



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI SICAKLIK NORMLARI VE YOĞURT
KÜLTÜRLERİ UYGULANAN SÜTLERDEN ÜRETİLEN
YOĞURTLARDA KİMYASAL NİTELİKLERİN
BELİRLENMESİ**

YUNUS EMRE ŞEKERLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
TEMMUZ-2013**



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI SICAKLIK NORMLARI VE YOĞURT
KÜLTÜRLERİ UYGULANAN SÜTLERDEN ÜRETİLEN
YOĞURTLARDA KİMYASAL NİTELİKLERİN
BELİRLENMESİ**

YUNUS EMRE ŞEKERLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
TEMMUZ-2013**

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SICAKLIK NORMLARI VE YOĞURT KÜLTÜRLERİ UYGULANAN
SÜTLERDEN ÜRETİLEN YOĞURTLARDA KİMYASAL NİTELİKLERİN
BELİRLENMESİ

YUNUS EMRE ŞEKERLİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Zehra GÜLER danışmanlığında hazırlanan bu tez 26/07/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan	Üye	Üye
Doç. Dr. Ayşe GÜRSOY	Prof. Dr. Yahya Kemal AVŞAR	Doç. Dr. Zehra GÜLER

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 666

Doç. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 1105 Y 0113 (199)

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.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Uçucu Bileşenler	4
2.2. Organik Asitler	8
2.3. Serbest Amino Asitler	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal.....	12
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Yoğurtların Üretimi	12
3.2.2. Kimyasal Analizler	15
3.2.3. Fiziksel Analizler.....	25
3.2.4. Duyusal Değerlendirme	25
3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
4.1. İnkübasyon Örnekleri	27
4.1.1. İnkübasyon Örneklerinde Kimyasal Nitelikleri.....	27
4.1.2. İnkübasyon Örneklerinde Karbonhidratlar ve Organik Asitler	30
4.1.2.1. İnkübasyon Örneklerinde Karbonhidratlar	30
4.1.2.2. İnkübasyon Örneklerinde Organik Asitler	34
4.1.3. İnkübasyon Örneklerinde Uçucu Bileşenler	49
4.2. Yoğurt Örnekleri	71
4.2.1. Yoğurt Örneklerinde Kimyasal Nitelikler	71
4.2.2. Yoğurt Örneklerinde Karbonhidratlar ve Organik Asitler	74
4.2.2.1. Yoğurt Örneklerinde Karbonhidratlar	74
4.2.2.2. Yoğurt Örneklerinde Organik Asitler	77

4.2.3. Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşenler	92
4.2.4. Yoğurt Örneklerinde Serbest Amino Asitler	112
4.2.5. Yoğurt Örneklerinde Fiziksel Özellikler	119
4.2.5. Yoğurt Örneklerinde Duyusal Özellikler	126
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	128
KAYNAKLAR	133
TEŞEKKÜR.....	137
ÖZGEÇMİŞ	138
EKLER.....	139
EK-1. Yoğurt Örneğinde Uçucu Bileşenlere Ait Kromatogram Örneği	139
EK-2. Yoğurt Örneğinde Organik Asitlere Ait Kromatogram Örneği.....	140
EK-3. Yoğurt Örneğinde Serbest Amino Asitlere Ait Kromatogram Örneği	141
EK-4. Yoğurt Duyusal Değerlendirme Formu	142

ÖZET

**FARKLI SICAKLIK NORMLARI VE YOĞURT KÜLTÜRLERİ UYGULANAN
SÜTLERDEN ÜRETİLEN YOĞURTLARDA KİMYASAL NİTELİKLERİN
BELİRLENMESİ**

Bu çalışmada, yoğurt üretimi için inek sütü (Siyah Alaca), CH1 ve YC350 kültürleri kullanılmıştır. Sütlere inokülasyondan önce 80°C’de 30 dk ve 95°C’de 5 dk olmak üzere iki farklı ısı işlem uygulanmıştır. Örnekler 80YC350, 80CH1, 95YC350 ve 95CH1 olarak kodlanmıştır. İnokülasyon yapılan sütlere inkübasyon süresince pH 4.6 değerine ulaşınca kadar her saatte bir kimyasal nitelikler tespit edilmiştir. Üretilen set tipi yoğurtlarda ise depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kimyasal, duyu ve fiziksel nitelikler saptanmıştır. Uçucu bileşenler statik tepe boşluğu/katı faz mikroekstraksiyon tekniği ile kapiler kolon kullanılarak gaz kromatografisinde, serbest aminoasitler ve organik asitler yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmişlerdir.

Yoğurdun tat ve aromasından sorumlu başlıca uçucu bileşenlerden asetaldehit, asetoin, aseton, diasetil ve etanol bileşenlerinin miktarları üzerine süte uygulanan ısı işlem normlarının, kültür çeşidi, inkübasyon ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Hem fermantasyon hem de depolama sırasında en yüksek miktarlarda asetaldehit, diasetil, asetoin ve aseton CH1 kültürünün kullanıldığı örneklerde tespit edilmiştir. Deneme parametreleri örneklerin karbonhidrat ve çoğu organik asit içerikleri açısından önemli farklılıklar ($P<0,001$) yaratmıştır. Örnek 95CH1 hem fermantasyon hem de depolama sonunda en fazla toplam organik asit (13569–20068 mg/kg) ve en az toplam karbonhidrat içeriğine (37431–36073 mg/kg) sahip olmuştur. Serbest amino asitler yoğurt örneklerinde depolamaya bağlı olarak artmış ve örnekler arasında farklılıklar göstermiştir. Depolama sonunda en yüksek serbest amino asit içeriğine sahip olan örnek 80CH1 (306 mg/kg) olurken en düşük içeriğe sahip olan örneğin 95YC350 (263 mg/kg) örneği olduğu tespit edilmiştir.

Panelistler, genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı 80CH1 (5,37) örneğine verirken en düşük puanı ise 80YC350 (4,0) örneğine vermişlerdir. En yüksek puanı alan örnekte titrasyon asitliği, viskozite, serum ayrılması, laktik asit, formik asit, bütanoik asit, asetaldehit, aseton, etanol, diasetil, asetoin sırasıyla $1,23\pm0,02$, 3072 mPas, 5,23 mL, 13011 mg/kg, 4590 mg/kg, 1070 mg/kg, 3,98 mg/kg, 7,98 mg/kg, 36,71 mg/kg, 41,40 mg/kg ve 4,59 mg/kg olarak belirlenmiştir.

2013, 142 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, KFME, uçucu bileşenler, organik asitler, amino asitler, sıcaklık uygulaması, starter kültür

ABSTRACT

THE DETERMINATION OF CHEMICAL PROPERTIES OF YOGURTS PRODUCED FROM TWO DIFFERENT HEAT TREATMENT NORMS AND COMMERCIAL STARTER CULTURES APLLIED MILK

In this study, cows' (Siyah Alaca) milk, CH1 and YC350 starter cultures were used for yoghurt production. Before inoculation, two different heat treatment norms, 80°C/30 min and 95°C/5 min, were applied to milk. Samples were coded as 80CH1, 80YC350, 95CH1 and 95YC350. Inoculated milk samples were analyzed for chemical properties at every hour during incubation until pH reaches the value of 4.6. Produced set yoghurts were analyzed for chemical, sensory and physical properties at 1, 7, 14 and 21 days of storage. The volatile compounds were extracted by using static head space/solid phase microextraction technique and analysed by gas chromatography using capillary column, free amino acids and organic acids were determined by high-performance liquid chromatography.

Heat-treatment and type of starter cultures used for yogurt production and incubation, storage time had statistically an effect on acetaldehyde, acetoin, acetone, diacetyl and ethanol compounds which are responsible for the characteristic yoghurt flavour. During incubation and storage, yoghurt with CH1 had acetaldehyde, diacetyl, acetoin and acetone at the highest level. Test parameters had statically an effect on carbohydrate and many of organic acids ($p < 0.01$). The end of fermentation and storage 95CH1 had total organic acid at the highest level (13569–20068 mg/kg) and carbohydrates at the least level (37431–36073 mg/kg). The amount of free amino acid increased in yoghurt due to storage process applied. The end of storage, it is determined that 80CH1 had highest free amino acid (306 mg/kg) and 95 YC350 had also least level (263 mg/kg).

Heat-treatment, type of cultures and incubation time had statistically an effect on the organic acids and carbohydrates ($P < 0.01$). During incubation, culture CH1 and heat treatment at 95°C caused an increase in lactic acid content compared to the other parameters. Significant differences among samples during incubation were observed in terms of organic acids, except for butanoic acid.

In terms of general acceptability, yoghurts 80CH1 and 80YC350 were received the highest and the lowest scores by panalists. Titratable acidity, viscosity, serum separation, lactic acid, formic acid, butanoic acid, acetaldehyde, ethanol, diacetyl and acetoin for yoghurt 80CH1 were: $1,23 \pm 0,02\%$ (L.A), 3072 mPas, 5,23 mL, 13011 mg/kg, 4590 mg/kg, 1070 mg/kg, 3,98 mg/kg, 7,98 mg/kg, 36,71 mg/kg, 41,40 mg/kg and 4,59 mg/kg, respectively.

2013, 142 pages

Key Words: Yoghurt, SPME, GC, volatile compounds, organic acids, amino acids, heat treatment, starter culture

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

β	Beta
μg	Mikrogram
a	Kırmızı/Yeşillik İndisi
b	Mavi/Sarılık İndisi
BKD	Birim Koku Değeri
C	Kroma
CAR /PDMS	Karboksen /Polidimetilsiloksan
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
ÇS	Çiğ Süt
dk	Dakika
DTB	Dinamik Tepe Boşluğu
DVS	Direct-vat-set
eV	Elektrovolt
FID	Alev İyonizasyon Dedektörü
FİTS	Fenil İzotiyosiyanat
FS	Fermente Süt
g	Gram
GK/KS	Gaz Kromatografisi /Kütle Spektrometresi
HTST	Yüksek Sıcaklık Kısa Zaman
kg	Kilogram
L*	Aydınlık İndisi
L	Litre
m/z	Kütle /Yük
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimol
mPas	Milipaskal Saniye
MW	Mikrodalga
N	Normalite
nm	Nanometre

NS	Önemli Olmayan
p	Olabilirlik Değeri
PS	Polisitren
PTFE	Politetrafluoroetilen
PVDF	Polivinilidenflorür
R	Korelasyon Katsayısı
RI	Alıkonma İndeksi
RM	Çiğ İnek Sütü
rpm	Dakikadaki Devir Hızı
RSD	Alan Tekrarlanabilirliği
RT	Tutunma Süresi
S	İnkübasyon işleminin sonu
sn	Saniye
SPSS	Sosyal Bilimler İstatistik Programı
STB	Statik Tepe Boşluğu
TEA	Trietilamin
TSE	Türk Standartlar Enstitüsü
UHT	Ultra High Temperature (Çok Yüksek Sıcaklık)
UV	Ultraviyole
VIS	Görünür
WI	Beyazlık İndeksi
YG	Yoğurt
YPSK	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Standart hazırlamak için kullanılan bileşenler ve miktarları	17
Çizelge 3.2. Organik asitlerin analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve miktarları	20
Çizelge 3.3. Organik asitlerin kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklikleri	20
Çizelge 3.4. Serbest amino asitlerin analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve miktarları	23
Çizelge 3.5. Serbest amino asitlerin kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklikleri	24
Çizelge 4.1. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde kimyasal nitelikler	28
Çizelge 4.2. Örneklerde inkübasyon sırasında titrasyon asitliği ve pH değerleri	28
Çizelge 4.3. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde karbonhidrat miktarları	30
Çizelge 4.4. Örneklerde inkübasyon sırasında karbonhidrat miktarları	31
Çizelge 4.5. Örneklerde inkübasyon sırasında karbonhidratlara ait istatistiksel değerlendirmeler	31
Çizelge 4.6. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde organik asit miktarları	34
Çizelge 4.7. Örneklerde inkübasyon sırasında organik asit miktarları	36
Çizelge 4.8. Örneklerde inkübasyon sırasında organik asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler	39
Çizelge 4.9. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde uçucu bileşenler	50
Çizelge 4.10. Örneklerde inkübasyon sırasında alkoller	52
Çizelge 4.11. Örneklerde inkübasyon sırasında terpenler	53
Çizelge 4.12. Örneklerde inkübasyon sırasında asitler	55
Çizelge 4.13. Örneklerde inkübasyon sırasında ketonlar	58
Çizelge 4.14. Örneklerde inkübasyon sırasında aldehitler	60
Çizelge 4.15. Örneklerde inkübasyon sırasında furanlar ve fenolikler	61
Çizelge 4.16. Örneklerde inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşen miktarları	63
Çizelge 4.17. Örneklerde inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşenlere ait istatistiksel değerlendirmeler	65

Çizelge 4.18. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında pH ve titrasyon asitliği değerleri	72
Çizelge 4.19. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında belirlenen karbonhidrat miktarları	75
Çizelge 4.20. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında karbonhidratlara ait istatistiksel değerlendirmeler	75
Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında organik asit miktarları.....	79
Çizelge 4.22. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında organik asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler	81
Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında alkoller	93
Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında terpenler	94
Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asitler	96
Çizelge 4.26. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında ketonlar	98
Çizelge 4.27. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında aldehitler	100
Çizelge 4.28. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında furanlar ve fenolikler	102
Çizelge 4.29. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında başlıca uçucu bileşen miktarları	106
Çizelge 4.30. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında başlıca uçucu bileşenlere ait istatistiksel değerlendirmeler	107
Çizelge 4.31. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetaldehit: aseton oranları	107
Çizelge 4.32. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asit miktarları	114
Çizelge 4.33. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler	118
Çizelge 4.34. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında fiziksel nitelikler	121
Çizelge 4.35. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında fiziksel niteliklere ait istatistiksel değerlendirmeler	122
Çizelge 4.36. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında duyuşal niteliklerin değişimi	127

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Yoğurt üretim şeması.....	14
Şekil 4.1. Örneklerde inkübasyon sırasında titrasyon asitliği ve pH değerlerindeki değişimler	29
Şekil 4.2. Örneklerde inkübasyon sırasında laktoz miktarının değişimi.....	32
Şekil 4.3. Örneklerde inkübasyon sırasında glikoz miktarının değişimi	32
Şekil 4.4. Örneklerde inkübasyon sırasında galaktoz miktarının değişimi.....	33
Şekil 4.5. Örneklerde inkübasyon sırasında laktik asit miktarının değişimi.....	41
Şekil 4.6. Örneklerde inkübasyon sırasında orotik asit miktarının değişimi	41
Şekil 4.7. Örneklerde inkübasyon sırasında sitrik asit miktarının değişimi.....	42
Şekil 4.8. Örneklerde inkübasyon sırasında ürik asit miktarının değişimi	42
Şekil 4.9. Örneklerde inkübasyon sırasında pirüvik asit miktarının değişimi	44
Şekil 4.10. Örneklerde inkübasyon sırasında asetik asit miktarının değişimi.....	44
Şekil 4.11. Örneklerde inkübasyon sırasında propiyonik asit miktarının değişimi	45
Şekil 4.12. Örneklerde inkübasyon sırasında bütirik asit miktarının değişimi	45
Şekil 4.13. Örneklerde inkübasyon sırasında okzalik asit miktarının değişimi	47
Şekil 4.14. Örneklerde inkübasyon sırasında hippürik asit miktarının değişimi	47
Şekil 4.15. Örneklerde inkübasyon sırasında formik asit miktarının değişimi	48
Şekil 4.16. Örneklerde inkübasyon sırasında asetaldehit içeriğinin değişimi.....	66
Şekil 4.17. Örneklerde inkübasyon sırasında aseton içeriğinin değişimi.....	66
Şekil 4.18. Örneklerde inkübasyon sırasında etanol içeriğinin değişimi	69
Şekil 4.19. Örneklerde inkübasyon sırasında diasetil içeriğinin değişimi	69
Şekil 4.20. Örneklerde inkübasyon sırasında asetoin içeriğinin değişimi	70
Şekil 4.21. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında titrasyon asitliği ve pH değerinin değişimi	73
Şekil 4.22. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında laktoz miktarının değişimi	76
Şekil 4.23. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında glikoz miktarının değişimi.....	76
Şekil 4.24. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında galaktoz miktarının değişimi	77
Şekil 4.25. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında laktik asit miktarının değişimi	83
Şekil 4.26. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında orotik asit miktarının değişimi.....	83

Şekil 4.27. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında sitrik asit miktarının değişimi	84
Şekil 4.28. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında ürik asit miktarının değişimi	84
Şekil 4.29. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında pirüvik asit miktarının değişimi	87
Şekil 4.30. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetik asit miktarının değişimi	87
Şekil 4.31. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında propiyonik asit miktarının değişimi	88
Şekil 4.32. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında bütirik asit miktarının değişimi	88
Şekil 4.33. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında okzalik asit miktarının değişimi	90
Şekil 4.34. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında hippürik asit miktarının değişimi	90
Şekil 4.35. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında formik asit miktarının değişimi	91
Şekil 4.36. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetaldehit miktarının değişimi	105
Şekil 4.37. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında aseton miktarının değişimi	105
Şekil 4.38. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında etanol miktarının değişimi	109
Şekil 4.39. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında diasetil miktarının değişimi	109
Şekil 4.40. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetoin miktarının değişimi	110
Şekil 4.41. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında toplam serbest amino asit miktarının değişimi	118
Şekil 4.42. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında viskozite değerinin değişimi	120
Şekil 4.43. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serum ayrılması değerinin değişimi	120
Şekil 4.44. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında L değerinin değişimi	123
Şekil 4.45. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında a değerinin değişimi	124
Şekil 4.46. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında b değerinin değişimi	124
Şekil 4.47. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında beyazlık indeksi değerinin değişimi	125
Şekil 4.48. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında kroma değerinin değişimi	125

Şekil 4.49. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında genel kabul edilebilirlik değerinin değişimi	127
--	-----

1. GİRİŞ

Yoğurdun orijini tam olarak bilinmemekle beraber tarihi kaynaklara göre ilk defa Orta Asya'daki Türkler tarafından yapıldığı ifade edilmektedir (Tamime and Deeth, 1980; Tamime and Robinson, 2001). Türkçe ismiyle de dünya dillerindeki literatürlerde yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2013 yılı verilerine göre ülkemizde 1 milyon ton yoğurt üretilmiştir.

Yoğurt üretiminde, *L. delburueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'un belirli oranlarda karıştırılması ile oluşan yoğurt starter kültürleri kullanılmaktadır. Anılan bu kültürler, fermentasyonla laktozdan laktik asit üreterek sütün pH'sını 6.3-6.5'den 4.6'nın altına düşürmekte, yoğurda özgü karakteristik tat ve koku sağlamakta, sert bir pıhtı oluşturarak son ürüne bir stabilite ve viskozite kazandırmaktadırlar (Tamime ve ark., 1985). Süt endüstrisi gelişmiş ülkelerde fermente süt ürünleri üretiminde saf kültürlerin kullanılması artmış ve kültür üretimi bir endüstri haline gelmiştir (Marilainen, 1988). Yoğurt starter bakterilerinin birbirleri üzerine olan sinerjik etkilerinden dolayı ayrı ayrı kullanıldıklarında ürettikleri laktik asit ve aroma bileşenlerinin daha fazlasını birlikte kullanıldıklarında üretmektedirler. Yoğurt bakterilerinin sinerjik etkilerinde *L. delburueckii subsp. bulgaricus* proteolitik aktivitesi sonucu oluşturdukları amino asitlerle streptokokların gelişimini; *Streptococcus thermophilus*'un ürettikleri karbon dioksit ve formik asitte laktobasillerin gelişimini stimüle etmektedir. Ancak sütün yüksek somatik hücre içeriği, hidrojen peroksit, dezenfektan ya da deterjanlar, antibiyotikler ve bakterifajlar bu birlikte gelişimi engellemektedirler (Tamime ve Robinson, 2001). Buna karşın, yoğurt üretiminde kullanılan süte yüksek ısı işlem uygulaması ya da proteinler ilave ederek süt kurumaddesinin artırılması gibi proses aşamaları da bakterilerin simbiyotik ilişkisini artırmaktadır.

Yoğurt üretiminde kullanılacak süte; patojen ve diğer istenmeyen mikroorganizmaların elemine edilmesi, yoğurt starter kültürleri için stimülatör/inhibitör faktörlerin oluşumu ve yoğurt jeli için elzem fizikokimyasal değişikliklerin oluşumu için ısı işlem uygulanmaktadır. Isıl işlem normları 65°C'de 30 dk'dan 135-150°C'de 20-2 sn'e kadar değişebilmektedir. Ancak en yaygın kullanılan ısı işlem norm ve süresi 80-85°C'de 20-30 dk ve 90-95°C'de 5 dk'dır. Bu ısı işlem normları sütte bulunan spor

oluşturan bakteriler hariç tüm vejetatif hücreleri imha etmekte, çoğu enzimlerin ve serum proteinlerinin denatürasyonunu sağlamaktadır (Tamime ve Robinson, 2001).

Yoğurdun duyuşsal özellikleri, başlıca yoğurt üretiminde kullanılan sütün bileşimi ve tipine, üretim koşullarına, asitlik oranına ve kullanılan starter kültürlerin oran ve suşlarına bağılı olmaktadır (Ulbert and Kneifel 1992; Beshkova ve ark., 1998; Tamime and Robinson 2001). Yoğurt tüketiminde tüketicinin duyuşsal nitelik tercihleri oldukça heterojen bir dağılım göstermektedir. Türk tüketicilerin tercihi daha asidik olan yoğurt tipleri yönünde olmaktadır. Pohjanheimo ve Sandell (2009)'da gıda tüketiminde kimyasal özelliklerden çok duyuşsal özelliklerin dikkate alındığını ve gıda tercihlerinin duyuşsal kaliteyle bağılantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Yoğurtta tat-aromadan temel olarak starter kültürler sorumludur. Bu kültürlerin metabolitik aktiviteleri sonucu proteinlerin proteolizi, yağların hidrolizasyonu ve laktozun transformasyonu ile tat ve koku bileşenleri oluşmaktadır. Yoğurtta tat-aromayı oluşturan bileşenler; karbonil bileşenleri (asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil), uçucu asitler (formik, asetik, propiyonik, bütirik), uçucu olmayan asitler (laktik, pirüvik, oksalik, süksinik) ile protein, yağ ve laktozun ısı etkisi ile parçalanması ile oluşan (methionin, valin, keto ve hidroksi asitler, furfural ve furfural alkol) ve aromaya belirli ölçüde katkıda bulunan bileşenlerdir (Tamime ve Robinson 2001). Yoğurdun temel tat ve aromasından başlıca karbonil bileşenleri (asetaldehit, etanol, aseton, diasetil ve asetoin) sorumlu olmaktadır (Rasic ve Kurman, 1978; Kneifel ve ark., 1992; Xanthopoulos ve ark., 1994; Ott ve ark., 1997). Serbest yağ asitleri ise aromayı destekleyici etkiye sahiptirler (Tamime ve Robinson 2001). Organik asitler hem bakteri gelişimini ve aktivitesi hakkında (Izco ve ark., 2002) hem de doğal koruyucular oldukları için yoğurdun duyuşsal karakteristiğinde önemli rol oynamaktadırlar (Fernandez-Garcia ve McGregor., 1994). Ayrıca aroma bileşenlerinin oluşumu ve starter kültürün gelişimi için de serbest amino asitlerin etkili olduğu belirtilmektedir (Ott ve ark., 2000; Omae ve ark., 2008).

Yoğurdun tat ve aroma bileşenleri genellikle buhar distilasyon yöntemi ile üründen açığa çıkarılmakta ve kolorimetrik ya da kromatografik yöntemlerle tespit edilmektedir. Araştırmacılara göre aroma bileşenleri miktarının daha doğru ve kesin olarak tespit edilmesinde gaz kromatografik yöntemler daha uygun olmaktadır (Eriksson ve ark., 1977; Ulbert, 1991; Ott ve ark., 1999).

Gaz kromatografisi (GK)-Kütle spektrometresi (KS) ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisinin (YPSK) gelişimi ile süt ve ürünlerinin aromasından sorumlu bileşenlerin detaylı bir biçimde analizlenmesi mümkün olmuştur. Ancak kromatografik tanımlamadan önce gıdalarda bulunan bileşenlerin uçucu forma dönüştürülmesinde eter ekstraksiyon, statik tepe boşluğu teknikleri (STB) ile direkt enjeksiyon ya da katı faz mikro ekstraksiyon (KFME) gibi farklı yöntemler uygulanmaktadır. Süt ve ürünlerinde uçucu bileşenlerin tespitinde araştırmacılar STB yöntemi ile direkt enjeksiyon (Tamime ve Robinson, 2001, Beshkova, ve ark., 1998; Güler ve ark., 2009) ya da daha yaygın bir uygulama alanı olan KFME tekniğini kullanmışlardır (Erkaya ve Şengül, 2011; Ligor ve ark., 2008). Ancak mevcut literatüre göre farklı sıcaklık normları ve farklı ticari yoğurt kültürleri uygulanan sütlerden üretilen yoğurtlarda hem KFME yöntemi uygulanarak uçucu bileşenlerin hem de YPSK ile organik ve serbest amino asit içeriğinin belirlenmesi konusunda kapsamlı çalışma bulunmamaktadır.

Bu nedenle çalışmada farklı sıcaklık normları ve farklı ticari yoğurt kültürleri uygulanarak üretilen yoğurtlarda uçucu bileşen profillerinin KFME tekniği ve organik ve serbest amino asit içeriğinin YPSK ile belirlenmiştir. Sonuçta uçucu bileşen profili, organik ve serbest amino asit içeriği ve fiziksel özellikler üzerine kültür tipinin ve farklı sıcaklık normlarının etkisi incelenmiştir. Çalışma Türkiye de en çok kullanılan ticari yoğurt kültürleri ve farklı sıcaklık uygulamalarıyla üretilen yoğurtların uçucu bileşen, organik, serbest amino asit profilleri ve fiziksel, duyu nitelikler bakımından farklılık gösterip göstermediğini ortaya koymak açısından da önem taşımaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde çeşitli faktörlerin süt ve süt ürünlerinde uçucu bileşenlere, organik asitlere ve serbest amino asitlere etkisi konusunda çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak konumuzla ilgili olanları bu bölümde yer almaktadır.

2.1. Uçucu Bileşenler

Ulberth (1991), bazı yoğurt örneklerinde başlıca uçucu bileşenlerin belirlenmesi için GK/STB tekniğinin kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. Bileşenlerin izolasyonu için 2 g örnek 10 mL'lik vial içerisinde 1 saat boyunca 60°C ısıtılmasına tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda asetaldehit, etanol, aseton, propanol, diasetil, 2-butanon bileşenleri yüksek geri kazanım değerleri ile belirlenmiş ve yöntemin yoğurt için kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

Kneifel ve ark. (1992), GK/STB tekniği ile farklı ticari starter kültürler kullanarak ürettikleri yoğurtların ve yoğurt benzeri ürünlerin aroma profili ve duyu niteliklerini belirlemişlerdir. Yoğurttaki uçucu bileşenlerden aroma üzerinde etkili olan başlıca bileşenler olan asetaldehit (5,5–20,7 mg/kg), diasetil (0,5–2,2 mg/kg), etanol (1,6–9,9 mg/kg), 2-butanon (0,05–0,6 mg/kg) ve aseton (1,8–3,4 mg/kg) araştırmacılarca belirlenmiştir. Uçucu keton bileşenlerinde dikkate değer bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışmada daha önceki çalışmalardan Botazzi ve ark (1973) tarafından optimum yoğurt aroması için gerekli olan asetaldehit değerinin (23-41 mg/kg) altında değerler (5,5-20,7mg/kg) saptanmış fakat düşük asetaldehit miktarına sahip olmalarına rağmen örnekler duyu analizlerde yoğurt aroması açısından “orta” olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda yoğurt aromasının sadece asetaldehite dayandırılmasının yeterli olmadığı asetaldehitin diğer bileşenlerle olan oranının, asitlik, proteoliz gibi faktörlerin de etkisinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Imhof ve ark. (1994), tek ve çok suşlu termofilik ve mezofilik kültürler kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerinde kültürlerin oluşturduğu uçucu bileşenler üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmada uçucu bileşenlerin izolasyonunu dinamik tepe boşluğu (DTB) tekniği, analizlerini ise GK/KS kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda çiğ süt ve yoğurt örneklerinde toplam 32 uçucu bileşen belirlenmiş

bunlardan sadece 2,3-butandion, 2,3-pentandion, etanol ve propanonun 1 mg/kg miktarına ulaştığı diğer bileşenlerin büyük çoğunluğunun çok düşük miktarlarda (mg/kg) olduğu belirtilmiştir. Bu bileşenlerden 2,3-butandion (6–362 birim koku değeri), 2,3-pentadion (0–363 BKD), dimetilsülfid (6–12 BKD) ve benzaldehitin (0–3 BKD) bağlı olarak yoğurt aroması üzerinde etkili olması beklenmiştir. Dikkat çekici bulgu ise 2,3-pentadion bileşeninin çok suşlu kültürler tamamı tarafından tek suşlu kültürlerle göre 3-5 kat daha fazla miktarda üretildiğinin gözlemlenmesidir.

Ott ve ark. (1997), farklı izolasyon teknikleri ile yoğurt aroması üzerine etkili olan bileşenler üzerine araştırma yapmışlardır. GK-KS ile toplam 86 bileşen ve gaz GK/olfaktometre ile bunlardan 21 tanesinin aroma üzerinde etkili başlıca bileşenler olduğu belirlenmiştir. Uçucu bileşenlerden 1-nonen-3-on aroma bileşeni olarak ilk kez bu çalışmada tespit edilmiş ve düşük konsantrasyonuna rağmen aroma üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Dimetil sülfid, 2,3-pentadion ve 2,3-butandion aroma üzerinde etkili bileşenler olarak kabul edilmiştir. Benzaldehit bileşeninin aroma üzerinde önemli derecede etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir. Beş bileşen (1-nonen-3-on, metional, 2-metiltetrahidrotiofen-3-on, (2E)-nonenal ve guaiakol) önemli derecede koku değerine sahip olarak yoğurt aromasında ilk kez tespit edilmiştir.

Beshkova ve ark. (1998), yoğurt starter kültürlerinin ürettikleri karbonil uçucu bileşenlerin ve serbest uçucu yağ asitlerinin yoğurdun 6°C’de depolanma sürecindeki durumları üzerine çalışmışlardır. Çalışmada saf *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* suşları ve anılan kültürlerin iki farklı karışımı kullanılmıştır. Karbonil bileşenleri DTB tekniği, yağ asitleri buhar distilasyonu tekniği ile izole edilip GK ile analiz edilmiştir. Yoğurt kültürlerinin inkübasyon süresi ve soğuk depolamanın ilk 7 saatine kadar karbonil bileşenlerinin sentezinde maksimum aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ancak maksimum bileşen seviyeleri başlıca uçucu karbonil bileşeni asetaldehit (1415–1734,2 µg/100g) olmak üzere depolamanın 22–31. saatleri arasında belirlenmiştir. Diasetil (165,2–202 µg/100g), asetoin (170–221 µg/100g), aseton (66–75.5 µg/100g), etanol (58 µg/100g) ve 2-butanon (3,6–3,8 µg/100g) olarak belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde doymuş uçucu yağ asitlerinden asetik, propiyonik, bütirik, izovalerik, valerik, kaproik, kaprilik ve kaprik saptanmıştır. Bu asitlerden asetik, bütirik ve kaproik asidin kültürlerin ürettiği başlıca bileşenler olduğu belirtilmiştir.

Oluşturdukları uçucu bileşen dengesi açısından yoğurtta arzu edilen aromayı sağlama konusunda karışım kültürler saf kültürlerle göre daha başarılı bulunmuştur.

Ott ve ark. (1999), GK/STB tekniği kullanarak geleneksel ve tatlı (daha az asidik) yoğurdun uçucu bileşenleri üzerine çalışma yapmıştır. Üretilen yoğurt örnekleri 4°C’de depolanmış ve 1. gün, 1, 2 ve 4. haftada analiz yapılmıştır. Yoğurt ve süt örneklerinde etanol, asetaldehit, 2,3-butadion, 2,3-pentadion, aseton, dimetilsülfid, 2-pentanon, 2-butanon, 2-heptanon, benzaldeit, benzotiazol üzerine yoğunlaşmıştır. Depolama süresince yoğurt örneklerinde 2-asetolaktatın ve 2-asetohidroksibütirat miktarının azaldığını buna bağlı olarak 2,3-butadion ve 2,3-pentadion miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Asetaldehit ve etanol Tenax Trap tekniği kullanarak izole edildiğinde sonuçlar tatmin edici bulunmamış ve STB tekniği kullanılmıştır. Yoğurt aroması üzerinde etkili olan bileşenlerden birisi olan asetaldehit depolamanın 1. gününde geleneksel yoğurtta 13 mg/kg, tatlı yoğurtta ise sadece 5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Etanol bileşeninin depolama süresince miktarında önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Tatlı yoğurtta depolama boyunca geleneksel yoğurda göre 2–3 kat daha az asetaldehit miktarına fakat 2,3-butandion ve 2,3-pentadionun seviyesinde artma gözlemlenmiştir.

Özer ve ark. (2006), farklı oranlarda mikrobiyal transglutaminaz uygulaması yaptıkları yağsız yoğurt örneklerinin 4°C’de 21 gün depolanması süresince fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. GK-KS ile depolama boyunca yoğurdun başlıca uçucu bileşenlerinden olan asetaldehit, etanol ve asetonun durumları takip edilmiştir. Asetaldehit miktarında depolama sırasında artma ve transglutaminaz konsantrasyonu ile negatif korelasyon göstermiştir. Etanol ve aseton miktarı depolama süresince artma göstermiştir. Fakat transglutaminaz konsantrasyonuna bağlı olarak herhangi belirgin bir değişim göstermemiştir. Hiçbir örnekte diasetil belirlenememiştir.

Ligor ve ark. (2008), süt fermentasyon sürecinin uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerin üzerine etkisinin tespitinde GK ile KFME tekniğinin kullanılabilirliği araştırmışlardır. Uçucu bileşenlerden biasetilin fermentasyon ve 4°C’de depolama boyunca durumunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları geri kazanım denemeleri sonucunda KFME tekniği için en yüksek geri kazanım sağlayan Karboksen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) 75 µm fiber malzemesini tercih etmişlerdir. Biasetil miktarının inkübasyonun ilk 4-23 saatleri arasında azaldığını buna bağlı olarak sitrik asit

miktarının düştüğünü; depolamanın 6. gününden itibaren ise asetoin miktarının artmasına bağlı olarak biasetilin azaldığını belirtmişlerdir.

Macciola ve ark. (2008), süt, yoğurt ve tereyağında GK/Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) tekniği kullanarak tereyağının başlıca bileşeni olan fakat diğer süt ürünlerinde de rastlanan diasetilin belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Bu çalışma ile yöntem süt ürünlerinde ilk kez kullanılmıştır. Süt ve yoğurt örneklerinde yöntem olumlu sonuçlar vermiştir ve kullanılabilirliği ispatlanmıştır. Diasetil miktarı çiğ inek sütünde 72 µg/g, yoğurt örneğinde ise 43 µg/g olarak belirlenmiştir.

Pinto ve ark. (2009), piyasadan temin ettikleri ve üç farklı kültür çeşidi kullanarak ürettikleri yoğurtların raf ömrü süresince uçucu bileşenlerinin durumunu araştırmışlardır. Çalışmalarında *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* ve ticari miks yoğurt kültürlerini kullanmışlardır. Uçucu bileşenlerin izole edilmesi ve analizleri STB yöntemi ile GK kullanılarak yapılmıştır. Aynı depolama süresi boyunca piyasadan temin ettikleri ve ticari tip kültür ile hazırladıkları yoğurtlarda yüksek oranda asetaldehit, düşük oranda diasetil belirlemişlerdir. Saf *L.bulgaricus* kültürü ile hazırlanan yoğurtlarda diasetil belirlenememesine rağmen *S.thermophilus* ile hazırlanan yoğurtlarda yüksek oranda belirlenmiştir. Tüm yoğurt örneklerinin inkübasyonu ve depolanması esnasında etanol bileşeni belirlenmiş ve inkübasyonun başlangıcından depolamanın bitimine kadar miktarında artma gözlemlenmiştir.

Güler ve ark. (2009), farklı tip aromatik yoğurt kültürleri (CH1, YC350, YF-3331) kullanarak inek sütünden ürettikleri set tipi yoğurtlarda soğuk depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde STB/GK kullanarak uçucu bileşenleri belirlemişlerdir. Yoğurt örneklerinde depolama esnasında asetaldehit, asetoin, aseton, etanol, 2-furanmetanol ve etil fitalat tüm yoğurt örneklerinde belirlenmiş fakat diasetil ve 2-butanon belirlenememiştir. Tüm örneklerde asetaldehit içeriğinin depolamanın 1. gününde maksimum seviyeye ulaştığı daha sonra ise depolama ile düştüğü gözlemlenmiştir. Asetaldehit miktarındaki azalmaya bağlı olarak etanol miktarında artma tespit edilmiştir. Etanol bileşeni açısından en yüksek içeriğe sahip olan örneğin YC-350 kültürü kullanılarak üretilen yoğurt olduğu belirlenmiştir. 2-furanmetanol bileşeni depolamanın 1. ve 7. tespit edilmiş fakat 7. günden sonra belirlenememiştir. Ortalama değerler açısından en yüksek asetaldehit (57,75 mg/kg), etanol (28,5 mg/kg), 2-furanmetanol (3,2 mg/kg), etil fitalat (4,88 mg/kg) CH1 kültürü kullanılarak üretilen

yoğurtta, aseton (6,79 mg/kg) ve asetoin (6,13 mg/kg) ise YF-3331 kültürü kullanılan yoğurtta belirlenmiştir. CH1 kültürü ile üretilen yoğurt örneklerinde yoğurdun karakteristik aroması için önemli olan asetaldehit/aseton, asetaldehit/etanol oran değerleri yüksek oranda bulunmuş; onu YF-3331 ve YC-350 ile üretilen örnekler izlemiştir.

Güler ve Park (2011), piyasadan temin ettikleri set tipi Türk yoğurtlarının fizikokimyasal özellikleri, serbest yağ asiti ve uçucu bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada; bileşenlerin ekstraksiyonunu STB tekniği ve ayrımını ise GK/KS ile gerçekleştirmişlerdir. Markalar arasında istatistiksel olarak önemli varyasyon gösteren asetaldehit (50,74 mg/kg) tüm yoğurt örneklerinde tespit edilen ve aroma üzerinde en baskın uçucu bileşen olarak bulunmuştur. Asetaldehiti, aseton, asetoin, diasetil ve etanol izlemiştir. Diasetil titrasyon asitliği, asetaldehit ve etanoik (asetik) asitle, aseton ise bütanoik ve hekzanoik gibi doymuş yağ asitleriyle; 2-nonanon, 2-undekanon, 2-tridekanon ve 2-pentadekanon miktarları etil asetat ile negatif korelasyonlar göstermiştir. Başlıca etanoik (asetik) asit olmak üzere hekzanoik, oktanoik ve bütanoik asit yoğurtlarda en çok tespit edilen yağ asitleri olarak belirtilmiştir.

Şengül ve Erkaya (2011), farklı süt çeşitleri kullanarak ürettikleri yoğurtların 4°C'de 28 günlük depolama süreci boyunca uçucu bileşen içerikleri üzerine çalışma yapmışlardır. Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu KFME tekniği 75 µm CAR/PDMS fiber ile tespiti de GK/KS'le gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiş, bunlardan tüm yoğurt örneklerinde belirlenen bileşenlerin başlıcalarının asetaldehit, diasetil ve asetoinin olduğu bildirilmiştir. Asetaldehit depolama sonunda ve diasetil miktarı da 7. günde maksimum seviyelere ulaşmıştır. Ancak diasetil 7. günden sonra depolama boyunca azalmıştır. İnek sütünden elde edilen yoğurdun asetoin ve bütirik asit içeriği bakımından en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak farklı süt türlerinin ve depolama sürecinin yoğurdun uçucu bileşenleri üzerine etkili olduğu belirtilmiştir.

2.2. Organik Asitler

Fernandez-Garcia ve McGregor (1994), fermentasyon ve soğuk (4°C) depolama esnasında yoğurtta organik asit değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar 10 organik asidi (orotik asit, sitrik asit, pirüvik asit, laktik asit, ürik asit, formik asit, asetik asit,

propiyonik asit, bütirik asit, hippürük asit) izokratik akış ile yüksek performanslı sıvı kromatografisinde analizinin gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğini çalışmışlardır. Sonuçta 10 organik asitten formik ve bütirik asit örneklerde tespit edilememiştir. Laktik asit, propiyonik asit ve asetik asit inkübasyonun 2. saatinden itibaren artma göstermiş ve bu artma depolama süresince devam etmiştir. Buna karşın orotik ve hippürük asit miktarları depolama sırasında azalmıştır. İnkübasyonun ilk birkaç saati sonunda hippürük asit çok düşük miktarlara inmiş, pirüvik asit ise 6. saate kadar artma gösterip daha sonrasında ve depolama süresince azalma eğilimi sergilemiştir. Sitrik asit miktarı inkübasyon ve depolama boyunca değişmezken ürik asit miktarında inkübasyon sonunda az düzeyde azaldığı gözlemlenmiştir.

Akalın ve ark. (1998) inek sütünden yoğurt üretimi esnasında inkübasyonun 1, 2, 3. saatinde ve 4°C’de depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde örneklerde yüksek YPSK kullanarak organik asitleri tespit etmişlerdir. Çalışmada toplam 9 organik asit (formik asit, pirüvik asit, laktik asit, asetik asit, orotik asit, sitrik asit, ürik asit, propiyonik asit, bütirik asit) tespit edilmiştir. Bu organik asitlerden formik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit süt örneklerinde tespit edilmemiştir. İnkübasyon ve depolama süreci boyunca laktik asit ve propiyonik asit miktarı artmış, orotik asit miktarı azalmıştır. Pirüvik asit inkübasyonun 3. saatinde en yüksek seviyeye ulaşmış ve depolama ile azalma eğilimi göstermiştir. İnkübasyon sırasında azalan ürik ve sitrik asit miktarında depolama sırasında önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Adhikari ve ark. (2001), set tipi ve homojenize yoğurtların üretim ve 4°C’de 30 günlük depolama süreci boyunca İyon Değişim/YPSK kullanarak organik asit profillerini incelemişlerdir. Sonuç olarak laktik asidin depolama süresince arttığı, pirüvik asidin 7. güne kadar düşüp daha sonra yükseldiği, propiyonik, bütirik, ürik asidin değişmediği belirtilmiştir. Bütirik asit, propiyonik asit, asetik asit fermente olmamış örnekte belirlenememiş, asetik asit depolanan örneklerden daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Ürik asidin fermentasyon esnasında 2-3 kat arttığı belirtilmiştir.

Izco ve Tormo (2004), süt ürünlerinde organik asitlerin analizi için iyon-değişim kromatografisine alternatif olabileceğini düşündükleri Ters-Faz/YPSK üzerine çalışmışlardır. Çiğ süt, son tüketim tarihinden 1 hafta önce alınan yoğurt ve son tüketim tarihinden 1 hafta sonra analizlenen yoğurt örneklerinde toplamda 7 organik asidi

(okzalik asit, pirüvik asit, laktik asit, asetik asit, orotik asit, sitrik asit, ürik asit) başarılı şekilde tespit etmişlerdir. Yoğurt örneklerinde belirlenen okzalik asit çiğ süt örneğinde tespit edilememiştir.

Omae ve ark. (2008), *Lactobacillus lactis/Streptococcus thermophilus* kullanılarak 16 saatlik fermentasyon süresi sonunda elde ettikleri fermente sütün (FS) ve *Lactobacillus bulgaricus/Streptococcus thermophilus* kullanılarak elde edilen yoğurdun (YG) duyuşal niteliklerini ve tat bileşenlerini karşılaştırmışlardır. Laktik asit, orotik asit, ürik asit ve sitrik asit her iki üründe de tespit edilmiştir. Bu bileşenlerden en yüksek seviyelerde tespit edilenler laktik asit ve orotik asit olarak belirtilmiştir. Laktik asit fermente sütte (710 mg/100g), yoğurt örneğinden (780 mg/100g) daha düşük miktarda belirlenmiştir. Orotik asit (FS:202, YG:164 mg/100g) ve laktoz miktarı (FS:3.84, YG:3.34 mg/100g) FS’de YG’ye göre daha yüksek oranda tespit edilirken ürik asit miktarının iki örnek arasında önemli fark göstermediği bildirilmiştir. Araştırmacılar, YG örneğinin FS ye göre daha ekşi tada sahip olmasının sebebinin laktoz ve laktik asit içeriğiyle ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Serra ve ark. (2009), yüksek basınç ve farklı homojenizasyon sıcaklıkları altında homojenize edilen sütlerden üretilen yoğurtlar ile süttözu (%3) ile katkılандırılmış süttten yapılan yoğurtların 4°C’de 28 günlük depolama boyunca organik asit içeriklerini karşılaştırmışlardır. Organik asit analizleri YPSK ile gerçekleştirilmiştir. Süt tozu katılan süttten üretilen ve 300 MPa basınç uygulanan örnekler organik asit içeriği bakımından çok benzer sonuçlar vermişlerdir. 200 MPa uygulanan örneklerde farklı homojenizasyon sıcaklıklarında organik asit içerikleri açısından farklılık gözlemlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış ve süt tozu katılmış örneklerde sitrik asit, laktik asit içeriği diğer örneklere göre daha yüksek belirlenmiştir. Orotik ve laktik asit tüm örneklerde depolama boyunca artma eğilimi, fumarik ve ürik ise sadece ısıl işlem uygulanıp süt tozu katılan örnekte az bir dalgalanma göstermiştir. Pirüvik asit miktarı depolama boyunca 200 MPa–30°C uygulanan örneklerde diğerlerine göre daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir.

2.3. Serbest Amino Asitler

Kwak ve ark. (1991) inkübasyon sonunda yoğurtlarda acı tatdan sorumlu olarak tanımlanan 8 amino asit (Aspartik asit, Histidin, Arjinin, Tirozin, Valin, Fenilalanin,

Lösin ve İzölösini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar söz konusu amino asitlerden fenilalanini en fazla miktarda; aspartik asiti de en az miktarda tespit etmişlerdir.

Boycheva ve ark. (2012), inek sütünden elde ettikleri yoğurtlara %10 oranında fındık veya ceviz parçaları ilave ederek örneklerin amino asit ve yağ asidi içeriğini araştırmışlardır. Amino asit içeriğini iyon değişim prensibi ile çalışan otomatik amino asit analizörü ile belirlemişlerdir. Çiğ süt (ÇS) ve yoğurt (YG) örneklerinde toplam 17 amino asit (aspartik asit, treonin, serin, glutamik asit, prolin, sistein, glisin, alanin, valin, metiyonin, izölösini, lösin, tirozin, fenilalanin, histidin, lisin, arjinin) tespit etmişlerdir. Fındık veya ceviz parçaları eklenen örneklerde toplam amino asit miktarı çiğ süte göre %7,8 katkısız yoğurda göre %3,9 daha yüksek belirlenmiştir. Çiğ süt ve katkısız yoğurt örneğinde başlıca amino asitler sırasıyla glutamik asit (ÇS:0,855-YG:0,895 g/100g), prolin (ÇS:0,340-YG:0,354 g/100g), aspartik asit (ÇS:0,322-YG:0,331 g/100g), lösin (ÇS:0,336-YG:0,356 g/100g) olarak belirtilmiştir.

Omae ve ark. (2008), *Lactobacillus lactis/Streptococcus thermophilus* kullanılarak 16 saatlik fermentasyon süresi sonunda elde ettikleri fermente sütün (FS) ve *Lactobacillus bulgaricus/Streptococcus thermophilus* kullanılarak elde edilen yoğurdun (YG) duyuşsal niteliklerini ve tat bileşenlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada toplam 15 amino asit belirlenmiştir. Toplam amino asit içeriği bakımından yoğurt örneğinin daha yüksek orana sahip olduğu belirtilmiştir. İki örnekte de belirlenen başlıca amino asitler glutamik asit (FS:1,93–YG:3,23 mg/100g), prolin (FS:1,37–YG:5,07 mg/100g) ve alanin (FS:1,07–YG:1,99 mg/100g) olmuştur.

Dehghan ve ark. (2012), pastörizasyon tekniğı olarak 80°C’de 15 dk ısıt işlem (HTST) ve mikrodalga (MW) uyguladıkları sütlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada çiğ inek sütü (RM) ve pastörizasyon örneklerinde 6 amino asit (aspartik asit, glutamik asit, glisin, histidin, arjinin, lisin) YPSK ile belirlenmiştir. Aspartik asit 80°C’de 15 dk ısıt işlem uygulanan örnekte diğerlerine göre daha düşük miktarda (HTST:1,90–MW:2,60–RM:2,75 mg/L) belirlenirken MW tekniğı uygulanan örnekte ise lisin miktarı (MW:0,45–RM:0,70–HTST:0,65 mg/L) diğer örneklere daha az tespit edilmiştir. Diğer dört amino asidin miktarlarında önemli derecede farklılığa rastlanamamıştır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

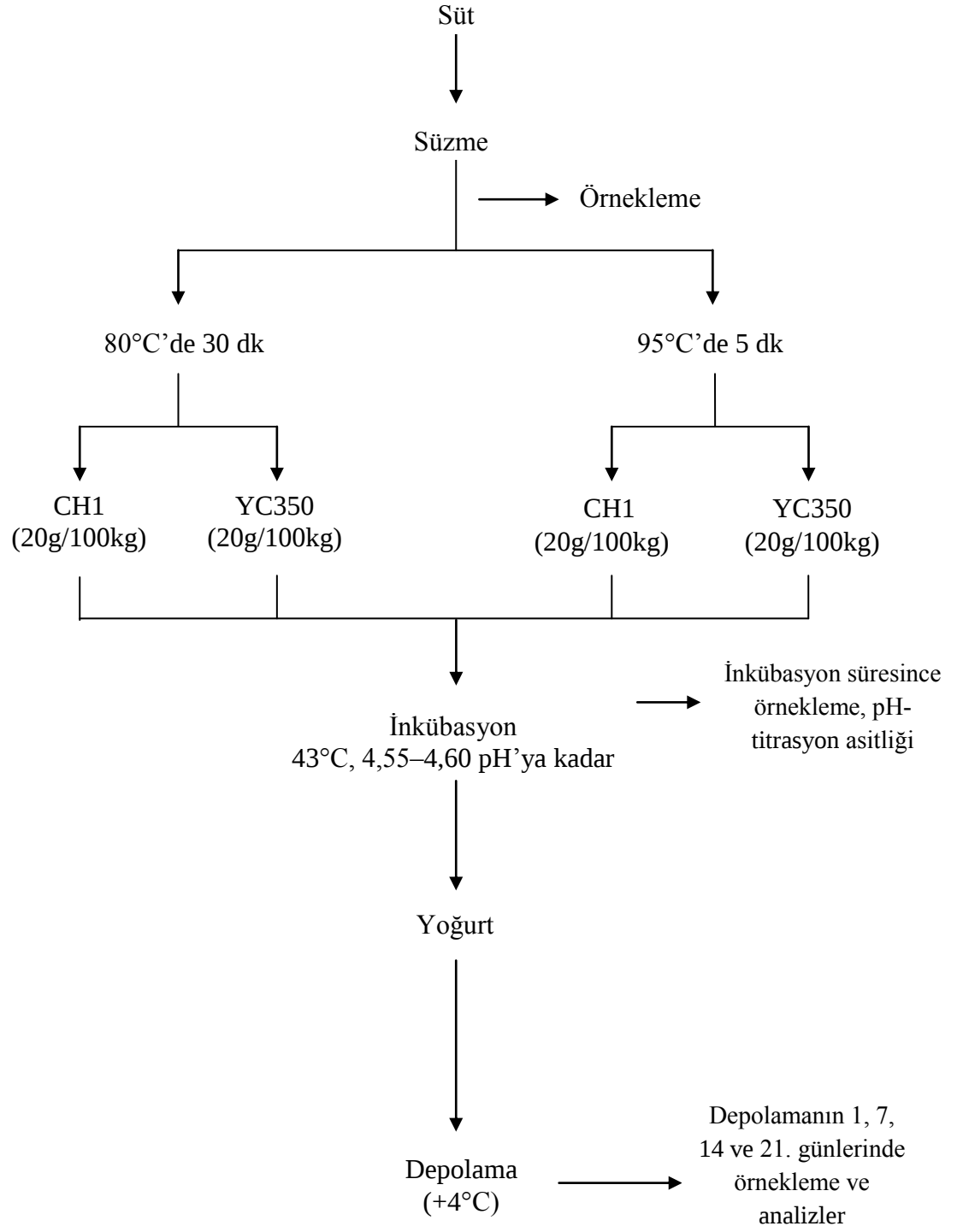
Bu çalışmada yoğurt üretiminde hammadde olarak Hatay bölgesinde büyükbaş besiciliği ve süt üretimi yapan çiftlikten temin edilen inek (Siyah Alaca sığırı) sütü kullanılmıştır. İnekler, çiftliğe ait yaklaşık 1000 dekarlık arazide otlatılmış ayrıca yonca, fiğ ve saman karışımı 1 kg/gün yem takviyesi yapılmıştır. Süt sabah sağımından hemen sonra 4°C'ye soğutulup, soğuk zincirde Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarına transfer edilmiştir. Ticari CH1 DVS (Direct-Vat-Set) ve YC350 DVS liyofilize termofilik yoğurt kültürleri Peyma-Chr. Hansen'den (Horsholm, Danimarka) temin edilmiştir. Ambalaj materyali olarak 350g'lık polistiren (PS) yoğurt kapları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yoğurtların Üretimi

Çiftlikten sabah sağımında alınan süt, bez süzgeçten süzildükten sonra ve 4°C'de laboratuvara ulaştırılmıştır. Sütten hammadde kalite kontrolü için örnek alımı yapıldıktan sonra iki eşit hacme (20 L x 2) ayrılmış ve her bir kısma kontrollü koşullar altında 80°C'de 30 dakika ve 95°C'de 5 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır (Tamime ve Robinson, 2001). Isıtma işlemi sonrası 43°C'ye ani soğutulan sütlere 20 g/100 L oranında DVS (Direct-Vat-Set) CH1 ve YC350 yoğurt kültürleri inoküle edilmiştir. Polistiren yoğurt kaplarına doldurulan inoküle edilmiş sütler inkübatörde (KB 400, Binder, Tuttlingen, Almanya) 43°C sıcaklıkta pH 4,60-4,65'e ulaşana kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince her bir saatlik periyot sonunda titrasyon asitliği-pH analizi ve örnekleme yapıp örnekler -20°C'de depolanmıştır. İnkübasyon sonunda polistiren yoğurt kaplarının ağzı hava almayacak şekilde kapatılıp 4°C'de (KB 400, Binder, Tuttlingen, Almanya) depolanmıştır. Yoğurtlar 1 gece buzdolabı koşullarında bekletildikten sonra depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde analizler için örnekler alınmıştır. Set tipi fermente yoğurtların üretimi Şekil 3.1.'de belirtildiği gibi

gerçekleştirilmiştir. Yoğurtlar iki hafta arayla 3 tekerrürlü olarak üretilmiştir ve her üretimde paralel örnekleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Yoğurt üretim şeması

3.2.2. Kimyasal Analizler

a) Kuru madde: Çiğ süt, inkübasyon örnekleri ve yoğurtlarda kuru madde infrared kurutucuda (MB35, Halogen–Ohaus, NJ, Amerika) yapılmıştır. Sonuçların doğruluğu ise gravimetrik yöntemle kontrol edilmiştir (Robert ve Bradley, 2003).

b) Yağ analizi: Gerber metotla belirlenmiştir (TSE, 2006).

c) Kül tayini: Porselen krozelere 0,5 g tartılan örneğin önce etüv içerisinde (FD53, Binder, Tuttlingen, Almanya) 105°C’de nemi uzaklaştırılıp daha sonra 550°C’de 24 saat kül fırınında (PLF120/7, Protherm, Amerika) bekletilip sabit tartıma getirilerek örneklerin % kül oranları hesaplanmıştır.

d) Protein: Mikro-Kjeldal metotla (Anonim, 1990) Gerhardt yaş yakma ünitesi (KB 40S) ve Vapodest destilasyon sistemi (C. Gerhardt, Bonn, Almanya) kullanılarak belirlenen azot miktarı 6,38 faktörü ile çarpılarak bulunmuştur.

e) Titrasyon asitliği ve pH ölçümü: Titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir. Sütlerde 10 mL örnek alınarak, yoğurtlarda 10 g örnek üzerine 20°C’deki saf sudan 10 mL eklenerek % 1’lik fenolftalein indikatörü eşliğinde N/10’luk NaOH çözeltisi ile titre edilerek asitlik % laktik asit olarak hesaplanmıştır (TSE, 2006). Örneklerin sıcaklıkları oda sıcaklığına getirildikten sonra dijital pH–metre (Orion, Thermo, Massachusetts, Amerika) ile belirlenmiştir.

f) Uçucu Bileşenlerin Belirlenmesi: Uçucu bileşenlerin tespiti KFME tekniği kullanılarak GK/KS (6890/5973N, Agilent, CA, Amerika) gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda uçucu bileşenlerin tespitinde KFME tekniği kullanılmıştır. Bu yöntem fiber üzerine uçucu ve yarı uçucu maddelerin adsorpsiyonu ve GK/KS enjeksiyon portuna yerleştirilen KFME fiberinden termal olarak GK kolonuna enjeksiyonu prensibine dayanmaktadır. KFME, örnek hazırlama, ekstraksiyon ve yoğunlaştırma aşamalarını herhangi bir çözgen içermeden tek bir aşamada birleştirmiştir. Bu yöntemle işlem süresi ve maliyetlerde önemli fayda sağlanırken, bileşenlerin ayırımı daha iyi gerçekleşmekte ve hassasiyet limitleri daha iyi olmaktadır (Beaulie ve Lea, 2006).

Uçucu bileşen örneklerinin hazırlanması: Beş g Na₂SO₄ (Merck, Darmstad, Almanya) içeren 20 mL’lik vial (Agilent, CA, Amerika) 10 g örnek tartılmıştır.

Viallerin ağzı Politetrafluoroetilen (PTFE)/Silikon septa (Agilent, CA, Amerika) ile kapatılıp kısa süre içerisinde -20°C 'de depolamaya alınmıştır.

KFME ile Uçucu Bileşen Örneklerinin Analizi: Analiz öncesi donmuş örnekler gece boyunca 4°C 'de çözündürüldükten sonra vialler çalkalayıcılı su banyosunda 45°C 'deki saf su içerisine yerleştirilmiş ve 30 dakika fiber batırılmadan karıştırılarak bekletilmiştir. Bileşenlerin bir kısmı uçucu hale geldikten sonra KFME enjektörü vial içerisine daldırılmış ve fiber 30 dakika boyunca tepe boşluğuna bırakılmıştır. Uygulanan işlemler sonucunda $75\ \mu\text{m}$ CAR (Karboksen)/PDMS (Polidimetilsiloksan) fiber (Supelco, Bellefonte PA, Amerika) üzerine uçucu bileşenleri adsorbe etmiş ve enjektör içerisine geri çekilip vialden ayrılmıştır. Desorpsiyon işlemi için KFME enjektörü GK enjeksiyon portuna yerleştirilmiştir. Enjeksiyon bloğunda tam olarak desorpsiyonun gerçekleşip uçucu bileşenlerin kolon içerisine hareketinin başlaması için 3 dakika port içerisinde tutulan fiber geri enjektör içerisine çekilip porttan ayrılmıştır.

GK/KS Çalışma Koşulları:

- Kolon: HP–Innowax kapiler kolon ($0,25\ \text{mm id} \times 60\ \text{m} \times 0,25\ \mu\text{m}$ film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika).
- Fırın sıcaklık programı: 50°C 'de 1 dakika, 5°C/dk 'lık artışla 100°C ye ulaşma, 10°C/dk 'lık artışla 230°C 'ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 6 dakika tutulacak şekilde programlanmıştır. Bir örneğin analiz süresi 30 dakika olmuştur.
- Enjeksiyon bloğu: 250°C
- Transfer hattı sıcaklığı: 230°C
- Elektron enerjisi: 70 eV
- Taşıyıcı gaz: Helyum $1\ \text{mL/dk}$
- Kütle aralığı: 20–350 m/z
- Tarama sıklığı: 1/sn

Uçucu bileşenler, öncelikle farklı kütle/iyon oranlarından parçalanmış her bir bileşenin oluşturduğu spektrallerin GK/KS'de Nist0.2 L/Wiley7n.1 kütüphaneleri ile eşleştirilmeleri yapılarak tanımlanmıştır. Daha sonra mevcut standartlar sisteme verilerek bazı uçucuların tanımlanması doğrulanmıştır. Hesaplamalar için $20\ \text{mL}$ 'lik vialde 10 g örnek, 5 g Na_2SO_4 eklenip üzerine; oktanoik asit, hekzanoik asit, bütirik asit, benzoik asit (Sigma–Aldrich, WI, Amerika), diasetil, aseton, etanol (Merck, Darmstad, Almanya), propiyonik asit, astik asit, asetaldehit (Fluka, St. Gallen, İsviçre)

standartlarından aşağıda belirtilen miktarlarda tartılarak vialin ağzı septa ile kapatılmıştır. Yoğurt ve süt örnekleriyle aynı koşullarda gerçekleştirilen analizler sonucunda bileşen miktar hesapları harici standart tekniği ile yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Standart hazırlamak için kullanılan bileşenler ve miktarları

Bileşen Standardı	Maks.-Min. Miktar (g)
Oktanoik asit	0,0013-0,0013
Hekzanoik asit	0,0005-0,0013
Bütirik asit	0,0012-0,0014
Propiyonik asit	0,0011-0,0012
Asetik asit	0,0008-0,0009
Diasetil	0,0008-0,0008
Aseton	0,0007-0,0042
Etanol	0,0007-0,0011
Asetaldehit	0,0008-0,0044
Benzoik asit	0,0011-0,0013

Son olarak da alkan standardı (C₇-C₄₀ Sigma–Aldrich, Milwaukee, WI, Amerika) kullanılarak uçucuların alıkonma indisleri belirlenmiştir. Sonuçta belirlenen toplam uçucu bileşen alanından her bir bileşenin relatif oranı (%) hesaplanmıştır. Alkan standardı hazırlanırken 20 mL’lik vial içerisine 0,0056 g standart tartılmış ve üzerine 10 mL ultra saf su eklenmiştir. Vialin ağzı septa ile kapatılmış ve elde edilen karışım iyice çalkalanmıştır. Analiz yoğurt örnekleriyle aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. Alıkonma indisleri (RI) aşağıda verilen formüle (3.1.) göre hesaplanmıştır (Hışıl, 2008).

- $RI = 100 C_i + 100 (C_j - C_i) (T_x - T_i) / (T_j - T_i)$ (3.1.)
- RI = Alıkonma indeksi
- C_i = i indeks standardın karbon sayısı
- C_j = j indeks standardın karbon sayısı
- T_i = Bileşikten önce elue edilmiş indeks standardın alıkonma süresi
- T_j = Bileşikten sonra elue edilmiş indeks standardın alıkonma süresi
- T_x = Bileşiğin alıkonma süresi

g) Organik Asit ve Karbonhidratların Belirlenmesi: Organik asit ve karbonhidratların tespiti YPSK (Schimadzu, Kyoto, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir.

Organik asit ve karbonhidratların ekstraksiyonu ve ayrımı için Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) tarafından belirtilen yöntem üzerinde bazı değişiklikler yapılarak referans alınmıştır.

Yoğurtlarda organik asit ve karbonhidrat örneklerinin hazırlanması: homojenize edilmiş yoğurt örneğinden 10 g tartılmış ve üzerine ekstraksiyon için 5 mM'lık H_2SO_4 çözeltisinden 40 mL eklenmiştir. Yoğurt çözelti karışımı homojenizatör (Ultra-Turrax T18, IKA, Almanya) ile ortalama 12000 rpm'de homojenize edilip oda sıcaklığındaki karanlık ortamda 1 saat bekletilmek üzere santrifüj tüplerine (Nalgene, Amerika) aktarılmıştır. Karanlık ortamdan alınan örnekler 15°C sıcaklıkta 7000 rpm'de 7 dakika santrifüj (Universal 32-R, Hettich, Almanya) edilmiştir. Santrifüjün ardından faz ayrımı gerçekleşen örneklerin berrak kısımları Whatman 1 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzme işlemi bittikten sonra berrak süzöntüden şırınga ile alınan örnek 0,45 µm gözenek çaplı PVDF dolgu malzemeli şırınga ucu filtreden (Millex PVDF Millipore, Billerica, MA, Amerika) süzölerek 2 mL'lik viallere doldurulup viallerin ağızları kapatılmıştır. Örnekler -20°C'de depolamaya alınmışlardır.

Süt ve İnkübasyonlarda Organik Asit Örneklerinin Hazırlanması: Yoğurtlarda uygulanan işlem basamaklarından tek fark; örnek üzerine 5 mM'lık H_2SO_4 'den 50 mL eklenmesidir. Diğer tüm örnek hazırlama aşamalarında aynı yol izlenmiştir.

Organik asit ve karbonhidrat örneklerinin analizi: Analiz öncesi donmuş örnekler gece boyunca 4°C'de çözöndüröldükten sonra otomatik örnekleyciye yerleştirilmiştir. Örnekler herhangi bir işleme tabi tutulmadan direkt enjeksiyon yapılmıştır.

Organik asit ve karbonhidratların belirlenmesinde sıvı kromatografisinin çalışma koşulları:

- Enjeksiyon hacmi: 20 µL
- Taşıyıcı: 5 mM H_2SO_4
- Akış: 0,6 mL/dk
- Kolon: İyon değışim kolonu (Aminex HPX-87 H, 300 x 7.8 mm, BIO-RAD, Hercules, CA, Amerika)
- Dedektör:
- UV/VIS dedektör 210 nm (SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Refraktif indeks dedektör (RID-10A, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

- Pompa: İzokritik pompa (LC–20AD, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Kolon Fırını: 60°C (CTO–20AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)
- Çoklu otomatik örnekleyici: (SIL–HTC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Hesaplamalar için okzalik asit, orotik asit, sitrik asit, laktik asit, butanoik asit, glikoz, galaktoz (Sigma–Aldrich, WI, Amerika), ürik asit, astik asit, propiyonik asit (Fluka, St. Gallen, İsviçre), pirüvik asit (SAFC, Missouri, Amerika), formik asit (Merck, Darmstad, Almanya), hippürik asit (Chem Service, PA, Amerika), laktoz (Supelco, PA, Amerika) standartlarından aşağıda belirtilen miktarlarda 10 mL’lik balonjojelere tartılıp çözündürüldükten sonra ultra saf su ile seviye tamamlanmıştır ve 0.45 µm gözenek çapına sahip şırınga ucu filtre ile süzölmüştür. Filtre edilen stok çözeltilerden altı farklı konsantrasyonlarda çalışma çözeltileri hazırlanmış ve kalibrasyon kurveleri çizilmiştir.

Çizelge 3.2. Organik asitlerin analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve miktarları

Bileşen Standardı	Maks./Min. Miktar (mg/kg)
Okzalik asit	180-11,25
Orotik asit	40-2,5
Sitrik asit	650- 40,63
Pirüvik asit	1010-63,13
Ürik asit	40-0,09
Laktik asit	8032-19,27
Formik asit	2620-81,88
Asetik asit	280-8,75
Propiyonik asit	135-4,22
Bütanoik asit	3170-198,13
Hippürük asit	190-2,38
Laktoz	25054-50,06
Glikoz	12500-25,03
Galaktoz	10580-26,45

Çizelge 3.3. Organik asitlerin kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklilikleri

Kalibrasyon Kurvesi	$y = ax + b$	R^2	R	%RSD
Okzalik asit	$y = 4,695x - 1,342$	0,9999	1	2,9519
Orotik asit	$y = 1,539x - 0,985$	0,9994	0,9997	12,4228
Sitrik asit	$y = 4,975x + 9,908$	0,9999	1	2,8457
Pirüvik asit	$y = 6,457x + 4,548$	1	1	2,4282
Ürik asit	$y = 1,116 + 0,629$	0,9999	0,9999	3,0836
Laktik asit	$y = 1,071x - 195,81$	0,9973	0,9986	52,9944
Formik asit	$y = 3,7961x - 58,951$	0,9974	0,9987	52,888
Asetik asit	$y = 7,625x - 5,427$	0,9964	0,9982	52,5823
Propiyonik asit	$y = 5,504x - 2,928$	0,9994	0,9997	12,1256
Bütanoik asit	$y = 9,159x - 17,183$	0,9999	1	2,3212
Hippürük asit	$y = 2,386x - 9,245$	0,9994	0,9997	3,0432
Laktoz	$y = 3,499x - 82,144$	1	1	3,8961
Glikoz	$y = 3,805x - 36,907$	1	1	3,7913
Galaktoz	$y = 3,429x - 35,486$	1	1	3,7568

h) Serbest amino asitlerin belirlenmesi: Serbest amino asitlerin tespiti YPSK (Schimadzu, Kyoto, Japonya) ile Aristoy ve Toldre (1991)'de belirtilen yöntemin modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Serbest amino asit örneklerinin hazırlanması: Homojenize edilmiş yoğurt örneğinden 5 g örnek tartılmış ve üzerine 15 mL 0,1 N HCl (Merck, Darmstad, Almanya) çözeltisi eklenmiştir. Örnekler soğuk santrifüj (Universal 32-R, Hettich, Almanya) ile 15°C sıcaklıkta 7000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Faz ayrımı gözlenen örneklerin berrak olan kısmı şırınga yardımı ile alınıp 15 mL'lik santrifüj tüpüne (Isolab, Wertheim, Germany) 0,45 µm gözenek çaplı şırınga ucu filtre (Millex PVDF Millipore, Billerica, MA, Amerika) yardımı ile süzölmüştür. Örnekten 750 µL alınarak 100 µL ultra saf su ile karıştırılmıştır. Türevlendirme işlemi için örnek/su karışımından 200 µL alınıp üzerine 100 µL fenil izotiyosiyanat (1,39 mL FITS + 10 mL asetonitril) ve 100 µL trietolamin (0,12 mL TEA + 10 mL Asetonitril) eklenmiştir. Karıştırıcı (Multi Reax 545-10000-00, Heidolph, Schwabach, Almanya) yardımıyla 3 dakika karıştırılan örnek türevlendirilmek üzere 40°C'ye ayarlanmış su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Türevlendirilen örnek 0,45 µm'lik gözenek çaplı şırınga ucu filtreden süzölerek 2 mL'lik vialle alınarak ağzı kapatılmıştır.

Serbest amino asitlerin belirlenmesinde sıvı kromatografisinin çalışma koşulları:

- Enjeksiyon hacmi: 20 µL
- Taşıyıcı Faz A: 10 mM, 7 pH Tampon (1,3609 g KH₂PO₄ + 1,7417 K₂HPO₄ 1000 mL ultra saf su ile tamamlandı)
- Taşıyıcı Faz B: Asetonitril
- Akış Programı: Gradyent akış
- Kolon: Ultra hızlı ters faz kolonu (Mediterranea Sea18 3 µm 15 x 0,46 cm, Teknokroma, Barcelona, İspanya)
- Dedektör: UV/VIS dedektör 254 nm (SPD-20 AV, Schimadzu, Kyoto, Japonya)
- Pompa: (LC-20AD, Schimadzu, Kyoto, Japonya)
- Kolon Fırını: 40°C (CTO-20AC, Schimadzu, Kyoto, Japonya)
- Çoklu otosampler : (SIL-HTC, Schimadzu, Kyoto, Japonya)

Hesaplamalar için aspartik asit, glutamik asit, asparajin, serin, glutamin, histidin, arjinin, treonin, prolin, tirozin, valin, metiyonin, sistein, izölösün, lösün, fenilalanin,

triptofan, lizin (Sigma–Aldrich, WI, Amerika), glisin, alanin (Fluka, St. Gallen, İsviçre) standartlarından aşağıda belirtilen (Çizelge 3.4.) miktarlarda 25 mL’lik balonjojelere tartılıp çözündürüldükten sonra ultra saf su ile seviye tamamlanmıştır ve 0.45 µm gözenek çapına sahip şırınga ucu filtre ile süzölmüştür. Stok çözeltilerin belirli oranlarda çalışma dilüsyonları hazırlanarak aşağıda eşitlikleri verilen kalibrasyon kurveleri çizilmiştir (Çizelge3.5).

Çizelge 3.4. Serbest amino asitlerin analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve miktarları

Bileşen Standardı	Maks./Min. Miktar (mmol)
Aspartik asit	0,8471-0,016942
Glutamik asit	0,4105-0,00821
Asparajin	0,4923-0,009846
Serin	0,7636-0,015272
Glisin	1,1-0,0106
Glutamin	0,53-0,022
Histidin	0,5-0,01
Arjinin	0,4941-0,009882
Treonin	0,5667-0,011334
Alanin	0,72-0,0144
Prolin	0,5-0,01
Tirozin	0,62-0,0124
Valin	0,53-0,0106
Metiyonin	0,4267-0,008534
Sistein	0,53-0,0106
İzolösin	0,8-0,016
Lösin	0,5846-0,011692
Fenilalanin	0,4941-0,009882
Triptofan	0,3809-0,007618
Lisin	0,5479-0,010958

Çizelge 3.5. Serbest amino asitlerin kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklilikleri

Kalibrasyon Kurvesi	$Y = ax + b$	R^2	R	%RSD
Aspartik asit	$y = 2,162x + 7,526$	0,9995	0,9998	3,3232
Glutamik asit	$y = 2,095x + 8,628$	0,9997	0,9999	5,3688
Asparjin	$y = 1,512x - 4,175$	0,9992	0,9996	29,0615
Serin	$y = 2,050x + 1,061$	0,9999	1	2,9565
Glisin	$y = 1,666x + 1,165$	0,999	0,9995	5,535
Glutamin	$y = 1,621x - 2,632$	1	1	4,2819
Histidin	$y = 1,473x - 6,155$	0,9997	0,9998	6,1678
Arjinin	$y = 1,599x + 9,265$	0,9992	0,9996	9,0021
Treonin	$y = 1,829x - 9,524$	1	1	9,6392
Alanin	$y = 1,557x + 6,123$	0,9997	0,9998	3,7223
Prolin	$y = 2,127x - 3,040$	0,9997	0,9999	7,9206
Tirozin	$y = 1,377x - 1,205$	0,9994	0,9997	12,1201
Valin	$y = 1,517x - 4,021$	0,9992	0,9996	28,7356
Metiyonin	$y = 2,665x + 7,200$	0,9982	0,9991	7,0191
Sistein	$y = 1,673x - 5,334$	0,9991	0,9996	25,2879
İzolösin	$y = 1,340x - 4,440$	0,9989	0,9994	13,5773
Lösin	$y = 1,665x + 8,814$	0,9983	0,9991	8,2423
Fenilalanin	$y = 1,351x + 5,294$	0,9999	0,9999	5,0556
Triptofan	$y = 1,299x + 1,129$	0,9998	0,9999	3,4592
Lisin	$y = 9,024x + 3,939$	0,9991	0,9996	8,9568

3.2.3. Fiziksel Analizler

a) Renk analizi: Homojenize edilen yoğurt, süt ve inkübasyon örneklerinin L^*a^*b değerlerinin ölçümü spektrofotometre ile (Colorflex-EZ, HunterLab, Virginia, Amerika) yapılmıştır. Cihaz siyah ve beyaz seramik kalibrasyon levhalarıyla kalibre edilmiştir. Ölçüm haznesi yoğurt örneğiyle kaplanmış ve ölçüm her örnek için 3 defa tekrarlanmıştır. Örneklerin beyazlık indeksi (WI) ve kroma (C) değerleri aşağıda belirtilen formüller ile hesaplanmıştır (3.2.), (3.3.).

$$\bullet \quad WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2] \quad (3.2.)$$

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

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

b) Serum ayrılması: Katlanmış kaba filtre kağıdı, huni, santrifüj tüpü, erlenmayer'in bir araya getirilmesiyle oluşturulan düzenek hassas teraziye (yerleştirilip darası alınmıştır. Kaba filtre kağıdı içerisine homojenize edilmiş 25 g yoğurt örneği tartılmıştır ve santrifüj tüpü statif'e yerleştirilmiştir. Örnekler buzdolabı koşullarında (4°C) 2 saat bekletildikten sonra santrifüj tüplerine biriken serum miktarları tüplerin skalalarından direkt olarak okunmuştur.

c) Viskozite Ölçümü: Yoğurt örneklerinde viskozite ölçümleri viskozimetre (ViscoStar-R, Barselona, İspanya) ile yapılmıştır. Cihaz R5 başlığı ile kalibre edilmiş, viskozite değerleri oda sıcaklığında 20 rpm'de mPas olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Duyusal Değerlendirme

Yoğurt örneklerinin duyusal niteliklerinin değerlendirilmesi (Bodyfelt ve ark., 1988)'da yer alan duyusal değerlendirme kriterlerine bazı ilaveler yapılarak Ek 4'de belirtilen duyusal değerlendirme formuna göre yapılmıştır. Duyusal değerlendirmeler yoğurt tüketme alışkanlığı olan 12 panelist tarafından yapılmıştır. Tat/aroma, yapı/tekstür, görünüş nitelikleri için 5 noktalı hedonik skala uygulanmıştır. Bu

değerlendirmede 5 “çok iyi”, 1 ise “çok kötü” olarak değerlendirilmiştir. Ürünün genel kabul edilebilirliği için ise 9 noktalı hedonik skala uygulanmıştır. Burada 9 “çok iyi”, 1 ise “çok kötü” olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Yoğurt verilerinde depolama süresi, kültür çeşidi, süte uygulanan ısıl işlem normunun uçucu bileşenler, amino asitler, organik asitler ve duyuşal değerler üzerine etkisi, faktöriyel düzende tesadüf blokları deneme planına göre kurulmuş ve istatistiksel analizler bu plana göre SPSS programı (Version 17.00, SPSS, IBM, NY, Amerika) kullanılarak General Linear Model uygulanarak yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıkların düzeyini belirlemek için Duncan’s testi uygulanmıştır. Süt ve inkübasyon verilerinde de aynı istatistiksel yöntem izlenmiş inkübasyon zamanının, süte uygulanan ısıl işlem normunun, kültür çeşidinin uçucu bileşenler ve organik asitler üzerine etkisi incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İnkübasyon Örnekleri

4.1.1. İnkübasyon Örneklerinde Kimyasal Nitelikleri

Üç tekerrür halinde düzenlenen araştırmada kullanılan çiğ inek sütünün kuru madde, protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla $13,02 \pm 0,22$, $3,69 \pm 0,82$, $3,38 \pm 0,72$, $0,6 \pm 0,01$, $0,15 \pm 0,02$, $6,44 \pm 0,24$ olarak tespit edilmiştir. Çiğ sütün yağsız kuru madde miktarının Tamime ve Robinson (2001)'e göre yoğurt yapımı için gerekli olan minimum değer ($8,2-8,6$) üzerinde olduğu ($9,64$) belirlenmiştir. Isıl işlem uygulaması sonucu sütün kimyasal niteliklerinden yalnızca kuru madde miktarı, pH ve titrasyon asitliği değerleri ısıl işlem normundan önemli ölçüde etkilenmiştir ($P < 0,01$). Kuru madde miktarı 95°C 'de 5 dk ısıl işlem uygulanan örneklerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). İnkübasyon örnekleri incelendiğinde; protein, kuru madde, yağ ve kül miktarlarında tüm örneklerde inkübasyon süresince önemli ölçüde bir farklılık oluşmamıştır. Ancak beklendiği gibi titrasyon asitliği ve pH değerleri inkübasyon sırasında önemli ($P < 0,001$) değişim göstermiş ve tüm örneklerde titrasyon asitliği artmış ve pH değeri düşmüştür (Şekil 4.1.). İnkübasyon süreleri açısından durum değerlendirildiğinde istenilen pH değerine ($4,55-4,60$) en kısa (245 dk) sürede CH1 kültürlü 95°C 'de 5 dk ısıl işlem uygulanan süt örneğinin ulaştığı; onu sırasıyla 80CH1 (256 dk), 95YC350 (261 dk), 80YC350 (276 dk) örneklerinin izlediği görülmüştür. Bu durum CH1 kültürünün YC350'ye göre asit geliştirme hızının daha yüksek olmasında kaynaklanabilir. İnkübasyon süresi sonunda en yüksek titrasyon asitliği değerine ise ($0,78$) 95CH1 örneğinin ulaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde kimyasal nitelikler (g/100g) (ort±sd) (n=3)

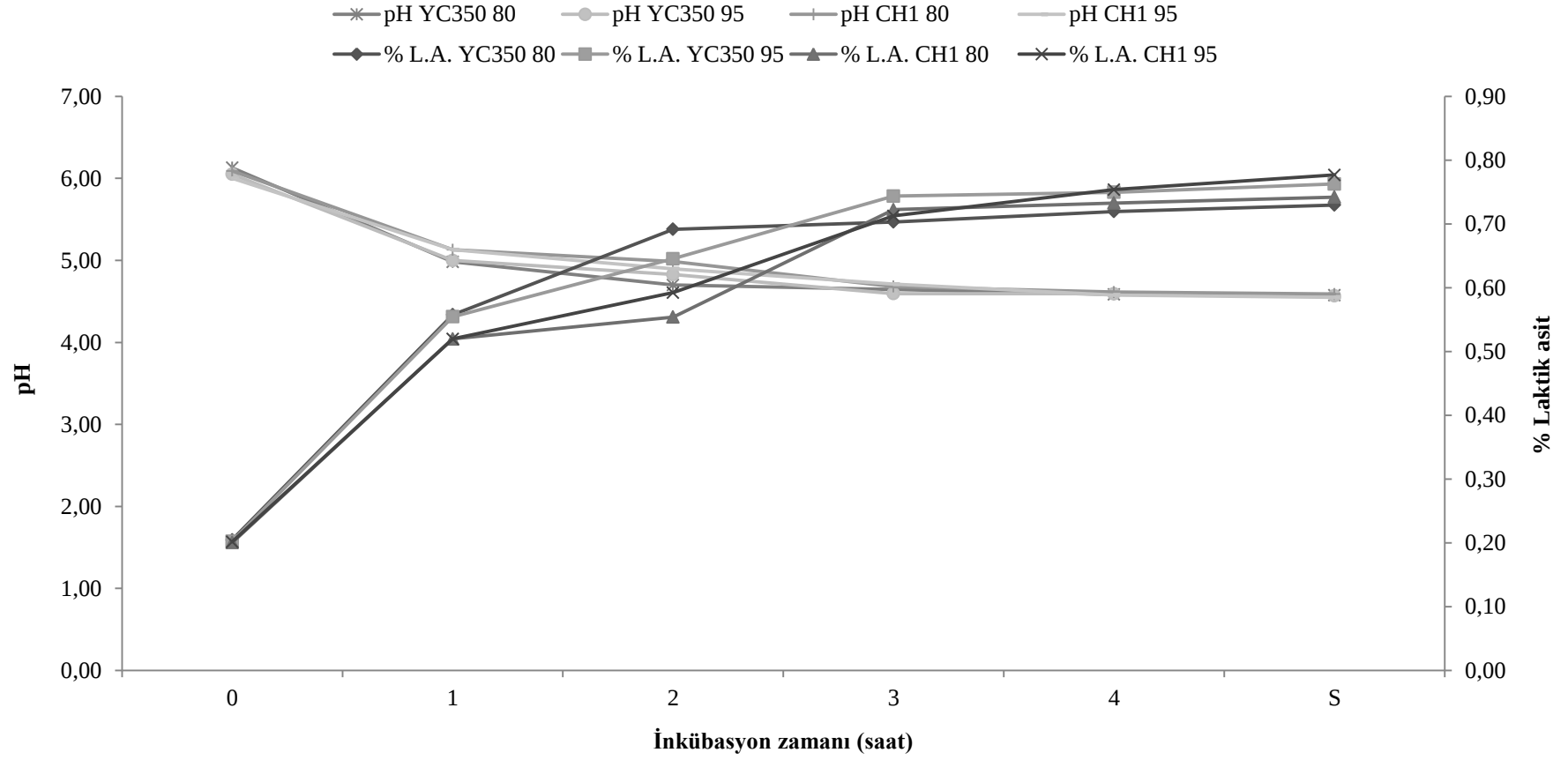
Nitelikler	Çiğ Süt	80°C/30 dk	95°C/5 dk
Kuru Madde (%)	13,02±0,22	13,36±0,17	13,48±0,19
Titrasyon Asitliği (% L.a)	0,15±0,02	0,20±0,01	0,20±0,06
pH	6,44±0,24	6,21±0,16	6,33±0,14

Çizelge 4.2. Örneklerde inkübasyon sırasında titrasyon asitliği ve pH değerleri (g/100g) (ort±sd) (n=3)

Nitelikler	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Titrasyon Asitliği (% L.a)	0	0,20±0,02 ^{a,A}	0,21±0,01 ^{a,A}	0,20±0,00 ^{a,A}	0,20±0,03 ^{a,A}
	1	0,56±0,00 ^{b,B}	0,52±0,00 ^{a,B}	0,55±0,00 ^{b,B}	0,52±0,00 ^{a,B}
	2	0,69±0,10 ^{d,C}	0,56±0,02 ^{a,C}	0,65±0,03 ^{c,C}	0,59±0,02 ^{b,C}
	3	0,70±0,02 ^{a,D}	0,72±0,01 ^{c,D}	0,74±0,03 ^{d,D}	0,71±0,00 ^{b,D}
	4	0,72±0,02 ^{a,E}	0,73±0,01 ^{b,E}	0,75±0,00 ^{c,E}	0,75±0,04 ^{c,E}
	S	0,73±0,01 ^{a,F}	0,74±0,02 ^{b,F}	0,76±0,06 ^{c,F}	0,78±0,04 ^{d,F}
pH	0	6,13±0,12 ^{d,E}	6,09±0,08 ^{b,E}	6,05±0,14 ^{a,E}	6,10±0,06 ^{c,F}
	1	4,98±0,10 ^{a,D}	5,13±0,00 ^{b,D}	4,99±0,00 ^{a,D}	5,13±0,00 ^{b,E}
	2	4,70±0,51 ^{a,C}	4,99±0,12 ^{d,C}	4,82±0,09 ^{b,C}	4,7±0,13 ^{c,D}
	3	4,65±0,21 ^{b,B}	4,68±0,18 ^{bc,B}	4,59±0,11 ^{a,B}	4,71±0,32 ^{c,C}
	4	4,59±0,18 ^{a,A}	4,61±0,16 ^{b,A}	4,59±0,09 ^{a,B}	4,58±0,12 ^{a,B}
	S	4,57±0,00 ^{bc,A}	4,59±0,10 ^{c,A}	4,57±0,20 ^{ab,A}	4,55±0,05 ^{a,A}

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: İnkübasyon zamanının ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.1. Örneklerde inkübasyon sırasında titrasyon asitliği ve pH değerlerindeki değişimler

4.1.2. İnkübasyon Örneklerinde Karbonhidratlar ve Organik Asitler

4.1.2.1. İnkübasyon Örneklerinde Karbonhidratlar

Çiğ sütte, sütün başlıca karbonhidratı laktoz 42358 mg/kg düzeyinde belirlenmiştir. Ancak monokarbonhidratlardan glikoz ve galaktoz tespit edilmemiştir. Isıl işlem uygulaması ile laktoz miktarında azalma glikoz ve galaktoz miktarında ise önemli düzeyde artma gözlemlenmiştir. Çalışmada 95°C’de 5 dk ısıl işlem uygulanan sütlerde 80°C’de 30 dk ısıl işlem uygulanan örneklerle göre laktoz içeriği daha düşük, glikoz ve galaktoz içeriği daha yüksek bulunmuştur. İnkübasyon örneklerinde laktoz, glikoz ve galaktoz miktarları incelendiğinde tüm örneklerde inkübasyon süresince laktoz miktarının azaldığı glikoz ve galaktoz miktarının ise arttığı görülmektedir (Çizelge 4.4). İnkübasyon zamanının laktoz, glikoz ve galaktoz üzerine etkisi yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Çizelge 4.5). İnkübasyon işlemi sonunda laktoz içerikleri incelendiğinde CH1 kültürü kullanılan örneklerin YC350 kültürü kullanılanlara göre daha düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Anılan örneklerde laktik asit içeriğinin de diğerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve kültür çeşidinin ortalamalar üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Bu durum CH1 kültürünün asidik karakterde olması ve aynı süre içerisinde laktozu laktik aside daha yüksek oranda dönüştürmesinden kaynaklanabilir. İnkübasyon süresi sonunda en düşük laktoz ve en yüksek glikoz, galaktoz içeriğine sahip olan örneğin 95CH1 örneği olduğu belirlenmiştir. Aynı kültür çeşidinin uygulandığı örnekleri kendi içerisinde laktoz miktarı açısından karşılaştırdığımızda 95°C’de 5 dk ısıl işlem uygulanan örneklerin 80°C’de 30 dk uygulananlara göre daha düşük içeriğe sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). İstatistiksel olarak da kültürün etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Çiğ ve ısıl işlem uygulanan süt örneklerinde karbonhidrat miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Karbonhidratlar (mg/kg)	Çiğ Süt	Isıl İşlem Normu	
		80°C/30 dk	95°C/5 dk
Laktoz	42358±15,7	40836±27,65	40548±22,4
Glikoz	-	126±2,1	154±3,9
Galaktoz	-	128±3,4	160±4,2

Çizelge 4.4. Örneklerde inkübasyon sırasında karbonhidrat miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Karbonhidratlar (mg/kg)	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Laktoz	0	40826±39,1 ^{c,F}	40457±29,7 ^{b,F}	40222±14,3 ^{a,F}	40576±23,9 ^{b,F}
	1	39708±21,0 ^{c,E}	38335±186,8 ^{b,E}	38554±58,22 ^{bc,E}	37027±33,16 ^{a,E}
	2	37725±69,5 ^{b,D}	35995±91,3 ^{a,D}	36254±50,81 ^{a,D}	35697±103,0 ^{a,D}
	3	34509±11 ^{b,C}	32359±158 ^{a,C}	33575±135,3 ^{ab,C}	32411±66,49 ^{a,C}
	4	32467±2,7 ^{c,B}	29756±108 ^{a,B}	31384±18,41 ^{b,B}	29669±1,89 ^{a,B}
	S	30451±1,0 ^{d,A}	27492±15,5 ^{b,A}	28343±20,07 ^{c,A}	26975±38,18 ^{a,A}
	ort1	35947±24,08	34066±98,07	34722±49,51	33949±60,94
	ort2	35006±61,08 ^x		34336±55,23 ^y	
Glikoz	0	140±6,6 ^{a,A}	165±14,6 ^{c,A}	154±2,25 ^{b,A}	153±5,5 ^{b,A}
	1	257±1,62 ^{a,B}	320±1,29 ^{b,B}	363±1,35 ^{c,B}	409±1,10 ^{d,B}
	2	555±0,78 ^{a,C}	677±1,04 ^{b,C}	688±1,19 ^{b,C}	822±4,20 ^{c,C}
	3	848±1,80 ^{a,D}	1153±2,16 ^{c,D}	1034±1,64 ^{b,D}	1272±2,93 ^{d,D}
	4	1219±0,53 ^{a,E}	1611±1,70 ^{c,E}	1431±3,04 ^{b,E}	1739±1,02 ^{d,E}
	S	1472±2,12 ^{a,F}	1920±2,88 ^{c,F}	1673±0,72 ^{b,F}	2123±0,87 ^{d,F}
	ort1	647±2,97	974±3,94	890±1,7	1086±2,6
	ort2	811±3,46 ^x		988±2,15 ^y	
Galaktoz	0	130±3,6 ^{a,A}	149±5,9 ^{b,A}	162±4,0 ^{c,A}	163±7,9 ^{c,A}
	1	1343±1,87 ^{c,B}	1855±3,38 ^{d,B}	1239±2,79 ^{b,B}	1154±2,02 ^{a,B}
	2	2991±0,81 ^{d,C}	2261±20,22 ^{c,C}	1297±21,64 ^{b,B}	1742±20,74 ^{a,C}
	3	4691±4,72 ^{b,D}	5263±23,87 ^{c,D}	3529±23,70 ^{a,C}	4585±24,81 ^{b,D}
	4	5899±2,58 ^{b,E}	7486±28,72 ^{d,E}	5634±0,54 ^{a,D}	7132±5,16 ^{c,E}
	S	6535±6,54 ^{a,F}	7980±0,61 ^{c,F}	7414±4,59 ^{b,E}	8333±7,80 ^{d,F}
	ort1	3598±3,35	4166±13,78	3212±9,54	3851±11,41
	ort2	3882±8,57 ^x		3532±10,48 ^y	

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

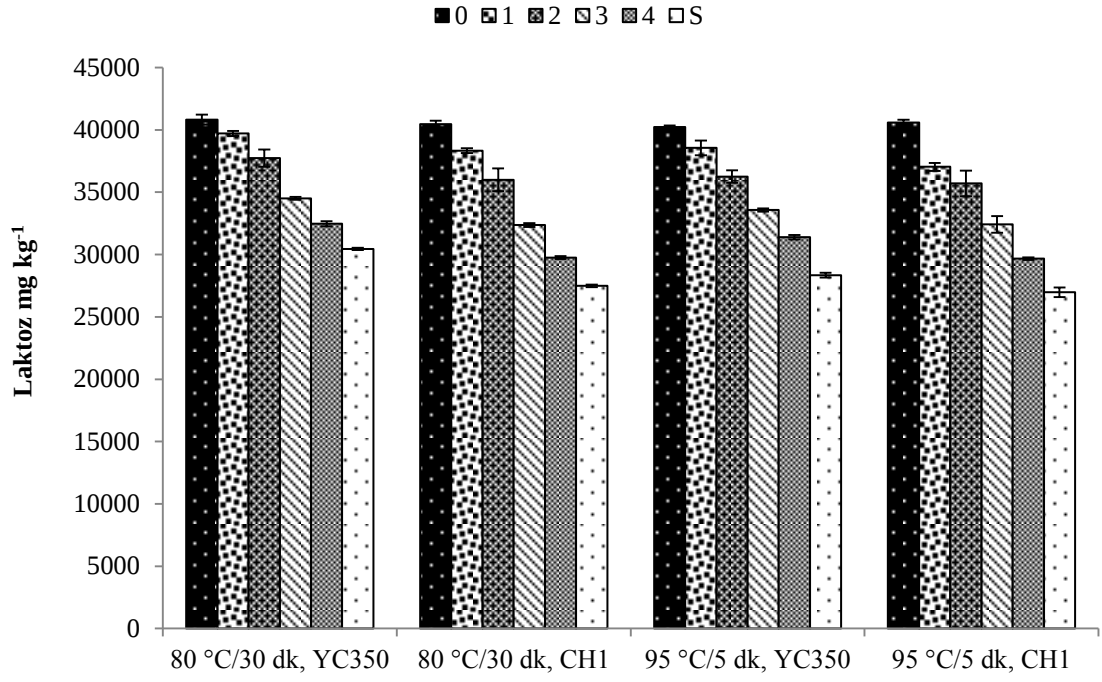
^{x, y}: Sıcaklık parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

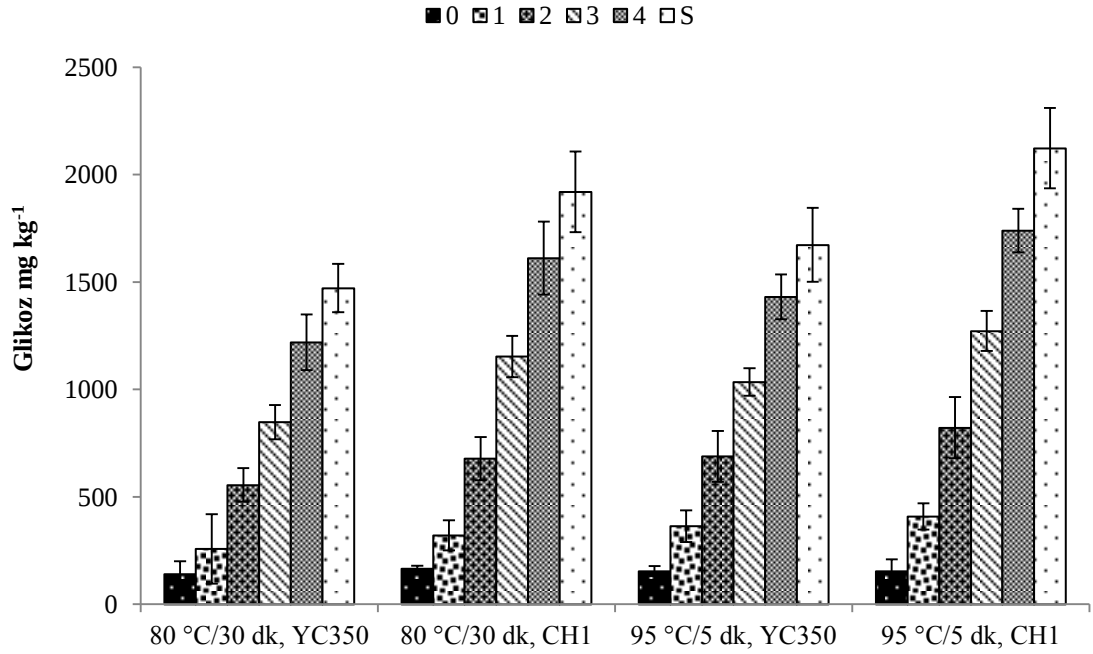
Çizelge 4.5. Örneklerde inkübasyon sırasında karbonhidratlara ait istatistiksel değerlendirmeler

Karbonhidratlar	Sıcaklık	Kültür	İnkübasyon Zamanı	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x İnk. Zamanı	Kültür x İnk. Zamanı	Sıcaklık x Kültür x İnk. Zamanı
Laktoz	***	***	***	NS	NS	*	NS
Glikoz	***	***	***	***	***	***	***
Galaktoz	***	***	***	NS	***	***	***

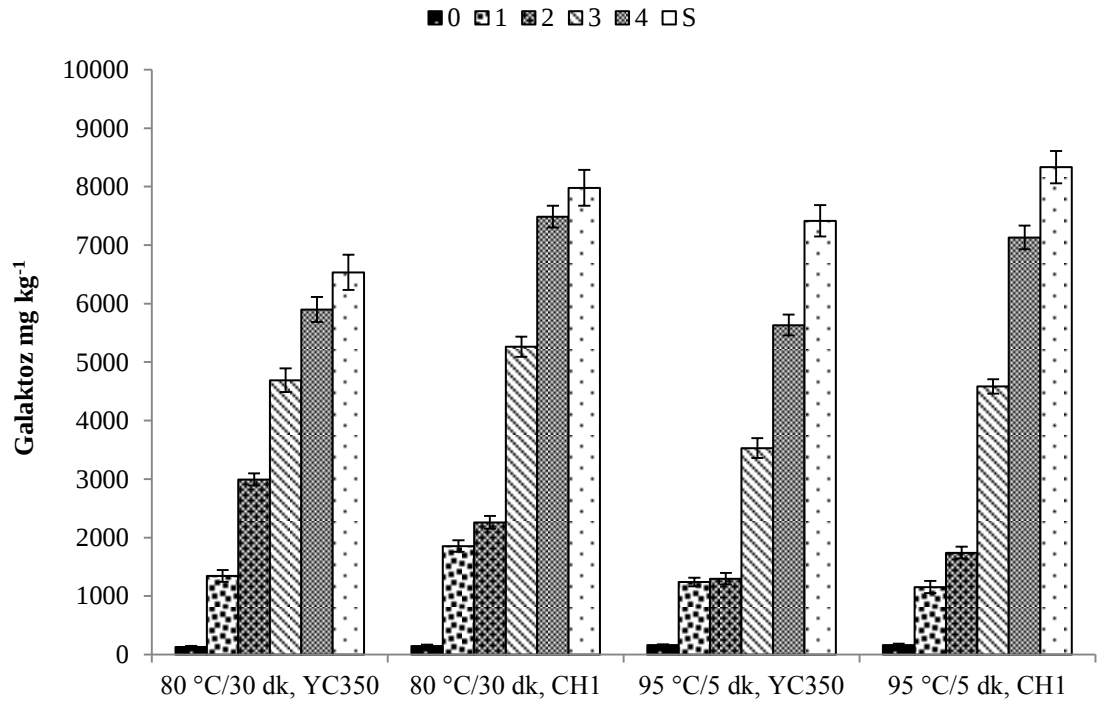
*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001



Şekil 4.2. Örneklerde inkübasyon sırasında laktoz miktarının değişimi



Şekil 4.3. Örneklerde inkübasyon sırasında glikoz miktarının değişimi



Şekil 4.4. Örneklerde inkübasyon sırasında galaktoz miktarının değişimi

4.1.2.2. İnkübasyon Örneklerinde Organik Asitler

Yapılan analizler sonucunda çiğ ve ısıtılmış süt örneklerinde toplam 7 organik asit tespit edilmiştir. Çizelge 4.6'deki veriler incelendiğinde daha önce yapılan bazı çalışmalarda da olduğu gibi (Akalin ve ark., 1998; Izco ve Tormo, 2004; Güler, 2013) çiğ süt örneğinde başlıca organik asidin sitrik asit olduğu görülmektedir. Çiğ ve ısıtılmış süt örneklerinde sitrik asiti sırasıyla formik ve laktik asit izlemiştir. Isıtılmış süt normu ve süresi organik asitler üzerinde önemli farklılık yaratmıştır ($P<0,001$). Sitrik asit 95°C 'de 5 dk ısıtılmış süt uygulanan süte 80°C 'de 30 dk ısıtılmış süt uygulananla kıyasla daha düşük miktarda bulunmuştur. Aksine yüksek sıcaklık uygulaması ise laktik asit miktarı üzerine artırıcı etki yapmıştır. Bu süte hem kurumadde içeriğinin artmasından hem de laktozun yüksek sıcaklıktan (95°C) daha fazla etkilenmesinden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.6. Çiğ ve ısıtılmış süt örneklerinde organik asit miktarları (mg/kg) (ort $\pm$ sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	Çiğ Süt	Isıtılmış Süt Normu	
		80°C/30 dk	95°C/5 dk
Okzalik asit	6,67 $\pm$ 0,56	6,46 $\pm$ 0,53	6,50 $\pm$ 0,62
Orotik asit	9,4 $\pm$ 0,8	9,6 $\pm$ 0,9	24,7 $\pm$ 1,8
Sitrik asit	963 $\pm$ 8,73	949 $\pm$ 7,86	895 $\pm$ 8,73
Pirüvik asit	-	-	-
Ürik asit	28,7 $\pm$ 1,8	26,0 $\pm$ 2,2	30,9 $\pm$ 0,25
Laktik asit	394 $\pm$ 4,24	405 $\pm$ 4,02	427 $\pm$ 5,98
Formik asit	694 $\pm$ 8,49	782 $\pm$ 7,0	698 $\pm$ 7,49
Asetik asit	-	-	-
Propiyonik asit	14,9 $\pm$ 0,24	17,7 $\pm$ 0,2	7,0 $\pm$ 0,7
Bütanoik asit	-	-	-
Hippürik asit	-	-	-

İnkübasyon örneklerinde toplam 11 organik asit (okzalik, orotik, sitrik, pirüvik, ürik, laktik, formik, asetik, propiyonik, bütanoik, hippürik) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Çiğ süt örneklerinde bu 11 organik asitten 4'ü (pirüvik, asetik, bütanoik, hippürik) belirlenmemiştir. Bu organik asitler daha önce yapılan bazı çalışmalarda da tespit edilememiştir (Akalın ve ark., 1998; Izco ve Tormo, 2004).

Yoğurt üretiminin esasını oluşturan laktik asitin inkübasyonun sonunda tüm örneklerde baskın olan organik asit olduğu ve inkübasyonun sonuna kadar miktarının arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5.). Tüm örneklerde inkübasyon zamanının laktik asit ortalamaları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Beklendiği gibi inkübasyon sırasında laktik asitte gözlemlenen artma titrasyon asitliği ile uyum içerisindedir. Laktik asit için elde edilen sonuçlar daha önce Akalın ve ark. (1998)'nın ve Izco ve Tormo (2004)'nun yaptıkları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. İnkübasyon süreci sonunda CH1 kültürü kullanılan örneklerin (80CH1: 10267 mg/kg, 95CH1: 10664 mg/kg) YC350 kültürü kullanılanlara göre daha yüksek laktik asit içeriğine (80YC350: 7819 mg/kg, 95YC350: 8570 mg/kg) sahip olduğu görülmektedir. Bu örneklerde laktoz oranının inkübasyonun sonunda daha düşük olması da bu durumu destekler niteliktedir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucu kültür çeşidinin laktik asit ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. CH1 kültürü kullanılan örnekler içerisinde 95CH1 örneğinin inkübasyon sonunda en yüksek laktik asit (10664 mg/kg) ve en düşük laktoz değerine (26975 mg/kg) sahip olduğu tespit edilmiştir. İnkübasyon işleminin 4. saati dışında Sıcaklık x Kültür interaksiyonunun laktik asit ortlamaları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Örneklerde inkübasyon sırasında organik asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Okzalik asit	0	6,46±0,53 ^{a,A}	6,42±0,42 ^{a,A}	6,67±0,74 ^{b,AB}	6,41±0,62 ^{a,A}
	1	10,83±1,30 ^{b,B}	10,74±1,21 ^{b,B}	7,03±0,69 ^{a,B}	8,15±0,76 ^{a,B}
	2	11,83±1,25 ^{b,BC}	12,62±1,26 ^{b,C}	7,51±0,72 ^{a,BC}	8,44±0,78 ^{a,B}
	3	12,96±1,44 ^{b,C}	14,91±1,36 ^{c,D}	8,24±0,72 ^{a,C}	8,76±0,81 ^{a,B}
	4	10,66±0,22 ^{b,B}	12,91±1,82 ^{c,C}	5,91±0,05 ^{a,A}	6,47±0,01 ^{a,A}
	S	11,39±0,13 ^{c,B}	12,28±0,16 ^{d,C}	6,22±0,21 ^{a,A}	6,85±0,01 ^{b,A}
	ort1	10,69±0,81	11,65±1,04	6,93±0,52	7,51±0,50
	ort2	11,17±0,93 ^x		7,22±0,51 ^y	
Orotik asit	0	9,5±0,9 ^{a,D}	9,4±0,9 ^{a,D}	24,2±0,25 ^{b,F}	25,1±1,7 ^{b,E}
	1	8,6±0,8 ^{a,C}	8,8±0,9 ^{a,C}	19,2±0,15 ^{b,E}	22,7±2,0 ^{c,D}
	2	8,1±0,7 ^{a,BC}	8,3±0,7 ^{a,BC}	16,3±0,17 ^{b,D}	18,5±1,6 ^{c,C}
	3	7,6±0,6 ^{a,B}	7,7±0,7 ^{a,B}	14,0±0,9 ^{b,C}	17,7±1,6 ^{c,C}
	4	5,0±0,1 ^{a,A}	5,4±0,7 ^{a,A}	8,0±0,4 ^{b,B}	9,8±0,1 ^{c,B}
	S	4,9±0,1 ^{a,A}	4,9±0,1 ^{a,A}	5,3±0,3 ^{b,A}	5,5±0,1 ^{c,A}
	ort1	7,25±0,57	7,40±0,65	14,53±0,36	16,52±1,18
	ort2	7,33±0,61 ^x		15,53±0,77 ^y	
Sitrik asit	0	950±7,86 ^{b,B}	951±8,17 ^{b,C}	896±8,73 ^{a,C}	895±8,69 ^{a,B}
	1	945±10,04 ^{b,B}	942±9,53 ^{b,C}	828±7,12 ^{ab,B}	879±6,37 ^{a,B}
	2	926±9,15 ^{b,B}	926±8,15 ^{b,C}	809±7,42 ^{a,B}	866±7,68 ^{ab,B}
	3	921±8,06 ^{b,B}	773±7,78 ^{a,B}	799±7,70 ^{a,B}	861±8,28 ^{ab,B}
	4	664±1,15 ^{b,A}	585±7,04 ^{a,A}	582±0,81 ^{a,A}	547±0,24 ^{a,A}
	S	625±1,28 ^{c,A}	540±0,23 ^{a,A}	557±0,56 ^{b,A}	532±0,47 ^{a,A}
	ort1	838±6,26	786±6,82	745±5,39	763±5,29
	ort2	812±6,54 ^y		754±5,34 ^x	
Pirüvik asit	0	-	-	-	-
	1	39,7±9,2 ^{d,B}	29,5±3,1 ^{c,B}	10,9±1,3 ^{b,B}	-
	2	42,58±1,89 ^{d,C}	40,68±0,58 ^{c,C}	31,63±0,16 ^{b,C}	-
	3	60,71±3,30 ^{d,D}	47,15±0,72 ^{b,D}	52,33±0,41 ^{c,D}	27,11±0,14 ^{a,B}
	4	72,61±0,98 ^{d,E}	55,88±0,99 ^{b,E}	67,10±0,60 ^{c,E}	38,73±0,09 ^{a,C}
	S	81,2±12 ^{c,F}	67,4±6,2 ^{b,F}	92,7±18,1 ^{d,F}	50,6±5,4 ^{a,D}
	ort1	59,36±5,47	48,12±2,32	50,93±4,11	38,81±1,88
	ort2	53,74±3,90 ^x		44,87±2,99 ^y	

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{x, y}: Sıcaklık parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.7. (Devam) Örneklerde inkübasyon sırasında organik asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Ürik asit	0	26,0±2,5 ^{a,D}	31,0±0,28 ^{b,D}	30,9±0,30 ^{b,F}	31,4±0,31 ^{b,F}
	1	11,3±0,09 ^{a,C}	27,8±0,20 ^{c,C}	20,6±0,17 ^{b,E}	26,7±0,18 ^{c,D}
	2	10,8±0,09 ^{a,C}	26,4±0,22 ^{d,C}	18,3±0,17 ^{b,D}	23,9±0,21 ^{c,C}
	3	8,8±0,07 ^{a,B}	22,5±0,20 ^{d,B}	11,2±0,08 ^{b,C}	20,4±0,21 ^{c,B}
	4	5,2±0,04 ^{a,A}	12,5±0,14 ^{c,A}	7,4±0,01 ^{b,B}	12,7±0,01 ^{c,B}
	S	4,6±0,01 ^{a,A}	11,1±0,02 ^{b,A}	4,4±0,02 ^{a,A}	11,1±0,02 ^{b,A}
	ort1	11,08±0,47	21,92±0,18	15,48±0,13	21,07±0,16
	ort2	16,5±0,33 ^x		18,28±0,15 ^y	
Laktik asit	0	503±7,34 ^{c,A}	417±4,57 ^{a,A}	463±8,67 ^{b,A}	401±5,37 ^{a,A}
	1	1544±4,44 ^{a,B}	2006±2,27 ^{c,B}	1645±3,34 ^{b,B}	2042±2,82 ^{c,B}
	2	1761±21,76 ^{a,C}	2712±17,78 ^{c,C}	2075±22,13 ^{b,C}	3167±18,78 ^{d,C}
	3	4348±18,36 ^{a,D}	6354±22,42 ^{c,D}	4810±24,96 ^{b,D}	6481±23,50 ^{c,D}
	4	6813±6,13 ^{a,E}	9011±21,46 ^{c,E}	7466±2,56 ^{b,E}	9652±2,49 ^{d,E}
	S	7819±1,47 ^{a,F}	10267±7,45 ^{c,F}	8570±5,49 ^{b,F}	10664±1,50 ^{d,F}
	ort1	3798±9,92	5128±12,66	4172±11,20	5401±9,08
	ort2	4463±11,29 ^x		4786±10,14 ^y	
Formik asit	0	807±7,06 ^{b,A}	837±7,87 ^{c,A}	783±8,48 ^{ab,A}	766±11,1 ^{a,A}
	1	1705±19,14 ^{b,B}	1382±11,86 ^{a,CD}	1769±16,79 ^{b,C}	1590±10,37 ^{b,B}
	2	1962±18,59 ^{b,C}	1505±14,12 ^{a,DE}	1829±16,62 ^{b,C}	1795±15,66 ^{b,C}
	3	2744±28,09 ^{c,D}	1551±13,19 ^{a,E}	1873±18,12 ^{b,C}	2041±18,53 ^{b,D}
	4	2511±3,57 ^{c,D}	1221±15,46 ^{a,B}	1338±0,77 ^{a,B}	1567±3,19 ^{b,B}
	S	3211±13,37 ^{d,E}	1264±1,08 ^{a,BC}	1369±1,25 ^{b,B}	1663±1,29 ^{c,BC}
	ort1	2157±14,97	1294±10,60	1493±10,34	1570±10,03
	ort2	1725±12,79 ^y		1532±10,19 ^x	
Asetik asit	0	-	-	-	-
	1	4,2±0,05 ^{b,B}	-	-	-
	2	17,0±0,16 ^{b,C}	-	-	-
	3	19,8±0,18 ^{c,D}	-	16,4±0,16 ^{b,C}	-
	4	20,9±0,02 ^{c,D}	9,3±0,12 ^{a,B}	12,5±0,00 ^{b,B}	11,5±0,04 ^{b,B}
	S	44,4±0,20 ^{d,E}	13,4±0,13 ^{a,C}	18,1±0,04 ^{b,D}	15,4±0,04 ^{c,C}
	ort1	21,26±0,12	11,35±0,13	15,67±0,07	13,45±0,04
	ort2	16,31±0,13 ^x		14,56±0,06 ^y	

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{x, y}: Sıcaklık parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.7. (Devam) Örneklerde inkübasyon sırasında organik asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Propiyonik asit	0	17,7±0,17 ^{b,B}	17,4±0,20 ^{b,B}	7,6±0,7 ^{a,A}	7,0±0,10 ^{a,A}
	1	17,9±0,17 ^{c,B}	14,3±0,11 ^{b,A}	18,2±0,19 ^{c,B}	8,8±0,08 ^{a,B}
	2	20,3±0,17 ^{b,C}	20,5±0,17 ^{b,C}	22,3±0,23 ^{b,C}	17,0±0,17 ^{a,C}
	3	20,9±0,16 ^{a,C}	27,9±0,26 ^{b,D}	54,4±0,51 ^{c,E}	24,8±0,32 ^{ab,E}
	4	14,9±0,02 ^{a,A}	59,2±0,82 ^{c,E}	47,0±0,10 ^{b,D}	21,5±0,04 ^{a,D}
	S	16,3±0,06 ^{a,AB}	59,2±0,07 ^{c,E}	81,7±0,13 ^{d,F}	24,7±0,04 ^{b,E}
	ort1	18,03±0,13	33,07±0,28	38,52±0,31	17,33±0,13
	ort2	25,55±0,21 ^x		27,93±0,22 ^y	
Bütanoik asit	0	-	-	-	-
	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	352±4,50 ^{d,B}	108±0,97 ^{a,B}	307±2,40 ^{c,B}	263±3,21 ^{b,B}
	4	367±1,71 ^{b,B}	273±2,98 ^{a,C}	494±1,01 ^{d,C}	458±0,52 ^{c,C}
	S	570±3,66 ^{a,C}	791±2,94 ^{c,D}	620±1,50 ^{b,D}	596±2,88 ^{a,b,D}
	ort1	429±3,29	391±2,29	473±1,64	439±2,20
	ort2	410±2,79 ^x		456±1,92 ^y	
Hippürik asit	0	-	-	-	-
	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	16,6±0,41 ^{b,D}	-	20,0±0,19 ^{c,D}	15,8±0,16 ^{b,D}
	4	6,0±0,06 ^{b,C}	5,1±0,07 ^{a,C}	6,9±0,01 ^{c,C}	5,8±0,01 ^{ab,C}
	S	2,7±0,18 ^{b,B}	2,5±0,02 ^{b,B}	3,8±0,01 ^{c,B}	0,6±0,01 ^{a,B}
	ort1	8,43±0,22	3,80±0,05	10,23±0,01	7,40±0,01
	ort2	6,12±0,14 ^x		8,82±0,01 ^y	

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

x, y: Sıcaklık parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

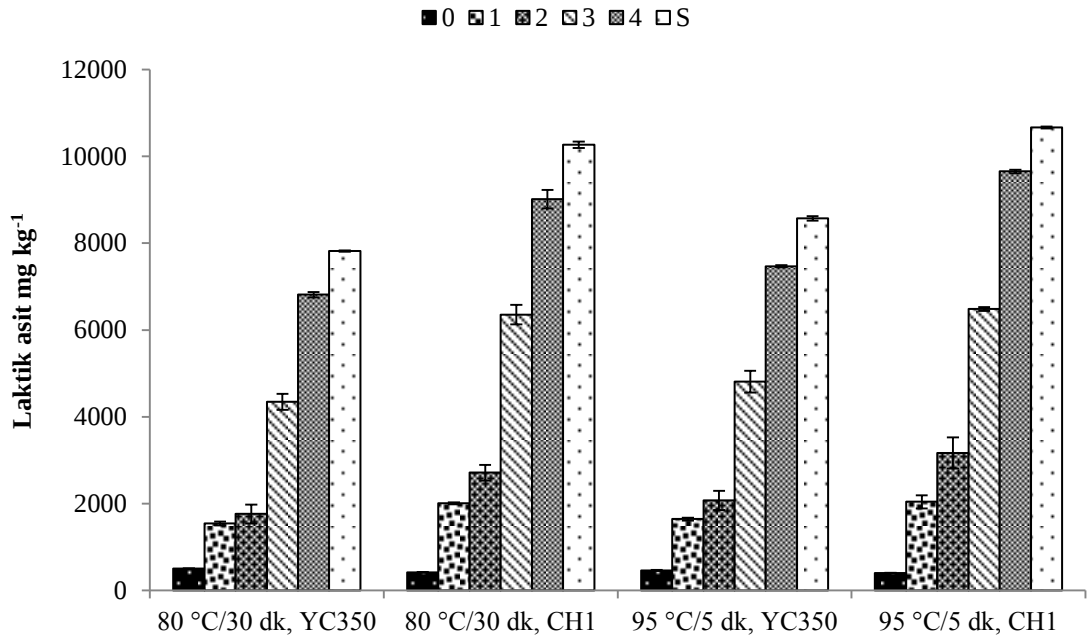
Çizelge 4.8. Örneklerde inkübasyon sırasında organik asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler

Organik Asitler	Sıcaklık	Kültür	İnkübasyon zamanı	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x İnk. Zamanı	Kültür x İnk. Zamanı	Sıcaklık x Kültür x İnk. Zamanı
Okzalik asit	***	***	***	NS	*	***	NS
Orotik asit	***	***	***	***	*	***	NS
Sitrik asit	***	NS	***	*	NS	NS	NS
Pirüvik asit	***	***	***	***	***	***	***
Ürik asit	***	***	***	***	***	***	***
Laktik asit	***	***	***	***	***	***	***
Formik asit	***	***	***	***	***	***	***
Asetik asit	***	***	***	***	***	***	***
Propiyonik asit	***	***	***	***	***	***	***
Bütanoik asit	***	***	***	NS	***	***	***
Hippürik asit	***	***	***	*	***	***	***

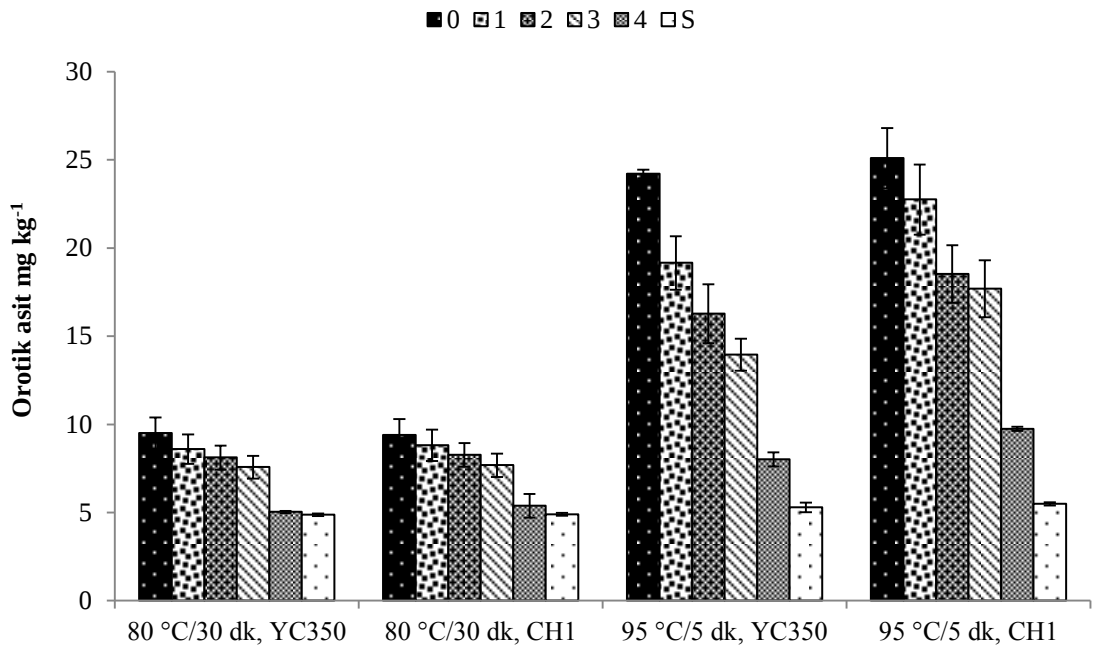
*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001

İnkübasyon süresince orotik asitin azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.6.). Nükleotidlerin sentezinde bir ara ürün olan ve starter bakterileri için gelişme faktörü olan orotik asitin inkübasyon süresince benzer sonuçlar verdiği daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir. Bu çalışmalarda inkübasyon sonunda orotik asitin miktarında %30-48 arasında azalma tespit edilmiştir (Alm, 1982; Saidi ve Warthesen, 1989; Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Okonkwo ve Kinsella, 1994). Yaptığımız çalışmada ise 80°C’de 30 dk ısı işlem uygulanan örneklerde %55-57, 95°C’de 5 dk ısı işlem uygulanan örneklerde ise %24-27 oranında orotik asitte azalma gözlemlenmiştir. Sıcaklık, inkübasyon zamanı ve sıcaklık x kültür faktörlerinin orotik asit miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0,001) bulunmuştur (Çizelge 4.8). Sütte baskın organik asit olan sitrik asidin inkübasyon boyunca tüm örneklerde miktarı azalmıştır ve inkübasyon zamanının sitrik asit miktarına etkisi önemli (P<0,001) bulunmuştur. Akalın ve ark. (1998) inek sütü kullanarak yaptıkları çalışmada da inkübasyonun sonunda sitrik asitte azalma olduğunu belirtmişlerdir.

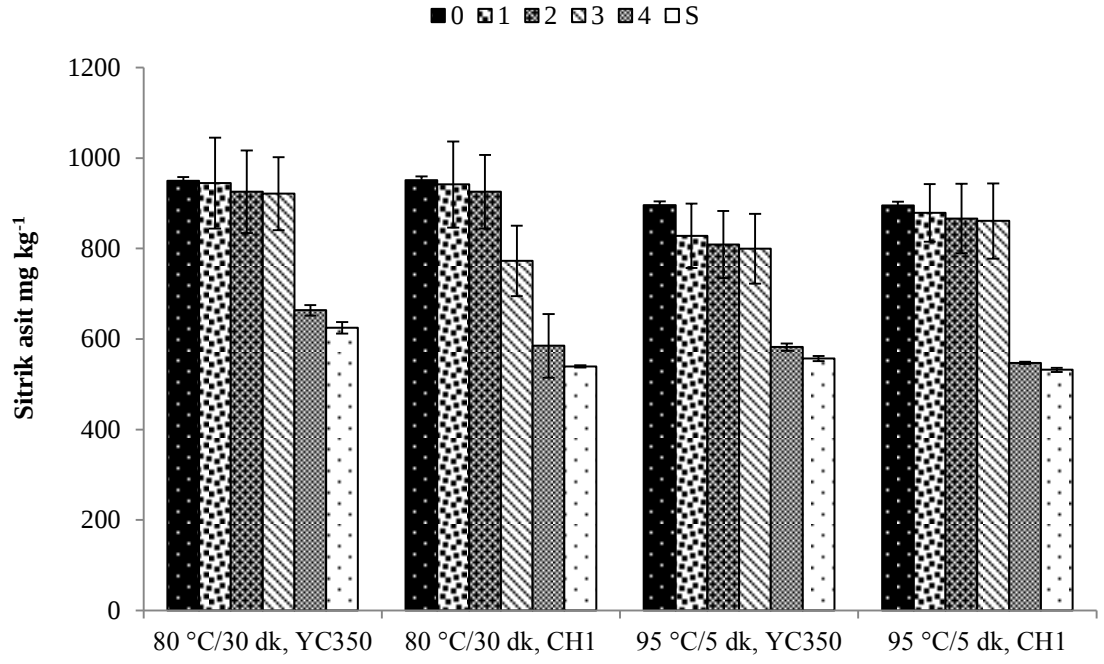
Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) ve Akalın ve ark. (1998) da belirttikleri gibi ürik asit miktarlarında inkübasyon süresince önemli düzeyde ($P<0.001$) azalma (Şekil 4.8.) ve pirüvik asit miktarında ise artma gözlemlenmiştir ($P<0.001$).



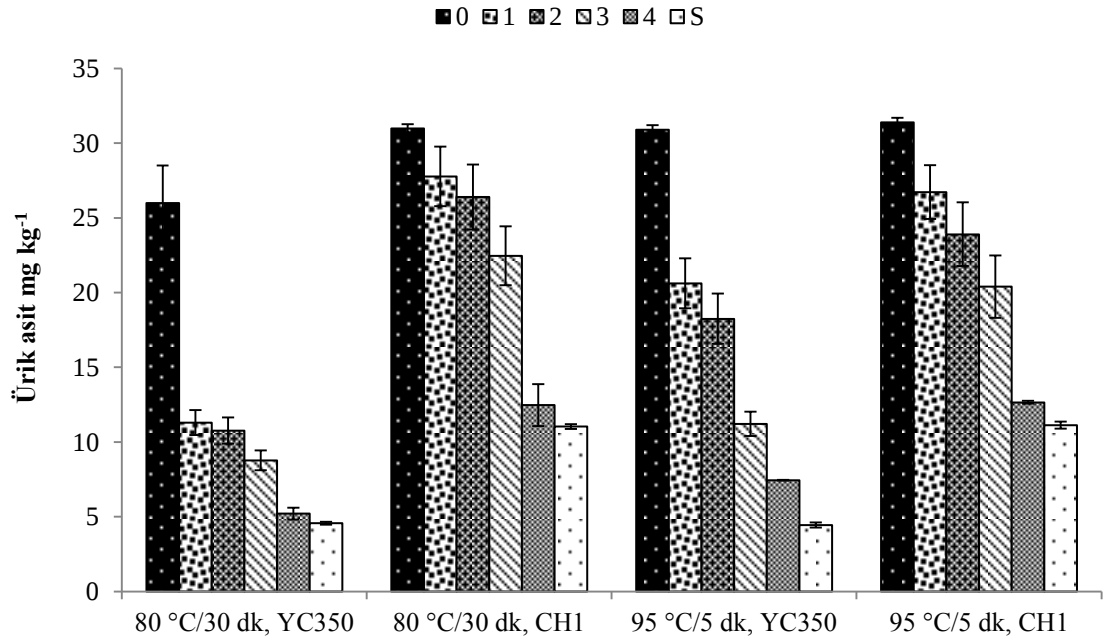
Şekil 4.5. Örneklerde inkübasyon sırasında laktik asit miktarının değişimi



Şekil 4.6. Örneklerde inkübasyon sırasında orotik asit miktarının değişimi



Şekil 4.7. Örneklerde inkübasyon sırasında sitrik asit miktarının değişimi



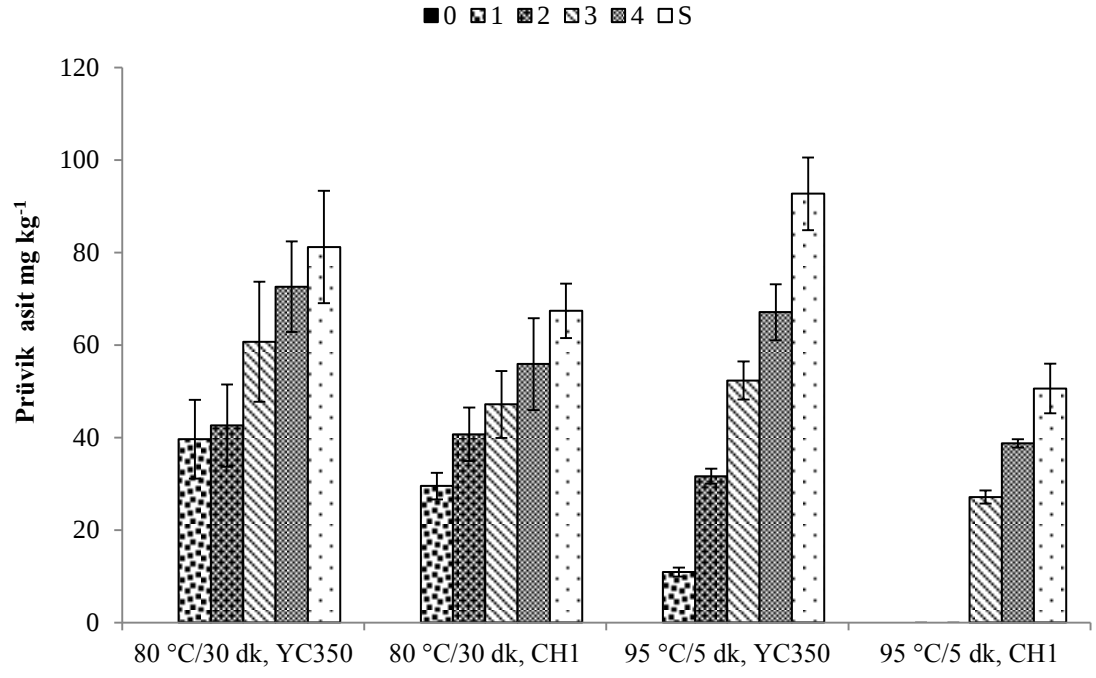
Şekil 4.8. Örneklerde inkübasyon sırasında ürik asit miktarının değişimi

Fernandez-Garcia ve McGregor (1994)'un yaptıkları çalışmada da pirüvik asit inkübasyonun 6. saatine kadar artmıştır. İnkübasyonun bitiminde YC350 kültürü kullanılan örneklerin pirüvik asit değerlerinin (80YC350: 81,2 mg/kg, 95YC350: 92,7 mg/kg) CH1 kültürü kullanılan örneklerdeki değerlere (80CH1: 67,4 mg/kg, 95CH1: 50,6 mg/kg) göre önemli düzeyde ($P<0.001$) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

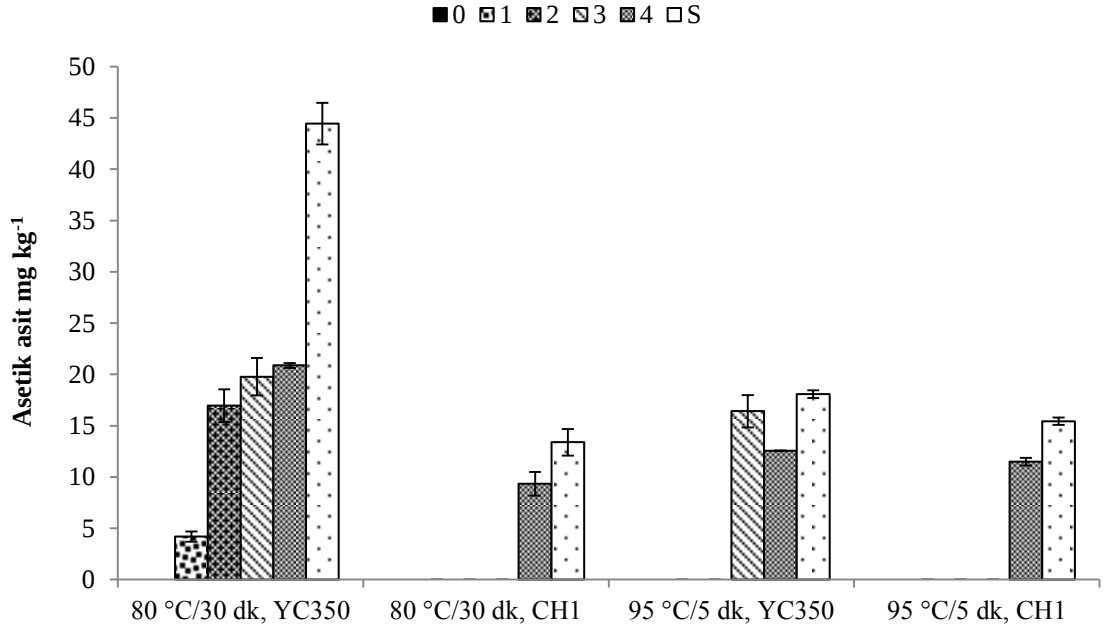
Sütte bulunmayan asetik asit tüm örneklerde inkübasyon süresince artmıştır (Şekil 4.10.). Benzer sonuçlar Fernandez-Garcia ve McGregor (1994); Akalın ve ark. (1998) ve Bevilacqua ve Califano (1989) tarafından da bulunmuştur. Asetik asit değerleri üzerinde inkübasyon zamanının ve sıcaklık x kültür parametrelerinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Fernandez-Garcia ve McGregor (1994); Akalın ve ark. (1998) ve Bevilacqua ve Califano (1989)'nun çalışmalarında propiyonik asidin inkübasyon süresince arttığı belirtilmiştir. Çalışmamızda 80YC350 örneğinde propiyonik asit miktarı inkübasyonun 3. saatinde maksimum seviyeye ulaşp daha sonra azaldığı diğer örneklerde ise inkübasyon süresince arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.11.). Dolayısıyla pirüvik asitin inkübasyon sırasında gösterdiği artma ya da azalma eğilimi süte uygulanan ısı işlem normu ve kullanılan kültüre önemli düzeyde bağlı bulunmaktadır. İnkübasyon süresi ise propiyonik asit değerlerini önemli düzeyde ($P<0,001$) etkilemiştir.

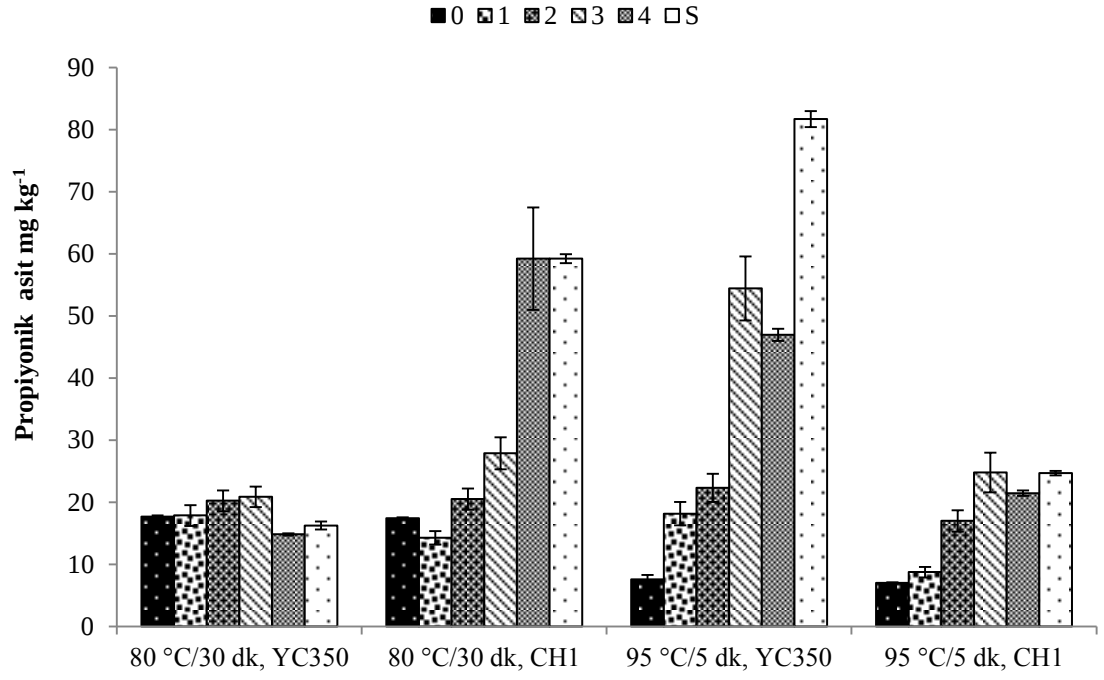
Bütanoik asit diğer çalışmalarda (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Adhikari ve ark., 2001) da olduğu gibi inkübasyonun başlangıcında belirlenmemiştir. İnkübasyonun 3. saatinden itibaren bütanoik asit tespit edilmiş ve miktarının yükseldiği görülmüştür (Şekil 4.12.). İnkübasyon zamanının bütanoik asit miktarları üzerine etkisinin önemli olduğu tespit edilirken ($P<0,001$), sıcaklık x kültür interaksiyonunun ortalamalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.



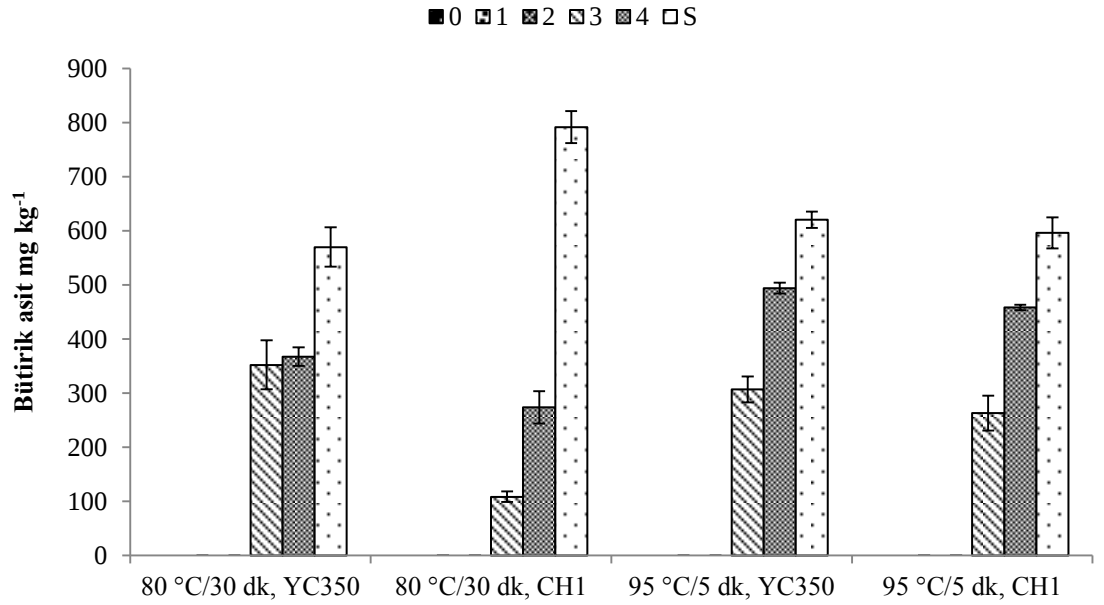
Şekil 4.9. Örneklerde inkübasyon sırasında pirüvik asit miktarının değişimi



Şekil 4.10. Örneklerde inkübasyon sırasında asetik asit miktarının değişimi



Şekil 4.11. Örneklerde inkübasyon sırasında propiyonik asit miktarının değişimi

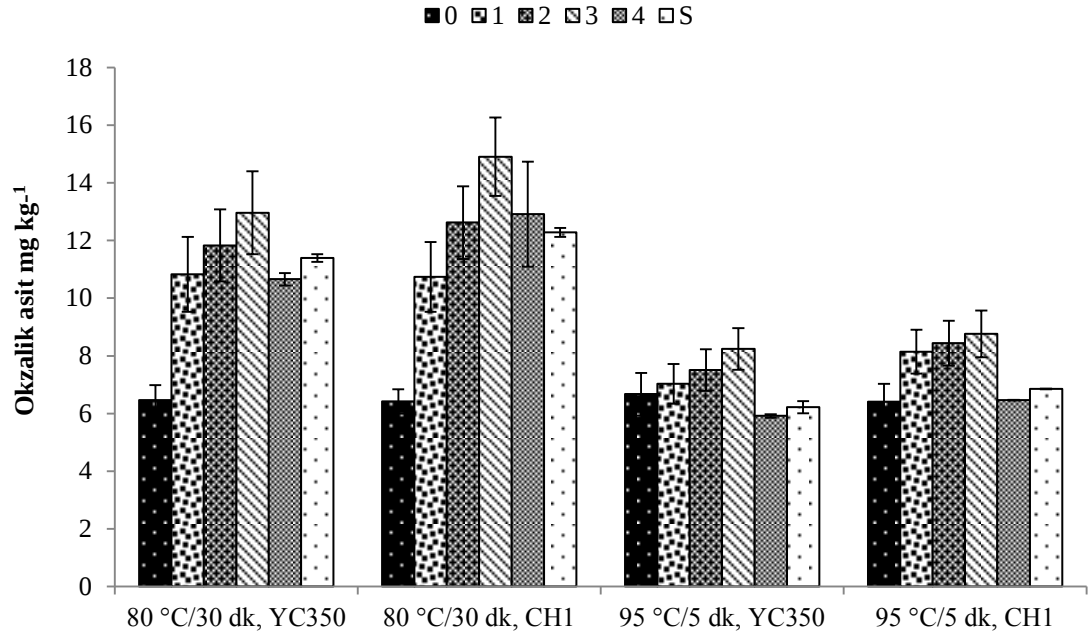


Şekil 4.12. Örneklerde inkübasyon sırasında bütirik asit miktarının değişimi

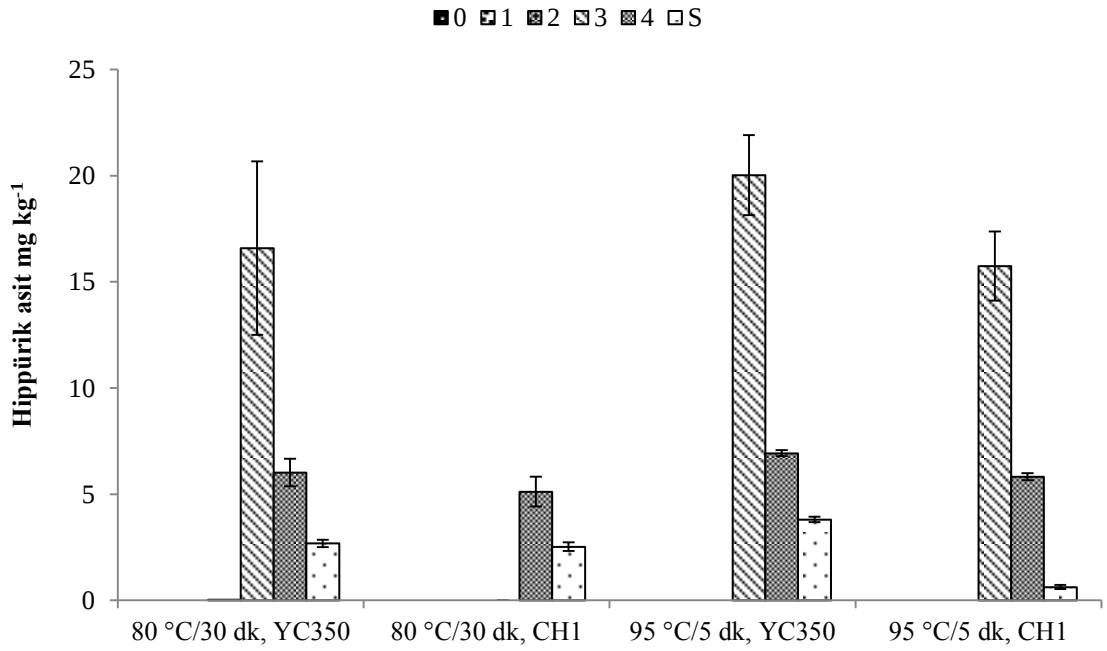
Okzalik asitin 80°C’de 30 dk ısı işlem uygulanan örneklerde inkübasyon süresince azaldığı 95°C’de 5 dk uygulanan örneklerde ise arttığı tespit edilmiştir. İnkübasyon sonundaki veriler incelendiğinde aynı sıcaklık işleminin uygulandığı örneklerde CH1 kullanılan örneklerin okzalik asit içeriğinin YC350 kullanılan örneklerle göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda sıcaklık, kültür çeşidi parametrelerinin ortalamalar üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Hippürik asit 80CH1 haricindeki örneklerde inkübasyonun 3. saatinden itibaren belirlenebilirken anılan örnekte ise 4. saatten itibaren belirlenebilmiştir. Hippürik asidin inkübasyon ile azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.14.). İnkübasyon işlemi sonunda en düşük hippürik asit miktarına 95CH1 örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. İnkübasyon süresinin ($P<0,001$) ve sıcaklık x kültür ($P<0,05$) parametresinin ortalamalar üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur. Hippürik asit miktarındaki azalma sütte laktik asit bakterileri tarafından doğal koruyucu olan benzoik asit oluşumunda öncü bileşen olarak kullanılmasından kaynaklanabilir. 95CH1 örneğinde hippürik asitin inkübasyonun sonunda diğer örneklerle göre daha düşük tespit edilmesi CH1 kültürünün aktivitesinin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) yaptığı çalışmada inkübasyon süresince hippürik asit miktarının önemli düzeyde azaldığını belirtmişlerdir.

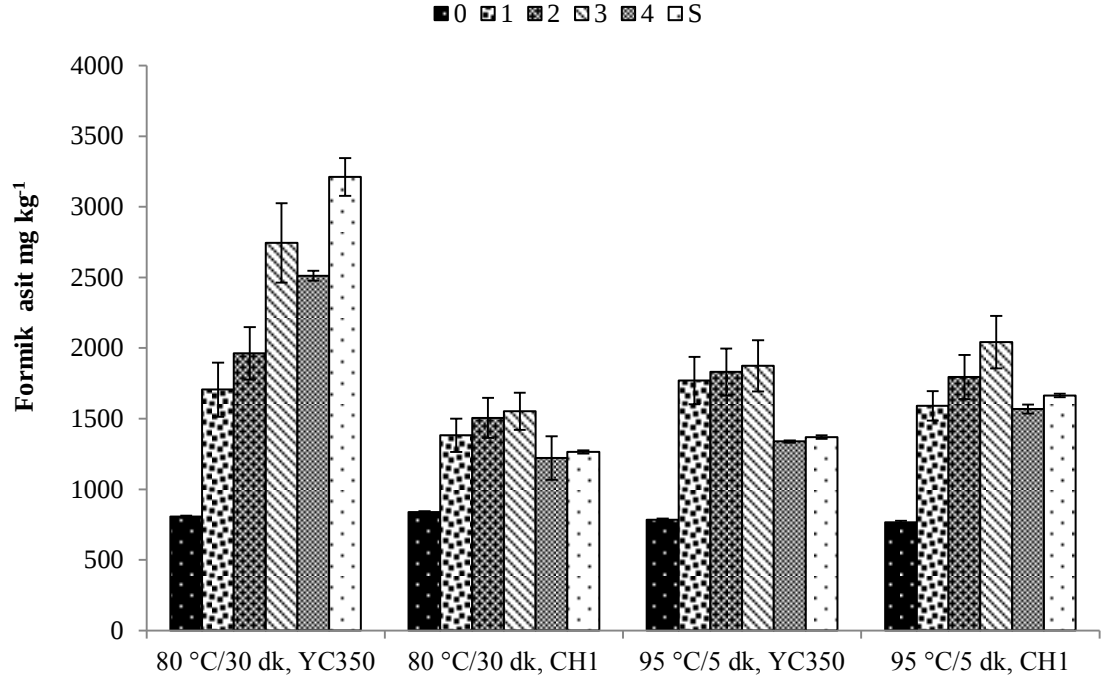
Tüm örneklerde tespit edilen formik asitin inkübasyonun 4. saatine kadar arttığı daha sonra düştüğü gözlenmiş fakat 80CH1 örneğinde inkübasyonun son saatinde belirgin bir artma olmuştur (Şekil 4.15.). İnkübasyon süresinin bitiminde en yüksek formik asit değerine 80CH1 örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda inkübasyon zamanının, kültür çeşidinin ve sıcaklık x kültür parametrelerinin ortalamalar üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13. Örneklerde inkübasyon sırasında okzalik asit miktarının değişimi



Şekil 4.14. Örneklerde inkübasyon sırasında hippürik asit miktarının değişimi



Şekil 4.15. Örneklerde inkübasyon sırasında formik asit miktarının değişimi

4.1.3. İnkübasyon Örneklerinde Uçucu Bileşenler

Çiğ ve 80°C’de 30 dk, 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan süt örneklerinde STB-KFME tekniği ile toplam 24 uçucu bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Bileşenler alkoller, terpenler, asitler, ketonlar, aldehytler, furan türevleri ve fenolikler olarak sınıflandırılmıştır. Çiğ inek sütünde toplam 15 uçucu bileşen belirlenmiştir. Baskın kimyasal grubu ketonlar oluştururken onu sırasıyla terpenler, asitler ve alkoller takip etmiştir. Sonuçlar bileşen bazında incelendiğinde aseton, diasetil, α -pinen, *trans*-karyofilen ve oksime metoksi fenil çiğ sütteki başlıca bileşenler olarak tespit edilmiştir. Imhof ve ark. (1994)’nın yaptığı çalışmada ise çiğ inek sütünde toplam 29 bileşen tespit edilmiş ve bunların başlıcalarının propanol, dimetil sülfid, 2,3-pentadione, nonanal ve dekanal olduğu belirtilmiştir. Bu bileşenler içerisinde en yüksek değere sahip bileşen 2,3-pentandion olarak belirlenirken çalışmamızda yine keton grubu bir bileşen olan 2,3-butandion (diasetil) olduğu tespit edilmiştir. Anılan çalışmada çiğ sütte terpen grubu bileşenlere rastlanmazken çalışmamızda α -pinen, α -humulen, *trans*-karyofilen gibi terpen bileşenleri tespit edilmiştir. Tespit edilen terpen grupları ineklerin beslendiği yeşil yemlerden kaynaklanabilir (Tornambe ve ark., 2006). Sütün terpen içeriğinin ısıtma işlemi uygulanan örneklerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum terpenlerin ısıtma işleminin etkisi ile termal olarak parçalanmasından kaynaklanabilir. Ayrıca çiğ sütte STB-KFME tekniği ile uçucu yağ asitlerinden C₄–C₁₂ karbonlu yağ asitleri başarılı bir şekilde belirlenmiştir. Bu bileşenler ısıtma işlemi uygulaması ile önemli oranda artmış ve bu artma 80°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde daha belirgin olmuştur. Isıtma işlemi uygulanan süt örneklerinde yine baskın bileşen grubunun keton grubu olduğu belirlenirken bu gruptaki bileşenlerin ısıtma işleminin etkisiyle önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde bu artma daha yüksek olmuştur. Çiğ sütte rastlanmayan furan türevi bileşenler ısıtma işlemi uygulananlarda tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulamasının oluşumlarında önemli rol oynadığı bu bileşenler 80°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Çiğ ve ısıtılmış işlem uygulanan süt örneklerinde uçucu bileşenler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

RI	RT		Çiğ Süt	Isıl İşlem Normu	
				80°C/30 dk	95°C/5 dk
		Alkoller			
1239	12,51	İzoamilalkol	4,35±0,3	-	-
1282	13,51	1-Pentanol	2,68±0,2	2,14±0,1	-
1373	15,39	1-Propanol	-	-	1,64±0,3
1529	18,07	2-Etil-1-hekzanol	3,23±0,4	-	-
		Terpenler			
1064	8,27	α-Pinen	13,26±1,2	-	-
1669	20,05	Trans-Karyofilen	9,93±1,0	8,16±1,1	4,03±0,4
1748	21,05	α-Humulen	1,41±0,1	1,53±0,2	1,54±0,1
1794	21,61	Trans-γ-Bisabolen	-	-	2,03±0,2
		Asitler			
1685	20,26	Butanoik asit (Bütirik, C4)	1,55±0,0	3,32±0,1	2,63±0,1
1907	22,88	Hekzanoik asit (Kaproik, C6)	4,08±0,2	7,71±1,1	6,07±0,4
2086	25,18	Oktanoik asit (Kaprilik, C8)	3,81±0,1	7,93±0,8	5,58±0,3
2291	27,77	Dekanoik asit (Kaprik, C10)	2,56±0,3	4,43±	3,04±0,1
		Ketonlar			
868	5,42	2-Propanon (Aseton)	17,36±2,1	10,78±2,3	10,30±2,1
941	6,21	2-Butanon	-	-	4,27±0,4
1020	7,48	2, 3-Butandion (Diasetil)	23,40±3,2	34,07±3,1	31,77±3,1
1170	10,81	3-Penten-2-on	-	-	6,59±0,6
1220	12,08	2-Heptanon	-	3,84±0,7	0,88±0,1
1336	14,64	3-Hidroksi-2-butanon (Asetoin)	0,21±0,0	0,26±0,0	-
1354	15,01	1-Hidroksi-2-propanon	-	-	1,39±0,2
1433	16,48	2-Nonanon	-	2,73±0,2	2,30±0,1
		Aldehitler			
1121	9,5	Paraldehit	3,58±0,2	-	-
		Furan Türevleri			
1523	17,98	2-Furankarboksaldehit (Furfural)	-	3,75±0,4	1,26±0,1
1718	20,68	2-Furanmetanol	-	4,39±0,3	2,36±0,2
		Fenolikler			
1780	21,44	Oksime-metoksi-fenil	4,56±0,3	4,96±0,6	3,27±0,4

İnkübasyon örneklerine uygulanan STB-KFME tekniği sonucu toplam 37 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bileşenler alkoller, terpenler, asitler, ketonlar, aldehytler, furan türevleri ve fenolik bileşenler olarak sınıflandırılmışlardır. Bu uçucu bileşenlerden alkol sınıfındaki bileşenler genel olarak örneklerde % 33,53–42,22 oranında tespit edilmiş olup 95°C’de 5 dk uygulanan örneklerde daha yüksek oranda belirlenmiştir. Alkollerden başlıca etanol belirlenmiştir. Bu bileşen 95YC350 örneğinde inkübasyon süresince artma ve azalma yönünde dalgalanmalar gösterirken; CH1 kültürü kullanılan örneklerde inkübasyonun 3. saatinden itibaren miktarında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Bu örneklerde ester tespit edilememesine rağmen bu azalmanın sebebi etanolün esterlere veya laktik asit bakterileri tarafından asetaldehite dönüşmesinden kaynaklanabilir. İnkübasyon süresince anılan örneklerde asetaldehit miktarının artması da bu sonuçlarla uyum göstermektedir. 3-pentanol ve 2-butanol tüm örneklerde belirlenmiştir. 2-etil-1-hekzanol bileşeni sadece 80°C’de 30 dk ısı işlem uygulanan uygulanan bileşenlerde tespit edilirken 1-pentanol sadece YC350 kültürü kullanılan örneklerde belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Örneklerde inkübasyon sırasında alkoller (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Alkoller							
Etanol	966	6,59	0	-	-	-	-
			1	-	13,54±1,3	9,11±1,3	17,84±2,1
			2	-	13,00±1,2	12,28±1,7	20,23±2,1
			3	-	16,77±1,2	11,87±1,1	26,07±3,1
			4	-	15,22±1,5	10,48±1,4	21,12±2,3
			S	-	12,38±1,3	17,77±2,1	16,79±3,1
			ort.	-	14,18±1,3	12,30±1,5	20,41±2,5
1-Pentanol	1282	13,51	0	1,64±0,2	-	1,39±0,3	-
			1	2,25±0,3	-	-	-
			2	0,61±0,1	-	-	-
			3	0,43±0,0	-	0,45±0,1	-
			4	-	-	-	-
			S	-	-	-	-
			ort.	1,23±0,2	-	0,92±0,2	-
1-Propanol	1373	15,39	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	4,14±0,3	-	-	-
			4	-	-	-	-
			S	-	-	-	-
			ort.	4,14±0,3	-	-	-
3-Pentanol	1395	15,82	0	-	-	-	-
			1	-	-	2,40±0,2	-
			2	-	1,46±0,2	3,15±0,4	-
			3	2,44±0,1	2,06±0,1	4,08±0,2	1,40±0,2
			4	3,23±0,4	2,14±0,2	3,58±0,3	1,82±0,2
			S	2,30±0,1	1,79±0,2	2,86±0,3	1,43±0,1
			ort.	2,66±0,2	1,86±0,2	3,21±0,3	1,55±0,2
2-Butanol	1409	16,07	0	-	-	-	-
			1	-	-	1,62±0,3	-
			2	-	-	2,79±0,2	-
			3	1,88±0,2	1,96±0,1	3,13±0,1	1,33±0,0
			4	2,53±0,2	1,54±0,0	2,58±0,2	1,54±0,1
			S	1,91±0,2	1,36±0,1	2,31±0,2	1,15±0,2
			ort.	2,11±0,2	1,62±0,1	2,49±0,2	1,34±0,1
2-Etil-1-hekzanol	1529	18,07	0	2,41±0,1	3,41±0,2	-	-
			1	2,63±0,6	3,00±0,2	-	-
			2	-	-	-	-
			3	-	-	-	-
			4	-	-	-	-
			S	-	-	-	-
			ort.	2,52±0,35	3,21±0,2	-	-

İnkübasyon örneklerinde terpen grubu bileşenler % 9,06-10,58 aralığında değer almışlardır. En yoğun olarak *trans*-karyofilen bileşeni tespit edilirken onu sırasıyla *trans*- γ -bisabolen ve α -humulen takip etmiştir (Çizelge 4.11). Terpen bileşeni içeriği 80°C’de 30 dk ısıtıl işlem uygulanan örneklerde 95°C’de 5 dk uygulanan örneklerden daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Bu durum yüksek ısıtıl işlem uygulaması sonucu terpenlerin termal parçalanmasından kaynaklanabilir. İnkübasyon zamanı terpen bileşenleri üzerinde önemli farklılıklar oluşturmuştur. α -humulen bileşeni 80YC350 örneğinde tespit edilemezken diğer örneklerde ise 1. saatinden sonra belirlenememiştir.

Çizelge 4.11. Örneklerde inkübasyon sırasında terpenler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Terpenler							
<i>Trans</i> -Karyofilen	1669	20,05	0	2,95±0,4	4,35±0,5	4,45±0,6	2,53±0,2
			1	5,56±0,9	4,86±0,3	1,85±0,1	3,99±0,8
			2	3,80±0,2	3,22±0,3	2,14±0,1	1,47±0,3
			3	0,80±0,0	1,52±0,0	1,13±0,1	0,97±0,2
			4	1,21±0,0	1,21±0,1	1,61±0,0	1,15±0,1
			S	1,30±0,0	1,13±0,1	1,03±0,1	1,30±0,1
			ort.	2,6±0,25	2,72±0,17	2,04±0,17	1,90±0,28
α -Humulen	1748	21,05	0	-	-	1,19±0,2	1,04±0,0
			1	-	1,28±0,1	-	-
			2	-	-	-	-
			3	-	-	-	-
			4	-	-	-	-
			S	-	-	-	-
			ort.	-	1,28±0,1	1,19±0,2	1,04±0,0
<i>Trans</i> - γ -Bisabolen	1794	21,61	0	2,59±0,2	2,07±0,1	2,87±0,1	2,04±0,1
			1	4,06±0,2	3,14±0,4	1,24±0,2	3,24±0,3
			2	3,19±0,2	2,57±0,1	1,35±0,2	1,33±0,2
			3	0,75±0,2	1,46±0,1	0,83±0,1	0,85±0,1
			4	1,14±0,0	1,04±0,1	1,09±0,1	0,99±0,2
			S	1,08±0,0	0,77±0,1	0,65±0,2	0,85±0,2
			ort.	2,14±0,13	1,84±0,15	1,34±0,15	1,55±0,18

Yoğurdun temel tat ve kokusu konusunda, karbonil bileşenlerinin yanı sıra uçucu (etanoik, propiyonik) ve uçucu olmayan asitlerin sorumlu olduğu yönünde literatürde genel bir görüş bulunmaktadır (Tamime ve Robinson, 2001). Katı Faz mikroekstraksiyon tekniğiyle hem lipolitik proses (C_4 - C_{20}) hem de bakteriyel fermentasyon sonucu oluşan (C_2 - C_4) yağ asitlerinin belirlenmesi sağlamıştır. Serbest yağ asitleri aromayı destekleyici etkiye sahiptirler (Rasic ve Kurman, 1978). Serbest yağ asitlerinden de suda çözünen ve uçucu özellik gösteren yağ asitlerinin (C_2 - C_{10}) her biri karakteristik tat ve aroma özelliğinden dolayı süt ürünlerinin duyu niteliğini daha fazla etkilemektedirler (Sable ve Cottenceau, 1999; Hellin ve ark., 1998; Molimard ve Spinnler, 1996). İnkübasyon örneklerinde toplam 10 asit belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Fakat yağ asitlerinin yüzde değerleri ısıtma işlem normlarından önemli düzeyde etkilenmiş ve %42,32'den %63,06'ya değişim göstermiştir. 80°C'de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde yağ asitlerinden heksadekanoik asit baskın bileşen olarak tespit edilirken onu sırasıyla tetradekanoik, hekzanoik, bütanoik ve oktanoik asit takip etmiştir. 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde ise baskın bileşen yine heksadekanoik asit olurken onu sırasıyla hekzanoik, oktadekanoik ve oktanoik asit takip etmiştir. Sıcaklık ve inkübasyon zamanı bileşenler üzerinde önemli değişimlere sebep olmuştur. Heksadekanoik asit inkübasyon süresince dalgalanmalar göstermiştir. Aynı kültür çeşidi açısından değerlendirme yapıldığında 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde daha düşük oranda yağ asidi tespit edilmiştir. 80°C'de 30 dk ısıtma işlemi uygulananlarda yağ asidi içeriği YC350 kültürü kullanılan örnekte daha yüksek oranda tespit edilirken aksi yönde 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde YC350 kültürü kullanılan örneklerde daha düşük oranda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Örneklerde inkübasyon sırasında asitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asitler							
Asetik asit (C ₂)	1501	17,66	0	-	-	1,00±0,0	0,65±0,1
			1	-	-	-	-
			2	3,62±0,4	1,72±0,0	1,30±0,1	-
			3	3,46±0,6	2,87±0,2	1,37±0,0	1,78±0,1
			4	1,71±0,2	3,20±0,2	3,17±0,3	2,40±0,4
			S	4,63±0,3	2,90±0,3	5,05±0,4	3,04±0,4
			ort.	3,36±0,4	2,67±0,2	2,38±0,2	1,22±0,3
Benzoik asit	1597	19,08	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	1,94±0,2	-	1,96±0,3	2,50±0,2
			4	3,80±0,4	2,50±0,0	7,12±0,6	5,19±0,3
			S	5,54±0,6	5,78±0,6	2,30±0,1	3,60±0,2
			ort.	3,76±0,4	4,14±0,3	3,79±0,3	3,76±0,2
Bütanoik asit (Bütirik, C ₄)	1685	20,26	0	4,60±0,8	5,95±0,4	5,62±0,4	5,15±0,4
			1	2,35±0,1	1,95±0,2	1,11±0,0	2,13±0,1
			2	2,39±0,1	2,60±0,2	3,00±0,3	1,03±0,1
			3	8,56±1,3	5,34±0,6	3,92±0,6	3,37±0,1
			4	4,12±0,3	9,92±1,0	3,61±0,3	3,74±0,4
			S	7,38±0,1	4,91±0,2	6,27±0,6	6,17±1,1
			ort.	4,9±0,45	5,11±0,43	3,92±0,37	3,60±0,37
Hekzanoik asit (Kaproik, C ₆)	1907	22,88	0	7,55±1,1	9,68±1,1	7,83±0,8	7,11±0,6
			1	4,42±0,4	4,91±0,8	2,44±0,6	4,23±0,3
			2	5,53±0,6	5,83±0,6	7,65±1,1	2,17±0,1
			3	11,35±2,2	7,90±0,4	6,96±1,2	6,41±0,6
			4	7,99±1,1	9,09±0,8	5,91±0,4	6,34±1,0
			S	9,54±0,4	7,54±1,0	7,48±0,4	6,90±1,3
			ort.	7,73±0,97	7,49±0,78	6,38±0,75	5,53±0,65
Oktanoik asit (Kaprilik, C ₈)	2086	25,18	0	8,92±1,3	9,19±1,4	7,64±0,6	6,01±0,3
			1	9,70±1,2	9,00±1,2	4,17±0,7	7,53±0,4
			2	6,50±0,8	7,49±0,4	6,25±0,8	2,73±0,0
			3	7,27±1,4	6,30±0,3	4,86±0,8	4,55±0,2
			4	5,63±0,6	7,05±0,3	4,36±0,2	4,31±0,3
			S	6,15±0,5	4,90±0,3	4,26±0,3	4,24±0,6
			ort.	7,36±0,97	7,32±0,65	5,26±0,57	4,90±0,30

Çizelge 4.12. (Devam) Örneklerde inkübasyon sırasında asitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asitler							
Dekanoik asit (Kaprik, C ₁₀)	2291	27,77	0	3,90±0,6	4,37±0,8	3,57±0,2	3,08±0,1
			1	3,62±0,4	4,50±0,4	2,20±0,1	5,55±0,1
			2	3,50±0,1	4,49±0,2	3,25±0,4	3,48±0,3
			3	2,18±0,6	2,82±0,0	2,29±0,2	2,01±0,1
			4	2,38±0,3	3,22±0,2	2,11±0,1	1,87±0,2
			S	2,83±0,3	2,46±0,2	1,94±0,2	1,73±0,1
			ort.	3,07±0,38	3,64±0,3	2,56±0,2	2,95±0,15
Dodekanoik asit (Laurik, C ₁₂)	1737	20,91	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	1,61±0,2	-	-	-
			4	-	-	-	-
			S	-	1,97±0,3	-	-
			ort.	1,61±0,2	1,97±0,3	-	-
Tetradekanoik asit (Miristik, C ₁₄)	?	28,17	0	2,83±0,2	-	-	3,26±0,2
			1	-	-	-	-
			2	3,97±0,2	-	-	10,80±1,2
			3	-	-	2,36±0,2	1,97±0,1
			4	-	2,84±0,1	5,74±0,2	-
			S	2,75±0,2	6,23±1,2	2,90±0,3	1,88±0,2
			ort.	3,18±0,2	4,54±0,7	3,67±0,2	4,48±0,4
Hekzadekanoik asit (Palmitik, C ₁₆)	?	29,52	0	11,21±1,6	-	-	16,02±1,2
			1	-	-	23,03±1,4	-
			2	13,50±1,2	7,85±1,1	1,89±0,3	17,12±1,1
			3	8,01±0,8	12,06±1,2	6,33±0,4	4,75±0,3
			4	3,11±0,1	5,21±0,7	7,17±0,4	4,51±0,6
			S	17,63±1,8	16,25±2,3	8,05±1,2	7,64±0,1
			ort.	10,69±1,1	10,34±1,3	9,29±0,7	10,01±0,7
Oktadekanoik asit (Stearik, C ₁₈)	?	29,4	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	-	-	-	5,44±0,2
			4	16,60±2,1	-	-	-
			S	-	-	-	-
			ort.	16,60±2,1	-	-	5,44±0,2

Yoğurtta temel tat ve aromanın oluşumunda önemli rol oynayan keton grubu bileşenler inkübasyon sırasında örneklerde %43,5 ile %52,2 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). Tüm örneklerde başlıca keton grubu bileşen 2,3- butandion (diasetil) olarak tespit edilirken onu sırasıyla 2-butanon, 2-propanon (aseton), 1-hidroksi-2-propanon takip etmiştir. Keton grubu bileşen içeriği açısından 80°C’de 30 dk ısıtıl işlem uygulanan örneklerin 95°C’de 5 dk uygulananlara göre daha yüksek içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı sıcaklık normunun uygulandığı örneklerde YC350 kültürünün kullanıldığı örneklerde keton içeriği daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Sıcaklık normu ve kültür, örneklerin keton içeriklerinde önemli farklılıklara neden olmuştur ($P<0,01$). 2-propanon, 2,3-butandion, 2,3-pentandion bileşenlerinin genel olarak örneklerde inkübasyon süresince önemli derecede azalma gösterdiği tespit edilirken aksi yönde 3-hidroksi-2-butanon içeriğinin arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.13. Örneklerde inkübasyon sırasında ketonlar (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Ketonlar							
2-Propanon (Aseton)	868	5,42	0	7,84±0,9	10,07±1,4	7,98±1,2	10,39±0,8
			1	8,85±1,1	4,08±0,6	5,41±0,9	6,04±0,2
			2	8,25±0,8	3,37±0,2	6,51±0,8	5,07±0,8
			3	1,73±0,2	4,34±0,3	5,49±0,6	3,46±0,1
			4	1,87±0,2	3,43±0,2	3,03±0,2	5,73±0,4
			S	1,38±0,1	2,70±0,2	2,62±0,2	5,18±0,4
			ort.	4,99±0,6	4,67±0,5	5,17±0,7	5,99±0,5
2-Butanon	941	6,21	0	-	-	-	-
			1	-	-	7,47±1,0	-
			2	7,48±0,7	-	7,14±1,1	-
			3	8,24±0,8	-	12,47±1,4	0,21±0,0
			4	11,56±1,7	-	11,00±1,2	1,95±0,2
			S	9,08±0,3	-	8,87±1,3	2,57±0,2
			ort.	9,09±0,9	-	9,39±1,2	1,58±0,1
2,3-Butandion (Diasetil)	1020	7,48	0	28,15±3,2	33,66±3,1	33,82±3,1	21,92±1,4
			1	32,23±3,4	33,11±2,1	19,63±2,1	25,24±2,2
			2	20,54±2,1	29,77±3,2	25,24±1,3	20,21±0,9
			3	14,08±1,2	20,24±2,1	16,20±1,7	14,66±1,2
			4	16,82±1,2	17,43±1,3	14,41±2,0	15,49±1,2
			S	13,02±2,1	14,14±1,2	11,54±2,1	15,14±0,9
			ort.	20,80±2,2	24,73±2,2	20,14±2,1	18,78±1,3
2,3-Pentandion	1103	9,02	0	-	-	-	-
			1	-	-	0,03±0,0	-
			2	0,27±0,0	-	0,16±0,0	-
			3	0,19±0,0	0,18±0,0	0,20±0,0	0,18±0,0
			4	0,19±0,0	0,16±0,0	0,16±0,0	0,18±0,0
			S	0,14±0,0	0,15±0,0	0,15±0,0	0,17±0,0
			ort.	0,20±0,0	0,16±0,0	0,14±0,0	0,18±0,0
3-Penten-2-on	1170	10,81	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	2,16±0,1	-	-	1,56±0,1
			4	-	-	-	1,38±0,2
			S	-	-	-	-
			ort.	2,16±0,1	-	-	1,47±0,2

Çizelge 4.13. (Devam) Örneklerde inkübasyon sırasında ketonlar (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Ketonlar							
2-Heptanon	1220	12,08	0	3,02±0,2	3,35±0,2	11,18±2,1	7,96±0,6
			1	4,61±0,2	4,18±0,6	5,86±0,4	10,30±1,2
			2	3,45±0,1	4,45±0,4	6,19±0,6	5,34±0,6
			3	1,39±0,3	2,10±0,1	4,35±0,4	3,55±0,2
			4	1,88±0,1	1,65±0,2	2,77±0,3	3,04±0,1
			S	1,76±0,1	1,20±0,2	3,00±0,1	2,64±0,2
			ort.	2,66±0,2	2,82±0,3	5,56±0,7	5,47±0,5
3-Hidroksi-2-butanon (Asetoin)	1336	14,64	0	0,24±0,0	0,31±0,0	0,78±0,2	0,95±0,3
			1	0,38±0,0	0,25±0,0	1,15±0,3	0,93±0,3
			2	0,51±0,0	0,31±0,1	1,46±0,3	1,22±0,1
			3	0,71±0,1	0,90±0,0	1,49±0,1	1,56±0,1
			4	1,32±0,2	1,54±0,3	1,35±0,0	2,72±0,4
			S	1,25±0,0	1,54±0,2	1,34±0,1	2,77±0,3
			ort.	0,74±0,1	0,81±0,1	1,26±0,2	1,69±0,3
1-Hidroksi-2-propanon	1354	15,01	0	-	-	-	1,34±0,1
			1	-	-	-	1,78±0,4
			2	-	-	-	-
			3	7,28±0,4	-	-	-
			4	-	-	1,19±0,1	-
			S	-	-	0,42±0,1	-
			ort.	7,28±0,4	-	0,81±0,1	1,56±0,3
2-Nonanon	1433	16,48	0	1,21±0,3	1,18±0,1	2,44±0,2	1,92±0,2
			1	1,88±0,1	1,38±0,2	1,42±0,2	2,61±0,2
			2	0,87±0,1	1,29±0,0	1,79±0,4	1,35±0,1
			3	0,62±0,3	0,59±0,1	1,35±0,2	1,09±0,1
			4	0,79±0,0	0,60±0,1	1,19±0,2	1,19±0,2
			S	0,92±0,2	0,57±0,1	1,22±0,2	1,04±0,1
			ort.	1,05±0,2	0,94±0,1	1,57±0,2	1,53±0,2
2-Undekanon	1650	19,8	0	1,99±0,1	1,72±0,2	2,90±0,1	2,30±0,1
			1	2,83±0,0	1,84±0,1	1,69±0,3	2,55±0,2
			2	-	2,11±0,1	1,87±0,2	1,47±0,0
			3	0,62±0,1	0,78±0,2	1,20±0,0	1,03±0,1
			4	0,99±0,3	0,70±0,1	1,07±0,2	0,88±0,0
			S	0,70±0,1	0,49±0,1	0,93±0,0	1,43±0,1
			ort.	1,43±0,1	1,27±0,1	1,61±0,1	1,61±0,1

İnkübasyon örneklerinde aldehit grubu bileşenler %2,91'den %6,58'e kadar değişim göstermiştir. 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde diğerlerine göre daha yüksek aldehit içeriği olduğu görülmüştür (Çizelge 4.14). Başlıca aldehit bileşeni asetaldehit olurken onu sırasıyla pentanal, 3-metil-2-butenal ve benzaldehit takip etmiştir. Asetaldehit bileşeni inkübasyon zamanına bağlı olarak önemli düzeyde artma göstermiştir ($P<0,01$). Isıtma işlemi işlemini göz önünde bulundurmadan kültürler arasında bir karşılaştırma yaptığımızda ise CH1 kültürü kullanılan örneklerde asetaldehit içeriği önemli oranda yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Örneklerde inkübasyon sırasında aldehitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıtma İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Aldehitler							
Asetaldehit	701	4,55	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	0,42±0,1	-
			3	0,33±0,0	1,22±0,3	0,49±0,1	4,38±0,4
			4	0,64±0,1	1,44±0,2	0,52±0,1	5,81±1,3
			S	0,86±0,0	1,34±0,4	0,55±0,1	5,97±0,4
			ort.	0,61±0,0	1,33±0,3	0,50±0,1	5,39±0,7
Pentanal	1109	9,17	0	-	-	-	-
			1	-	-	3,62±0,4	-
			2	-	-	-	-
			3	0,96±0,2	-	-	-
			4	2,99±0,0	-	-	-
			S	0,96±0,2	-	-	0,78±0,1
			ort.	1,64±0,1	-	3,62±0,4	0,78±0,1
3-Metil-2-butenal	1242	12,59	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	-	-	-	-
			4	-	-	-	0,70±0,0
			S	-	-	1,55±0,3	-
			ort.	-	-	1,55±0,3	0,70±0,0
Benzaldehit	1594	19,04	0	-	-	-	-
			1	-	-	-	-
			2	-	-	-	-
			3	-	-	-	-
			4	-	-	-	0,55±0,1
			S	0,35±0,0	0,24±0,0	0,11±0,0	0,43±0,0
			ort.	0,35±0,0	0,24±0,0	0,11±0,0	0,49±0,1

Çiğ sütte belirlenmeyen furan türevi bileşenler ısıtma işlemi uygulanan sütlerde ve inkübasyon sürecinde tespit edilmiştir. 80°C'de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde daha yüksek furan içeriği tespit edilmiştir. Bu durum uzun ısıtma işlemi sürecinden kaynaklanabilir. Furan türevi bileşenler içerisinde en yüksek orana sahip bileşen tüm örneklerde 2-furanmetanol olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Örneklerde inkübasyon sırasında furanlar ve fenolikler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Furanlar							
2-Furankarboksaldehit (Furfural)	1523	17,98	0	2,48±0,2	3,91±0,3	1,18±0,1	1,40±0,1
			1	5,72±0,8	2,73±0,3	1,22±0,1	1,10±0,1
			2	4,03±0,3	2,55±0,1	1,39±0,3	0,99±0,2
			3	2,75±0,1	3,02±0,2	1,39±0,2	1,17±0,2
			4	3,53±0,4	3,11±0,2	1,28±0,2	1,27±0,3
			S	2,84±0,1	2,86±0,2	1,27±0,1	1,02±0,3
			ort.	3,56±0,3	3,03±0,2	1,29±0,17	1,16±0,2
2-Furanmetanol	1718	20,68	0	3,90±0,3	4,44±0,1	2,16±0,2	2,42±0,3
			1	5,42±0,7	3,27±0,4	2,28±0,2	1,97±0,3
			2	3,85±0,1	3,33±0,3	2,77±0,4	2,05±0,3
			3	2,75±0,2	4,63±0,6	3,10±0,1	2,75±0,2
			4	3,60±0,1	4,70±0,3	3,04±0,3	2,80±0,4
			S	2,92±0,1	4,41±0,3	3,00±0,2	2,75±0,4
			ort.	3,74±0,3	4,13±0,3	2,73±0,2	2,46±0,3
3-Metil-2(5H)-furanon			0	-	-	-	1,21±0,2
			1	-	-	-	1,09±0,1
			2	-	-	-	1,07±0,0
			3	-	-	-	0,99±0,0
			4	-	-	-	0,89±0,1
			S	-	-	-	0,87±0,1
			ort.	-	-	-	1,02±0,1
Fenolikler							
Oksime-metoksi-fenil	1780	21,44	0	2,55±0,4	2,34±0,4	1,99±0,1	1,31±0,2
			1	3,50±0,3	2,99±0,4	1,06±0,1	1,87±0,2
			2	3,22±0,2	2,60±0,2	-	0,87±0,2
			3	1,07±0,0	0,95±0,3	0,71±0,1	-
			4	-	1,07±0,1	0,49±0,1	0,45±0,0
			S	0,66±0,0	-	0,55±0,1	0,51±0,1
			ort.	2,20±0,2	1,99±0,3	0,96±0,1	1,00±0,1

Daha önce yapılan çalışmalarda yoğurtta temel tat ve aromanın laktik asitin yanı sıra karbonil bileşenlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Rasic ve Kurman 1978; Tamime ve Robinson, 2001). Bazı araştırmacılar yalnızca asetaldehit, etanol, aseton, diasetil ve 2-butanon'un arzulanan yoğurt aroması için önemli bir etki gösterdiğini ifade etmişlerdir (Görner ve ark., 1970; Badings ve ark., 1980; Kang ve ark., 1988; Ulbert ve ark., 1992). Anılan bileşenler tüm inkübasyon örneklerinde tespit edilmiştir ve değerler (mg/kg) Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Bazı araştırmacılar tarafından karbonil bileşenlerinden asetaldehitin yoğurt aromasından birinci derecede sorumlu olduğu belirtilmiştir (Botazzi ve Vescovo, 1969; Humphreys ve Plunkett, 1969; Lees ve Jago, 1969; Turcic ve ark., 1969; Hamdan ve ark., 1971; Rysstad ve Abrahamsen, 1987). Çizelge 4.16'daki veriler incelendiğinde inkübasyonun ilk saati sonunda örneklerde asetaldehit tespit edilemezken 2. saatin sonunda yalnızca 95YC350 örneğinde tespit edilmiştir. Tüm örneklerde inkübasyon süresi boyunca asetaldehit içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.16.) ve inkübasyon zamanının asetaldehit miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Çizelge 4.17). Ayrıca anılan örneklerin inkübasyon süresince laktoz miktarlarında azalma gözlemlenmiştir ve bunun sebebinin yoğurt starter kültürlerinin asetaldehit üretmek için ihtiyaç duydukları en önemli süt bileşenlerinden birisinin laktoz olması olabilir (Tamime ve Robinson, 2001). Asidik karakterli olan CH1 kültürünün kullanıldığı örneklerin inkübasyon sonunda daha yüksek asetaldehit değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Aynı kültürün kullanıldığı örneklerde sıcaklığın asetaldehit bileşeni üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Inkübasyonun sonunda 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde asetaldehit içeriğinin 80°C'de 30 dk uygulananlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Inkübasyon örnekleri arasında 95CH1 örneği en yüksek asetaldehit değerine (5,93 mg/kg) ulaşmış ve onu sırasıyla 80CH1 (2,1 mg/kg), 95YC350 (1,06 mg/kg), 80CH1 (0,97 mg/kg) takip etmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda inkübasyonun 3, 4 ve bitiş saatinde sıcaklık x kültür interaksiyonunun asetaldehit ortalamaları üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Örneklerde inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşen miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Başlıca Uçucu Bileşenler	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asetaldehit	0	-	-	-	-
	1	-	-	-	-
	2	-	-	0,77±0,12 ^{b,B}	-
	3	0,98±0,18 ^{a,B}	2,84±0,15 ^{c,B}	1,34±0,29 ^{b,C}	3,24±0,00 ^{d,B}
	4	1,46±0,05 ^{a,C}	3,68±0,43 ^{b,C}	1,40±0,12 ^{a,C}	4,28±0,05 ^{c,C}
	S	2,39±0,22 ^{b,D}	3,98±0,32 ^{c,D}	1,80±0,29 ^{a,D}	5,93±0,04 ^{d,D}
	ort1	1,61±0,15	3,50±0,30	1,33±0,21	4,48±0,03
	ort2	2,56±0,23 ^x		2,91±0,12 ^y	
Aseton	0	15,57±1,01 ^{b,D}	16,65±0,78 ^{c,E}	12,95±1,11 ^{a,C}	25,97±1,04 ^{d,C}
	1	12,69±0,54 ^{b,C}	6,63±0,67 ^{a,AB}	12,92±1,16 ^{b,C}	13,44±4,15 ^{b,A}
	2	17,22±1,02 ^{c,E}	5,76±3,14 ^{a,A}	11,96±2,39 ^{b,BC}	12,74±0,99 ^{b,A}
	3	5,07±0,37 ^{a,B}	10,17±1,57 ^{b,D}	15,08±4,63 ^{c,C}	11,64±0,53 ^{b,A}
	4	4,28±0,37 ^{a,A}	8,76±1,13 ^{b,CD}	8,17±0,77 ^{b,A}	18,07±1,31 ^{c,B}
	S	3,87±0,15 ^{a,A}	7,98±0,58 ^{b,BC}	8,69±2,25 ^{b,AB}	16,43±2,13 ^{c,B}
	ort1	9,79±0,58	9,33±1,31	11,63±2,06	16,38±1,69
	ort2	9,56±0,95 ^x		14,01±1,88 ^y	
Etanol	0	-	-	-	-
	1	-	22,01±2,04 ^{b,B}	21,75±1,93 ^{b,B}	40,31±14,88 ^{c,B}
	2	-	21,21±6,84 ^{b,B}	22,53±4,40 ^{b,B}	50,84±4,10 ^{c,BC}
	3	-	39,32±5,87 ^{b,C}	32,72±10,48 ^{b,B}	90,86±24,81 ^{c,D}
	4	-	39,02±5,06 ^{c,C}	32,72±1,30 ^{b,B}	66,60±5,22 ^{d,C}
	S	-	36,71±3,30 ^{b,C}	58,89±14,61 ^{c,C}	53,24±6,86 ^{c,BC}
	ort1	-	31,65±4,62	33,72±6,54	60,37±11,17
	ort2	31,65±4,62		47,05±8,86 ^y	
Diasetil	0	55,71±0,10 ^{a,F}	55,62±0,10 ^{a,F}	54,89±0,10 ^{a,F}	52,28±0,08 ^{b,E}
	1	46,19±0,16 ^{a,E}	53,57±0,07 ^{d,E}	46,80±0,25 ^{b,E}	52,28±0,09 ^{c,E}
	2	42,62±0,19 ^{a,D}	51,27±0,14 ^{d,D}	45,03±0,26 ^{b,D}	50,36±0,31 ^{c,D}
	3	41,01±0,07 ^{a,C}	46,80±0,11 ^{c,C}	42,30±0,16 ^{b,C}	49,50±0,11 ^{d,C}
	4	38,25±0,00 ^{a,B}	44,19±0,19 ^{c,B}	38,70±0,15 ^{b,B}	48,60±0,15 ^{d,B}
	S	36,30±0,39 ^{a,A}	41,40±0,31 ^{c,A}	36,83±0,09 ^{b,A}	47,43±0,17 ^{d,A}
	ort1	43,34±0,15	48,81±0,15	44,09±0,17	50,07±0,16
	ort2	46,08±0,15 ^x		47,08±0,17 ^y	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E, F} : İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.16. (Devam) Örneklerde inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşen miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Başlıca Uçucu Bileşenler	İnk. Zamanı (saat)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
2,3-Pentandion	0	-	-	-	-
	1	-	-	5,85 ±0,00 ^{b,A}	-
	2	55,14 ±4,78 ^{c,C}	-	30,21 ±6,18 ^{b,B}	-
	3	54,89 ±4,28 ^{b,C}	41,15 ±6,02 ^{a,B}	47,90 ±7,40 ^{ab,C}	62,10 ±16,12 ^{c,B}
	4	40,93 ±3,45 ^{a,B}	40,52 ±4,13 ^{a,B}	43,34 ±2,55 ^{a,C}	55,72 ±5,93 ^{b,B}
	S	41,99 ±4,30 ^{a,B}	42,12 ±5,10 ^{a,B}	42,18 ±1,80 ^{a,C}	51,21 ±6,91 ^{b,B}
	ort1	38,59±3,36	24,76±3,05	33,90±3,59	33,81±5,79
	ort2	31,68±3,21 ^x		33,86±4,69 ^x	
Asetoin	0	0,48±0,04 ^{a,A}	0,51±0,04 ^{b,A}	1,26±0,05 ^{c,A}	2,10±0,70 ^{d,A}
	1	0,54±0,00 ^{a,A}	0,41±0,05 ^{a,A}	2,75±0,19 ^{c,B}	2,10±0,77 ^{b,A}
	2	1,08±0,13 ^{a,B}	0,62±0,38 ^{a,A}	2,70±0,61 ^{b,B}	3,09±0,48 ^{b,A}
	3	2,07±0,17 ^{a,C}	2,10±0,26 ^{a,B}	4,10±1,21 ^{b,C}	5,42±1,21 ^{c,B}
	4	3,04±0,34 ^{a,D}	3,95±0,47 ^{b,C}	3,65±0,28 ^{ab,BC}	8,60±0,92 ^{c,C}
	S	3,54±0,40 ^{a,E}	4,59±0,66 ^{a,D}	4,46±1,07 ^{a,C}	8,81±1,25 ^{b,C}
	ort1	1,79±0,18	2,03±0,31	3,15±0,57	5,02±0,89
	ort2	1,91±0,25 ^x		4,09±0,73 ^y	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

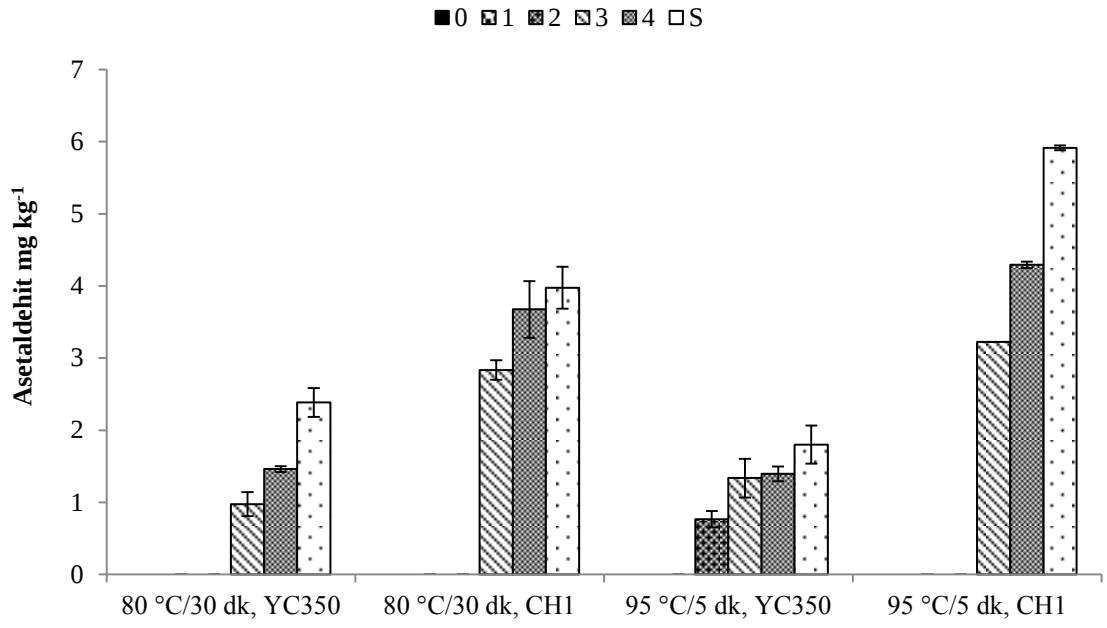
^{A, B, C, D, E, F} : İnkübasyon zamanı parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.17. Örneklerde inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşenlere ait istatistiksel değerlendirmeler

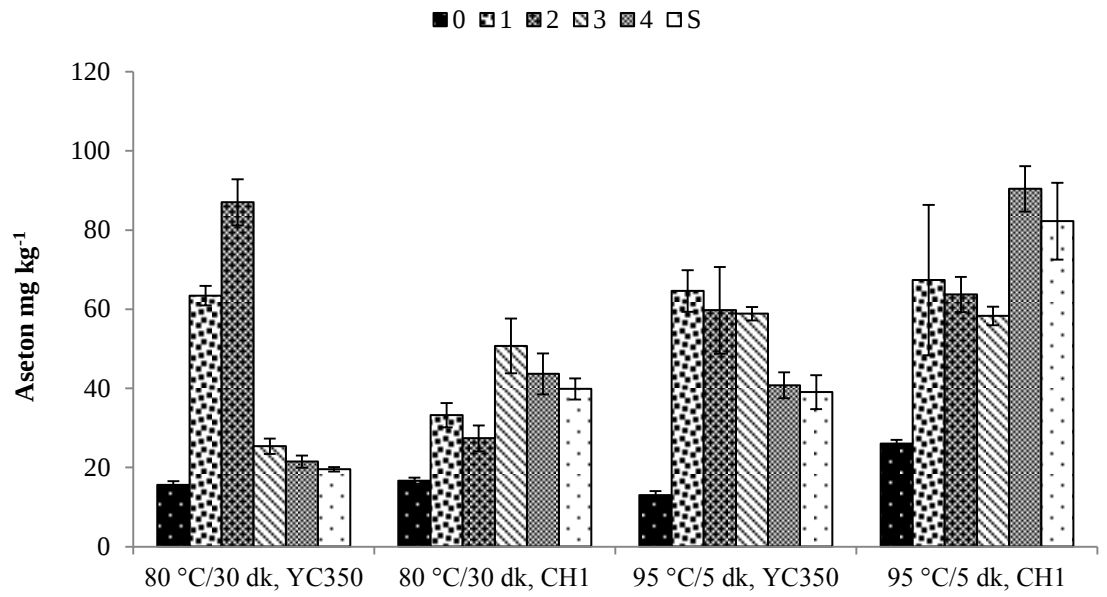
Başlıca Uçucu Bileşenler	Sıcaklık	Kültür	İnkübasyon zamanı	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x İnk. zamanı	Kültür x İnk. zamanı	Sıcaklık x Kültür x İnk. zamanı
Asetaldehit	***	***	***	***	***	***	***
Aseton	***	***	***	***	***	***	***
Etanol	***	***	***	NS	***	***	***
Diasetil	***	***	***	***	***	***	***
2,3-Pentadione	NS	***	***	***	***	***	***
Asetoin	***	***	***	***	NS	***	***

*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001

Aseton değerleri incelendiğinde aynı sıcaklık işlemi uygulanan örneklerde kullanılan kültür çeşidinin ortalamalar üzerine olan etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İnkübasyon örneklerinin aseton miktarları inkübasyon süresince 3,87 mg/kg ile 18,07 mg/kg aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16). İnkübasyon süresince düzenli bir artma veya azalma eğilimi göstermeyen aseton bileşeni üzerine inkübasyon zamanının etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aseton bileşeninin belirli bir eğilim göstermemesi asetonun hem süt orijinli hem de β -keto asitlerin termal parçalanması gibi farklı kaynaklardan oluşabileceğinden ileri gelebilir (Massouras ve ark., 2006). İnkübasyon işlemi sonunda en yüksek aseton miktarı 95YC350 (16,43 mg/kg) örnekte belirlenmiş onu 95CH1 (8,69 mg/kg), 80YC350 (7,98 mg/kg) ve 80CH1 (3,87 mg/kg) örnekleri izlemiştir. Diğer örneklerle karşılaştırıldığında 80°C/30 dk ısıtıl işlem uygulanan örneklerin 95°C'de 5 dk uygulanan örneklerle göre daha düşük aseton miktarına sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak sıcaklığın aseton miktarı üzerine olan etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Kullanılan kültürler ve uygulanan sıcaklıkların inkübasyonun ilk saatinde ve sonunda aseton üzerindeki etkisinin daha iyi görülebilmesi için ortalama değerler Şekil 4.17.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Örneklerde inkübasyon sırasında asetaldehit içeriğinin değişimi



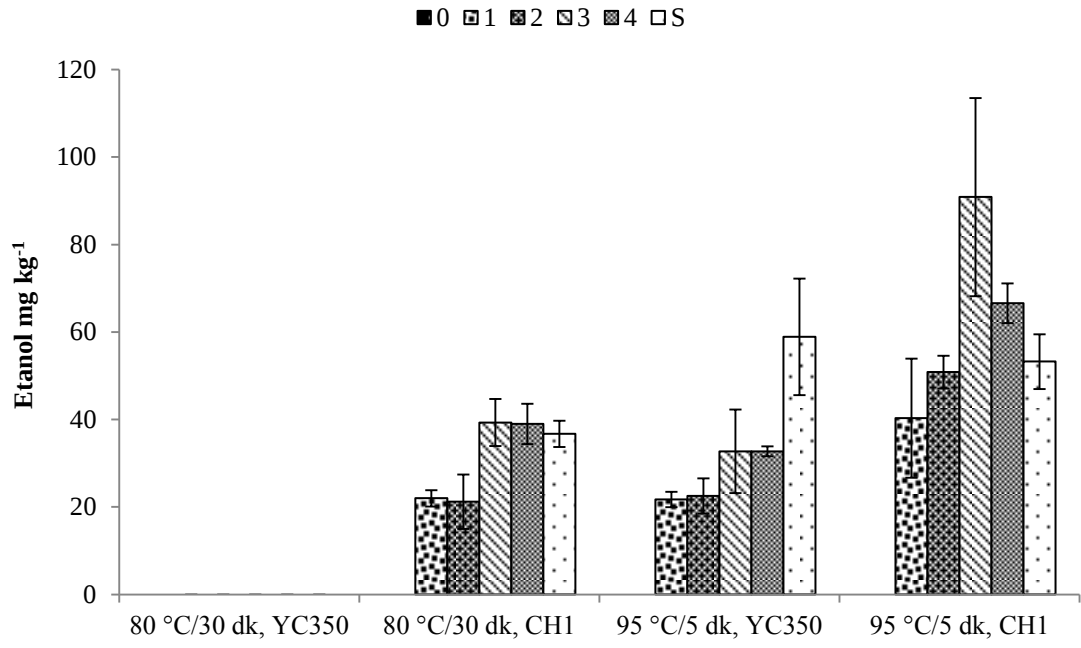
Şekil 4.17. Örneklerde inkübasyon sırasında aseton içeriğinin değişimi

Fermente süt ürünlerinin duyusal kalitesi açısından önemli bir bileşen olan etanol çığ süt ve 80YC350 örneğinde tespit edilmemiştir. İnkübasyon süresince 95YC350 örneğinin etanol içeriğinde artma gözlemlenirken; CH1 kültürü kullanılan örneklerde etanol içeriğinin inkübasyonun 4. saatine kadar arttığı ve daha sonra düştüğü görülmektedir (Şekil 4.18.). İstatistiksel olarak kültür çeşidi ve inkübasyon zamanının etanol üzerine olan etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İnkübasyon süresi sonunda en yüksek etanol içeriğine 95YC350 (58,89 mg/kg) örneğinin sahip olduğu görülmüş ve onu sırasıyla 95CH1 (53,24 mg/kg), 80CH1 (36,72 mg/kg) örneği takip etmiştir. Güler ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmada da YC350 kültürünün kullanıldığı örnekte etanol miktarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Etanol miktarındaki artma asetaldehitin alkol dehidrogenaz enzimi aktivitesi sonucu etanole metabolize edilmesinden kaynaklanıyor olabilir (Tamime ve Deeth, 1980)

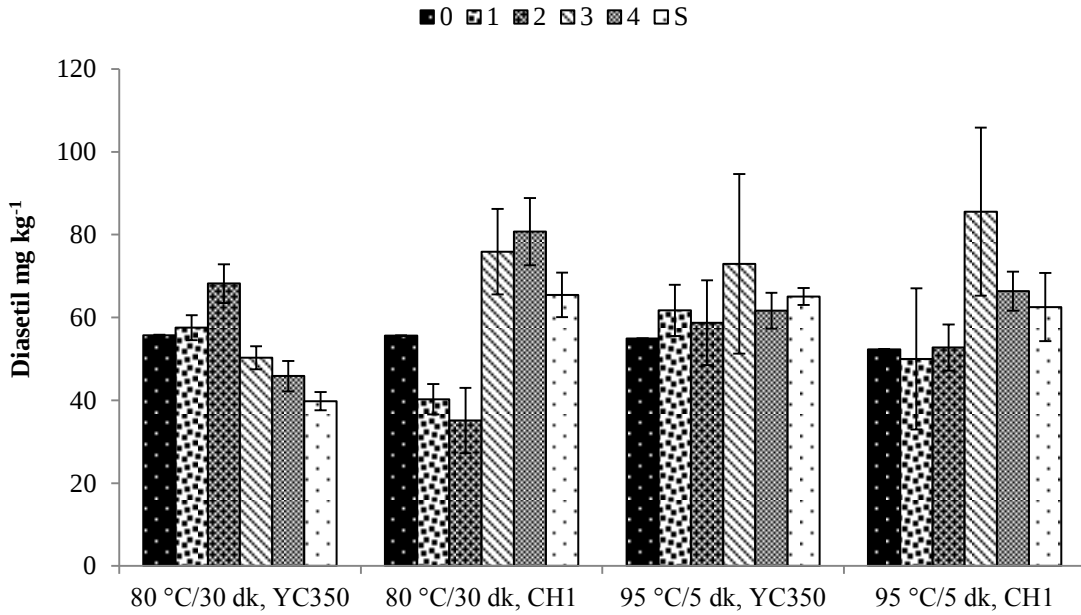
Diasetil, yoğurt aromasının gelişimine önemli düzeyde katkıda bulunmakta ve eğer üründe asetaldehit miktarı düşükse varlığı değer kazanmaktadır (Rysstad ve Abrahamsen, 1987). İnkübasyon örneklerin hepsinde diasetil ve asetoin tespit edilmiştir. Diasetil miktarı çığ inek sütünde 55,98 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu değer daha önce Macciola ve ark. (2008)'nın yaptıkları çalışmada çığ inek sütündeki diasetil miktarı (48 mg/kg) ile de benzerlik göstermektedir. İnkübasyonun 1. saatinden itibaren diasetil miktarının tüm örneklerde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.19.). Bu durum diasetilin asetoina indirgenmesinden kaynaklanabilir. İstatistiksel olarak inkübasyon zamanının diasetil miktarı üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İnkübasyon süresinin sonunda CH1 (80CH1: 41,40 mg/kg, 95CH1: 47,43 mg/kg) kültürü kullanılan örneklerin diasetil içeriklerinin YC350 (80YC350: 36,30 mg/kg, 95YC350: 36,83 mg/kg) kültürü kullanılanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucu kültür çeşidinin diasetil miktarı üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Diasetil içeriğinin yüksek olduğu örneklerde asetaldehit miktarı da diğer örneklere göre daha yüksek, diasetil içeriğinin düşük olduğu örneklerde ise asetaldehit miktarı düşük oranda tespit edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda en yüksek diasetil içeriğine sahip olan 95CH1 örneği aynı zamanda en yüksek asetaldehit içeriğine sahip olan örnek olmuştur. sıcaklık x kültür interaksiyonunun diasetil ve asetaldehit miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Pinto ve ark. (2009)'nın

yaptıkları çalışmada da asetaldehit ve diasetil arasında çalışmamızdakine benzer ilişki tespit edilmiştir.

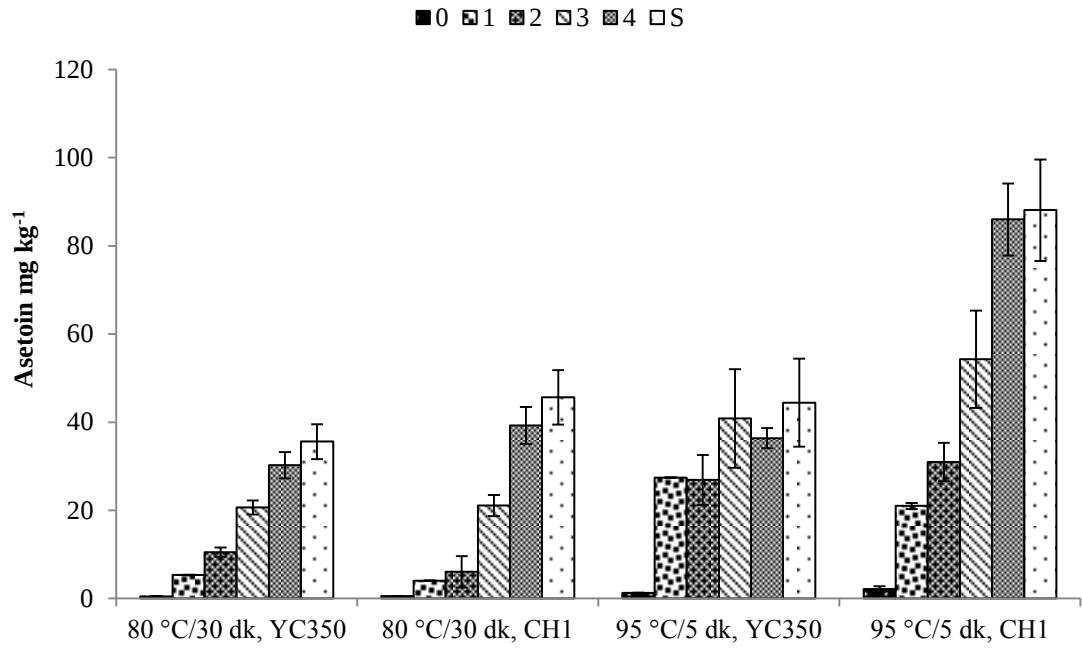
Asetoin değerleri incelendiğinde tüm örneklerde inkübasyon süresince asetoin miktarlarında artma gözlemlenmiştir (Şekil 4.20.). İstatistiksel olarak inkübasyon zamanının asetoin miktarı üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Asetoin miktarı örneklerde artarken diğer yandan diasetil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum diasetil redüktaz tarafından katalizlenen geri dönüşümsüz reaksiyon sonucu diasetilden asetoin oluşmasından kaynaklanabilir. (Keenan ve Bills, 1968). Çizelge 4.16'daki değerler incelendiğinde asetoin oluşumunun CH1 kültürü kullanılan örneklerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu örneklerden 95 CH1'in inkübasyon sonunda en yüksek asetoin içeriğine (8,81 mg/kg) sahip olduğu tespit edilmiş ve onu sırasıyla 80CH1 (4,59 mg/kg), 95YC350 (4,46 mg/kg) ve 80YC350 (3,54 mg/kg) örnekleri takip etmiştir. İstatistiksel analizler sonucu kültür çeşidinin ve sıcaklık x kültür interaksiyonunun asetoin miktarı üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.



Şekil 4.18. Örneklerde inkübasyon sırasında etanol içeriğinin değişimi



Şekil 4.19. Örneklerde inkübasyon sırasında diasetil içeriğinin değişimi



Şekil 4.20. Örneklerde inkübasyon sırasında asetoin içeriğinin değişimi

4.2. Yoğurt Örnekleri

4.2.1. Yoğurt Örneklerinde Kimyasal Nitelikler

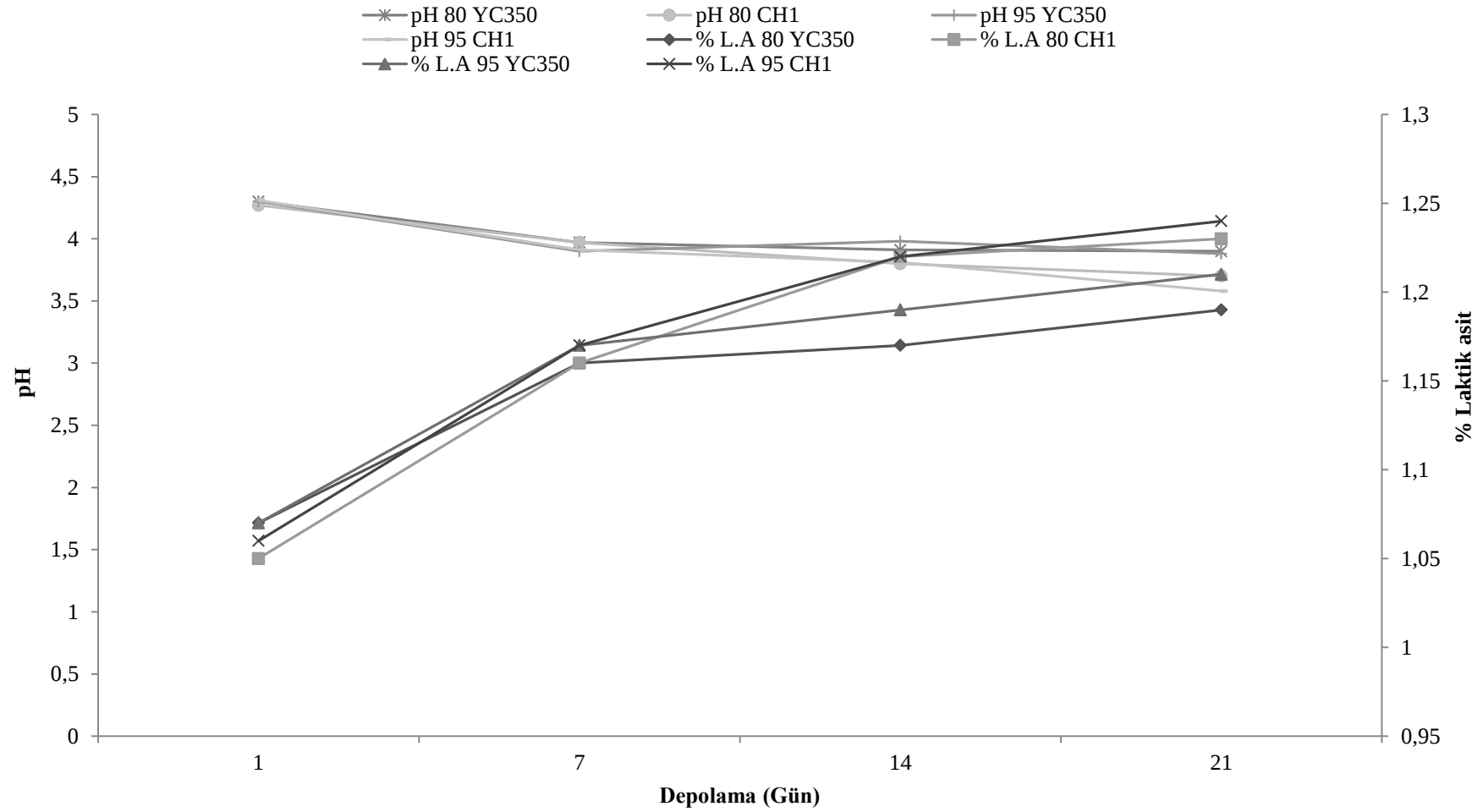
CH1 ve YC350 kültürleri kullanılarak inek sütünden üretilen yoğurtlarda depolama süresi boyunca kuru madde, protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %13,32-13,46, %3,64-3,66, %3,33-3,35, %0,61-0,62 aralığında belirlenmiştir. Depolama süresince anılan değerler açısından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Güler (2008) tarafından farklı starter kültürler (CH1, YC350, YF-3331) kullanılarak yapılan çalışmada da kuru madde (%13,46), protein (%3,70) ve yağ (%3,32) değerleri benzer kül değeri (%0,78) ise biraz yüksek tespit edilmiştir. İnkübasyon sonuna benzer şekilde en düşük kuru madde değerine (%13,32) 80CH1 örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık x kültür interaksiyonunun kuru madde içerikleri üzerine etkisi önemli ($P<0,05$) çıkmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda depolama süresinin ve sıcaklık x kültür interaksiyonunun pH ve titrasyon asitliği üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresince titrasyon asitliği CH1 kültürü kullanılarak yapılan yoğurtlarda daha yüksek bulunmuş ve tüm örneklerde 7. günden sonra daha yavaş asitlik gelişimi gözlemlenmiştir (Çizelge 4.18). Güler (2008) tarafından yapılan çalışmada da CH1 kültürü kullanılan örneklerin daha yüksek asitlik gelişimi gösterdiği ve depolamanın 7. gününden itibaren asitlik gelişiminin yavaşladığı belirtilmiştir. Titrasyon değerleri depolama süresince yükselirken pH değerlerinin de düştüğü tespit edilmiştir. Depolama süresince bu değerlerdeki eğilimlerin daha iyi görülebilmesi için veriler Şekil 4.21.'de verilmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek titrasyon asitliği (%1,24) ve en düşük pH (3,58) değerini 95CH1 örneği göstermiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında pH ve titrasyon asitliği değerleri (ort±sd) (n=3)

Nitelikler	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Titrasyon Asitliği (% L.a)	1	1,07±0,01 ^{b,A}	1,05±0,01 ^{a,A}	1,07±0,01 ^{b,A}	1,06±0,01 ^{a,A}
	7	1,16±0,02 ^{a,B}	1,16±0,00 ^{a,B}	1,17±0,00 ^{a,B}	1,17±0,03 ^{a,B}
	14	1,17±0,00 ^{a,BC}	1,22±0,01 ^{c,C}	1,19±0,01 ^{b,C}	1,22±0,01 ^{c,C}
	21	1,19±0,02 ^{a,C}	1,23±0,02 ^{b,C}	1,21±0,02 ^{b,D}	1,24±0,00 ^{c,D}
	ort1	1,15±0,01	1,17±0,01	1,16±0,01	1,17±0,01
	ort2	1,16±0,01		1,17±0,01	
pH	1	4,30±0,21 ^{a,B}	4,27±0,10 ^{a,D}	4,30±0,13 ^{a,B}	4,31±0,18 ^{a,C}
	7	3,97±0,11 ^{b,A}	3,97±0,12 ^{b,C}	3,90±0,14 ^{a,A}	3,91±0,15 ^{a,B}
	14	3,91±0,13 ^{a,A}	3,8±0,21 ^{a,B}	3,98±0,21 ^{b,A}	3,81±0,16 ^{a,B}
	21	3,90±0,30 ^{b,A}	3,7±0,14 ^{a,A}	3,88±0,10 ^{b,A}	3,58±0,17 ^{a,A}
	ort1	4,02±0,19	3,94±0,14	4,02±0,15	3,90±0,17
	ort2	3,98±0,17		3,96±0,16	

a, b, c, d: Sıcaklık x Kültür parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

A, B, C, D, E: Depolama süresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.21. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında titrasyon asitliği ve pH değerinin değişimi (mg/kg)

4.2.2. Yoğurt Örneklerinde Karbonhidratlar ve Organik Asitler

4.2.2.1. Yoğurt Örneklerinde Karbonhidratlar

Yoğurt örneklerinde laktoz, glikoz ve galaktoz miktarları incelendiğinde tüm örneklerde depolama süresince laktoz miktarının azaldığı glikoz ve galaktoz miktarının ise arttığı görülmektedir (Çizelge 4.19). Depolama süresinin laktoz, glikoz ve galaktoz üzerine etkisi yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama sonunda laktoz içerikleri incelendiğinde CH1 kültürü kullanılan örneklerin YC350 kültürü kullanılanlara göre daha düşük laktoz içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Anılan örneklerde laktik asit içeriğinin de diğerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve kültürün ortalamalar üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Çizelge 4.20). Bu durum CH1 kültürünün asidik karakterde olması ve aynı süre içerisinde laktozu laktik aside daha yüksek oranda dönüştürmesinden kaynaklanabilir. Depolama sonunda en düşük laktoz (22305 mg/kg) ve en yüksek glikoz (3933 mg/kg), galaktoz (9837 mg/kg) içeriğine sahip olan örneğin 95CH1 örneği olduğu belirlenmiş ve yine bu örneğin en yüksek laktik asit (13884 mg/kg) içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı sıcaklık işleminin uygulandığı örnekleri kendi içerisinde laktoz miktarı açısından karşılaştırdığımızda 95°C’de 5 dk ısıtıl işlem uygulanan örneklerin 80°C’de 30 dk uygulananlara göre daha düşük içeriğe sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20). İstatistiksel olarak da kültürün etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir. Güler (2013) tarafından yapılan çalışmada da depolama süresince yoğurt örneklerinde laktoz miktarının düştüğü glikoz ve galaktoz miktarının arttığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.19. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında belirlenen karbonhidrat miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Karbonhidrat (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Laktoz	1	29199±442,0 ^{d,D}	26471±165,5 ^{c,D}	27364±34,5 ^{b,D}	25952±12,1 ^{a,D}
	7	27940±24,1 ^{d,C}	25111±61,2 ^{b,C}	26019±49,7 ^{c,C}	24560±26,3 ^{a,C}
	14	26928±36,0 ^{d,B}	23999±213,4 ^{b,B}	24847±34,5 ^{c,B}	23338±15,7 ^{a,B}
	21	26193±172,3 ^{d,A}	23122±40,2 ^{b,A}	23903±98,4 ^{c,A}	22305±1469,4 ^{a,A}
	ort1	27565±168,6	24676±120,1	25533±54,3	24036±380,9
	ort2	26121±144,4 ^y		24785±217,6 ^x	
Glikoz	1	1685±22,9 ^{a,A}	2127±28,2 ^{c,A}	1868±19,1 ^{b,A}	2331±10,9 ^{d,A}
	7	1977±13,5 ^{a,B}	2515±22,2 ^{c,B}	2220±08,4 ^{b,B}	2779±16,1 ^{d,B}
	14	2473±10,3 ^{a,C}	3121±22,5 ^{c,C}	2765±48,7 ^{b,C}	3453±14,1 ^{d,C}
	21	2870±10,9 ^{a,D}	3522±25,6 ^{c,D}	3181±20,2 ^{b,D}	3933±17,9 ^{d,D}
	ort1	2251±14,4	2821±24,6	2508±24,1	3124±14,8
	ort2	2536±19,5 ^y		2816±19,5 ^x	
Galaktoz	1	6856±42,5 ^{a,A}	8292±35,2 ^{c,A}	7713±24,2 ^{b,A}	8631±17,2 ^{d,A}
	7	7158±24,4 ^{a,B}	8679±28,0 ^{c,B}	8054±31,0 ^{b,B}	9082±15,9 ^{d,B}
	14	7662±28,2 ^{a,C}	9289±29,1 ^{c,C}	8616±47,7 ^{b,C}	9624±12,9 ^{d,C}
	21	7840±14,2 ^{a,D}	9385±15,0 ^{c,D}	8812±26,7 ^{b,D}	9837±18,5 ^{d,D}
	ort1	7379±27,3	8912±26,8	8299±32,4	9293±16,1
	ort2	8145±25,3 ^y		8796±24,3 ^x	

^{x, y}: Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

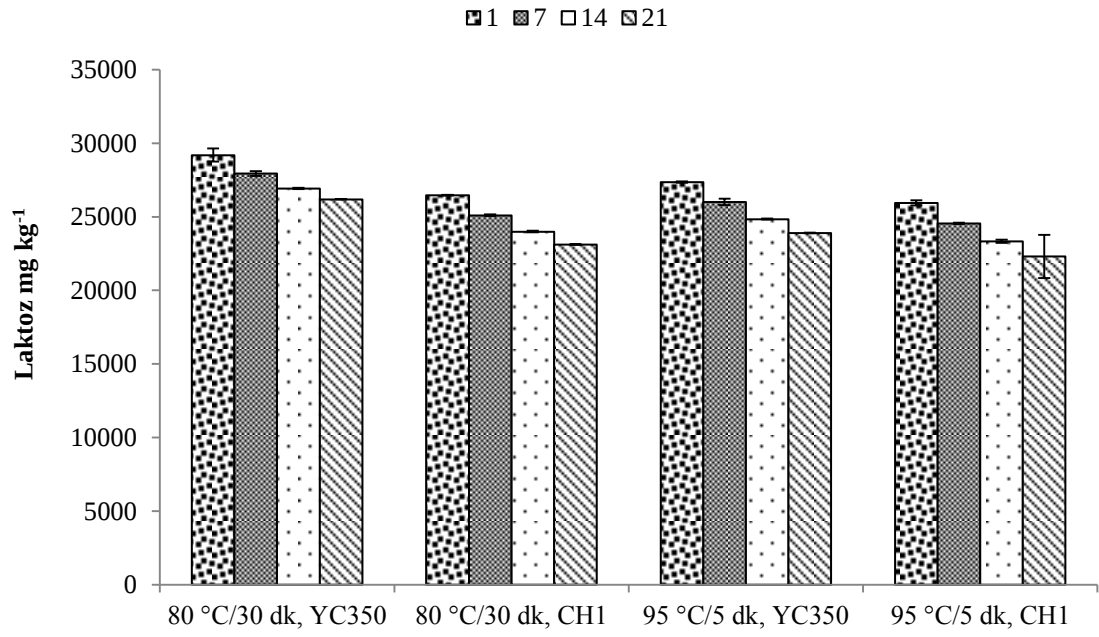
^{a, b, c, d}: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E}: Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

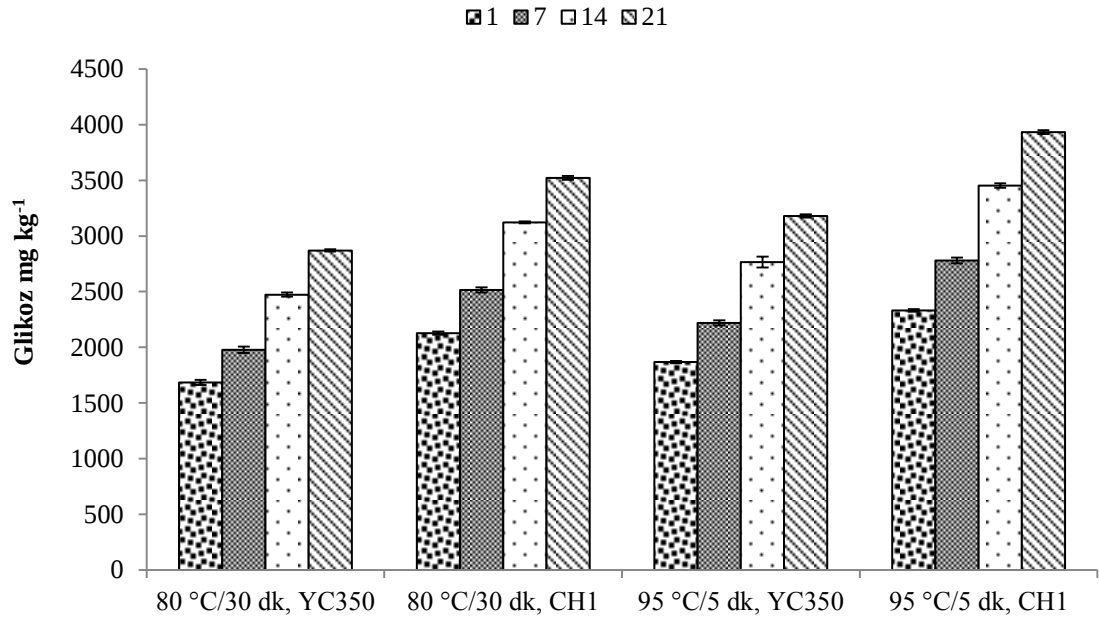
Çizelge 4.20. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında karbonhidratlara ait istatistiksel değerlendirmeler

Karbonhidrat	Sıcaklık	Kültür	Depolama	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x Depolama	Kültür x Depolama	Sıcaklık x Kültür x Depolama
Laktoz	***	***	***	***	***	*	NS
Glikoz	***	***	***	***	***	***	**
Galaktoz	***	***	***	***	***	***	***

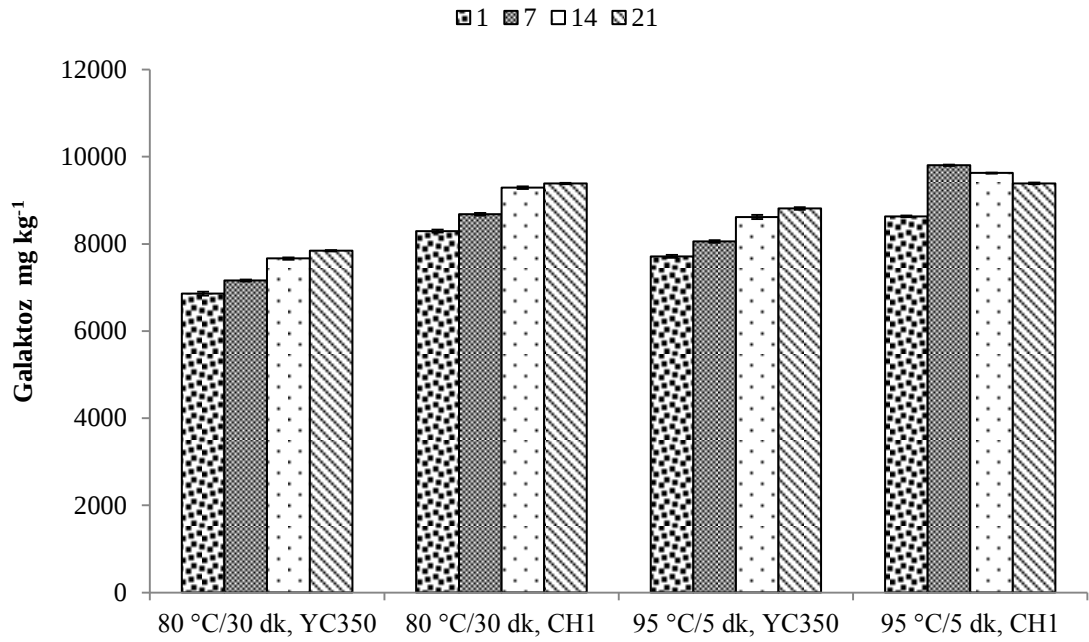
*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001



Şekil 4.22. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında laktoz miktarının değişimi



Şekil 4.23. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında glikoz miktarının değişimi



Şekil 4.24. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında galaktoz miktarının değişimi

4.2.2.2. Yoğurt Örneklerinde Organik Asitler

Yapılan analizler sonucunda depolama süresince yoğurt örneklerinde belirlenen organik asitler Çizelge 4.21’de verilmiştir. Örneklerde toplam 11 organik asit (okzalik, orotik, sitrik, pirüvik, ürik, laktik, formik, asetik, propiyonik, bütanoik, hippürik) tespit edilmiştir. Belirlenen organik asitlere ait kromatogram örneği Ek.2’de verilmiştir. Çizelge 4.21’deki veriler incelendiğinde daha önce yapılan bazı çalışmalarda da olduğu gibi (Akalin ve ark., 1998; Izco ve Tormo, 2004; Güler, 2013) yoğurt örneklerinde baskın organik asit laktik asittir.

Sütte başlıca organik asit sitrik asit iken yoğurtta laktik asit olmuştur. Yoğurt üretiminin esasını oluşturan laktik asitin depolamanın 1. gününden itibaren tüm örneklerde baskın olan organik asit olduğu ve depolama süresince miktarının arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.25.). İstatistiksel olarak depolama süresinin laktik asit ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur (Çizelge 4.22). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da yoğurt örneklerinde laktik asit miktarının depolamaya bağlı olarak arttığı belirtilmiştir (Akalin ve ark., 1998; Adhikari ve ark., 2001; Serra ve ark., 2009; Güler, 2013). Yoğurt örneklerinde laktik asitlik artarken beklendiği üzere laktoz değerlerinin düştüğü ve titre edilebilir asitliğin yükseldiği tespit edilmiştir. Yapılmış

bazı çalışmalarda laktik asit değerlerinin depolama süresince 5870-19550 mg/kg aralığında değerler aldığı görülmektedir (Akalın ve ark., 1998; Adhikari ve ark., 2001; Serra ve ark., 2009; Güler, 2013). Çalışmamızda depolama süresince laktik asit içeriği örneklerde 8043 mg/kg'dan 13884 mg/kg'a kadar değişim göstermiştir. Depolama süresi sonunda inkübasyon örneklerine benzer olarak CH1 kültürü kullanılan örneklerinin (80CH1: 13011 mg/kg, 95CH1: 13883 mg/kg) YC350 kültürü kullanılanlara (80YC350: 10015 mg/kg, 95YC350: 11053 mg/kg) göre daha yüksek laktik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. CH1 kültürü kullanılan örneklerde laktik asitin fazla olmasının sebebi *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*'un daha aktif olmasından kaynaklanabilir. İstatistiksel olarak kültür çeşidinin laktik asit ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek laktik asit içeriğine sahip olan örneğin 95CH1 (13883 mg/kg) olduğu tespit edilmiş ve onu sırasıyla 80CH1 (13011 mg/kg), 95YC350 (11053 mg/kg), 80YC350 (10015 mg/kg) örnekleri izlemiştir. Laktik asidin en yüksek olduğu örnekte ara bir organik asit olan pirüvik asit en düşük miktarda tespit edilmiştir. Sıcaklık x kültür interaksiyonunun laktik asit ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örnekler kendi içerisinde karşılaştırıldığında 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerin daha yüksek laktik asit ve daha düşük laktoz içeriğine sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak da sıcaklığın etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Depolama süresince orotik asitin azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.26.). Orotik asit nükleotidlerin sentezinde bir ara ürün olan ve starter bakterileri için gelişme faktörüdür (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994). Orotik asitin depolama süresince benzer eğilim gösterdiği daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Akalın ve ark., 1998; Serra ve ark., 2009; Güler, 2013). Depolama süresi sonunda CH1 kültürü kullanılan örneklerde YC350 kültürü kullanılanlara göre daha düşük miktarda orotik asit miktarı tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak kültür çeşidinin ortalamalar üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerde 95°C'de 5 dk ısıtma işlemi uygulananların daha düşük miktarda orotik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiş ve sıcaklığın da ortalamalar üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında organik asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Okzalik asit	1	11,13±0,14 ^{c,D}	10,57±2,42 ^{bc,B}	9,15±0,77 ^{ab,D}	7,81±0,42 ^{a,D}
	7	8,80±0,33 ^{c,C}	7,56±0,32 ^{b,A}	7,39±0,37 ^{b,C}	6,85±0,17 ^{a,C}
	14	7,47±0,12 ^{b,B}	7,10±0,63 ^{b,A}	6,52±0,26 ^{b,B}	6,28±0,14 ^{a,B}
	21	6,97±0,17 ^{b,A}	6,42±0,81 ^{b,A}	5,64±0,45 ^{a,A}	5,54±0,26 ^{a,A}
	ort1	8,59±0,19	7,91±1,05	7,18±1,85	6,62±0,25
	ort2	8,25±0,62 ^x		6,90±1,05 ^x	
Orotik asit	1	3,90±0,50 ^{c,D}	3,60±0,20 ^{c,D}	2,90±0,40 ^{b,D}	1,80±0,10 ^{a,D}
	7	2,80±0,20 ^{c,C}	2,70±0,20 ^{c,C}	2,20±0,10 ^{b,C}	1,60±0,10 ^{a,C}
	14	2,20±0,20 ^{c,B}	1,70±0,10 ^{b,B}	1,70±0,30 ^{b,B}	1,40±0,10 ^{a,B}
	21	1,00±0,20 ^{b,A}	0,80±0,20 ^{a,A}	0,90±0,10 ^{a,A}	0,80±0,10 ^{a,A}
	ort1	2,48±0,28	2,20±0,18	1,93±0,23	1,40±0,10
	ort2	2,34±0,23 ^y		1,67±0,17 ^x	
Sitrik asit	1	626±27,6 ^{d,B}	505±41,7 ^{c,A}	390±20,4 ^{b,B}	344±41,6 ^{a,A}
	7	513±43,5 ^{b,A}	490±14,9 ^{b,AB}	370±31,2 ^{a,AB}	334±32,8 ^{a,A}
	14	503±16,3 ^{c,A}	473±12,8 ^{b,A}	365±23,3 ^{b,AB}	325±36,1 ^{a,A}
	21	485±36,3 ^{c,A}	468±12,5 ^{c,A}	349±22,6 ^{b,A}	314±28,3 ^{a,A}
	ort1	532±30,9	484±20,5	368±24,4	329±34,7
	ort2	508±25,7 ^y		349±29,6 ^x	
Pirüvik asit	1	59,33±4,40 ^{d,D}	30,13±2,45 ^{b,D}	53,63±2,10 ^{c,D}	23,73±3,01 ^{a,D}
	7	49,88±2,11 ^{c,C}	23,20±1,59 ^{b,C}	49,29±0,81 ^{c,C}	17,04±1,23 ^{a,C}
	14	43,91±1,58 ^{c,B}	18,57±1,96 ^{b,B}	46,74±0,53 ^{b,B}	13,24±0,88 ^{a,B}
	21	37,09±6,39 ^{b,A}	11,79±1,22 ^{a,A}	43,61±0,36 ^{c,A}	10,80±0,81 ^{a,A}
	ort1	47,55±3,62	20,92±1,81	48,32±0,95	16,20±1,48
	ort2	34,24±2,72 ^y		32,26±1,22 ^x	
Ürik asit	1	3,70±0,40 ^{a,A}	8,50±0,19 ^{b,A}	1,90±0,18 ^{a,A}	6,9±0,35 ^{b,A}
	7	4,80±0,50 ^{b,B}	8,60±0,18 ^{c,A}	1,91±0,19 ^{a,A}	7,1±0,37 ^{b,A}
	14	4,80±0,10 ^{a,B}	8,20±0,24 ^{b,A}	1,92±0,21 ^{b,A}	6,5±0,30 ^{a,A}
	21	4,70±0,50 ^{b,B}	10,10±0,20 ^{c,A}	1,90±0,21 ^{a,A}	6,5±0,29 ^{b,A}
	ort1	4,50±0,38	8,85±0,20	1,91±0,19	6,80±0,33
	ort2	6,68±0,29 ^y		4,36±0,26 ^x	

^{x, y}: Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d}: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E}: Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.21. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında organik asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Organik Asitler (mg/kg)	Depo. (gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Laktik asit	1	8043±24,7 ^{a,A}	10459±40,2 ^{c,A}	8758±33,7 ^{b,A}	10848±35,8 ^{d,A}
	7	8759±26,2 ^{a,B}	11341±39,0 ^{c,B}	9555±15,0 ^{b,B}	11988±28,8 ^{d,B}
	14	9538±35,0 ^{a,C}	12339±37,5 ^{c,C}	10445±69,2 ^{b,C}	13117±25,9 ^{d,C}
	21	10015±60,2 ^{a,D}	13011±22,1 ^{c,D}	11053±41,7 ^{b,D}	13883±35,3 ^{d,D}
	ort1	9089±36,5	11788±34,7	9953±39,9	12459±31,5
	ort2	10438±35,6 ^x		11206±35,7 ^y	
Formik asit	1	1531±38,9 ^{a,A}	1718±130,3 ^{b,A}	1567±59,0 ^{a,A}	2749±77,5 ^{c,A}
	7	1801±100,7 ^{a,A}	3277±384,0 ^{c,B}	1973±342,5 ^{a,B}	2898±10,2 ^{b,B}
	14	2325±375,7 ^{a,B}	3830±149,4 ^{b,C}	2646±128,6 ^{b,C}	4055±174,8 ^{b,C}
	21	3602±661,7 ^{a,C}	4590±569,1 ^{b,D}	4235±421,2 ^{b,D}	4348±88,3 ^{b,D}
	ort1	2314±294,3	3354±308,2	2605±237,8	3512±87,7
	ort2	2834±301,3 ^x		3059±162,3 ^y	
Asetik asit	1	88±4,49 ^{d,A}	42±6,05 ^{a,A}	80±5,02 ^{c,A}	57±5,75 ^{b,A}
	7	103±7,05 ^{c,B}	77±7,46 ^{a,B}	93±5,85 ^{b,B}	70±5,86 ^{a,B}
	14	139±5,38 ^{c,C}	94±6,25 ^{b,C}	106±2,03 ^{b,C}	81±3,46 ^{a,C}
	21	162±7,35 ^{c,D}	128±11,26 ^{b,D}	126±9,06 ^{b,D}	94±9,05 ^{a,D}
	ort1	123±6,10	85±7,80	101±5,49	76±6,03
	ort2	104±6,95 ^x		89±5,76 ^y	
Propiyonik asit	1	120±4,69 ^{b,A}	82±9,01 ^{a,A}	132±12,38 ^{c,A}	78±10,68 ^{a,A}
	7	147±15,76 ^{b,B}	111±11,08 ^{a,A}	155±5,08 ^{b,B}	102±4,06 ^{a,A}
	14	195±3,16 ^{b,C}	154±12,65 ^{a,B}	184±23,15 ^{a,C}	153±38,46 ^{a,B}
	21	217±17,28 ^{a,D}	238±45,69 ^{ab,C}	254±14,76 ^{b,D}	228±5,35 ^{ab,C}
	ort1	169±10,22	146±19,61	181,93±13,84	140±14,64
	ort2	158±14,92 ^x		161±14,24 ^y	
Bütanoik asit	1	1053±82,26 ^{a,A}	1031±259,76 ^{a,A}	1112±147,06 ^{a,A}	1077±152,75 ^{a,A}
	7	1132±323,65 ^{a,AB}	1034±295,35 ^{a,A}	1172±75,26 ^{a,A}	1215±74,76 ^{a,B}
	14	1370±153,48 ^{a,B}	1246±286,55 ^{a,A}	1157±121,68 ^{a,A}	1174±76,02 ^{a,AB}
	21	1111±169,46 ^{a,A}	1070±179,16 ^{a,A}	1068±157,66 ^{a,A}	1162±55,38 ^{a,AB}
	ort1	1166±182,21	1095±255,21	1127±125,42	1157±89,73
	ort2	1131±218,71 ^x		1142±107,58 ^x	
Hippürük asit	1	31,79±3,16 ^{c,D}	21,26±2,08 ^{a,C}	28,67±1,36 ^{b,C}	25,78±2,89 ^{b,C}
	7	25,02±2,36 ^{c,C}	17,89±0,45 ^{a,B}	26,78±0,37 ^{d,B}	20,08±1,36 ^{b,B}
	14	20,89±0,59 ^{c,B}	16,28±0,47 ^{a,B}	25,28±0,67 ^{a,B}	18,17±0,27 ^{b,AB}
	21	17,68±0,67 ^{b,A}	11,67±2,56 ^{a,A}	21,56±2,08 ^{c,A}	16,78±0,89 ^{b,A}
	ort1	23,85±1,70	16,78±1,39	25,57±1,12	20,20±1,35
	ort2	20,32±1,55 ^x		22,89±1,24 ^y	

^{x, y}: Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d}: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E}: Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

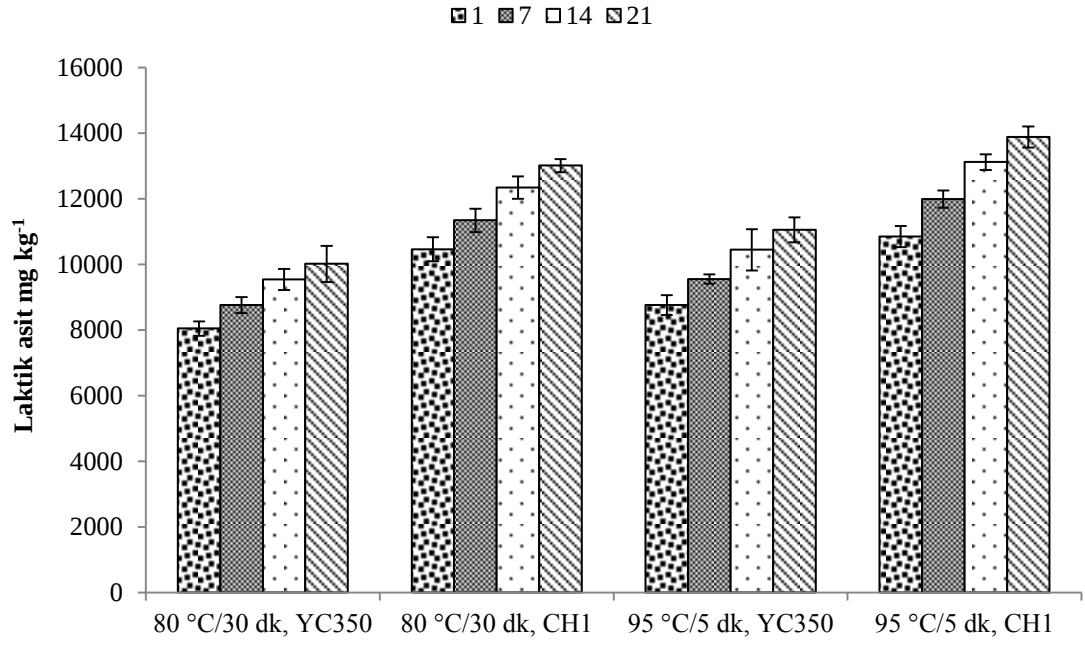
Çizelge 4.22. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında organik asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler

Organik Asitler	Sıcaklık	Kültür	Depolama	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x Depolama	Kültür x Depolama	Sıcaklık x Kültür x Depolama
Okzalik asit	***	*	***	NS	*	NS	NS
Orotik asit	***	***	***	NS	***	NS	NS
Sitrik asit	**	**	NS	**	NS	**	***
Pirüvik asit	**	***	***	***	***	***	***
Ürik asit	**	**	NS	NS	NS	**	NS
Laktik asit	***	***	***	***	***	***	***
Formik asit	***	***	***	NS	***	***	***
Asetik asit	***	***	***	***	***	***	***
Propiyonik asit	*	*	***	*	NS	***	*
Bütanoik asit	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Hippürik asit	***	***	***	*	***	***	***

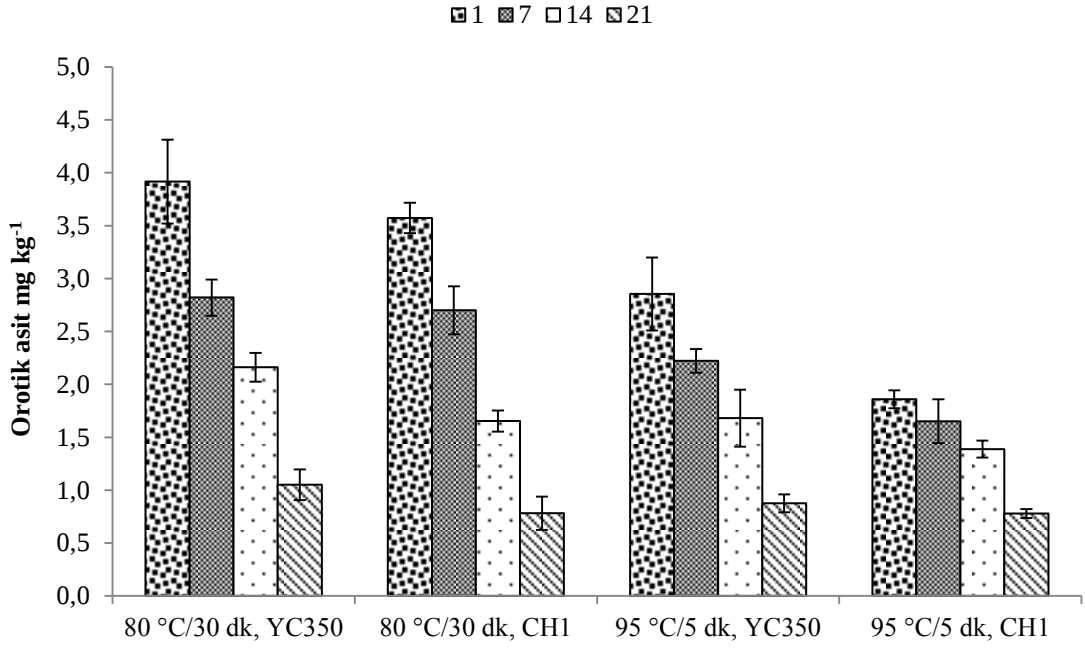
*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

Fermantasyon süresince kullanıldığı bilinen sitrik asit miktarlarında depolama süresince CH1 kültürü kullanılan örneklerde önemli bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.27.). Bazı araştırmacılar tarafından da sitrik asit için benzer sonuçlar elde edilmiştir (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Adhikari ve ark., 2001; Güler, 2013). Depolama sonunda YC350 kültürü kullanılan örneklerde sitrik asit içeriğinde önemli düzeyde azalma gözlemlenmiştir. Sitrik asit yoğurt bakterilerin birincil enerji kaynağı olmamasına rağmen *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis* veya *Leuconostoc subsp.* tarafından hızlı bir şekilde metabolize edilebilir (Izco ve Tormo, 2004). Buna ilaveten 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde sitrik asit miktarı 80°C’de 30 dk uygulananlara göre önemli düzeyde düşük tespit edilmiştir. Bu durum ısıya bağımlı olarak süt bileşenlerinde meydana gelen değişimlerin yoğurt bakterilerinin sitrik asit kullanım oranını artırmasından kaynaklanabilir. Diasetil miktarının 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde önemli düzeyde düşük olması sitrik asit miktarını daha az düzeyde kullandığının bir göstergesi olabilir. Çünkü anaerobik koşullarda laktobasiller pirüvik ve sitrik asitin olduğu ortamlarda diasetil ve asetoin üretirler. Benzer şekilde okzalik asit miktarı da sitrik asit miktarı düşük olan örneklerde daha az tespit edilmiştir.

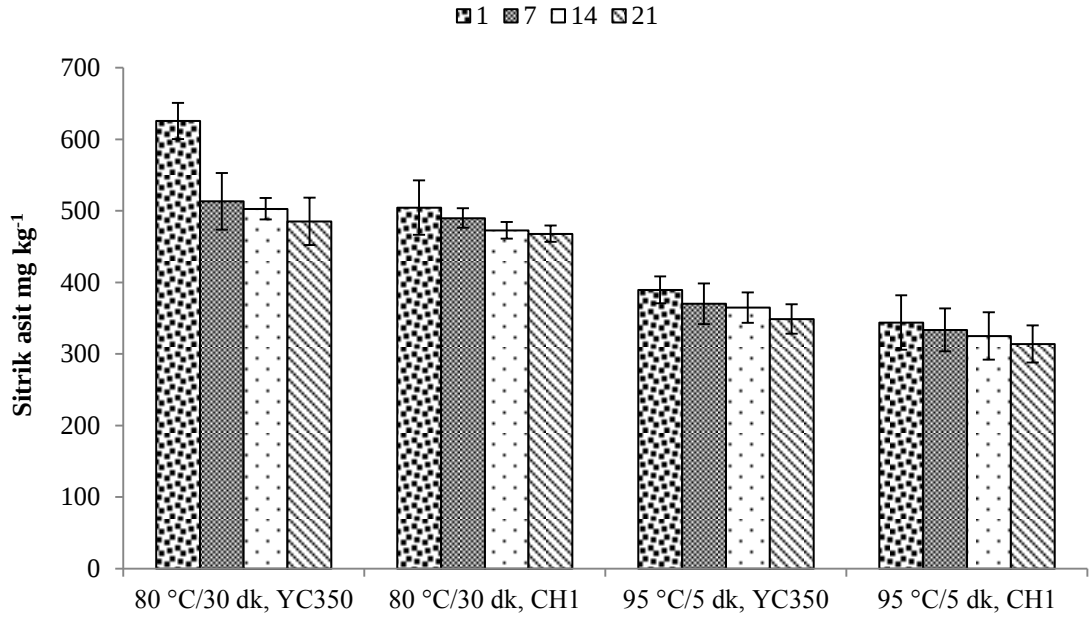
Depolama süresi boyunca ürik asit miktarlarında istatistiksel olarak önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Ürik asit için benzer sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Adhikari ve ark., 2001; Serra ve ark., 2009; Güler, 2013).



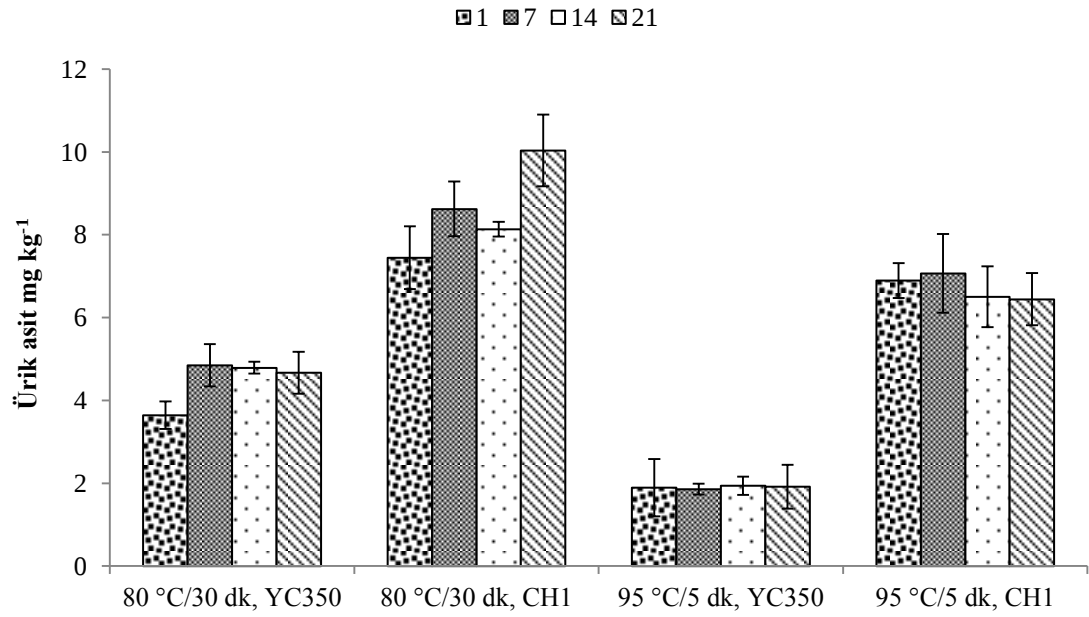
Şekil 4.25. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında laktik asit miktarının değişimi



Şekil 4.26. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında orotik asit miktarının değişimi



Şekil 4.27. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında sitrik asit miktarının değişimi



Şekil 4.28. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında ürik asit miktarının değişimi

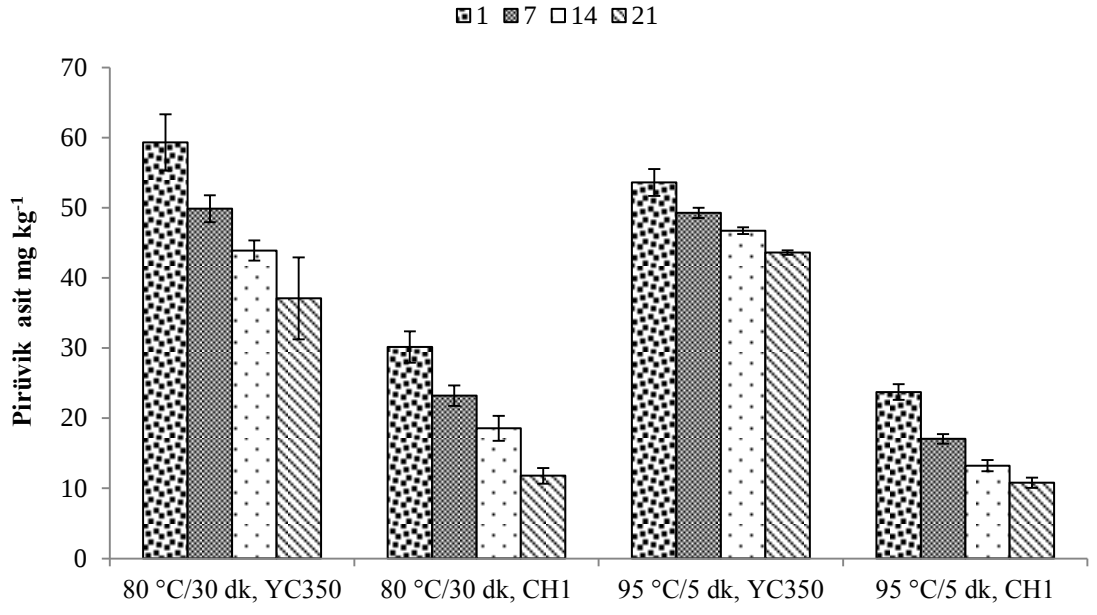
Pirüvik asit depolama süresince tüm yoğurt örneklerinde 10,8–59,33 mg/kg arasında değişen değerlerde belirlenmiştir. Pirüvik asit miktarı örneklerde depolama süresince azalmış ve depolama faktörünün ortalamalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Daha önce yapılan birçok çalışmada da araştırmacılar anılan bileşeni depolama süresince yoğurt örneklerinde 19–49 mg/kg arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir (Akalin ve ark., 1998; Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Adhikari ve ark., 2001; Güler, 2013). Fernandez-Garcia ve McGregor, (1994) tarafından yapılan çalışmada pirüvik asitin inkübasyonun 6. Saatine kadar arttığı daha sonra 4 haftalık depolama süresi boyunca yoğurtlarda azaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresince pirüvik asit miktarındaki bu azalmanın pirüvik asitin farklı birçok metabolik yolla ortaya çıkan ve kullanılan bir ara ürün olmasından dolayı ortamda birikmemesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Çizelge 4.21'deki veriler incelendiğinde depolama sonunda CH1 kültürü kullanılan örneklerin YC350 kültürü kullanılanlara göre daha düşük pirüvik asit değerine sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak da kültür çeşidinin pirüvik asit ortalamaları üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık faktörünün pirüvik asit ortalamaları üzerine etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerin 21. gün verileri incelendiğinde yüksek ısı işlem uygulanmış olan örneklerin daha düşük pirüvik asit içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

Asetik asit laktozun veya sitrik asitin fermentasyonu sonucu oluşması muhtemel bir ürün olup yoğurt ve peynirde tespit edilen önemli bir organik asittir (Izco ve Tormo, 2004). Asetik asit çalışmamızda tüm yoğurt örneklerinde tespit edilmiş ve 41,5–162,2 mg/kg arasında değişen ortalama değerler göstermiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda depolama süresince asetik asit yoğurtlarda 60–137 mg/kg arasında tespit edilmiştir (Akalin ve ark., 1998; Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Adhikari ve ark., 2001; Güler, 2013). Depolama süresince 80YC350 örneği dışındaki örneklerin asetik asit miktarları anılan ortalama değerler arasında seyretmiştir. Anılan örnekte 21. gün değerleri incelendiğinde asetik asit miktarının (162 mg/kg) literatür değerlerine göre yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi asetik asit değerleri üzerinde etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilen sıcaklık x kültür interaksiyonunun kültür aktivitesini etkilemesinden kaynaklanabilir. Depolama ile örneklerde miktarının arttığı görülen asetik asit ortalamaları üzerine depolamanın etkisi önemli ($P<0,001$)

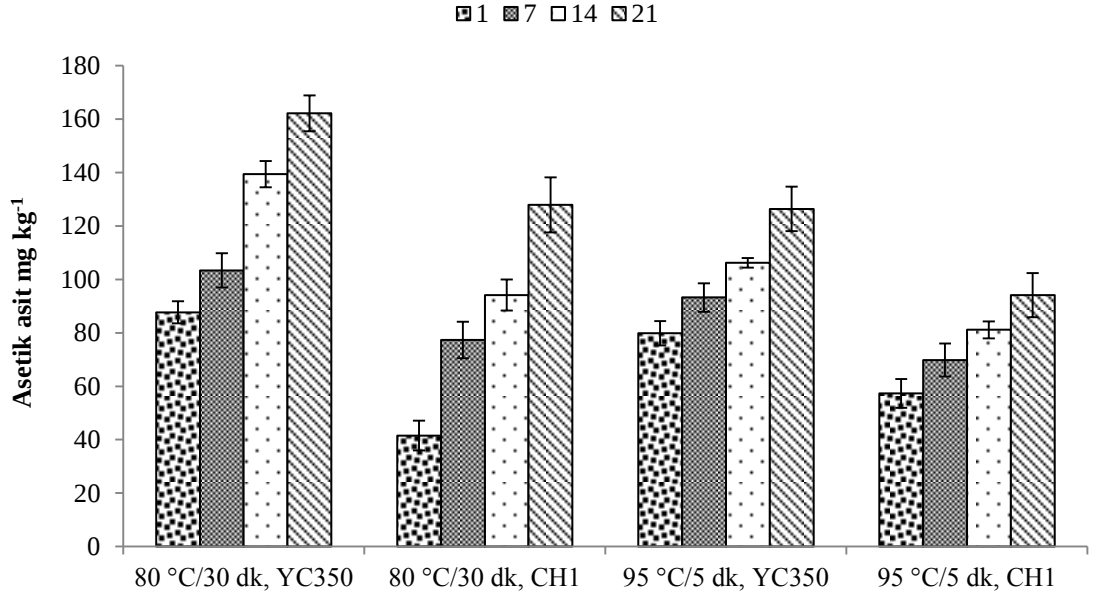
bulunmuştur. Yapılmış bazı çalışmalarda da asetik asit miktarının depolamaya bağlı olarak benzer eğilim gösterdiği belirtilmiştir (Akalin ve ark., 1998; Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994; Adhikari ve ark., 2001).

Propiyonik asit tüm örneklerde belirlenmiş ve depolama süresince miktarının arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.31.). Depolama faktörünün propiyonik asit miktarı üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu bulunmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda da propiyonik asitin depolama ile miktarının arttığı belirtilmiştir (Akalin ve ark., 1998; Adhikari ve ark., 2001; Güler, 2013). Propiyonik asit değerleri depolama süresince 77,9 mg/kg–254 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Güler (2013)’in yaptığı çalışmada da benzer propiyonik asit değerlerine kepek katılmış yoğurdun 21 günlük depolama sürecinde rastlanmıştır (128–213 mg/kg). Depolama sonunda en yüksek propiyonik asit içeriğine sahip örnek 95YC350 (254 mg/kg) olmuş ve onu sırasıyla 80CH1 (238 mg/kg), 95CH1 (228 mg/kg) ve 80YC350 (217 mg/kg) örnekleri izlemiştir (Çizelge 4.21). İstatistiksel olarak sıcaklık x kültür interaksiyonunun ortalamalar üzerine etkisi önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerin propiyonik asit içerikleri incelendiğinde 95°C’de 5 dk ısıt işlem uygulanan örneklerin 80°C’de 30 dk uygulananlara göre daha düşük propiyonik asit içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Bu durumu destekler nitelikte depolama süresince sıcaklığın ortalamalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur.

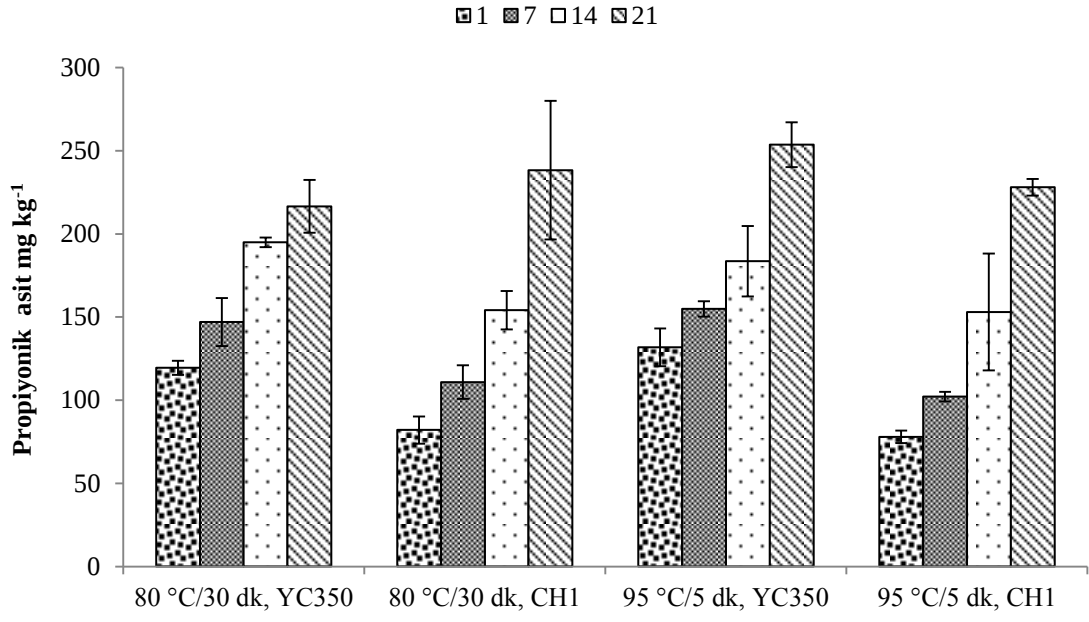
Bütanoik asit içeriklerinin depolama süresince eğilimleri incelendiğinde önemli bir değişim göstermedikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.32.). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da bütanoik asidin depolama süresince benzer eğilim gösterdiği belirtilmiştir (Adhikari ve ark., 2001; Güler, 2013).



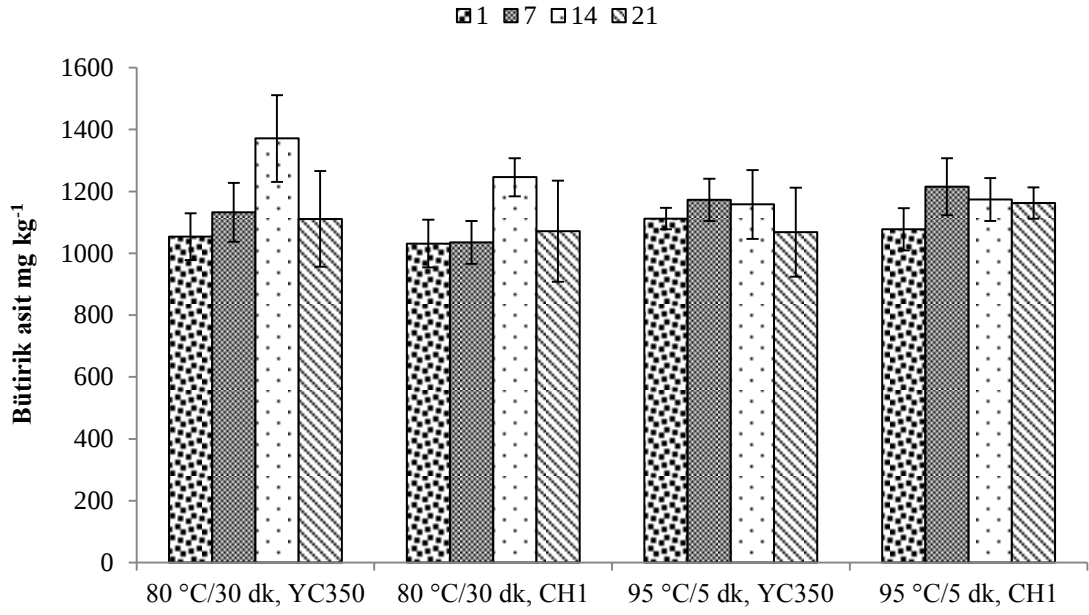
Şekil 4.29. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında pirüvik asit miktarının değişimi



Şekil 4.30. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetik asit miktarının değişimi



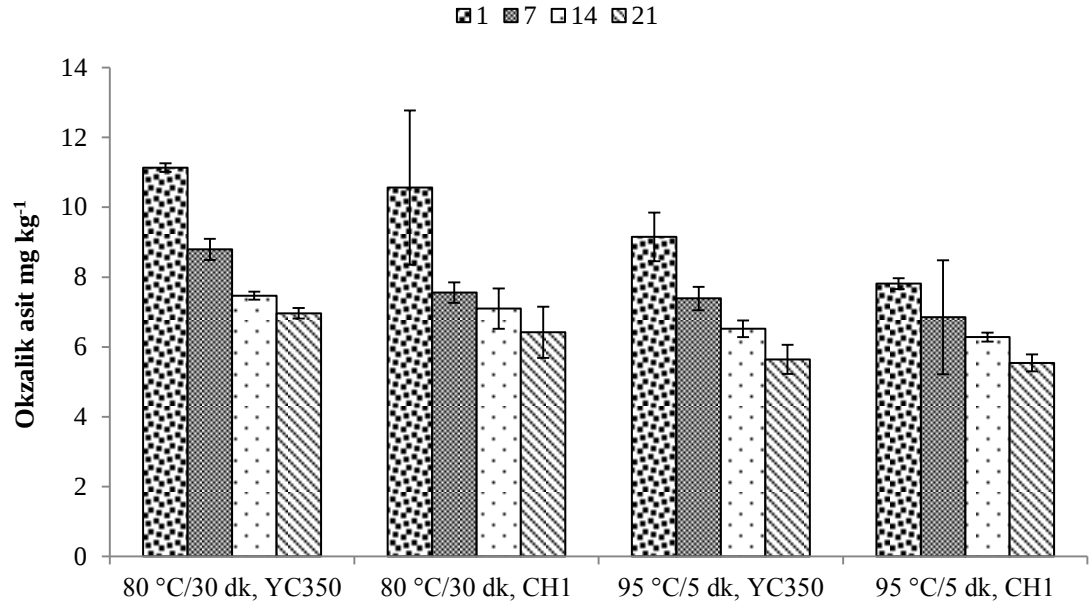
Şekil 4.31. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında propiyonik asit miktarının değişimi



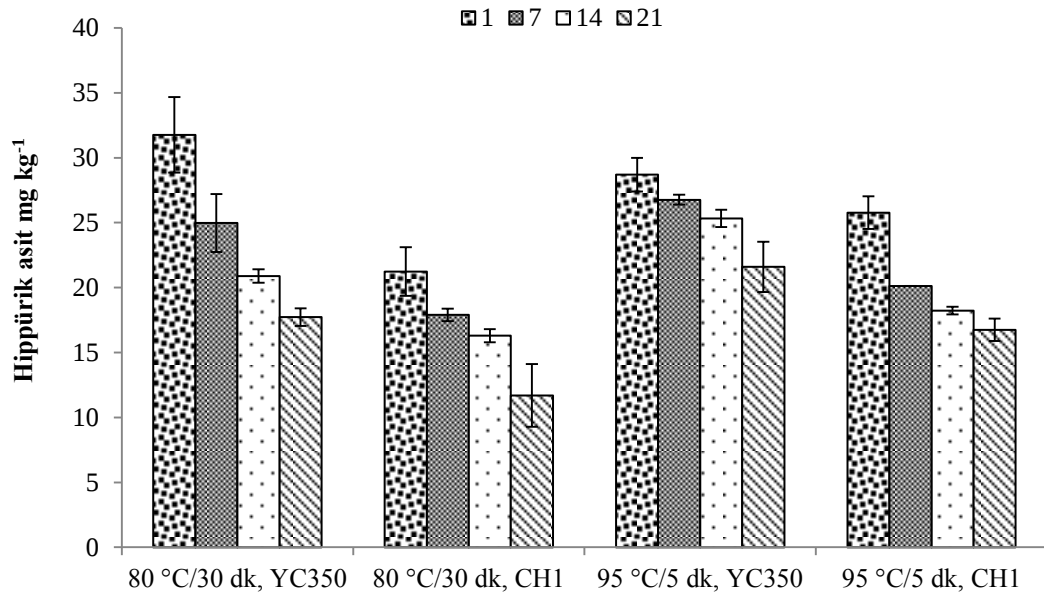
Şekil 4.32. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında bütirik asit miktarının değişimi

Depolama faktörünün hippürik asit miktarı üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İstatistiksel bulgulara paralel nitelikte Çizelge 4.21'deki veriler incelendiğinde hippürik asit miktarının tüm örneklerde depolama ile önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Bu azalma benzoik asit içeriğindeki artma ile uyumlu olmaktadır. Çünkü benzoik asit hippürik asitin parçalanması sonucu oluşmaktadır. Hippürik asit içeriğindeki azalma eğilimi Fernandez-Garcia ve McGregor (1994) tarafından çalışmadaki benzer olmuştur. Aynı sıcaklık işleminin uygulandığı örneklerde CH1 kültürü kullanılanların YC350 kültürü kullanılanlara göre daha düşük seviyelerde hippürik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiş ve kültür çeşidi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aynı kültür çeşidinin kullanıldığı örneklerde ise 95°C 'de 5 dk ısıtma işlemi uygulanmış örneklerin 80°C 'de 30 dk uygulananlara göre daha yüksek seviyelerde hippürik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiş ve sıcaklığın etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.

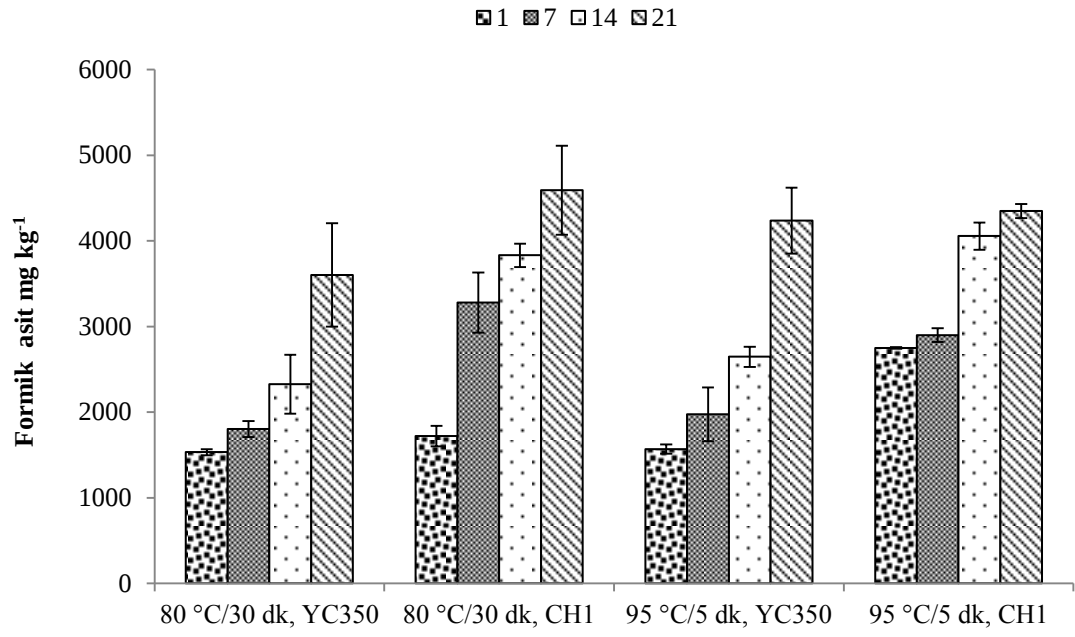
Tüm örneklerde tespit edilen formik asit depolama süresince artma göstermiştir (Şekil 4.35.). Depolamanın ortalamalar üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aynı sıcaklık işleminin uygulandığı örneklerde YC350 kültürü kullanılan örneklerin CH1 kültürü kullanılanlara göre daha düşük seviyede formik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak da kültür çeşidinin ortalamalar üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda ise en yüksek formik asit içeriğine 80CH1 (4590 mg/kg) örneğinin sahip olduğu tespit edilmiş ve onu sırasıyla 95CH1 (4348 mg/kg), 95YC350 (4235 mg/kg), 80YC350 (3602 mg/kg) izlemiştir. Formik asitin düşük ürik asitin yüksek olduğu örneklerde titrasyon asitliği değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Bu durum ürik asit azot içeren organik asitlerden olduğundan asitliği nötralize edici etkisinden kaynaklanabilir.



Şekil 4.33. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında okzalik asit miktarının değişimi



Şekil 4.34. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında hippürük asit miktarının değişimi



Şekil 4.35. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında formik asit miktarının değişimi

4.2.3. Yoğurt Örneklerinde Uçucu Bileşenler

İnek sütü kullanılarak CH1 ve YC350 kültürleri ile üretilip; buzdolabı koşullarında 21 gün depolanan yoğurt örneklerine uygulanan STB/KFME tekniği sonucu toplam 36 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşenlerden başlıcaları Ek.1’de verilmiştir. Bileşenler alkoller, terpenler, asitler, ketonlar, aldehitler, furan türevleri ve fenolik bileşenler olarak sınıflandırılmışlardır. Bu bileşenlerin büyük çoğunluğu yoğurtta fermentasyon esnasında gerçekleşen çeşitli biyokimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkmıştır (Condurso ve ark., 2008). Ester grubu bileşenlerden hiçbiri yoğurt örneklerinde tespit edilmemiştir. Imhof ve ark. (1995) tarafından esterlerin sadece uzun süre depolanan örneklerde az miktarda tespit edildiği belirtilmiş ve taze yoğurtta 0,03 mg/kg’dan daha düşük miktarda etil asetat belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde alkol bileşenleri genel olarak %8,9-9,3 değerlerinde belirlenmiştir. 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde alkol içeriği daha yüksek tespit edilmiştir. Tüm örneklerde başlıca alkol bileşeni etanol olarak belirlenmiş ve onu sırasıyla 3-pentanol, 2-butanol izlemiştir. Etanol bileşeni depolama süresince azalma göstermiştir. Bu azalma laktik asit bakterilerinin etkisi ile etanolün asetaldehite yükseltgenmesinden kaynaklanabilir. Asetaldehit verileri incelendiğinde depolama süresince asetaldehit miktarındaki artma da bu sonuç ile uyum göstermektedir. Yoğurtta tespit edilememesine rağmen alkollerin bir kısmı ester bileşenlerine dönüşmüş olabilir.

Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında alkoller (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Alkoller							
Etanol	966	6,59	1	12,37±0,8	8,83±0,8	13,49±0,8	10,0±0,8
			7	8,98±1,4	4,88±0,4	9,21±0,6	5,97±0,6
			14	4,67±0,3	2,96±0,2	5,27±0,6	2,51±0,3
			21	2,11±0,3	0,03±0,0	1,40±0,2	0,17±0,0
			ort.	7,03±0,7	4,18±0,4	7,34±0,6	4,66±0,4
1-Propanol	1373	15,39	1	-	-	-	-
			7	-	-	-	-
			14	-	-	-	-
			21	-	-	0,81±0,3	-
			ort.	-	-	0,81±0,3	-
3-Pentanol	1395	15,82	1	2,23±0,1	2,30±0,1	2,35±0,2	1,67±0,2
			7	1,77±0,2	1,90±0,1	2,43±0,2	1,44±0,2
			14	1,10±0,0	1,80±0,1	1,00±0,1	0,83±0,2
			21	0,87±0,1	0,70±0,1	0,67±0,1	0,91±0,3
			ort.	1,49±0,1	1,66±0,1	1,61±0,2	1,21±0,2
2-Butanol	1409	16,07	1	1,72±0,1	1,80±0,0	1,88±0,2	1,38±0,3
			7	1,37±0,1	1,53±0,0	1,77±0,3	1,23±0,3
			14	0,86±0,4	1,10±0,1	0,74±0,2	0,62±0,3
			21	0,45±0,1	0,51±0,0	0,49±0,3	0,49±0,1
			ort.	1,10±0,2	1,24±0,0	1,22±0,3	0,93±0,3
2-Etil-1-hekzanol	1529	18,07	1	-	-	-	-
			7	-	-	-	-
			14	0,58±0,1	-	-	-
			21	-	-	-	-
			ort.	0,58±0,1	-	-	-

Terpen grubu bileşenler genel olarak yoğurt örneklerinde %1,08-2,40 oranında tespit edilmiştir. Tüm örneklerde baskın olan terpen bileşeni *trans*-karyofilen olarak tespit edilmiş ve onu *trans*- γ -bisabolen izlemiştir (Çizelge 4.24). Depolama süresince her iki bileşenin de önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerden 80°C’de 30 dk ısıtıl işlem uygulananlarda terpen içeriği daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Aynı ısıtıl işlem normunun uygulandığı örneklerde ise CH1 kültürü katılan örneklerinin terpen içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında terpenler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Terpenler							
<i>Trans</i> -Karyofilen	1669	20,05	1	2,00±0,0	1,55±0,2	1,35±0,4	1,72±0,4
			7	1,70±0,3	2,00±0,2	1,36±0,1	1,86±0,4
			14	1,24±0,3	1,50±0,2	1,28±0,3	1,29±0,2
			21	1,02±0,4	0,99±0,2	0,90±0,4	1,17±0,4
			ort.	1,49±0,3	1,51±0,2	1,22±0,3	1,51±0,4
<i>Trans</i> - γ -Bisabolen	1794	21,61	1	1,35±0,1	1,14±0,1	1,07±0,3	1,08±0,2
			7	0,80±0,1	1,44±0,1	0,72±0,2	1,38±0,2
			14	0,60±0,2	0,82±0,2	0,56±0,2	0,55±0,1
			21	0,53±0,2	0,46±0,1	0,46±0,2	0,51±0,2
			ort.	0,82±0,2	0,97±0,1	0,70±0,2	0,88±0,2

Yoğurtlarda tespit edilen asit grubu bileşenlerden benzoik asitin depolama süresince arttığı tespit edilmiştir. Hippürik asitin parçalanması sonucu ortaya çıkan benzoik asitin miktarındaki artma depolama süresince hippürik asitteki azalmayla uyum göstermektedir.

Genel olarak 80°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde yağ asidi içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağ asitleri içerisinde en fazla belirlenen bileşen hekzadekanoik asit olmuştur. Bilindiği üzere bu yağ asidi inek sütünde en fazla bulunan uzun zincirli yağ asitlerindendir. Bu yağ asidinin yoğurttaki miktarının yüksek olması kullanılan süttten kaynaklanabilir. Tat ve aromaya katkı sağlayan kısa zincirli yağ asitlerinden en fazla miktarda hekzanoik asit belirlenmiş ve miktarı da depolama süresince önemli miktarda artma göstermiştir. Hekzanoik asiti sırasıyla oktanoik ve bütanoik asit takip etmiştir. Depolama süresi, sıcaklık ve kültür çeşidi yağ asitleri üzerinde önemli farklılıklara neden olmuştur.

Yoğurdun karakteristik tat ve aroması üzerinde önemli rol oynayan keton grubu bileşenler yoğurt örneklerinde ortalama %16,75 değerinde tespit edilmiştir. Tüm örneklerde başlıca keton grubu bileşen 2,3-butanon (diasetil) olurken onu sırasıyla 2-butanon, 3-hidroksi-2-butanon (asetoin), 2-heptanon takip etmiştir. 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde keton içeriği daha yüksek tespit edilmiştir. 2,3-butanon, 2-butanon, 2-heptanon depolama süresince önemli oranda azalırken 3-hidroksi-2-butanon içeriği depolama süresince önemli oranda artma göstermiştir.

Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asitler							
Asetik asit (C ₂)	1501	17,66	1	5,03±0,4	5,38±0,4	5,31±0,9	5,54±0,6
			7	6,29±1,1	6,85±0,6	5,37±0,8	6,64±0,6
			14	5,92±1,0	6,02±0,9	5,15±0,6	7,17±0,9
			21	6,06±0,8	4,56±0,5	4,98±0,4	7,87±1,3
			ort.	5,83±0,8	5,70±0,6	5,20±0,7	6,81±0,9
Benzoik asit	1597	19,08	1	6,30±0,3	8,20±1,1	9,72±1,1	6,54±1,2
			7	11,93±2,1	13,06±1,2	11,21±1,3	9,10±0,8
			14	14,08±2,3	14,49±1,3	12,40±1,7	11,25±1,2
			21	15,59±2,0	12,99±1,2	11,43±1,1	11,13±2,1
			ort.	11,98±1,7	12,16±1,2	11,19±1,3	9,51±1,33
Bütanoik asit (Bütirik,C ₄)	1685	20,26	1	4,24±0,6	5,86±0,4	3,89±0,2	5,23±0,8
			7	5,61±0,8	6,20±0,6	4,43±0,7	5,94±0,2
			14	6,67±0,8	6,12±0,4	4,56±0,8	7,06±0,8
			21	6,82±1,3	6,09±1,0	4,85±0,6	7,30±1,6
			ort.	5,84±0,9	6,07±0,6	4,43±0,6	6,38±0,9
Hekzanoik asit (Kaproik,C ₆)	1907	22,88	1	6,22±0,8	7,74±0,6	5,73±0,4	6,98±0,7
			7	8,45±0,6	8,54±0,4	6,23±0,5	8,73±0,5
			14	9,95±0,4	10,49±1,1	7,49±0,9	9,29±0,5
			21	9,39±2,1	8,38±0,8	9,79±0,8	12,43±2,3
			ort.	8,50±1,0	8,79±0,7	7,31±0,7	9,36±1,0
Oktanoik asit (Kaprilik,C ₈)	2086	25,18	1	7,84±1,0	7,85±0,4	4,90±0,3	5,40±0,9
			7	8,86±0,4	8,63±0,4	5,05±0,3	6,17±0,6
			14	7,76±0,4	7,86±0,8	5,88±0,3	6,46±0,8
			21	7,01±0,8	6,05±0,3	6,79±0,5	8,96±1,4
			ort.	7,87±0,7	7,60±0,5	5,66±0,4	6,75±0,9
Dekanoik asit (Kaprik,C ₁₀)	2291	27,77	1	3,08±0,3	3,16±0,1	2,64±0,1	2,89±0,2
			7	3,43±0,5	3,14±0,1	2,44±0,6	3,31±0,1
			14	3,13±0,2	3,22±0,2	2,29±0,5	3,06±0,4
			21	3,50±0,2	2,48±0,1	2,04±0,2	3,04±0,6
			ort.	3,29±0,3	3,00±0,1	2,35±0,4	3,08±0,3

Çizelge 4.25. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asitler							
Dodekanoik asit (Laurik, C ₁₂)	1737	20,91	1	-	-	-	-
			7	-	-	-	-
			14	-	-	-	0,88±0,2
			21	3,38±0,2	1,82±0,1	1,95±0,1	3,10±0,4
			ort.	3,38±0,2	1,82±0,1	1,95±0,1	1,99±0,3
Tetradekanoik asit (Miristik, C ₁₄)	?	28,17	1	3,82±0,2	2,70±0,2	1,85±0,2	3,58±0,6
			7	4,50±0,2	3,06±0,2	2,34±0,2	3,66±0,2
			14	3,88±0,3	3,23±0,1	3,58±0,3	3,60±0,4
			21	8,58±0,7	5,02±0,3	4,17±0,5	4,42±0,8
			ort.	5,20±0,4	3,50±0,2	2,99±0,3	3,82±0,5
Hekzadekanoik asit (Palmitik, C ₁₆)	?	29,52	1	9,85±1,2	14,54±1,3	13,17±1,2	14,39±2,3
			7	15,14±1,3	14,82±1,3	15,37±2,1	15,97±2,1
			14	16,75±1,3	13,89±0,9	15,31±2,4	16,34±3,1
			21	16,58±2,2	16,48±2,2	16,42±3,1	15,66±2,7
			ort.	14,58±1,5	14,93±1,4	15,07±2,2	15,59±2,6
Oktadekanoik asit (Stearik, C ₁₈)	?	29,4	1	-	-	-	-
			7	0,16±0,0	-	3,24±0,4	-
			14	2,36±0,4	1,82±0,4	14,65±1,6	-
			21	2,57±0,2	16,54±1,5	12,84±2,3	-
			ort.	1,69±0,2	9,18±1,0	10,24±1,4	-
9-oktadekanoik asit (Oleik, C _{18:1})	2033	24,35	1	-	-	-	-
			7	-	-	-	-
			14	1,14±0,1	-	-	-
			21	0,92±0,1	-	4,36±0,6	-
			ort.	1,03±0,1	-	4,36±0,6	-

Çizelge 4.26. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında ketonlar (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Ketonlar							
2-Propanon (Aseton)	868	5,42	1	1,23±0,2	2,43±0,1	1,98±0,1	4,21±1,1
			7	0,90±0,1	1,30±0,1	1,20±0,1	3,02±0,3
			14	0,48±0,0	0,91±0,2	0,90±0,2	1,98±0,6
			21	0,23±0,0	0,21±0,0	0,42±0,2	0,51±0,1
			ort.	0,71±0,1	1,21±0,1	1,13±0,2	2,43±0,5
2-Butanon	941	6,21	1	8,17±0,6	-	7,27±0,8	-
			7	2,80±0,0	-	5,31±0,7	-
			14	2,34±0,3	4,08±0,4	2,80±0,1	-
			21	-	-	1,69±0,3	-
			ort.	4,44±0,3	4,08±0,4	4,27±0,5	-
2,3-Butandion (Diasetil)	1020	7,48	1	10,85±2,1	11,61±1,1	11,65±0,7	14,17±3,1
			7	3,67±0,2	4,36±0,3	6,69±0,5	8,54±1,1
			14	2,64±0,2	3,19±0,1	3,80±0,2	4,77±0,8
			21	1,82±0,3	1,69±0,2	1,53±0,2	2,01±0,2
			ort.	4,75±0,7	5,21±0,4	5,92±0,4	7,37±1,3
2,3-Pentandion	1103	9,02	1	0,12±0,0	0,12±0,0	0,11±0,0	0,09±0,0
			7	0,15±0,0	0,13±0,0	0,13±0,0	0,10±0,0
			14	0,07±0,0	0,10±0,0	0,07±0,0	0,05±0,0
			21	0,04±0,0	0,04±0,0	0,03±0,0	0,05±0,0
			ort.	0,10±0,0	0,10±0,0	0,09±0,0	0,07±0,0
2-Heptanon	1220	12,08	1	1,77±0,2	1,41±0,2	2,85±0,2	2,98±0,5
			7	1,42±0,0	1,52±0,2	3,07±0,4	2,40±0,2
			14	0,91±0,6	1,08±0,2	1,29±0,2	1,06±0,4
			21	-	0,73±0,2	0,73±0,2	0,84±0,3
			ort.	1,37±0,3	1,19±0,2	1,99±0,3	1,82±0,4

Çizelge 4.26. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında ketonlar (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
3-Hidroksi-2-butanon (Asetoin)	1336	14,64	1	1,29±0,4	2,22±0,1	1,25±0,1	1,25±0,2
			7	1,76±0,2	2,70±0,1	1,27±0,2	1,78±0,4
			14	1,57±0,4	2,64±0,2	1,31±0,1	2,09±0,4
			21	1,64±0,2	1,78±0,4	1,20±0,4	2,40±0,6
			ort.	1,57±0,3	2,34±0,2	1,26±0,2	1,88±0,4
1-Hidroksi-2-propanon	1354	15,01	1	0,67±0,1	1,89±0,4	-	1,15±0,1
			7	1,57±0,1	-	0,72±0,2	-
			14	1,56±0,2	1,10±0,0	-	1,61±0,2
			21	1,25±0,2	2,23±0,1	0,66±0,2	0,49±0,1
			ort.	1,26±0,2	1,74±0,2	0,69±0,2	1,08±0,1
2-Nonanon	1433	16,48	1	0,99±0,3	0,85±0,1	1,35±0,1	1,45±0,2
			7	0,85±0,0	0,82±0,3	1,51±0,3	1,35±0,1
			14	0,52±0,1	0,61±0,3	0,71±0,3	0,59±0,3
			21	0,30±0,0	0,38±0,1	0,45±0,1	0,42±0,2
			ort.	0,67±0,1	0,67±0,2	1,01±0,2	0,95±0,2
2-Undekanon	1650	19,8	1	0,87±0,1	0,86±0,0	1,35±0,3	1,11±0,4
			7	0,94±0,1	0,95±0,2	1,29±0,1	1,26±0,4
			14	-	0,80±0,1	0,62±0,2	0,68±0,6
			21	-	-	0,39±0,2	0,68±0,1
			ort.	0,91±0,1	0,87±0,1	0,91±0,2	0,93±0,4

Yoğurt örneklerinde belirlenen aldehit grubu bileşenlerden asetaldehit beklendiği gibi en fazla tespit edilmiştir. Asetaldehitin depolama süresince miktarı önemli düzeyde artmış ve CH1 kültürü kullanılan örneklerde daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Pentanal bileşenine 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerde rastlanmamıştır. Oksidasyonun bir göstergesi olan bu bileşenin 80°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanan örnekte daha yüksek miktarda tespit edilmesi ısıtma işlemin uzunluğundan kaynaklanabilir. Lösin amino asitinden de oluştuğu bilinen 3-metil-2-butenal bileşeninin miktarı depolama süresince azalırken aksi yönde lösin amino asitinin miktarı artmıştır.

Çizelge 4.27. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında aldehitler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Aldehitler							
Asetaldehit	701	4,55	1	1,06±0,2	1,66±0,2	0,76±0,12	2,28±0,4
			7	1,66±0,1	6,78±0,8	1,37±0,1	6,05±0,6
			14	1,92±0,3	10,14±1,2	4,01±0,6	9,75±0,8
			21	4,49±0,4	8,87±1,2	5,61±0,6	11,26±2,4
			ort.	2,28±0,3	6,86±0,9	2,94±0,4	7,34±1,1
Pentanal	1109	9,17	1	2,10±0,1	0,79±0,1	-	-
			7	0,12±0,0	1,49±0,1	-	-
			14	1,39±0,0	-	-	-
			21	0,46±0,1	0,69±0,3	-	-
			ort.	1,02±0,1	0,99±0,2	-	-
3-Metil-2-butenal	1242	12,59	1	1,07±0,4	-	1,03±0,13	1,08±0,2
			7	1,24±0,2	-	1,89±0,4	1,32±0,3
			14	0,67±0,2	-	0,81±0,4	0,90±0,2
			21	0,49±0,1	-	0,51±0,1	0,58±0,1
			ort.	0,87±0,2	-	1,06±0,3	0,97±0,2
Benzaldehit	1594	19,04	1	0,36±0,1	-	-	-
			7	-	-	0,77±0,2	-
			14	-	-	-	-
			21	-	-	-	-
			ort.	0,36±0,1	-	0,77±0,2	-

Isıl işlem uygulanmış sütlerde ve inkübasyon örneklerinde tespit edilen furan türevi bileşenlerden furfural, furanmetanol ve 3-metil-2(5H)-furanon yoğurt örneklerinde de tespit edilmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde furfural miktarının azaldığı görülmüştür. Furfural miktarındaki bu azalma alkol dehidrogenaz enzimi aktivitesi sonucu furfural'ın direk redüksiyonundan kaynaklanabilir. Bu düşüncüyü destekler nitelikte 80CH1 haricindeki örneklerde furanmetanol miktarının depolama ile arttığı görülmektedir (Çizelge 4.28). Furanmetanol süt ürünlerinde pişmiş aromaya neden olmaktadır (Quian ve Reineccius, 2002). 80CH1 örneğinde depolamanın 7. gününden sonra furanmetanol bileşeni tespit edilmemiştir. Güler (2009) tarafından farklı kültürler (CH1, YC350, YF-3331) kullanılarak yapılan çalışmada depolama süresi sonunda örneklerde furanmetanol tespit edilememiştir ve bu durumun furanmetanol'ün oksidasyon ajanları veya asidik koşullardan dolayı degradasyonundan kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 4.28. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında furanlar ve fenolikler (%toplam alan içerisindeki değer) (n=3)

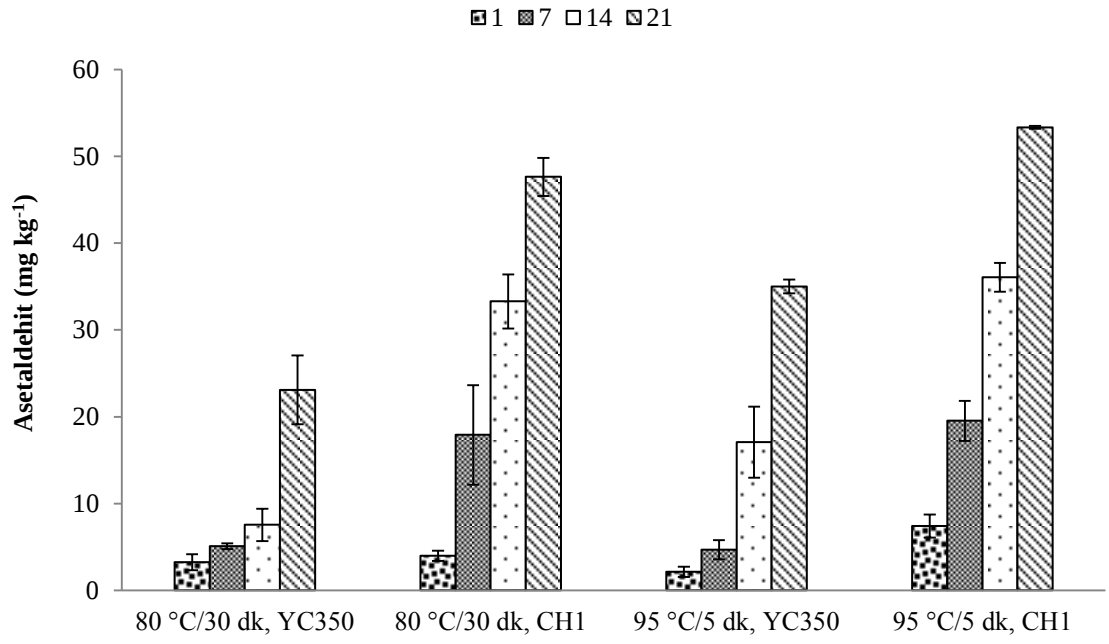
Uçucu Bileşenler	RI	RT	Depo.(Gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
				80°C/30 dk		95°C/5 dk	
				YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Furanlar							
2-Furankarboksaldehit (Furfural)	1523	17,98	1	0,69±0,2	0,97±0,3	1,24±0,1	0,84±0,2
			7	0,81±0,1	0,96±0,1	1,17±0,2	0,79±0,2
			14	0,77±0,3	-	0,39±0,1	0,89±0,3
			21	0,51±0,1	-	0,45±0,2	0,53±0,2
			ort.	0,70±0,2	0,97±0,2	0,81±0,2	0,76±0,2
2-Furanmetanol	1718	20,68	1	2,70±0,3	4,13±0,6	1,81±0,2	1,57±0,7
			7	2,51±0,4	1,87±0,2	1,37±0,4	1,40±0,5
			14	3,87±0,6	-	1,16±0,6	3,86±0,7
			21	3,40±0,3	-	1,37±0,4	2,26±0,4
			ort.	3,12±0,4	3,00±0,4	1,43±0,4	2,27±0,6
3-Metil-2(5H)-furanon			1	-	-	-	0,58±0,1
			7	-	-	0,53±0,1	0,59±0,4
			14	-	-	1,04±0,1	0,88±0,3
			21	-	-	0,60±0,3	0,81±0,2
			ort.	-	-	0,72±0,2	0,72±0,3
5-Hidroksimetil-2-furankarboksaldehit (HMF)			1	-	-	-	-
			7	-	-	-	-
			14	-	-	0,92±0,3	-
			21	-	-	-	-
			ort.	-	-	0,92±0,3	-
Fenolikler							
Oksime-metoksi-fenil	1780	21,44	1	-	-	-	0,84±0,3
			7	0,62±0,1	1,06±0,1	0,56±0,2	-
			14	0,60±0,2	-	-	-
			21	-	0,29±0,0	-	-
			ort.	0,61±0,15	0,68±0,05	0,56±0,2	0,84±0,3

Rasic ve Kurman (1978); Kneifel ve ark. (1992); Xanthopoulos ve ark. (1994)'nın yaptıkları çalışmalar sonucunda yoğurt aromasına en etkili bileşenlerin asetaldehit, diasetil, asetoin, aseton ve etanol olduğu tespit edilmiştir. Anılan bileşenler analizlenen tüm yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir.

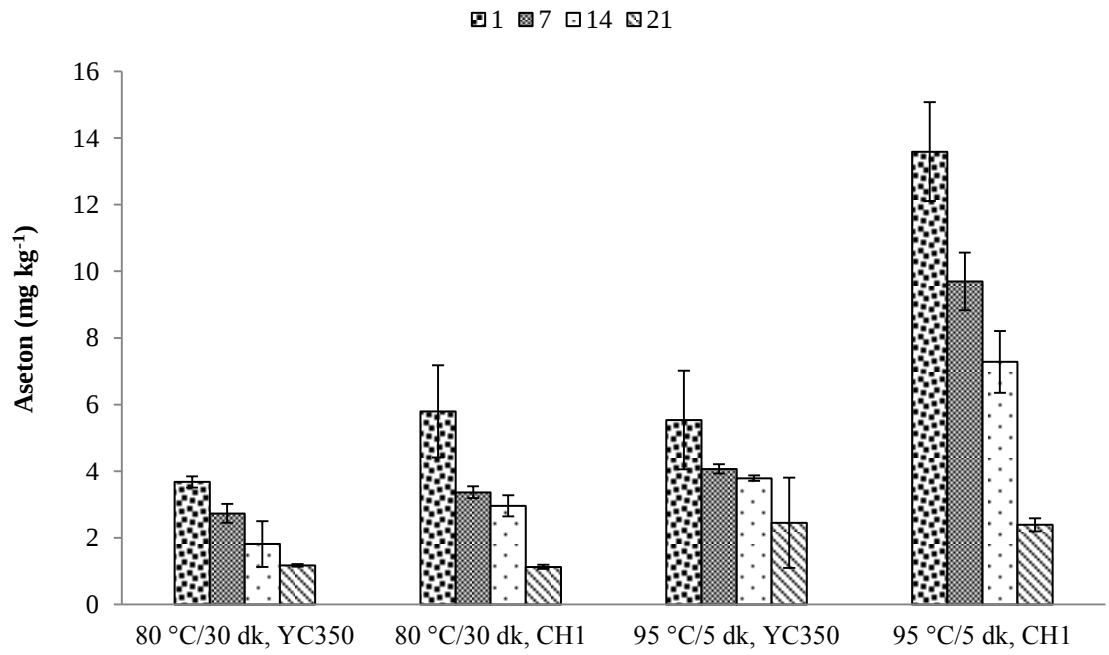
Asetaldehit yoğurdun önemli bir aroma bileşeni olarak kabul edilmektedir ve özellikle piruvat dekarboksilasyonun bir sonucu olarak ya da asetil koenzim A'nın oluşumu ile laktoz metabolizmasından starter kültür tarafından üretilmektedir (Tamime ve Deeth, 1980; Ott ve ark., 1997; Chaves ve ark., 2002). Analizi yapılan tüm örneklerde asetaldehit tespit edilmiş ve ortalama olarak 2,15–53,34 mg/kg arasında değerler almıştır. Depolama süresi sonunda anılan bileşenler (asetaldehit, aseton, asetoin, etanol, diasetil) içerisinde en yüksek miktarda tespit edilen bileşen asetaldehit olmuştur. Bazı araştırmacılar da yaptıkları çalışmalarda asetaldehit bileşenini benzer miktarlarda (2–41 mg/kg) tespit etmişlerdir (Rasic ve Kurman, 1978; Kneifel ve ark., 1992; Xanthopoulos ve ark., 1994). Depolama süresince asetaldehit miktarı tüm örneklerde artma eğilimi gösterirken (Şekil 4.36.) istatistiksel olarak depolama süresinin asetaldehit ortalamaları üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Ayrıca anılan örneklerin depolama süresince laktoz miktarlarında azalma gözlemlenmiştir. Bu durumun sebebi yoğurt starter kültürlerinin asetaldehit üretmek için ihtiyaç duydukları en önemli süt bileşenlerinden birisinin laktoz olması olabilir (Tamime ve Robinson, 2001). Asetaldehit verileri incelendiğinde bu bileşenin CH1 kültürü kullanılan örneklerde YC350 kültürü kullanılanlara göre depolama süresince ortalama olarak daha yüksek miktarlarda tespit edildiği görülmektedir (Çizelge 4.29). Aynı sıcaklık işlemi uygulanan örnekler kendi içerisinde karşılaştırıldığında asetaldehit içeriğinin CH1 kültürü kullanılan örneklerde daha yüksek olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak kültür çeşidinin asetaldehit ortalamaları üzerine olan etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Bu durum CH1 kültürünün daha asidik karakterde ve aktif olmasından kaynaklanabilir. Güler (2009)'in yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiş ve CH1 kültürü kullanılan örneğin 21 günlük depolama süresi boyunca YC350 ve YF-3331 kültürü kullanılabileceğine göre daha yüksek oranda asetaldehit içerdiği belirtilmiştir. Çalışmamızda depolama sonunda en yüksek asetaldehit içeriğine 95CH1 (29,09 mg/kg) örneğinin sahip olduğu tespit edilmiş ve onu sırasıyla 80CH1 (25,70 mg/kg), 95YC350 (14,73 mg/kg), 80YC350 (9,75

mg/kg) örnekleri takip etmiştir. Depolama süresince asetaldehit içeriği üzerine sıcaklığın etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Yoğurt üretimi için kullanılan kültürler göz önünde bulundurulmadığında 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerin 80°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulananlara kıyasla daha yüksek asetaldehit içerdiği görülmektedir.

Aseton değerleri incelendiğinde tüm örneklerde tespit edildiği ve miktarının depolama süresince azaldığı görülmektedir (Şekil 4.37.). Depolama süresinin bu bileşen üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir. Güler (2009)’in farklı kültürler kullanarak yaptığı çalışmada aseton değerlerinin CH1 ve YC350 kültürü kullanılan örneklerde depolamanın 21. gününde azalma gösterdiği belirtilmiştir. Depolama sonunda aseton değerleri aynı sıcaklık işlemi uygulanan örneklerde incelendiğinde YC350 kültürü kullanılan örneklerde CH1 kültürü kullanılan örneklere göre daha yüksek aseton miktarı olduğu görülmekte ve bu bulguya paralel olarak istatistiksel veriler de kültür çeşidinin aseton içeriği üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğunu göstermektedir. En yüksek aseton değerini depolamanın sonunda 95YC350 (2,45 mg/kg) yoğurdu göstermiş ve onu sırasıyla 95CH1 (2,39 mg/kg), 80YC350 (1,18 mg/kg) ve 80CH1 (1,13 mg/kg) yoğurtları izlemiştir. Aynı kültürün kullanıldığı örnekler incelendiğinde ise 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan bileşenlerin 80°C’de 30 dk uygulananlara göre daha yüksek aseton içeriğine sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak sıcaklık ve sıcaklık x kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde önemli ($P<0,001$) farklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalar sonucu asetonun yoğurt aromasında sınırlı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Botazzi ve Vescovo, 1969; Rasic ve Kurman, 1978). Ancak yoğurt aromasında asetaldehitin asetona oranı önemlidir. Tam yoğurt aromasının oluşumu için bu değer 1,1 veya 2,8:1 olması gerekmektedir (Rasic ve Kurman, 1978; Gyosheva, 1982). Asetaldehit: aseton oranı 0,4:1 olduğunda karakteristik yoğurt aroması oluşmamaktadır (Botazzi ve Vescovo, 1969; Haast ve ark., 1979). Depolama süresince bu oranların daha iyi görülebilmesi için ortalama asetaldehit: aseton değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde tam yoğurt aromasının oluşması için gerekli oranlara yakın değerler depolamanın 1. ve 7. gününde elde edilebilmiş daha sonra çok yüksek seviyelere çıkmıştır. Güler (2009)’in çalışmasında da asetaldehit: aseton oranları yüksek değerlerde (5,26–27,33) tespit edilmiş ve en yüksek oran CH1 örneğinde belirlenmiştir.



Şekil 4.36. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetaldehit miktarının değişimi



Şekil 4.37. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında aseton miktarının değişimi

Çizelge 4.29. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında başlıca uçucu bileşen miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Başlıca Uçucu Bileşenler (mg/kg)	Depo. (gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Asetaldehit	1	3,24±1,01 ^{ab,A}	3,98±0,63 ^{b,A}	2,15±0,65 ^{a,A}	7,41±1,44 ^{c,A}
	7	5,09±0,36 ^{a,AB}	17,91±6,28 ^{b,B}	4,68±1,21 ^{a,A}	19,53±2,53 ^{b,B}
	14	7,55±2,04 ^{a,B}	33,29±3,40 ^{c,C}	17,09±4,48 ^{b,B}	36,06±1,83 ^{c,C}
	21	23,10±4,36 ^{a,C}	47,64±2,40 ^{c,D}	35,01±0,88 ^{b,C}	53,34±0,19 ^{d,D}
	ort1	9,75±1,94	25,70±3,18	14,73±1,81	29,09±1,50
	ort2	17,73±2,56 ^x		21,91±1,66 ^y	
Aseton	1	3,68±0,18 ^{a,D}	5,79±1,52 ^{b,C}	5,54±1,62 ^{b,C}	13,59±1,63 ^{c,D}
	7	2,73±0,31 ^{a,C}	3,37±0,20 ^{b,B}	4,07±0,15 ^{c,B}	9,70±0,95 ^{d,C}
	14	1,82±0,76 ^{a,B}	2,96±0,35 ^{b,B}	3,79±0,09 ^{c,B}	7,28±1,02 ^{d,B}
	21	1,18±0,04 ^{a,A}	1,13±0,07 ^{a,A}	2,45±1,49 ^{b,A}	2,39±0,22 ^{b,A}
	ort1	2,35±0,32	3,31±0,54	3,96±0,84	8,24±0,96
	ort2	2,83±0,43 ^x		6,1±0,90 ^y	
Etanol	1	37,26±5,11 ^{c,D}	21,06±0,00 ^{a,D}	38,16±4,93 ^{c,D}	32,16±2,32 ^{b,D}
	7	27,12±5,01 ^{c,C}	12,63±1,90 ^{a,C}	31,20±0,60 ^{c,C}	19,05±6,47 ^{b,C}
	14	18,02±1,32 ^{b,B}	9,59±1,57 ^{a,B}	22,08±7,29 ^{b,B}	9,24±0,57 ^{a,B}
	21	10,65±0,52 ^{c,A}	0,14±0,05 ^{a,A}	8,57±1,72 ^{b,A}	0,81±0,20 ^{a,A}
	ort1	23,26±2,99	10,86±0,88	25,00±3,64	15,32±2,39
	ort2	17,06±1,94 ^x		20,16±3,02 ^y	
Diasetil	1	32,19±6,98 ^{a,B}	27,56±4,22 ^{a,B}	32,79±2,08 ^{a,D}	45,44±4,70 ^{b,D}
	7	11,16±0,00 ^{a,A}	11,34±0,43 ^{a,A}	22,55±3,75 ^{b,C}	27,44±1,73 ^{c,C}
	14	10,20±0,49 ^{a,A}	10,43±0,30 ^{a,A}	15,95±1,70 ^{b,B}	17,36±3,29 ^{b,B}
	21	9,09±1,07 ^{a,A}	8,93±0,98 ^{a,A}	9,39±1,39 ^{a,A}	9,39±1,39 ^{a,A}
	ort1	15,66±2,14	14,57±1,48	20,17±2,23	24,91±2,78
	ort2	15,12±1,81 ^x		22,54±2,51 ^y	
2,3-Pentandion	1	36,81±11,63 ^{a,BC}	28,70±8,95 ^{a,AB}	32,19±9,84 ^{a,AB}	29,49±7,73 ^{a,BC}
	7	44,30±13,51 ^{a,C}	34,98±3,24 ^{a,B}	45,98±17,57 ^{a,B}	31,56±5,26 ^{a,C}
	14	25,07±6,96 ^{b,AB}	33,05±1,34 ^{c,AB}	28,37±6,41 ^{bc,A}	16,71±4,16 ^{a,A}
	21	20,04±6,20 ^{a,A}	24,20±9,41 ^{a,A}	22,53±8,04 ^{a,A}	22,88±4,08 ^{a,AB}
	ort1	31,55±9,58	30,23±5,74	32,26±10,46	25,16±5,31
	ort2	30,89±7,66 ^x		28,71±7,89 ^x	
Asetoin	1	3,89±0,56 ^{a,A}	5,31±0,39 ^{b,A}	3,53±0,27 ^{a,A}	4,03±0,72 ^{a,A}
	7	5,36±0,19 ^{b,B}	7,06±1,09 ^{c,B}	4,32±0,37 ^{a,A}	5,71±0,40 ^{b,B}
	14	6,12±0,40 ^{a,B}	8,63±0,17 ^{c,C}	5,57±0,47 ^{a,B}	7,74±0,72 ^{b,C}
	21	8,55±1,95 ^{ab,C}	9,56±0,68 ^{b,D}	7,66±1,58 ^{a,C}	11,48±1,31 ^{c,D}
	ort1	5,98±0,78	7,64±0,58	5,27±0,67	7,24±0,79
	ort2	6,81±0,68 ^y		6,26±0,73 ^x	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E} : Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.30. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında başlıca uçucu bileşenlere ait istatistiksel değerlendirmeler

Major Uçucu Bileşenler	Sıcaklık	Kültür	Depolama	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x Depo	Kültür x Depo	Sıcaklık x Kültür x Depo
Asetaldehit	***	***	***	NS	***	***	***
Aseton	***	***	***	***	***	***	***
Etanol	***	***	***	*	**	NS	**
Diasetil	***	***	**	**	***	NS	**
2,3-Pentandion	NS	*	***	NS	NS	*	NS
Asetoin	***	***	***	*	***	*	***

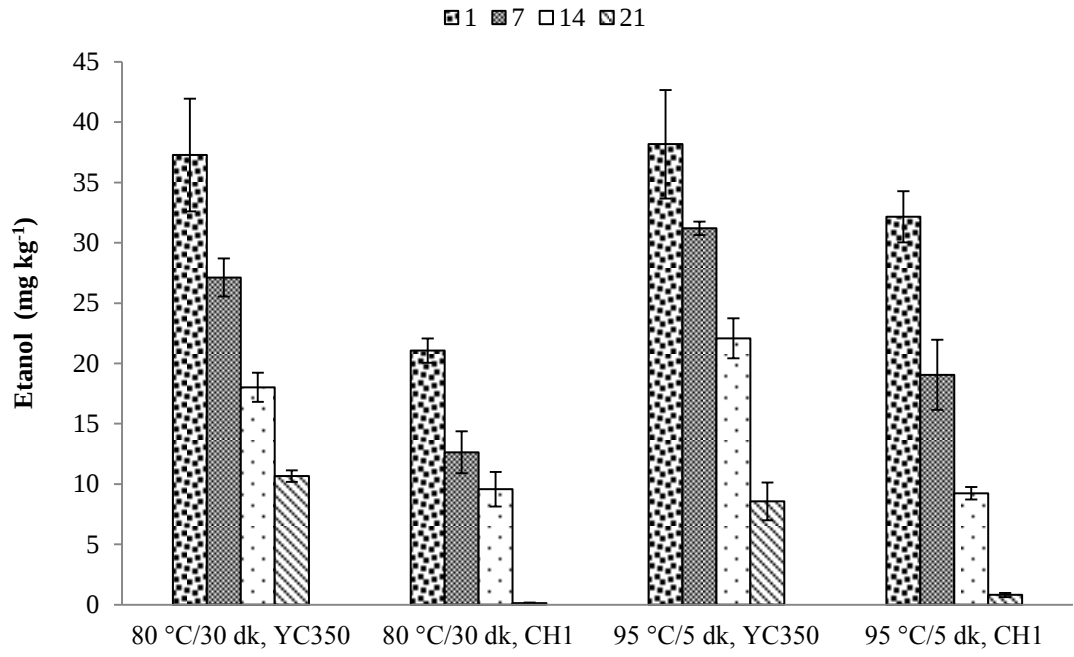
*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001

Çizelge 4.31. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetaldehit: aseton oranları

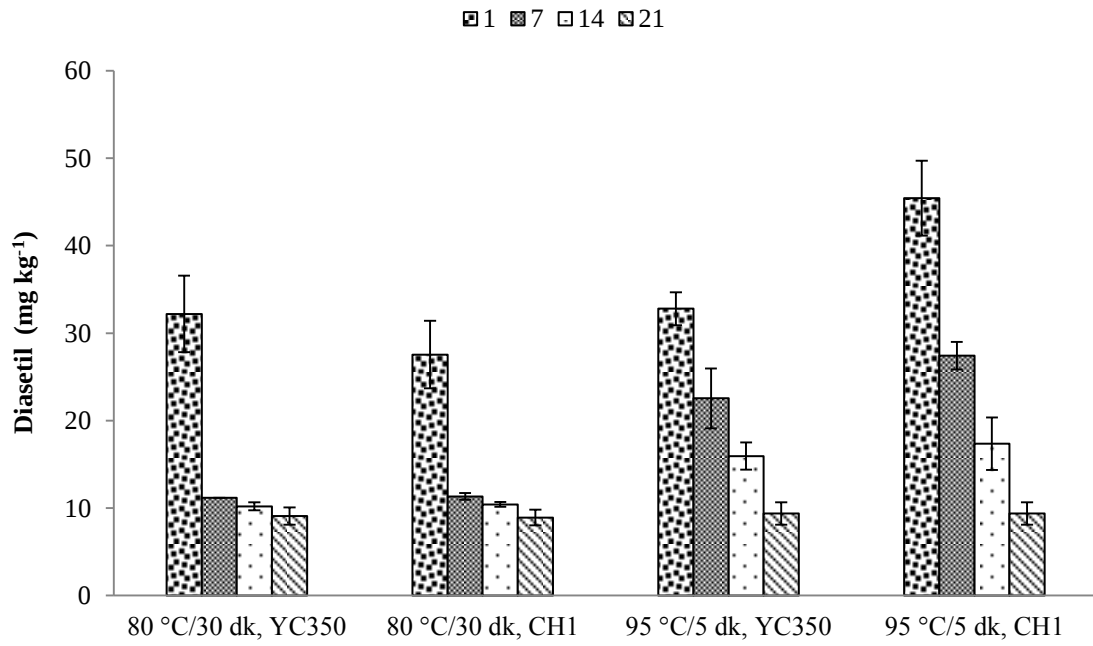
Uygulama	Bileşenler	Depolama (gün)				Ortalama
		1.	7.	14.	21.	
80°C/30 dk, YC350	Asetaldehit (mg/kg)	3,24	5,09	7,55	23,1	
	Aseton (mg/kg)	3,68	2,73	1,82	1,18	
	Asetaldehit: Aseton	0,88	1,86	4,16	19,64	6,63
80°C/30 dk, CH1	Asetaldehit (mg/kg)	3,98	17,91	33,29	47,64	
	Aseton (mg/kg)	5,79	3,37	2,96	1,13	
	Asetaldehit: Aseton	0,69	5,32	11,23	42,12	14,84
95°C/5 dk, YC350	Asetaldehit (mg/kg)	2,15	4,68	17,09	35,01	
	Aseton (mg/kg)	5,54	4,07	3,79	2,45	
	Asetaldehit: Aseton	0,39	1,15	4,51	14,28	5,08
95°C/5 dk, CH1	Asetaldehit (mg/kg)	7,41	19,53	36,06	53,34	
	Aseton (mg/kg)	13,59	9,7	7,28	2,39	
	Asetaldehit: Aseton	0,55	2,01	4,95	22,28	7,45

Depolama süresinin etanol miktarı üzerine etkisinin önemli ($P<0,001$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30). Depolama süresince etanol miktarı azalmış ve depolamanın sonunda minimum düzeye ulaşmıştır (Şekil 4.38.). Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da araştırmacılar etanol bileşeni için buna benzer sonuçlar belirtmişlerdir (Vahcic ve Hruskar, 2000; Ekinci ve Gürel, 2007). Depolama süresince örneklerin ortalama etanol içeriklerine bakıldığında YC350 kültürü kullanılan örneklerin (23,26–25 mg/kg) CH1 kültürü kullanılan örneklere (10,86–15,32) göre daha yüksek etanol içeriğine sahip olduğu görülmüş ve kültür çeşidinin ortalamalar üzerine olan etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Güler (2009)’in farklı yoğurt kültürleri kullanarak yaptığı çalışmada da YC350 kullanılan örneklerin etanol içeriklerinin CH1 kültürü kullanılanlara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek etanol içeriğine 95YC350 (25 mg/kg) sahip olurken onu sırasıyla 80YC350 (23,26 mg/kg), 95CH1 (15,32 mg/kg), 80CH1 (10,86 mg/kg) takip etmiştir. Çizelge 4.30 incelendiğinde sıcaklık x kültür interaksyonunun etanol miktarı üzerine etkisinin önemli ($P<0,05$) bulunduğu görülmektedir.

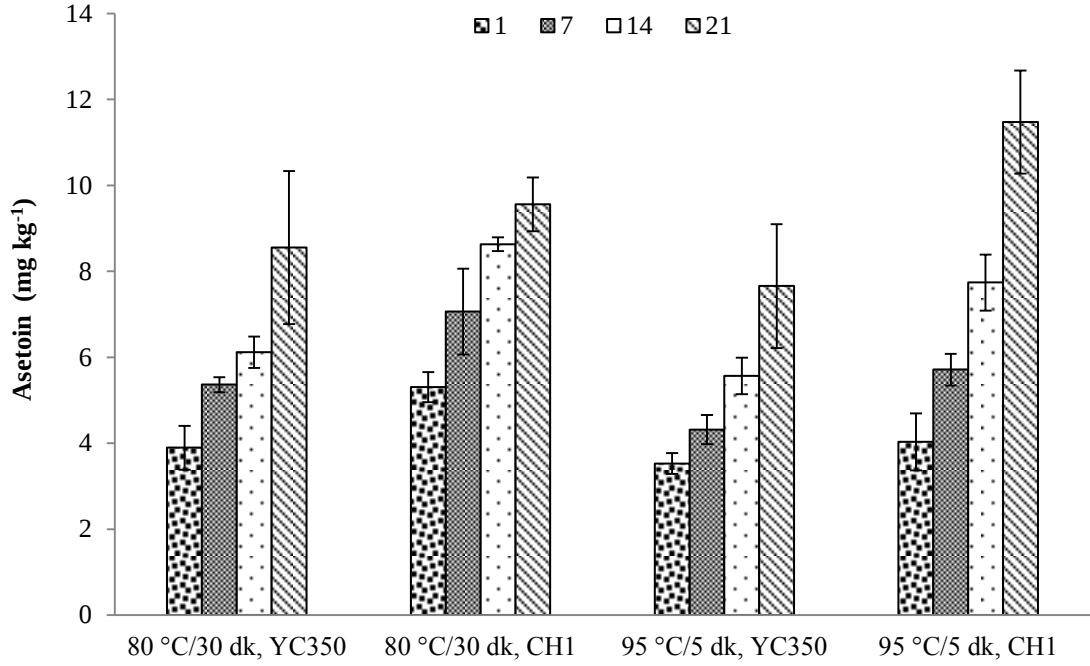
Yoğurtların diasetil miktarı üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Diasetil içeriği tüm örneklerde depolama süresince azalmıştır (Şekil 4.39.). Depolama süresince diasetil miktarında görülen azalmanın sebebi daha önce yapılan bazı çalışmalarda mikrobiyal enzimler tarafından hidrolizi sonucu başka bileşenlere dönüşmesi olarak belirtilmiştir (Georgala ve ark., 1995; Beshkova ve ark., 1998; Tamime ve Robinson, 2001). Diasetil içeriğinde gözlenen azalmaya karşın asetoin miktarlarında önemli düzeyde artma gözlemlenmiştir (Şekil 4.40.). Balcı, (2008) tarafından farklı kültür ve süt tipleri kullanılarak yapılan çalışmada da diasetil ve asetoin arasında benzer sonuç elde edilmiş ve bunun sebebinin diasetilin asetoine indirgenmesi olabileceğini belirtmiştir. Ortalama diasetil içeriği açısından depolama süresince 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerin daha yüksek diasetil içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak sıcaklığın ortalamalar üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.



Şekil 4.38. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında etanol miktarının değişimi



Şekil 4.39. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında diasetil miktarının değişimi



Şekil 4.40. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında asetoin miktarının değişimi

Asetoin bileşeni depolama süresince tüm yoğurt örneklerinde 3,53–11,48 mg/kg aralığında miktarlarda tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu bileşenin 1,2–28,2 mg/kg aralığında tespit edildiği belirtilmiştir (Beshkova ve ark., 1998; Alonso ve Fraga, 2001; Pourahmad ve Assaidi, 2005). Tüm yoğurt örneklerinde depolama ile asetoin miktarının arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.40.). İstatistiksel olarak depolamanın asetoin üzerine etkisi önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Birincil olarak asetoin laktik asit bakterilerinin aktiviteleri sonucu laktoz ve sitrattan üretilebildiği gibi asetolaktat dekarboksilaz enzimi aktivitesi ile α -asetolaktattan da oluşabilir (Molimard ve Spinnler, 1996; Ott ve ark., 1999; McSweeney ve Sousa, 2000). Çalışmamızda depolama süresince asetoin miktarı artarken diasetil miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresince asetoin miktarındaki artmanın sebebi diasetil redüktaz enzimi ile diasetilin asetoina dönüştürülmesinden kaynaklanabilir (Collins, 1972). Çizelge 4.30'daki veriler incelendiğinde CH1 kültürü kullanılan örneklerin YC350 kullanılanlara göre daha yüksek asetoin içeriğine sahip olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak kültür çeşidinin ortalamalar üzerine etkisi önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Depolamanın sonunda en yüksek asetoin değerine 95CH1 (11,48 mg/kg)

örneği sahip olmuş ve onu sırasıyla 80CH1 (9,56 mg/kg) ve 80YC350 (8,55 mg/kg), 95YC350 (7,66 mg/kg) izlemiştir. Sıcaklık x kültür interaksyonunun asetoin ortalamaları üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

4.2.4. Yoğurt Örneklerinde Serbest Amino Asitler

Süt ve yoğurdun azotlu bileşen profilleri fermentasyon ve soğuk depolama sürecinde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*’un proteolitik aktivitesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Temel olarak azotlu bileşiklerin miktarında artma yönündeki değişim peptitlerin ve amino asitlerin süt proteinlerinden açığa çıkmasından kaynaklanır (Tamime ve Robinson, 2001).

Depolanan yoğurt örneklerinde toplamda 20 serbest amino asit (aspartik asit, glutamik asit, asparjin, serin, glisin, glutamin, histidin, arjinin, treonin, alanin, prolin, tirozin, valin, metiyonin, sistein, izolösin, lösin, fenilalanin, triptofan, lisin) tespit edilmiştir. Belirlenen amino asitlere ait kromatogram örneği Ek.3’de verilmiştir. Tüm yoğurt örneklerinde en yüksek amino asit prolin olmuş ve onu sırasıyla aspartik asit, glutamik asit, valin, tirozin, treonin, histidin, asparajin, serin, alanin, glutamin, lösin, arjinin, glisin izlemiştir (Çizelge 4.32). Bazı araştırmacılar da prolin ve glutamik asitin yoğurtta başlıca amino asitlerden olduklarını belirtmişlerdir (Omae ve ark., 2008; Tamime ve Deeth, 1980). Glutamik asit, prolin, alanin ve serin gibi amino asitlerin yoğurtta birikmesinin ve diğer amino asitlere göre daha yüksek oranda bulunmasının sebebi *S.thermophilus* ve *L .delbrueckii subsp. bulgaricus* bakterilerinin fermentasyon ve gelişim için bu amino asitleri tercih etmemesinden kaynaklanabilir (Tamime ve Robinson, 2001).

Bazı araştırmacılar asetaldehit oluşumunu öncelikli olarak treonin aldolaz enzimi vasıtasıyla treoninin parçalanması sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir (Tamime ve Deeth, 1980; Molimard ve Spinnler, 1996). Ancak çalışmamızda treoninin yüksek tespit edildiği örneklerde asetaldehit içeriği de yüksek tespit edilmiştir. Treoninden asetaldehit oluşumunda bir yan ürün olan glisin de depolama ile azalma eğilimi göstermiştir. Sonuç olarak yoğurt tat ve aromasından sorumlu başlıca bileşenlerden olan asetaldehitin oluşumunda kültüre ve gelişim ortamına bağlı olarak farklı metabolik yolların izlendiği ifade edilebilir. Alanin içeriğinin önemli düzeyde düşük belirlendiği 95CH1 örneğinde ise asetaldehit içeriğinin yüksek miktarda belirlenmesi asetaldehitin strecker parçalanmasıyla oluşumunun kültüre ve gelişim ortamına bağlı olmasından kaynaklanabilir. Aromatik amino asitlerden fenilalanin, triptofan, tirozin miktarları açısından yoğurt örnekleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Yüksek fenilalanin ve

triptofan içeriğine sahip olan örneklerde tirozin miktarı düşük belirlenmiş yüksek tirozin olanlarda ise tam tersi bir durum gözlemlenmiştir. Bu üç amino asit depolamaya bağlı olarak önemli düzeyde artma göstermiştir.

Kükürt içeren amino asitlerden metionin yalnızca depolamanın 14 ve 21. günlerinde süte 80°C’de 30 dk ısıt işlem uygulanmış YC350 kültürü kullanılmış yoğurtta belirlenmiş iken hem metionin hem de sistein süte 95°C’de 5 dk ısıt işlem uygulanan örneklerde tespit edilmemiştir. Söz konusu amino asitler serum proteinlerinde bulunduğu ve yüksek ısıt işlem normu sırasında bunların denature olması sonucu k-kazein+ α -laktalbumin ve β -laktoglobulin kompleksinin oluşumu sağlandığından yoğurt bakterilerince serbest hale getirilmesi ve ortamda birikmesi engellenebilir.

Çizelge 4.32. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Serbest Amino Asitler (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Aspartik asit	1	5,56±0,12 ^{a,A}	9,66±0,16 ^{c,A}	8,16±0,18 ^{b,A}	30,16±3,16 ^{d,A}
	7	7,18±0,13 ^{a,B}	13,25±1,28 ^{c,B}	8,68±0,31 ^{b,B}	31,76±3,41 ^{d,B}
	14	27,16±2,10 ^{b,C}	27,16±2,16 ^{b,C}	9,16±0,36 ^{a,C}	35,85±4,11 ^{c,C}
	21	32,79±2,32 ^{b,D}	27,68±1,68 ^{a,C}	27,35±1,22 ^{c,D}	37,86±3,89 ^{c,D}
	ort1	18,17±1,17	19,44±1,32	13,34±0,52	33,91±3,64
	ort2	18,81±1,25 ^x		23,63±2,08 ^y	
Glutamik asit	1	21,08±2,12 ^{c,B}	8,42±0,27 ^{a,A}	9,27±1,16 ^{ab,A}	10,12±0,89 ^{b,A}
	7	14,11±3,13 ^{c,A}	13,22±1,24 ^{b,B}	11,48±1,22 ^{a,B}	12,76±1,12 ^{b,B}
	14	26,36±2,46 ^{c,C}	30,43±1,51 ^{d,C}	22,04±2,31 ^{b,C}	13,68±2,11 ^{a,C}
	21	33,45±2,38 ^{c,D}	34,36±2,24 ^{d,D}	29,45±1,29 ^{b,D}	18,16±2,21 ^{a,D}
	ort1	23,75±2,52	21,61±1,32	18,06±1,50	13,68±1,58
	ort2	22,68±1,92 ^y		15,87±1,54 ^x	
Asparjin	1	11,12±0,86 ^{c,C}	8,68±1,32 ^{b,B}	5,48±0,72 ^{a,B}	12,34±2,12 ^{d,B}
	7	10,34±0,75 ^{d,B}	5,89±0,86 ^{b,A}	5,11±0,65 ^{a,A}	8,72±1,16 ^{c,A}
	14	7,14±1,12 ^{b,A}	9,13±1,14 ^{c,C}	5,46±0,58 ^{a,C}	15,83±3,11 ^{d,C}
	21	11,92±0,98 ^{c,D}	9,48±1,32 ^{b,D}	6,67±0,88 ^{a,D}	16,58±2,24 ^{d,D}
	ort1	10,13±0,93	8,30±1,16	5,68±0,71	13,37±2,16
	ort2	9,22±1,05 ^y		9,53±1,44 ^x	
Serin	1	6,32±0,78 ^{a,A}	7,24±0,86 ^{bc,A}	6,94±1,21 ^{ab,B}	7,58±1,13 ^{c,A}
	7	9,38±0,66 ^{d,D}	7,63±1,12 ^{b,B}	5,33±1,08 ^{a,A}	9,14±2,12 ^{c,B}
	14	7,88±1,12 ^{a,B}	8,19±1,16 ^{b,C}	8,24±0,98 ^{c,C}	11,08±1,21 ^{d,C}
	21	9,12±0,86 ^{b,C}	8,46±1,22 ^{a,D}	11,34±1,32 ^{c,D}	11,59±2,14 ^{d,D}
	ort1	8,18±0,86	7,88±1,09	7,96±1,15	9,85±1,65
	ort2	8,03±0,98 ^x		8,91±1,41 ^y	
Glisin	1	2,52±0,67 ^{a,A}	3,62±0,86 ^{b,A}	5,83±0,88 ^{d,C}	4,34±1,12 ^{c,C}
	7	4,68±0,86 ^{c,B}	4,29±0,72 ^{b,A}	4,04±1,12 ^{a,A}	4,04±0,86 ^{a,B}
	14	6,32±1,12 ^{d,D}	3,44±0,66 ^{a,A}	4,34±0,89 ^{c,B}	3,84±0,62 ^{b,B}
	21	5,24±0,98 ^{a,C}	4,24±0,68 ^{a,A}	4,04±1,13 ^{a,A}	3,81±0,72 ^{a,A}
	ort1	4,69±0,91	3,90±0,73	4,56±1,01	4,01±0,83
	ort2	4,30±0,82		4,29±0,92	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d}: Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E}: Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

Çizelge 4.32. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Serbest Amino Asitler (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Glutamin	1	4,83±0,68 ^{b,A}	4,84±0,72 ^{a,A}	6,64±0,44 ^{d,B}	5,34±0,89 ^{c,B}
	7	7,44±1,14 ^{d,B}	7,04±0,88 ^{c,B}	5,74±0,68 ^{b,A}	4,83±0,72 ^{a,A}
	14	9,24±1,32 ^{d,C}	6,09±0,74 ^{c,C}	7,86±1,12 ^{b,C}	6,14±0,78 ^{a,C}
	21	13,59±2,16 ^{d,D}	10,92±1,24 ^{c,D}	8,82±0,84 ^{b,D}	6,64±1,12 ^{a,D}
	ort1	8,78±1,33	7,23±0,90	7,27±0,77	5,74±0,88
	ort2	8,01±1,12 ^x		6,51±0,83 ^y	
Histidin	1	11,21±3,24 ^{d,C}	10,19±2,48 ^{b,B}	9,32±2,24 ^{a,A}	10,47±3,12 ^{c,A}
	7	10,08±2,72 ^{c,B}	10,22±1,86 ^{b,A}	10,02±1,25 ^{a,B}	10,19±2,26 ^{b,B}
	14	10,19±1,68 ^{a,A}	10,72±2,32 ^{c,C}	10,72±2,12 ^{c,C}	10,27±2,18 ^{b,C}
	21	11,17±1,21 ^{b,D}	10,92±1,92 ^{a,D}	11,87±1,86 ^{c,D}	10,89±1,86 ^{a,D}
	ort1	10,66±2,21	10,51±2,15	10,48±1,87	10,46±2,36
	ort2	10,58±2,18 ^x		10,47±2,12 ^y	
Arjinin	1	4,22±0,86 ^{b,A}	5,68±0,72 ^{c,A}	3,74±0,65 ^{a,A}	3,67±0,62 ^{a,A}
	7	10,38±0,72 ^{c,C}	12,04±0,49 ^{d,C}	6,82±1,91 ^{b,C}	4,24±0,74 ^{a,B}
	14	6,27±0,81 ^{c,B}	7,34±1,10 ^{d,B}	5,69±1,21 ^{b,B}	4,18±0,68 ^{a,C}
	21	13,62±1,12 ^{c,D}	14,58±1,24 ^{d,D}	9,44±0,92 ^{b,D}	5,24±1,13 ^{a,D}
	ort1	8,63±0,88	9,91±0,89	6,43±1,17	4,33±0,79
	ort2	9,27±0,89 ^x		5,38±0,98 ^y	
Treonin	1	3,64±0,64 ^{a,A}	12,14±1,28 ^{d,A}	9,34±1,52 ^{b,A}	10,04±0,92 ^{c,A}
	7	5,04±0,58 ^{a,B}	12,52±2,18 ^{c,B}	10,34±1,41 ^{b,B}	13,21±0,78 ^{d,B}
	14	13,94±1,14 ^{b,C}	13,64±1,86 ^{a,C}	14,68±2,62 ^{c,C}	14,58±1,23 ^{c,C}
	21	20,04±3,21 ^{c,D}	17,52±2,24 ^{b,D}	21,78±3,21 ^{d,D}	17,14±2,12 ^{a,D}
	ort1	10,67±1,39	13,96±1,89	14,04±2,19	13,74±1,26
	ort2	12,32±1,64 ^x		13,89±1,73 ^y	
Alanin	1	5,63±0,72 ^{c,A}	8,47±0,66 ^{d,A}	4,27±0,73 ^{b,A}	-
	7	7,48±1,16 ^{b,C}	8,76±0,72 ^{c,B}	8,46±0,87 ^{c,C}	5,14±0,98 ^{a,B}
	14	7,24±0,79 ^{c,B}	10,42±1,14 ^{d,C}	6,92±0,69 ^{b,B}	5,64±1,02 ^{a,C}
	21	16,32±2,12 ^{d,D}	10,87±2,17 ^{c,D}	9,63±0,99 ^{b,D}	6,69±0,76 ^{a,D}
	ort1	9,17±1,20	9,63±1,17	7,32±0,82	5,82±0,92
	ort2	9,40±1,19 ^y		6,57±0,87 ^x	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E} : Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

Çizelge 4.32. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Serbest Amino Asitler (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Prolin	1	56,64±3,26 ^{c,B}	77,75±4,12 ^{d,B}	30,56±3,28 ^{a,A}	49,76±2,26 ^{b,A}
	7	56,04±2,82 ^{c,A}	71,65±3,52 ^{d,A}	35,74±2,27 ^{a,B}	54,26±2,17 ^{b,B}
	14	59,78±3,12 ^{b,C}	88,36±7,16 ^{c,C}	55,65±1,36 ^{a,C}	55,48±3,16 ^{a,C}
	21	63,85±2,86 ^{b,D}	94,28±6,55 ^{d,D}	56,04±2,11 ^{a,C}	65,76±2,62 ^{c,D}
	ort1	59,08±3,02	83,01±5,34	44,50±2,26	56,32±2,55
	ort2	71,05±4,18 ^y		50,41±2,26 ^x	
Tirozin	1	13,04±2,12 ^{c,A}	15,65±1,36 ^{d,A}	7,14±1,12 ^{a,A}	7,58±2,15 ^{a,A}
	7	13,55±1,62 ^{c,B}	15,68±1,27 ^{d,A}	9,23±0,92 ^{a,B}	11,42±3,12 ^{b,B}
	14	16,75±2,31 ^{b,C}	19,49±2,62 ^{c,B}	17,44±2,34 ^{b,C}	14,55±1,26 ^{a,C}
	21	17,86±3,14 ^{a,D}	20,56±1,86 ^{b,C}	26,86±4,12 ^{c,D}	18,38±2,32 ^{a,D}
	ort1	15,30±2,30	17,85±1,78	15,17±2,13	12,98±2,21
	ort2	16,58±2,04 ^y		14,08±2,17 ^x	
Valin	1	17,21±1,26 ^{c,C}	7,66±1,23 ^{a,A}	9,77±2,13 ^{b,C}	25,55±1,92 ^{d,C}
	7	14,04±2,31 ^{c,B}	13,28±2,25 ^{b,B}	8,14±1,86 ^{a,B}	23,86±2,12 ^{d,B}
	14	9,48±1,85 ^{b,A}	14,68±1,81 ^{c,C}	7,68±2,12 ^{a,A}	20,26±3,11 ^{d,A}
	21	17,86±2,26 ^{a,D}	25,26±2,12 ^{b,D}	25,32±3,24 ^{b,D}	34,68±4,26 ^{c,D}
	ort1	14,65±1,92	15,22±1,85	12,73±2,34	26,09±2,85
	ort2	14,94±1,89 ^x		19,41±2,60 ^y	
Metiyonin	1	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	0,42±0,00 ^{b,B}	-	-	-
	21	1,32±0,06 ^{b,C}	-	-	-
	ort1	0,87±0,03	-	-	-
	ort2	0,87±0,03		-	
Sistein	1	-	0,72±0,03 ^{b,A}	-	-
	7	-	1,12±0,13 ^{b,B}	-	-
	14	9,84±1,21 ^{c,B}	2,24±0,21 ^{b,C}	-	-
	21	22,92±3,24 ^{c,C}	2,54±0,28 ^{b,D}	-	-
	ort1	16,38±2,23	1,66±0,16	-	-
	ort2	9,02±1,19		-	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E} : Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

Çizelge 4.32. (Devam) Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asit miktarları (mg/kg) (ort±sd) (n=3)

Serbest Amino Asitler (mg/kg)	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
İzolösin	1	1,32±0,26 ^{d,C}	0,98±0,12 ^{a,B}	0,98±0,09 ^{b,C}	1,14±0,18 ^{c,B}
	7	0,94±0,02 ^{c,B}	0,86±0,16 ^{d,A}	0,16±0,01 ^{a,B}	0,67±0,11 ^{b,A}
	14	0,86±0,06 ^{b,A}	1,10±0,21 ^{c,C}	0,08±0,02 ^{a,A}	1,22±0,30 ^{d,C}
	21	1,57±0,08 ^{d,D}	1,32±0,10 ^{a,D}	1,49±0,18 ^{c,D}	1,34±0,20 ^{b,D}
	ort1	1,17±0,11	1,07±0,15	0,68±0,08	1,09±0,20
	ort2	1,12±0,13 ^y		0,89±0,14 ^x	
Lösin	1	7,12±0,68 ^{a,A}	8,24±1,12 ^{d,C}	7,54±0,86 ^{c,C}	7,48±0,67 ^{b,B}
	7	7,14±0,72 ^{b,A}	7,08±0,98 ^{b,B}	6,34±1,12 ^{a,B}	6,34±0,86 ^{a,A}
	14	7,52±1,21 ^{c,B}	6,64±0,76 ^{b,A}	5,86±0,99 ^{a,A}	9,04±1,32 ^{d,C}
	21	9,04±2,14 ^{a,C}	9,04±1,13 ^{a,D}	9,04±1,21 ^{a,D}	9,44±0,98 ^{b,D}
	ort1	7,71±1,19	7,75±0,99	7,20±1,05	8,08±0,96
	ort2	7,73±1,09		7,64±1,01	
Fenilalanin	1	0,89±0,21 ^{c,A}	0,79±0,16 ^{a,B}	0,54±0,10 ^{d,B}	0,54±0,20 ^{b,A}
	7	0,89±0,18 ^{c,A}	0,54±0,12 ^{b,A}	0,40±0,12 ^{a,A}	1,24±0,32 ^{d,B}
	14	1,14±0,62 ^{b,B}	0,99±0,32 ^{a,C}	1,24±0,42 ^{c,C}	1,29±0,46 ^{d,C}
	21	1,24±0,56 ^{a,C}	1,34±0,62 ^{b,D}	1,38±0,32 ^{c,D}	1,63±0,24 ^{d,D}
	ort1	1,04±0,39	0,92±0,31	0,89±0,24	1,18±0,31
	ort2	0,98±0,35 ^x		1,04±0,28 ^y	
Triptofan	1	0,67±0,12 ^{c,B}	0,55±0,08 ^{a,A}	1,28±0,26 ^{d,A}	0,55±0,18 ^{b,A}
	7	0,55±0,33 ^{a,A}	1,47±0,26 ^{d,C}	1,35±0,18 ^{c,B}	1,35±0,27 ^{b,B}
	14	1,22±0,18 ^{b,C}	1,16±0,32 ^{a,B}	1,41±0,32 ^{c,C}	1,59±0,32 ^{d,C}
	21	1,53±0,32 ^{a,D}	2,32±0,36 ^{b,D}	1,53±0,21 ^{a,D}	2,39±1,26 ^{d,D}
	ort1	0,99±0,24	1,38±0,26	1,39±0,24	1,47±0,51
	ort2	1,18±0,25 ^x		1,43±0,38 ^y	
Lisin	1	-	0,39±0,12 ^{c,A}	0,31±0,13 ^{b,A}	0,66±0,16 ^{d,A}
	7	0,57±0,16 ^{b,B}	0,57±0,21 ^{b,B}	0,44±0,21 ^{a,B}	0,66±0,13 ^{c,A}
	14	1,14±0,42 ^{d,C}	0,92±0,28 ^{b,C}	0,96±0,32 ^{c,C}	0,70±0,25 ^{a,A}
	21	1,27±0,66 ^{d,D}	0,93±0,26 ^{b,C}	1,52±0,63 ^{c,D}	0,88±0,18 ^{a,B}
	ort1	0,99±0,41	0,70±0,22	0,81±0,32	0,73±0,18
	ort2	0,85±0,32 ^y		0,77±0,25 ^x	

^{x, y} : Sıcaklıkların ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

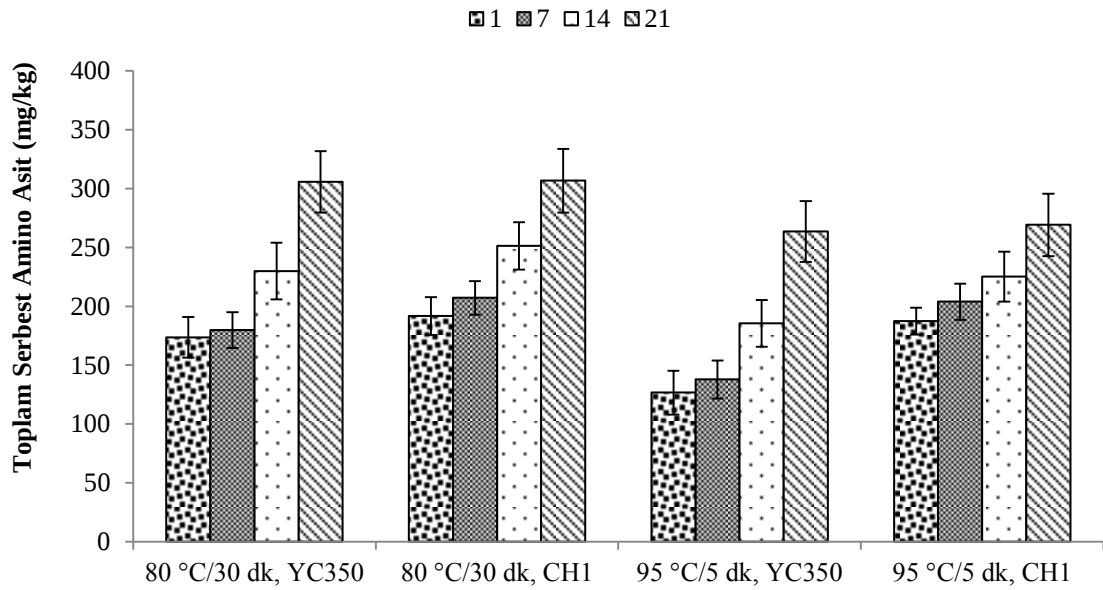
^{a, b, c, d} : Sıcaklık x Kültür interaksyonunun ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.

^{A, B, C, D, E} : Depolama süresi parametresinin ortalamalar üzerinde oluşturduğu farklılıkları göstermektedir

Çizelge 4.33. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serbest amino asitlere ait istatistiksel değerlendirmeler

Serbest Amino Asitler	Sıcaklık	Kültür	Depolama	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x Depolama	Kültür x Depolama	Sıcaklık x Kültür x Depolama
Aspartik asit	***	***	***	***	***	***	***
Glutamik asit	***	***	***	***	***	***	***
Asparjin	***	***	***	***	***	***	***
Serin	***	***	***	***	***	***	***
Glisin	NS	*	NS	NS	NS	**	*
Glutamin	***	***	***	***	***	***	***
Histidin	***	NS	***	**	***	***	***
Arjinin	***	***	***	***	***	***	***
Treonin	***	***	***	***	***	***	***
Alanin	***	***	***	***	***	***	***
Prolin	***	***	***	***	***	***	***
Tirozin	***	***	***	***	***	***	***
Valin	***	***	***	***	***	***	***
Metiyonin	***	***	***	***	***	***	***
Sistein	***	***	***	***	***	***	***
İzolösin	***	***	***	***	***	***	***
Lösin	*	***	***	***	***	***	***
Fenilalanin	***	***	***	***	***	***	***
Triptofan	***	***	***	***	***	***	***
Lisin	***	NS	***	***	***	***	***

*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001

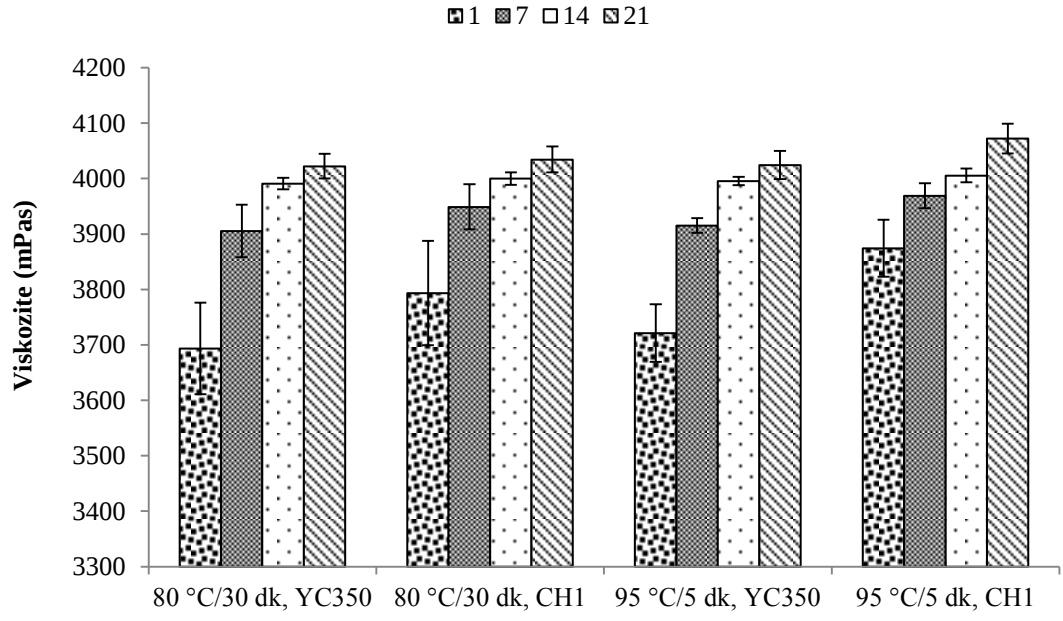


Şekil 4.41. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında toplam serbest amino asit miktarının değişimi

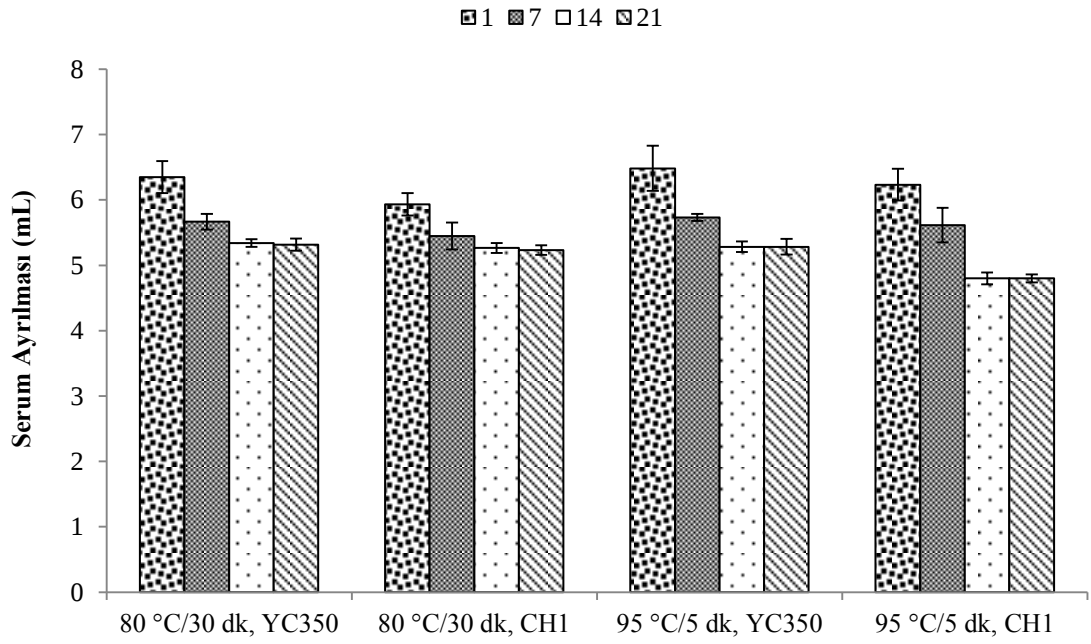
Araştırmacılar yoğurdun toplam amino asit içeriğinin titrasyon asitliği düzeyine önemli düzeyde bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Yani yüksek titrasyon asitliği sergileyen yoğurtlarda toplam amino asit miktarının da yüksek olduğunu ifade etmişlerdir (Tamime ve Robinson, 2001). Luca (1974) ise yoğurt örneklerinde tespit edilen 410–700 mg/kg toplam amino asit içeriği ve 1,72–1,9 g/100g titre edilebilir asitlik değerinin uzatılmış inkübasyon süresiyle starter kültür aktivitesinin artmasının bir sonucu olabileceğini belirtmiştir. Çalışmamızda ise depolama sonunda 95CH1 örneği en yüksek titrasyon asitliği içeriğine (1,24 g/100g) sahip olmuş ve onu sırasıyla 80CH1 (1,23 g/100g), 95YC350 (1,21 g/100g), 80YC350 (1,19 g/100g) takip etmiştir. Aynı kültürün kullanıldığı örnekler incelendiğinde 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulananların 80°C’de 30 dk uygulanan örneklerle göre daha düşük seviyede amino asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. İstatistiksel olarak da sıcaklık faktörünün etkisi glisin dışındaki amino asitler için önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İstatistiksel olarak kültür faktörü lizin ve histidin haricindeki amino asitler için önemli tespit edilirken (Çizelge 4.19) aynı sıcaklığın uygulandığı örneklerde CH1 kültürü kullanılanların daha yüksek amino asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Yoğurt Örneklerinde Fiziksel Özellikler

Depolama süresince yoğurt örnekleri incelendiğinde tüm yoğurt örneklerinde depolama süresine bağlı olarak viskozitenin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.42.). Depolama süresinin sonunda en yüksek viskozite değerine 95CH1 (4072 mPas) örneğinin sahip olmuş ve onu sırasıyla 80CH1 (4034 mPas), 95YC350 (4024 mPas) ve 80YC350 (4020 mPas) takip etmiştir. Bu sıra yoğurtların laktik asit içerikleri ile benzerlik göstermektedir. İstatistiksel olarak depolamanın viskozite değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Anılan örnekler incelendiğinde aynı sıcaklık işleminin uygulandığı örneklerde CH1 kültürü kullanılanların YC350 kullanılanlara göre daha yüksek viskozite değerine sahip oldukları tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak da kültürün viskozite üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerde ise 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerin daha yüksek viskozite değerlerine sahip olduğu belirlenmiş ve viskozite değerleri açısından sıcaklık önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.



Şekil 4.42. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında viskozite değerinin değişimi



Şekil 4.43. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında serum ayrılması değerinin değişimi

Çizelge 4.34. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında fiziksel nitelikler (ort±sd) (n=3)

Nitelikler	Depo.(gün)	Isıl İşlem Normu/Kültür Çeşidi			
		80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
L	1	92,61±3,26 ^B	92,65±3,39 ^B	92,64±3,59 ^B	92,77±3,68 ^B
	7	89,92±0,25 ^{b,A}	89,72±0,21 ^{ab,A}	89,70±0,16 ^{a,A}	89,76±0,16 ^{ab,A}
	14	89,49±0,06 ^{b,A}	89,31±0,13 ^{a,A}	89,36±0,10 ^{a,A}	89,26±0,19 ^{a,A}
	21	89,01±0,26 ^{ab,A}	89,11±0,03 ^{b,A}	88,72±0,48 ^{a,A}	88,82±0,09 ^{a,A}
	ort1	90,26±0,21	90,20±0,94	90,11±1,08	90,15±1,03
	ort2	90,23±0,58		90,13±1,06	
A	1	-3,12±0,44	-3,28±0,67	-3,24±0,61	-3,12±0,53
	7	-3,12±0,07	-3,15±0,09	-3,00±0,15	-3,00±0,25
	14	-3,15±0,12 ^{ab}	-3,27±0,10 ^b	-3,06±0,23 ^a	-3,05±0,24 ^a
	21	-3,25±0,05 ^b	-3,24±0,12 ^{ab}	-3,04±0,25 ^{ab}	-3,04±0,27 ^a
	ort1	-3,16±0,17	-3,24±0,25	-3,09±0,31	-3,05±0,32
	ort2	-3,20±0,21 ^y		-3,07±0,32 ^x	
B	1	10,78±0,17 ^{a,A}	10,92±0,23 ^{ab,A}	11,10±0,31 ^{bc,A}	11,18±0,02 ^{c,A}
	7	11,55±0,21 ^{a,B}	11,42±0,15 ^{a,B}	11,83±0,26 ^{b,B}	11,52±0,16 ^{a,B}
	14	11,87±0,09 ^{a,C}	11,82±0,14 ^{a,C}	12,23±0,10 ^{b,C}	12,17±0,13 ^{b,C}
	21	12,48±0,30 ^{ab,D}	12,41±0,26 ^{a,D}	12,88±0,54 ^{b,D}	12,75±0,52 ^{ab,D}
	ort1	11,67±0,19	11,64±0,20	12,01±0,30	11,91±0,21
	ort2	11,66±0,20 ^x		11,96±0,26 ^y	
WI	1	86,29±1,58 ^C	86,13±1,62 ^C	85,96±1,77 ^C	85,96±1,55 ^C
	7	84,36±0,31 ^{b,B}	84,32±0,25 ^{b,B}	84,03±0,31 ^{a,B}	84,30±0,23 ^{ab,B}
	14	83,83±0,11 ^{b,AB}	83,74±0,19 ^{b,AB}	83,50±0,16 ^{a,AB}	83,48±0,22 ^{a,A}
	21	83,06±0,39 ^{ab,A}	83,17±0,23 ^{b,A}	82,61±0,70 ^{a,A}	82,77±0,44 ^{ab,A}
	ort1	84,39±0,60	84,34±0,57	84,03±0,74	84,13±0,61
	ort2	83,87±0,59 ^x		84,08±0,68 ^y	
C	1	11,23±0,15 ^{a,A}	11,42±0,09 ^{b,A}	11,58±0,16 ^{c,A}	11,62±0,12 ^{c,A}
	7	11,96±0,21 ^{a,B}	11,84±0,15 ^{a,B}	12,20±0,28 ^{b,B}	11,90±0,19 ^{a,B}
	14	12,28±0,09 ^{a,C}	12,26±0,15 ^{a,C}	12,61±0,14 ^{b,C}	12,55±0,14 ^{b,C}
	21	12,89±0,30 ^{ab,D}	12,82±0,27 ^{a,D}	13,23±0,54 ^{b,D}	13,11±0,51 ^{ab,D}
	ort1	12,09±0,19	12,09±0,17	12,41±0,28	12,30±0,24
	ort2	12,09±0,18 ^x		12,36±0,26 ^y	
Viskozite (mPas)	1	2874±51,51 ^{c,A}	2793±94,07 ^{b,A}	2876±64,83 ^{c,A}	2693±82,61 ^{a,A}
	7	2969±22,61 ^{b,B}	2949±40,76 ^{b,B}	2974±5,27 ^{b,B}	2906±47,20 ^{a,B}
	14	3000±11,18 ^{ab,C}	3006±12,36 ^{b,C}	2996±7,26 ^{ab,BC}	2991±10,54 ^{a,C}
	21	3034±23,51 ^{a,D}	3072±26,82 ^{b,D}	3024±25,55 ^{ab,C}	3022±22,24 ^{a,C}
	ort1	2969±27,20	2955±43,50	2968±25,73	2903±40,65
	ort2	2962±35,35 ^y		2935±33,19 ^x	
Serum Ayrılması (mL)	1	6,35±0,24 ^{b,C}	5,93±0,34 ^{a,B}	6,48±0,17 ^{b,C}	6,23±0,24 ^{ab,C}
	7	5,67±0,12 ^{ab,B}	5,45±0,05 ^{a,A}	5,73±0,21 ^{b,B}	5,62±0,26 ^{ab,B}
	14	5,34±0,06 ^{a,A}	5,27±0,08 ^{a,A}	5,28±0,08 ^{a,A}	4,80±0,09 ^{b,A}
	21	5,32±0,09 ^{a,A}	5,23±0,12 ^{a,A}	5,28±0,08 ^{a,A}	4,80±0,06 ^{b,A}
	ort1	5,67±0,13	5,47±0,15	5,69±0,14	5,36±0,16
	ort2	5,57±0,14		5,53±0,15	

Çizelge 4.35. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında fiziksel niteliklere ait istatistiksel değerlendirmeler

Nitelikler	Sıcaklık	Kültür	Depolama	Sıcaklık x Kültür	Sıcaklık x Depolama	Kültür x Depolama	Sıcaklık x Kültür x Depolama
L	NS	NS	***	NS	NS	NS	NS
a	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
b	***	NS	***	NS	NS	NS	NS
WI	*	NS	***	NS	NS	NS	NS
C	***	NS	***	NS	NS	NS	NS
Viskozite	***	***	***	***	NS	***	NS
Serum Ayrılması	NS	***	***	*	***	NS	**

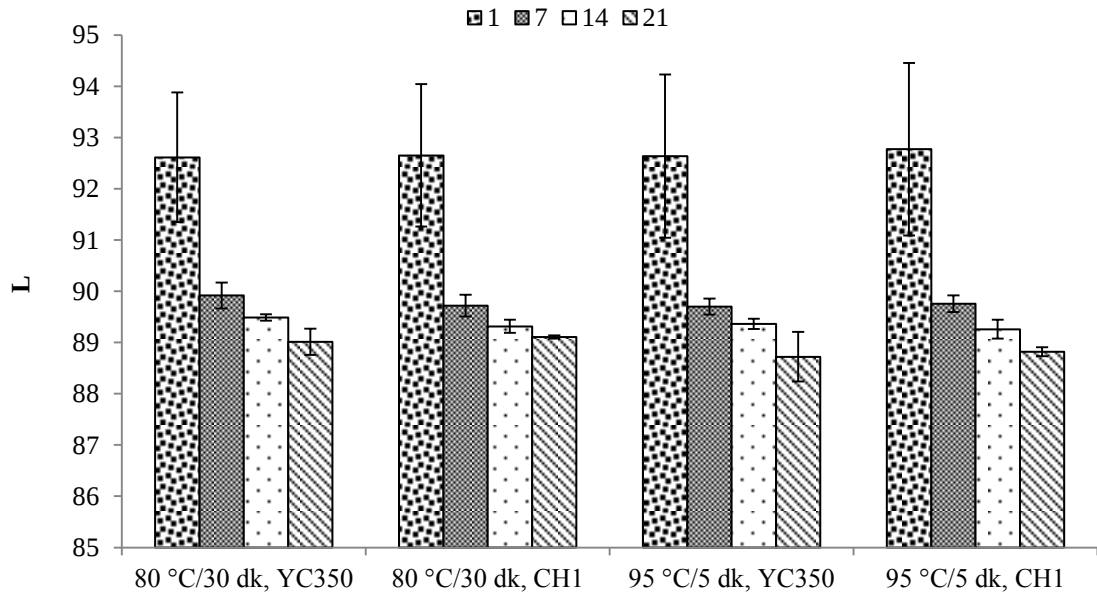
*P<0.05, **P< 0.01, ***P<0.001

Viskozite değerleri depolama süresince artarken aksi şekilde serum ayrılması miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.43.). Viskozitesi artan ürünün su bağlama kapasitesi de arttığından serum ayrılması azalmış olabilmektedir. Depolama süresi sonunda en düşük serum ayrılması değerine 95CH1 (4,80 mL) örneğinin sahip olduğu belirlenmiş ve onu sırasıyla 80CH1 (5,23 mL), 95YC350 (5,28 mL), 80YC350 (5,33 mL) takip etmiştir. İstatistiksel olarak depolamanın serum ayrılması ortalamaları üzerine etkisi önemli (P<0,001) bulunmuştur. Aynı sıcaklığın kullanıldığı örnekler incelendiğinde CH1 kültürü uygulanan örneklerin daha düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiş ve kültürün etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0,001) bulunmuştur. Sıcaklık faktörünün etkisi önemli bulunmazken sıcaklık x depolama interaksiyonunun etkisi serum ayrılması üzerine önemli (P<0,001) bulunmuştur.

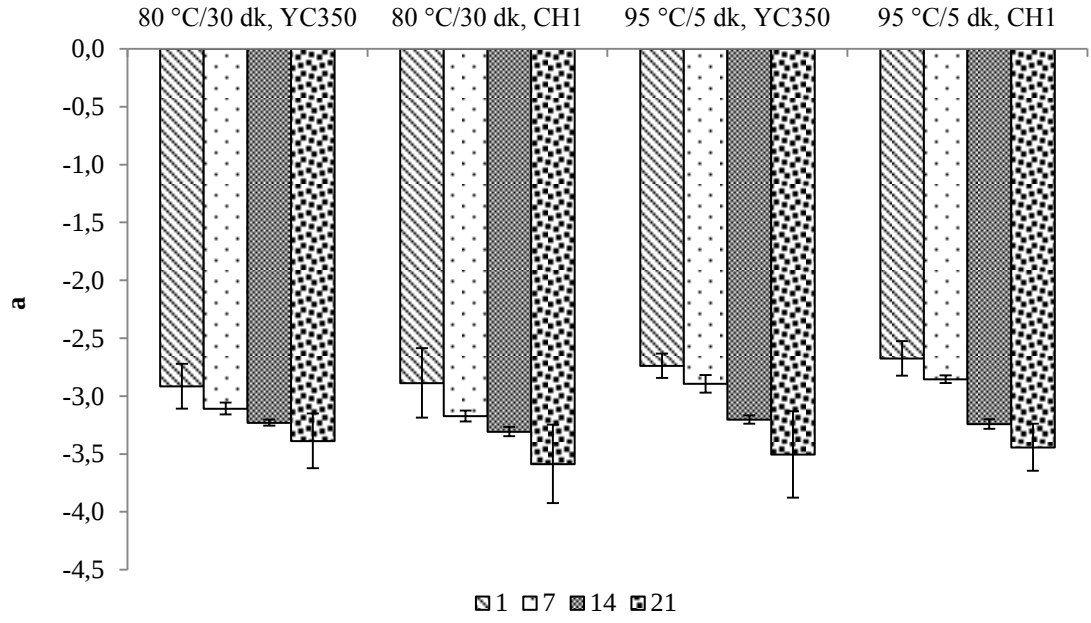
Yoğurdun viskozite ve serum ayrılması düzeyi asitlik gelişiminden doğrudan etkilenmektedir. Asitlik arttıkça, yoğurdun viskozitesi yükselmekte ve serum ayrılmasına direnç göstermektedir. Fermantasyon ve depolama periyodunda asitlik düzeyindeki yükselme, yoğurdun stabilitesini arttırmaktadır (Longton, 1991). Çalışmamızda yoğurt örneklerinde depolama ile viskozite değerlerindeki artma ve serum ayrılması değerlerindeki azalma depolama süresince asitlik gelişiminin artmasından kaynaklanabilir. Çünkü asitliğin artmasına bağlı olarak asit kazein jellerindeki proteinlerde tekrar düzenlemeler olmaktadır. Bu düşüncüyü destekler nitelikte depolama süreci sonunda asitliğin en yüksek olduğu örnekte (95CH1) viskozitenin diğer örneklerden daha yüksek serum ayrılmasının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çelik ve ark., (2009) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde

kontrol örneğinde 28 günlük soğuk depolama sürecinde asitlik gelişimine bağlı olarak viskozite değerinde artma serum ayrılması değerinde azalma eğilimi olduğu belirtilmiştir.

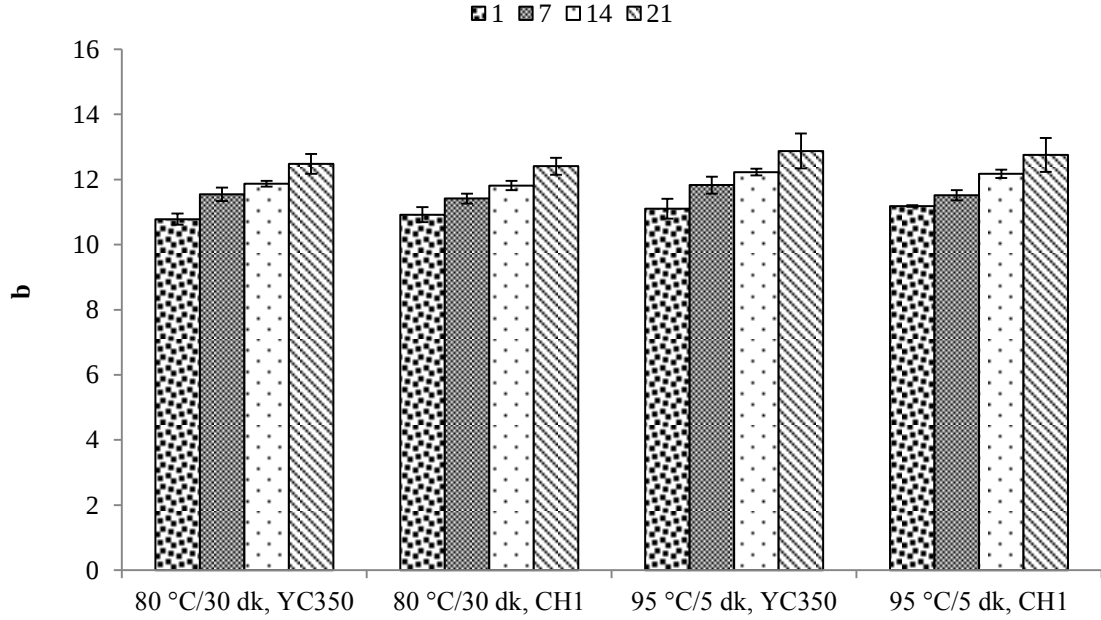
Depolama süresince yoğurt örneklerinin L, a ve b değerleri incelendiğinde tüm örneklerde L (aydınlık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.44.). Depolama süresi sonunda en düşük değere 95YC350 (88,72) örneğinin sahip olduğu ve onu sırasıyla 95CH1 (88,82), 80YC350 (89,01) ve 80CH1 (89,11) izlediği görülmüştür. İstatistiksel olarak depolama faktörünün L değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Örneklerin a (kırmızı–yeşil) ve b (sarı–mavi) değerleri L (aydınlık) değerinin aksine depolama süresince artma göstermişlerdir (Şekil 4.45.–Şekil 4.46.). İstatistiksel olarak sıcaklık ve depolama parametresinin a ve b değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama sonunda 80CH1 örneği en düşük a (-3,59) ve (12,41) değerlerine sahip olmuştur. L, a ve b değerlerine bağlı olarak depolama süresince WI (beyazlık indeksi) değeri azalırken, C (kroma) değeri artmıştır (Şekil 4.47.-Şekil 4.48.). İstatistiksel olarak bu değerler üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmuştur. Depolama sonunda beyazlık indeksi değerleri açısından önemli bir fark bulunmamıştır.



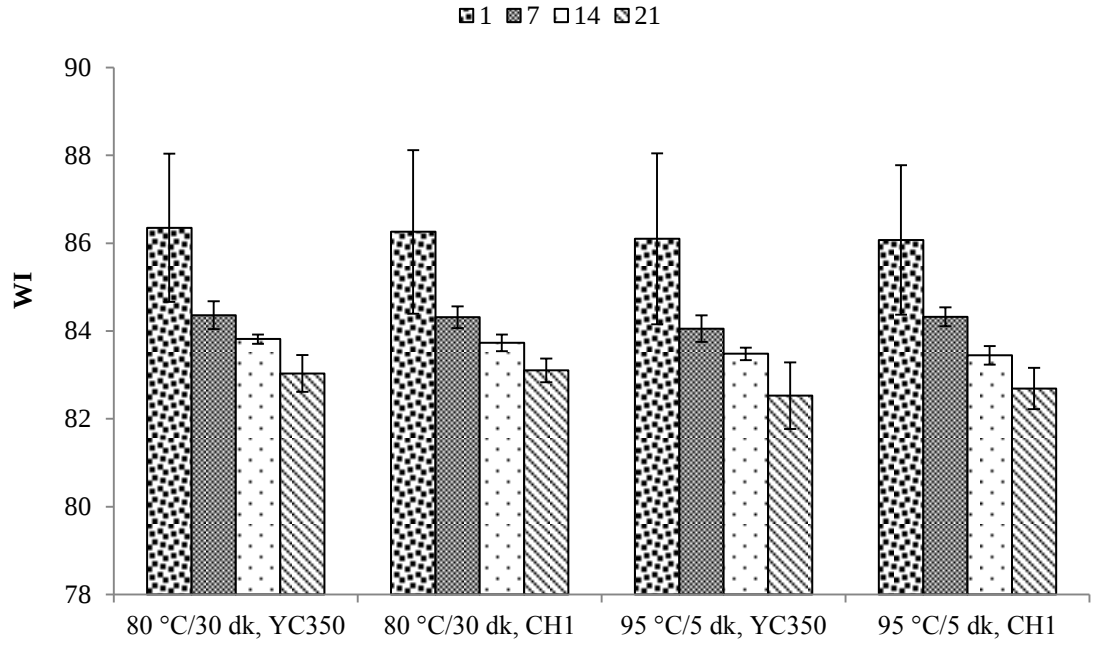
Şekil 4.44. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında L değerinin değişimi



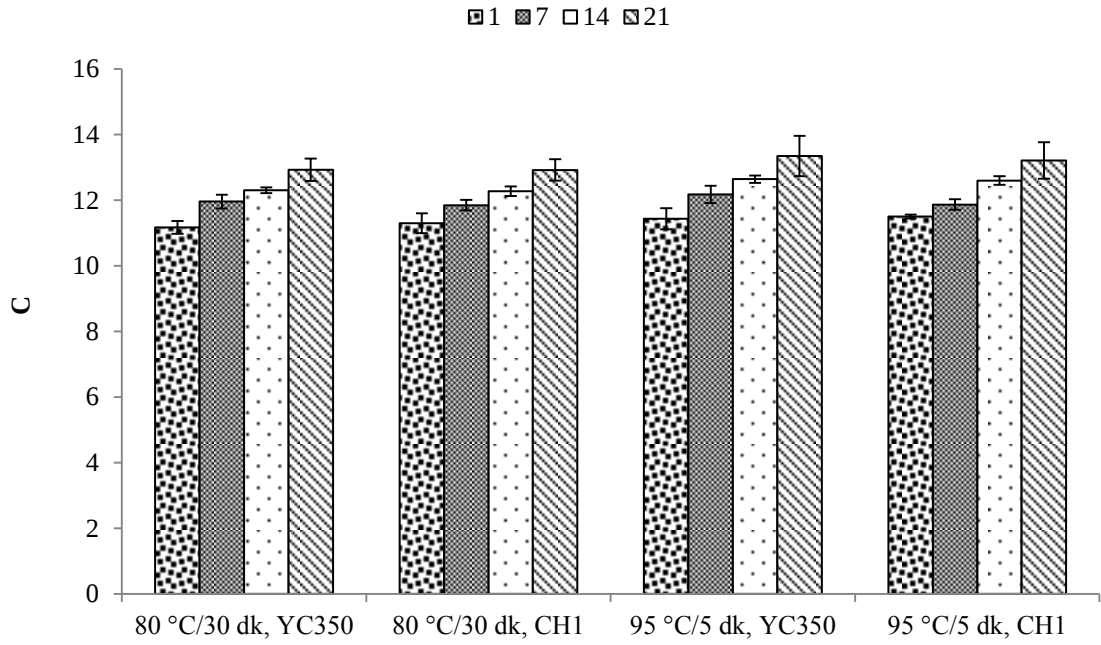
Şekil 4.45. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında a değerinin değişimi



Şekil 4.46. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında b değerinin değişimi



Şekil 4.47. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında beyazlık indeksi değerinin değişimi



Şekil 4.48. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında kroma değerinin değişimi

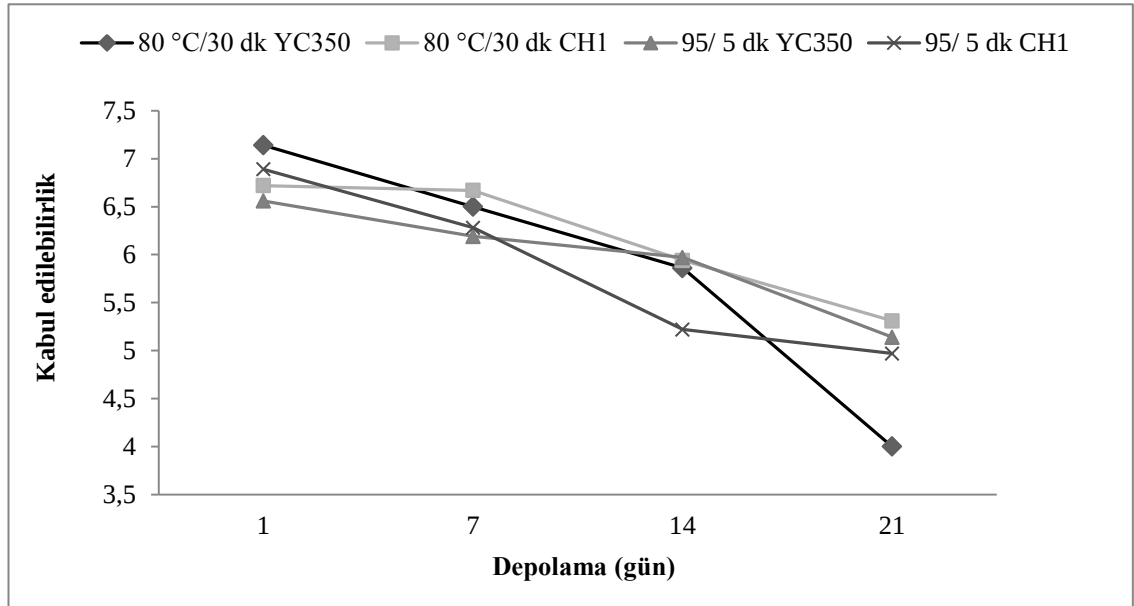
4.2.5. Yoğurt Örneklerinde Duyusal Özellikler

Bir ürünün duyusal nitelikleri tüketicinin beğenisini belirleyen en önemli faktörlerden birisidir. Fermente süt ürününün üretiminde kullanılan kültür çeşidi ve sütün türü de ürünün duyusal kalitesini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. CH1, YC350 starter kültürleri kullanılarak inek sütü ile üretilen yoğurtları, panelistler depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde tat/aroma, yapı/tekstür, görsel nitelikleri bakımından değerlendirmiş ve genel kabul edilebilirlik derecesini belirlemişlerdir. Yoğurtlarda depolama sırasında duyusal niteliklerde önemli düzeyde ($P<0,001$) azalma eğilimi gözlemlenmiştir. En yüksek L değerine sahip olan 80YC350 örneğinin en düşük görsel nitelik puanına sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek WI değerine sahip olan 95CH1 örneği ise en yüksek puanı almıştır. Depolama süresince en düşük viskozite ve en yüksek serum ayrılması oranına sahip olan 95CH1 ve 95YC350 örnekleri yapı ve tekstür nitelikleri açısından en düşük puanı almışlardır.

Depolama ile tüm örneklerde genel kabul edilebilirlik puanının düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.49.). İstatistiksel olarak depolama faktörünün etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama süresi sonunda en yüksek kabul edilebilirlik değerine 80CH1 (5,31–orta/iyi) örneği sahip olmuş ve onu sırasıyla 95YC350 (5,14–orta/iyi), 95CH1 (4,97–zayıf/orta) ve 80YC350 (4–zayıf/orta) takip etmiştir. İstatistiksel olarak sıcaklık x kültür interaksiyonunun genel kabul edilebilirlik üzerine etkisi önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Depolama ile genel kabul edilebilirliğin düşmesi depolamanın sonlarına doğru laktik asite kıyasla bütanoik, formik ve propiyonik asitlerin; bunların yanısıra aromatik amino asitler tirozin, fenilalanin ve triptofanın önemli düzeyde artmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.36. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında duyuşal niteliklerin değışimi (ort $\pm$ sd) (n=3)

Duyuşal Nitelikler	Depo.(gün)	80°C/30 dk		95°C/5 dk	
		YC-350	CH-1	YC-350	CH-1
Tat ve Aroma Nitelikleri	1	4,65 $\pm$ 0,2 ^{a,D}	4,72 $\pm$ 0,7 ^{c,D}	4,68 $\pm$ 0,6 ^{b,D}	4,75 $\pm$ 0,4 ^{d,D}
	7	4,48 $\pm$ 0,1 ^{a,C}	4,53 $\pm$ 0,5 ^{b,C}	4,59 $\pm$ 0,5 ^{c,C}	4,60 $\pm$ 0,4 ^{d,C}
	14	4,38 $\pm$ 0,3 ^{c,B}	4,37 $\pm$ 0,4 ^{b,B}	4,50 $\pm$ 0,5 ^{d,B}	4,36 $\pm$ 0,2 ^{a,A}
	21	4,20 $\pm$ 0,3 ^{a,A}	4,35 $\pm$ 0,5 ^{b,A}	4,36 $\pm$ 0,3 ^{c,A}	4,30 $\pm$ 0,3 ^{d,B}
	ort1	4,43 $\pm$ 0,23	4,49 $\pm$ 0,53	4,53 $\pm$ 0,48	4,52 $\pm$ 0,33
	ort2	4,56 $\pm$ 0,38		4,53 $\pm$ 0,41	
Yapı ve Tekstür Nitelikleri	1	4,45 $\pm$ 0,2 ^{d,D}	4,29 $\pm$ 0,2 ^{a,D}	4,30 $\pm$ 0,3 ^{b,D}	4,33 $\pm$ 0,4 ^{c,D}
	7	4,28 $\pm$ 0,1 ^{d,C}	4,26 $\pm$ 0,1 ^{c,C}	4,17 $\pm$ 0,3 ^{a,C}	4,24 $\pm$ 0,5 ^{b,C}
	14	4,06 $\pm$ 0,1 ^{b,B}	4,17 $\pm$ 0,2 ^{d,B}	4,11 $\pm$ 0,5 ^{c,B}	4,04 $\pm$ 0,4 ^{a,B}
	21	3,97 $\pm$ 0,3 ^{b,A}	4,11 $\pm$ 0,1 ^{c,A}	3,97 $\pm$ 0,4 ^{b,A}	3,94 $\pm$ 0,4 ^{a,A}
	ort1	4,19 $\pm$ 0,18	4,21 $\pm$ 0,15	4,14 $\pm$ 0,38	4,14 $\pm$ 0,43
	ort2	4,2 $\pm$ 0,17		4,14 $\pm$ 0,41	
Görsel Nitelikler	1	4,10 $\pm$ 0,4 ^{b,B}	4,09 $\pm$ 0,4 ^{a,B}	4,35 $\pm$ 0,4 ^{d,D}	4,19 $\pm$ 0,2 ^{c,D}
	7	4,23 $\pm$ 0,2 ^{b,C}	4,12 $\pm$ 0,4 ^{a,C}	4,27 $\pm$ 0,4 ^{c,C}	4,32 $\pm$ 0,1 ^{d,C}
	14	4,10 $\pm$ 0,3 ^{b,B}	4,12 $\pm$ 0,2 ^{c,C}	4,10 $\pm$ 0,3 ^{b,B}	4,05 $\pm$ 0,3 ^{a,B}
	21	3,97 $\pm$ 0,3 ^{d,A}	3,96 $\pm$ 0,1 ^{c,A}	3,92 $\pm$ 0,3 ^{b,A}	3,87 $\pm$ 0,3 ^{a,A}
	ort1	4,10 $\pm$ 0,3	4,07 $\pm$ 0,28	4,16 $\pm$ 0,35	4,11 $\pm$ 0,23
	ort2	4,09 $\pm$ 0,29		4,13 $\pm$ 0,29	
Genel kabul edilebilirlik	1	7,14 $\pm$ 0,2 ^{d,D}	6,72 $\pm$ 0,6 ^{b,D}	6,56 $\pm$ 0,6 ^{a,D}	6,89 $\pm$ 0,3 ^{c,D}
	7	6,50 $\pm$ 0,6 ^{c,C}	6,67 $\pm$ 0,5 ^{d,C}	6,19 $\pm$ 0,6 ^{a,C}	6,28 $\pm$ 0,6 ^{b,C}
	14	5,86 $\pm$ 0,5 ^{d,B}	5,94 $\pm$ 0,5 ^{c,B}	5,97 $\pm$ 0,5 ^{d,B}	5,22 $\pm$ 0,4 ^{a,B}
	21	4,00 $\pm$ 0,2 ^{a,A}	5,31 $\pm$ 0,7 ^{d,A}	5,14 $\pm$ 0,5 ^{c,A}	4,97 $\pm$ 0,3 ^{b,A}
	ort1	5,88 $\pm$ 0,38	6,16 $\pm$ 0,58	5,97 $\pm$ 0,55	5,84 $\pm$ 0,4
	ort2	6,02 $\pm$ 0,48		5,9 $\pm$ 0,48	



Şekil 4.49. Yoğurt örneklerinde depolama sırasında genel kabul edilebilirlik değeri­nin değışimi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada kullanılan çiğ inek sütünün kuru madde, protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla $13,02 \pm 0,22$, $3,69 \pm 0,82$, $3,38 \pm 0,72$, $0,6 \pm 0,01$, $0,15 \pm 0,02$, $6,44 \pm 0,24$ olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulaması anılan niteliklerden kuru madde, titrasyon asitliği ve pH değerleri üzerinde farklılık yaratmıştır. Beklendiği gibi inkübasyon süresi de pH ve titrasyon asitliği değerlerini önemli düzeyde etkilemiş; titrasyon asitliği yükselmiş, pH ise düşmüştür. Farklı iki ısıl işlem normu/süresi (80°C 'de 30 dk ve 95°C 'de 5 dk) ve farklı iki ticari kültür (YC350 ve CH1) kullanılan inkübasyon örneklerinde CH1 kültürlü örnekler daha kısa sürede istenilen inkübasyon sonu pH (4.55–4.60) değerine ulaşmıştır. CH1 kültürü kullanılan örneklerden 95°C 'de 5 dk ısıl işlem uygulananın en kısa sürede (245 dk) inkübasyon sonu pH değerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Deneme parametrelerimizden sıcaklık x kültür interaksiyonunun istatistiksel olarak pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Kullanılan kültür ve sıcaklık normu inkübasyon süresini ve inkübasyon süresince titrasyon asitliği ve pH değerlerini etkilemiştir. İnkübasyon süresi sonunda en yüksek titrasyon asitliği değerine 95CH1 ($0,78$) örneği sahip olurken en düşük değere 80YC350 ($0,73$) örneği sahip olmuştur. Bu 95°C 'de 5 dk ısıl işlem uygulanan sütün diğerine kıyasla daha fazla kuru madde içermesinden ve CH1 kültürünün asidik karakterde olmasından kaynaklanabilir.

Çiğ sütte, sütün başlıca karbonhidratı laktoz 42358 mg/kg düzeyinde belirlenmiştir. Ancak monokarbonhidratlardan glikoz ve galaktoz tespit edilmemiştir. Isı işlem uygulaması ile laktoz miktarında azalma glikoz ve galaktoz miktarında ise önemli düzeyde artma gözlemlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda çiğ süt örneklerinde baskın olan organik asidin sitrik asit olduğu belirlenmiştir. İnkübasyon örneklerinde süt örneğine göre toplam organik asit miktarı artmıştır. Okzalik, pirüvik, laktik, formik, asetik, bütanoik, hippürik asitte süt örneğine göre artma, orotik, sitrik, ürik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir. CH1 kültürlü örnekler YC350'lere kıyasla yüksek miktarda toplam organik asit içermişlerdir. Sıcaklık ve inkübasyon zamanı tüm organik asitler açısından önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Kültür faktörü ise sitrik asit dışındaki tüm organik asitler açısından önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Yoğurt üretiminin esasını oluşturan

laktik asitin miktarı inkübasyon süresince artarken inkübasyonun sonunda tüm örneklerde baskın organik asit olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak CH1 kültürü kullanılan örnekler YC350 kültürü kullanılanlara göre daha yüksek laktik asit içeriğine sahip olmuş ve istatistiksel olarak kültür parametresinin etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İnkübasyon işlemi sonucunda en yüksek ve en düşük laktik asit içeriği sırasıyla 95CH1 (10664 mg/kg) ve 80YC350 (7819 mg/kg) örneklerinde tespit edilmiştir.

Çiğ inek sütünde KFME tekniği ile toplam 15 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenler alkol, terpen, asit, keton, aldehit ve fenolik bileşenler olarak sınıflandırılmışlardır. Uçucu bileşenler arasında aseton, diasetil, α -pinen, *trans*-karyofilen ve oksime-metoksi-fenil sütün başlıca bileşenleri olarak belirlenmiştir.

Yoğurdun tat ve aromasından sorumlu başlıca uçucu bileşenlerden asetaldehit ($P<0,001$), aseton ($P<0,001$), etanol ($P<0,001$), diasetil ($P<0,001$) ve asetoin ($P<0,001$) miktarları üzerine deneme parametrelerimizden sıcaklık, kültür, inkübasyon zamanının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnkübasyon işlemi sonunda yoğurda karakteristik tadını veren asetaldehit CH1 kültürü kullanılan örneklerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir. CH1 kültürü kullanılan örneklerden 95CH1 inkübasyon sonunda en yüksek asetaldehit içeriğine sahip olmuştur. Aynı zamanda 95CH1 örneği inkübasyonun sonunda en düşük laktoz içeriği göstermiştir. Starter kültürlerin laktik asit üretimi için kullandığı öncelikli bileşenin laktoz olmasından dolayı laktoz miktarı inkübasyon süresince azalmış ve bu azalma en fazla (%33,52) 95CH1 yoğurdunda gözlemlenmiştir.

Depolama süresince 80°C'de 30 dk ve 95°C'de 5 dk ısı işlem uygulanan sütlerden yapılan yoğurtların kuru madde, protein, yağ ve kül miktarlarının sırasıyla %13,32-13,46, %3,64-3,66, %3,33-3,35 ve %0,61-0,62 olarak belirlenmiştir. Söz konusu nitelikler arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. İnkübasyon örneklerinde olduğu gibi yoğurt örneklerinde de depolama süresince titrasyon asitliğinin CH1 kültürü kullanılan örneklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak depolama, sıcaklık ve kültürün titrasyon asitliği üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İnkübasyon işlemi sonunda en yüksek asitliğe sahip olan 95CH1 (%1,24) örneği yine en yüksek laktik asit içeriği göstermiştir. Aynı kültürün kullanıldığı örneklerde 95°C'de 5 dk ısı işlem uygulananların daha yüksek asitliğe sahip olduğu

belirlenmiştir. Depolama ile asitliği gelişen örneklerde viskozite değerleri artarken serum ayrılmasına karşı direnç artmıştır. Depolama süresince panelistler ağızla ve kaşıkla kıvamın arttığını belirtmişlerdir. Depolama sonunda kıvamın en yüksek olduğu örnekler CH1 kültürü kullanılanlar ve bunlardan 95CH1 örneği olmuştur.

Tüm yoğurt örneklerinde depolama süresince organik asit içeriği artmıştır. İnkübasyon örneklerinde olduğu gibi yoğurt örneklerinde de CH1 kültürü kullanılan örneklerde kültür aktivitesine bağlı olarak toplam organik asit içeriği daha yüksek bulunmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örnekler kendi içerisinde değerlendirildiğinde 95°C’de 5 dk ısıtma işlemi uygulanan örneklerin daha yüksek organik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yoğurt üretimi açısından temel teşkil eden laktik asit depolama sonunda 95CH1 örneğinde en yüksek miktarda (13883 mg/kg) bulunmuştur. Bu bileşen üzerine deneme parametrelerimizden sıcaklık, kültür çeşidi ve depolama faktörlerinin etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama ile miktarı azalan laktoz bileşeni 95CH1 örneğinde aktivitenin yüksek olmasına bağlı olarak depolama sonunda en düşük miktarda (22304 mg/kg) tespit edilmiştir. En düşük laktik asit içeriği (10015 mg/kg) ve en yüksek laktoz içeriği (26193 mg/kg) 80YC350 örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek miktarda bütirik asit ve asetik asit içeren 80YC350 örneği panelistler tarafından en düşük genel kabul edilebilirlik puanı (4) almıştır.

Yoğurt örneklerinde KFME tekniği ile depolama süresince toplam 36 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bileşenler alkoller, terpenler, asitler, ketonlar, aldehitler, furan türevleri ve fenolik bileşenleri olarak sınıflandırılmışlardır. Yoğurt örneklerinde ester bileşenleri bulunamamıştır. İnkübasyon sırasında örneklerde belirlenen furan türevi bileşenler yoğurtlarda da belirlenmiştir. Yoğurda pişmiş aroma kazandıran furanmetanol tespit edilen örneklerde duyu analizi sırasında panelistler anılan örneklerde az miktarda pişmiş tat aldıklarını belirtmişlerdir. Depolama sonunda en yüksek furanmetanol içeriğine sahip 80YC350 örneğinde panelistlerce en yoğun pişmiş tat algılanmıştır.

Karbonil bileşenleri asetaldehit, aseton, asetoin, etanol ve diasetil tüm yoğurt örneklerinde depolama süresince tespit edilmiştir. İnkübasyon sırasında örneklerindeki eğilime benzer olarak asetaldehit depolama süresince artmış ve CH1 kültürü kullanılan örneklerde asetaldehit miktarı diğer örneklere göre daha yüksek miktarda tespit

edilmiştir. İstatistiksel olarak kültür çeşidinin etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek asetaldehit miktarına 95CH1 (53,34 mg/kg) örneği sahip olmuş ve sıcaklık faktörünün etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. İstatistiksel olarak deneme parametrelerimiz olan sıcaklık, kültür ve depolamanın aseton, etanol, diasetil, asetoin üzerine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Tüm örneklerde etanol, diasetil ve aseton azalırken asetoin miktarı depolama ile artma göstermiştir. Yoğurdun karakteristik aroması için önemli olan asetaldehit:aseton oranları incelendiğinde depolamanın 7. gününden itibaren tüm örneklerde anılan oranın arttığı buna paralel olarak da panelist beğenisinin azaldığı tespit edilmiştir.

Yoğurt örneklerinde belirlenen 20 serbest amino asitten başlıcaları prolin, glutamik asit ve aspartik asit olmuştur. Çalışmamızda depolama süresince asitlik gelişimine paralel olarak tüm yoğurt örneklerinde toplam amino asit miktarının arttığı gözlemlenmiş ve depolamanın etkisi glisin dışındaki tüm amino asitleri için önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Deneme parametrelerimizden kültür faktörünün serbest amino asit içeriğine etkisi önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Aynı ısı işlem normunun uygulandığı örneklerde CH1 kültürü kullanılan örneklerin depolama ile daha yüksek toplam serbest amino asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. CH1 kültürü kullanılan örneklerde depolama süresince amino asit oluşumu YC350 kültürü kullanılanlara göre daha yüksek olmuştur. Aynı kültürün kullanıldığı örnekler de kendi içerisinde değerlendirildiğinde 95°C’de 5 dk ısı işlem uygulananlar 80°C’de 30 dk uygulanan örneklerle kıyasla daha düşük serbest amino asit içermişlerdir. Depolama sonunda en yüksek serbest amino asit içeriği 80CH1 (306 mg/kg) örneğinde belirlenirken en düşük 95YC350 (263 mg/kg) yoğurdunda çıkmıştır.

Depolama süresi yoğurt örneklerinin fiziksel özelliklerinde önemli farklılıklara neden olmuştur. Viskozite değerleri depolama süresince artmış ve depolamanın sonunda en yüksek değere 95CH1 (4072 mPas) örneği, en düşük değere ise 80YC350 (4020 mPas) örneği sahip olmuştur. Aksi yönde örneklerde depolama boyunca serum ayrılması değerleri önemli ölçüde azalmıştır. Depolama sonunda viskozite değerlerinin aksine 95CH1 örneği en düşük serum ayrılması değeri (4,80 mL) gösterirken; 80YC350 örneğinde en yüksek serum ayrılması değerine (5,33 mL) sahip olmuştur. Yapı ve tekstür için panelistler depolama sonunda en yüksek puanı (4,21) 80CH1 örneğine en düşük puanı (4,14) ise 95YC350 ve 95CH1 yoğurtlarına vermişlerdir. Anılan nitelikler

beklendiği üzere asitlik gelişimi ile de uyumlu şekilde seyretmişlerdir. Renk değerlerinden L (aydınlık), WI (beyazlık indeksi) değeri depolama ile azalma eğilimi gösterirken a (mavi-sarı), b (kırmızı-yeşil), C (kroma) değerleri artmıştır. Depolamanın sonunda en yüksek (89,11) L değeri 80CH1 örneğinde belirlenirken en düşük (88,72) 95YC350 yoğurdunda çıkmıştır. Panelistler depolama sonunda görünüş niteliği açısından en yüksek puanı (4,16) 95YC350 örneğine; en düşük puanı (4,07) ise 80CH1 yoğurduna vermişlerdir. Fakat genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı (5,37) 80CH1 yoğurdu; en düşük puanı (4,0) ise 80YC350 örneği almıştır.

Sonuç olarak KFME tekniği, yoğurt tat ve aroması için önemli olan karbonil bileşenlerinin (asetaldehit, asetoin, aseton, etanol, diasetil) ekstraksiyonunda başarıyla uygulanmıştır. Deneme parametrelerinden sıcaklık, kültür, inkübasyon zamanı ve depolama süresi faktörleri inkübasyon ve yoğurt örneklerinde önemli kimyasal ve fiziksel değişimlere neden olmuştur. CH1 kültürünün kullanıldığı yoğurtlar diğer yoğurtlara kıyasla yüksek miktarda asetaldehit ve laktik asit içermişlerdir. Organik asitler ve uçucu bileşenler (asetaldehit, etanol, aseton ve diasetil) 95°C’de 5 dk ısıtılmasının uygulandığı örneklerde yüksek belirlenirken; serbest amino asit içeriği de 80°C’de 30 dk ısıtılmasının uygulandığı yoğurtlarda yüksek çıkmıştır. Genel olarak YC350 kültürü kullanılan yoğurt örnekleri ekşi/asidik tat aroma yönünden panelistleri tatmin etmediğinden kültür olarak CH1 kültürü kullanılması önerilebilir. Sıcaklık/zaman normlarından ise 80°C’de 30 dk’nın 95°C’de 5 dk’ya tercih edilmesi CH1 kültürünün asidik karakteri sayesinde panelist beğenisinin sağlanması açısından uygun olabilir. Çünkü süte 95°C’de 5 dk ısıtılma işlemi normu uygulanması yoğurtlarda tat ve aromayı olumsuz yönde etkileyen bütirik asit, asetik asit, formik asit, propiyonik asit ve etanol; tirozin, fenilalanin ve triptofan gibi amino asitlerin diğer ısı normuna kıyasla önemli düzeyde artmasına neden olmuştur. Genel ürün beğenisi ve raf ömrü açısından 80°C’de 30 dk ve CH1 kültürü kombinasyonunun kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, K., Grün, I. U., Mustapha, A. and Fernando, L. N., 2002. Changes in the profile of organic acids in plain set and stirred yogurts during manufacture and refrigerated storage. **Journal of Food Quality**, 25: 435-451.
- Akalın, A. S., Kınık, Ö. ve Gönç, S., 1998. Yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi. **Gıda**, 23 (1): 59-65.
- Alm, L., 1982. Effect of fermentation on B- vitamin content of milk in Sweden. **J. Dairy Sci.**, 65: 353-359.
- Badings, H. T. and Neeter, R., 1980. Recent advantages in the study of aroma compounds of milk and dairy products. **Netherlands Milk and Dairy J.**, 34: 9-30.
- Balcı, A. C. G., 2008. **Farklı kültür kullanılarak koyun, keçi sütleri ve bunların karışımından üretilen yoğurtların depolama sırasında uçucu bileşenler ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen değişimler**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 31 s, Hatay.
- Beaulieu, J. C. and Lea, J. M., 2006. Characterization and semiquantitative analysis of volatiles in seedless watermelon varieties using solid-phase mikroextraction. **J.Agric. Food Chem.**, 54: 7789-7793.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. and Simov, Z., 1998. Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, 20: 180-186.
- Bevilacqua, A. E. and Califano, A. N., 1989. Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. **J. Food Sci.**, 54(4): 1076-1079.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J. and Trout, G. M., 1988. Sensory evaluation of cultured dairy products. In: **The Sensory Evaluation of Dairy Products**. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 227-299.
- Botazzi, V. and Vescova, M., 1969. Carbonyl compounds produced by yoghurt bacteria. **Neth. Milk Dairy J.**, (23): 71-78.
- Botazzi, V., Battistotti, B. and Montescani, G., 1973. Influence des souches seules et associées de *L. bulgaricus* et *Str. Thermophilus* ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt. **Le Lait**, 53: 295-308.
- Boycheva, S., Mihaylova, G., Naydenova, N. and Dimitrov, T., 2012. Amino acid and fatty acid content of yogurt supplemented with walnut and hazelnut pieces. **Trakia Journal of Sciences**, 10(2): 17-25.
- Chaves, A. C. S. D., Fernandez, M., Lerayer, A. L. S., Mierau, I., Kleerebezem, M. and Hugenholtz, J., 2002. Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. **Applied and Environmental Microbiology**, 68: 5656-5662.
- Collins, E. B., 1972. Biosynthesis of flavor compounds by microorganisms. **J.Dairy Sci.**, 55: 1022-1028.
- Çelik, Ş., Şenocak, G., Durmaz, H., Şat, G. İ., 2009. Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. **Gıda**, 34(4): 213-218
- Dehghan, A., Jamalian, J., Farahnaky, A., Mesbahi, G., and Moosavi, N. M., 2012. The effect of microwave pasteurization on some physical and chemical

- characteristics of milk. **International Journal of Food Engineering**, 8(1): Article 4.
- Eriksson, C.J.P., Sippel, H.W., Forsander, O., 1977. The determination of acetaldehyde in biological samples by headspace gas chromatography. **Analysis of Biology** 80, 116-124.
- Erkaya, T. and Şengül, M., 2011. Comparison of volatile compounds in yoghurts made from cows', buffaloes', ewes' and goats' milks. **International Journal of Dairy Technology**, 64(2): 240-246.
- Fernandez-Garcia, E., McGregor, J. U., 1994. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yoghurt. **Journal of Dairy Science**, 77: 2934-2939.
- Görner, F., Palo, V., and Seginova, M., 1970. Formation highly volatile compounds in yoghurt ripening. **Dairy Science Abst.**, 37(10): 633.
- Güler, Z., 2008. Evaluation of lipolysis in set-type fermented milks made with different commercial yoghurts starter cultures during storage. **Milchwissenschaft**, 61 (1): 73-76.
- Güler, Z., Taşdelen, A., Şenol, H., Kerimoğlu, N. and Temel, U., 2009. The determination of volatile compounds in set type yogurts using static headspace gas chromatographic method. **Gıda**, 34(3): 137-142.
- Güler, Z. and Park, Y. W., 2011. Characteristics of physico-chemical properties, volatile compounds and free fatty acid profiles of commercial set-type Turkish yoghurts. **Ojas**, 1(1): 1-9.
- 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 Sci.**, 1(1): 1-6.
- Gyosheva, H., 1982. Compounds forming the aroma complex of Bulgarian sour milk. **Milchwissenschaft.**, 37: 267-269.
- Haast, J., Lategean, P. M. and Novello, J. C., 1979. Some Aspect of Yogurt Quality-A Rewiev. S. Afr. **J. Dairt Tech.**, 10: 158-161.
- Hamdan, I. Y., Kunsman, J. E. and Deane, D. D., 1971. Acetaldehyde Production By Combined Yoghurt Cultures. **J. Dairy Sci.**, 54(7): 1080-1082.
- Hellin, P., Belen Lopez, M., Jose Jordan, M. and Laencine, I., 1998. Fatty acids in murciano-granadina goat's milk. **Dairy Sci. Abstr.**, 78(3):6245
- Hışıl, Y., 2008. Enstrümental gıda analizleri. Ege Üniversitesi Basımevi, 48(5): 1-544
- Humphreys, C. C. and Plunkett, M., 1969. Yourt: Reviev of its manufacture. **Dairy Sci.**, 31(11): 607-622.
- IDF, 1962. Determination of the protein content of milk. **IDF Standard**, 28 A. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
- Imhof, R., Glaettli, H. and Bosset, J. O., 1995. Volatile organic compounds produced by thermophilic and mesophilic single strain dairy starter cultures. **Lebensm.Wiss. Technol.**, 28: 78-86.
- Kang, Y., Frank, J. F. and Lillard, D. A., 1988. Gas chromatographic detection of yoghurt flavour compounds and changes during refrigerated storage. **Cultured Dairy Prod. J.**, 11: 6-9.
- 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.

- Keenan, T. W., and Bills, D. D., 1968. Metabolism of volatile compounds by lactic starter culture microorganisms. **Journal Dairy Science**, 51(10): 1561-1567.
- Kwak, H. S., Ahn, J. J., Lee, K. W., Suh, D. S., 1996. Flavor and sensory attribute in yoghurt fermentation. **Foods and Biotechnology**, 5(2): 94-98.
- Less, G. J. and Jago, G. R., 1969. Methods for the estimation of acetaldehyde in cultured dairy products. **The Australian J. Dairy Tech.**, 24(4): 181-185.
- Ligor, M., Jarmalaviciene, R., Szumski, M., Marusca, A. and Buszewski, B., 2008. Determination of volatile and non-volatile products of milk fermentation processes using capillary zone electrophoresis and solid phase microextraction coupled to gas chromatography. **J. Sep. Sci.**, 31: 2707–2713.
- Longton, M., 1991. The microstructure of yogurt. **SIK yogurt**, 580: 1-26.
- Macciola, V., Candela, G. and De Leonardis, A., 2008. Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. **Food Control**, 19: 873–878.
- Marilainen, V. I., 1988. Preparation of starter cultures. **IDF Bulletin**, 227: 56-65.
- Massouras, T., Papa, E. C. and Mallatou, H., 2006. Headspace Analyses of Volatile Flavour Compounds of Teleme Cheese Made from Sheep and Goat Milk. **International Journal of Dairy Technology**, (59): 250-256.
- McSweeney, P. L. H. and Sousa, M. J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. **Le Lait**, 80: 293–324.
- Molimard, P., Spinnler, H. E., 1996. Compound Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. **J Dairy Sci.**, 79: 169-184.
- Nishimoto, T., Uyeta, M. and Tane, S., 1969. Precursor of benzoic acid in fermented milk. **J. Food Hyg.'Soc. Jpn.**, 10:410.
- Okonkwo, P. and Kinsella, J. E., 1969. Orotic acid in yoghurt. **J. Dairy Sci.**, 52(11): 1861-1862.
- Omae, M., Maeyame, Y. and Nishimura, T., 2008. Sensory properties and taste compounds of fermented milk produced by *lactococcus lactis* and *streptococcus thermophilus*. **Food Sci. Technol. Res.**, 14(2): 183–189.
- Ott, A., Fay, L. B. and Chaindreau, A., 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. **J. Agric. Food Chem.**, 45: 850-858.
- Ott, A., Germond, J. E., Baumgartner, M. and Chaintreau, A., 1999. Aroma comparisons of traditional and mild yogurts: headspace gas chromatography quantification of volatiles and origin of a-diketones. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47: 2379–2385.
- Quian, M. and Reineccius, G., 2002. Identification of aroma compounds in Permigiano-Reggiona cheese by gas chromatography /olfactometry. **J Dairy Sci.**, 85: 1362-1369.
- Ozer, B., Kirmaci, H. A., Oztekin, S., Hayaloglu, A. and Atamer, M., 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. **International Dairy Journal**, 17: 199–207.
- Pinto, S. M., Clemente, M. D. G. and De Abreu, L. R., 2009. Behaviour of volatile compounds during the shelf life of yoghurt. **International Journal of Dairy Technology**, 62(2): 215-223.
- Pohjanheimo, T., Sandell, M., 2009. Explaining the liking for drinking yoghurt: The role of sensory quality, food choice motives, health concern and product information. **International Dairy Journal**. 19: 459-466.

- Rasic, J. L. and Kurman, J. A., 1978. Yoghurt. Volume I, **Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark**, 466p.
- Robert, L. and Bradley, J., 2003. Association official analytical chemists international. (**W. Hartwitz. Dairy products. Gaithersburg. 17th, 1-88, Maryland, USA**)
- Rysstad, G. and Abrahamsen, R. K., 1987. Formation of volatile aroma compounds and carbondioxide in yogurt starter rown in cows'and goats'milk. **J. Dairy Research**, 54: 257-266.
- Sable, S. ve Cottenceau, G. 1999. Current Knowledge of Soft Cheeses Flavor and Related Compounds. **J. Agri. Food Chem.** 47, 4825-4836.
- Saidi, B. and Warthesen, J. J., 1989. Analysis and stability of orotic acid in milk. **J. Dairy Sci.**, 72: 2900-2905.
- Serra, M., Trujillo, A. J., Guamis, B. and Ferragut, V., 2009. Flavour profiles and survival of starter cultures of yoghurt produced from high-pressure homogenized milk. **International Dairy Journal**, 19: 100–106.
- Tamime, A. Y. and Deeth, H. C., 1980. Yoghurt: Technology and biochemistry. peramon pres ltd., **Headington Hill Hall, Oxford**, 431p. England.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K., 2001. **Yogurt science and technology**, New York, USA: CRC Press.
- Aristoy, M. C. and Toldra, F., 1991. Deproteinization techniques for HPLC amino acids analyses in fresh pork muscle and dry cured ham. **J. Agri. Food Chem.**, 39: 1792-1795.
- Tormo, M. and Izco, J. M., 2004. Alternative reversed-phase high-performance liquid chromatography method to analyse organic acids in dairy products. **Journal of Chromatography A.**, 1033: 305–310.
- Tornambe, G., Cornu, A., Petit, M. and Martin, B., 2006. Changes in Terpene Content in Milk from Pasture-Fed Cows . **Journal of Dairy Sci.**, 89: 2309-2319.
- TSI, 2006. Yogurt. TS 1330. Ankara, Turkey: **Turkish Standard Institution**.
- TÜİK, 2013. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri. Ankara, Turkey.
- Turcic, M., Rasic, J. and Canic, V., 1969. Influence of Str. Thermophilus and Lb. Bulgaricus culture on volatile acids content in the flavour components of yoghurt. **Milchwissenschaft**, 24: 277-280.
- Ulbert, F., 1991. Headspace gas chromatographic estimation of some yogurt volatiles. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, 74(4): 630-634.
- Ulbert, F. and Kneifel, W., 1992. Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt-related products. II. Classification of starter cultures by means of cluster analysis. **Milchwissenschaft**, 47: 432-434.
- Xanthopoulos, V., Picque, D., Basit, N., Boquien, C. Y. and Corrieu, G., 1994. Methods for the determination of aroma compounds in dairy products: a comparative study. **J Dairy Res.**, 61: 289-297.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın belirlenmesinde değerli fikir ve katkılarıyla araştırmanın her aşamasında birikimleri ile beni yönlendiren çalışmanın yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zehra GÜLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Değerli arkadaşım Gıda Müh. Ali TEKİN'e gerek labaratuvar çalışmalarımda gerekse günlük hayatımda dostluğunu ve enerjisini benimle paylaştığı için; Arş. Gör. Ahmet DURSUN'a da moral ve motivasyon desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince bana destek veren ve sonsuz sabır gösteren Arkeolog A. Merve İNAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm eğitim hayatımın boyunca bana güvenip destek ve ilgilerini esirgemediğim yanımda olan başta sevgili anne, babam ve diğer aile fertlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

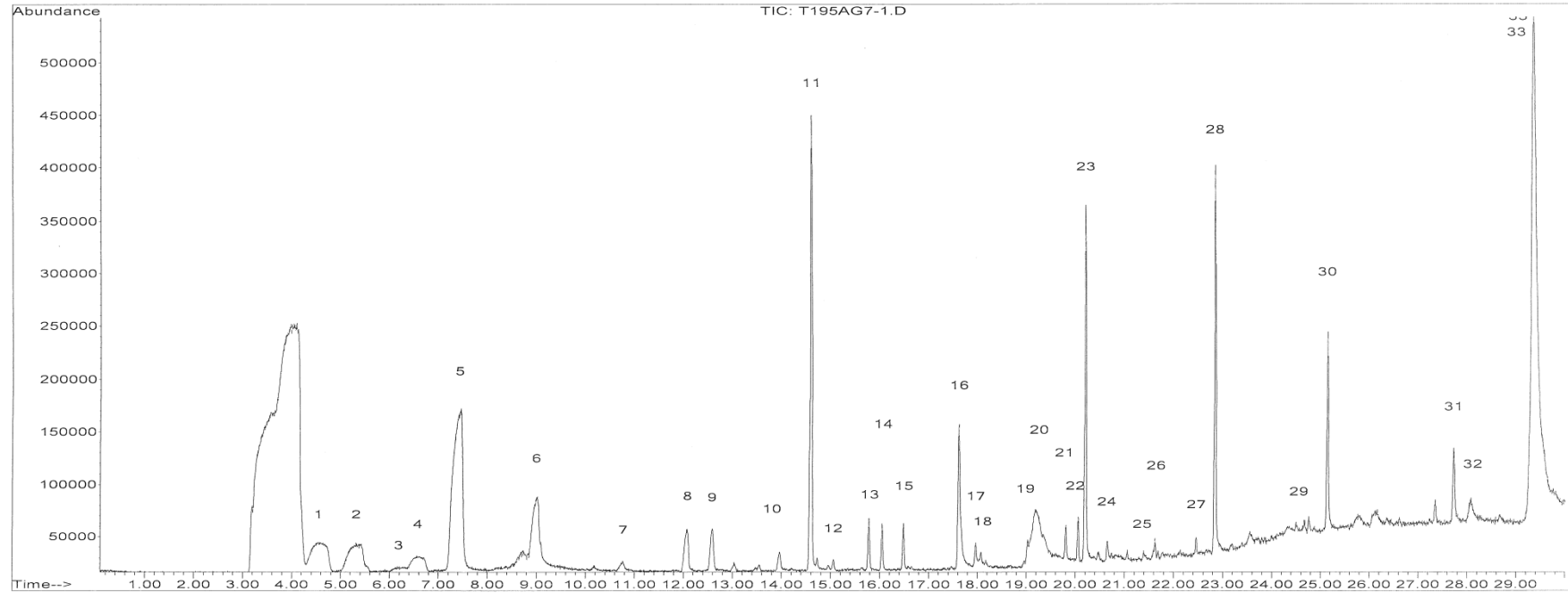
ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Adana'nın Seyhan ilçesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Seyhan'da tamamladım. 2006 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2010 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansa başladım. 2012 yılında aynı üniversitede Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliğinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım ve halen görevime devam etmekteyim.

EKLER

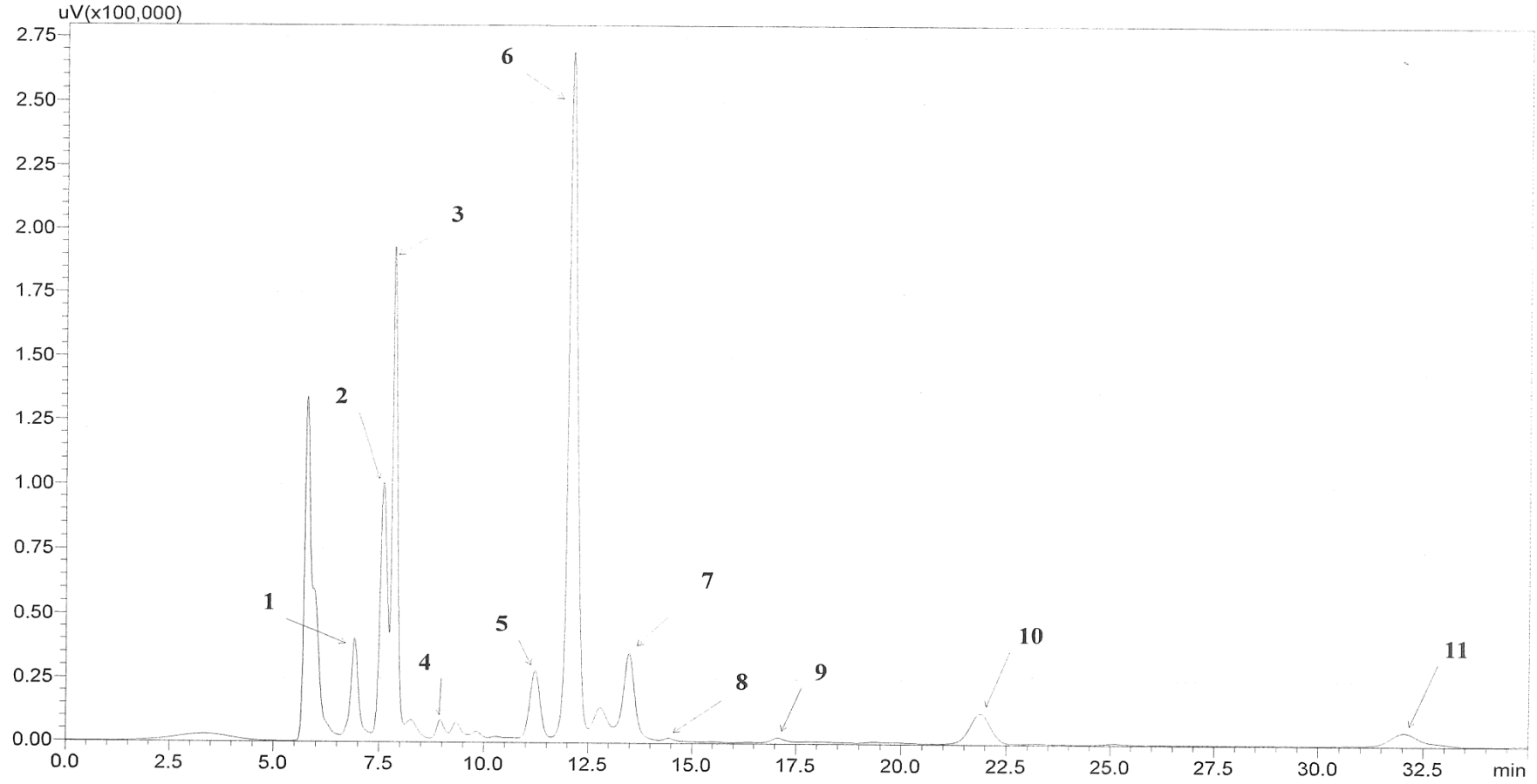
EK-1. Yoğurt Örneğinde Uçucu Bileşenlere Ait Kromatogram Örneği

Operator :
Acquired : 14 Jan 2012 10:10 using AcqMethod KAVUN.M
Instrument : Instrument #1
Sample Name :
Misc Info :
Vial Number: 1



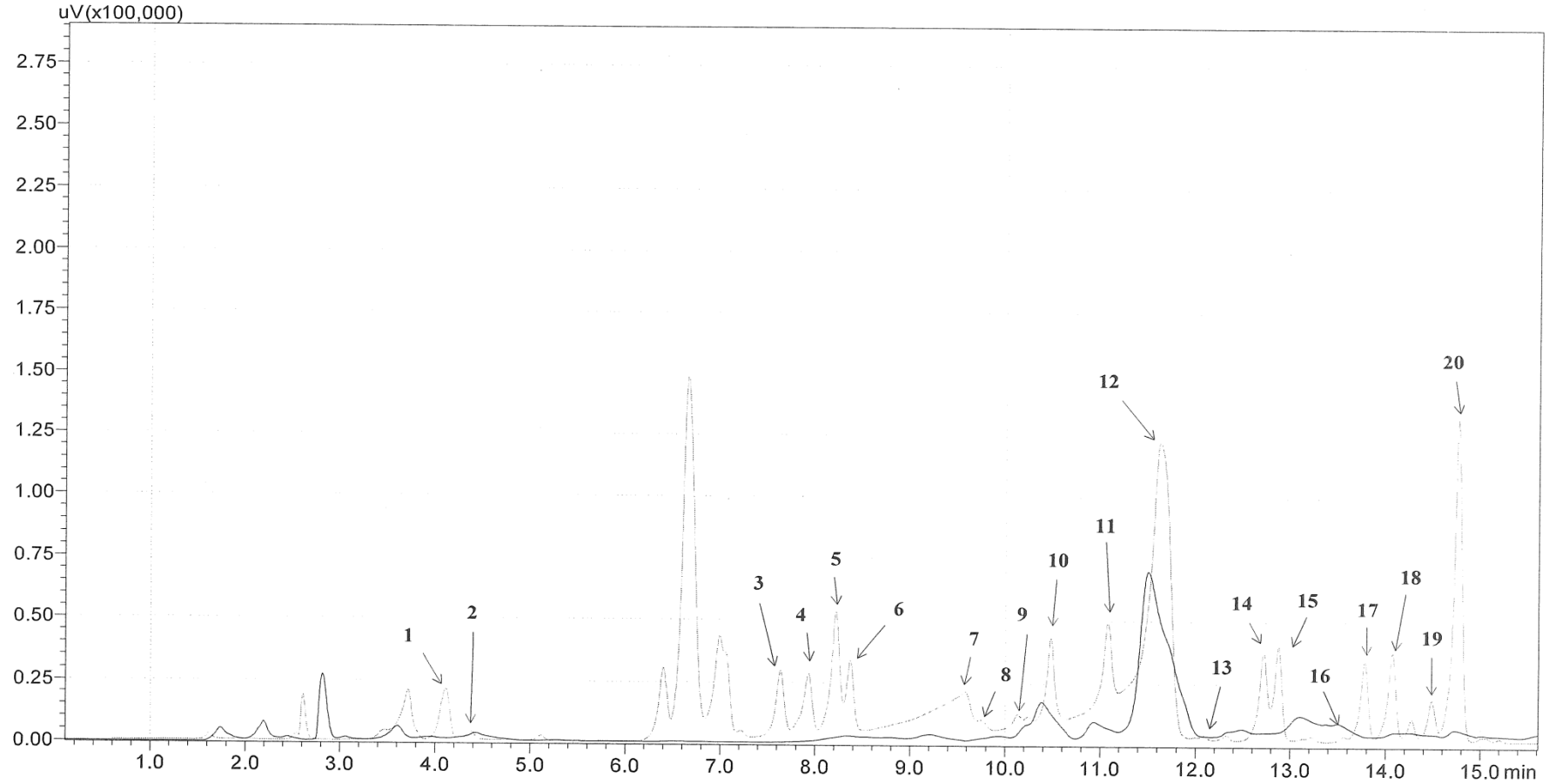
1- Asetaldehit, 2- 2-propanon, 3- 2-butanon, 4- Etanol, 5- 2,3-butandion, 6- 2,3-pentadion, 7- 3-penten-2-on, 8- 2-heptanon, 9- İzoamilalkol, 10- 1-pentanol, 11- 3-hidroksi-2-butanon, 12- 1-hidroksi-2-propanon, 13- 3-pentanol, 14- 2-butanol, 15- 2-nonanon, 16- Asetik asit, 17- 2-furankarboksaldehit, 18- 2-etil-1-hekzanol, 19- Benzaldehit, 20- Benzoik asit, 21- 2-undekanon, 22- *trans*-karyofilen, 23- Bütanoik asit, 24- 2-furanmetanol, 25- Oksime-metoksi-fenil, 26- *trans*- γ -bisabolen, 27- HMF, 28- Hekzanoik asit, 29- 9-oktadekanoik asit, 30- Oktanoik asit, 31- Dekanoik asit, 32- Tetradekanoik asit, 33- Hekzadekanoik asit

EK-2. Yoğurt Örneğinde Organik Asitlere Ait Kromatogram Örneği



1- Okzalik asit, 2- Orotik asit, 3- Sitrik asit, 4- Pirüvik asit, 5- Ürik asit, 6- Laktik asit, 7- Formik asit, 8- Asetik asit, 9- Propiyonik asit, 10- Bütanoik asit, 11- Hippürük asit

EK-3. Yoğurt Örneğinde Serbest Amino Asitlere Ait Kromatogram Örneği



1- Aspartik asit, 2- Glutamik asit, 3- Asparjin, 4- Serin, 5- Glisin, 6- Glutamin, 7- Histidin, 8- Arjinin, 9- Treonin, 10- Alanin, 11- Prolin, 12- Tirozin, 13- Valin, 14- Metiyonin, 15- Sistein, 16- İzolösin, 17- Lösin, 18- 2-Fenilalanin, 19- Triptofan, 20- Lisin

EK-4. Yoğurt Duyusal Değerlendirme Formu

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