolen	0.03±0.004	14.32	1288α	-Terpinolene	0.42±0.004	21.10	1708	Linalool	0.39±0.014
8.96	1084	Kampen	5.31±0.13	14.43	1293	Spiro[4.4]nona-1.6-dien	İz	21.65	1755α	-Pinen Oksit	0.02±0.007
9.12	1092	Propanoik Asit. 2-Kloro-	0.02±0.004	14.55	1298	Oktanal	0.03±0	21.94	1779α	-Thujon	0.12±0.49
9.29	1100	Ethanol. 2.2'-(metilimino)bis-	İz	14.94	1317(Z)	-4.8-Dimetil-1.3.7-Nonatrien	0.05	22.10	1793β	-Gurjunen	0.21±0
9.72	1115β	-Pinen	0.39±0	15.19	13302	-Heptanol	0.10±0.006	22.24	1805α	-Fensil Asetat	0.25±0.014
10.09	1127	Fenil Asetaldehit	İz	15.55	13482	-Hekzilfuran	İz	22.42	1822β	-Elemen	0.97±0.16

Çizelge 4.13. Zencefil suyunda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları (ort±sd; n=2) (Devam)

RT	RI	Bileşen Adı	%	RT	RI	Bileşen Adı	%	RT	RI	Bileşen Adı	%
22.53	1832	2-Undekanon	0.50±0.13	26.02	>	E.E-. α .-Farnesen	4.03±0.04	31.93	>	Luminol	0.11±0.008
22.73	1850	Terpinene-4-ol	0.33±0.04	26.28	>	β .-Kubeben	0.83±0.004	32.07	>	Nerolidol	0.19±0.006
22.83	1859	α .-Muurolen	0.03	26.32	>	E-. γ .-Bisabolen	0.52±0	32.18	>	7.7Diklorobisiklo(3.2.0)Hept-2-en-6-on	0.02±0.005
23.05	1879	α .-Gurjunen	0.19±0.007	26.40	>	δ .-Kadinen	0.53±0.04	32.46	>	Oktanoik Asit	0.03±0.005
23.27	1900	Z-p-2-Menten-1-ol	0.04±0	26.53	>	γ .-Kadinen	0.12±0.007	32.71	>	trans-Nusiferol	İz
23.56	1925	γ .-Elemen	0.67±0.13	26.73	>	β .-Seskuipellandren	11.09±0.45	32.90	>	Safranal	0.02±0
23.63	1932	(-) Mirtenal	0.12±0.002	26.83	>	α .-Kurkumen	4.33±0.52	33.08	>	Elemol	0.19±0.02
23.74	1942	2-Desenal. (E)-	0.12±0.02	27.06	>	Kadina-1.4-dien	0.10±0.001	33.84	>	(+)-Sativen	0.04±0.006
23.90	1956	Aromadendren	0.33±0.007	27.17	>	Mirtenol	0.12±0.006	34.35	>	(+)- β -Guaien	0.03±0
24.03	1968	E-. β .-Farnesen	0.80±0.007	27.25	>	Aromadendren VI	0.08±0.004	34.73	>	(-)- α -Sedren	0.02±0
24.26	1989	β .-Maalien	0.19±0.002	27.39	>	Metil Undesil Keton	0.09±0.021	34.87	>	(+)- δ .-Selinen	0.03±0
24.33	1995	Germakrene-D	0.12±0.004	27.81	>	(+)- α .-Longipinen	0.03±0	35.09	>	β .-Patkoulun	0.06±0.006
24.53	2014	β .-Selinen	0.39±0.001	27.89	>	α .-Kopaene-8-ol	0.02±0	35.20	>	t-Muurolol	0.02±0.007
24.70	2029	Z-Sitral	2.02±0.35	28.08	>	p-Simen	0.18±0.03	35.65	>	Thujopsen	0.03±0.001
24.77	2035	Bisiklohept-2-ene. 2.6-Dimetil-6-0	0.37±0	28.16	>	Germakrene B	0.34±0.007	35.92	>	α .-Odesmol	0.05±0.002
24.83	2041	α .-Amorfen	0.22±0	28.53	>	β .-Sedren	İz	36.05	>	α .-Kadinol	0.03±0.003
24.93	2050	(+)- α .-Terpineol	0.71±0.09	28.74	>	Karyopillen	İz	36.11	>	β .-Odesmol	0.09±0.021
25.13	2068	Borneol-L	1.46±0.19	28.81	>	1 S-Z-Kalamen	İz	36.49	>	Aristolen Epoksit	0.17±0.04
25.25	2079	(+,-)-Kamigren	0.32±0.021	29.44	>	Kuinolin. 2.4-Dimetil-	İz	36.60	>	2.6.10-Dodekatrienal. 3.7.11-Trimetil(E.E)-	0.03±0
25.62	>	Zingiberen	24.30±0.68	29.65	>	Bisabolen Oksit	İz	36.77	>	β .-Himakalen	0.09±001
25.71	>	β .-Bisabolen	6.27±0.28	29.97	>	α .-Kalakoren	İz	37.72	>	Geranik	0.07±0.002
25.78	>	α .-Selinen	0.28±0	31.22	>	Seskuikamen	0.02±0.003				
25.89	>	2.6-Oktadienal. 3.7-Dimetil-	4.02±0.98	31.38	>	α .-Bergamoten	0.12±0.02				

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir *p<0.5 **p<0.01*** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi

4.5.3. Balda Tespit Edilen Uçucu Bileşenler

Bal örneklerinde yapılan uçucu bileşen analizi sonucu çok sayıda uçucu bileşen (14) tespit edilmemiştir (Çizelge 4.14). Bu bileşenler arasında 5 aldehit, 2 alkol, 1 ester, furanoid, keton, alkan, asit, piran ve furan bileşenleri olmuştur. Balın uçucu bileşen içeriği bölgenin florasına, yüksekliğe ve çeşide göre farklılık göstermektedir. Balda en fazla belirlenen bileşen grubu aldehitler olurken; en yüksek miktarda belirlenen bileşen oktanoik asit olmuştur. Alissandrakis ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada turuncgil çiçeklerinin ve balının uçucu profili çalışılmış ve linalool bileşiğinin temel bileşen olduğu tespit edilmiştir. Diğer bileşenlerin %80 kadarının da bu bileşikten türeyen bileşenler olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise baskın bileşen olarak belirlenmemiştir. Bu durum yine balın çeşidine ve analiz koşullarına (ekstraksiyon şartları, sıcaklık, süre, ısı programı vb.) bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir.

Çizelge 4.14. Balda tespit edilen uçucu bileşenlerin % pik alanları (ort±sd; n=2)

RT	RI	Bileşen Adı	% Pik Alanı
4.28	714	Asetaldehit	6.15±0.18
7.47	1007	Etanol	10.53±0.01
22.88	1864	Nonanal	4.45±0.18
24.87	2045	Linalool oksit(2)	2.57±0.00
25.93	>	Furan-3-karboksaldehit	5.33±0.24
28.08	>	Benzaldehit	7.84±0.16
31.75	>	Fenil asetaldehit	11.66±0.18
32.48	>	Oktanoik Asit	12.10±0.28
33.11	>	2.6.6-Trimetil-2-siklohekzen-1.4-dione	3.64±0.06
36.56	>	β.-d4-tetrahidropiran	4.20±0.28
37.24	>	Butanoik asit.oktil ester	6.58±0.34
37.41	>	1.3-Di(isobutoksikarbonil)-2.4.4-trimetilpentan	9.84±0.03
38.37	>	Benzeneetanol	9.40±0.00
40.50	>	4.5-dimethyl-2-formilfuran	5.71±0.25

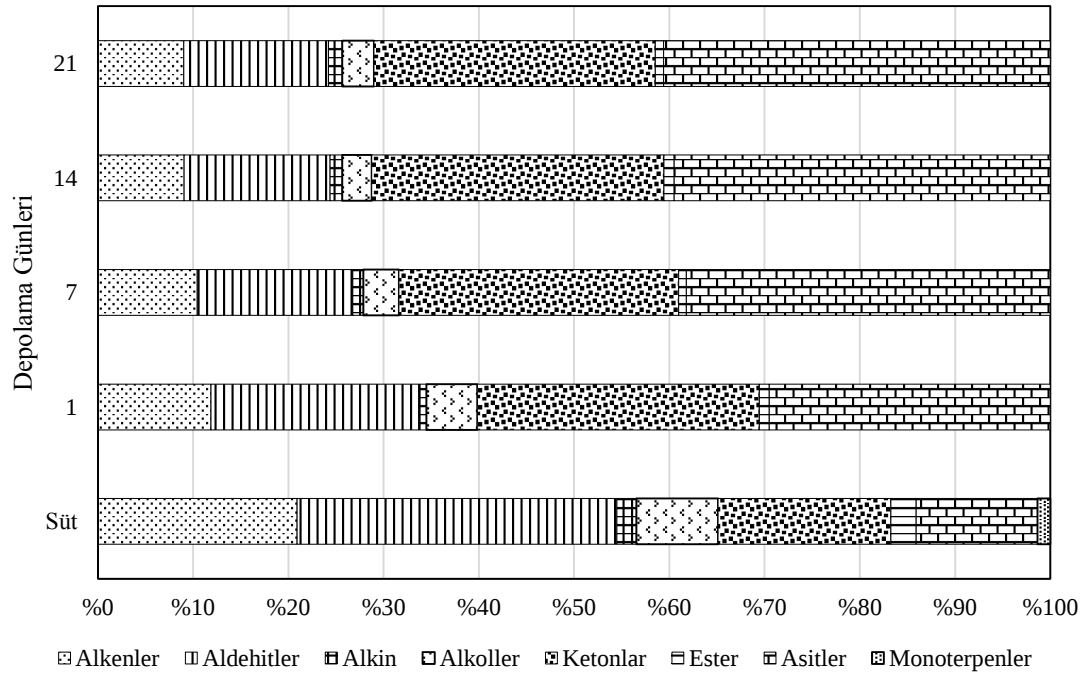
RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi

4.5.4. Yoğurtlarda Uçucu Bileşenler

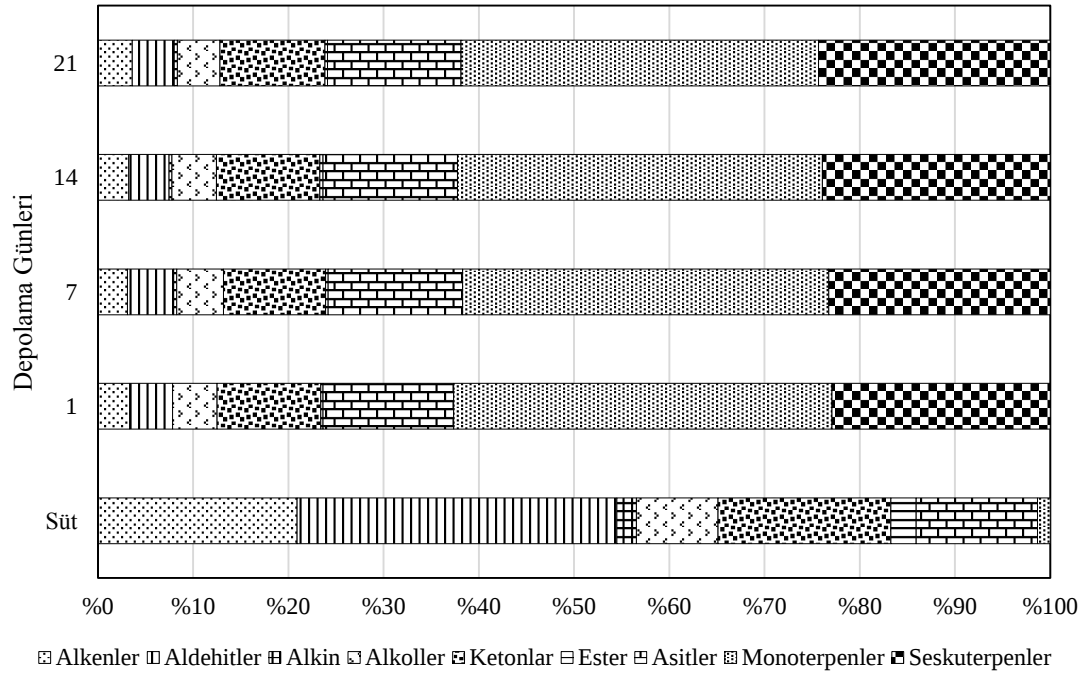
Fermentasyon süreci yoğurdun karakteristik aroma profilini oluşturmaktadır. Yoğurt aroması starter kültür mikroorganizmalarının metabolik aktivitelerinden, laktoz ve proteinlerde enzim aktiviteleri sonucu meydana gelen kimyasal değişimlerden ve

taze sütten gelen bileşenlerden oluşmaktadır (Alonso ve Fraga, 2001; McGorin, 2001). Yo urdun aroma profili oldukça karmaşıktır. Pek çok faktörle beraber kullanılan starter kültüre, sütün kaynağına, formülasyona ve üretim koşullarına bağlıdır (Routray ve Mishra, 2011). Bu çalışmada üretilen yoğurtlarda da hem bu etkenlerin hem de zenginleştirme amacıyla kullanılan bileşenlerin etkileri gözlemlenmiştir. Üretilen yoğurtlarda farklı oranlarda uçucu bileşenler belirlenmiştir. Kontrol yo urunda toplamda 34 uçucu bileşen belirlenirken; %0.5 zencefil suyu içeren yo urtta 56, %1.5 zencefil suyu içeren yo urtta 75 , %0.5 zencefil suyu ve bal içeren yo urtta 62 ve son olarak %1.5 zencefil suyu ve bal içeren yo urtta 76 uçucu bileşen belirlenmiştir. En çok bileşen %1.5 oranında sade zencefil suyu ve yine %1.5 oranında hem zencefil suyu hem de bal içeren yoğurtlarda tespit edilirken en az sayıda bileşen kontrol yo urunda belirlenmiştir. Zencefil suyu uçucu bileşenler açısından oldukça zengin bir üründür. Zencefil suyunun uçucu bileşen analizi sonucu özellikle terpen bileşenlerini yüksek oranlarda içerdikleri görülmüştür. Bu durum yo urtlara da yansımıştır. Yoğurtlarda tespit edilen uçucu bileşenler alkenler, aldehitler, alkoller, ketonlar, asitler, alkin, ester, furan ve terpenler olmuştur.

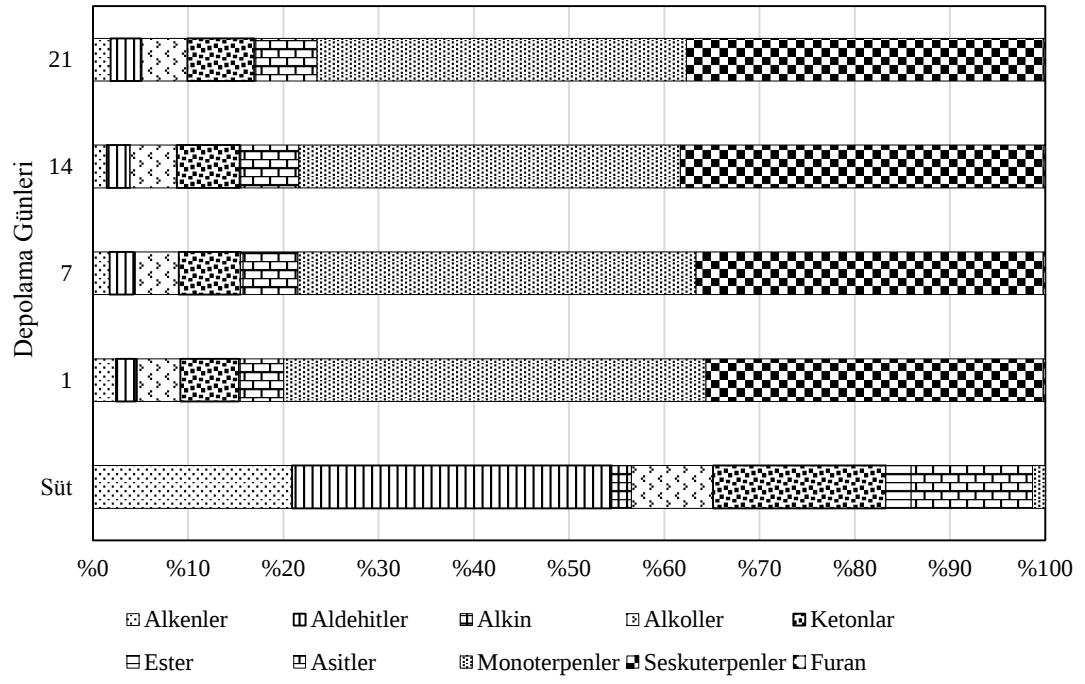
Yoğurtlarda 6 karboksilik asit tespit edilmiş ve bunlardan asetik ve benzoik asitler en yüksek oranda belirlenmiştir ( izelge 4.15). Uçucu bileşenler yüzde pik alanı olarak ifade edildiğinden uçucu bileşen sayısı artması her bir bileşenin relatif oranının azalmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan kontrol hariç diğer yoğurtlarda özellikle zencefil suyu u ucularından dolayı relatif oranlar düşük olabilmektedir. Ancak her bir bileşen açısından her bir yoğurt örneğinde depolama sırasında gözlemlenen eğilim çok daha önemli olabilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında en az uçucu bileşen sayısına sahip olan kontrol yo urunda asitler en fazla oranda (%37), tespit edilirken ( ekil 4.8); onu %0.5 oranında zencefil suyu içeren (%10) ve %1.5 zencefil sulu yoğurtlar (%6) izlemiştir ( ekil 4.13). Belirlenen asitler asetik asit, butanoik asit, propanedioik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit ve benzoik asit olmuştur. Bilindiği üzere karboksilik asitler yo urda asidik bir aroma kazandırmaktadırlar (Mounchili ve ark., 2005; Ott ve ark., 1997).



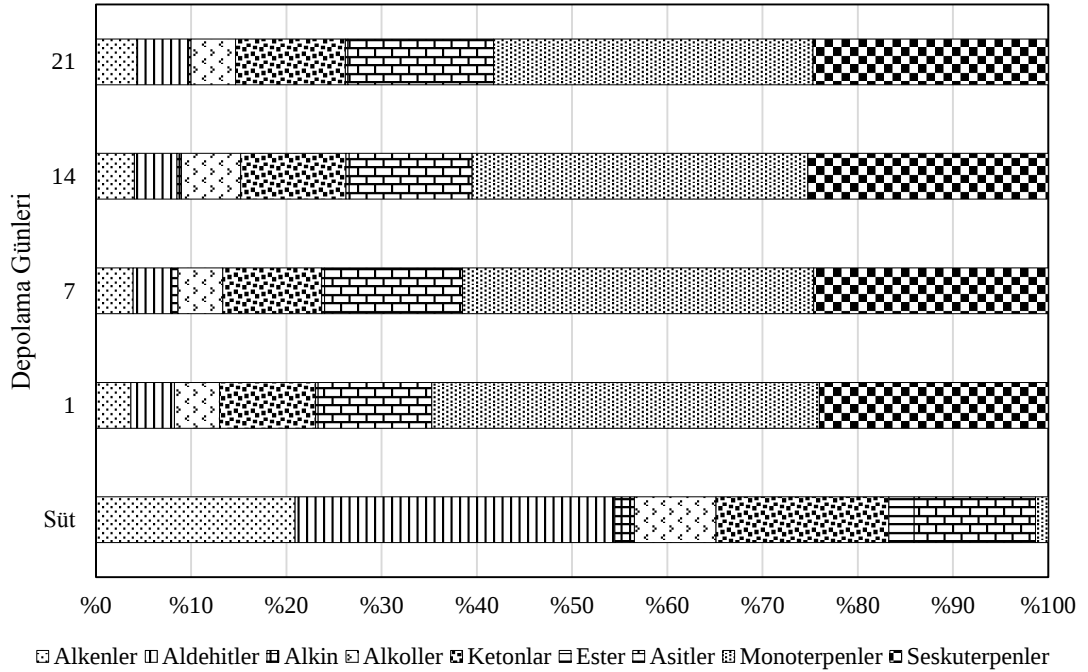
Şekil 4.8. Süt ve depolama sırasında kontrol yoğurtlarının kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler (%)



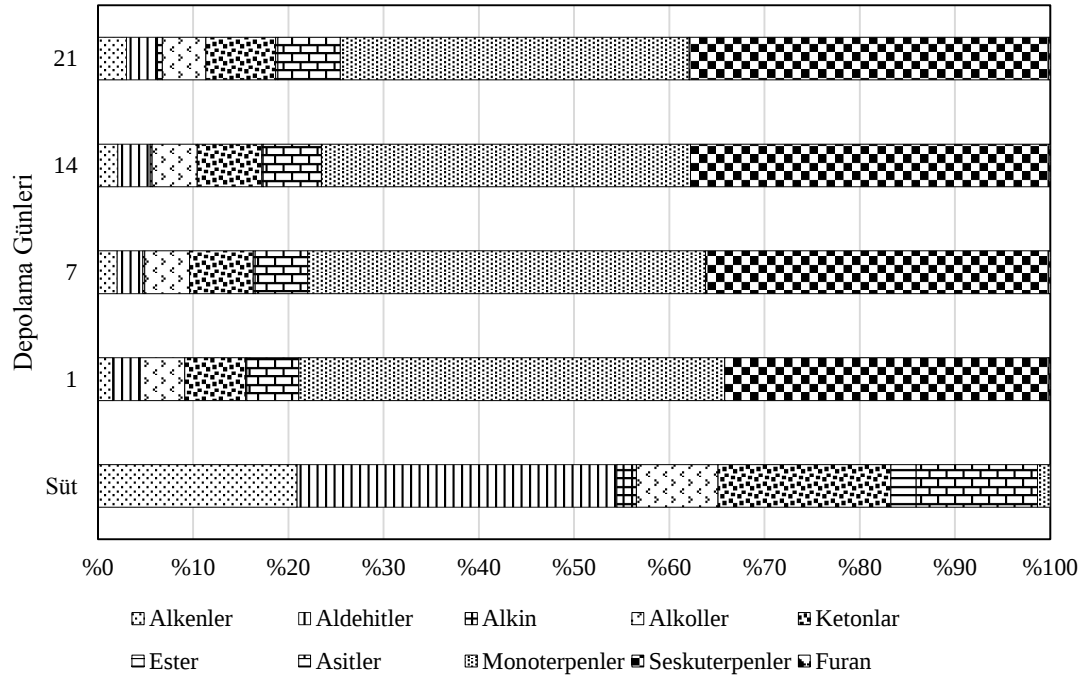
Şekil 4.9. Süt ve depolama sırasında %0.5 zencefil suyu içeren yoğurtlarının (YZ1) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler (%)



Şekil 4.10. Süt ve depolama sırasında %1.5 zencefil suyu içeren yoğurtlarının (YZ2) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler (%)



Şekil 4.11. Süt ve depolama sırasında %0.5 zencefil suyu ve %0.5 bal içeren yoğurtlarının (YZB1) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler (%)



Şekil 4.12. Süt ve depolama sırasında %1.5 zencefil suyu ve %1.5 bal içeren yoğurtlarının (YZB2) kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenlerindeki değişimler (%)

Çizelge 4.15. Yoğurtlarda depolama sırasında asit bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Asitler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Asetik Asit	18.85	1540	1	7.59±1.01 ^a	4.52±0.58 ^b	1.43±0.63 ^c	***	7.31±1.08 ^{a,B}	2.97±0.25 ^{b,C}	1.25±0.65 ^b	*	***	ö.d
			7	8.24±0.83 ^a	4.43±0.73 ^b	1.63±0.63 ^c	**	8.57±1.11 ^{a,B}	3.27±0.18 ^{b,BC}	1.28±0.70 ^c	***	**	ö.d
			14	11.34±3.20 ^a	4.23±0.37 ^b	1.84±0.89 ^b	***	11.37±3.93 ^{a,A}	3.28±0.36 ^{b,B}	1.38±0.63 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	11.37±3.75 ^a	3.77±0.75 ^b	1.84±0.76 ^b	***	11.17±2.16 ^{a,A}	4.42±0.43 ^{b,A}	1.50±0.39 ^c	***	**	ö.d
			Ort	9.64±2.01	4.24±0.61	1.69±0.73		9.60±2.07	3.49±0.31	1.35±0.59			
			P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.	*		***	ö.d.			
Butanoik Asit	23.19	1892	1	2.45±0.54 ^a	1.16±0.34 ^b	0.36±0.14 ^c	***	2.35±0.66 ^a	1.13±0.50 ^b	0.53±0.09 ^c	***	ö.d.	*
			7	3.39±0.69 ^a	1.22±0.37 ^b	0.40±0.10 ^c	***	3.26±0.52 ^a	1.13±0.20 ^b	0.55±0.14 ^b	***	ö.d.	*
			14	3.23±0.91 ^a	1.21±0.48 ^b	0.42±0.14 ^c	***	3.08±0.85 ^a	1.20±0.45 ^b	0.56±0.10 ^b	***	ö.d.	*
			21	3.31±0.40 ^a	1.27±0.14 ^b	0.44±0.13 ^c	***	3.53±0.71 ^a	1.28±0.34 ^b	0.66±0.11 ^b	***	ö.d.	**
			Ort	3.10±0.64	1.22±0.33	0.41±0.13		3.06±0.69	1.18±0.38	0.58±0.11			
			P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d	ö.d	ö.d			
Propanediyoyik Asit	24.17	1981	1	0.70±0.21	-	-		1.21±0.06	0.37±0.12	0.19±0.04	**		
			7	1.30±0.56	0.39±0.11	0.19±0.03	ö.d.	1.39±0.18	0.33±0.09	0.15±0.03	ö.d.		
			14	1.11±0.16	0.47±0.16	0.10±0.01	*	1.10±0.23 ^a	0.38±0.06 ^b	0.15±0.09 ^b	***	ö.d.	ö.d.
			21	1.04±0.13 ^a	0.39±0.01 ^b	0.31±0.11 ^b	***	1.21±0.19	0.40±0.10	-	**	ö.d.	
			Ort	1.04±0.21	0.41±0.01	0.20±0.03		1.23±0.17	0.37±0.04	0.16±0.01			
			P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d	ö.d	ö.d			

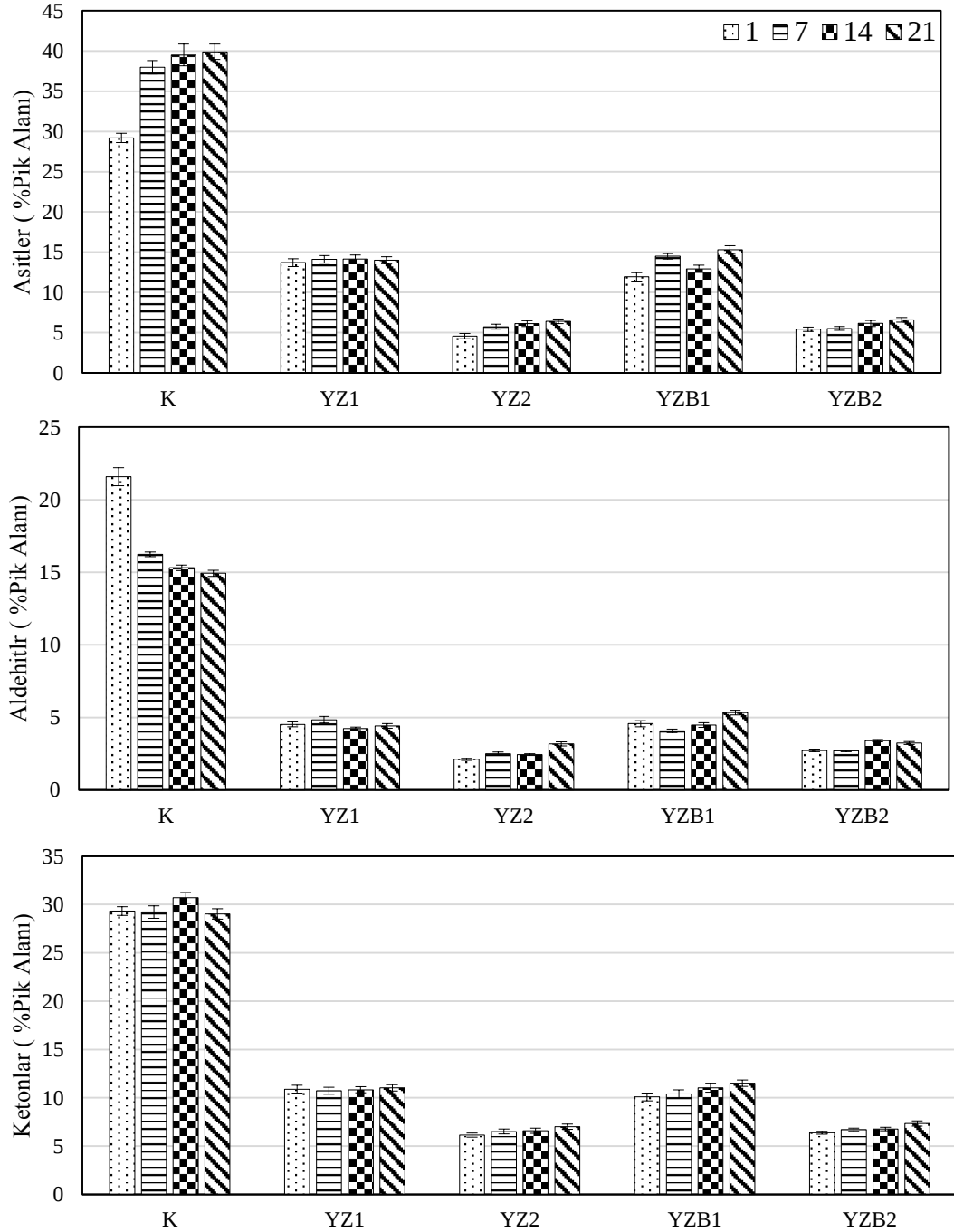
Çizelge 4.15. Yoğurtlarda depolama sırasında asit bileşiklerinin -% pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Asitler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Hekzanoik Asit	28.09	>	1	9.83±1.28 ^a	4.18±0.83 ^b	1.30±0.18 ^{c,B}	***	9.72±1.31 ^a	4.46±0.95 ^b	1.67±0.15 ^{c,C}	***	ö.d.	***
			7	11.07±1.18 ^a	4.25±0.96 ^b	1.49±0.16 ^{c,AB}	***	11.42±1.13 ^a	4.53±1.15 ^b	1.81±0.15 ^{c,BC}	***	ö.d.	***
			14	11.13±1.26 ^a	4.61±0.71 ^b	1.56±0.33 ^{c,A}	***	10.82±1.40 ^a	4.66±0.65 ^b	1.99±0.35 ^{c,AB}	***	ö.d.	*
			21	11.84±0.96 ^a	4.74±0.76 ^b	1.56±0.16 ^{c,A}	***	11.36±1.18 ^a	4.85±0.96 ^b	2.06±0.16 ^{c,A}	***	ö.d.	***
			Ort	10.97±1.17	4.44±0.82	1.48±0.21		10.83±1.26	4.63±0.93	1.88±0.20			
			P2	ö.d.	ö.d.	*		ö.d.	ö.d.	**			
Benzoik Asit	39.83	>	1	6.42±0.23 ^{a,B}	2.50±0.98 ^b	0.92±0.35 ^c	***	6.37±0.43 ^{a,B}	1.71±0.90 ^B	1.17±0.52 ^b	**	ö.d.	ö.d.
			7	8.72±0.81 ^{a,AB}	2.35±0.65 ^b	1.22±0.41 ^b	***	8.86±1.26 ^{a,AB}	3.69±0.12 ^A	1.07±0.37 ^c	***	***	ö.d.
			14	9.98±1.65 ^{a,A}	2.24±0.91 ^b	1.20±0.58 ^b	***	9.63±1.28 ^{a,A}	3.76±0.56 ^A	1.25±0.78 ^c	***	**	ö.d.
			21	9.98±0.14 ^{a,A}	2.22±0.31 ^b	1.23±0.41 ^c	***	9.58±0.16 ^{a,A}	3.82±0.44 ^A	1.50±0.95 ^c	***	***	ö.d.
			Ort	8.78±0.71	2.33±0.65	1.14±0.44		8.66±0.78	3.24±0.51	1.25±0.66			
			P2	*	ö.d.	ö.d.		**	***	ö.d.			
Oktanoik Asit	32.48	>	1	3.12±0.53 ^a	1.36±0.26 ^b	0.60±0.19 ^c	***	3.07±0.58 ^{a,B}	1.32±0.48 ^b	0.65±0.20 ^c	***	ö.d.	ö.d.
			7	3.83±0.98 ^a	1.32±0.26 ^b	0.75±0.16 ^b	***	3.94±0.70 ^{a,AB}	1.45±0.39 ^b	0.65±0.11 ^c	***	ö.d.	ö.d.
			14	4.06±0.96 ^a	1.46±0.53 ^b	0.72±0.24 ^c	***	3.96±0.92 ^{a,A}	1.63±0.74 ^b	0.78±0.24 ^c	***	ö.d.	ö.d.
			21	4.07±0.28 ^a	1.46±0.58 ^b	0.74±0.15 ^c	***	3.92±0.08 ^{a,A}	1.73±0.66 ^b	0.84±0.18 ^c	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	3.77±0.69	1.40±0.40	0.70±0.19		3.72±0.57	1.53±0.57	0.73±0.18			
			P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		*	ö.d.	ö.d.			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01 *** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: K-YZB1-YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi

Süt ve süt ürünlerinde bulunan asitler süt kaynaklı olabildikleri gibi fermentasyon süresince yoğurt starter bakterileri vasıtasıyla yağ hidrolizinden (lipoliz), laktoz fermentasyonundan ya da amino asitlerden oluşabilmektedirler (Sfakianakis ve Tzia, 2014). Asitlerde genel olarak daha önceki çalışmalarla uyumlu bir şekilde artış gözlemlenmiştir (Wolf ve ark., 2015; Gaafar, 1992; Güler ve Balci, 2011; Güven ve ark., 2005). En yüksek miktarlarda belirlenen asitler asetik asit, hekzanoik asit ve benzoik asit olmuştur. Depolama süresince yoğurtlar arasındaki (K-YZ1-YZ2 ve K-YZB1-YZB2) farklar önemli bulunmuştur. Bütanoik asit ve propanediyonik asit sütte tespit edilmemesine karşın yoğurtlarda tespit edilmiştir. Kontrol yoğurdunda belirlenen tüm asitlerin oranı süte kıyasla bir artış göstermiştir. Oktanoik asit aynı zamanda balda ve zencefil suyunda da belirlenmiştir. Güler ve Park (2011) asetik asiti ve kısa zincirli yağ asitlerinden hekzanoik asiti set tip yoğurtlarda en fazla oranda tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Dan ve ark. (2017)'da asetik asitle birlikte heksanoik asiti hem *Streptococcus thermophilus* IMAU80842 hem *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* IMAU20401 hem de her iki kültürün birlikte kullanıldığı fermente sütte yüksek oranda belirlemişlerdir. Ancak hem karışık kültürde hem de yalnız hem *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*'un kullanıldığı fermente sütte anılan asit diğerine kıyasla daha fazla tespit edilmiştir. Araştırmacılar asetik asitin yoğurda “sirke benzeri” “keskin” ve “asidik” bir tada neden olduğunu ifade etmişlerdir. Asetik asitin yanısıra hekzanoik asitte yoğurta lezzetin ve fonksiyonelliğin önemli etmenlerinden biri olarak gözükmektedir. Hekzanoik asit “keskin” ve “rancid” bir lezzete neden olabilmektedir. Dan ve ark. (2017), *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*'un düşük pH ortamlarında hem asetik hem hekzanoik asit oluşumuna neden olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir yüksek oranda belirlenen karboksilik asitlerden benzoik asit, Güler ve Park (2011) ve Güler (2007) tarafından yoğurtlarda tespit edilmiştir. Bilindiği gibi benzoik asit yoğurt kültürleri tarafından hippurik asitin parçalanmasıyla oluşabilmektedir. Söz konusu asit doğal bir koruyucu olarak rol oynamaktadır. Benzoik asitte süte kıyasla artma hippurik asitte gözlemlenen azalmayla uyumlu olmaktadır. Yoğurt gibi fermente ürünlerde benzoik asit, laktik asit bakterilerinin bazı suşları vasıta ile benzaldehitin oto-oksidasyonu sonucu da oluşabilmektedir (Sieber ve ark., 1994). Ancak çalışmamızda benzaldehit depolama sırasında önemli bir değişim göstermemesine karşın benzoik asit önemli düzeyde kontrol ve YZB1 yoğurdunda artmış; diğer yoğurtlarda ise artma eğilimi

göstermiştir. Aldehitler kimyasal sınıfında (Çizelge 4.15) 7 uçucu bileşen tüm yoğurtlarda tespit edilmiştir. En yüksek aldehit oranı kontrol yoğurdunda (%16) tespit edilirken; zencefil suyu oranının artması aldehit oranını %4'den %2-3'e düşürmüştür (Şekil 4.12).



Şekil 4.13. Depolama sırasında yoğurtların toplam asit, aldehit ve keton bileşenlerinin değişim

Aldehitlerden beklendiği üzere asetaldehit en fazla oranda tespit edilmiştir. Anılan aldehit tüm yoğurtlarda depolama sırasında artış göstermiştir (Şekil 4.13). Asetaldehit çoğunlukla laktoz metabolizmasından pirüvat dekarboksilasyonu sonucu üretilebileceği gibi pirüvat format liyaz enzimi aracılığıyla bir ara ürün olan asetil koenzim A'nın üretilmesi sonucu veya amino asit metabolizması sonucu yani treonin aldolaz enzimi vasıtasıyla treonin'den ya da strecker parçalanması ile alanin amino asitinden üretilebilmektedir (Raya ve ark., 1986; Gonzalez ve ark., 1994). Bunun yanı sıra asetaldehit üretiminde laktik asit bakterileri suşlarının önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Güler ve Gülsoy-Balcı, 2011). *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* bazı araştırmacılar tarafından *Streptococcus thermophilus* bakterisine göre asetaldehit üretimi açısından daha üstün olarak tespit edilirken bazıları ise tam tersini bildirmişlerdir (Marshall ve Cole, 1983; Ott ve ark., 1997). Asetaldehit tipik yoğurt aromasına katkıda bulunan baskın bileşen olarak değerlendirilmektedir (Bottazzi ve ark., 1973; Kneifel ve ark., 1992; Ott ve ark., 1999). Kontrol yoğurdunda yüksek miktarda tespitine rağmen zenginleştirme yapılan yoğurtlarda daha düşük oranlarda tespit edilmişlerdir. Saf asetaldehit keskin bir tada sahipken seyreltilmiş konsantrasyonu hoşta giden meyvemsi bir tat kazandırmaktadır (Cheng, 2010). Aldehitlerden asetaldehitin yanı sıra pentanal, benzaldehit ve oktanal tüm yoğurtlarda tespit edilirken; 3-metil-2-butenal kontrol yoğurdunda depolamanın tüm zamanlarında, (E)-9.11-dodekadienal depolamanın bazı günlerinde, hekzanal ise depolamanın başlarında kontrol yoğurdunda yüksek olmak üzere tüm yoğurtlarda belirlenmiştir. Ancak depolamanın sonunda hekzanal hiçbir yoğurtta bulunmamıştır. Genellikle yağ asitlerinin oksidasyonundan oluşan hekzanal yoğurtlarda sıklıkla karşılaşılan bir bileşen olmamaktadır. Ancak açık tip pastörizasyonda 80-85 °C'de 20-30 ısıl işlem uygulanan sütlerden üretilen yoğurtlarda 95°C'de 5 dk ısıl işlem uygulananlara kıyasla pentanal gibi aldehitlerin yüksekliği süreye bağlı olarak oksidasyonla ilişkilendirilmiştir (Şekerli, 2013; Sfakianakis ve Tzia, 2017). Diğer yandan sütte linoleik asit içeriğinin yüksekliği de bu oluşumu hızlandırabilir. Depolamanın ilerlemesiyle aldehitler eş karbon sayılı alkollerine indirgenmiş olabilmektedirler. Hekzanal'ın ise meyvemsi, taze ve yağlı bir tat kazandırdığı bildirilmektedir (Mounchili ve ark., 2005). Aldehitlerden oktanal zencefil suyunda da tespit edilmiştir. Bal ve zencefil suyu ya da zencefil suyu ilaveli yoğurtlarda benzaldehit, linalool ile girişim yapmıştır.

Çizelge 4.16. Yoğurtlarda depolama sırasında aldehit bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Aldehitler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Asetaldehit	4.67	807	1	6.14±0.62 ^a	1.86±0.09 ^b	0.94±0.10 ^c	***	6.37±0.73 ^a	1.81±0.55 ^b	1.41±0.29 ^c	***	ö.d	ö.d
			7	6.16±0.19 ^a	2.44±0.46 ^b	1.18±0.33 ^c	***	6.69±0.10 ^a	2.03±0.29 ^b	1.48±0.06 ^c	***	ö.d	ö.d
			14	6.91±0.15 ^a	2.51±0.31 ^b	1.21±0.14 ^c	***	6.55±0.58 ^a	2.23±0.29 ^b	1.49±0.23 ^c	***	ö.d	ö.d
			21	7.06±0.39 ^a	2.54±0.70 ^b	1.30±0.50 ^c	***	6.71±0.53 ^a	2.29±0.35 ^b	1.62±0.46 ^c	***	ö.d	ö.d
			Ort	6.57±0.34	2.34±0.39	1.16±0.27		6.58±0.49	2.09±0.37	1.50±0.26			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			
Pentanal	5.34	866	1	1.13±0.40 ^{a,B}	0.52±0.35 ^b	0.26±0.21 ^b	**	1.80±0.67 ^a	0.47±0.18 ^b	0.33±0.09 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	1.35±0.48 ^{a,B}	0.52±0.33 ^b	0.25±0.14 ^b	***	1.92±0.16 ^a	0.47±0.34 ^b	0.35±0.16 ^b	***	ö.d	ö.d
			14	1.93±0.58 ^{a,A}	0.47±0.19 ^b	0.26±0.10 ^b	***	1.94±0.49 ^a	0.59±0.25 ^b	0.38±0.19 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	1.94±0.28 ^{a,A}	0.47±0.23 ^b	0.38±0.14 ^b	***	1.91±0.10 ^a	0.62±0.29 ^b	0.53±0.09 ^b	***	ö.d	ö.d
			Ort	1.59±0.46	0.49±0.28	0.29±0.15		1.89±0.36	0.54±0.27	0.40±0.13			
			P2	**	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			
Hekzanal	9.33	1102	1	8.95±1.55	0.87±0.49	-	***	8.01±2.80 ^a	0.87±0.45 ^b	0.16±0.05 ^b	***	ö.d	
			7	3.13±0.37	0.16±0.10	-	**	2.70±0.42	-	-			
			14	1.49±0.32	-	-		1.83±0.74	-	0.51±0.24	ö.d.		
			21	-	-	-		-	-	-			
			Ort	4.52±0.64	0.52±0.30			4.18±0.89	0.87±0.45	0.34±0.03			
			P2	**	ö.d			**	ö.d	*			
2-Butenal.3-metil-12.39	1205		1	1.09±0.23	-	-		0.89±0.18	-	-			
			7	1.02±0.26 ^a	0.39±0.08 ^b	0.16±0.03 ^b	*	0.96±0.41	0.23±0.03	-	ö.d.		
			14	1.38±0.46	-	-		1.21±0.33	-	-			
			21	1.39±0.58	-	-		1.30±0.45	-	-			
			Ort	1.22±0.16	0.39±0.08	0.16±0.03		1.09±0.29	0,23±0.03				
			P2	ö.d				ö.d.					

Çizelge 4.16. Yoğurtlarda depolama sırasında aldehit bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Aldehitler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
(E)-9.11-Dodekadienal	13.51	1257	1	0.68±0.18	-	-		0.54±0.05	0.28±0.04	-	ö.d.		
			7	-	-	-	-		0.28±0.06	-			
			14	-	-	-	-		0.26±0.03	0.15±0.01	**		
			21	0.90±0.26	-	0.13±0.02	**	0.91±0.13		0.19±0.02	***		
			Ort	0.79±0.24		0.13±0.02		0.73±0.06	0.28±0.01	0.17±0.02			
			<i>P2</i>				ö.d.		ö.d.	ö.d.			
Benzaldehit	21.10	1708	1	2.45±0.53 ^a	0.80±0.06 ^{b,B}	0.68±0.10 ^b	***	2.27±0.23 ^a	0.72±0.06 ^b	0.63±0.08 ^b	*	*	ö.d.
			7	2.62±0.11 ^a	0.76±0.05 ^{b,B}	0.69±0.06 ^b	***	2.46±0.06 ^a	0.69±0.04 ^b	0.64±0.08 ^b	***	**	ö.d.
			14	2.71±0.11 ^a	0.83±0.11 ^{b,AB}	0.72±0.13 ^b	***	2.47±0.41 ^a	0.71±0.14 ^b	0.67±0.08 ^b	***	*	ö.d.
			21	3.31±0.49 ^a	0.88±0.09 ^{b,A}	0.72±0.09 ^b	***	3.23±0.84 ^a	0.78±0.09 ^b	0.70±0.08 ^b	***	*	ö.d.
			Ort	2.77±0.31	0.82±0.08	0.70±0.09		2.61±0.39	0.73±0.08	0.66±0.08			
			<i>P2</i>	ö.d.	**	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
Oktanal	23.69	1937	1	0.98±0.58 ^a	0.49±0.21 ^b	0.29±0.10 ^b	**	1.06±0.40 ^a	0.45±0.21 ^b	0.21±0.09 ^b	**	ö.d.	ö.d.
			7	1.14±0.01 ^a	0.50±0.28 ^b	0.30±0.09 ^b	***	1.19±0.08 ^a	0.49±0.16 ^b	0.21±0.05 ^b	***	ö.d.	ö.d.
			14	1.35±0.01 ^a	0.50±0.05 ^b	0.29±0.04 ^c	***	1.15±0.18 ^a	0.56±0.34 ^b	0.21±0.06 ^c	***	ö.d.	*
			21	1.14±0.19 ^a	0.51±0.13 ^b	0.31±0.09 ^c	***	1.09±0.12 ^a	0.84±0.40 ^a	0.19±0.05 ^b	***	ö.d.	*
			Ort	1.15±0.19	0.50±0.17	0.30±0.08		1.12±0.18	0.58±0.25	0.20±0.06			
			<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01*** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi. (-):Tespit edilmedi.

Ketonlar diğerk uçuucu bileşenler gibi yoğurta bulunan ve aromasından sorumlu bileşenlerdir. Asetoin, yoğurdun başlıca aroma bileşenlerinden olan asetaldehitten yüksek belirlenmiştir. Kontrol yoğurdu hariç tüm yoğurtlarda 8 keton bileşeni tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Ketonlardan yalnızca 6-metil-5-hepten-2-on kontrol yoğurdunda belirlenmemiştir. Aslında söz konusu keton yoğurda zencefil katılıp-katılmadığının bir indikatörü olabilmektedir. Zencefil suyu oranının artması anılan ketonda bir artışa neden olmuştur. YZ1 ve YZB1; YZ2 ve YZB2 yoğurtlar arasında anılan bileşen açısından önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Keton bileşenleri depolama sırasında yoğurtlarda önemli düzeyde bir değişim göstermemiştir. Yalnızca 2-heptanon YZB2; diasetil YZ2 ve YZB2 ve aseton YZ1 yoğurtlarında önemli düzeyde artmıştır. Depolama süresini göz ardı ettiğimizde yoğurtlarda en fazla oranda asetoin belirlenirken, onu 2-heptanon, diasetil, 2-nonanon, 2,3-pentanedion, 2-undekanon ve aseton izlemiştir (Çizelge 4.17). Diğerk bir ifadeyle karbonil bileşenlerinden asetoin diasetilden yüksek belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Güler ve Gülsoy-Balcı (2011) ve Tamime ve Robinson, (2001) tarafından da elde edilmiştir. Diasetilin yoğurtta oluşumu konusunda literatürde karışık görüşler yer almaktadır. Xanthopoulos ve ark. (2001), yoğurt starter kültürlerinin diasetil oluşturmamayacağını; Beshkova ve ark. (1998)'da yalnız *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve karışık kültürün (*L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *S. thermophilus*) hem fermentasyon hem de depolama sırasında diasetil oluşturduğunu vurgulamıştır. Starter bakteriler tarafından diasetil de asetoine indirgenebilmektedir (Urbach, 1995). Diğerk yandan kontrol yoğurdunda tespit edilen ketonları Şekerli (2013) ve Ott ve ark. (1999)'da yoğurtlarda tespit etmişlerdir. Ott ve ark. (1999) miks kültür laktik (-) kullanılan daha düşük asitli yoğurtlarda (5-4.5 pH), miks kültür laktik (+) asidik yoğurtlara (4-4.5 pH) kıyasla diasetil ve 2,3-pentadione'nun 2-3 kat daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar laktik (+) laktobasil'in (4.2-3.5 pH aralığı) depolama sırasında diasetile kıyasla yüksek oranda 2,3-pentadienon ve asetaldehit oluşturduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla çalışmamızda da yoğurtların pH aralığı depolama sırasında 3.8-4.1 olduğundan araştırmacılar tespitlerine uyumlu bir sonuç elde edilmiştir. Söz konusu (Ott ve ark.,1999) araştırmacılar oksidatif dekarboksilasyon ile 2-asetolaktat ve 2-aseto-2-hidroksibütirat'dan sırasıyla diasetil ve asetoin; ve 2,3-pentadienone'nin oluştuğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.17. Yoğurtlarda depolama sırasında keton bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Ketonlar	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Aseton	4.57	794	1	0.98±0.11 ^a	0.28±0.09 ^b	0.14±0.01 ^{b,B}	***	0.91±0.20 ^a	0.30±0.10 ^b	0.15±0.03 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	0.92±0.10 ^a	0.25±0.01 ^b	0.16±0.04 ^{b,B}	***	0.80±0.13	0.31±0.19	0.20±0.03	ö.d	ö.d	ö.d
			14	0.88±0.25 ^a	0.44±0.25 ^b	0.17±0.08 ^{b,B}	**	0.79±0.04 ^a	0.34±0.09 ^b	0.22±0.13 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	0.84±0.28 ^a	0.36±0.20 ^b	0.43±0.15 ^{b,A}	*	0.77±0.03	0.43±0.09	0.40±0.49	ö.d	ö.d	ö.d
			Ort	0.91±0.19	0.33±0.14	0.23±0.04		0.82±0.07	0.34±0.12	0.24±0.17			
			P2	ö.d	ö.d	**		ö.d	ö.d	ö.d			
Diasetil	7.26	995	1	4.47±0.93 ^a	1.65±0.41 ^b	0.57±0.14 ^{c,C}	***	4.53±0.50 ^{a,B}	1.49±0.49 ^b	0.76±0.15 ^{c,B}	***	ö.d	*
			7	4.72±0.73 ^a	1.71±0.41 ^b	0.66±0.11 ^{c,BC}	***	4.38±0.84 ^{a,A}	1.61±0.36 ^b	0.90±0.05 ^{c,A}	***	ö.d	***
			14	4.99±0.69 ^a	1.73±0.24 ^b	0.69±0.08 ^{c,AB}	***	5.03±0.31 ^{a,A}	1.64±0.46 ^b	0.91±0.10 ^{c,A}	***	ö.d	***
			21	4.98±0.53 ^a	1.78±0.39 ^b	0.78±0.13 ^{c,A}	***	4.94±0.69 ^{a,A}	1.77±0.29 ^b	0.99±0.14 ^{c,A}	***	ö.d	**
			Ort	4.79±0.72	1.72±0.36	0.67±0.12		4.72±0.59	1.63±0.40	0.89±0.11			
			P2	ö.d	ö.d	**		ö.d	ö.d	**			
2,3-Pentanedion	8.79	1075	1	3.96±0.29 ^a	1.60±0.71 ^b	1.01±0.37 ^b	***	3.75±0.64 ^a	1.25±0.32 ^b	1.01±0.14 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	3.93±0.71 ^a	1.58±0.28 ^b	0.93±0.63 ^c	***	3.92±0.30 ^a	1.36±0.68 ^b	1.04±0.20 ^b	***	ö.d	ö.d
			14	4.19±0.75 ^a	1.57±0.54 ^b	0.89±0.46 ^c	***	4.06±0.88 ^a	1.36±0.30 ^b	1.02±0.09 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	4.02±0.08 ^a	1.61±0.48 ^b	0.94±0.18 ^b	***	3.93±0.29 ^a	1.77±0.73 ^b	1.15±0.24 ^c	***	ö.d	*
			Ort	4.03±0.46	1.59±0.50	0.94±0.41		3.91±0.53	1.63±0.51	1.06±0.17			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			
2-Heptanon	11.79	1184	1	5.63±0.23 ^a	1.26±0.56 ^b	0.59±0.18 ^c	***	6.06±0.81 ^a	1.13±0.48 ^b	0.56±0.14 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			7	6.07±0.95 ^a	1.31±0.43 ^b	0.70±0.15 ^b	***	6.34±0.33 ^a	1.30±0.35 ^b	0.57±0.10 ^{c,B}	***	ö.d	*
			14	6.13±0.74 ^a	1.41±0.28 ^b	0.67±0.40 ^c	***	6.12±0.81 ^a	1.75±0.87 ^b	0.58±0.14 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			21	5.02±0.90 ^a	1.50±0.68 ^b	0.78±0.38 ^c	***	5.73±0.76 ^a	1.76±0.56 ^b	0.76±0.16 ^{b,A}	***	ö.d	ö.d
			Ort	5.71±0.71	1.37±0.49	0.69±0.28		6.06±0.68	1.48±0.57	0.62±0.14			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	*			

Çizelge 4.17. Yoğurtlarda depolama sırasında keton bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Ketonlar	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Asetoin	14.71	1306	1	9.24±0.54 ^a	2.81±0.29 ^b	1.21±0.25 ^c	***	9.14±0.73 ^a	2.79±0.73 ^b	1.59±0.20 ^c	***	ö.d	**
			7	8.80±0.96 ^a	2.69±0.41 ^b	1.39±0.54 ^c	***	9.00±1.16 ^a	2.74±0.43 ^b	1.61±0.30 ^c	***	ö.d.	ö.d
			14	8.25±0.90 ^a	2.55±0.25 ^b	1.50±0.44 ^c	***	7.82±0.73 ^a	2.59±0.61 ^b	1.62±0.41 ^c	***	ö.d	ö.d
			21	8.10±0.86 ^a	2.52±0.16 ^b	1.53±0.71 ^c	***	7.74±0.68 ^a	2.53±0.45 ^b	1.63±0.51 ^c	***	ö.d	ö.d
			Ort	8.60±0.82	2.65±0.28	1.41±0.49		8.42±0.83	2.66±0.56	1.61±0.61			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
6-Methyl-5-Hepten-2-On	15.91	1366	1	-	0.81±0.39	1.12±0.30	ö.d.	-	0.83±0.51	1.06±0.26	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	-	0.79±0.46	1.07±0.28	ö.d.	-	0.75±0.49	1.03±0.28	ö.d.	ö.d.	ö.d
			14	-	0.76±0.10	1.04±0.39	ö.d.	-	0.74±0.53	0.99±0.33	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	-	0.75±0.10	1.03±0.20	**	-	0.71±0.20	0.95±0.25	ö.d	ö.d	ö.d
			Ort		0.78±0.21	1.07±0.29			0.76±0.43	1.00±0.28			
			P2		ö.d	ö.d			ö.d.	ö.d.			
2-Nonanon	17.26	1440	1	4.51±0.84 ^a	1.89±0.78 ^b	1.02±0.24 ^b	***	4.35±0.91 ^a	1.70±0.58 ^b	0.77±0.10 ^c	***	ö.d	*
			7	4.66±0.95 ^a	1.79±0.68 ^b	0.99±0.23 ^c	***	4.75±0.66 ^a	1.76±0.83 ^b	0.80±0.20 ^c	***	ö.d	ö.d
			14	4.89±0.88 ^a	1.78±0.75 ^b	1.06±0.15 ^b	***	4.70±0.78 ^a	1.88±0.76 ^b	0.90±0.18 ^c	***	ö.d	ö.d
			21	4.35±0.76 ^a	1.78±0.65 ^b	1.03±0.33 ^c	***	4.28±0.63 ^a	1.88±0.23 ^b	0.90±0.18 ^c	***	ö.d	ö.d
			Ort	4.60±0.86	1.81±0.72	1.03±0.24		4.52±0.75	1.80±0.60	0.84±0.17			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
2-Undekanon	22.54	1833	1	1.09±0.60 ^a	0.53±0.05 ^b	0.55±0.20 ^b	*	0.92±0.43 ^a	0.53±0.10 ^b	0.52±0.06 ^b	*	ö.d.	ö.d.
			7	1.38±0.83 ^a	0.51±0.10 ^b	0.55±0.10 ^b	**	1.26±0.28 ^a	0.53±0.14 ^b	0.51±0.23 ^b	***	ö.d.	ö.d
			14	1.35±0.29 ^a	0.54±0.05 ^b	0.56±0.20 ^b	***	1.25±0.51 ^a	0.53±0.09 ^b	0.54±0.19 ^b	***	ö.d.	ö.d
			21	1.40±0.86 ^a	0.52±0.03 ^b	0.55±0.08 ^b	**	1.33±0.96 ^a	0.50±0.16 ^b	0.54±0.15 ^b	*	ö.d.	ö.d
			Ort	1.31±0.65	0.52±0.06	0.55±0.15		1.19±0.55	0.52±0.12	0.53±0.16			
			P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d	ö.d	ö.d			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir *p<0.5 **p<0.01*** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi. (-):Tespit edilmedi.

Diğer yandan Monnet ve Corrieu (2007) çalışmalarında termofilik starter kültürlerin sitratı metabolize edemediklerini (Cit(-)) ve bu nedenle diketonların yalnızca pirüvattan geldiğini belirtmişlerdir. *S. thermophilus* suşları α -asetolaktat sintaz ve asetohidroksi asit sintaz enzimlerine sahiptirler ve bu enzimlerin aktiviteleri sonucu pirüvattan α -asetolaktat ve 2-hidroksiasetolaktat üretirler. Bu iki α -aseto asit genelde pH dengesini korumak adına kendiliğinden gerçekleşen dekarboksilasyon ile daha nötral bileşenlere metabolize olabilmektedir (Tsau ve ark., 1992). Bu bileşenler daha sonra diasetile veya enzim mekanizması yoluyla valin, lösin veya izolösin gibi dallanmış zincire sahip aminoasitlere dönüştürülebilir (Monnet ve Corrieu, 2007). Anılan aminoasitler asit üretiminden sorumlu olan *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* bakterileri için önemli oldukları belirlenmiştir (Ott ve ark., 2000). Ancak hem inkübasyon hem de depolama sırasında sitrik asitte bir azalma gözlemlenmiştir. Muhtemelen kullanılan yoğurt kültüründe Cit (+) suşlarda olabilir. Urbach (1995) yaptığı çalışmada diasetilin starter bakteriler tarafından diasetil redüktaz enzimi ile asetoine indirgenebileceğini ancak bu bileşenin hemen butan-2-on bileşenine indirgenmesinin starter olmayan bakterilerin varlığını gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada butan-2-on bileşeni yoğurt örneklerinde tespit edilen ketonlar arasında yer almamaktadır. Ancak tüm yoğurtlarda diasetil asetoine kıyasla daha düşük oranda tespit edilmiştir. Depolama süresinin söz konusu bileşenler üzerine etkisi kontrol yoğurdunda önemsiz bulunmuştur. Diasetil yoğurda tereyağı benzeri bir aroma kazandıran önemli bir bileşendir ve yüksek konsantrasyonlarda yoğurdun kalitesini geliştirebilmektedir. Diasetil'in yoğurdun lezzetine katkı sağladığı ve özellikle düşük seviyelerde asetaldehit içeren yoğurtlarda önemli olduğu bildirilmiştir (Groux, 1973). Asetoinin ise süt ürünlerine hafif “kremamsı”, kısmen “tatlı”, “tereyağı benzeri” bir tat kazandırdığı bildirilmiştir. Bununla beraber asetoinin aromasının diasetile kıyasla oldukça zayıf olduğu ve diasetil'in sert ya da keskin aromasını azalttığı belirtilmektedir (Collins, 1972). Diasetil, asetoin ile beraber ‘hafif’, ‘hoşa giden’, ‘tereyağı benzeri’ bir tat kazandırmakta ve yoğurt aromasının algılanmasında kritik bileşenler oldukları belirtilmiştir (Carcoba ve ark., 2000). Bir diğer keton aseton'un yoğurdun lezzetine düşük miktarda da olsa katkı sağladığı düşünülmektedir. Asetonun genellikle süttten kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Ayrıca yoğurt bakterileri de belirli miktarlarda üretmektedirler. Sütte az miktarda bulunmasına rağmen karbohidrat metabolizması ve yağın parçalanması sonucu

da oluşabilmektedir. Kontrol yoğurdunda aseton oranları Şekerli (2013)'nin sonuçları ile uyumludur. Araştırmacı aseton oranının hem yoğurt üretiminde kullanılan süte uygulanan ısıtma işlemi hem de ticari yoğurt kültürünün çeşidine bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Bazı araştırmacılar ise yoğurt aromasının oluşumu için asetaldehitin aseton'a oranının önemli olduğunu vurgulamışlar; tam yoğurt aroması oluşumu için anılan oranın 1:1 ve 2.8:1 olarak tespit etmişlerdir. Güler (2009) ise asetaldehitin aseton'a oranını 5.27 ve 27.33 olarak hesaplamışlardır. Araştırmacı CH-1 kültürünün kullanıldığı yoğurtlarda oranın daha büyük olduğunu gözlemlemiştir. Depolama süresini göz ardı ettiğimizde kontrol yoğurdunda yaklaşık 7.5:1 şeklinde bir oran belirtilmiştir. Bu sonuç yoğurt üretim protokolü benzer olan Şekerli (2013)'nin sonuçları (6.63) ile uyumludur. Diğer yandan 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanon metil ketonları ise C₈, C₁₀ ve C₁₂ karbon sayılı yağ asitlerinin β -oksidasyonu ve β -keto asitlerin dekarboksilasyonu ile oluşabilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Bu ketonlardan 2-undekanon diğerlerine kıyasla belirgin düzeyde az tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18'de görüldüğü üzere 1.2-butanediol ve 2-pentanol tüm yoğurtlarda belirlenirken; etanol depolamanın tüm günlerinde kontrol yoğurdunda ve diğer alkoller ise zencefil suyu ve zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlarda tespit edilmiştir. Yoğurtlarda toplamda 10 alkol bileşeni belirlenmiştir. Kontrol yoğurdunda depolamanın sonuna doğru etanolde önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar bazı araştırmacılar (Ekici ve Gürel, 2007; Şekerli, 2013) tarafından da elde edilmiştir. Bu sonuç asetaldehitte gözlemlenen artma ile uyumlu olmaktadır. Bilindiği üzere asetaldehit redüktaz enzimi ile etanol oluşmaktadır (Cheng, 2010). Diğer yandan bu durum olumlu olarak da değerlendirilebilir. Çünkü maya kontaminasyonu durumunda alkol etanol daha fazla oluşabilmektedir. Diğer yandan kontrol yoğurdunda en fazla oranda belirlenen 1,2-butanediol alkolü ise 2,3-butanediol'den yani diasetilden oluşmaktadır. Söz konusu çalışmada diasetil'de oluşan indirgenme ürünleri (asetoin, 2,3-butanediol) daha belirgin olarak kontrol yoğurdunda ön planda yer almaktadır. Diğer yandan lipid hidrolizinin ikincil katabolitleri olan metil ketonların indirgenmesi ile oluşan 2-pentanol ve 2-heptanol alkollerinden YZ2 ve YZB2 yoğurtları yalnızca 2-heptanol'ü ve tüm yoğurtlar ise 2-pentanol'ü içermişlerdir. Zencefil suyu içeren tüm yoğurtlar terpen alkollerinden izogeraniol ve geraniol'u diğer alkollere kıyasla yüksek oranda içermişlerdir.

Çizelge 4.18. Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Alkoller	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Etanol	6.54	950	1	1.48±0.13	-	-		2.01±0.41	-	-			
			7	1.01±0.16	-	-		1.14±0.03	-	-			
			14	0.68±0.09	-	-		0.56±0.13	1.18±0.95	-	ö.d		
			21	0.70±0.07	-	-		0.53±0.08	-	-			
			Ort	0.97±0.06				1.06±0.21	1.18±0.95				
			P2	*			*						
2-Heptanol	15.19	1330	1	-	-	0.31±0.05	-		0.27±0.10	0.28±0.11	ö.d.		ö.d
			7	-	0.31±0.03	0.30±0.18	ö.d.	-	-	0.24±0.07			ö.d
			14	-	0.28±0.03	0.24±0.05	ö.d.	-	0.25±0.04	0.24±0.04	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	-	0.27±0.08	0.26±0.06	ö.d.	-	0.28±0.03	0.24±0.04	ö.d	ö.d	ö.d
			Ort		0.29±0.04	0.28±0.07			0.27±0.05	0.25±0.06			
			P2		ö.d	ö.d			ö.d.	ö.d.			
1.2-Butanediol	16.23	1382	1	1.40±0.41 ^a	0.60±0.20 ^b	0.22±0.06 ^c	***	1.42±0.58 ^a	0.57±0.24 ^b	0.32±0.11 ^b	***	ö.d	*
			7	1.76±0.69 ^a	0.63±0.34 ^b	0.24±0.06 ^b	***	1.70±0.50 ^a	0.57±0.28 ^b	0.33±0.10 ^b	***	ö.d.	ö.d
			14	1.73±0.61 ^a	0.68±0.16 ^b	0.29±0.09 ^c	***	1.77±0.54 ^a	0.66±0.37 ^b	0.34±0.09 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	1.69±0.50 ^a	0.68±0.12 ^b	0.28±0.05 ^c	***	1.82±0.53 ^a	0.67±0.10 ^b	0.36±0.10 ^c	***	ö.d	ö.d
			Ort	1.65±0.55	0.65±0.21	0.26±0.07		1.68±0.54	0.62±0.25	0.34±0.10			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
2-Pentanol	16.62	1402	1	0.79±0.01 ^a	0.35±0.15 ^b	0.10±0.01 ^b	*	0.62±0.21 ^a	0.33±0.16 ^b	0.12±0.06 ^c	***	ö.d	ö.d
			7	0.96±0.09 ^a	0.28±0.03 ^b	0.13±0.10 ^c	***	0.78±0.41 ^a	0.45±0.14 ^a	0.17±0.06 ^b	**	ö.d	ö.d
			14	0.97±0.21 ^a	0.25±0.11 ^b	0.15±0.05 ^b	***	1.86±0.39 ^a	0.41±0.13 ^b	0.17±0.06 ^b	*	ö.d	ö.d
			21	0.90±0.36 ^a	0.24±0.05 ^b	0.15±0.04 ^b	***	1.86±0.55 ^a	0.42±0.09 ^b	0.18±0.05 ^b	**	**	ö.d
			Ort	0.91±0.17	0.28±0.09	0.13±0.05		0.78±0.39	0.40±0.13	0.16±0.06			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.	ö.d.			

Çizelge 4.18. Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

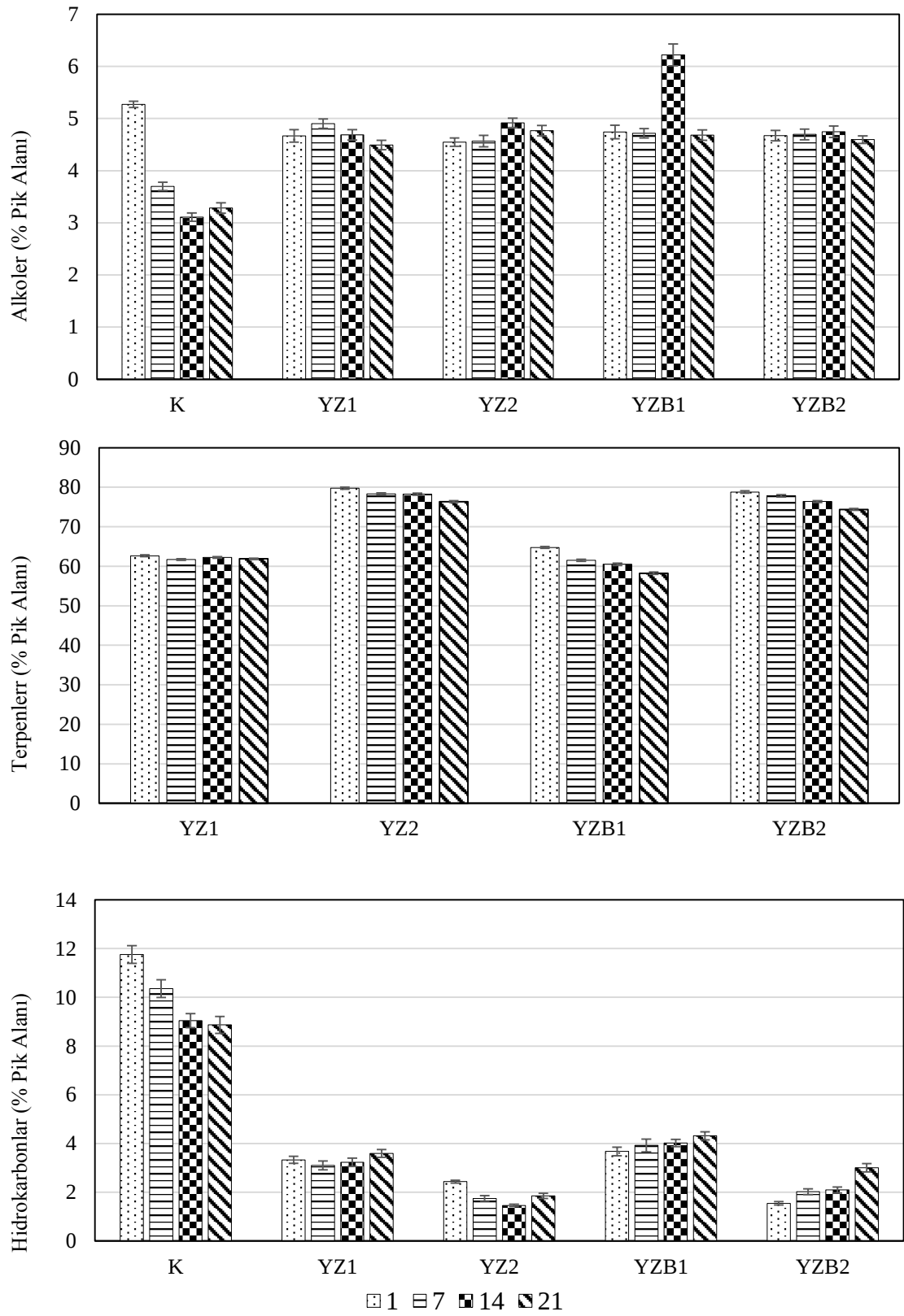
Alkoller	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
2-Nonanol	20.38	1651	1	-	-	0.17±0.03	-	-	-	0.16±0.01	-	-	ö.d.
			7	-	-	0.16±0.02	-	-	-	0.16±0.05	-	-	ö.d.
			14	-	-	0.17±0.03	-	-	-	0.17±0.02	-	-	ö.d.
			21	-	-	0.16±0.01	-	-	-	0.17±0.04	-	-	ö.d.
			Ort	-	-	0.16±0.01	-	-	-	0.16±0.01	-	-	
			P2	-	-	ö.d.	-	-	-	ö.d.	-	-	
1-Oktanol	21.40	1733	1	0.85±0.01 ^a	0.41±0.01 ^b	0.43±0.04 ^{b,A}	***	0.93±0.01 ^a	0.43±0.03 ^b	0.41±0.06 ^{b,A}	***	ö.d.	ö.d.
			7	-	0.36±0.04	0.42±0.05 ^A	ö.d.	-	0.43±0.06	0.40±0.08 ^A	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			14	-	0.36±0.08	0.42±0.05 ^A	ö.d.	-	0.42±0.05	0.36±0.03 ^{AB}	*	ö.d.	*
			21	0.70±0.10 ^a	0.31±0.08 ^b	0.35±0.06 ^{b,B}	***	-	0.36±0.03	0.33±0.04 ^B	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			Ort	0.78±0.06	0.36±0.05	0.41±0.05		0.93±0.01	0.41±0.04	0.37±0.03			
			P2	ö.d.	ö.d.	*			ö.d.	*			
4-Terpineol	22.75	1852	1	-	0.35±0.04	0.46±0.05	***	-	0.36±0.04	0.45±0.04	***	ö.d.	ö.d.
			7	-	0.40±0.09	0.47±0.05	ö.d.	-	0.36±0.05	0.45±0.04	***	ö.d.	ö.d.
			14	-	0.40±0.04	0.49±0.06	**	-	0.36±0.05	0.47±0.04	***	ö.d.	ö.d.
			21	-	0.39±0.06	0.50±0.04	***	-	0.38±0.04	0.49±0.06	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	-	0.38±0.05	0.48±0.05	-	-	0.36±0.05	0.46±0.05			
			P2	-	ö.d.	ö.d.	-	-	ö.d.	ö.d.			
(-)- α -Terpineol	24.93	2050	1	-	0.73±0.13	0.99±0.06	***	-	0.71±0.09	0.98±0.08	***	ö.d.	ö.d.
			7	-	0.70±0.05	0.99±0.11	***	-	0.68±0.03	0.99±0.11	***	ö.d.	ö.d.
			14	-	0.72±0.09	1.04±0.06	***	-	0.67±0.11	1.03±0.09	***	ö.d.	ö.d.
			21	-	0.74±0.11	1.03±0.11	***	-	0.65±0.09	1.03±0.11	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	-	0.72±0.09	1.01±0.09	-	-	0.68±0.08	1.01±0.10			
			P2	-	ö.d.	ö.d.	-	-	ö.d.	ö.d.			

Çizelge 4.18. Yoğurtlarda depolama sırasında alkol bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Alkoller	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Izogeraniol	27.36	>	1	-	0.93±0.34	0.97±0.31	ö.d.	-	0.84±0.40	1.04±0.24	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			7	-	0.88±0.34	1.02±0.29	ö.d.	-	0.91±0.35	1.07±0.36	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			14	-	0.88±0.26	1.10±0.33	ö.d.	-	0.88±0.38	1.15±0.26	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			21	-	0.82±0.21	1.11±0.30	*	-	0.85±0.43	1.07±0.14	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			Ort	-	0.88±0.26	1.05±0.32	-	-	0.87±0.39	1.08±0.25			
			P2	-	ö.d.	ö.d.	-	-	ö.d.	ö.d.			
Geraniol	28.14	>	1	-	1.32±0.10	0.91±0.26	*	-	1.25±0.23	0.94±0.20	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			7	-	1.29±0.06	0.92±0.24	*	-	1.20±0.03	0.88±0.26	*	*	ö.d.
			14	-	1.19±0.18	0.96±0.28	ö.d.	-	1.22±0.01	0.86±0.21	*	ö.d.	ö.d.
			21	-	1.12±0.28	0.95±0.34	ö.d.	-	1.21±0.24	0.74±0.15	**	ö.d.	ö.d.
			Ort	-	1.23±0.16	0.94±0.28	-	-	1.22±0.13	0.86±0.21			
			P2	-	ö.d.	ö.d.	-	-	ö.d.	ö.d.			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01*** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal.YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi. (-):Tespit edilmedi.

Terpenoidler, yüksek bitkilerde farklı hücre içi bölümlerinde yer alan iki farklı metabolik yol ile üretilen izopentil difosfat (IPP) ve onun allilik izomeri olan dimetilallil difosfat (DMAPP) bileşenlerinden üretilmektedirler. Sitozolde izopentil difosfattan asetil- CoA bileşeninin aktivasyonu ile mevalonik asit metabolik yolu ile (MVA) üretilmektedir (Newman ve Chappell 1999). Plastidlerde ise pirüvat ve gliseraldehit 3-fosfat bileşenlerinden üretilmektedir. Mevalonik asit metabolik yolundan bağımsız olan bu metabolik yola anahtar ana bileşen olan metileritritol fosfat (MEP) bileşiğinden dolayı MEP metabolik yolu olarak adlandırılmaktadır (Lichtenthaler, 1999). Önceleri izopentil difosfat bileşeninin seskuterpenler ve triterpenlerin üretilmesi amacıyla farnesil difosfata; plastidlerde üretilen izopentil difosfat bileşeninin ise mono-, di- ve tetraterpenlerin üretilmesi amacıyla geranil difosfat ve geranil geranil difosfata öncülük yaptığı düşünülmekte idi. Ancak bu iki izopentil difosfat metabolik yolu arasında özellikle plastidlerden sitozole doğru (Laule ve ark., 2003) meydana gelen etkileşimlerin yaygın olduğu bazı araştırmacılarca (Hemmerlin ve ark., 2003; Laule ve ark., 2003; Dudareva ve ark., 2005) ortaya konmuştur. İki metabolik yol arasındaki etkileşim Hemmerlin ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada belirlenmiştir. Ara bileşenler kesin olarak belirlenememiş ancak araştırmacılar belirli koşullar altında sitozolik ve plastidal izoprenoid metabolik yollarından elde edilen metabolitler arasında değişimler olduğuna dair kanıtlar ortaya koymuşlardır. Sitozolik ve plastidal izoprenoid metabolitlerinin plastid zarı boyunca geçişler meydana geldiği ve geçişlerin çift yönlü olabileceği de belirtilmiştir. İlginç bir şekilde aslanağzı çiçeklerinde yapılan bir çalışmada plastidlerde meydana gelen MEP metabolik yolunun hem plastidal hem monoterpen hem de sitozolik seskuterpen biyosentezi için izopentil difosfat öncüsü olduğu tespit edilmiştir (Dudarevae ve ark., 2005). Özetle terpenler izopren birimlerinden oluşan hidrokarbon bileşenleridir. Ancak oksijenin bağlanması sonucu terpenoid ismini alırken, aldehit ve alkolleride oluşabilmektedir. Terpen bileşenleri çalışmada kontrol yoğurdunda tespit edilememiştir (Şekil 4.14). Diğer yoğurt örneklerinde ise kullanılan zencefil suyundan dolayı uçucu bileşenlerin büyük bir kısmını yüksek oranda terpen bileşenleri oluşturmaktadır. Tespit edilen terpen bileşenlerinin büyük bir kısmını monoterpenler; onu takiben seskuterpenler oluşturmaktadır (Çizelge 4.19).



Şekil 4.14. Depolama sırasında yoğurtların toplam alkol, terpen ve hidrokarbon bileşenlerinin değişimi

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Monoterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
3-Karen	7.78	1023	1	-	0.15±0.03	-	0.17±0.08	-	-		
			7	-	0.15±0.03	-	0.16±0.06	-	-		
			14	-	0.15±0.02	-	0.15±0.03	-	-		
			21	-	0.16±0.01	-	0.17±0.04	-	-		
			Ort	-	0.15±0.01	-	0.16±0.01	-	-		
			P2	-	ö.d	-	ö.d.	-	-		
1S-.α.-Pinen (2-Pinen)	8.05	1037	1	2.35±0.44	2.52±0.40	ö.d.	2.43±0.58	2.62±0.68	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	2.29±0.34	2.43±0.36	ö.d.	2.17±0.85	2.59±0.50	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	2.28±0.28	2.31±0.35	ö.d.	2.07±0.64	2.37±0.29	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	2.29±0.20	2.28±0.31	ö.d.	2.04±0.71	2.40±0.31	ö.d.	ö.d	ö.d
			Ort	2.30±0.32	2.39±0.36		2.18±0.70	2.50±0.45			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.			
Kampen (1R.4S)	8.92	1081	1	6.60±1.08	6.76±0.91	ö.d.	6.07±0.61	7.14±0.73	*	ö.d	ö.d
			7	6.00±0.60	6.45±0.88	ö.d.	5.45±0.92	6.79±1.02	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	5.95±0.88	6.34±0.71	ö.d.	5.34±0.99	6.39±0.84	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	5.94±0.73	6.28±0.76	ö.d.	5.28±0.86	6.41±0.73	ö.d.	ö.d	ö.d
			Ort	6.12±0.82	6.46±0.82		5.53±0.85	6.68±0.83			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d			
β.-Pinen 2(10)-Pinen	9.84	1119	1	0.29±0.06	0.31±0.09	ö.d.	0.29±0.08	0.31±0.08	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	0.26±0.09	0.30±0.08	ö.d.	0.29±0.10	0.32±0.08	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	0.27±0.08	0.28±0.06	ö.d.	0.27±0.04	0.32±0.06	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	0.27±0.04	0.28±0.06	ö.d.	0.27±0.03	0.34±0.05	*	ö.d	*
			Ort	0.27±0.07	0.29±0.06		0.28±0.06	0.32±0.07			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d			
β.-Thujen 4(10)-Thujen	10.18	1130	1	-	0.16±0.03 ^A		0.16±0.02	0.15±0.02	ö.d.		
			7	-	0.14±0.01 ^{AB}		-	0.15±0.03			ö.d
			14	0.21±0.03	0.13±0.03 ^B	*	-	0.14±0.06			ö.d
			21	-	0.13±0.02 ^B		0.28±0.01	0.16±0.01	**		*
			Ort	0.21±0.03	0.14±0.02		0.22±0.01	0.15±0.01			
			P2		*		ö.d.	ö.d			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Monoterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
<i>β</i> .-Mirisen	11.13	1162	1	2.20±0.36	2.70±0.53	*	2.33±0.40	2.58±0.73	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	2.18±0.15	2.55±0.63	ö.d.	2.09±0.71	2.55±0.71	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	2.18±0.25	2.40±0.40	ö.d.	1.99±0.73	2.52±0.35	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	2.29±0.43	2.36±0.19	ö.d.	1.84±0.66	2.85±0.59	*	ö.d	ö.d
			Ort	2.21±0.30	2.50±0.44		2.06±0.63	2.63±0.60			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d			
1-Pellandren	11.27	1166	1	0.88±0.08	0.81±0.11	ö.d.	0.87±0.19	0.80±0.20	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	0.84±0.19	0.76±0.10	ö.d.	0.79±0.24	0.79±0.13	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	0.84±0.20	0.73±0.10	ö.d.	0.76±0.26	0.73±0.13	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	0.88±0.16	0.72±0.05	*	0.74±0.29	0.72±0.08	ö.d.	ö.d	ö.d
			Ort	0.86±0.16	0.75±0.09		0.79±0.25	0.76±0.14			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d			
dl-Limonen	12.15	1196	1	2.77±0.41	2.97±0.48	ö.d.	2.86±0.44	2.95±0.79	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	2.52±0.34	2.82±0.59	ö.d.	2.50±0.79	2.87±0.69	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	2.52±0.15	2.77±0.48	ö.d.	2.43±0.83	2.64±0.39	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	2.53±0.26	2.76±0.24	ö.d.	2.56±0.71	2.67±0.43	ö.d.	ö.d	ö.d
			Ort	2.59±0.29	2.83		2.51±0.69	2.78±0.58			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d			
Sabinen	12.43	1206	1	15.23±1.58	15.33±1.24	ö.d.	16.30±1.05	15.39±1.21	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	15.94±1.54	15.26±1.18	ö.d.	15.34±1.04	15.08±1.35	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	15.92±1.83	15.27±1.15	ö.d.	14.92±1.29	14.16±1.43	ö.d.	ö.d	ö.d
			21	16.33±1.31	15.47±1.26	ö.d.	13.86±1.30	13.18±1.18	ö.d.	ö.d	*
			Ort	15.86±1.27	15.33±1.21		15.18±1.17	14.45±1.29			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.			
<i>γ</i> .- Terpinen	13.38	1247	1	-	0.10±0.03	-	-	0.15±0.04	-	-	***
			7	0.18±0.06	0.10±0.04	ö.d.	0.29±0.01	0.14±0.08	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	-	0.11±0.01	ö.d.	0.26±0.02	0.11±0.01	***	-	ö.d
			21	0.26±0.28	0.09±0.04	**	0.34±0.01	0.11±0.03	**	-	ö.d
			Ort	0.22±0.03	0.10±0.02		0.30±0.01	0.13±0.04			
			P2	ö.d.	ö.d		*	ö.d.			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Monoterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
<i>p</i> -Simen	14.10	1278	1	0.27±0.05	0.19±0.04	*	0.31±0.04	0.19±0.02	**	ö.d	ö.d
			7	0.27±0.04	0.19±0.04	**	0.22±0.01	0.18±0.04	ö.d.	ö.d.	ö.d
			14	0.26±0.05	0.17±0.03	**	0.31±0.04	0.17±0.04	***	ö.d	ö.d
			21	0.27±0.08	0.19±0.03	*	0.28±0.08	0.18±0.04	**	ö.d	ö.d
			Ort	0.27±0.06	0.19±0.04		0.28±0.04	0.18±0.04			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.			
α -Terpinolen	14.41	1292	1	0.49±0.09	0.52±0.05	ö.d.	0.53±0.08	0.57±0.13	ö.d.	ö.d	ö.d
			7	0.48±0.04	0.55±0.14	ö.d.	0.47±0.11	0.57±0.12	ö.d.	ö.d.	ö.d
			14	0.50±0.04	0.55±0.09	ö.d.	0.44±0.15	0.58±0.05	*	ö.d	ö.d
			21	0.48±0.08	0.56±0.09	ö.d.	0.43±0.10	0.60±0.16	*	ö.d	ö.d
			Ort	0.49±0.06	0.55±0.09		0.47±0.11	0.58±0.12			
			P2	ö.d	ö.d		ö.d.	ö.d.			
(E)-4.8-Dimetil-1.3.7-nonatrien	14.92	1316	1	-	0.11±0.03	-	-	0.12±0.02	-	-	ö.d
			7	-	0.11±0.03	-	-	0.13±0.03	-	-	
			14	-	-	-	-	0.15±0.01	-	-	
			21	-	0.13±0.01	-	-	0.12±0.05	-	-	ö.d
			Ort	-	0.12±0.01	-	-	0.13±0.02	-	-	
			P2	-	ö.d	-	-	ö.d.	-	-	
l-Kampor	20.90	1691	1	-	0.14±0.03	-	-	0.13±0.01	-	-	ö.d.
			7	-	0.15±0.06	-	-	0.12±0.05	-	-	ö.d
			14	-	0.14±0.05	-	-	0.12±0.08	-	-	ö.d
			21	-	0.15±0.04	-	-	0.15±0.03	-	-	ö.d
			Ort	-	0.16±0.01	-	-	0.13±0.02	-	-	
			P2	-	ö.d.	-	-	ö.d	-	-	
(-)-Bornil asetat	22.26	1807	1	-	0.16±0.01	-	-	0.15±0.01	-	-	ö.d.
			7	-	0.17±0.03	-	-	0.15±0.03	-	-	ö.d
			14	-	0.15±0.02	-	-	0.19±0.02	-	-	ö.d
			21	-	0.15±0.03	-	-	0.20±0.06	-	-	ö.d
			Ort	-	0.16±0.01	-	-	0.17±0.02	-	-	
			P2	-	ö.d.	-	-	ö.d	-	-	

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Monoterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Z-Sitral (β.-Sitral)	24.70	2029	1	2.93±0.14 ^A	4.19±0.50 ^A	***	2.83±0.39 ^A	3.61±0.65 ^A	*	ö.d.	*
			7	2.36±0.36 ^B	3.39±0.51 ^B	***	2.26±0.50 ^B	2.92±0.39 ^B	**	ö.d.	*
			14	2.00±0.16 ^C	2.75±0.39 ^C	***	1.72±0.30 ^C	2.44±0.35 ^C	***	*	ö.d.
			21	1.54±0.20 ^D	2.02±0.55 ^D	***	1.28±0.36 ^D	1.70±0.33 ^D	*	ö.d.	ö.d.
			Ort	2.21±0.22	3.09±0.49		2.02±0.39	2.67±0.43			
			P2	***	***		***	***			
l-Borneol (endo-Borneol)	25.13	2068	1	1.33±0.86	1.72±0.95	***	1.40±0.62	1.70±0.52	*	ö.d.	ö.d.
			7	1.32±0.81	1.69±0.88	***	1.27±0.45	1.72±0.83	**	ö.d.	ö.d.
			14	1.35±1.03	1.76±0.79	**	1.15±0.61	1.73±0.98	***	ö.d.	ö.d.
			21	1.37±0.49	1.73±0.50	**	1.13±0.58	1.75±0.69	***	*	ö.d.
			Ort	1.34±0.65	1.72±0.78		1.24±0.57	1.72±0.76			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
E-Sitral	25.84	>	1	4.02±0.28 ^A	5.84±0.80 ^A	***	3.96±0.58 ^A	5.13±1.04 ^A	*	ö.d.	ö.d.
			7	3.32±0.58 ^B	4.75±0.64 ^B	***	3.32±0.83 ^B	4.21±0.68 ^B	*	ö.d.	ö.d.
			14	2.91±0.29 ^C	3.98±0.69 ^C	**	2.56±0.43 ^C	3.53±0.33 ^B	***	ö.d.	ö.d.
			21	2.22±0.26 ^D	3.00±0.74 ^D	*	1.98±0.55 ^C	2.46±0.65 ^C	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			Ort	3.12±0.35	4.39±0.72		2.96±0.60	3.83±0.68			
			P2	***	***		***	***			
Sitronellol	26.85	>	1	-	-	-	-	0.24±0.11	-	-	
			7	-	-	-	-	0.26±0.09	-	-	
			14	0.81±0.03	0.31±0.26	*	-	0.26±0.03	-	-	ö.d.
			21	0.74±0.01	0.39±0.23	ö.d.	1.10±0.03	0.31±0.10	**	-	ö.d.
			Ort	0.78±0.03	0.35±0.05		1.10±0.03	0.27±0.06	-	-	
			P2	ö.d.	ö.d.		-	ö.d.			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Seskuterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
(+) -Aromadendren	23.89	1955	1	-	-	-	0.21±0.01	0.20±0.05	***	-	-
			7	-	0.20±0.01	***	0.22±0.02	0.20±0.04	ö.d.	-	ö.d.
			14	-	0.22±0.03	-	-	0.21±0.04	-	-	-
			21	-	0.22±0.04	-	0.26±0.03	0.21±0.01	*	-	ö.d.
			Ort	-	0.21±0.02	-	0.23±0.04	0.20±0.03			
			P2	-	ö.d.	-	ö.d.	ö.d.			
<i>E</i> -. β .-Farnesen	24.01	1966	1	0.31±0.06	0.35±0.06	ö.d.	0.30±0.01	0.35±0.12	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			7	0.30±0.04	0.35±0.06	ö.d.	0.26±0.04	0.35±0.09	*	ö.d.	ö.d.
			14	0.26±0.04	0.38±0.08	*	0.26±0.04	0.38±0.05	***	ö.d.	ö.d.
			21	0.32±0.04	0.38±0.04	*	0.26±0.06	0.39±0.04	**	ö.d.	ö.d.
			Ort	0.30±0.05	0.37±0.06		0.27±0.04	0.37±0.08			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
β .-Selinen	24.52	2013	1	-	0.16±0.03 ^B	-	-	0.19±0.05	-	-	ö.d.
			7	-	0.15±0.05 ^B	-	-	0.18±0.01	-	-	ö.d.
			14	-	0.18±0.01 ^B	-	-	0.21±0.03	-	-	ö.d.
			21	-	0.23±0.03 ^A	-	-	-	-	-	
			Ort	-	0.18±0.04	-	-	0.19±0.01			
			P2	-	*			ö.d.			
Germakren-D	24.81	2039	1	-	0.15±0.03	-	-	0.15±0.03	-	-	-
			7	-	0.16±0.08	-	-	0.15±0.02	-	-	ö.d.
			14	-	0.15±0.07	-	-	0.15±0.03	-	-	ö.d.
			21	-	0.16±0.01	-	-	0.13±0.01	-	-	ö.d.
			Ort	-	0.15±0.01	-	-	0.15±0.01			
			P2	-	ö.d.	-	-	ö.d.			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Seskuterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Zingiberen	25.41	2100	1	12.70±1.76	19.20±1.64	***	13.01±1.56	18.10±1.81	**	ö.d.	ö.d.
			7	12.64±1.21	19.25±1.35	***	13.49±1.32	19.09±1.78	**	ö.d.	ö.d.
			14	13.12±1.23	20.50±1.78	***	13.63±1.26	29.93±1.97	***	ö.d.	ö.d.
			21	13.14±0.49	20.34±0.50	***	13.68±1.16	20.31±1.99	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	12.90±1.17	19.82±1.39		13.45±1.33	19.34±1.89			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
β -Bisabolen	25.56	>	1	1.94±0.36	2.91±0.20	***	2.03±0.26	2.93±0.71	*	ö.d.	ö.d.
			7	1.93±0.33	3.06±0.43	***	2.01±0.15	3.01±0.19	***	ö.d.	ö.d.
			14	2.04±0.36	3.12±0.45	***	1.99±0.39	3.04±0.35	***	ö.d.	ö.d.
			21	2.02±0.15	3.09±0.56	***	1.88±0.55	3.06±0.18	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	1.98±0.30	3.04±0.41		1.98±0.34	3.01±0.36			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
6 α ..-Kadina-4.9-dien. (-)-	25.61	>	1	0.81±0.11	1.13±0.11	***	0.81±0.16	1.06±0.14	**	ö.d.	ö.d.
			7	0.80±0.11	1.15±0.11	***	0.81±0.16	1.17±0.19	**	ö.d.	ö.d.
			14	0.85±0.12	1.20±0.19	***	0.82±0.15	1.17±0.12	***	ö.d.	ö.d.
			21	0.82±0.13	1.19±0.09	***	0.79±0.16	1.19±0.15	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	0.82±0.12	1.17±0.13		0.81±0.16	1.15±0.15			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
α .-Farnesen	25.93	>	1	1.02±0.16	1.58±0.44	**	1.09±0.20	1.54±0.58	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			7	1.02±0.21	1.58±0.39	**	1.10±0.38	1.60±0.64	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			14	1.05±0.20	1.66±0.45	**	1.07±0.28	1.64±0.44	**	ö.d.	ö.d.
			21	1.03±0.10	1.65±0.25	***	1.03±0.37	1.66±0.40	**	ö.d.	ö.d.
			Ort	1.03±0.14	1.62±0.38		1.07±0.31	1.61±0.52			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Seskuterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Z-Muurola-4(15).5-dien	26.17	>	1	-	0.23±0.03	-	-	0.24±0.03	-	-	ö.d.
			7	-	0.22±0.08	-	-	0.26±0.01	-	-	ö.d.
			14	-	0.21±0.06	-	-	0.28±0.04	-	-	ö.d.
			21	-	0.21±0.03	-	-	0.29±0.04	-	-	ö.d.
			Ort	-	0.22±0.02	-	-	0.27±0.03	-	-	
			P2	-	ö.d.	-	-	ö.d.	-	-	
E-. γ -Bisabolen	26.27	>	1	-	0.15±0.02	-	-	0.15±0.07	-	-	ö.d.
			7	-	0.15±0.03	-	-	0.17±0.04	-	-	ö.d.
			14	-	0.16±0.03	-	-	0.16±0.05	-	-	ö.d.
			21	-	0.16±0.01	-	-	0.16±0.03	-	-	ö.d.
			Ort	-	0.15±0.01	-	-	0.16±0.01	-	-	
			P2	-	ö.d.	-	-	ö.d.	-	-	
δ -Kadinen	26.33	>	1	0.48±0.13	0.57±0.08	ö.d.	0.48±0.11	0.53±0.10	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			7	0.48±0.11	0.58±0.04	ö.d.	0.47±0.14	0.55±0.13	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			14	0.49±0.14	0.64±0.13	*	0.51±0.18	0.59±0.08	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			21	0.59±0.16	0.62±0.11	ö.d.	0.54±0.11	0.60±0.09	ö.d.	ö.d.	ö.d.
			Ort	0.51±0.14	0.60±0.09		0.50±0.14	0.57±0.10			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			

Çizelge 4.19. Yoğurtlarda depolama sırasında terpen bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Seskuiterpenler	RT	RI	Gün	YZ1	YZ-2	P1	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
<i>β</i> .-Seskuipallandren	26.59	>	1	3.11±0.70	4.83±0.44	***	3.20±0.46	4.52±0.80	**	ö.d.	ö.d.
			7	3.00±0.58	4.83±0.66	***	3.18±0.66	4.73±0.96	**	ö.d.	ö.d.
			14	2.96±0.31	4.87±0.24	***	3.11±0.69	5.04±0.56	***	ö.d.	ö.d.
			21	2.97±0.46	4.83±0.56	***	2.91±0.89	5.09±0.39	***	ö.d.	ö.d.
			Ort	3.01±0.51	4.84±0.48		3.10±0.68	4.84±0.68			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			
<i>α</i> ...Kurkumen	26.67	>	1	2.21±0.48	3.03±0.31	***	2.25±0.46	2.92±0.80	*	ö.d.	ö.d.
			7	2.17±0.61	3.00±0.39	**	2.26±0.66	2.97±0.96	*	ö.d.	ö.d.
			14	2.29±0.54	3.02±0.33	**	2.19±0.69	3.15±0.56	**	ö.d.	ö.d.
			21	2.32±0.46	3.00±0.56	*	2.12±0.89	3.21±0.39	**	ö.d.	ö.d.
			Ort	2.25±0.52	3.01±0.40		2.21±0.68	3.06±0.68			
			P2	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.			

A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir *p<0.5 **p<0.01 *** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal.YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi. (-):Tespit edilmedi.

YZ1 ve YZB1 yoğurtlarında 26; YZ2 ve YZB2’de ise 37 terpen bileşiği tespit edilmiştir. YZ1 ve YZB1 yoğurtlarında toplam uçucu bileşenlerin %59-61’ini terpenler oluştururken; YZ2 ve YZB2 yoğurtlarında ise %76-78’ini oluşturmaktadırlar (Şekil 4.14). Söz konusu yoğurtlarda en yüksek oranda tespit edilen terpen bileşenlerini sabinen (yaklaşık %20), zingiberen (%16-%24) ve kampen (%7-%8) oluşturmaktadır. Sabinen aromatik çift halkalı monoterpendir. Genellikle iğne yapraklı, turuncgil ve baharat bitkilerinde bulunmaktadır. Havuç tohumu yağında ve karabiberde de fazla oranda bulunmaktadır. Doğal antioksidant ve anti-inflamatuar olarak değerlendirilmektedir. Antifungal ve antibakteriyal özellik gösterdiği ifade edilmektedir. Çizelge 4.13’de görüldüğü üzere zencefil suyunun başlıca bileşeni olarak zingiberen (%26) tespit edilmiştir. Tek halkalı bir terpen olan zingiberen zencefilin karakteristik aromasından sorumludur.

Kampen çift halkalı bir monoterpendir. *p*-simen, *Z*-sital, l-borneol, *E*-sital, α -kopaen, zingiberen, β -bisabolen, 6. α -Cadina-4,9-dien, (-)- α -farnesen, β -seskuipellandren ve α -kurkumen miktarları arasındaki farklar aynı oranda zencefil suyu içerip; bal içeren ve içermeyen yoğurtlar arasında depolama süresince önemli bulunmuştur. Diğer bileşenler arasında da zaman zaman önemli farklar tespit edilmiştir. Depolama süresinin terpen bileşenleri üzerine etkisi ise önemli olmamıştır. Genel olarak %1.5 zencefil suyu içeren yoğurtlarda terpen bileşenleri miktar olarak daha yüksek tespit edilmiştir.

Alkenler yoğurtların hemen hemen hepsinde tespit edilmişlerdir. Toplamda 8 adet alken bileşiği tespit edilmiştir. Kontrol yoğurdunda %13 dolaylarında çıkarken zencefil suyu ve bal zenginleştirmesinin artması ile azalmaya başlamışlardır. Zencefil suyunu yada balı %0.5 oranında içeren yoğurtlarda %4-5 arasında tespit edilirken %1.5 ilaveli içeren yoğurtlarda %2-3 arasında tespit edilmişlerdir. Bunun yanı sıra zencefil suyunun terpen bileşiklerince zengin olması da bu bileşenlerin yoğurtta daha düşük miktarlarda tespit edilmelerine neden olmuştur. Bal örneklerinde de alken bileşiklerine rastlanmamıştır. Bu nedenle kontrol yoğurduna oranla diğer yoğurtlarda uçucu bileşenler içerisindeki oranları düşüktür. Alkenlerin büyük bir çoğunluğunda depolama süresince yoğurtlar arasındaki (K-YZ1-YZ2 ve K-YZB1-YZB2) farklar önemli bulunmuştur. Aynı yüzdede olan ve bal içeren ve içermeyen yoğurtlar arasındaki farklar

ise çoğunlukla önemli bulunmamıştır. Yoğurtlarda alkenler içerisinde en yüksek miktarlarda olanlar 1-okten ve 1-nonen olmuştur.

Cheng (2010) tarafından yapılan çalışmada sade yoğurtta sıralanan bileşenler içerisinde alken bileşikleri bulunmamaktadır. Farklı çalışmalarda (Kaminarides ve ark., 2007; Innocente ve ark., 2016; Vénica ve ark., 2018) daha yoğunlukla yoğurdun aroma karakteristiğine katkı sağlayan asıl bileşenler üzerinde durulmuştur.

Ester, alkil ve furan grubu bileşenlerin her birinden 1 uçucu bileşen belirlenmiştir (Çizelge 4.21). Esterler yoğurtta mevcut bulunan asit ve alkollere karşılık gelmektedir. Tipik olarak uzun depolama süresine sahip yoğurtlarda düşük oranlarda belirlenmektedirler. Güler (2007), etil asetatın tuzlanan yoğurtlarda 30 gün depolama sürecinden sonra görülmeye başladığını ve depolama süresince arttığını gözlemlemiştir. Esterlerin çoğu meyve ve çiçek benzeri aromalara sahiptirler ve serbest yağ asitleri ile amino asitlerin yoğurda kattığı sertliği ve acılığı azaltarak aroma ve lezzete katkıda bulunurlar (Guler, 2007; Molimard ve Spinnler, 1996). Örneklerde tespit edilen ester bileşiği butanoik asit, 2-propenil ester olmuştur. En yüksek kontrol yoğurdunda gözlemlenmiş onu YZ1 ve YZB1; YZ2 ve YZB2 yoğurtları izlemiştir. Furan bileşiği olarak rosefuran tespiti yalnızca YZ2 ve YZB2 yoğurtlarında gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.20.Yoğurtlarda depolama sırasında alken bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3)

Alkenler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
1.3-Butadien. 2-metil-	4.57	794	1	0.98±0.11 ^a	0.28±0.09 ^b	0.14±0.01 ^{b,B}	***	0.91±0.20 ^a	0.30±0.10 ^b	0.15±0.03 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	0.95±0.10 ^a	0.25±0.01 ^b	0.16±0.04 ^{b,B}	***	0.80±0.23	0.31±0.19	0.20±0.03	ö.d	ö.d	ö.d
			14	0.89±0.25 ^a	0.44±0.25 ^b	0.17±0.08 ^{b,B}	**	0.79±0.04 ^a	0.34±0.09 ^b	0.22±0.13 ^b	***	ö.d	ö.d
			21	0.84±0.28 ^a	0.36±0.20 ^b	0.43±0.15 ^{b,A}	*	0.77±0.03	0.43±0.09	0.40±0.49	ö.d	ö.d	ö.d
			Ort	0.92±0.19	0.33±0.14	0.23±0.04		0.82±0.07	0.34±0.12	0.24±0.17			
			P2	ö.d	ö.d	**		ö.d	ö.d	ö.d			
1-Heptene	4.82	820	1	1.60±0.61 ^a	0.35±0.12 ^b	0.19±0.08 ^b	*	1.81±0.79 ^a	0.47±0.40 ^b	0.24±0.16 ^{b,B}	**	ö.d	ö.d
			7	1.39±0.73 ^a	0.38±0.20 ^b	0.32±0.41 ^b	*	1.74±0.59 ^a	0.59±0.64 ^b	0.23±0.06 ^{b,B}	**	ö.d	ö.d
			14	1.35±0.39 ^a	0.42±0.14 ^b	0.36±0.10 ^b	***	1.34±0.56 ^a	0.58±0.54 ^b	0.28±0.21 ^{b,B}	**	ö.d	ö.d
			21	1.38±0.11 ^a	0.44±0.30 ^b	0.39±0.29 ^b	***	1.42±0.73 ^a	0.55±0.35 ^b	0.59±0.11 ^{b,A}	**	ö.d	ö.d
			Ort	1.43±0.45	0.40±0.16	0.31±0.22		1.58±0.67	0.55±0.48	0.33±0.14			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	**			
1-Octene	5.46	876	1	1.87±0.23 ^a	0.67±0.11 ^b	0.31±0.05 ^c	***	2.34±0.73 ^a	0.71±0.34 ^b	0.33±0.11 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	1.86±0.19 ^a	0.63±0.41 ^b	0.32±0.10 ^c	***	2.22±0.31 ^a	0.71±0.46 ^b	0.33±0.15 ^c	***	ö.d	ö.d
			14	1.72±0.29 ^a	0.52±0.15 ^b	0.33±0.09 ^b	*	2.06±0.14 ^a	0.70±0.26 ^b	0.34±0.04 ^c	***	ö.d	ö.d
			21	1.98±0.59 ^a	0.54±0.10 ^b	0.36±0.15 ^b	***	2.22±0.61 ^a	0.69±0.39 ^b	0.54±0.25 ^b	***	ö.d	ö.d
			Ort	1.86±0.33	0.59±0.19	0.33±0.10		2.21±0.45	0.70±0.36	0.39±0.14			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			
1-Metil-1.3-siklopentadien	5.80	904	1	2.74±0.21 ^{a,A}	0.36±0.09 ^b	0.24±0.12 ^b	***	1.46±0.31 ^a	0.44±0.19 ^b	0.25±0.06 ^b	***	ö.d	ö.d
			7	1.82±0.45 ^B	-	0.22±0.08	***	1.51±0.59 ^a	0.43±0.15 ^b	0.31±0.15 ^b	***	-	ö.d
			14	1.51±0.19 ^{a,B}	0.43±0.16 ^b	0.19±0.09 ^c	***	1.25±0.41 ^a	0.45±0.08 ^b	0.35±0.11 ^b	**	ö.d	**
			21	1.29±0.54 ^{a,B}	0.43±0.06 ^b	0.19±0.01 ^b	***	1.45±0.34 ^a	0.43±0.13 ^b	0.38±0.13 ^b	***	ö.d	*
			Ort	1.84±0.35	0.41±0.10	0.21±0.08		1.42±0.41	0.43±0.14	0.32±0.14			
			P2	**	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			
1-Nonen	6.59	953	1	1.42±0.21	1.26±0.54	0.14±0.04	ö.d.	1.81±0.45 ^a	0.88±0.33 ^b	0.19±0.05 ^b	**	ö.d	ö.d
			7	1.39±0.63 ^a	1.00±0.76 ^a	0.16±0.04 ^b	*	1.47±0.68 ^a	0.89±0.58 ^{ab}	0.25±0.04 ^b	*	ö.d	*
			14	1.30±0.14 ^a	0.97±0.51 ^a	0.16±0.04 ^b	*	1.26±0.44 ^a	0.91±0.08 ^{ab}	0.28±0.13 ^b	*	ö.d	ö.d
			21	1.31±0.33 ^a	0.95±0.55 ^a	0.17±0.08 ^b	*	1.24±0.30 ^a	1.03±0.28 ^a	0.39±0.15 ^b	*	ö.d	*
			Ort	1.36±0.33	1.04±0.59	0.16±0.05		1.45±0.47	0.93±0.32	0.28±0.09			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d		ö.d	ö.d	ö.d			

Çizelge 4.20.Yoğurtlarda depolama sırasında alken bileşiklerinin % pik alanları (ort±sd; n=3) (Devam)

Alkenler	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
1-Desen	8.32	1051	1	1.60±0.51 ^a	0.35±0.09 ^b	0.18±0.01 ^b	***	1.70±0.63 ^a	0.39±0.08 ^b	0.17±0.08 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			7	1.36±0.44 ^a	0.34±0.12 ^b	0.20±0.08 ^b	***	1.23±0.19 ^a	0.39±0.16 ^b	0.25±0.01 ^{b,AB}	***	ö.d	ö.d
			14	1.15±0.29 ^a	0.34±0.13 ^b	0.20±0.03 ^b	***	1.10±0.12 ^a	0.44±0.12 ^b	0.26±0.03 ^{c,AB}	***	ö.d	***
			21	1.01±0.39 ^a	0.35±0.12 ^b	0.21±0.03 ^b	***	1.16±0.40 ^a	0.44±0.08 ^b	0.31±0.08 ^{b,A}	***	ö.d	**
			Ort	1.28±0.41	0.35±0.12	0.20±0.04		1.30±0.34	0.41±0.11	0.25±0.04			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d.	ö.d.	ö.d.	*			
Benzen. [(metoksimetoksi)metil]-	8.53	1061	1	-	-	-	-	-	0.28±0.03	0.15±0.12	ö.d.	-	-
			7	-	0.23±0.04	0.14±0.06	ö.d.	-	0.30±0.01	0.18±0.01	***	-	ö.d
			14	-	-	0.10±0.02	-	-	0.26±0.03	0.18±0.05	ö.d.	-	*
			21	-	0.25±0.06	0.14±0.05	ö.d.	-	0.27±0.06	0.22±0.06	ö.d.	-	ö.d
			Ort	-	0.24±0.07	0.13±0.01	-	-	0.28±0.07	0.19±0.04			
			P2	-	ö.d.	ö.d	-	-	ö.d	ö.d			
1-Undesen	10.51	1141	1	1.23±0.54 ^a	0.33±0.03 ^b	0.22±0.14 ^b	*	1.43±0.44 ^a	0.33±0.20 ^b	0.11±0.02 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			7	1.61±0.19 ^a	0.34±0.16 ^b	0.22±0.05 ^b	***	1.66±0.53 ^a	0.39±0.11 ^b	0.18±0.11 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			14	1.43±0.41 ^a	0.43±0.18 ^b	0.24±0.03 ^b	***	1.14±0.35 ^a	0.42±0.14 ^b	0.22±0.12 ^{b,B}	***	ö.d	ö.d
			21	1.01±0.41 ^a	0.46±0.08 ^b	0.24±0.11 ^b	**	1.00±0.33 ^a	0.47±0.15 ^b	0.38±0.09 ^{b,A}	**	ö.d	ö.d
			Ort	1.32±0.39	0.39±0.11	0.23±0.08		1.31±0.41	0.40±0.15	0.23±0.09			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d	**			
1-Dodecene	13.10	1235	1	0.75±0.04	-	0.11±0.02	***	1.13±0.46	0.20±0.05	0.12±0.03	ö.d.	-	ö.d
			7	0.72±0.09	0.31±0.07	0.14±0.09	*	-	0.24±0.01	0.33±0.04	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	0.66±0.15	-	0.11±0.03	ö.d.	0.76±0.12	0.23±0.01	0.21±0.06	**	-	ö.d
			21	0.81±0.16 ^a	0.19±0.04 ^b	0.16±0.09 ^b	*	0.66±0.13	0.39±0.09	0.21±0.14	ö.d.	ö.d	ö.d
			Ort	0.74±0.09	0.25±0.02	0.13±0.07		0.85±0.28	0.26±0.03	0.22±0.06			
			P2	ö.d	ö.d	ö.d	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.			

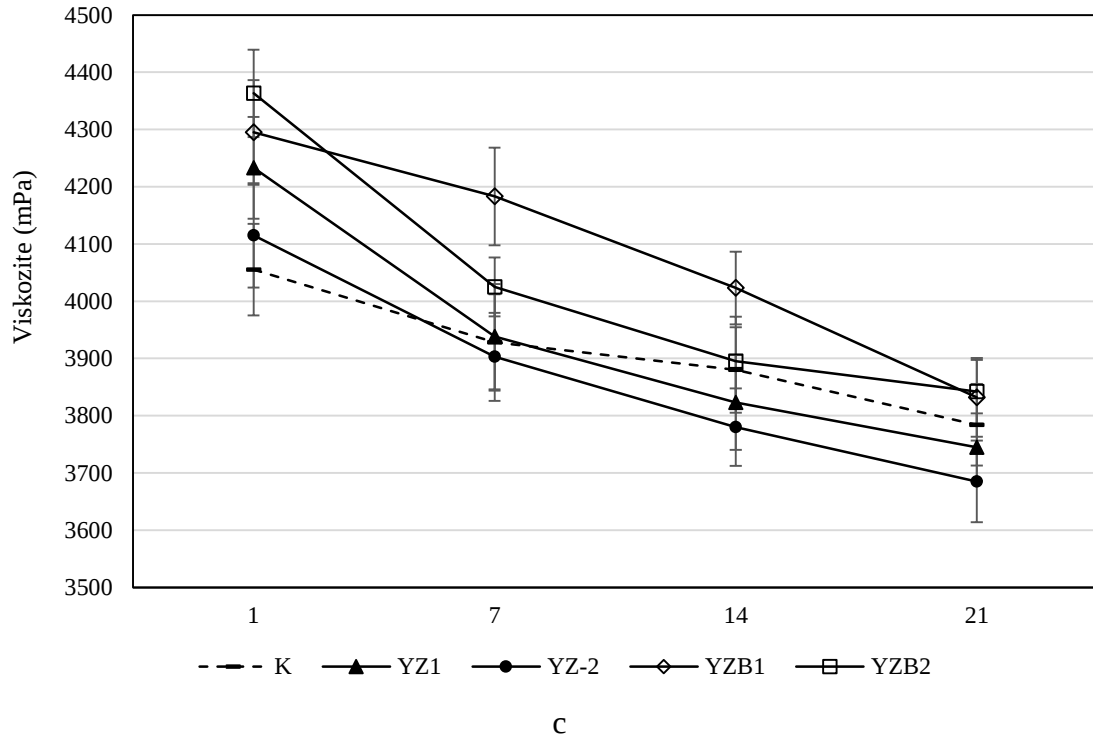
a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01 *** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: K-YZB1-YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal.YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar. RT: Alıkonma süresi (dk). RI: Alıkonma indeksi. (-):Tespit edilmedi.

Çizelge 4.21. Uçucu bileşenlerde depolama sırasında diğer bileşiklerin % pik alanları (ort±sd; n=3)

	RT	RI	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Alkin													
1-Penten-3-in	4.95	832	1	0.80±0.04	-	0.10±0.03	*	0.68±0.16 ^B	-	0.16±0.02	ö.d.	-	-
			7	0.99±0.23	0.33±0.21	0.17±0.01	ö.d	1.16±0.24 ^A	0.59±0.19	0.20±0.08	ö.d.	ö.d	ö.d
			14	1.26±0.21	0.30±0.14	-	**	1.15±0.31 ^{a,A}	0.47±0.21 ^b	0.19±0.05 ^b	*	ö.d	ö.d
			21	1.38±0.11 ^a	0.31±0.16 ^b	0.13±0.04 ^b	**	1.36 ±0.10 ^{a,A}	0.34±0.29 ^b	0.49±0.09 ^b	***	ö.d	*
			Ort	1.11±0.09	0.31±0.12	0.13±0.01	1.09±0.20	0.47±0.17	0.26±0.07				
P2	ö.d	ö.d	ö.d.	*	ö.d	***							
Ester													
Butanoik asit, 2-propenil ester	11.53	1175	1	1.04±0.05 ^a	0.23±0.06 ^b	0.13±0.01 ^{b,B}	****	0.95±0.11 ^{a,AB}	0.24±0.01 ^b	0.16±0.01 ^b	****	ö.d	ö.d
			7	0.84±0.05	0.26±0.08	0.26±0.04 ^A	****	0.78±0.08 ^{a,B}	0.30±0.03 ^b	0.17±0.01 ^c	****	ö.d	ö.d
			14	0.87±0.23	0.32±0.05	0.11±0.05 ^B	*	1.09±0.26 ^{a,A}	0.31±0.01 ^b	0.14±0.04 ^b	****	ö.d-	ö.d
			21	0.81±0.21 ^a	0.27±0.05 ^b	0.16±0.05 ^{b,B}	****	0.88±0.11 ^{a,AB}	0.27±0.05 ^b	0.21±0.05 ^b	****	ö.d	ö.d
			Ort	0.89±0.14	0.27±0.03	0.17±0.04	0.92±0.14	0.28±0.03	0.17±0.03				
P2	ö.d	ö.d	*	*	ö.d	ö.d							
Furan													
rosefuran	17.51	1455	1	-	-	0.17±0.02 ^A	-	-	-	0.15±0.03	-	-	*
			7	-	-	0.17±0.02 ^A	-	-	-	0.16±0.05	-	-	ö.d
			14	-	-	0.12±0.01 ^B	-	-	-	0.15±0.01	-	-	ö.d
			21	-	-	0.12±0.03 ^B	-	-	-	0.15±0.04	-	-	*
			Ort	-	-	0.14±0.02	-	-	0.15±0.01				
P2	-	-	***	-	-	ö.d.							

4.6. Fiziksel Nitelikler

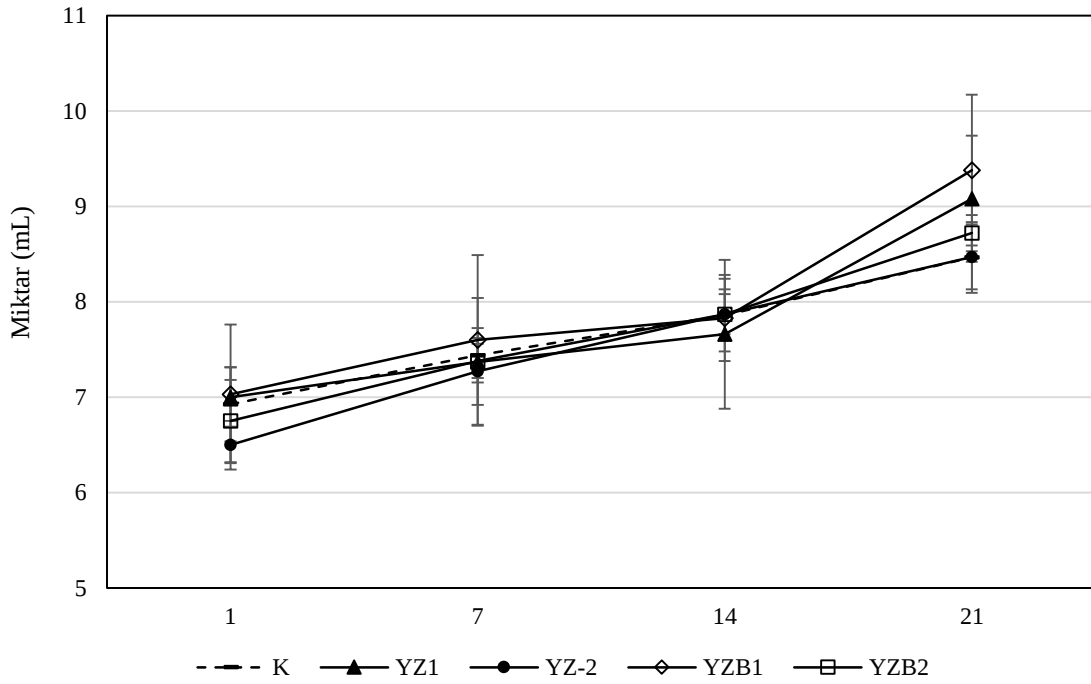
Yoğurt örneklerinin görünür vizkozite değerleri depolama süresince azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.15). Kontrol yoğurdu dışında diğer yoğurtlardaki azalma istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.22). Zencefil suyu ya da zencefil suyu+bal ilavesi görünür vizkozitede kontrole kıyasla hafif bir artışa neden olmuş ve istatistiksel olarak önemsiz tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Yoğurtlarda viskozitenin depolama sırasında değişimi

Yoğurtlarda tüketicinin ürün kabulünü etkileyen önemli faktörlerden birisi de serum ayrılmasıdır (Tamime ve Robinson, 1999). Serum ayrılması zamanın bir fonksiyonu olarak yoğurttan ayrılan sıvı kısmın miktarını ölçmek olduğundan elde edilen sonuçların görünür vizkozite ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Yoğurtlardan ayrılan serumun hacmi depolama zamanının ilerlemesi ile önemli düzeyde artmıştır (Şekil 4.16). Bu asitliğin artmasıyla yoğurt-jel ağındaki bağların kasılması sonucunda ağda tutulan serbest suyun açığa çıkmasıyla ilişkili olabilir. Çünkü pH'da küçük bir azalma kolloidal stabilitenin azalmasına neden olabilir. Bu da serum ayrılmasını arttırabilir. Cais-Sokolinska ve Pikul (2006) tarafından yapılan bir çalışmada sineresisin

depolama süresince ve pH düşüşü ile arttığı belirlenmiştir. pH 4.45 ile 4.35 değerleri arası incelenmiş ve pH düşüşü arttıkça serum ayrılması değerleri de artmıştır. Örnek vermek gerekirse pH 4.45 değerinde ölçülen serum ayrılması değerleri 1.günden 21.güne doğru 4.30 değerinden 7.40 değerine yükselirken aynı durum 4.35 pH değerine sahip örnekte 4.30 değerinden 8.10 değerine doğru bir artma göstermiştir. Hematyar ve ark., (2012) ve Dönmez ve ark., (2017) gibi araştırmacıların çalışmaları incelendiğinde yine çalışmamıza benzer şekilde serum ayrılmasında artışa rastlanmıştır.



Şekil 4.16. Serum ayrılması değerlerinin depolama boyunca değişimler (mL)

Renk en önemli fiziksel niteliklerden biridir. Yoğurtlarda depolama sırasında renk değerlerinde önemli düzeyde bir değişim tespit edilmemiştir. Felfoul ve ark. (2017) çalışmalarında yoğurtlara toz zencefil ilave ederek fiziksel ve tekstürel özelliklerini incelemişler ve bu çalışma sonucunda L^* (aydınlık) değerlerinde azalma ve C (kroma) değerlerinde artış görmüşlerdir. Toz zencefil ilavesi yapılan deneme üretimlerinde de renkte gözle görülür şekilde sararma oluşmuştur. Asıl üretimlerde aydınlık değerleri ve beyazlık indeksi ilave oranlarının artması ile düşüş göstermişlerdir. Hem beyazlık indeksi hem kroma değerlerinde K-YZ1-YZ2 ve K-YZB1-YZB2 örnekleri arasındaki farklar önemli olmuştur. a^* (kırmızı-yeşil), b^* (sarı-mavi) değerleri de hem depolama

süresince hem de ilave oranlarının artması ile artış göstermişlerdir (Çizelge 4.23). Yalnız zencefil suyu içeren örneklerde b değerlerinde örnekler arası (K-YZ1-YZ2) önemli bir fark görülmezken bal içeren örnekler ve kontrol yoğurdu arasındaki fark önemli ($p<0.05$) olmuştur. Bu durum bal ilavesinin yoğurda getirdiği ilave renk değişiminden kaynaklı olabilir.



Çizelge 4.22. Yoğurtlarda depolama süresince viskozite ve serum ayrılmasındaki değişimler (ort±sd)

Fiziksel Nitelikler	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Viskozite (mPas)	1	4015±97.58	4233±88.91 ^A	4115±91.30 ^A	ö.d.	4095±62.33	4295±91.46 ^A	4363±76.25 ^A	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	7	3898±80.56	3938±92.10 ^B	3903±76.90 ^B	ö.d.	3958±87.56 ^{ab}	4183±85.34 ^{a,A}	4025±51.55 ^{b,B}	*	ö.d.	ö.d.
	14	3865±79.89	3823±82.59 ^B	3780±67.83 ^B	ö.d.	3895±69.27	4023±63.57 ^{AB}	3895±77.93 ^B	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	21	3769±84.47	3745±59.21 ^B	3685±71.28 ^B	ö.d.	3799±58.27	3832±68.92 ^B	3842±55.68 ^B	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Ort.	3887±45.76	3935±80.70	3871±76.83		3937±69.35	4083±77.32	3886±65.35			
	P2	ö.d.	*	**		ö.d.	*	*			
Serum ayrılması (mL)	1	6.94±0.25 ^C	7.00±0.76	6.50±0.19 ^D	ö.d.	6.91±0.53 ^C	7.03±0.28 ^B	6.75±0.43 ^C	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	7	7.31±0.10 ^C	7.37±0.67	7.27±0.35 ^C	ö.d.	7.57±0.47 ^{BC}	7.60±0.89 ^{AB}	7.38±0.18 ^{BC}	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	14	7.88±0.25 ^B	7.66±0.78	7.87±0.21 ^B	ö.d.	7.84±0.51 ^{AB}	7.83±0.45 ^{AB}	7.87±0.26 ^B	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	21	8.41±0.45 ^A	9.08±0.66	8.47±0.34 ^A	ö.d.	8.52±0.29 ^A	9.38±0.79 ^A	8.72±0.19 ^A	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Ort.	7.64±0.31	7.78±0.72	7.53±0.27		7.71±0.45	7.96±0.60	7.68±0.27			
	P2	***	ö.d.	***		**	*	***			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01 ***p<0.001 ö.d. :önemli değil. P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal.YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar

Çizelge 4.23. Yoğurtlarda depolama süresince renk niteliklerinin değişimi (ort±sd)

Renk Değerleri	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
<i>L</i>	1	91.03±0.14	90.87±0.16	90.56±0.29	ö.d.	90.75±0.38	90.54±0.33	90.28±0.17	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	7	90.72±0.53	90.48±0.52	90.60±0.36	ö.d.	90.78±0.58	90.71±0.31	90.38±0.41	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	14	90.72±0.15 ^a	90.75±0.33 ^a	90.26±0.14 ^b	*	90.92±0.31 ^a	90.44±0.14 ^b	90.37±0.17 ^b	*	ö.d.	ö.d.
	21	90.87±0.16	90.47±0.63	90.41±0.14	ö.d.	90.93±0.27 ^a	90.13±0.32 ^b	90.25±0.26 ^b	**	*	ö.d.
	Ort.	90.84±0.13	90.61±0.11	90.46±0.15		90.85±0.08	90.46±0.21	90.32±0.06			
	<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
<i>a* (-)</i>	1	3.45±0.19	3.42±0.67	3.46±0.16	ö.d.	3.21±0.08	3.35±0.58	3.55±0.45	ö.d.	ö.d.	*
	7	3.17±0.38 ^a	3.27±0.38 ^a	3.56±0.04 ^b	*	3.13±0.53 ^a	3.90±0.19 ^b	3.53±0.27 ^{ab}	*	*	*
	14	3.26±0.07	3.16±0.32	3.35±0.14	ö.d.	3.29±0.05 ^a	3.32±0.14 ^a	3.51±0.11 ^b	*	ö.d.	ö.d.
	21	3.01±0.18	3.16±0.25	3.09±0.49	ö.d.	3.37±0.22	3.03±0.24	3.19±0.31	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Ort.	3.22±0.16	3.25±0.11	3.37±0.18		3.25±0.09	3.40±0.31	3.45±0.15			
	<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
<i>b*</i>	1	7.62±0.23 ^b	8.35±0.24 ^a	8.61±0.17 ^a	**	7.29±0.55 ^b	7.86±0.01 ^b	9.16±0.41 ^a	***	ö.d.	**
	7	7.47±0.70 ^b	8.00±0.90 ^{ab}	8.95±0.34 ^a	*	7.42±0.83 ^b	8.26±0.34 ^a	9.10±0.62 ^a	**	**	ö.d.
	14	7.78±0.55	8.25±0.88	8.68±0.29	ö.d.	7.87±0.72 ^b	8.34±0.59 ^b	9.50±0.45 ^a	*	ö.d.	ö.d.
	21	7.84±0.26	7.84±0.99	8.84±0.33	ö.d.	8.27±0.31 ^b	8.19±0.58 ^b	9.51±0.27 ^a	**	ö.d.	ö.d.
	Ort.	7.68±0.14	8.11±0.20	8.77±0.13		7.71±0.39	8.16±0.18	9.32±0.19			
	<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
<i>WI</i>	1	87.73±0.05 ^a	87.31±0.22 ^b	86.64±0.21 ^c	***	87.78±0.09 ^{ab}	87.54±0.94 ^a	86.28±0.28 ^b	*	***	ö.d.
	7	87.65±0.13 ^a	87.21±0.28 ^b	86.56±0.06 ^c	***	87.72±0.20 ^{ab}	87.47±0.76 ^a	86.18±0.22 ^b	*	***	ö.d.
	14	87.60±0.28 ^a	87.25±0.28 ^a	86.48±0.09 ^b	***	87.62±0.26 ^{ab}	87.41±0.95 ^a	86.02±0.21 ^b	*	***	**
	21	87.45±0.08 ^a	87.12±0.33 ^b	86.45±0.26 ^c	***	87.36±0.17 ^{ab}	87.38±0.88 ^a	86.00±0.10 ^b	*	***	ö.d.
	Ort.	87.60±0.09	87.22±0.07	86.53±0.59		87.62±0.16	87.45±0.06	86.12±0.12			
	<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
<i>C</i>	1	8.37±0.14 ^b	8.64±0.60 ^b	9.18±0.42 ^a	**	7.97±0.49 ^b	8.86±0.62 ^b	9.83±0.54 ^a	**	*	ö.d.
	7	8.11±0.78 ^b	8.50±0.82 ^{ab}	9.32±0.19 ^a	*	8.05±0.97 ^b	9.09±0.39 ^a	9.76±0.67 ^a	**	**	ö.d.
	14	8.34±0.53 ^b	8.53±0.96 ^b	9.49±0.26 ^a	*	8.54±0.58 ^b	8.98±0.52 ^b	10.13±0.45 ^a	**	***	*
	21	8.29±0.25 ^b	8.60±0.96 ^b	9.79±0.78 ^a	*	8.93±0.25 ^b	8.91±0.53 ^b	10.04±0.35 ^a	**	*	*
	Ort.	8.28±0.10	8.57±0.06	9.45±0.23		8.37±0.39	8.96±0.09	9.94±0.15			
	<i>P2</i>	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 ö.d.: önemli değil. P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal. YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1: %0.5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar

4.7. Duyusal Değerlendirme

Yoğurtlarda her üretim sonunda duyusal değerlendirme yapılmıştır. Üretimi yapılan yoğurtlar depolama süresince yoğurt tüketim alışkanlığı fazla olan bireylerden oluşan 10 kişilik bir panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu depolama süresinin sonuna doğru renk, kıvam, tat ve aroma puanlarında genel bir düşüş görülmektedir (Çizelge 4.24). Bunun nedeni yoğurtta 21.güne doğru sineresisin artması ile birlikte laktik asit bakterilerinin aktivasyonunun yavaş da olsa devam etmesi ve asitliğin yükselmesi olduğu düşünülmektedir. Genel kabul edilebilirlik puanlarına bakıldığında en yüksek puanları kontrol yoğurtları alırken (7.69); onu %1.5 oranında sade zencefil suyu (7.08) ve %1.5 oranında hem zencefil suyu hem bal içeren yoğurtlar (6.98) takip etmiştir. En düşük puanları ise %0.5 zencefil suyu ve aynı oranda bal içeren yoğurtlar (6.83) ve %0.5 oranında sade zencefil suyu içeren yoğurtlar (6.64) almıştır. Bu durumda %0.5 oranında ilave içeren yoğurtların kuvvetli bir aromaya sahip olmaması olabilir. Bunun yanı sıra %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar bazı panelistler tarafından oldukça beğenilirken; bazı panelistler kuvvetli zencefil aromasını çok istenilir bulmamıştır ve keskin bulduklarını belirtmiştir. Bu nedenle %1.5 zencefil suyu ve aynı oranda bal içeren yoğurtlar bu panelistlere daha çok hitap etmiştir.

Çizelge 4.24. Duyusal analiz değerlendirme sonuçları

Duyusal Nitelikler	Gün	K	YZ1	YZ-2	P1	K	YZB1	YZB2	P1	P3	P4
Renk	1	4.70±0.18	4.33±0.25	4.50±0.57	ö.d.	4.73±0.58 ^a	4.27±0.87 ^b	4.33±0.66 ^b	*	ö.d.	ö.d.
	7	4.70±0.21	4.37±0.33	4.47±0.68	ö.d.	4.80±0.41 ^a	4.57±0.63 ^{ab}	4.33±0.71 ^b	*	ö.d.	ö.d.
	14	4.67±0.15 ^a	4.27±0.31 ^b	4.50±0.57 ^{ab}	**	4.60±0.62	4.22±0.93	4.17±0.72	ö.d.	ö.d.	*
	21	4.60±0.19 ^a	3.90±0.28 ^b	4.30±0.65 ^{ab}	**	4.67±0.55 ^a	4.13±1.07 ^b	4.20±0.81 ^b	*	ö.d.	ö.d.
	Ort.	4.67±0.18	4.22±0.29	4.44±0.62		4.70±0.54	4.30±0.88	4.26±0.73			
	P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
Kıvam	1	4.48±0.75	4.10±1.03 ^A	4.52±0.84 ^A	ö.d.	4.60±0.62 ^a	3.70±1.06 ^b	4.43±0.82 ^a	***	ö.d.	ö.d.
	7	4.65±0.61 ^a	3.90±1.21 ^{b,A}	4.40±0.67 ^{a,A}	**	4.60±0.67	4.20±1.00	4.39±0.61	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	14	4.52±0.50 ^a	3.78±0.96 ^{b,A}	4.45±0.72 ^{a,A}	***	4.58±0.56	4.00±1.14 ^b	4.13±0.97 ^{ab}	*	ö.d.	ö.d.
	21	4.23±0.77 ^a	3.20±1.30 ^{b,B}	3.80±0.85 ^{a,B}	***	4.50±0.57 ^a	3.87±1.31 ^b	4.07±0.87 ^{ab}	*	ö.d.	ö.d.
	Ort.	4.47±0.66	3.75±1.13	4.29±0.77		4.57±0.61	3.94±1.13	4.26±0.82			
	P2	ö.d.	*	***		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
Tat ve Aroma	1	4.38±0.85	4.08±0.67	4.13±1.04	ö.d.	4.47±0.63 ^a	3.67±0.99 ^b	3.88±1.11 ^b	**	ö.d.	ö.d.
	7	4.38±0.67 ^a	3.72±0.91 ^b	3.87±1.04 ^b	*	4.27±0.69	3.90±0.96	3.78±0.94	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	14	4.23±0.64	3.77±0.86	4.03±0.76	ö.d.	4.37±0.68	4.02±0.84	3.98±1.10	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	21	4.03±0.93	3.50±0.97	3.68±0.86	ö.d.	4.20±0.76	4.05±0.85	3.83±1.15	ö.d.	*	ö.d.
	Ort.	4.26±0.78	3.77±0.85	3.93±0.93		4.33±0.69	3.91±0.91	3.87±1.08			
	P2	ö.d.	ö.d.	ö.d.		ö.d.	ö.d.	ö.d.			
Genel Kabul Edilebilirlik	1	7.93±1.48	7.17±1.91 ^A	7.60±1.87 ^A	ö.d.	8.10±1.09 ^a	6.63±1.96 ^b	7.27±1.64 ^b	**	ö.d.	ö.d.
	7	7.80±1.13	6.93±1.84 ^A	7.00±1.89 ^{AB}	ö.d.	7.70±1.34	7.10±1.54	6.90±1.45	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	14	7.60±0.97 ^a	6.65±1.48 ^{b,AB}	7.42±1.33 ^{a,A}	*	7.70±1.02	6.97±1.71	7.05±1.67	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	21	7.20±1.49 ^a	5.80±2.16 ^{b,B}	6.28±1.45 ^{b,B}	**	7.47±1.28	6.60±2.22	6.70±1.86	ö.d.	ö.d.	ö.d.
	Ort.	7.63±1.27	6.64±1.85	7.08±1.64		7.74±1.18	6.83±1.86	6.98±1.66			
	P2	ö.d.	*	*		ö.d.	ö.d.	ö.d.			

a-d: Örnekler arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. A-D: Depolama sırasında aynı örnek için meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. *p<0.5 **p<0.01 *** p<0.001. ö.d.: Önemli değil P1: K-YZ1-YZ2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P2: Depolamanın her bir örnekte meydana getirdiği farkların önemini ifade etmektedir. P3: YZ1 ve YZB1 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. P4: YZ2 ve YZB2 arasında meydana gelen farkların önemini ifade etmektedir. K: Kontrol, %0 zencefil suyu ya da %0 bal.YZ1: %0.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu içeren yoğurtlar. YZB1:%0. 5 oranında zencefil suyu ve %0.5 oranında bal içeren yoğurtlar. YZ2: %1.5 oranında zencefil suyu ve %1.5 oranında bal içeren yoğurtlar

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hem sağlığa faydası olabilecek hem de tüketicilerin alışık oldukları tatlardan fazla uzaklaşmadan gündelik hayatlarında rahatlıkla tüketebilecekleri zencefil sulu ya da zencefil suyu ve bal ilaveli bir ürün üretilmiştir. Sağlık üzerine faydalı olduğu bilinen fermente süt ürününün biyoyararlılığı hem zencefil suyu hem de bal ilavesi ile arttırılmaya çalışılmıştır. Bal ilavesi zencefil suyunun sahip olduğu keskin aromayı dengelemiştir.

Yoğurtların kurumadde içerikleri %12.13 -%13.39; protein oranları %3.71-%4.24, yağ oranları %3.49-%3.94 arasında değişmiştir. Zencefil suyu (%1.5)+bal (%1.5) ilaveli yoğurtlarda protein ve kurumadde en yüksek oranda belirlenmiştir.

Depolama süresince yoğurtlarda titrasyon asitliğinde artma; pH değerlerinde ise ilk 14 günde azalma sonrasında hafif düzeyde bir artma gözlemlenmiştir. Zencefil suyu+bal ilaveli yoğurtlar en düşük titrasyon asitliği değerlerini göstermişlerdir. Zencefil suyu ve bal uygulamasından yoğurtlarda karbonhidratların önemli düzeyde etkilendiği görülmüştür. Fruktoz ve glukoz miktarları beklendiği üzere bal içeren yoğurtlarda içermeyenlere kıyasla daha yüksek tespit edilmiştir.

Depolamanın 1. gününde süte kıyasla laktozda en fazla azalma kontrol yoğurdunda gözlemlenmiştir. Depolama sırasında ise en düşük laktoz içeriğini (29426 mg/kg) kontrol örneğini göstermiştir. Bu durum yoğurtların laktik asit içeriğine de yansımış; en yüksek laktik asit içeriğine (15069 mg/kg) kontrol yoğurdu sahip olmuştur. En düşük laktik asit ise (12762 mg/kg) %1.5 zencefil suyu+%1.5 bal içeren yoğurtta gözlemlenmiştir. Bu tür ilaveler muhtemelen azda olsa yoğurt starter bakterisinin aktivitesini yavaşlatmıştır. Laktik asitin aksine anılan yoğurt yüksek suksinik asit miktarı (185 mg/kg) ile diğerlerinden farklılık ortaya koymuştur. Genel olarak yoğurtlarda en baskın organik asit laktik asit olurken; onu, sitrik, bütirik, formik ve asetik asit izlemiştir.

Uçucu bileşenler açısından zencefil suyunun oldukça zengin uçucu bileşen içeriğine sahip olması (143 adet) yoğurtlarda da uçucu bileşen profilini çeşitlendirmiştir. Zencefil suyu oranı arttıkça yoğurtlarda da uçucu bileşen sayısı artış göstermiştir. Bal ilavesi ise uçucu bileşen profilinde belirgin bir etki yaratmamıştır. Kontrol yoğurdu en yüksek oranda hekzanoik asit (%10.97), asetik asit (%9.64), benzoik asit (%8.78),

asetoin (%8.60), asetaldehit (%6.57), 2-heptanon (%5.71), diasetil (%4.79), 2-nonanon (%4.60), 2,3-pentadienon (4.03), butanoik asit (%3.10) hekzanal (%4.5), benzaldehit (%2.77), içermiş olup; bu bileşenlerin toplam uçucuların yaklaşık %76'sini oluşturmuştur. Zencefil suyu ya da zencefil suyu+bal içeren yoğurtlarda ise zencefil suyu ve bal oranının artması asetik asit (%4-%1.5), hekzanoik asit (%4.5-%2), asetaldehit (%2-%1.5) ve asetoin (%2.5-%1.5) oranlarında bir azalmaya neden olurken; bu yoğurtlarda kampene (%6), β -mirisen (%2.5), limonen (%2.5), sabinen (%15), Z-sitral (%2.5), E-sitral (%3.5), zingiberen (%16), β -bisabolen (%2.5), β -seskupallandren (%4.0) ve α -kurkumen (%2.5) yüksek oranlarda belirlenmiştir. Söz konusu bileşenler toplam uçucu bileşenlerin yaklaşık %67'sini oluşturmuştur. Zencefil suyu oranı artması zingiberen ve bisabolen'de belirgin bir artışa neden olmuştur.

Serum ayrılması, viskozite gibi fiziksel nitelikler açısından ise yoğurt örnekleri depolama günlerinde önemli farklılıklar göstermemişlerdir. Ancak depolama süresi ile birlikte viskozitede bir azalma ve serum ayrılmasında bir artma gözlemlenmiştir. Yoğurtların viskozite değerleri 3645 mPas ile 4363 mPas arasında serum ayrılması ise 6.50 mL ile 9.38 mL arasında değişim göstermiştir.

Genel kabul edilebilirlik açısından depolama süresince kontrol yoğurdu en yüksek puanları almış; onu zencefil suyu ve bal ilaveli yoğurt izlemiştir. En düşük genel kabul edilebilirlik puanı yalnızca zencefil suyu ilaveli yoğurtlarda gözlemlenmiştir. Dolayısıyla hem depolama stabilitesi hem de duyuusal açıdan kontrol yoğurduna en yakın nitelik gösteren yoğurt zencefil suyu ve balın birlikte kullanıldığı yoğurt olmuştur.

Zencefil suyu ile birlikte bal ilavesi yoğurtta asitlik gelişiminin daha yavaş olmasına ve ürün depolama stabilitesi açısından bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Bu durum ileride bu ürünlerin ticarileşmesi yönünde umut verici bir gelişme olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, K., Grün, I. U., Mustapha, A., & Fernando, L. N. (2002). Changes in the profile of organic acids in plain set and Stirred Yogurts During Manufacture and Refrigerated Storage 1. **Journal of food quality**, 25(5), 435-451.
- Ahmed, R. S., & Sharma, S. B. (1997). Biochemical studies on combined effects of garlic (*Allium sativum* Linn) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc) in albino rats. **Indian journal of experimental biology**, 35(8), 841-843.
- Akalın, A. S., Kınık, Ö., & Gönç, S. (1998). Yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi. **Gıda**, 23(1).
- Akalın, A. S., Gönç, S., & Akbaş, Y. (2002). Variation in organic acids content during ripening of pickled white cheese. **Journal of Dairy Science**, 85(7), 1670-1676.
- Alm, L. (1982). Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individuals. **Journal of Dairy Science**, 65(3), 346-352.
- Alonso, L., & Fraga, M. J. (2001). Simple and rapid analysis for quantitation of the most important volatile flavor compounds in yogurt by headspace gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of chromatographic science**, 39(7), 297-300.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**, 3(1), 15-23.
- Ammar, E. T., Ismail, M. M., Khalil, A. E. W. E., & Eid, M. Z. (2019). Impact of fortification with honey on some properties of bio-yoghurt. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, 2019, 503-508.
- AOAC 1990, NO 31034 **Japan Customs Analysis Methods** JCAM No.114-R1: No. 114
- Quantitative Analysis of Reducing Sugars in Sugar Preparations consisting of Sugar and Dextrin ((Updated in May 2001)-1-6 page
- AOAC, 2003. Official Methods of Analysis. AOAC International, Washington, DC.
- Astrup, A. (2014). Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies. **The American journal of clinical nutrition**, 99(5), 1235S-1242S.
- Bacterial Viability of Dromedary Yogurt. **Advance Journal of Food Science and Technology**, 10(9), 667-673.
- Bandyopadhyay, M., Chakraborty, R., & Raychaudhuri, U. (2007). A process for preparing a natural antioxidant enriched dairy product (Sandesh). **LWT-Food Science and Technology**, 40(5), 842-851.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., & Simov, Z. (1998). Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, 20(3-4), 180-186
- Bevilacqua, A. E., & Califano, A. N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. **Journal of Food Science**, 54(4), 1076-1076.

- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., & Trout, G. M. (1988). **The sensory evaluation of dairy products**. Van Nostrand Reinhold.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, 27(6), 677-689.
- Bone, K. (1997). Ginger. **British Journal of Phytotherapy**, 4, 110-120.
- Bordoni, A., Danesi, F., Dardevet, D., Dupont, D., Fernandez, A. S., Gille, D., ... & Shahar, D. R. (2017). Dairy products and inflammation: a review of the clinical evidence. **Critical reviews in food science and nutrition**, 57(12), 2497-2525.
- Bottazzi, V., Battistotti, B., & Montescani, G. (1973). Influence of single and associated strains of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* as well as milk treatments on the production of acetaldehyde in yoghurt. **Lait**, 53, 295-308.
- Brown, G. D., & Kosikowski, F. V. (1970). How to make honey yogurt. **Amer. Dairy Rev.**, 32(4), 60-62.
- Buchin, S., Delague, V., Duboz, G., Berdague, J. L., Beuvier, E., Pochet, S., & Grappin, R. (1998). Influence of pasteurization and fat composition of milk on the volatile compounds and flavor characteristics of a semi-hard cheese. **Journal of Dairy Science**, 81(12), 3097-3108.
- Cais-Sokolińska, D., & Pikul, J. (2006). use of colour measurement to evaluate yoghurt quality during storage. **Italian journal of food science**, 18(1).
- Cárcoba, R., Delgado, T., & Rodríguez, A. (2000). Comparative performance of a mixed strain starter in cow's milk, ewe's milk and mixtures of these milks. **European Food Research and Technology**, 211(2), 141-146.
- Chen, Y., Liu, W., Xue, J., Yang, J., Chen, X., Shao, Y., ... & Zhang, H. (2014). Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of *Lactobacillus helveticus* strains from traditional fermented dairy foods and antihypertensive effect of fermented milk of strain H9. **Journal of dairy science**, 97(11), 6680-6692.
- Cheng, H. (2010). Volatile flavor compounds in yogurt: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, 50(10), 938-950.
- Chick, H., Shin, H. S., & Ustunol, Z. (2001). Growth and acid production by lactic acid bacteria and bifidobacteria grown in skim milk containing honey. **Journal of Food Science**, 66(3), 478-481.
- Collins, E. B. (1972). Biosynthesis of flavor compounds by microorganisms. **Journal of dairy science**, 55(7), 1022-1028.
- Craig WJ (1999). Health-promoting properties of common herbs. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70(3): 491S.
- Curda, L., & Plockova, M. (1995). Impedance measurement of growth of lactic acid bacteria in dairy cultures with honey addition. **International Dairy Journal**, 5(7), 727-733.
- Dan, T., Wang, D., Wu, S., Jin, R., Ren, W., & Sun, T. (2017). Profiles of volatile flavor compounds in milk fermented with different proportional combinations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. **Molecules**, 22(10), 1633.
- Deeth, H. C., and A. Y. Tamime. 1981. Yogurt: nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot.* 44:78. ,B. SAIDI and J. J. WARTHESEN; **Analysis and Stability of Orotic Acid in Milk** ; 1989 *J Dairy Sci* 72:2900-2905

- Deeth, H. C., & Tamime, A. Y. (1981). Yogurt: nutritive and therapeutic aspects. **Journal of food protection**, 44(1), 78-86.
- Determination of Organic Acids in Dairy Products by High Performance Liquid Chromatography, **Food science**, Volume 54, Issue 4 July 1989 Pages 1076-1076
A.E. BEVILACQUA, A.N. CALIFANO
- Díaz-López, A., Bulló, M., Martínez-González, M. A., Corella, D., Estruch, R., Fitó, M., & Babio, N. (2016). Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. **European journal of nutrition**, 55(1), 349-360
- Dönmez, Ö., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. **Journal of dairy science**, 100(2), 901-907.
- Dudareva, N., Andersson, S., Orlova, I., Gatto, N., Reichelt, M., Rhodes, D., ... & Gershenzon, J. (2005). The nonmevalonate pathway supports both monoterpene and sesquiterpene formation in snapdragon flowers. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 102(3), 933-938.
- Effect of Ginger Powder Addition on Fermentation Kinetics, Rheological Properties and
Machado, T. A. D. G., de Oliveira, M. E. G., Campos, M. I. F., de Assis, P. O. A., de Souza, E. L., Madruga, M. S., ... & do Egypto, R. D. C. R. (2017). Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus*. **LWT**, 80, 221-229.
- El-Aziz, M., Mohamed, S., & Seleet, F. (2012). Production and evaluation of soft cheese fortified with ginger extract as a functional dairy food. **Polish journal of food and nutrition sciences**, 62(2), 77-83.
- Felfoul, I., Borchani, M., Samet-Bali, O., Attia, H., & Ayadi, M. A. (2017). Effect of ginger (*Zingiber officinalis*) addition on fermented bovine milk: Rheological properties, sensory attributes and antioxidant potential. **Journal of New Sciences**, 44(3), 2400-2409.
- Fernandez-Garcia, E., & McGregor, J. U. (1994). Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. **Journal of Dairy Science**, 77(10), 2934-2939.
- Fernandez-Garcia, E., & McGregor, J. U. (1997). Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, 204(6), 433-437.
- Gaafar, A. M. (1992). Volatile flavour compounds of yoghurt. **International journal of food science & technology**, 27(1), 87-91.
- Gonzalez, S., DE AMBROSINI, V. M., DE NADRA, M. M., DE RUIZ HOLGADO, A. P., & Oliver, G. (1994). Acetaldehyde production by strains used as probiotics in fermented milk. **Journal of food protection**, 57(5), 436-440.
- Groux, M. (1973). Flavour components of yoghurt. **Lait**, 53(523/524), 146-153.
- Güler, Z. (2007). Changes in salted yoghurt during storage. **International journal of food science & technology**, 42(2), 235-245.
- Guler, Z. (2008). Evaluation of lipolysis in set-type fermented milks made with different commercial yoghurts starter cultures during storage. **Milchwissenschaft**, 63(1), 73-77.

- Güler, Z., & Gürsoy-Balcı, A. C. (2011). Evaluation of volatile compounds and free fatty acids in set types yogurts made of ewes', goats' milk and their mixture using two different commercial starter cultures during refrigerated storage. **Food Chemistry**, 127(3), 1065-1071.
- Güler, Z. (2013). Organic acid and carbohydrate changes in carrot and wheat bran fortified set-type yoghurts at the end of refrigerated storage. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, 1(1), 1-6.
- Güler, Z. (2014). Profiles of organic acid and volatile compounds in acid-type cheeses containing herbs and spices (surk cheese). **International Journal of Food Properties**, 17(6), 1379-1392.
- Güler, Z., Taşdelen, A., Şenol, H., Kerimoğlu, N., & Temel, U. (2009). The determination of volatile compounds in set-type yogurts using static headspace gas chromatographic method. **GIDA/The Journal of Food**, 34(3).
- Güler, Z., & Park, Y. W. (2011). Characteristics of physico-chemical properties, volatile compounds and free fatty acid profiles of commercial set-type Turkish yoghurts. **Open Journal of Animal Sciences**, 1(01), 1.
- Hanou, S., Boukhemis, M., Benatallah, L., Djeghri, B., & Zidoune, M. N. (2016). Effect of Ginger Powder Addition on Fermentation Kinetics, Rheological Properties and Bacterial Viability of Dromedary Yogurt. **Advance Journal of Food Science and Technology**, 10(9), 667-673.
- Hashim, M. M., Mingsheng, D., Iqbal, M. F., & Xiaohong, C. (2011). Ginger rhizome as a potential source of milk coagulating cysteine protease. **Phytochemistry**, 72(6), 458-464.
- Hassan, A.N., Ipsen, R., Janzen, T. and Qvist, K.B. (2003) Microstructure and rheology of yoghurt made with cultures different only in their ability to procedure exopoly saccharides. **J. Dairy Sci.** 86: 1632-1638.
- Huang, X. W., Chen, L. J., Luo, Y. B., Guo, H. Y., & Ren, F. Z. (2011). Purification, characterization, and milk coagulating properties of ginger proteases. **Journal of dairy science**, 94(5), 2259-2269.
- Hemmerlin, A., Hoeffler, J. F., Meyer, O., Tritsch, D., Kagan, I. A., Grosdemange-Billiard, C., ... & Bach, T. J. (2003). Cross-talk between the cytosolic mevalonate and the plastidial methylerythritol phosphate pathways in tobacco bright yellow-2 cells. **Journal of Biological Chemistry**, 278(29), 26666-26676.
- Innocente, N., Biasutti, M., Rita, F., Brichese, R., Comi, G., & Iacumin, L. (2016). Effect of indigenous *Lactobacillus rhamnosus* isolated from bovine milk on microbiological characteristics and aromatic profile of traditional yogurt. **LWT-Food Science and Technology**, 66, 158-164.
- International, A. O. A. C. (2003). Official Methods of Analysis of AOAC International. 2nd revision. **Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities**.
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G. A., & Tamjidi, F. (2015). Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. **Journal of food science and technology**, 52(8), 5341-5346.

- Kaminarides, S., Stamou, P., & Massouras, T. (2007). Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine. **Food Chemistry**, 100(1), 219-225.
- Kırpık, E., & Sert, D. (2018). Süt homojenizasyonu ve yoğurt starteri ile fermentasyon üzerine ultrasonik dalga genliği ve sıcaklığın etkisinin belirlenmesi (Master's thesis, Necmettin Erbakan Üniversitesi).
- Kennas, A., Amellal-Chibane, H., Kessal, F., & Halladj, F. (2020). Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 19(1), 99-108.
- Kneifel, W., Ulbert, F., Erhard, F. and Jaros, D. (1992) Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt related products. I. **Screening of commercially available starter cultures**. *Milchwissenschaft*. 47: 362-365.
- Langner, E., Greifenberg, S., & Gruenwald, J. (1998). Ginger: history and use. **Advances in therapy**, 15(1), 25-44.
- Laule, O., Fürholz, A., Chang, H. S., Zhu, T., Wang, X., Heifetz, P. B., ... & Lange, M. (2003). Crosstalk between cytosolic and plastidial pathways of isoprenoid biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 100(11), 6866-6871.
- Lichtenthaler, H. K. (1999). The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. **Annual review of plant biology**, 50(1), 47-65.
- Machado, T. A. D. G., de Oliveira, M. E. G., Campos, M. I. F., de Assis, P. O. A., de Souza, E. L., Madruga, M. S., ... & do Egypto, R. D. C. R. (2017). Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus*. **LWT**, 80, 221-229.
- Marand, M. A., Amjadi, S., Marand, M. A., Roufegarinejad, L., & Jafari, S. M. (2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. **Powder Technology**, 359, 76-84.
- Marsh, A. J., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2014). Fermented beverages with health-promoting potential: past and future perspectives. **Trends in Food Science & Technology**, 38(2), 113-124.
- Marshall, V. M., & Cole, W. M. (1983). Threonine aldolase and alcohol dehydrogenase activities in *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus* and their contribution to flavour production in fermented milks. **Journal of Dairy Research**, 50(3), 375-379
- McSweeney, P. L., & Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. **Le Lait**, 80(3), 293-324.
- Mohammadi-Gouraji, E., Soleimanian-Zad, S., & Ghiaci, M. (2019). Phycocyanin-enriched yogurt and its antibacterial and physicochemical properties during 21 days of storage. **LWT**, 102, 230-236.
- Moio, L., Langlois, D., Etievant, P., & Addeo, F. (1993). Powerful odorants in bovine, ovine, caprine and water buffalo milk determined by means of gas chromatography-olfactometry. **Journal of dairy research**, 60(2), 215-222.

- Molimard, P., & Spinnler, H. E. (1996). Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. **Journal of dairy science**, 79(2), 169-184.
- Monnet, C., & Corrieu, G. (2007). Selection and properties of α -acetolactate decarboxylase-deficient spontaneous mutants of *Streptococcus thermophilus*. **Food microbiology**, 24(6), 601-606.
- Mostafai, R., Nachvakc, S. M., Mohammadi, R., Rocha, R. S., da Silva, M. C., Esmerino, E. A., ... & Mortazavian, A. M. (2019). Effects of vitamin D-fortified yogurt in comparison to oral vitamin D supplement on hyperlipidemia in pre-diabetic patients: a randomized clinical trial. **Journal of functional foods**, 52, 116-120.
- Mounchili, A., Wichtel, J. J., Bosset, J. O., Dohoo, I. R., Imhof, M., Altieri, D., ... & Stryhn, H. (2005). HS-SPME gas chromatographic characterization of volatile compounds in milk tainted with off-flavour. **International dairy journal**, 15(12), 1203-1215.
- Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E. B., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. **New England Journal of Medicine**, 364(25), 2392-2404.
- Mullin, W. J., & Emmons, D. B. (1997). Determination of organic acids and sugars in cheese, milk and whey by high performance liquid chromatography. **Food research international**, 30(2), 147-151.
- Mutlu, C., Erbaş, M., & Tontul, S. A. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. **Academic Food Journal/Akademik GIDA**, 15(1).
- Nafi, A., Foo, H. L., Jamilah, B., & Ghazali, H. M. (2013). Properties of proteolytic enzyme from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **International Food Research Journal**, 20(1).
- Newman, J. D., & Chappell, J. (1999). Isoprenoid biosynthesis in plants: carbon partitioning within the cytoplasmic pathway. **Critical reviews in biochemistry and molecular biology**, 34(2), 95-106.
- O'Connor, L. M., Lentjes, M. A., Luben, R. N., Khaw, K. T., Wareham, N. J., & Forouhi, N. G. (2014). Dietary dairy product intake and incident type 2 diabetes: a prospective study using dietary data from a 7-day food diary. **Diabetologia**, 57(5), 909-917.
- Ongol, M. P., Sawatari, Y., Ebina, Y., Sone, T., Tanaka, M., Tomita, F., ... & Asano, K. (2007). Yoghurt fermented by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* H⁺-ATPase-defective mutants exhibits enhanced viability of *Bifidobacterium breve* during storage. **International journal of food microbiology**, 116(3), 358-366.
- Ott, A., Germond, J.E., Baumgartner, M. and Chaintreau, A. (1999) Aroma comparisons of traditional and mild yogurts: headspacegas chromatography quantification of volatiles and origin of α -diketons. **J. Agric. Food Chem.** 47: 2379-2385.
- Ott, Andreas, Laurent B. Fay, and Alain Chaintreau. "Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor." **Journal of agricultural and food chemistry** 45.3 (1997): 850-858.

- Pan, L. H., Liu, F., Luo, S. Z., & Luo, J. P. (2019). Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: Structure, rheological property, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility. **LWT**, 115, 108479.
- Pilerood, S. A., Prakash, J., DL, S., & KA, R. (2010). Antibacterial Potential of Selected Herbs and Spices against Human Pathogenic Bacteria.
- Raya, R. R., Manca de Nadra, M. C., de Ruiz Holgado, A. P., & Oliver, G. (1986). Acetaldehyde metabolism in lactic acid bacteria. **Milchwissenschaft**, 41(7).
- Riazi, A., & Ziar, H. (2008). Growth and viability of yogurt starter organisms in honey-sweetened skimmed milk. **African Journal of Biotechnology**, 7(12).
- Roumyan, N., Zapryanov, P., Kondareva, S., & Georgiev, G. (1996). On some aspects of a new fermented milk product medina. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, 10(2-3), 86-89.
- Routray, W., & Mishra, H. N. (2011). Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 10(4), 208-220.
- Saidi, B., & Warthesen, J. J. (1989). Analysis and Stability of Orotic Acid in Milk1. **Journal of Dairy Science**, 72(11), 2900-290.
- Salmon CNA, Bailey-Shaw YA, Hibbert S, Green C, Smith AM, Williams LAD. Characterisation of cultivars of Jamaican ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) by HPTLC and HPLC. **Food Chem.** 131: 1517-1522 (2012)
- Sfakianakis, P., & Tzia, C. (2014). Conventional and innovative processing of milk for yogurt manufacture; development of texture and flavor: A review. **Foods**, 3(1), 176-193.
- Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B., & Ferragut, V. (2009). Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. **International Dairy Journal**, 19(2), 100-106.
- Sieber, R., Bütikofer, U., & Bosset, J. O. (1995). Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. **International Dairy Journal**, 5(3), 227-246.
- Sfakianakis, P., & Tzia, C. (2017). Flavour profiling by gas chromatography–mass spectrometry and sensory analysis of yoghurt derived from ultrasonicated and homogenised milk. **International dairy journal**, 75, 120-128.
- Suarez-Luque, S., Mato, I., Huidobro, J. F., Simal-Lozano, J., & Sancho, M. T. (2002). Rapid determination of minority organic acids in honey by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, 955(2), 207-214
- Şekerli, Y. E., 2013. Farklı sıcaklık normları ve yoğurt kültürleri uygulanan sütlerden üretilen yoğurtlarda kimyasal niteliklerin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K., & Latrille, E. (2001). Yoghurt and other fermented milks. **Mechanisation and automation in dairy technology**, 152-203.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). **Yoghurt: science and technology. Woodhead Publishing.**
- Tang, P. L., Chen, Y. T., Qin, J., Hou, X., & Deng, J. (2020). Effect of cinnamon bark and twig extracts on the chemical, physicochemical and antioxidant properties of fermented milk. **JOURNAL OF FOOD MEASUREMENT AND CHARACTERIZATION**.

- Tang, P. L., Hao, E. W., Deng, J. G., Hou, X. T., Zhang, Z. H., & Xie, J. L. (2019). Boost anti-oxidant activity of yogurt with extract and hydrolysate of cinnamon residues. **Chinese Herbal Medicines**, 11(4), 417-422.
- Tebliğ No: 2017/20) 27 Nisan 2017 PERŞEMBE Resmî Gazete Sayı 30050
- Tormo, M., & Izco, J. M. (2004). Alternative reversed-phase high-performance liquid chromatography method to analyse organic acids in dairy products. **Journal of Chromatography A**, 1033(2), 305-310.
- Torre, L. L., Tamime, A. Y., & Muir, D. D. (2003). Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. **International Journal of Dairy Technology**, 56(3), 163-170.
- TOSO, B., Procida, G., & STEFANON, B. (2002). Determination of volatile compounds in cows' milk using headspace GC-MS. **Journal of Dairy Research**, 69(4), 569-577.
- Trigueros, L., Pérez-Alvarez, J. A., Viuda-Martos, M., & Sendra, E. (2011). Production of low-fat yogurt with quince (*Cydonia oblonga* Mill.) scalding water. **LWT-Food Science and Technology**, 44(6), 1388-1395.
- Tsau, J. L., Guffanti, A. A., & Montville, T. J. (1992). Conversion of pyruvate to acetoin helps to maintain pH homeostasis in *Lactobacillus plantarum*. **Appl. Environ. Microbiol.**, 58(3), 891-894.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017. Süt ve Süt Ürünleri Üretimi İstatistikleri
- Urbach, G. (1995). Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. **International Dairy Journal**, 5(8), 877-903.
- Ustunol, Z., & Gandhi, H. (2001). Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp. in honey-sweetened skim milk. **Journal of Food Protection**, 64(11), 1775-1779.
- Varga, L. (2006). Effect of acacia (*Robinia pseudo-acacia* L.) honey on the characteristic microflora of yogurt during refrigerated storage. **International journal of food microbiology**, 108(2), 272-275.
- Vénica, C. I., Perotti, M. C., & Bergamini, C. V. (2014). Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. **Dairy science & technology**, 94(6), 561-580.
- Vénica, C. I., Wolf, I. V., Suárez, V. B., Bergamini, C. V., & Perotti, M. C. (2018). Effect of the carbohydrates composition on physicochemical parameters and metabolic activity of starter culture in yogurts. **LWT**, 94, 163-171.
- Walstra, P., & Jenness, R. (1984). **Dairy chemistry & physics**. John Wiley & Sons.
- Wang, X., Kristo, E., & LaPointe, G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. **Food Hydrocolloids**, 100, 105453.
- Wolf, I. V., Vénica, C. I., & Perotti, M. C. (2015). Effect of reduction of lactose in yogurts by addition of β -galactosidase enzyme on volatile compound profile and quality parameters. **International Journal of Food Science & Technology**, 50(5), 1076-1082.
- Xanthopoulos, V., Petridis, D., & Tzanetakis, N. (2001). Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp.

- bulgaricus strains isolated from traditional Greek yogurts. **Journal of food science**, 66(5), 747-752.
- Yang, G. H., Guan, J. J., Wang, J. S., Yin, H. C., Qiao, F. D., & Jia, F. (2012). Physicochemical and sensory characterization of ginger-juice yogurt during fermentation. **Food Science and Biotechnology**, 21(6), 1541-1548.
- Yeh, H. Y., Chuang, C. H., Chen, H. C., Wan, C. J., Chen, T. L., & Lin, L. Y. (2014). Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. **LWT-Food Science and Technology**, 55(1), 329-334.
- Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, 49(11), 5165-5170.



ÖZGEÇMİŞ

Araştırmacı 1993 yılında Hatay’da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise eğitimini Antakya’da tamamladı. 2011 yılında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2016 yılında tamamladı. Araştırmacı 2017 güz yarıyılında Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.



EKLER

EK-1. Yoğurt Duyusal Değerlendirme Formu

Duyusal nitelik puanı	5(<i>Çok iyi</i>) 4(<i>İyi</i>) 3(<i>Orta</i>) 2(<i>Zayıf</i>) 1(<i>Çok kötü</i>)
Tat ve Aroma Nitelikleri	
Yapı ve Tekstür Nitelikleri	
Görünüş Niteliği	
Genel Kabul Edilebilirlik	
9	☐ Çok iyi
8	☐
7	☐ İyi
6	☐
5	☐ Orta
4	☐
3	☐ Zayıf
2	☐
1	☐ Çok kötü