

**İNEK, MANDA, KOYUN ve KEÇİ SÜTLERİNDEN
ÜRETİLEN YOĞURTLARIN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ ve AROMA
PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Tuba ERKAYA

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Mustafa ŞENGÜL
2009**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İNEK, MANDA, KOYUN ve KEÇİ SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN
YOĞURTLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ ve
AROMA PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

Tuba ERKAYA

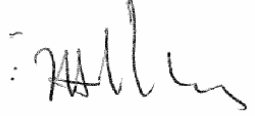
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2009

Her Hakkı Saklıdır

Doç. Dr. Mustafa ŞENGÜL'ün danışmanlığında, Tuba ERKAYA tarafından hazırlanan bu çalışma 25/08/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. İhsan BAKIRCI

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Mustafa ŞENGÜL

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Hamdullah KILIÇ

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(İmza)

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İNEK, MANDA, KOYUN ve KEÇİ SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN YOĞURTLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ ve AROMA PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

Tuba ERKAYA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ŞENGÜL

Bu araştırmada, inek, manda, koyun ve keçi sütlerinden üretilen yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Yoğurtların aroma bileşikleri incelenerek aromatik farklılıklarının ortaya konulmasına da çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; süt çeşidi değişkeninin incelenen tüm kimyasal özellikler üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Muhafaza süresinin etkisi ise, kül üzerine istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$), diğer kimyasal özellikler üzerine ise çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Süt çeşidi değişkeninin etkisi, mikrobiyolojik özelliklerden *S. thermophilus* ve maya-küf sayıları üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$), *L. bulgaricus* sayısı üzerine ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Muhafaza süresi değişkeni, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$), maya-küf sayısı üzerine ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Süt çeşidi değişkeninin etkisi, incelenen duyuşal özelliklerden koku, gaz oluşumu ve asitlik üzerinde ise istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$), diğer özellikler üzerine ise çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Muhafaza süresinin etkisi ise tüm duyuşal özellikler üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinde uçucu bileşiklerin analizi SPME-GC/MS tekniği kullanılarak yapılmış ve yoğurtlarda 35 uçucu bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerden yoğurdun temel aroma maddeleri olarak kabul edilen asetaldehit, diasetil ve asetoinin yanı sıra yoğurtların aromasına katkıda bulunan 32 uçucu bileşik daha (3 ester, 6 serbest yağ asidi, 4 keton, 5 terpen, 5 aromatik hidrokarbon, 5 alifatik hidrokarbon, 1 alkol, 1 aldehit, 1 sülfürlü bileşik ve 1 diğer) belirlenmiştir. Sonuç olarak; farklı sütlerden üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri ve aroma profillerinin farklılıklar arz ettiği görülmüştür. Ayrıca, bu araştırma bu yönde yapılacak araştırmalara katkıda bulunması açısından önem taşımaktadır.

2009, 104 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikler, uçucu bileşikler, SPME-GC/MS

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF SOME QUALITY PROPERTIES AND AROMA PROFILES OF YOGHURTS PRODUCED FROM COW, BUFFALO, SHEEP AND GOAT MILKS

Tuba ERKAYA

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL

In this study physical, chemical, microbiological and sensory properties of yoghurts produced from cow, buffalo, sheep and goat milks were examined. Aromatic differences of yoghurts were studied examining the aroma compounds of yoghurts. According to the study results, the effect of milk type variation on all of the chemical properties was found to be statistically highly significant ($p<0,01$). The effect of storage period on ash was found to be statistically significant ($p<0,05$), but the effect of storage period on the other chemical properties was statistically highly significant ($p<0,01$). The effect of milk type variation on the counts of *S. thermophilus* and yeast-mould was found to be statistically highly significant ($p<0,01$) but no significant effect of milk type was determined on the count of *L. bulgaricus* ($p>0,05$). The effect of storage period variation on the counts of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* was found to be statistically highly significant ($p<0,01$), but no significant effect of storage period was determined on the count of yeast-mould ($p>0,05$). There was no significant effect of milk type variation on the sensory properties which are odor, gase formation and acidity ($p>0,05$), while the effect of milk type on the other sensory properties was found to be statistically highly significant ($p<0,01$). The storage period effect on all of the sensory properties was found to be statistically highly significant ($p<0,01$). The analyses of the volatile compounds in yoghurt samples were done using the SPME-GC/MS technique and 35 volatile compounds were determined. It was determined that among these volatiles 32 volatile compounds (3 esters, 6 free fatty acids, 4 ketones, 5 terpenes, 5 aromatic hidrocarbon, 5 aliphatic hidrocarbon, 1 alcohol, 1 sulphurous compound and 1 other) as well as acetaldehyde, diacetyl and acetoin considered the major aroma compounds of yoghurt. Consequently, it was observed that physical, chemical, microbiological and sensory properties and aroma profiles of yoghurts produced from different milks were different. Besides, the study is important for contributing the other studies that will do about this subject in future.

2009, 104 pages

Keywords: Yoghurt, physical, chemical, microbiological and sensory properties, volatile compounds, SPME-GC/MS

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi, değerlendirilmesi ve yazımına kadar tüm aşamalarında bana yol gösteren, emeğini, hoşgörüsünü ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa ŞENGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında göstermiş olduğu idari kolaylıklardan dolayı Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Mükerrer KAYA'ya, aroma bileşiklerinin belirlenmesinde emeği geçen Sayın Yrd. Doç. Dr. Güzin KABAN'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR ve Sayın Arş. Gör. Arzu KAVAZ'a, çalışmalarımda laboratuvar imkânları sunan Sayın Erhan DUDU'ya, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Sayın Doç. Dr. Hamdullah KILIÇ ve Sayın Doç. Dr. Ahmet ÇAKIR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca üretim aşamasında her türlü imkanı sağlayan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikası ve çalışanlarına, bu projeyi maddi bakımdan destekleyen Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı ve çalışanlarına, her türlü yardım ve desteklerinden dolayı Gıda Mühendisliği Bölümü değerli Öğretim Elemanları ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve manevi her türlü destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürler...

Tuba ERKAYA

Temmuz 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Yoğurt yapımında kullanılan çiğ süt.....	23
3.1.2. Yoğurt starter kültürü.....	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Deneme düzeni.....	23
3.2.2. Deneme yoğurtların üretimi.....	23
3.2.3. Yoğurda işlenen sütlerde yapılan analizler.....	25
3.2.4. Deneme yoğurtlarda yapılan fiziksel ve kimyasal analizler.....	25
3.2.4.a. Kurumadde oranı	25
3.2.4.b. Yağ oranı	25
3.2.4.c. Protein oranı	25
3.2.4.ç. Kül oranı.....	26
3.2.4.d. Viskozite değeri.....	26
3.2.4.e. Serum ayrılması.....	26
3.2.4.f. Titrasyon asitliği.....	26
3.2.4.g. pH değeri.....	27
3.2.5. Deneme yoğurtlarda yapılan mikrobiyolojik analizler.....	27
3.2.5.a. <i>L. bulgaricus</i> sayımı.....	27
3.2.5.b. <i>S. thermophilus</i> sayımı.....	27
3.2.5.c. Maya ve küf sayımı.....	28

3.2.6. Deneme yoğurtlarda yapılan duyu analizleri.....	28
3.2.7. Uçucu aroma bileşiklerinin analizi	29
3.1.8. İstatistik analizler.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Deneme yoğurt örneklerinin üretiminde kullanılan sütlerin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	30
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	30
4.2.1. Kurumadde (%).....	31
4.2.2. Kül (%).....	36
4.2.3. Yağ (%).....	38
4.2.4. Protein (%).....	41
4.2.5. Serum ayrılması (ml/25g).....	43
4.2.6. Titrasyon asitliği (%).....	46
4.2.7. pH değeri.....	49
4.2.8. Viskozite değeri.....	50
4.3. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	54
4.3.1. <i>S. thermophilus</i> sayısı.....	54
4.3.2. <i>L. bulgaricus</i> sayısı.....	58
4.3.3. Maya ve küf sayısı.....	59
4.4. Duyusal analiz sonuçları.....	61
4.4.1. Koku.....	62
4.4.2. Yapı ve tekstür.....	66
4.4.3. Su salma.....	67
4.4.4. Gaz oluşumu.....	69
4.4.5. Tat ve aroma	70
4.4.6. Asitlik.....	72
4.4.7. Ağızda bıraktığı his.....	73
4.4.8. Genel kabul edilebilirlik.....	75
4.5. Uçucu aroma bileşikleri.....	76
4.5.1. Asetaldehit.....	76
4.5.2. Diasetil (2,3 bütandion).....	82

4.5.3. Asetoin (3-hidroksi-2-bütanon).....	83
4.5.4. Diğer bileşikler.....	84
5. SONUÇ.....	92
KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	105

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

α	Alfa
β	Beta
cP	Centipoise
dak.	Dakika
°	Derece
g	Gram
κ	Kappa
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
L	Litre
log	Logaritma
mg	Miligram
ml	Mililitre
μ	Mikron
N	Normalite
rpm	Revolutions Per Minute
s	Saniye

Kısaltmalar

CAR	Karboksen
DVS	Direct Vat Set
GC/MS	Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi
PDMS	Poli Dimetilsiloksan
SPME	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
subsp.	Subspecies

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Farklı metabolik yollarla asetaldehit oluşumunun şematik gösterimi.....	6
Şekil 3.1.	Deneme yoğurtların üretim akım şeması.....	24
Şekil 4.1.	Kurumadde miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	35
Şekil 4.2.	Kül miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	38
Şekil 4.3.	Yağ miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	40
Şekil 4.4.	Protein miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu	43
Şekil 4.5.	Serum ayrılması üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	46
Şekil 4.6.	Viskozite üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	53
Şekil 4.7.	Koku puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	65
Şekil 4.8.	Yapı ve tekstür puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	67
Şekil 4.9.	Su salma puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	68
Şekil 4.10.	Gaz oluşumu puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	69
Şekil 4.11.	Tat ve aroma puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	71
Şekil 4.12.	Asitlik puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	73
Şekil 4.13.	Ağızda bıraktığı hispuanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	74
Şekil 4.14.	Genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu.....	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Yoğurt yapımı sırasında <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ve <i>S. thermophilus</i> tarafından üretilen asetaldehitin olası orijineri.....	6
Çizelge 3.1.	Duyusal değerlendirmelerde kullanılan puan cetvel.....	28
Çizelge 4.1.	Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	30
Çizelge 4.2.	Deneme yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve standart sapmaları.....	32
Çizelge 4.3.	Deneme yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.4.	Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri.....	33
Çizelge 4.5.	Süt çeşidi değişkenine ait kurumadde oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	34
Çizelge 4.6.	Muhafaza süresi değişkenine ait kurumadde oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	35
Çizelge 4.7.	Süt çeşidi değişkenine ait kül oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	36
Çizelge 4.8.	Muhafaza süresi değişkenine ait kül oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	37
Çizelge 4.9.	Süt çeşidi değişkenine ait yağ oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	39
Çizelge 4.10.	Muhafaza süresi değişkenine ait yağ oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	39
Çizelge 4.11.	Süt çeşidi değişkenine ait protein oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	41
Çizelge 4.12.	Muhafaza süresi değişkenine ait protein oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	42
Çizelge 4.13.	Süt çeşidi değişkenine ait serum ayrılması ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	44
Çizelge 4.14.	Muhafaza süresi değişkenine ait serum ayrılması ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	45
Çizelge 4.15.	Süt çeşidi değişkenine ait titrasyon asitliği ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
Çizelge 4.16.	Muhafaza süresi değişkenine ait titrasyon asitliği ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	48
Çizelge 4.17.	Süt çeşidi değişkenine ait pH ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	49
Çizelge 4.18.	Muhafaza süresi değişkenine ait pH ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	50
Çizelge 4.19.	Süt çeşidi değişkenine ait viskozite ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	51
Çizelge 4.20.	Muhafaza süresi değişkenine ait viskozite ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	52

Çizelge 4.21.	Deneme yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları ve standart sapmaları.....	55
Çizelge 4.22.	Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.23.	Süt çeşidi değişkenine ait <i>S. thermophilus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	56
Çizelge 4.24.	Muhafaza süresi değişkenine ait <i>S. thermophilus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	57
Çizelge 4.25.	Süt çeşidi değişkenine ait <i>L. bulgaricus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	58
Çizelge 4.26.	Muhafaza süresi değişkenine ait <i>L. bulgaricus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	59
Çizelge 4.27.	Süt çeşidi değişkenine ait maya ve küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	60
Çizelge 4.28.	Muhafaza süresi değişkenine ait maya ve küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	61
Çizelge 4.29.	Deneme yoğurt örneklerine ait duyu analizi sonuçları ve standart sapmaları.....	63
Çizelge 4.30.	Deneme yoğurt örneklerinin duyu özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	64
Çizelge 4.31.	Deneme yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.32.	Deneme yoğurt örneklerinde muhafaza süresince belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin alanlarına ait ortalamalar.....	78
Çizelge 4.33.	Deneme yoğurt örneklerinin aroma bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları.....	81

1. GİRİŞ

Bir “yaşam mucizesi” diye nitelenebilecek kadar büyük besin değerine sahip olan sütün, insan yaşamındaki yeri insanlık tarihi kadar eskidir. İnsanların doğumlarından itibaren aldıkları ilk besin, dünyanın en yararlı içeceği olan süt, hayvansal ürünler arasında beslenme açısından en başta yer alırken, sağlıklı beslenmemiz ve gelişmemiz açısından vazgeçilmez bir ürün olarak kabul edilmektedir. Mikroorganizmaların gelişmesi için ideal bir ortam olması nedeniyle daha dayanıklı ürünlere işlenerek hem bozulması önlenmekte veya geciktirilmekte, hem de lezzet ve tekstür bakımından farklı yeni süt ürünleri elde edilerek tüketici beğenisinin çeşitliliğine alternatif olabilecek gıdalar üretilmektedir. Bu süt ürünlerinden birisi de yoğurttur.

Bilindiği gibi Türkiye’nin süt ürünlerinde dört tür hayvanın (inek, koyun, keçi ve manda) payı vardır. Bunlardan koyun, keçi gibi küçükbaş hayvanların sütleri birçok süt ürününün işlenmesine elverişli olmadığı gibi, bu sütlerin kurumadde oranının yüksek, tat ve aromasının da yoğun olması nedeniyle içimleri de ağırdır. Halbuki yoğurt teknolojisinde kurumaddece zengin süt aranır ve tüketicilerin tercihi de yoğurdun daha kıvamlı ve aromatik olması yönündedir. Ülkemiz süt ürünleri arasında yoğurdun ayrı bir yeri vardır. Her çeşit sütten yoğurt yapılabilmesi, hemen hemen her ailenin yoğurt yapabilecek bilgi ve beceriye sahip oluşu ve yoğurdun çeşitli şekiller ve isimler altında kolayca yer alışı onun önemini hiçbir zaman azaltmamaktadır. Ülkemizde sevilerek tüketilen yoğurtlar inek, koyun, keçi ve manda sütlerinden yapılan, tadı ve aroması “sade” olarak tanımlanan yoğurtlardır (Akın 1996).

Dünya süt üretiminin büyük kısmını inek sütünden karşıladığı için diğer süt ürünlerinde olduğu gibi yoğurt üretiminde de ağırlıklı olarak inek sütünden yararlanılmaktadır. Bunun yanı sıra, geleneksel üretimlerde diğer süt türlerinin de yoğurt üretiminde kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, ülkemizde yerel düzeyde koyun sütünden yoğurt üretimi yaygındır. Benzer şekilde, Mısır’da zabadi, Hindistan’da shirkand ve dahi gibi yoğurt benzeri ürünlerin üretiminde çoğunlukla manda sütü kullanılmaktadır (Özer 2006).

İnek, koyun, keçi ve manda sütleri Akdeniz ülkeleri, Orta Doğu ülkeleri, Güney Rusya ve Hindistan gibi ülkelerde oldukça popülerdir. Bu sütlerden koyun ve keçi sütleri diğer sütlerle karşılaştırıldığında işlenme bakımından benzerlik teşkil etse de, çok sayıda keçi ve koyun ırkı olması nedeniyle bileşim ve kazein fraksiyonları içeriği bakımından farklılık göstermektedir. Bu sütlerin içerdiği kazein fraksiyonları miktar bakımından kıyaslandığında; minör kazeinler: inek sütü> koyun sütü> manda sütü> keçi sütü; κ -kazein: manda sütü> keçi sütü> inek sütü> koyun sütü; β -kazein: keçi sütü> koyun sütü> inek sütü> manda sütü; α_s -kazein: koyun sütü> manda sütü> inek sütü> keçi sütü şeklinde sıralandığı görülmektedir (Tamime and Robinson 1999).

Başta içme sütü olmak üzere birçok süt ürününün işlenmesine uygun olan ve bu nedenle süt teknolojisi için önem taşıyan inek sütünün bileşimi öncelikle ırk olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisi altında değişiklik gösterir. İnek sütünün kurumaddesi %10,5-14,5, yağ oranı %2,5-6, laktoz oranı %3,6-5,5, protein oranı %2,9-5,0 ve mineral madde oranı %0,6-0,9 arasında; bileşime bağlı olarak asitliği 6,2-8,9 SH ve yoğunluğu 1,028-1,039 g/ml arasında değişir. Kurumaddenin yaklaşık %27'si azotlu maddelerden ve %29'u süt yağından oluşur. Kurumaddedeki yaklaşık %37'lik değeri ile laktoz en büyük paya sahiptir. Mineral maddeler ise toplam kurumadde içerisinde %5,95'lik bir oranda bulunur. İnek sütünün bileşimindeki diğer maddeler, miktar açısından önemli değildir; ancak işlevleri açısından büyük önemleri vardır (Metin 2001; Üçüncü 2004).

Manda sütü yağ oranı bakımından en yüksek değere sahip olan süt türüdür. Bu nedenle fizyolojik açıdan değerli bir süt olarak kabul edilir. Özellikle tereyağı, lüle kaymağı ve yoğurt üretiminde kullanılır. Bazı ülkelerde manda sütünden peynir de yapılmaktadır (Metin 2001; Üçüncü 2004). Manda sütü Hindistan, Pakistan, Mısır ve Nepal gibi bazı gelişmekte olan ülkelerde içme sütü olarak tüketilmekte iken, İtalya'da çoğunlukla Mozzarella peyniri üretiminde kullanılmaktadır. Kurumaddesinin yüksek olması nedeniyle işlendiği ürünlerin randımanı da yüksek olmaktadır. Ayrıca yağ oranı yüksek olmasına rağmen kolesterol oranının inek sütüne nazaran daha düşük olduğu, bunun ise yağ globüllerinin çapının küçük olması dolayısıyla çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Zicarelli 2004).

Keçi sütü bileşim açısından inek sütüne yakın değerlere sahip olup bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık %75'i kazeinden oluşuğu için, kazeinli sütler grubuna dahildir (Metin 2001; Üçüncü 2004). Özellikle gelişmiş ülkelerde inek sütünün sebep olduğu alerjiler ve mide-bağırsak rahatsızlıkları nedeniyle keçi sütüne olan talep giderek artmaktadır (Haenlein 2004). Keçi sütü pek çok yönüyle inek sütünden farklılık gösteren bir süt türü olup daha fazla serbest aminoasit içeriğine ve eşsiz kazein presipitasyonuna sahiptir (Tamime and Robinson 1999). Ayrıca yağ globülleri ve miselleri daha küçüktür ve yüksek miktarda kısa zincirli yağ asitlerini (kaproik, kaprik ve kaprilik asit gibi) içerdigi için keskin bir tat ve aromaya sahiptir (Haenlein 1992).

Koyun sütü kimyasal içeriği bakımından diğ er sütlere oranla daha zengin bir süt türüdür. Bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık %80'i kazeinden oluştuğu için kazeinli sütler grubuna dahildir. İnek sütüne oranla yağ globüllerinin ç apı daha büyük, süt yağındaki lesitin miktarı daha fazla, riboflavin açısından zengin, buna karş ın C vitamini ve nikotinik asit bakımından fakirdir. Koyun sütü özellikle yüksek kurumadde (%17,5-19), protein ve yağ içeriği nedeniyle yoğ urt üretimi için çok uygundur ve kurumadde artırımına gereksinim duyulmaması yönüyle de önem arzetmektedir (Metin 2001; Posecion *et al.* 2005; Özer 2006).

Yoğ urt; termofilik laktik asit bakterileri arasında yer alan *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*) karış ık kültürlerinin süte ilavesiyle üretilen fermente bir süt ürünüdür. Bu karış ık kültürlerin yoğ urt üretimindeki esas fonksiyonu; laktozu laktik aside dönüştürmek suretiyle asitlik, ekzopolisakkarit üreterek viskoz bir yapı ve tipik yoğ urt aromasını oluşturmalarıdır (Ott *et al.* 1999; Chaves *et al.* 2002; Chaves *et al.* 2003; Mckinley 2005). Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) yoğ urdu, “tam yağlı, yağlı, yarım yağlı, az yağlı, yağsız süt, konsantre süt, süt tozuyla kurumaddesi artırılmış süt, homojenize veya homojenize edilmemiş, pastörize veya sterilizasyon işleminden sonra soğ utulup özel laktik asit bakterilerini içeren starter kültürleriyle tek başlarına veya karış ımları kullanılarak fermente edilmiş, içerisinde tüketimden önce canlı laktik asit bakterileri içeren bir ürün” olarak tanımlamıştır (Akın 2006).

İlk defa Türkler tarafından üretildiği düşünülen yoğurdun çok eski bir tarihi vardır. Türk kültürünün etkisi altında kalmış Balkan ülkeleri bir yana bırakılırsa, Amerika'da yaklaşık olarak 45-50 yıl önce, Avrupa'da da yirminci yüzyıl başlarından itibaren tanınmaya ve yapılmaya başlanan bu gıdanın en azından 1000 yıl önce Türk ülkelerinde yapıldığı ve yendiği bir gerçektir. 1000 yıl önce Balasagunlu Yusuf Hacıp ve Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılmış olan Kutadgu Bilig ve Divan-ü Lügâti't -Türk adlı eserlerde yoğurda bugünkü anlamda rastlanmaktadır. Yoğurt kendi kültürümüzün mahsulüdür ve Avrupa'ya da aynı isimle geçmiştir (Tamime and Deeth 1980; Kurt 1994; Akın 2006).

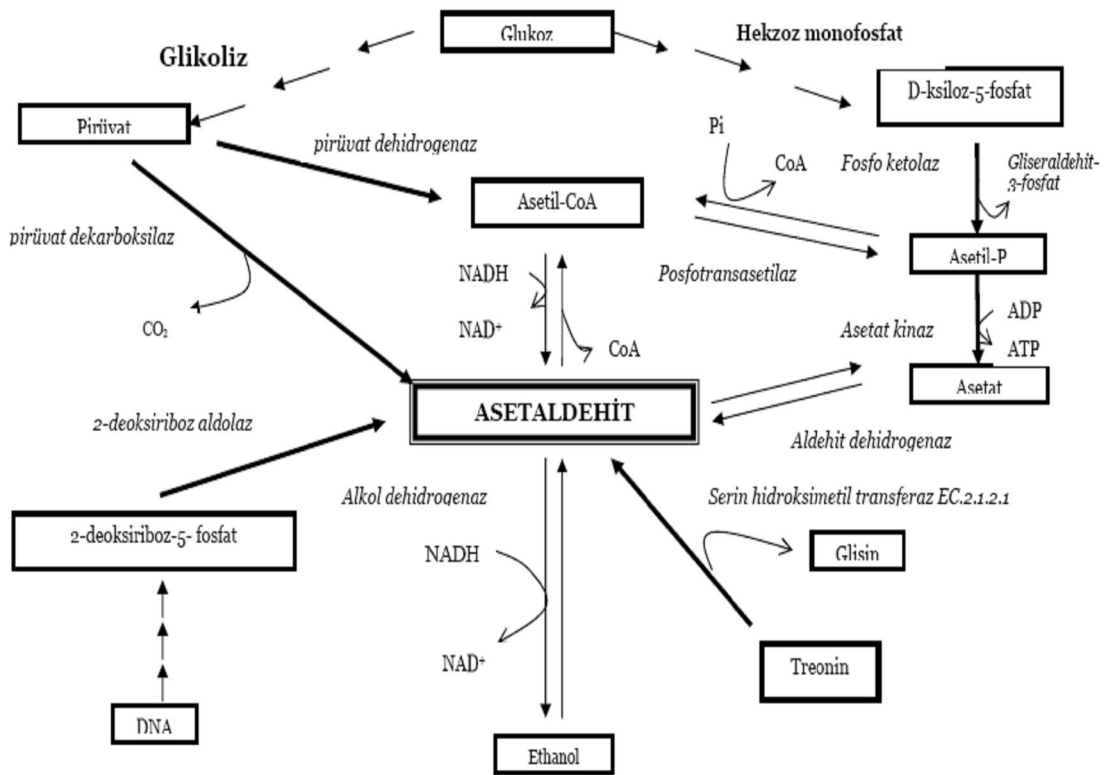
Yoğurt dünya çapında da sağlıklı bir gıda olarak önem kazanan ve tüketiciler tarafından en çok beğenilen fermente süt ürünlerinden birisidir (Mckinley 2005). Beslenme değerinin yüksek olmasının yanı sıra süte göre daha kolay hazmedildiğinden toplumların beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca bünyesinde potansiyel olarak içerdiği yararlı mikroflora ile tüketicilere süt ürünlerinin bilinen besin öğelerinden daha fazlasını sunmaktadır. Kimyasal bileşiminde yer alan laktik asit aracılığıyla vücut tarafından kalsiyum emilimini hızlandırıcı etkiye sahiptir. Buna ilaveten; laktoz düzeyinin düşük olması ve içerdiği aktif laktaz enzimi sayesinde laktoz intoleransı olan bireylerin rahatlıkla tüketebilmesi açısından yoğurt önemli bir süt ürünüdür (Rosado *et al.* 1992; Kırmacı 2005).

Yoğurdun tüketiciler tarafından tercih edilmesinde muazzam tat ve aromasının şüphesiz büyük rolü vardır. Dolayısıyla yoğurtta kaliteyi oluşturan en önemli unsurlardan biri de aromadır. Çeşitli bileşiklerin etkisiyle oluşan aroma yoğurdun duyuşal özelliklerini belirleyen önemli bir kalite ölçütüdür. Süt ve süt ürünleri, her ürün için tat ve aroma oluşumuna katkıda bulunan karakteristik kompleks bileşikler içerirler (Hoffmann and Heiden 2000). Tipik yoğurt aromasını; yoğurt bakterileri tarafından üretilen, ekşimsi ve serinletici tat sağlayan laktik asit ve yoğurdun temel aroma bileşeni olarak düşünülen asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil gibi çeşitli karbonil bileşikler teşkil etmektedir (Ott *et al.* 1997; Beshkova *et al.* 1998; Chaves *et al.* 2002).

Literatürlerde yoğurdun tat ve aromasının uçucu ve uçucu olmayan asitler ve karbonil bileşiklerinin üretimiyle olduğuna dair genel bir uzlaşma vardır (Fernandez-Garcia and McGregor 1994; Marshall and Tamime 1997; Beshkova *et al.* 2003; Akın 2006) Söz konusu bileşenler içinde karbonil bileşenleri özellikle asetaldehit temel aroma maddesi diğerleri ise tat–aromayı destekleyici maddeler olarak kabul edilmektedir (Atamer vd 2004; Şenel 2006). 1950'li yıllardan beri yoğurttaki uçucu bileşenlerle ilgili yapılan yayınların sayısının giderek arttığı ve bugüne kadar 60'dan fazla aroma maddesinin tanımlandığı bildirilmektedir (Ott *et al.* 1997).

Yoğurtta *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* tarafından asetaldehit ve diğer aromatik bileşiklerin oluşumu fermentasyon esnasında ve bazı süt bileşenlerinin ısı ile işleme parçalanması sonucunda oluşur. Bu ürünlerin son miktarları ise farklı süt öğelerinden karbonil bileşiklerinin oluşumunu katalizleme yeteneğinde olan spesifik enzimlere bağlıdır (Lees and Jago 1978; Atamer vd 2004; Akın 2006; Şahan *et al.* 2007). Günümüzde tat ve aroma bileşiklerinin üretiminde kullanılan starter mikroorganizmaların metabolik mekanizmaları önemli ölçüde bilinmektedir.

S. thermophilus ve *L. bulgaricus* farklı metabolik yollar kullanarak karbondioksit, protein ve nükleik asitlerden asetaldehit üretebilirler. Şekil 1.1'de bu muhtemel metabolik yollar şematize edilmiştir. Ayrıca, Çizelge 1.1'de ise özet halinde sunulmuştur.



Şekil 1.1. Farklı metabolik yollarla asetaldehit oluşumunun şematik gösterimi (Chaves *et al.* 2002)

Çizelge 1.1. Yoğurt yapımı sırasında *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* tarafından üretilen asetaldehitin olası orijineri (Kılıç 2001)

Süt Bileşeni	Asetaldehitin Oluşumundaki Yollar
Laktoz	- Glikoliz döngüsünde pirüvattan - Asetilfosfat veya pirüvattan - Direkt pirüvat dekarboksilasyonu ile
Aminoasitler	- Valin → Asetaldehit + alanin - Treonin → Asetaldehit + Glisin - Metionin → Treonin → Asetaldehit + Glisin
Nükleik Asitler	Timidin → Asetaldehit + Gliseraldehit-3-fosfat

Karbonil bileşiklerinin oluşumunda, laktoz, sitrik asit, serbest aminoasitlerden treonin ve metionin önemli rol oynarlar. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi laktoz *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* tarafından fermente edilerek pirüvat ve asetil-coenzim A (asetil-CoA) üzerinden pirüvat dehidrogenaz ve aldehit dehidrogenaz enzimi etkisi ile asetaldehite dönüşmekte ve alkol dehidrogenaz asetaldehiti etanole indirgemektedir. Bilindiği kadarıyla laktoz hiçbir mikroorganizma tarafından doğrudan kullanılamaz. Bu nedenle laktoz önce glukoz ve galaktoza hidrolize olur. Bu hidrolizi gerçekleştiren β -galaktosidaz (laktaz) enzimidir. *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* homofermantatif laktik asit bakterileri, glukozu Embden-Meyerhof-Parnas yolu ile laktik asite kadar parçalarlar. Bu metabolik yol ile pirüvat oluşur ve oluşan bu pirüvat pirüvat dekarboksilaz veya pirüvat oksidaz enziminin etkisiyle katalizlenerek asetaldehit oluşturulur (Kılıç 2001; Metin 2001; Chaves *et al.* 2002; Akın 2006).

L. bulgaricus ve *S. thermophilus* aroma maddesi üretmek için proteinleri hammadde olarak kullanma yeteneğindedir. Süt proteinleri *L. bulgaricus*’un proteinaz enzimi ile peptidlere, *S. thermophilus* enzimi olan peptidazlar ile aminoasitlere kadar parçalanmaktadır (Gönç 1994). Hem *L. bulgaricus* ve hem de *S. thermophilus*’ta bulunan, ancak laktobasillerde streptokoklardan daha aktif olan treonin aldolaz enzimi treoninin asetaldehit ve glisine dönüşmesini katalizler (Özer and Atasoy 2002).

Bazı *S. thermophilus* suşlarının sadece birinde belirlendiği *L. bulgaricus*’ta ise aktif olmadığı bildirilen deoksiriboaldolaz enzimi, timidin fosforilaz ile deoksiribomutazla beraber DNA’yı daha ileri aşamaya parçalayarak asetaldehit ve gliseraldehide dönüştürülen 2-deoksiriboz-5-fosfat’a dönüştürür (Kılıç 2001; Akın 2006). Bakteri gelişimi esnasında DNA parçalanmasının çok az olması gerektiğinden asetaldehit oluşumuna bu metabolik yolun katkısı oldukça küçük düzeydedir (Ott *et al.* 2000).

Bu çalışmada, beslenmedeki öneminden başka soğukta muhafaza edildiğinde uzun süre bozulmaması ve patojen mikroorganizmaların canlılıklarını srdrememeleri nedeniyle ülkemizde en tanınmış fermente süt ürünü olan yoğurdun muhafaza süresince bazı özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çalışmada farklı hayvanların (inek, manda, koyun ve keçi) sütlerinden üretilen yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, yoğurtların aroma bileşikleri incelenerek aromatik farklılıklarının ortaya konulmasına çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yoğurt yapımında genellikle inek sütünden yararlanılmaktadır. Fakat bunun yanı sıra koyun, keçi ve manda sütleri de yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Yoğurdun kalitesini belirleyen viskozitesi, serum ayrılması, asitliği, görünüşü, tat ve aroması gibi özelliklerinin istenilen düzeyde olması için hammadde olarak kullanılan sütün bileşimi ve türü büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte üretim koşulları, ısıtma işlemi, starter kültür, inkübasyon sıcaklığı ve süresi gibi faktörler de üretilen yoğurdun kalitesini ve raf ömrünü etkilemektedir. Kaliteli bir yoğurt üretiminin önemi ve yoğurt üretiminde hammadde olarak farklı tür sütlerin kullanımına yönelik çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen, dört farklı sütte (inek, manda, koyun ve keçi sütü) üretilen yoğurtların birlikte araştırıldığı az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır.

Law (1995) yağsız inek, koyun ve keçi sütlerine 70°C, 80°C ve 90°C'de 15 s ile 30 dak. arasında değişen sürelerde ısıtma işlemi uyguladığı ve serum proteinlerinin denatürasyon oranını saptadığı çalışmada, süt türleri arasında farklılıklar tespit etmiştir. 70°C'de 15 s ve 30 dak. ısıtılan inek ve koyun sütü proteinlerinin denatürasyon oranının keçi sütüne göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Georgala *et al.* (1995) 5 farklı *S. thermophilus* suşu ile 4 *L. bulgaricus* suşunun 20 farklı kombinasyonunu kullanarak koyun sütünden ürettikleri +4°C'de 5 gün süreyle depoladıkları yoğurtlarda aroma gelişimini araştırmışlardır. Araştırmacılar; asetaldehit, aseton, diasetil ve etanol oluşum seviyelerini belirledikleri çalışmada asetaldehitin temel aroma bileşeni olduğunu, diğer bileşenlerin ise çok düşük düzeylerde üretildiğini belirlemişlerdir. Ayrıca *L. bulgaricus* suşlarının *S. thermophilus* suşlarına oranla daha yüksek seviyede asetaldehit ürettiği sonucuna varmışlardır.

Akın (1996) tarafından yapılan çalışmada inek ve keçi sütlerinden üretilen ve 4±1°C'de 15 gün süreyle depolanan meyveli/aromalı yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri incelenmiş ve bu özelliklere süt çeşidinin,

depolama süresinin (1., 5., 10. ve 15. günler) ve meyve/aroma çeşitlerinin (çilek, kiraz, şeftali ve neskafe) etkileri araştırılmıştır. Çalışmada üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine süt, meyve/aroma çeşidi ve depolama süresinin etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Duyusal değerlendirmeler sonucunda ise inek sütünden üretilen yoğurtların keçi sütünden üretilen yoğurtlara göre daha yüksek puanlar aldığı ve meyve/aroma çeşidi olarak ise hem inek hem keçi sütü yoğurtlarında depolama süresince en yüksek beğeni puanlarını çilekli yoğurtların aldığı ortaya konmuştur.

Erbil (1997) inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği yoğurtları bez torbalarda, üç farklı sürede (8 saat, 16 saat, 24 saat) süzerek klasik yöntemle torba yoğurdu üretmiştir. Çalışmada üretimde kullanılan sütlerin, normal yoğurtların, torba yoğurtlarının ve torba yoğurdu serumlarının analizlerini yapmış ve istatistiksel olarak değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda; torbada tutma süreleri açısından süzülme süresi uzadıkça torba yoğurtlarının kurumaddelerinin arttığını, bunun yanı sıra seruma daha fazla protein, yağ, laktoz ve kül geçtiği belirlemiştir. Diğer taraftan, en fazla besin değeri kaybının koyun ve keçi yoğurdu serumlarında olduğunu ve en yüksek kurumaddeli ve lezzetli yoğurtların koyun sütünden elde edildiğini ortaya koymuştur.

Akın (1999) inek ve koyun sütünden ultrafiltrasyon, geleneksel yöntemler ve farklı starter kültürler kullanarak konsantre Bifiduslu fermente süt, Asidofiluslu fermente süt, Bioyoğurt, Bifiduslu yoğurt ve yoğurt üreterek bunlarda sertlik ve duyuşsal testler yapmıştır. Farklı tür süt kullanımı ve konsantrasyonda uygulanan yöntemlerin ürünlerin sertliği üzerindeki etkisinin önemli ($p<0,05$) olduğunu bulurken, kullanılan starter tipinin etkisi, ürün çeşidi ve uygulanan yöntemler arasındaki interaksiyon ise önemsiz ($p>0,05$) bulmuştur. İnek sütü kullanarak üretilen fermente süt ürünlerinin tamamının panelistler tarafından yüksek puanlarla değerlendirildiğini ve bunlara ilave olarak, yoğurdun diğer fermente süt ürünlerine oranla en çok tercih edilen ürün olduğunu, en az tercih edilen ürünün ise Bifiduslu fermente süt ürünü olduğunu belirlemiştir.

Jumah *et al.* (2001) yoğurt jelinin oluşumu esnasında pıhtının reolojik özellikleri üzerine süt çeşidinin (inek, koyun, keçi ve deve sütü) etkisini araştırmışlardır. İnkübasyon esnasında en yüksek viskoziteyi koyun sütünde ve bunu sırasıyla keçi, inek ve deve sütlerinin takip ettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada, sütlerin başta kurumadde ve protein içeriği olmak üzere kimyasal bileşiminin yoğurt jelinin reolojik özellikleri üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bozanic *et al.* (2001) sade ve inülin katkılı keçi sütü ve inek sütünden üretmiş oldukları asidofiluslu fermente sütte, *L. acidophilus*'un farklı suşlarını kullanmış ve 28 günlük depolama boyunca bu kültürlerin canlılıklarını kıyaslamışlardır. Çalışmada 3 haftalık depolama sonunda 10^6 kob/ml düzeyinin üzerinde canlı mikroorganizma olduğunu ve inülin ilavesinin örneklerin jel yapısını iyileştirdiği, diğer taraftan keçi sütünün doğal aromasını da maskelediğini belirlemişlerdir.

Bonzcar *et al.* (2002) yoğurt kültürü ve probiyotik kültür kullanarak ürettikleri koyun yoğurtlarında diasetil ve asetaldehit miktarının probiyotik kültür kullanılarak yapılanlarda daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu durumun farklı mikrobiyal türlerin hatta aynı türün farklı suşlarının metabolik aktivitelerindeki çeşitlilikten kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Nitekim, yapılan çalışmalarda *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterilerinin farklı suşları ile üretilen yoğurtlarda oluşan aroma bileşiklerinin miktarlarının da farklı olduğu gözlenmiştir (Georgala *et al.* 1995; Beshkova *et al.* 1998; Courtin and Rul 2003; Ayhan *et al.* 2005; Chammas *et al.* 2006).

Martin-Diana *et al.* (2003) ticari starter probiyotik kültürlerle yağsız süt tozu ve peyniraltı suyu protein konsantratu kullanarak keçi sütünden set tipi yoğurt üretmişlerdir. Çalışma sonucunda süte peyniraltı suyu protein konsantratu ilavesinin fermentasyon süresini 2 saat kısalttığını, protein içeriğini %1, potasyum ve magnezyum içeriğini ise 0,3 ve 0,02 g/kg düzeyinde artırdığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda ürünün görünüm, tat-aroma, tekstür ve diğer kabul edilebilir unsurlar gibi duyuşal özellikler bakımından yüksek puanlar aldığını saptamışlardır.

El-Zahar *et al.* (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; kazein ve serum proteinlerinin farklı ısı işleme (63°C/30dak.; 73°C/15dak; 85°C/10dak. ve 96°C/5dak.) tabi tutulduğu koyun sütünden iki farklı starter kültür seti kullanılarak üretilen yoğurtların fermentasyon ve 14 günlük muhafaza süresince özellikleri incelenmiştir. *S.thermophilus* ST-143 ve *L.bulgaricus* (LB-18 ve LB-CH2) karışık kültürlerini içeren YC-191 kodlu ‘ropy’ LAB (Laktik asit bakterisi) seti ve ‘non-ropy’ *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* karışık kültürlerini içeren YC-460 kodlu LAB starter kültür seti kullanılarak üretilen yoğurtlarda bu kültürlerin proteolitik degradasyonu araştırılmıştır. 4 saatlik fermentasyon süresince YC-191 kodlu starter kültürü yoğurtların serbest aminoasit içeriğinde bir artış olduğu, depolama süresince ise bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir. Fakat YC-460 kodlu starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtların serbest aminoasit miktarında büyük bir düşüş olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, fermentasyon ve depolama süresince her iki yoğurt tipinde de α -laktalbumin hidrolizinde β -laktoglobuline oranla hafif bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan, β -kazeinin ise α_s -kazeine oranla fermentasyon süresince daha fazla degrade olduğu ve 14 günlük depolama süresince ise tersi durum söz konusu olduğu sonucuna varmışlardır.

Uysal *et al.* (2003) tarafından inek ve keçi sütlerinin karışımıyla ultrafiltrasyon veya yağsız süt tozu fortifikasyonu uygulanarak üretilen set tipi biyoyoğurtların 14 günlük muhafaza süresince fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerinin analiz edildiği bir çalışmada, süt türü ve konsantrasyon metodlarının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada; A: %100 keçi sütü B: %70 keçi-%30 inek sütü C: %50 keçi-%50 inek sütü kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal özelliklerinde muhafaza süresince herhangi bir değişikliğin olmadığı, canlı starter bakteri kültürlerinin sayısında artış meydana geldiği ve yağsız süttozu katılarak üretilen C yoğurt örneğinin duysal açıdan en iyi özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Mohameed *et al.* (2003) koyun ve inek sütü kullanarak labne yoğurdu (konsantre yoğurt) üretmişler ve yoğurtların reolojik özellikleri üzerine kurumadde konsantrasyonunun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar kurumadde oranındaki %5’lik

bir değişikliğin koyun sütünden üretilen labne yoğurdunun görünür viskozitesini iki kat artırdığını ve koyun sütünden üretilen labne yoğurdunun inek sütünden üretilene nazaran daha yüksek viskozite değerine sahip olduğunu saptamışlardır.

Drakoularakou *et al.* (2003) rekonstitüe inek, koyun ve keçi sütlerini *Lactobacillus acidophilus* ile fermente ederek bu bakterinin gelişimini araştırdıkları çalışmada, *Lactobacillus acidophilus*'un en iyi gelişimi koyun sütünde gösterdiğini ve en yüksek asitliğe ise keçi sütünde sebep olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedeninin ise sütlerin bileşimlerinin farklı oluşundan kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Bonczar and Regula (2003) koyun sütüne farklı oranlarda (%2, %3 ve %4) starter kültür katarak ürettikleri yoğurtların muhafaza süresince (1., 7. ve 14. günler) kimyasal ve tekstürel özelliklerini incelemişlerdir. Yüksek oranda starter kültür içeren taze yoğurtların serbest yağ asidi, C vitamini ve askorbik asit içeriğinin daha fazla olduğunu, nitrojen içeriğinin ise daha düşük olduğunu ve tekstürel özelliklerinin daha iyi olduğunu belirlemişlerdir. 14 günlük muhafaza süresince starter kültür oranının artmasına bağlı olarak yoğurtların serbest yağ asidi, C vitamini ve askorbik asit içerikleri ile titrasyon asitliğinin arttığını, çözünür nitrojen miktarı ve pH'larının ise düştüğünü belirlemişlerdir.

Atamer vd (2004) keçi sütünden ürettikleri set yoğurtların 30 günlük, süzme yoğurtların ise 60 günlük depolama süresince bazı özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada keçi sütü yoğurtlarında, karbonil bileşenlerinin özellikle temel aroma maddesi olarak kabul edilen asetaldehit miktarının inek yoğurtlarından daha düşük düzeyde olduğunu vurgulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; asetaldehit, aseton, 2-bütanon ve diasetil içeriklerinin set yoğurtlarında sırasıyla 5,20 ile 9,11 ppm, 6,77 ile 8,06 ppm, 1,27 ile 2,13 ppm, 6,16 ile 2,70 ppm arasında, süzme yoğurtlarında ise yine sırasıyla 6,03 ile 10,09 ppm, 3,01 ile 11,71 ppm, 1,62 ile 3,80 ppm arasında ve iz miktarda bulmuşlardır. Ayrıca, set yoğurtların titrasyon asitliği, pH, laktik asit ve tirozin içeriklerinin sırasıyla 56,04 ile 66,43 °SH, 4,39 ile 4,10 pH, 0,93 ile 1,04 g / 100 g, 0,116 ile 0,150 mg / g arasında değişim gösterdiğini, süzme yoğurtlarında ise bu değerlerin sırasıyla 108,91 ile

118,89 °SH, 3,92 ile 3,90 pH, 0,138 ile 0,143 g / 100 g, 0,224 ile 0,256 mg / g arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Chen *et al.* (2004) farklı yağ asidi kompozisyonuna sahip inek sütlerinden ürettikleri tereyağı, vanilyalı dondurma, yoğurt, Provolone ve Çedar peynirinin fiziksel ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmada tekli doymamış yağ asidi içeriğı fazla olan süttten üretilen ürünlerin daha yumuşak tekstürde olduğunu ve duyuşal açıdan daha çok beğenildiğini belirlemişlerdir. Ayrıca daha sağlıklı ve daha yumuşak tekstürlü süt ürünlerinin üretilmesi için inek sütü kullanmanın doğru olacağını ileri sürmüşlerdir.

Güler-Akın (2005) koyun sütünden ürettiğı bio-yoğurdun asetaldehit içeriğı ve canlı bakteri sayısı üzerine farklı inkübasyon sıcaklıklarının etkisini araştırdığı çalışmada, inkübasyon sıcaklığının ve depolama süresinin örneklerin tüm özelliklerini önemli düzeyde etkilediğini bildirmiş ve kontrol örneğı için muhafaza süresince serum ayrılmasını 3,08-1,76 ml/25g, pH'yı 4,38-4,10, *S.thermophilus* sayısını 8,46-8,50 log kob/g ve *L. bulgaricus* sayısını ise 8,74-7,74 log kob/g arasında tespit etmiştir. Diğer taraftan çalışmasında depolama süresince asetaldehit miktarının azaldığını ve 37°C'de inkübe edilen yoğurt örneklerinin asetaldehit içeriğinin ise 42°C'de inkübe edilenlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Posecion *et al.* (2005) keçi sütü kullanılarak yoğurt üretim prosesi için uygun şartların oluşturulmasının amaçlandığı çalışmada; son ürünün fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, yağsız kurumadde, viskozite, tekstür) ve organoleptik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, keçi sütünün 80°C'de 1 saat süreyle konsantre edilmesiyle üretilen yoğurda pıhtı özelliklerini iyileştirmek amacıyla karragenan (1.5 ve 3 g/L) ve pektin (50 g/L) hidrokolloidleri katılmış ve kurutulmuş ananas ve muz (50 ve 100 g/L) ilavesi yapılmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre, kurutulmuş muz ve ananas ilavesinin yağsız kurumaddede artış ve daha sert bir pıhtı oluşumu sağladığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte, kurutulmuş muz ve ananas ilaveli yoğurtların duyuşal açıdan daha çok beğenildiğini bildirmişlerdir.

L1 and Guo (2006) polimerize peyniraltı suyu proteini kullanarak keçi sütünden ürettikleri yoğurdun konsistens ve su tutma kapasitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, polimerize peyniraltı suyu protein içeren yoğurt örneklerinin kontrol örneklerine göre viskozitesinin %80'e kadar arttığı ve serum ayrılmasının %25'e kadar azaldığı sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonuçlarına dayanarak keçi sütünden üretilen yoğurt ve benzeri ürünlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde polimerize peyniraltı suyu proteinlerinin yeni bir koyulaştırıcı ajan olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Nassib *et al.* (2006) pastörize manda sütüne *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* ile birlikte *Salmonella* serovar *typhimurium* PT8'i inoküle etmişler ve üretilen manda yoğurdunun fermentasyon ve soğukta depolama süresince *Salmonella* serovar *typhimurium* PT8 canlılığı üzerine starter kültürlerin antibakteriyal etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak; sütün asitlendirilmesinde termofilik laktik asit bakterileri kullanımının *Salmonella* inhibisyonunda en etkili faktör olduğunu öne sürmüşlerdir.

Kaypak (2007) Hatay'ın geleneksel süt ürünlerinden biri olan ve inek ve/veya keçi sütlerinden üretilen tuzlu yoğurtların aroma profilini belirlemeye çalıştığı araştırmada, Antakya piyasasında satılan inek ve keçi sütlerinden üretilmiş tuzlu yoğurtlardan 6'şar adet almış ve duyusal analize tabi tutmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinden en yüksek puanı alanların uçucu bileşiklerini belirlemiş ve elde ettiği sonuçlara göre tuzlu yoğurdun normal yoğurtlardan daha fazla aroma bileşeni içerdiğini saptamıştır.

Güler-Akın and Akın (2007) keçi sütünden elde edilen bio-yoğurdun mikroflorası, kimyasal kompozisyonu ve duyusal özellikleri üzerine sistein ve farklı inkübasyon sıcaklıklarının etkisini araştırmışlar ve yoğurt örneklerini farklı inkübasyon sıcaklıkları ve sistein ilavesine göre gruplamışlardır. Gruplandırmayı; A: 42°C'de, B: %0,5 sisteinli ve 42°C'de inkübe, C: 42°C'de inkübe edilen bio-yoğurt D: %0,5 sisteinli ve ve 42°C'de inkübe edilen bio-yoğurt, E: 37°C'de inkübe edilen bio-yoğurt, F: %0,5 sistein ilaveli ve 37°C'de inkübe edilen bio-yoğurt şeklinde yapmışlardır. Çalışma sonucunda, A ve B

örneklerinin asetaldehit içeriği diğer örneklerle göre daha düşük bulmuşlar, F örneğinin asetaldehit miktarının ise diğerlerine göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca depolama süresince serum ayrılması ve pH'nın azaldığını, laktik asit içeriğinin ise arttığını, asetaldehit içeriği ve *S.thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayısının ise depolamanın ilk 7 gününde arttığını daha sonra ise azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, asetaldehit miktarındaki bu azalmanın mikrobiyal enzimlerin sebep olduğu hidroliz nedeniyle olabileceğini ifade etmişlerdir.

Güler (2007) depolama süresi boyunca tuzlu yoğurtta meydana gelen değişiklikleri araştırdığı çalışmada; keçi sütünden ürettiği sade ve tuzlu yoğurdun kimyasal kompozisyonu, serbest yağ asidi içeriği ve uçucu bileşiklerin oranını belirlemeye çalışmıştır. Araştırmada depolama süresince sade ve tuzlu yoğurtlarda sırasıyla, kurumadde oranını %17,82, %28,42, yağ oranını %7,10, %10,45, protein oranını %8,31, %10,57, kül içeriğini %0,79, %2,69 ve pH'yı ise 3,87, 3,96 olarak belirlemiştir. Ayrıca uçucu aroma bileşiklerindeki değişimi istatistiksel olarak $p<0,05$ seviyesinde önemli bulmuş ve etanol ve etil asetatın depolamanın sonuna doğru başlıca/hakim uçucu bileşikler olduğunu ortaya koymuştur.

Kaminarides *et al.* (2007) farklı yağ içeriğine sahip koyun sütü (%6,6, %3,8, %2,3 ve %0,9) kullanarak 4 farklı yoğurt üretmişlerdir. Sütün yağ içeriğindeki artmaya bağlı olarak üretilen yoğurtların kurumadde, yağ ve sertlik değerlerinin arttığını, buna rağmen sinerezis, laktik asit ve galaktoz miktarının azaldığını, kül, laktoz, asitlik, sitrik asit, pirüvik asit, protein olmayan azot ve pH değerlerinde ise farklılık olmadığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar muhafazanın 2. ve 21. günlerinde yoğurt örneklerine ait toplam 16 uçucu aroma bileşeni belirlemişler ve muhafazanın 2. gününde yoğurtların temel aroma bileşenlerini asetik asit, asetaldehit, aseton, diasetil, 2-bütanon, 3-hidroksi-2-bütanon ve 3-metil-2-bütanon olarak tespit etmişlerdir.

Berruga *et al.* (2008) koyun sütüne farklı konsantrasyonlarda (50, 100 ve 150 µg/kg) ceftiofur ve cephalexin adlı iki farklı antibiyotik katmak suretiyle ürettikleri yoğurtların inkübasyon süresince pH'larının değişimini incelemişlerdir. Ceftiofur ilavesinin tüm

konsantrasyonlarında yoğurtların pH düşüşünde önemli düzeyde bir yavaşlamaya sebep olduğunu, diğer antibiyotiklerin ise önemli bir etkide bulunmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada araştırmacılar laktasyon dönemindeki koyunlara intramuskular olarak antibiyotik vermişler ve bu koyunlardan elde edilen sütlerden ürettikleri yoğurtlarda herhangi bir antibiyotik kalıntısının bulunmadığını ve inküsyon süresince pH değişiminde bir yavaşlamanın olmadığını belirlemişlerdir.

Vargas *et al.* (2008) homojenize olmamış inek ve keçi sütlerini farklı oranlarda karıştırmak suretiyle (%0, 25, 50, 75 ve 100) 5 farklı formülasyonlu yoğurt ürettikleri çalışmada; üretilen yoğurtların muhafaza süresince (1., 14. ve 28. günler) pH, sinerezis, renk, akış özellikleri ile mekanik ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; keçi sütü ilavesinin yoğurt örneklerinde önemsiz pH değişikliği, yüksek bir beyazlık indeksi, düşük sinerezis ve düşük sertlik değerlerine sebep olduğunu ve konsistenste ise önemli bir azalma meydana getirdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca genel olarak keçi sütü içeriği arttıkça fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerin farklılaştığını gözlemlemişlerdir.

Varghese and Mishra (2008) tarafından Hindistan'da yapılan bir çalışmada, manda sütünden üretilen *dahi* yoğurdunun (Hindistan yoğurdu) asidifikasyon kinetiği üzerine fermentasyon sıcaklığı (20,8-29,2°C), kurumadde içeriği (%13-16) ve inokülasyon oranının (%1-4) etkisi araştırılmıştır. Çalışmada fermentasyon sıcaklığının artmasıyla birlikte sinerezisin de arttığını belirlemişlerdir. Daha sert bir jel yapısına sahip yoğurtlar fermentasyon sıcaklığının 27-29,2°C, kurumaddenin %14,5-15 ve inokülasyon oranının ise %2,5 olduğu şartlarda araştırmacılar tarafından elde edilmiştir.

Güler and Şanal (2009) inek, koyun ve keçi sütü kullanarak ürettikleri Torba yoğurtları ve bu yoğurtların serumlarındaki esansiyel mineral madde konsantrasyonunu normal yoğurt ve serumuyla karşılaştırdıkları araştırmada, koyun sütünden ürettikleri torba yoğurtlarının kalsiyum, fosfor, magnezyum, selenyum, çinko, kobalt, bakır ve demir içeriklerinin keçi ve inek sütünden üretilenlere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte, koyun sütünden üretilen torba yoğurdunun normal

yoğurt ve serumuna nazaran önemli bir kalsiyum, fosfor, magnezyum, selenyum ve çinko; serumların ise sodyum, potasyum ve laktoz kaynağı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca çalışmada, kurumadde miktarını inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen kontrol yoğurt örneklerinde sırasıyla %12,5, %16,7, %13,6, protein miktarını %2,6, %7,3, %4,5, yağ miktarını %3,7, %4,4, %3,6, laktoz miktarını %3,8, %3,9, %4,7, kül miktarını %0,8, %0,9, %0,9, titrasyon asitliğini %1,3, %1,8, %1,4, pH'yı ise 4,6, 4,2, 4,1 olarak belirlemişlerdir.

Ott *et al.* (1997) yaptıkları çalışmada yoğurdun hafif ve az yoğun bir tada sahip olduğundan aromasının belirlenmesinde hassas izolasyon teknikleri gerektirdiğini belirtmişler ve iki yeni aroma tekniğini tanımlayarak bu teknikleri kullanmak suretiyle yoğurtta bulunan aroma bileşiklerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda yoğurt ve süte ait olan aromagram pik alanlarına bakarak yoğurttaki bazı aroma bileşiklerinin hammadde süttten kaynaklandığına diğerlerinin ise starter kültürler tarafından üretildiğine karar vermişlerdir.

Beshkova *et al.* (1998) Bulgar yoğurdunda inkübasyon ve soğutma esnasında *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* tarafından uçucu aroma bileşiklerinin üretimi üzerine çalışmışlardır. Araştırmacılar ürettikleri yoğurt örneklerinde karışık kültürlerin saf kültürlerle göre uçucu aroma bileşiklerini ve yağ asitlerini daha aktif bir şekilde ürettiklerini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada, starter kültürlerin 22 saat sonunda sırasıyla asetaldehit (1415,0-1734,2 mg/100g), diasetil (165,0-202,0 mg/100g), asetoin (170-221,0 mg/100g), aseton (66,0-75,5 mg/100g), etanol (580 mg/100g) ve 2-bütanon (3,6-3,8 mg/100g) gibi aroma bileşiklerini oluşturduklarını saptamışlardır.

Xanthopoulos *et al.* (2001) geleneksel Yunan yoğurtlarından izole edilen *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kültürlerinin özellikleri ve sınıflandırılmasına yönelik aşırmada, izole edilen kültürlerin asidifikasyon kinetikleri, asitlik, viskozite ve aroma bileşikleri oluşturma özelliklerini test etmişlerdir. Buna göre *L. bulgaricus* izolatlarının pH 4,6'da *S. thermophilus*'a göre daha fazla asetaldehit ürettiği sonucuna varmışlardır.

Güzel-Seydim *et al.* (2005) sade set tipi yoğurt üretiminde farklı yoğurt kültürleri ve farklı inkübasyon sıcaklıklarının yoğurt kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla %2 oranında CH-1 (non-ropy) ve B-3 (ropy) kültürleri ile inoküle edilen süt örnekleri 35 ve 45°C’de inkübasyona tabi tutulmuş ve örneklerin 1. ve 14. günlerde toplam kurumadde, yağ, pH, viskozite, konsistens, serum ayrılması, laktik asit içerikleri ve organoleptik özelliklerini saptamışlardır. Farklı starter kültür kullanımının yoğurdun asetaldehit ve tirozin içeriğini önemli düzeyde etkilediğini ve CH-1 kültürü ilave edilen ve 35°C’de inkübe edilerek üretilen yoğurt örneklerinin en yüksek asetaldehit içeriğine sahip olduğunu tespit edilmişlerdir. Ekzopolisakkarit üreten B-3 kültürü inoküle edilen ve 35°C’de inkübe edilerek üretilen yoğurt örneklerinde viskozite ve konsistens değerlerinin arttığını, serum ayrılmasının ise azaldığını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda; 14 günlük muhafaza süresince tüm yoğurt örneklerinin reolojik özelliklerinin yüksek olduğunu, uçucu yağ asitleri, tirozin ve laktik asit içeriklerinin arttığını, asetaldehit miktarı ve pH değerlerinin ise azaldığını ortaya koymuşlardır.

Güven *et al.* (2005) yağsız yoğurt üretiminde farklı seviyelerdeki inülin (%1, %2 ve %3) ilavesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada; yağsız süttozu ilavesiyle kurumadde içeriği %14’e ayarlanan süt kullanarak deneme yoğurt üretimini gerçekleştirmişlerdir. Muhafaza süresince (1., 7. ve 15. gün) yoğurtların pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, konsistens, asetaldehit ve uçucu yağ asidi içeriklerini ve duyu özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda; %1’den daha fazla inülin ilavesinin serum ayrılması ve konsistens değerlerinde artışa, tirozin ve uçucu yağ asitleri miktarında azalışa sebep olduğunu, asetaldehit, pH ve titrasyon asitliği değerlerinde ise herhangi bir değişikliğe yol açmadığını saptamışlardır.

Özer *et al.* (2007) mikrobiyal transglutaminaz (MTGase) enzimi ilavesiyle ürettikleri yağsız yoğurtların fiziksel, kimyasal ve duyu özelliklerini araştırmışlardır. 21 günlük muhafaza süresince transglutaminaz katkılı yoğurtların serum ayrılması ve viskozite gibi fiziksel özelliklerinde iyileşme görüldüğünü ifade etmişlerdir. Buna karşın, transglutaminaz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte asetaldehit üretiminin ve asitlik gelişiminin aynı periyod boyunca azaldığını saptamışlardır.

Yoğurtta pıhtı stabilitesinin belirlenmesinde rol oynayan en önemli faktörler; yoğurdun serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve viskozitesi gibi özellikleridir. Şahan *et al.* (2007) farklı seviyelerde (%0,25, %0,50 ve %1) β -glukan ilavesinin inek sütünden üretilen yağsız yoğurdun fiziksel, kimyasal ve lezzet kalitesi üzerine muhafaza süresince (1., 7., ve 15. günler) etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, β -glukan ilavesinin örneklerin pH, titrasyon asitliği, asetaldehit, uçucu yağ asitleri, tirozin, pıhtı sertliği ve su tutma kapasitesi gibi özellikleri üzerine önemli etkiye bulunmadığını saptamışlardır. Aynı zamanda muhafaza süresince titrasyon asitliği (%0,11-0,15) ve tirozin içeriğinin (0,14-0,20 mg/g) önemli düzeyde arttığını, pıhtı sertliği ve su tutma kapasitesine ait değerlerin ise azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca β -glukan ilavesi ile birlikte muhafaza süresince yoğurtlarda serum ayrılmasının azaldığını, viskozitenin ise arttığını ve yoğurt örneklerinde en üstün duyuşal niteliklere sade kontrol yoğurdunun sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Yazıcı and Akgün (2004) inek sütünden ürettikleri yoğurtların fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine yağ ikame maddelerinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda 14 günlük muhafaza süresince örneklerin pH (4,26-3,86) ve duyuşal beğenirliliğinin azaldığını diğer taraftan titrasyon asitliği, kurumadde, yağ, kül ve sertlik değerlerinin ise arttığını belirlemişlerdir.

Gündoğdu (2005) farklı şekil ve oranlarda sarımsak ilavesinin yoğurdun bazı özellikleri ve raf ömrüne etkisini araştırdığı çalışmada, muhafaza süresince (1., 7., 14., 21. ve 28. gün) set tipi kontrol yoğurtta ortalama pH, asitlik, kurumadde, yağ, protein, asetaldehit, serum ayrılması ve viskozite değerlerini sırasıyla 3,99, %1,37, %16,23, %4,77, %4,14, 5,27 ppm, 3,51 ml/25g ve 4101 cP olarak belirlemiştir. *S. thermophilus* sayısını 7,44-7,16 log kob/g, *L. bulgaricus* sayısını 7,75-7,89 log kob/g arasında ve maya ve küf sayısını ise ortalama 2,18 log kob/g olarak tespit etmiştir.

İşleten and Karagül-Yüceer (2006) rekonstitüe yağsız süttozundan üretilen yoğurtların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine yoğurda peyniraltı suyu protein izolatu, sodyum kazeinat ve tekstür geliştirici ajanların ilavesinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada,

kurumadde artırımla yoğurtların muhafaza süresince viskozitelerinin arttığını, serum ayrılmasının ise azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca en yüksek viskoziteyi (8456 cP) peyniraltı suyu protein izolatı katılan yoğurtlarda saptamışlardır.

Singh and Muthukumarappan (2007) meyveli yoğurdun fiziksel, duysal ve reolojik özellikleri üzerine belli oranlarda kalsiyum ilavesinin (25, 50, 75 ve 100 mg/100ml) etkisini araştırmışlardır. Muhafaza süresince (1., 7. ve 14. günler) yoğurt örneklerinin tümünün su tutma kapasitesinin (%84-92) arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar yoğurda ilave edilen kalsiyum miktarındaki artışın kazein miselleri ile çözünür kalsiyum fosfat arasındaki bağları kuvvetlendirmesi nedeniyle yoğurt jelinin daha yoğun olmasını sağlayacağını ve böylece yoğurdun su tutma kapasitesinin ve viskozitesinin de artacağını ileri sürmüşlerdir.

Bakırcı and Kavaz (2008) *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* subsp. içeren ve piyasada ABT-2 olarak bilinen ticari probiyotik yoğurt kültürü ve 4 farklı meyve-şeker kombinasyonu kullanarak muzlu yoğurt üretmişlerdir. Yoğurt örneklerinin depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal niteliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. İnek sütünden ürettikleri kontrol yoğurunda ortalama kurumadde, yağ, yağsız kurumadde, protein, kül, viskozite, sinerezis, titrasyon asitliği ve pH değerlerini sırasıyla %13,94, %3,6, %10,34, %4,27, %0,83, 2876,7 cP, 5,56 ml/25g, %1,07 ve 4,34 olarak belirlemişlerdir.

Yoğurdun görünüş, su tutma kapasitesi, jel stabilitesi, yapı ve tekstür gibi birçok özelliğinin süte uygulanan homojenizasyon işleminden de etkilendiği bilinmektedir (Yıldırım vd 1994, Tamime and Robinson 1999, Tunçtürk vd 2000, Wu *et al.* 2001). Tunçtürk vd (2000) farklı homojenizasyon basıncının (0, 5, 10, 15, 20 MPa) set tipi yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, homojenizasyon basıncının artışına bağlı olarak yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi ve lipoliz derecesinin de önemli düzeyde ($p<0,01$) arttığını diğer taraftan asitlik, pH ve proteoliz değerlerinde önemli bir değişim olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca küf ve laktik asit bakterileri sayısının tüm örneklerde

benzer olduğunu ve basıncın artışıyla birlikte duyusal özelliklerin de geliştiğini saptamışlardır. Duyusal yönden 15 MPa basınçta homojenize edilen sütte yapılan yoğurdun daha çok beğenildiğini ortaya koymuşlardır.

Wu *et al.* (2001) ultrason işleminin sütün homojenizasyonu ve yoğurt fermentasyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, yoğurdun su tutma kapasitesi, serum ayrılması ve viskozite ile yoğurt fermentasyonu sırasında pH değişimini incelemişlerdir. İnokülasyondan önce uygulanan ultrasonun dalga genliği arttıkça yoğurdun su tutma kapasitesi ve viskozitesini önemli seviyede iyileştirdiğini, buna bağlı olarak serum ayrılmasını ise azalttığını belirlemişlerdir. Diğer taraftan inokülasyondan sonra uygulanan ultrason işleminin yoğurdun bu özellikleri üzerine etkili olmadığını fakat fermentasyon süresini 30 dak. kadar düşürdüğünü saptamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurt yapımında kullanılan çiğ süt

Yoğurt yapımında kullanılan çiğ inek sütü Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Pilot Süt Fabrikası'ndan, keçi, koyun ve manda sütleri ise Erzurum merkeze bağlı Kavaklıdere, Çayırtepe ve Güzelova köylerinden temin edilmiştir.

3.1.2. Yoğurt starter kültürü

Yoğurt üretiminde kullanılan DVS (direct vat set) starter kültür (*S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) Peyma Chr. Hansen A.Ş. (İstanbul)'den temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

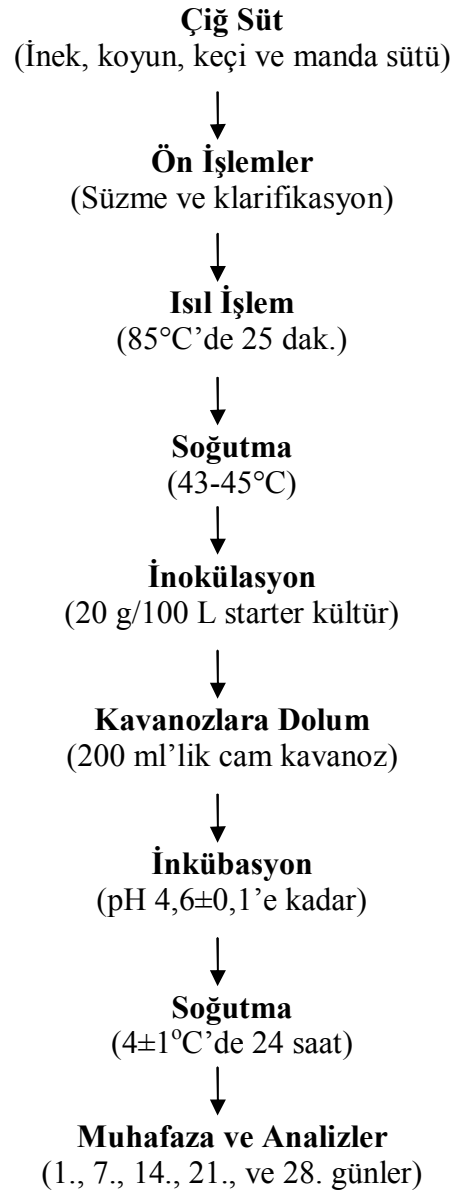
3.2.1. Deneme düzeni

Araştırma, 4 süt çeşidi (inek, koyun, keçi ve manda sütü), 5 farklı muhafaza periyodu (1., 7., 14., 21. ve 28. gün) olmak üzere, (4x5) faktöriyel düzenlemede Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan 1991).

3.2.2. Deneme yoğurtların üretimi

Yoğurda işlenen inek, koyun, keçi ve manda sütleri süzildükten sonra 85°C'de 25 dak. süreyle pastörize edilerek yaklaşık 43-45°C'ye soğutulup her bir tekerrür için iki eşit kısma ayrılmıştır. 20 g/100 L oranında yoğurt kültürü (DVS) inoküle edilen sütler 200 ml'lik steril cam kavanozlara alınarak pH 4,6±0,1'e gelinceye kadar 44±1°C'de inkübe

edilmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri istenen değere ulaşınca inkübasyona son verilmiş, örnekler $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiş ve muhafazanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde gerekli analizler yapılmıştır. Deneme yoğurtların üretim akım şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme yoğurtların üretim akım şeması

3.2.3. Yoğurda işlenen sütlerde yapılan analizler

Sütte, kurumadde (gravimetrik yöntemle), yağ (Gerber yöntemiyle), kül (gravimetrik yöntemle), özgül ağırlık (laktodansimetre ile), titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) ve pH (WTW 340-1 marka birleşik elektrotlu dijital pH-metre) analizleri Kurt vd (2007) tarafından belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.4. Deneme yoğurtlarda yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.4.a. Kurumadde oranı

Kurutma fırınında kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan kurutma kaplarının içerisine yaklaşık 5 g kadar iyice karıştırılmış olan yoğurt örneği tartılmıştır. 100-105°C’de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulup desikatörde oda sıcaklığına (20°C) soğutulan örnekler tartıldıktan sonra % kurumadde miktarı hesaplanarak belirlenmiştir (Metin 2008).

3.2.4.b. Yağ oranı

10 g yoğurt örneği üzerine 10 ml saf su katılarak 1:1 oranında sulandırıldıktan sonra Gerber yöntemi ile yağ oranı belirlenmiş, sonuç 2 ile çarpılarak % yağ oranı hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

3.2.4.c. Protein oranı

Mikro Kjeldahl düzeninden yararlanılarak belirlenen azot oranı 6,38 faktörü ile çarpılarak % protein oranı hesaplanmıştır (IDF 1993).

3.2.4.ç. Kül oranı

Kurutma fırınında kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan porselen krozelere yaklaşık 5 g kadar tartılan yoğurt örneklerine 550°C’de yakma işlemi uygulanmasından sonra desikatörde soğutulup tartılarak % kül oranı hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

3.2.4.d. Viskozite değeri

Viskozite ölçümü Poulten RY-8 model viskozimetre kullanılarak 20 rpm’de 6 nolu başlık ile (örnek sıcaklığı 3±1°C) yapılmış ve sonuçlar aletin dijital göstergesinde doğrudan centipoise (cP) olarak okunmuştur (Abrahamsen and Holman 1980).

3.2.4.e. Serum ayrılması

25 g yoğurt örneği alınarak 4±1°C’de 2 saat süreyle filtre kağıdından süzölmüş ve elde edilen süzöntü miktarı volumetrik olarak ölçölmüştür (Atamer ve Sezgin 1986).

3.2.4.f. Titrasyon asitliğı

Homojen hale getirilen yoğurt örneğinden 9 g alınarak üzerine 3 damla fenolftalein indikatöründen damlatılmış ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edildikten sonra harcanan alkali miktarı aşğıdaki formöl yardımıyla hesaplanarak laktik asit cinsinden % asitlik olarak belirlenmiştir (Kurt vd 2007).

$$\text{Titrasyon asitliğı (\%)} = \frac{\text{Ç} \times 0,009}{Y} \times 100$$

Ç: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi (ml)

Y: Yoğurt miktarı (9 g)

3.2.4.g. pH değeri

Analiz öncesi pH metre standart çözeltiler kullanılarak pH 4 ve 7 olarak kalibre edilmiştir. Daha sonra yoğurt örneklerinin pH'ları birleşik elektrotlu dijital pH-metre (WTW 340-1 marka) ile direkt olarak tespit edilmiştir.

3.2.5. Deneme yoğurtlarda yapılan mikrobiyolojik analizler

11'er g yoğurt örneklerinin 99 ml steril fizyolojik tuzlu (% 0,85'lik NaCl çözeltisi) su ile karıştırılmasından sonra uygun dilüsyonları hazırlanmıştır. Değişik grup mikroorganizmalar için önceden hazırlanmış petri kutularına, hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml alınarak dökme ekim yöntemi uygulanmıştır. Ekimler 2 paralelli olarak 2 değişik dilüsyonda yapılmış, petri kutularında oluşan koloniler sayılarak örneklerdeki canlı mikroorganizma sayıları belirlenmiştir.

3.2.5.a. *L. bulgaricus* sayımı

Yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayısının belirlenmesinde MRS agar besiyeri kullanılmıştır. Petriler anaerobik olarak 37°C'de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır. Anaerobik koşulların oluşması için Anaerocult A (Merck) kullanılmıştır (Torriani *et al.* 1996).

3.2.5.b. *S. thermophilus* sayımı

Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayısının belirlenmesinde M-17 agar besiyeri kullanılmıştır. Petriler aerobik olarak 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Torriani *et al.* 1996).

3.2.5.c. Maya ve küf sayımı

Yoğurt örneklerinde maya ve küf sayısının belirlenmesinde Patates Dekstroz Agar (PDA) (Oxoid Ltd.) kullanılmıştır. %10'luk steril tartarik asit ile pH'sı 3,5'e ayarlanan steril agardan dökme plak yöntemiyle ekimi yapılan petriler 20-25°C'de 5-7 gün süreyle inkübe edilmiş ve 1 g yoğurttaki maya-küf sayısı belirlenmiştir (Frank *et al.* 1985).

3.2.6. Deneme yoğurtlarda yapılan duyuşal analizler

Muhafazanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde Gıda Mühendisliğı Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 6 kişilik panelist grubun katılımı ile yoğurtlarda yapılan duyuşal değeriendirmelerde (Bodyfelt *et al.* 1988) kullanılan duyuşal analiz formu ve uygulanan puan cetveli sırasıyla Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Duyuşal değeriendirmelerde kullanılan puan cetveli (Bodyfelt *et al.* 1988)

Panelistin Adı Soyadı:				
Tarih:				
Örnek No: ()	PUANLAR			
NİTELİKLER	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4)	Bozuk (3-2-1)
Koku				
Yapı ve Tekstür				
Su Salma				
Gaz Oluşumu				
Tat ve Aroma				
Asitlik				
Ağızda Bıraktığı His				
Genel Kabul Edilebilirlik				

Varsa ürün hakkındaki diğeri düşünceleriniz.....

3.2.7. Uçucu aroma bileşiklerinin analizi

Uçucu aroma bileşikleri SPME-GC/MS tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. 30 ml hacmindeki viallere (Supelco, Bellefonte PA, USA) 5'er gram tartılan yoğurt örnekleri analiz zamanına kadar derin dondurucuda (-20°C) muhafaza edilmiştir. Daha sonra vialler derin dondurucudan alınarak bir termal blok (Supelco, Bellefonte PA, USA) içerisine yerleştirilmiş, 80°C'de 15 dak. bekletilerek tepe boşluğunda uçucu bileşiklerin toplanması sağlanmıştır (Ott *et al.* 1999). Bileşiklerin adsorpsiyonu için CAR/PDMS fibre (Supelco 75 µm, USA) yerleştirilmiş ve 2 saat süre ile bekletilmiştir. Uçucu bileşiklerle adsorbe olan fibrenin gaz kromatografisine (GC, Agilent Technologies 6890N) enjeksiyonu yapılmış ve bileşikler kütle spektrometresi (MS, Agilent Technologies 5973) ile tanımlanmıştır. Gaz kromatografisinin fırın sıcaklığı başlangıçta 40°C'de 5 dak., daha sonra kademeli olarak 3°C/dak hızla 110°C'ye, 4°C/dak hızla 150°C'ye, 10°C/dak hızla 210°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dak. bekletilmiştir. Sistemde kolon olarak DB-624 (J&W Scientific, 30 m, 0,25 mm i.d., 1,4 µm film) ve taşıyıcı gaz olarak ise Helyum (1ml/dak. akış hızı) kullanılmıştır. Sonuçlar kütle spektrometresinin kütüphanesinden (NIST, WILEY, FLAVOR) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

3.2.8. İstatistiksel analizler

Analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde varyans analizinden yararlanılmış olup önemli çıkan sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Bu amaçla SPSS 13.0 for Windows (SPSS Inc., USA) paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Deneme Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Sütlerin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Deneme yoğurt örneklerinin üretiminde kullanılan sütlerin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kimyasal Özellikler	İnek Sütü	Manda Sütü	Koyun Sütü	Keçi Sütü
Kurumadde (%)	12,06	16,56	17,40	14,15
Yağ (%)	3,80	7,40	5,90	4,70
Kül (%)	0,70	0,77	0,91	0,78
Asitlik (%)	0,21	0,15	0,24	0,19
pH	6,49	6,78	6,64	6,55
Özgül Ağırlık	1,031	1,034	1,038	1,034

4.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Deneme yoğurtlarda belirlenen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de toplu olarak verilmiştir. Yoğurt örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri ise Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, süt çeşidi değişkeni, incelenen kimyasal özelliklerden kurumadde, kül, yağ, protein, titrasyon asitliği, pH, serum ayrılması ve viskozite değerleri üzerine istatistiksel olarak çok önemli etkide ($p<0,01$) bulunmuştur. Muhafaza süresi değişkeni ise, incelenen kimyasal özelliklerden kurumadde, yağ, protein, titrasyon asitliği, pH, serum ayrılması ve viskozite değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, kül üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu saptanmıştır.

Süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu, yoğurtların kurumadde, kül, yağ, protein, serum ayrılması ve viskozite değerleri üzerine etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan pH ve titrasyon asitliği üzerindeki etkisi ise önemsiz ($p>0,05$) çıkmıştır.

4.2.1. Kurumadde (%)

Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen kurumadde oranları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kurumadde oranı (%11,94) inek yoğurdunda muhafaza süresinin 14. gününde belirlenirken, en yüksek kurumade oranı (%18,75) ise koyun yoğurdunda muhafazanın 7. gününde belirlenmiştir.

Farklı hayvan sütlerinden üretilen yoğurtlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere yoğurt örneklerinin % kurumadde değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Deneme yoğurtların % kurumadde değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneme yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve standart sapmaları

Yoğurt Örnekleri	Muhafaza Süresi (Gün)	Kurumadde (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Titrasyon Asitliği (%)	pH	Serum ayrılması (ml/25g)	Viskozite (cP)
A (İnek yoğurdu)	1	12,12±0,707	0,73±0,212	4,05±0,071	3,61±0,099	0,90±0,021	4,22±0,042	6,82±0,021	2630±183,848
	7	12,34±0,283	0,75±0,070	3,93±0,106	3,65±0,057	0,99±0,092	4,08±0,021	6,50±0,141	3467±471,640
	14	11,94±0,141	0,73±0,000	3,83±0,035	3,38±0,226	1,00±0,014	4,05±0,007	10,23±0,39	2925±388,909
	21	12,05±0,495	0,70±0,021	4,00±0,000	3,53±0,021	1,08±0,028	3,93±0,007	9,47±0,092	3634 ± 47,376
	28	12,14±0,566	0,72±0,007	3,73±0,106	3,64±0,014	1,10±0,014	3,97±0,000	8,61±0,460	3615 ± 7,071
B (Manda yoğurdu)	1	17,87±0,113	0,87±0,007	8,40±0,000	4,67±0,014	1,06±0,028	4,19±0,085	2,78±0,035	12335±473,762
	7	18,31±0,368	0,89±0,014	8,70±0,141	4,75±0,042	1,08±0,007	4,15±0,078	2,30±0,141	13475 ± 11,314
	14	18,04±0,354	0,87±0,007	8,10±0,000	4,78±0,085	1,13±0,064	4,11±0,021	4,55±0,141	11825±106,066
	21	17,39±0,120	0,86±0,007	8,10±0,141	4,67±0,042	1,24±0,021	4,01±0,057	3,67±0,190	16025±270,822
	28	17,74±0,156	0,83±0,000	8,00±0,141	4,71±0,057	1,36±0,021	4,02±0,014	3,65±0,283	12850 ± 70,711
C (Koyun yoğurdu)	1	18,67±0,141	0,95±0,000	6,33±0,035	6,83±0,113	1,35±0,000	4,30±0,000	2,24±0,580	19975 ± 35,355
	7	18,75±0,141	0,95±0,007	6,90±0,000	7,01±0,021	1,46±0,141	4,18±0,085	1,72±0,050	20500±164,756
	14	18,31±0,212	0,96±0,007	6,78±0,035	6,88±0,042	1,47±0,120	4,19±0,092	1,45±0,212	22075±152,735
	21	18,71±0,127	1,01±0,007	6,68±0,035	7,32±0,035	1,60±0,035	4,09±0,042	0,94±0,014	22742±341,533
	28	18,52±0,262	1,00±0,007	6,60±0,071	7,07±0,170	1,72±0,014	4,04±0,021	1,21±0,035	21609 ± 58,690
D (Keçi yoğurdu)	1	14,98±0,849	0,82±0,000	5,03±0,035	4,67±0,035	1,06±0,050	4,32±0,050	7,25±0,354	5192 ± 12,021
	7	15,10±0,636	0,83±0,000	5,53±0,106	4,71±0,014	1,09±0,007	4,25±0,014	6,71±0,035	5825±176,777
	14	15,08±0,354	0,84±0,007	5,50±0,000	4,79±0,057	1,12±0,028	4,14±0,050	6,50±0,141	6967±188,798
	21	15,16±0,566	0,86±0,000	5,50±0,141	4,92±0,050	1,18±0,064	4,10±0,092	6,01±0,035	7733 ± 70,711
	28	14,98±0,219	0,86±0,000	5,20±0,000	4,95±0,000	1,27±0,035	4,04±0,057	5,93±0,035	6342 ± 35,355

Çizelge 4.3. Deneme yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kurumadde (F)	Kül (F)	Yağ (F)	Protein (F)	Titrasyon Asitliği (F)	pH (F)	Serum ayrılması (F)	Viskozite (F)
Süt Çeşidi (A)	3	4994,382**	1290,708**	5303,038**	3183,117**	155,152**	11,841**	1722,019**	13350,760*
Muhafaza Süresi (B)	4	7,171**	3,078*	25,755**	6,804**	29,907**	28,968**	36,764**	136,049**
AxB	12	4,471**	14,953**	11,716**	4,527**	0,912	0,711	36,464**	25,552**
Hata	20								

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri

	Kurumadde	Kül	Yağ	Protein	Titrasyon Asitliği	pH	Serum ayrılması
Kül	0,904**						
Yağ	0,890**	0,653**					
Protein	0,810**	0,949**	0,470**				
Titrasyon Asitliği	0,686**	0,816**	0,393*	0,877**			
pH	0,275	0,292	0,135	0,290	-0,138		
Serum ayrılması	-0,927**	-0,904**	-0,781**	-0,844**	-0,727**	-0,247	
Viskozite	0,902**	0,915**	0,686**	0,917**	0,847**	0,150	-0,930**

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5. Süt çeşidi değişkenine ait kurumadde oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Kurumadde (%)
A (inek yoğurdu)	10	12,12 ^a
B (manda yoğurdu)	10	17,87 ^c
C (koyun yoğurdu)	10	18,59 ^d
D (keçi yoğurdu)	10	15,06 ^b

** Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yoğurt örneklerinde en yüksek ortalama kurumadde miktarı (%18,59) C örneğinde, en düşük ise (%12,12) A örneğinde belirlenmiştir. Diğer taraftan B örneğinde ortalama % 17,87 ve D örneğinde ise ortalama % 15,06 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Yoğurt örneklerinin kurumadde miktarları arasındaki farklılık hammadde olarak kullanılan süt türünün farklı olmasına bağlanabilir.

Sezgin (1979) ve Konar (1980) yoğurt üretiminde farklı tür sütleri kullandıkları çalışmalarında, inek yoğurtlarında kurumadde oranlarını sırasıyla %14,34-22,43; %11,53-16,22 arasında bulurken, keçi yoğurtlarında ise %13,33-21,55; %11,78-17,60 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kaminarides *et al.* (2007) farklı yağ içeriğine sahip koyun sütü (%0,9, %2,3, %3,8 ve %6,6) kullanarak ürettikleri yoğurtların kurumadde içeriklerini %11,39-17,00 arasında saptamışlardır. Güzel-Seydim *et al.* (2004) ekzopolisakkarit üreten suşların sade set tipi yoğurt kalitesi üzerine etkilerini incelediği araştırmada inek sütünden üretilen tüm yoğurt örneklerinin ortalama kurumadde miktarını % 14,70 olarak belirlemişlerdir.

Muhafaza süresi değişkeni, yoğurtların kurumadde miktarı üzerinde istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) düzeyde etkili bulunmuştur. Kurumadde miktarları açısından muhafaza süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

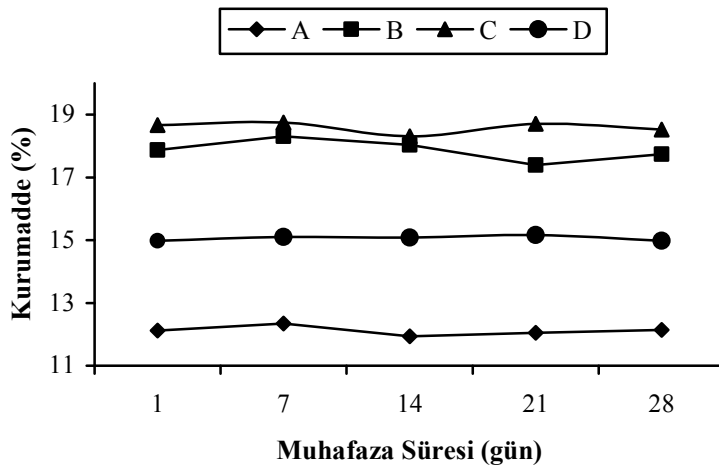
Çizelge 4.6. Muhafaza süresi değişkenine ait kurumadde oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Kurumadde (%)
1	8	15,91 ^a
7	8	16,12 ^b
14	8	15,84 ^a
21	8	15,83 ^a
28	8	15,84 ^a

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, en yüksek kurumadde miktarı muhafazanın 7. gününde, en düşük ise muhafazanın 21. gününde belirlenmiştir. Muhafaza süresince yoğurtların kurumadde miktarı muhafaza süresinin 7. gününe kadar bir miktar yükselmiş, daha sonra hemen hemen sabit seyretmiştir. Bu durum muhafaza süresince yoğurtların kurumaddesini oluşturan bileşenlerdeki artma veya azalmalara atfedilebilir. Akalın (1993) depolama süresince yoğurt ve benzeri fermente süt ürünlerinde bir miktar suyun buharlaşarak kurumaddenin yükselmesinin doğal olabileceğini bildirmiştir.

Süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu yoğurtların kurumadde miktarı üzerinde önemli (p<0,01) derecede etkili olmuş (Çizelge 4.3), interaksyonun gidişi Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Kurumadde miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil incelendiğinde, tüm örneklerin kurumadde miktarlarının muhafazanın 7. gününde arttığı, diğer dönemlerde ise sabit bir seyir izlediği görülmektedir. Ancak, üretimde kullanılan çiğ sütün çeşidi, kurumadde, üretim sırasında uygulanan işlemler ve kullanılan kültürlerin laktozu fermente etme dereceleri kurumadde oranlarında az da olsa farklılıklara neden olabilmektedir (Yılmaz 2006).

4.2.2. Kül (%)

Yoğurt örneklerinde muhafaza süresince belirlenen kül oranları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kül oranı (%0,7) inek yoğurdunda muhafaza süresinin 21. gününde belirlenirken, en yüksek kül oranı (%1,01) ise koyun yoğurdunda muhafazanın 21. gününde belirlenmiştir.

Çizelge 4.3’den de görüleceği gibi süt çeşidi ve süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun yoğurt örneklerinin kül miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$), muhafaza süresinin etkisi ise $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Kül açısından yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Süt çeşidi değişkenine ait kül oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Kül (%)
A (inek yoğurdu)	10	0,72 ^a
B (manda yoğurdu)	10	0,86 ^c
C (koyun yoğurdu)	10	0,97 ^d
D (keçi yoğurdu)	10	0,84 ^b

^{**}Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından en yüksek ortalama kül miktarı %0,97 ile C örneğinde belirlenirken, en düşük ortalama değer ise %0,72 ile A örneğinde tespit

edilmiştir. İnek yoğurdu için saptanan % kül değerleri Güler (2007)'in bulgularına benzerlik gösterirken, Martin-Diana (2003), Şahan *et al.* (2007), Bakırcı and Kavaz (2008), Güler and Şanal (2009)'ın saptadığı değerlerden düşük çıkmıştır. Lı and Guo (2006) ürettikleri kontrol keçi yoğurdunun kül miktarını %0,79 olarak bulurken, Güler and Şanal (2009) inek, koyun ve keçi sütü kullanarak ürettikleri torba yoğurdu ve serumlarının esansiyel mineral madde konsantrasyonlarını karşılaştırdıkları çalışmada, kontrol inek, koyun ve keçi yoğurtlarının kül miktarlarını sırasıyla %0,8; %0,9 ve %0,9 olarak belirlemişlerdir. Kaminarides *et al.* (2007) farklı yağ içeriğine sahip koyun sütü (%0,9, %2,3, %3,8 ve %6,6) kullanarak ürettikleri yoğurtların kül içeriklerini %0,87-0,89 arasında saptamışlardır. Muhafaza sürelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

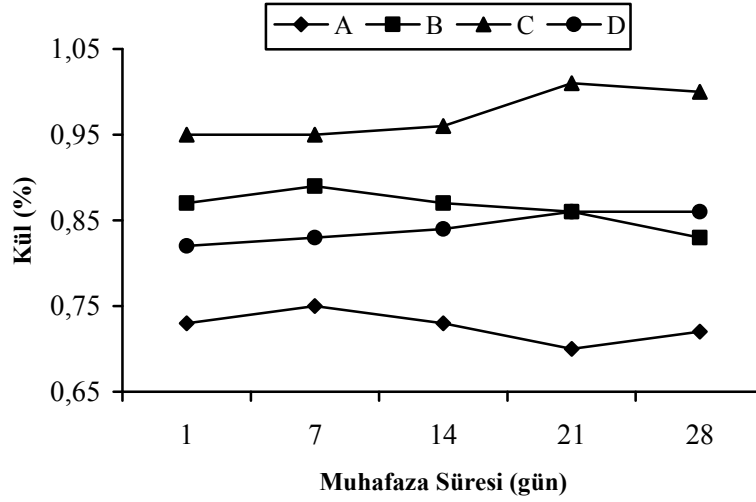
Çizelge 4.8. Muhafaza süresi değişkenine ait kül oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Kül (%)
1	8	0,840 ^a
7	8	0,853 ^b
14	8	0,846 ^{ab}
21	8	0,854 ^b
28	8	0,850 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en düşük % kül değeri muhafazanın 1. gününde (%0,840), en yüksek değer ise (%0,854) muhafazanın 21. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Örnekler açısından muhafaza süresince kül oranlarının %0,84-0,854 arasında olduğu ve düzensiz bir değişim gösterdiği görülmektedir. Muhafaza süresince kül miktarındaki değişim 1. gün ile 14. günde istatistiksel olarak benzer bulunurken, diğer günlerdeki değişim ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Deneme yoğurt örneklerinin kül oranlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.2 'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Kül miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.2’de yoğurt örneklerine ait kül değerlerinin kullanılan süt türünün farklılığına bağlı olarak düzensiz bir değişim gösterdiği, kurumadde içeriği yüksek olan yoğurtların kül içeriğinin de daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre en yüksek kül miktarı koyun yoğurdunda, en düşük inek yoğurdunda belirlenirken, manda ve keçi yoğurtlarında birbirine yakın oranlarda belirlenmiştir. Ayrıca, Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi kurumadde ile kül arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) pozitif korelasyon da ($r = 0,904$) bunu destekler yöndedir.

4.2.3. Yağ (%)

İnek, manda, keçi ve koyun sütlerinden üretilen yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen yağ oranları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük yağ oranı (%3,73) inek yoğurdunda muhafaza süresinin 28. gününde belirlenirken, en yüksek yağ oranı (%8,70) ise manda yoğurdunda muhafazanın 7. gününde belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin % yağ değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Deneme yoğurtların % yağ değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da, muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Süt çeşidi değişkenine ait yağ oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Yağ (%)
A (inek yoğurdu)	10	3,91 ^a
B (manda yoğurdu)	10	8,26 ^d
C (koyun yoğurdu)	10	6,66 ^c
D (keçi yoğurdu)	10	5,35 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yoğurt örneklerine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre en yüksek ortalama % yağ değeri B örneğinde, en düşük ortalama yağ değeri ise A örneğinde tespit edilmiştir. Bu sonuç, hammadde sütün yağ içeriği ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen % yağ değerleri Güzel-Seydim *et al.* (2005), Güven *et al.* (2005), Lı and Guo (2006), Tan and Korel (2007), Bakırcı and Kavaz (2008)’ın elde ettikleri değerlerden yüksek bulunmuştur. Güler and Şanal (2009) yaptıkları çalışmada, yağ miktarını inek yoğurdunda %3,7, keçi yoğurdunda %3,6, koyun yoğurdunda ise %4,4 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.10. Muhafaza süresi değişkenine ait yağ oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

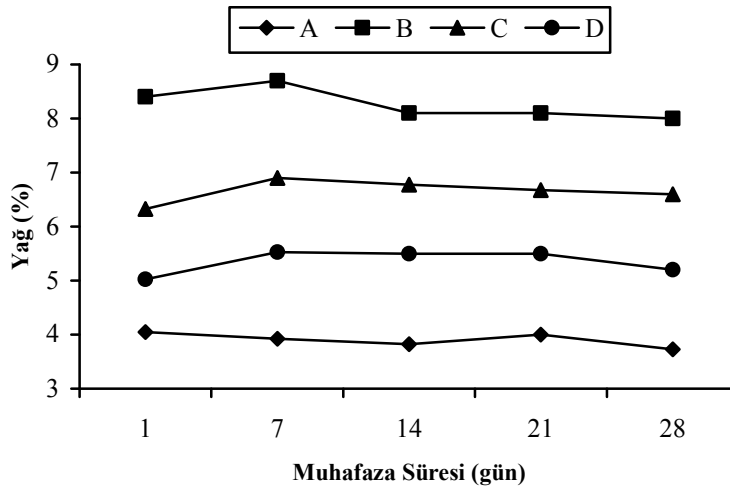
Muhafaza süresi (gün)	n	Yağ (%)
1	8	5,95 ^a
7	8	6,26 ^c
14	8	6,05 ^b
21	8	6,07 ^b
28	8	5,88 ^a

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çizelge 4.10 incelendiğinde muhafazanın ilk gününde %5,95 olan yağ oranının muhafazanın 7. gününde önemli düzeyde artarak %6,26’ya ulaştığı ve 14., 21. ve 28.

günlerde ise azaldığı görülmektedir. Örneklerin yağ miktarındaki artışın su kaybına bağlı olarak kurumadadaki artışa, azalmanın ise mikroorganizma faaliyetine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Gündoğdu (2005) kontrol inek yoğurtlarının muhafaza periyodu süresince yağ oranları değişiminde dalgalanmalar olduğunu belirlemiştir. Uysal (1993) inek, keçi ve koyun sütlerinden ürettiği torba yoğurtlarının 28 günlük muhafaza süresince yağ oranlarındaki artış ve azalışları istatistiksel olarak önemsiz bulmuştur. Akalın (1993) yoğurt ve benzeri süt ürünlerinin yağ oranlarında muhafaza süresince artış saptamıştır. Türkoğlu (1995) inek sütünden ürettiği sade ve meyveli yoğurtların yağ oranlarında muhafaza süresince önemli bir azalma kaydetmiş ve bu azalmanın muhafaza süresince yoğurt bakterilerinin lipolitik aktivitelerinin bir sonucu olabileceğini bildirmiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin yağ oranlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Yağ miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi B, C ve D örneklerinin 7. günde, tüm örneklerin ise 21. günde yağ oranlarında bir artış olmuştur. Muhafazanın 28. gününde ise tüm örneklerin yağ oranlarının azaldığı görülmektedir. Muhafaza süresince örneklerin yağ içeriğindeki düzensiz değişimler yoğurda işlenen sütlere homojenizasyon işleminin uygulanmayışından kaynaklanmış olabilir. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi,

en yüksek yağ manda yoğurdunda, ikinci olarak koyun yoğurdunda, daha sonra keçi yoğurdunda ve en düşük ise inek yoğurdunda belirlenmiştir.

4.2.4. Protein (%)

Protein miktarı yoğurdun kalite özelliklerini önemli ölçüde etkilemesi yönüyle önem arz etmektedir. Deneme yoğurt örneklerinde muhafaza süresince belirlenen protein oranları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük protein oranı (%3,38) inek sütünden üretilen A örneğinde muhafaza periyodunun 14. gününde belirlenirken, en yüksek protein oranı ise (%7,32) koyun sütünden üretilen C örneğinde 21. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz test sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin protein miktarları üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresinin etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Protein oranları üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Süt çeşidi değişkenine ait protein oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Protein (%)
A (inek yoğurdu)	10	3,56 ^a
B (manda yoğurdu)	10	4,72 ^b
C (koyun yoğurdu)	10	7,02 ^d
D (keçi yoğurdu)	10	4,81 ^c

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çizelge 4.11’den de görüleceği gibi en yüksek protein miktarı koyun sütünden üretilen C örneğinde belirlenirken, en düşük protein miktarı ise inek sütünden üretilen A örneğinde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin protein miktarındaki değişimin seyri kurumadde miktarındaki değişime benzer olmuştur. Bu durum protein oranının kurumadde içindeki payından kaynaklanmaktadır. Bu sonuç Çizelge 4.4’de verildiği gibi kurumadde ile protein arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) pozitif

korelasyonda da ($r=0,809$) görülmektedir. Fakat manda yoğurdunun protein içeriği kurumaddesi nisbeten düşük olan keçi yoğurdunun protein içeriğinden daha düşük bulunmuştur.

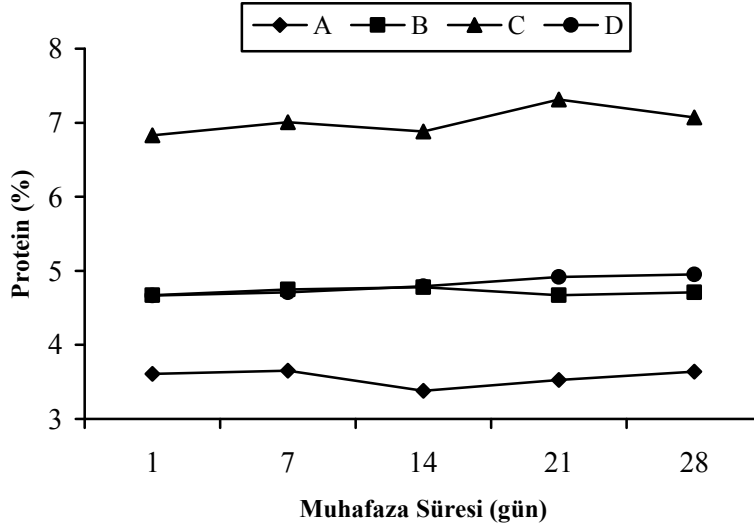
Uysal (1993) inek, keçi ve koyun sütlerinden ürettiği torba yoğurtları içerisinde koyun sütünden üretilen yoğurdun keçi ve inek sütünden üretilenlerden daha fazla protein oranına sahip olduğunu belirlemiştir. Martin-Diana *et al.* (2003) inek yoğurdunda protein oranını %3,71 olarak belirlerken, keçi yoğurdunda %3,95 olarak tespit etmişlerdir. Kaminarides *et al.* (2007) farklı yağ içeriğine sahip koyun yoğurtlarında protein oranını %5,23-5,49 arasında, İşleten and Karagül-Yüceer (2008) ise inek yoğurtlarında (kontrol) ortalama proteini %4,1 olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.12. Muhafaza süresi değişkenine ait protein oranı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Protein (%)
1	8	4,94 ^a
7	8	5,03 ^{ab}
14	8	4,96 ^a
21	8	5,11 ^b
28	8	5,09 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Muhafaza sürelerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre örneklerin protein içerikleri 1. ve 14. günler ile 21. ve 28. günlerde istatistiksel olarak benzer çıkmıştır. Muhafaza süresince protein oranlarında görülen bu artma ve azalmalar hammadde sütün bileşiminden, üretim yönteminden ve üretimde kullanılan starter kültürlerin proteolitik aktivitesinden kaynaklanabilmektedir (Yılmaz 2006). Barrantes *et al.* (1996) sade yoğurt ve zeytinyağı, mısır, ayçiçeği, yerfıstığı yağı ile üretilen yoğurtların protein miktarlarını 20 günlük depolama sürecinde %5,30-5,40 olarak belirlemiştir. Transglutaminaz enziminin ve sodyum kazeinatın etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise inek ve keçi sütünden üretilen yoğurtların protein içerikleri %3.42-5.97 arasında bulunmuştur (Öner 2006).



Şekil 4.4. Protein miktarı üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun gidişini gösteren Şekil 4.4 incelendiğinde, A ve C örneklerinin protein içeriklerinin muhafaza süresince birbirinden oldukça farklı olduğu, B ve D örneklerinin ise birbirine benzer olarak değiştiği görülmektedir. Akın (1996) ve Gündoğdu (2005) muhafaza süresince yoğurt örneklerinin protein içeriklerinin azaldığını, Mahdian (2007) ise arttığını belirlemişlerdir.

4.2.5. Serum ayrılması (ml/25g)

Sinerezis olarak da adlandırılan serum ayrılması yoğurt pıhtısının protein matrisinde tutunan sıvı fazın ayrılması olarak bilinen ve yoğurdun kalite ve stabilitesi açısından önemli olan parametrelerinden birisidir. Yoğurtta serum ayrılması teknolojik bir kusur olup nedeni çeşitli faktörlere bağlıdır (Kaytanlı 1989). Farklı sütlerden üretilen yoğurt örneklerine ait en düşük serum ayrılması değeri (0,94 ml/25g) muhafazanın 21. gününde koyun yoğurdunda, en yüksek değer ise (10,23 ml/25g) inek yoğurdunda muhafazanın 14. gününde saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresinin etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Deneme yoğurtların serum ayrılması değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de, muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Süt çeşidi değişkenine ait serum ayrılması ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Serum ayrılması (ml/25g)
A (inek yoğurdu)	10	8,32 ^d
B (manda yoğurdu)	10	3,39 ^b
C (koyun yoğurdu)	10	1,51 ^a
D (keçi yoğurdu)	10	6,48 ^c

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi en fazla serum ayrılması A örneğinde en az serum ayrılması ise C örneğinde gözlenmiştir. Sütün protein içeriği başta olmak üzere, kurumadde içeriği, homojenizasyon işlemi, ısıtma işlemi uygulaması, serum proteinlerinin denatürasyonu, sütün mineral madde içeriği, yoğurdun asitliği ve soğutma sıcaklığı ile yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin proteolitik aktivitelerinin serum ayrılması üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Yılmaz 2006; Lı and Guo 2006). Uysal (1993) farklı sütlerden ürettiği torba yoğurtlarında kurumadde ve protein miktarı arttıkça serum ayrılmasının azalacağını vurgulamıştır. İşleten and Karagül-Yüceer (2006) serum protein izolatı ilave ettiği yoğurtların viskozite değerlerinin en yüksek ve serum ayrılması değerlerinin ise en düşük olduğunu saptamışlardır. Vargas *et al.* (2008) farklı oranlarda inek ve keçi sütlerini karıştırmak suretiyle ürettikleri yoğurtlarda keçi sütü miktarının artmasına bağlı olarak serum ayrılmasının azaldığını belirlemişlerdir. Farklı yağ içeriklerine sahip koyun sütünden üretilen yoğurtların özelliklerinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise yoğurtların yağ içeriği arttıkça serum ayrılmasının azaldığı belirlenmiştir (Kaminarides *et al.* 2007).

Çizelge 4.14. Muhafaza süresi değişkenine ait serum ayrılması ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

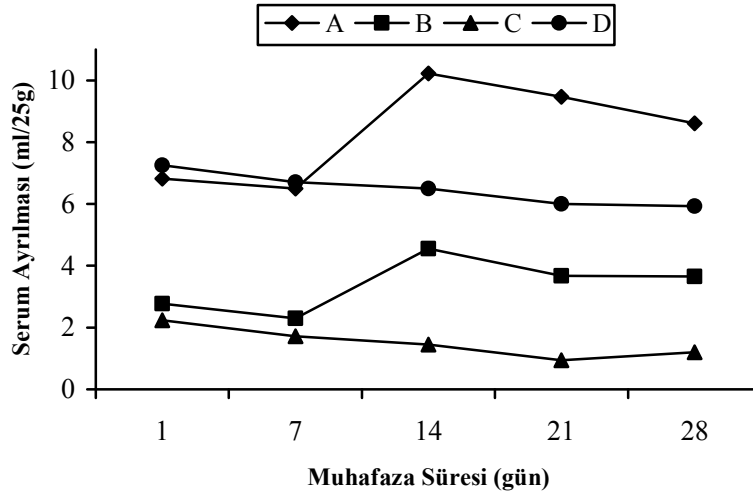
Muhafaza süresi (gün)	n	Serum ayrılması (ml/25g)
1	8	4,77 ^b
7	8	4,31 ^a
14	8	5,68 ^c
21	8	5,02 ^b
28	8	4,85 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çizelge 4.14’de verilen değerlerden anlaşılacağı gibi 28 günlük muhafaza süresince yoğurtların serum ayrılması değerleri ortalama olarak 4,31-5,68 ml/25g arasında bulunmuştur. Serum ayrılması muhafazanın 14. gününde artmış, diğer günlerde ise azalmıştır. Yılmaz (2006) yoğurtta serum ayrılması değerlerini muhafaza süresince 4,37 ml/25g ile 8,37 ml/25g arasında belirlemiştir. Bununla birlikte, zaman içerisinde bütün örneklerin serum ayrılması değerlerinde depolama süresi uzadıkça azalma olduğunu saptamıştır. Ürünün asitlik düzeyi, ürünün yapısında ve serum ayrılmasında etkili bir faktördür. Düşük asitlikte ($pH > 4,6$) proteinlerin su tutma kapasiteleri yetersiz iken, yüksek asitlikte ($pH < 4,0$) söz konusu özellikte azalış görülmektedir. pH 4,0-4,6 da ise proteinlerin su tutma kapasiteleri artmakta ve dolayısıyla viskozite iyileşmekte ve serum ayrılması azalmaktadır (Rasic and Kurmann 1978; Atamer ve Sezgin 1986; Tamuçay Özünlü 2005).

Kömürlü (2005) yağsız rekonstitüe inek sütünden üretilen yoğurtların muhafaza süresince serum ayrılması değerlerini 8,12-9,97 ml/25g arasında belirlemiştir. Aynı zamanda 15 günlük muhafaza süresince serum ayrılmasının arttığını da ortaya koymuştur. Güler-Akın and Akın (2007) kontrol keçi yoğurtlarında 14 günlük depolama süresince serum ayrılmasını 1. gün 3,7 ml/25g, 7.gün 3,1 ml/25g ve 14. gün ise 2,8 ml/25g olarak belirlemişlerdir. Bu araştırmada bulunan serum ayrılması değerleri ile diğer araştırmacıların bildirdikleri değerler arasında kısmen benzerlik ve ayrılıklar saptanmıştır.

Deneme yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri üzerine süt çeşidi x smuhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5. Serum ayrılması üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.5’de dört farklı sütte üretilen yoğurtların muhafaza süresince serum ayrılması değerlerinin değişimi görülmektedir. Buna göre C ve D örneklerinde serum ayrılmasının genel olarak muhafaza süresince azaldığı, A ve B örneklerinde ise 14. günde arttığı diğer günlerde ise azaldığı gözlenmektedir. Bu sonuç muhafaza süresince örneklerin serum ayrılmasının kurumadde, yağ ve protein içeriklerine ters orantılı olarak değiştiğinin göstergesi olabilir. Çizelge 4.4’de de verildiği gibi serum ayrılması ile kurumadde ($r=-0,927$), yağ ($r=-0,781$) ve protein ($r=-0,844$) arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) negatif korelasyonda da görülmektedir.

4.2.6. Titrasyon asitliği (%)

Sütün doğal asitliği birinci derecede bileşimindeki kazein, fosfat ve sitratlardan; ikinci derecede albumin, globulin ve karbondioksitten ileri gelir. Sütün doğal asitliği bileşimindeki maddelerle ilgili olduğu için farklı bileşimdeki sütlerin asitlik dereceleri de farklı olacaktır. Örneğin; protein miktarı fazla olan koyun ve manda sütünün asitlik derecesi inek sütünün asitlik derecesinden yüksektir (Metin 2001). Kurumadde

içeriğindeki artışa bağımlı asitlik unsurlarının konsantre hale gelmesi titrasyon asitliğinin artmasına neden olur. Yoğurdun asitliğine, sütün doğal asitliğinin dışında yoğurt fermentasyonu sırasında bakterilerin faaliyeti sonucu oluşan başlıca laktik asit ve diğer organik asitler de kaynaklık etmektedir (Tamime and Robinson 1999, Şenel 2006).

Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen asitlik değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek titrasyon asitliği değeri (%1,72) muhafazanın 28. gününde C örneğinde, en düşük değer (%0,90) ise muhafazanın 1. gününde A örneğinde belirlenmiştir.

Varyans analiz test sonuçlarından yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$), bu iki varyasyon kaynağına ait interaksiyon ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Asitlik değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Süt çeşidi değişkenine ait titrasyon asitliği ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Titrasyon asitliği (%)
A (inek yoğurdu)	10	1,01 ^a
B (manda yoğurdu)	10	1,17 ^b
C (koyun yoğurdu)	10	1,52 ^c
D (keçi yoğurdu)	10	1,14 ^b

** Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Yapılan Duncan çoklu test karşılaştırma test sonuçlarına göre en yüksek ortalama asitlik değeri (%1,52) koyun yoğurdunda, en düşük ortalama asitlik değeri (%1,01) inek yoğurdunda belirlenmiştir. Manda ve keçi yoğurdunun asitlik değerleri ise istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. Deneme yoğurtlara ait titrasyon asitliği değerleri, TS-1330 Yoğurt Standardı’nda öngörülen %0,80-1,60 değerleri arasında yer almaktadır (Anonim 2006). Tunçtürk vd (2000) kontrol inek yoğurtlarında asitlik derecesini ortalama %0,993; Tan and Korel (2007) %1,24; Yazıcı and Akgün (2004) ise %0,87

olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada belirlenen asitlik değerleri Posecion *et al.* (2005) tarafından üretilen keçi yoğurtlarında belirlenen değerlerle yakın, Singh and Muthukumarappan (2007) tarafından üretilen inek yoğurtlarında ve Kaminarides *et al.* (2007) ve Güler-Akın (2005) tarafından üretilen koyun yoğurtlarında belirlenen değerlerden yüksek, Bakırcı and Kavaz (2008) tarafından üretilen inek yoğurtlarında belirlenen değerlerden ise düşük bulunmuştur. Asitlik değerleri üzerine muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Muhafaza süresi değişkenine ait titrasyon asitliği ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Titrasyon asitliği (%)
1	8	1,09 ^a
7	8	1,15 ^b
14	8	1,18 ^b
21	8	1,27 ^c
28	8	1,36 ^d

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çizelge 4.16’da görüldüğü gibi muhafaza periyodunun ilerlemesiyle yoğurtların titrasyon asitliğinde de sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. Bu durum yoğurt bakterilerinin asit oluşturma aktivitelerini devam ettirmesinden kaynaklanmaktadır. İnkübasyon sonrası asitlik değişimi, yoğurdun tüketilebilme özelliğini kaybetmeksizin saklanabileceği sürenin belirlenebilmesi açısından oldukça önemlidir. Titrasyon asitliğinde meydana gelen artışa kurumadde, protein, fosfat, sitrat, laktat ve bazı minerallerin oranlarındaki artışın da etkili olabileceği göz önünde tutulmalıdır (Tamime and Robinson 1999; Yılmaz 2006). Muhafaza süresince asitlik değerlerindeki artış, diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Dave and Shah 1997; Bonczar *et al.* 2002; Uysal *et al.* 2003; Güven *et al.* 2005; Şahan *et al.* 2007; Mumtaz *et al.* 2008).

4.2.7. pH değeri

Yoğurt üretiminde pH değeri, inkübasyon koşullarını etkileyen, dolayısıyla starter kültürün metabolik faaliyetleri üzerinde rol oynayan önemli bir faktördür (Korkmaz 2005). Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen pH değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek pH değeri (4,32) muhafazanın 1. gününde D örneğinde, en düşük değer (3,97) ise muhafazanın 28. gününde A örneğinde belirlenmiştir. Varyans analiz test sonuçlarından yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$), bu iki varyasyon kaynağına ait interaksiyon ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. pH değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Süt çeşidi değişkenine ait pH ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	pH
A (inek yoğurdu)	10	4,05 ^a
B (manda yoğurdu)	10	4,09 ^a
C (koyun yoğurdu)	10	4,16 ^b
D (keçi yoğurdu)	10	4,17 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi en yüksek ortalama pH değeri C ve D örneklerinde, en düşük pH değeri ise A ve B örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük değerlerin belirlendiği yoğurt örneklerinin süt çeşidi bakımından titrasyon asitliği ve pH değerleri arasında bir paralellik söz konusu olmamıştır. Nitekim kurumadde düzeyleri, özellikle de protein içerikleri yüksek olan örneklerin tamponlama kapasitelerinin yüksek olması, bu örneklerin depolama sırasındaki titrasyon asitliklerinde artış meydana getirmekte fakat pH değerlerinde önemli değişimlere sebep olmamaktadır (İşgüder 1986; Atamer ve Sezgin 1986; L₁ and Guo 2006; Yılmaz 2006). Kontrol keçi yoğurtlarında L₁ and Guo (2006) pH değerini ortalama 4,36 olarak, Güler-Akın and Akın (2007) ise muhafaza süresince pH değerini 4,4-4,2 arasında belirlemişlerdir.

pH değerleri üzerine muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Muhafaza süresi değişkenine ait pH ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	pH
1	8	4,26 ^c
7	8	4,16 ^b
14	8	4,12 ^b
21	8	4,03 ^a
28	8	4,02 ^a

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yoğurt örneklerinin muhafaza süresince ortalama pH değerleri 4,26-4,02 arasında değişmiştir (Çizelge 4.18). Yoğurtların pH değişim değerleri 7. gün ile 14. gün ve 21.gün ile 28. günde istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuştur. Örneklerin pH’sı muhafazanın 28. gününe kadar düzenli olarak azalmıştır. Bu azalma yoğurt bakterilerinin faaliyeti sonucu asitliğin artmasından kaynaklanmaktadır (Lucey and Singh 1998). Muhafaza süresince pH değerlerindeki azalış, diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Bonczar *et al.* 2002; El-Zahar *et al.* 2003; Kömürlü 2005; Korkmaz 2005; İşleten and Karagül-Yüceer 2006, Yılmaz 2006; Şahan *et al.* 2007).

4.2.8. Viskozite değeri

Viskozite yoğurt kıvamının bir ölçüsü olup en önemli kalite kriterlerinden birisidir. Viskozite değeri yoğurtlarda pıhtı stabilitesinin belirlenmesinde kullanılan bir ölçüttür. Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen viskozite değerleri standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek viskozite değeri (22742 cP) muhafazanın 21. gününde C örneğinde, en düşük değer (2630 cP) ise muhafazanın 1. gününde A örneğinde belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresinin etkisi p<0,01

seviyesinde önemli bulunmuştur. Viskozite değerleri üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da, muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Süt çeşidi değişkenine ait viskozite ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Viskozite (cP)
A (inek yoğurdu)	10	3254 ^a
B (manda yoğurdu)	10	13302 ^c
C (koyun yoğurdu)	10	21380 ^d
D (keçi yoğurdu)	10	6412 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından en yüksek ortalama viskozite değeri koyun yoğurdunda belirlenirken, en düşük ortalama viskozite değeri inek yoğurdunda belirlenmiştir. Bu sonuç örneklerin viskozitesinin kurumadde ve protein içerikleriyle doğru orantılı olarak değiştiğinin bir göstergesidir (Martin-Diana *et al.* 2003). Bu durum Çizelge 4.4’de verildiği gibi viskozite ile kurumadde ($r=0,902$) ve protein ($r=0,917$) arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) pozitif korelasyonda da görülmektedir. Yoğurt pıhtısının sıklığı, protein agregasyonu sırasında oluşan kuvvetli ve kalıcı bağlar tarafından belirlenmektedir (Özer 2006). Böylece süt proteinlerinin su tutma kapasitesi arttıkça pıhtı sıklığı artmakta ve buna bağlı olarak da yoğurdun viskozitesi artmaktadır (Tamime and Robinson 1999).

Jumah *et al.* (2001) yoğurt jelinin oluşumu esnasında pıhtının reolojik özellikleri üzerine süt çeşidinin (inek, koyun, keçi ve deve sütü) etkisini araştırdıkları çalışmada, inkübasyon esnasında en yüksek viskoziteyi koyun sütünde belirlemişler ve bunu sırasıyla keçi, inek ve deve sütlerinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu sütlerin kurumadde içeriklerinin farklılığına bağlamışlardır. Korkmaz (2005) yağ içeriği ayarlanmış sütlerden üretmiş olduğu yoğurtlarda yağ içeriğinin artmasına bağlı olarak viskozitenin de arttığını belirlemiştir. Ayrıca yüksek yağ oranına sahip

yoğurtların viskozitelerinin yüksek olmasının kurumadde miktarının viskoziteyi pozitif yönde etkilemesiyle ilgili bir sonuç olduğunu ifade etmiştir.

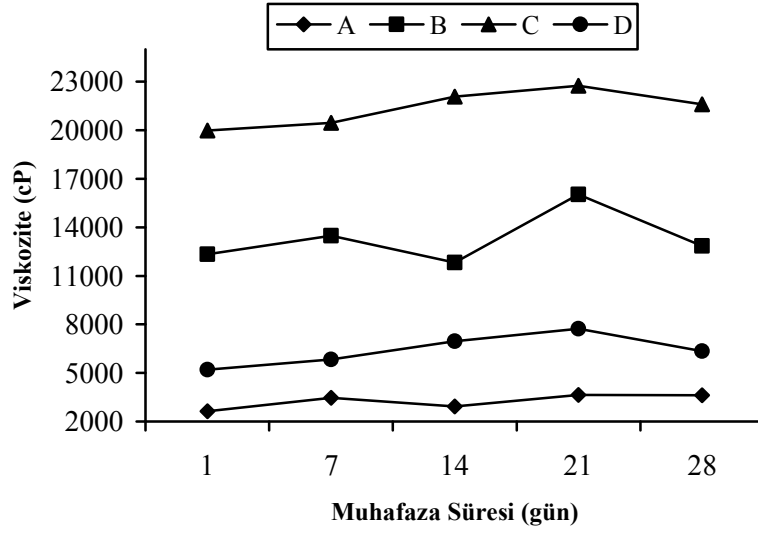
Çizelge 4.20. Muhafaza süresi değişkenine ait viskozite ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Viskozite (cP)
1	8	10033 ^a
7	8	10817 ^b
14	8	10948 ^{bc}
21	8	12533 ^d
28	8	11104 ^c

** Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre en yüksek ortalama viskozite değeri (12533 cP) muhafazanın 21. gününde belirlenirken, en düşük ortalama değer ise (10033 cP) muhafazanın 1. gününde belirlenmiştir. Çizelge 4.20’de de görüldüğü gibi örneklerin viskozite değerleri muhafazanın 21. gününe kadar artmış, 28. gününde ise azalmıştır. Yoğurtta viskoziteyi etkileyen en önemli faktörler; kurumadde, kazein miktarı, serum proteinlerinin denaturasyon derecesi, uygulanan ısı işlem, homojenizasyon, serum ayrılması, pH ve kültür bakterilerinin metabolik ürünleridir (Özer 2006; Mahdian 2007). pH’nın düşmesi ve serum ayrılmasının azalmasına bağlı olarak örneklerin viskozite değerleri artmıştır. Beal *et al.* (1999) da muhafaza süresince yoğurt örneklerinde pH’nın düşmesiyle birlikte viskozitenin arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca soğutma ve soğukta muhafazanın viskoziteyi iyileştirici bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Mahdian 2007). Güzel-Seydim *et al.* (2005), Korkmaz (2005), Kömürlü (2005), Şahan *et al.* (2007), İşleten and Karagül-Yüceer (2006) yoğurt örneklerinde muhafaza periyodu boyunca viskozitenin arttığını belirlerken, Singh and Muthukumarappan (2007) ise viskozitenin azaldığını belirlemişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait kültür ilavesi x sütün yağ seviyesi interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Viskozite üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi örneklerin viskozite değerleri düzensiz bir değişim göstermiş ve tüm örneklerde depolamanın 1. gününden itibaren 21. güne kadar bir artış gözlenmiş; B örneği 14. günde en düşük değeri almış ve tüm örneklerin viskozite değerleri 21. güne göre 28. günde daha düşük bir değer almıştır. Viskozite üzerine etkili faktörlerden birisi de serum ayrılmasıdır. Muhafaza süresince örneklerin serum ayrılmasında azalma olduğunda viskoziteleri artmış, serum ayrılması arttığında ise viskoziteleri azalmıştır. Nitekim Çizelge 4.4.’de görüldüğü gibi viskozite ve serum ayrılması arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) negatif korelasyon da ($r = -0,930$) bunu destekler yöndedir.

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Deneme yoğurtlarda belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.21’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, süt çeşidi değişkeni, incelenen mikrobiyolojik özelliklerden *S. thermophilus* ve maya-küf sayıları üzerine istatistiksel olarak çok önemli etkide ($p < 0,01$) bulunurken, *L. bulgaricus* sayısı üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Muhafaza süresi değişkeninin etkisi ise, incelenen mikrobiyolojik özelliklerden *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayıları üzerine istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunurken, maya-küf sayısı üzerinde ise istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun mikroorganizma sayıları üzerindeki etkisinin önemsiz ($p > 0,05$) olduğu saptanmıştır.

4.3.1. *S. thermophilus* sayısı

Yoğurdun karakteristik tat/aroması ve tekstürel özelliklerinin oluşumu, üretimde kullanılan yoğurt bakterilerinin metabolik aktivitelerinin bir sonucudur. Özellikle laktoz metabolizması, yoğurdun fermentasyonu sırasında laktik asit ile asetaldehit başta olmak üzere aromatik bileşenlerin oluşmasına neden olmaktadır (Özer 2006).

Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen *S. thermophilus* sayıları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.21’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek *S. thermophilus* sayısı (8,83 log kob/g) muhafazanın 14. gününde B örneğinde, en düşük değer (6,50 log kob/g) ise muhafazanın 28. gününde C örneğinde belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen *S. thermophilus* değerleri Gıda Maddeleri Tüzüğü ve TS 1330 yoğurt standardında öngörülen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Deneme yoğurt örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları ve standart sapmaları

Yoğurt Örnekleri	Muhafaza Süresi (Gün)	<i>L. bulgaricus</i> Sayısı (log kob/g)	<i>S. thermophilus</i> Sayısı (log kob/g)	Maya ve Küf Sayısı (log kob/g)
A (İnek yoğurdu)	1	8,345±0,050	8,055±0,021	1,240±0,085
	7	8,670±0,028	8,590±0,184	1,240±0,085
	14	8,195±0,417	8,380±0,509	1,330±0,212
	21	7,850±0,707	8,175±0,035	1,000±0,000
	28	7,460±0,212	7,720±0,028	1,300±0,424
B (Manda yoğurdu)	1	8,320±0,099	7,955±0,134	<1
	7	8,505±0,078	8,825±0,050	<1
	14	8,090±0,127	8,650±0,156	<1
	21	8,190±0,240	8,420±0,028	<1
	28	7,720±0,127	8,595±0,092	<1
C (Koyun yoğurdu)	1	8,365±0,332	7,480±0,113	<1
	7	8,225±0,290	7,720±0,141	<1
	14	7,835±0,120	7,215±0,304	<1
	21	8,000±0,127	7,105±0,417	<1
	28	7,510±0,156	6,495±0,445	<1
D (Keçi yoğurdu)	1	8,110±0,382	7,610±0,283	<1
	7	8,350±0,721	7,480±0,000	<1
	14	8,130±0,042	8,195±0,035	<1
	21	8,125±0,007	7,655±0,870	<1
	28	8,220±0,269	7,345±0,134	<1

Çizelge 4.22. Deneme yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	<i>S. thermophilus</i> (F)	<i>L. bulgaricus</i> (F)	Maya-küf (F)
Süt çeşidi (A)	3	38,025**	0,884	56,910**
Muhafaza Süresi (B)	4	6,036**	6,407**	0,707
AxB	12	2,198	0,903	0,707
Hata	20			

*P<0,05 düzeyinde önemli

**P<0,01 düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayısı üzerine süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, süt çeşidi x muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. *S. thermophilus* sayısı üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Süt çeşidi değişkenine ait *S. thermophilus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	<i>S. thermophilus</i> (log kob/g)
A (inek yoğurdu)	10	8,18 ^c
B (manda yoğurdu)	10	8,49 ^d
C (koyun yoğurdu)	10	7,20 ^a
D (keçi yoğurdu)	10	7,66 ^b

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi en yüksek ortalama *S. thermophilus* sayısı manda yoğurdunda belirlenirken, en düşük ortalama *S. thermophilus* sayısı ise koyun yoğurdunda belirlenmiştir. *S. thermophilus* sayısının manda yoğurdunda yüksek bulunması bu yoğurdu yüksek yağ içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü yüksek yağ içerikli yoğurtlarda starter kültür sayısının yüksek olmasının süt yağında bulunan ve starterler için besin maddesi olarak kabul edilen bazı vitaminlerin ortamdaki konsantrasyonun da starterlerin gelişimini olumlu yönde etkileyebileceği bildirilmektedir (Mistry and Hassan 1992; Korkmaz 2005).

Korkmaz (2005) farklı yağ içeriğine ayarlanmış sütlerden ürettiği yoğurtlarda yağ oranı yüksek olan yoğurtların *S. thermophilus* koloni sayısının da yüksek olduğunu belirlemiştir. Martin-Diana *et al.* (2003) inek ve keçi sütünden ürettikleri yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısını inek yoğurdunda 1. gün $6,6 \times 10^8$ kob/g, 21. gün $7,1 \times 10^8$ kob/g bulurken, keçi yoğurdunda ise 1. gün $5,2 \times 10^8$ kob/g, 21. gün $7,2 \times 10^8$ kob/g bulmuşlardır. Güler-Akın (2005) kontrol koyun yoğurtlarında 14 günlük depolama süresince *S. thermophilus* sayısını 1. gün 8,8 log kob/g, 7.gün 9,6 log kob/g ve 14. gün ise 8,0 log kob/g olarak belirlemiştir. Fadela *et al.* (2008) ürettikleri koyun yoğurdunda

fermentasyon esnasında *S. thermophilus* sayısının depolama sürecinde ise *L. bulgaricus* sayısının daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Akın (1996) inek ve keçi sütü ile üretilen, meyveli/aromalı yoğurtlar üzerinde yapmış olduğu çalışmada, sade inek sütü ile üretmiş olduğu yoğurtlarda laktik asit bakteri sayısının $2,98 \times 10^8$ - $6,61 \times 10^8$ kob/ml arasında, sade keçi sütü yoğurtlarında ise $2,55 \times 10^8$ - $5,66 \times 10^8$ kob/ml arasında olduğunu tespit etmiştir. Akalın (1993) yoğurt ve benzeri ekşi süt mamülleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 28 günlük muhafaza süresince *S. thermophilus* sayısının $1,1 \times 10^7$ kob/ml ile $253,8 \times 10^7$ kob/ml arasında değiştiğini ortaya koymuştur.

S. thermophilus sayısı üzerine muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Muhafaza süresi değişkenine ait *S. thermophilus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	<i>S. thermophilus</i> (log kob/g)
1	8	7,77 ^a
7	8	8,15 ^b
14	8	8,11 ^b
21	8	7,84 ^{ab}
28	8	7,54 ^a

** Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarının muhafazanın 7. gününe kadar arttığı ve daha sonra ise giderek azaldığı görülmektedir. Bu azalmanın nedeni olarak asitlik gelişimine bağlı olarak pH değerinin düşmesi ve kültürlerin bundan olumsuz yönde etkilenmeleri gösterilebilir. Bu sonuç Korkmaz (2005)’ın elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Martin-Diana *et al.* (2003) ve Akın (1996) inek ve keçi yoğurtlarında, Güler-Akın (2005) ve Fadela *et al.* (2008) koyun yoğurtlarında, Güler-Akın and Akın (2007) keçi yoğurdunda, Akalın (1993), Gürel (2006) ve Yılmaz (2006) inek yoğurtlarında muhafaza süresince *S. thermophilus* sayısının azaldığını belirlemişlerdir.

4.3.2. *L. bulgaricus* sayısı

Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen *L. bulgaricus* sayıları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.21’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en yüksek *L. bulgaricus* sayısı (8,67 log kob/g) muhafazanın 7. gününde A örneğinde, en düşük değer (7,46 log kob/g) ise muhafazanın 28. gününde yine A örneğinde belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen *L. bulgaricus* sayısına ait değerler Gıda Maddeleri Tüzüğü ve TS 1330 yoğurt standardında öngörülen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayısı üzerine muhafaza süresinin etkisi $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, süt çeşidi ve süt çeşidi x muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. *L. bulgaricus* sayısı üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Süt çeşidi değişkenine ait *L. bulgaricus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	<i>L. bulgaricus</i> (log kob/g)
A (inek yoğurdu)	10	8,10 ^a
B (manda yoğurdu)	10	8,17 ^a
C (koyun yoğurdu)	10	7,99 ^a
D (keçi yoğurdu)	10	8,19 ^a

Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p > 0,05$)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından farklı hayvan sütleri kullanılarak üretilen yoğurtların *L. bulgaricus* sayıları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmektedir. Güler-Akın and Akın (2007) koyun sütünden ürettikleri yoğurtlardaki *L. bulgaricus* sayısının 8,8-7,3 log kob/g arasında değiştiğini ve muhafaza süresince giderek azaldığını saptamışlardır.

L. bulgaricus sayısı üzerine muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Muhafaza süresi değişkenine ait *L. bulgaricus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	<i>L. bulgaricus</i> (log kob/g)
1	8	8,29 ^{bc}
7	8	8,44 ^c
14	8	8,06 ^b
21	8	8,04 ^{ab}
28	8	7,73 ^a

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

Çizelge 4.26 incelendiğinde yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarının muhafazanın 7. gününe kadar arttığı ve daha sonra ise giderek azaldığı görülmektedir. Bu durum *S. thermophilus* sayısındaki değişime benzerlik göstermektedir. Akalın (1993) yoğurt ve benzeri ekşi süt mamüllerinin *L. bulgaricus* sayılarının muhafazanın 3. gününe kadar arttığını daha sonra ise azaldığını belirlemiştir. Akın (1996) inek yoğurtlarında muhafazanın 5. gününde *L. bulgaricus* sayısının maksimuma ulaştığını daha sonra ise azalma gösterdiğini belirtmiştir. Erdoğan (1995) inek yoğurtlarının laktik asit bakteri sayısının muhafaza süresince düzenli olarak azaldığını tespit etmiştir. Bu çalışmada saptanan *L. bulgaricus* sayıları ve muhafaza süresince değişimi literatürlerde elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir. Antunes *et al.* (2005) ise inek sütü kullanarak ürettikleri yoğurtların *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayılarında 21 günlük muhafaza süresince önemli bir değişimin olmadığını belirlemişlerdir.

4.3.3. Maya ve küf sayısı

Deneme yoğurtlarda muhafaza süresince belirlenen maya ve küf sayıları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinde muhafaza süresince yalnızca inek yoğurdunda maya ve küf tespit edilirken, diğer yoğurtlarda muhafazanın hiçbir döneminde maya ve küfe rastlanmamıştır. Sadece inek yoğurdunda maya ve küf olması bu yoğurdun üretimi esnasındaki bir kontaminasyonun sonucu olduğu düşünülmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin maya ve küf sayısı üzerine süt çeşidinin etkisi p<0,01 seviyesinde önemli bulunurken, muhafaza süresi ve süt çeşidi x

muhafaza süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Örneklerin maya ve küf sayıları üzerine süt çeşitleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Süt çeşidi değişkenine ait maya ve küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt örnekleri	n	Maya ve küf (log kob/g)
A (inek yoğurdu)	10	1,22 ^b
B (manda yoğurdu)	10	<1 ^a
C (koyun yoğurdu)	10	<1 ^a
D (keçi yoğurdu)	10	<1 ^a

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,01$)

Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre inek yoğurdunda ortalama maya ve küf sayısı 1,19 log kob/g olarak belirlenmiştir. İnek yoğurdunda muhafaza süresince Gıda maddeleri tüzüğünde ve TS 1330 yoğurt standardında belirtilen sınırlardan daha düşük sayıda maya ve küfe rastlanmıştır. Maya ve küf bulaşmalarını önlemek için yoğurdun hijyenik koşullarda üretilmesi gerekir. Maya ve küfler proteolitik ve lipolitik aktivitelerinin yüksek olması nedeniyle yoğurtta istenmeyen tat ve aroma oluşturmakta ve muhafaza süresince geliştikleri için üründe birtakım kusurlara neden olabilmektedirler (Rasic and Kurman 1978).

Akın (1996) inek yoğurtlarında ortalama maya ve küf sayısını keçi yoğurtlarından daha fazla bulmuştur. Yazıcı (1991) Konya’da tüketime sunulan yoğurtların bazı özelliklerini incelediği çalışmada yoğurtların maya ve küf sayılarının 3×10^7 kob/g’a kadar çıktığını ve bu değerlerin standartlara uymadığını ifade etmiştir.

Maya-küf sayısı üzerine muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Muhafaza süresi değişkenine ait maya ve küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Muhafaza süresi (gün)	n	Maya ve küf (log kob/g)
1	8	<1 ^a
7	8	<1 ^a
14	8	<1 ^a
21	8	<1 ^a
28	8	<1 ^a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0,05)

Yoğurtta yoğurt bakterileri (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*) dışındaki mikroorganizmaların arzu edilmeyen tat ve görünüşe sebep oldukları ve yoğurdun dayanma süresini olumsuz yönde etkiledikleri bilinmektedir. Yıldırım (1992) inek yoğurtlarında muhafaza süresince maya ve küfe rastlamamıştır. Akalın (1993) yoğurt ve benzeri ekşi süt mamüllerinde muhafaza süresince maya gelişiminin olmadığını, küf gelişiminin ise 7. günden itibaren olduğunu belirtmiştir.

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Deneme yoğurtlarda belirlenen duyusal analiz sonuçları standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.29'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.31'de toplu olarak verilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, süt çeşidi değişkeninin, incelenen duyusal özelliklerden yapı ve tekstür, su salma, tat ve aroma, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik puan değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunurken, koku, gaz oluşumu ve asitlik puan değerleri üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz (p>0,05) bulunmuştur. Muhafaza süresi değişkeninin etkisi ise, incelenen duyusal özelliklerden koku, yapı ve tekstür, su salma, gaz oluşumu, tat ve aroma, asitlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik üzerine istatistiksel çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonu, yoğurtların koku, yapı ve tekstür, su salma, tat ve aroma, asitlik, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik puan değerleri üzerine istatistiksel çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, gaz oluşumu üzerinde ise istatistiksel olarak önemli derecede ($p<0,05$) etkili olduğu saptanmıştır.

4.4.1. Koku

Farklı sütlerden üretilen yoğurt örneklerine panelistler tarafından verilen koku puanları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, muhafaza süresince koku bakımından en düşük puanı (6,90) muhafazanın 1. gününde D örneği, en yüksek puanı (8,50) ise 21. günde C örneği almıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin koku puanları üzerinde süt çeşidinin etkisi ($p>0,05$) önemsiz bulunurken, muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun etkileri $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Farklılığın hangi örneklerden kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, A, B ve C örnekleri arasında süt çeşidi bakımından istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır. Bunun yanı sıra D (keçi yoğurdu) örneği koku bakımından en az beğenilen ürün olmuştur (Çizelge 4.31). Akın (1996) inek ve keçi sütü kullanarak ürettiği yoğurtlardan inek yoğurtlarının tat ve koku puanlarının keçi yoğurtlarından daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Akın (1999) yaptığı çalışmada inek ve koyun yoğurtlarına ait ortalama duyu analizi puanlarının sırasıyla 5,4-7,6 ve 4,3-6,5 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Çizelge 4.29. Deneme yoğurt örneklerine ait duyu analizi sonuçları ve standart sapmaları

Yoğurt Örnekleri	Muhafaza Süresi (Gün)	Koku	Yapı ve Tekstür	Su Salma	Gaz Oluşumu	Tat ve Aroma	Asitlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebilirlik
A (İnek yoğurdu)	1	8,19±0,028	8,04±0,057	8,21±0,177	8,72±0,163	8,29±0,410	8,24±0,375	8,42±0,120	8,36±0,148
	7	8,18±0,106	8,05±0,177	7,05±0,071	8,58±0,311	7,70±0,000	8,13±0,064	7,90±0,141	8,13±0,007
	14	7,58±0,247	7,13±0,177	7,60±0,566	8,08±0,955	7,00±0,000	7,27±0,092	6,63±0,530	7,30±0,141
	21	7,55±0,071	7,30±0,141	8,00±0,000	7,65±0,212	7,43±0,247	7,25±0,354	7,30±0,141	7,39±0,014
	28	7,75±0,354	7,65±0,354	7,38±0,290	8,08±0,354	7,17±0,233	6,45±0,212	6,95±0,071	7,03±0,318
B (Manda yoğurdu)	1	7,72±0,544	8,23±0,035	8,40±0,064	8,74±0,092	7,61±0,389	8,17±0,233	7,68±0,106	8,32±0,262
	7	7,63±0,177	7,63±0,177	8,01±0,177	8,43±0,099	7,42±0,403	8,31±0,156	7,40±0,099	7,69±0,085
	14	7,71±0,057	7,48±0,389	5,71±0,057	7,75±0,354	6,27±0,092	7,59±0,120	7,10±0,141	6,94±0,085
	21	7,88±0,177	8,00±0,000	8,20±0,283	8,00±0,000	6,78±0,035	7,37±0,050	7,30±0,424	7,60±0,283
	28	7,55±0,071	7,84±0,120	7,68±0,106	7,63±0,177	7,17±0,120	7,20±0,134	7,17±0,000	7,44±0,085
C (Koyun yoğurdu)	1	7,30±0,424	8,80±0,283	8,37±0,050	8,70±0,141	7,80±0,000	8,00±0,354	7,60±0,283	8,00±0,566
	7	8,46±0,297	8,63±0,177	8,75±0,000	8,38±0,177	7,88±0,177	8,50±0,354	8,13±0,177	8,00±0,000
	14	8,50±0,141	8,80±0,000	8,70±0,141	8,38±0,177	8,40±0,283	8,00±0,000	8,50±0,141	8,35±0,071
	21	7,60±0,283	8,54±0,297	8,67±0,000	8,50±0,000	8,20±0,000	7,75±0,113	7,59±0,120	7,50±0,000
	28	7,40±0,566	7,70±0,141	8,25±0,071	8,20±0,000	6,15±0,495	5,80±0,283	6,00±0,000	6,05±0,071
D (Keçi yoğurdu)	1	6,90±0,141	7,30±0,141	7,40±1,414	8,20±0,283	5,93±0,460	7,38±0,177	6,60±0,283	6,48±0,389
	7	8,00±0,000	7,50±0,707	7,63±0,530	8,50±0,354	7,75±0,354	7,75±0,000	7,75±0,354	7,75±0,354
	14	7,80±0,000	7,50±0,141	7,60±0,283	8,40±0,000	7,10±0,141	7,80±0,283	7,20±0,283	7,50±0,141
	21	7,59±0,120	7,84±0,233	8,09±0,120	8,75±0,113	7,00±0,240	7,75±0,354	6,78±0,354	6,74±0,092
	28	7,60±0,141	7,05±0,353	6,40±0,849	7,70±0,141	5,80±0,000	6,70±0,141	6,00±0,283	5,78±0,035

Çizelge 4.30. Deneme yoğurt örneklerinin duyu özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Koku	Yapı ve Tekstür	Su Salma	Gaz Oluşumu	Tat ve Aroma	Asitlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebilirlik
A	7,848 ^b	7,632 ^{ab}	7,646 ^a	8,220 ^{ab}	7,516 ^c	7,465 ^a	7,438 ^{bc}	7,639 ^b
B	7,695 ^{ab}	7,832 ^b	7,597 ^a	8,108 ^a	7,045 ^b	7,724 ^b	7,329 ^b	7,597 ^b
C	7,852 ^b	8,493 ^c	8,547 ^b	8,430 ^b	7,685 ^c	7,610 ^{ab}	7,562 ^c	7,580 ^b
D	7,577 ^a	7,437 ^a	7,422 ^a	8,310 ^{ab}	6,715 ^a	7,475 ^a	6,865 ^a	6,847 ^a
Muhafaza periyodu (günler)								
1	7,526 ^a	8,091 ^c	8,091 ^b	8,588 ^d	7,405 ^b	7,944 ^c	7,573 ^{cd}	7,786 ^c
7	8,065 ^c	7,949 ^{bc}	7,858 ^{ab}	8,471 ^{cd}	7,685 ^c	8,171 ^c	7,794 ^d	7,891 ^c
14	7,896 ^{bc}	7,725 ^{ab}	7,403 ^a	8,150 ^{ab}	7,191 ^b	7,663 ^b	7,356 ^{bc}	7,523 ^b
21	7,653 ^{ab}	7,919 ^{bc}	8,239 ^b	8,225 ^{bc}	7,350 ^b	7,529 ^b	7,240 ^b	7,306 ^b
28	7,575 ^a	7,559 ^a	7,425 ^a	7,901 ^a	6,570 ^a	6,536 ^a	6,530 ^a	6,573 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.31. Deneme yoğurt örneklerinin duyu analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

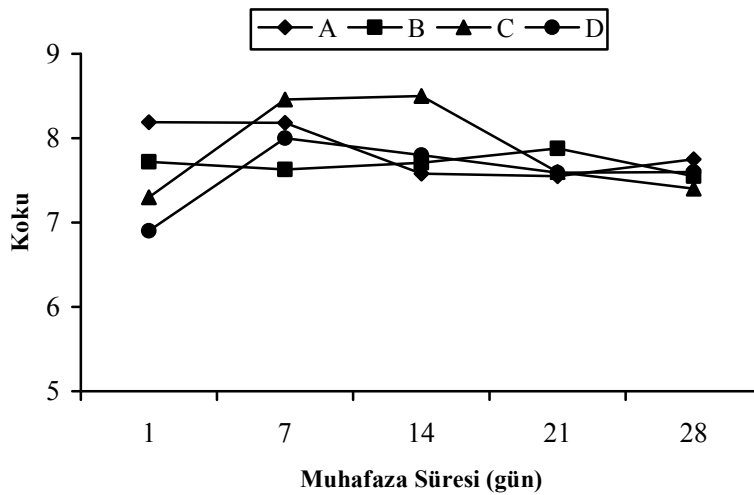
Varyasyon Kaynağı	SD	Koku (F)	Yapı ve Tekstür (F)	Su Salma (F)	Gaz Oluşumu (F)	Tat ve Aroma (F)	Asitlik (F)	Ağızda Bıraktığı His (F)	Genel Kabul Edilebilirlik (F)
Süt Çeşidi (A)	3	2,679	31,254**	13,823**	2,193	28,153**	2,920	17,245**	30,411**
Muhafaza Süresi (B)	4	6,414**	5,138**	6,273**	6,913**	19,787**	61,030**	34,188**	46,246**
AxB	12	4,222**	3,801**	4,552**	2,342*	12,850**	6,599**	12,354**	13,083**
Hata	20								

*P<0,05 düzeyinde önemli

**P<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.29’da verilen değerlerden anlaşılacağı gibi 28 günlük muhafaza süresince yoğurtların koku puanları ortalama olarak 7,526-8,065 arasında değişmiştir. Örnekler koku bakımından en düşük puanları muhafazanın ilk ve son günlerinde alırken, en yüksek puanı 7. günde almıştır (Şekil 4.7). Şahan *et al.* (2007) kontrol inek yoğurtlarının duyuasal açıdan β -glukan ilave edilmiş diğer yoğurtlara göre daha çok beğenildiğini ve kontrol inek yoğurdunun koku puanlarının 7. günde arttığını bildirmişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinin koku puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Koku puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.7’de tüm örneklerin koku puanlarının muhafaza süresince düzensiz bir şekilde değiştiği, manda yoğurdu dışındaki yoğurtların ise koku puanlarının 7. günde arttığı görülmektedir. Ayrıca en yüksek koku puanını 14. günde koyun yoğurdunun aldığı gözlenmektedir.

4.4.2. Yapı ve tekstür

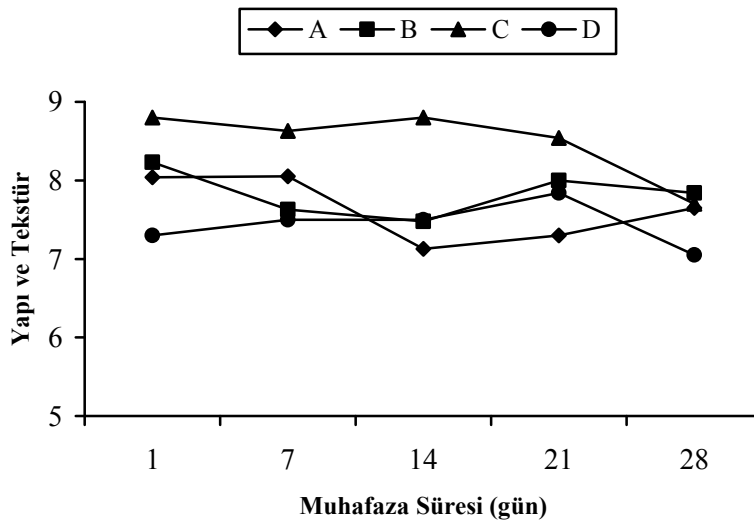
Yoğurt örneklerine ait ortalama yapı ve tekstür puanları Çizelge 4.29'da verilmiştir. En düşük yapı ve tekstür puanını (7,05) 28. günde keçi yoğurdu, en yüksek yapı ve tekstür puanını (8,80) ise 14. günde koyun yoğurdu almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanları üzerinde süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, A ve B örnekleri ile benzer şekilde A ve D örnekleri arasında yapı ve tekstür bakımından istatistiksel açıdan benzerlik bulunmuştur. Buna karşılık C örneği en yüksek yapı ve tekstür puanını alarak diğer örneklerden farklılık göstermiştir (Çizelge 4.30). Genel olarak örnekler pıhtı sıklığı bakımından düşünüldüğünde viskozitesi ve kurumadde içeriği en yüksek olan koyun yoğurdu yapı ve tekstür bakımından en yüksek puanı almıştır.

Chen *et al.* (2004) yaptıkları araştırmada tekli doymamış yağ asidi içeriği fazla olan sütten üretilen ürünlerin daha yumuşak tekstürde olduğunu ve duyuşal açıdan daha çok beğenildiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte daha sağlıklı ve daha yumuşak tekstürlü süt ürünlerinin üretilmesi için inek sütü kullanmanın doğru olacağını ileri sürmüşlerdir. Jimenez-Martinez *et al.* (2003) inek yoğurdu için yapı ve tekstür puanının 7 üzerinden ortalama 5,9 olduğunu, Singh and Muthukumarappan (2007) ise 9 üzerinden ortalama 6,67 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.30'da verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde örnekler yapı ve tekstür bakımından en yüksek puanı muhafazanın 1. gününde, en düşük puanı ise muhafazanın 28. gününde almıştır. Bu durum yoğurtların muhafazanın sonuna doğru yapısal özelliklerinin bozulmasının bir sonucu olabilir. Güven *et al.* (2005) kontrol inek yoğurtlarının yapı ve tekstür puanlarının muhafazanın sonuna doğru düştüğünü, Fadela *et al.* (2008) ise yükseldiğini bildirmişlerdir. Mumtaz *et al.* (2008) farklı oranlarda ksilooligosakkarit ilave ederek ürettikleri manda yoğurdunda

ksilooligosakkarit ilavesinin artmasına paralel olarak yapı ve tekstür puanlarının arttığı sonucuna varmışlardır.

Deneme yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Yapı ve tekstür puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi muhafaza süresince en yüksek yapı ve tekstür puanını koyun yoğurdu alırken, en düşük puanları genel olarak inek ve keçi yoğurtları almıştır.

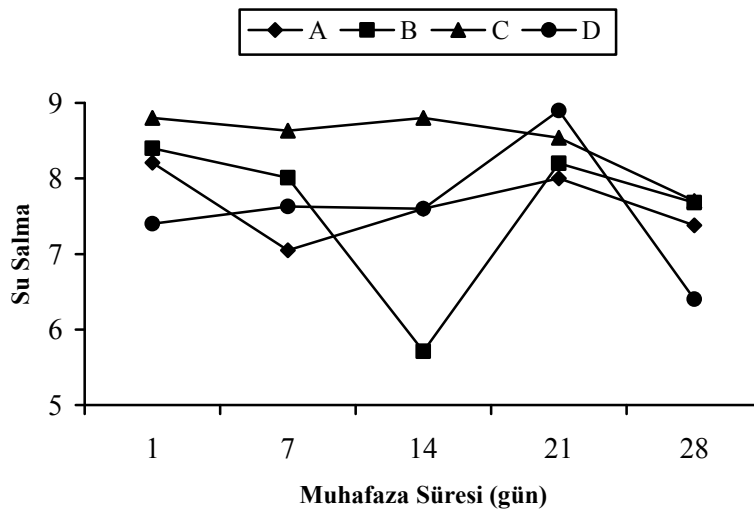
4.4.3. Su salma

Yoğurt örneklerine ait su salma puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. En düşük su salma puanını (5,71) 14. günde manda yoğurdu, en yüksek su salma puanını (8,75) ise 7. günde koyun yoğurdu almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin su salma puanları üzerinde süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre A, B ve D örnekleri arasında su salma bakımından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Buna karşılık C örneği en yüksek su

salma puanını alarak diğer örneklerden farklılık göstermiştir (Çizelge 4.30). Martin-Diana *et al.* (2003) inek sütünden ürettikleri yoğurtların su salmalarından dolayı görünüş bakımından düşük puan aldıklarını bildirmektedirler.

Çizelge 4.30’da görüldüğü gibi 28 günlük muhafaza süresince yoğurtların su salma puanları ortalama olarak 7,559-8,091 arasında değişmiştir. Genel olarak bakıldığında yoğurt örneklerinin su salma puanlarında muhafazanın ilerlemesiyle bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum örneklerin muhafaza süresince belirlenen serum ayrılması değerleri ile de paralellik arz etmektedir.

Deneme yoğurt örneklerinin su salma puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Su salma puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

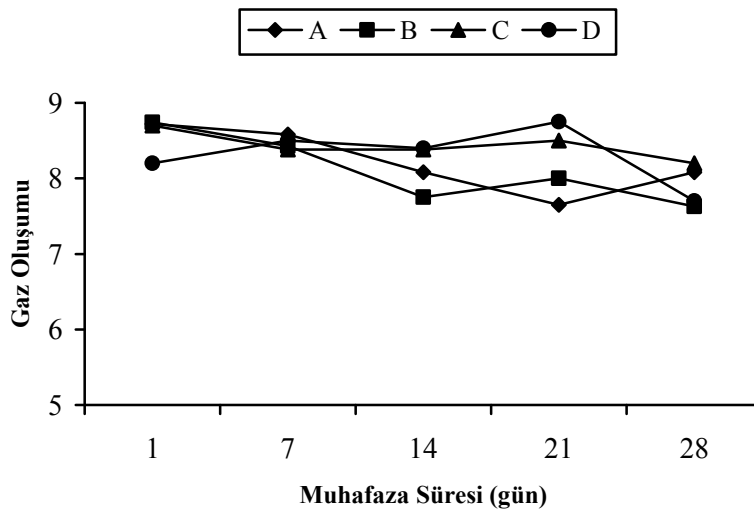
Şekil 4.9’da yoğurt örneklerinin tümünün su salma puanlarında dalgalanmalar olduğu ve muhafazanın 28. gününde ise düştüğü gözlenmektedir. Ayrıca muhafazanın 14. gününde manda yoğurduna ait su salma puanlarındaki aşırı düşüş dikkat çekmektedir.

4.4.4. Gaz oluşumu

Yoğurt örneklerine ait gaz oluşumu puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. En düşük gaz oluşumu puanını (7,63) 28. günde manda yoğurdu, en yüksek su salma puanını (8,75) ise 7. günde koyun yoğurdu almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin gaz oluşumu puanları üzerinde süt çeşidinin etkisi önemsiz ($p>0,05$) bulunurken, muhafaza süresinin etkisi $p<0,01$ seviyesinde, süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin ortalama gaz oluşumu puanları 8,108-8,430 arasında değişmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde örnekler gaz oluşumu bakımından en yüksek puanı muhafazanın 1. gününde, en düşük puanı ise muhafazanın 28. gününde almıştır. Yoğurt örneklerinin muhafaza periyodu boyunca gaz oluşumu puanlarında genel olarak bir azalma olduğu görülmektedir.

Deneme yoğurt örneklerinin su salma puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Gaz oluşumu puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.10’da yoğurt örneklerinin gaz oluşumu puanlarında dikkate değer bir değişim görülmemektedir.

4.4.5. Tat ve aroma

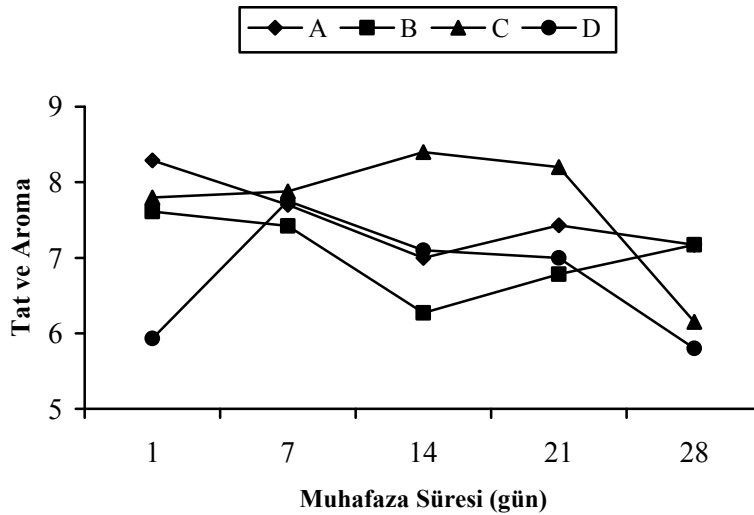
Tat, tüketiciyi en fazla ilgilendiren önemli bir duyuşsal parametre olmasının yanı sıra, fermente süt ürünlerinde, süt şekeri, süt yağı ve süt proteinlerinin parçalanmaları sonucu oluşan metabolit ürünlerinin ortak etkisini yansıtan bir özelliktir (Yılmaz 2006). Yoğurt örneklerine ait tat ve aroma puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Buna göre en düşük tat ve aroma puanını (5,80) 28. günde keçi yoğurdu, en yüksek tat ve aroma puanını (8,40) ise 14. günde koyun yoğurdu almıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin tat ve aroma puanları üzerinde süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre inek ve koyun yoğurtları arasında tat ve aroma bakımından istatistiksel olarak fark bulunmazken, en düşük ortalama tat ve aroma puanını keçi yoğurdu almıştır. Bu durum keçi sütünün arzu edilmeyen tat ve aromaya sahip olmasında ve panelistlerin sürekli olarak inek sütünden üretilen ürünleri tüketmiş olmalarından kaynaklanmış olabilir.

Keçi sütü kısa zincirli yağ asitlerini diğer sültere nazaran daha fazla içerdiğinden kendine özgü karakteristik bir tada sahip olduğu ve bu sülten üretilen yoğurdun da tipik yoğurt aromasını taşınamasından dolayı tüketiciler tarafından pek tercih edilmediğı bildirilmektedir (Martin-Diana *et al.* 2003; Vargas *et al.* 2008). Uysal *et al.* (2003) %50 keçi sütü %50 inek sütü karışımından üretilen yoğurtların duyuşsal açıdan üstün özellik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Martin-Diana *et al.* (2003) peyniraltı suyu protein konsantratu ilavesinin keçi sütünden üretilen yoğurtların karakteristik tat ve aromasını maskelediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.30’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde örnekler tat ve aroma bakımından en yüksek puanı muhafazanın 7. gününde, en düşük puanı ise muhafazanın 28. gününde almıştır. Yoğurt örneklerinin ortalama tat ve aroma puanlarında genel olarak 7. günden sonra bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte asitliğin yükselmesine bağlanabilir. Güler-Akın and Akın (2007) keçi sütünden ürettikleri yoğurtların tat ve aroma puanlarının 7. günde arttığını 14. günden sonra ise azaldığını bildirmişlerdir. Bunun sebebinin ise artan asitlik ve asetaldehit içeriğinin azalması olduğunu ifade etmişlerdir. Güven *et al.* (2005) kontrol inek yoğurtlarının en yüksek tat ve aroma puanlarını 1. günde kaydetmişlerdir. Güler-Akın (2005) kontrol koyun yoğurtlarında 14 günlük depolama süresince tat ve aroma puanlarını 1. gün 8,33, 7.gün 8,20 ve 14. gün ise 7,62 olarak belirlemişlerdir.

Deneme yoğurt örneklerinin tat ve aroma puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Tat ve aroma puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.11 incelendiğinde tat ve aroma bakımından muhafaza süresince en yüksek puanları genel olarak koyun yoğurdunun aldığı, en düşük puanları ise manda ve keçi yoğurtlarının aldığı görülmektedir.

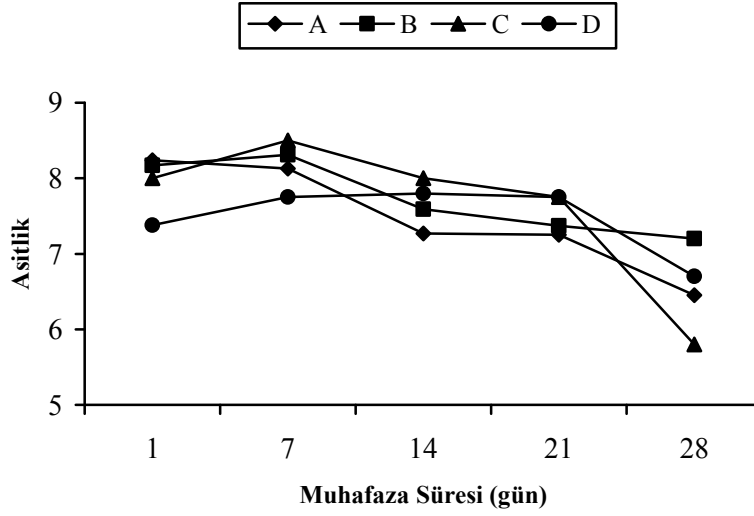
4.4.6. Asitlik

Yoğurt örneklerine ait asitlik puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Buna göre en düşük asitlik puanını (5,80) 28. günde koyun yoğurdu, en yüksek asitlik puanını (8,40) ise 14. günde yine koyun yoğurdu almıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin asitlik puanları üzerinde süt çeşidinin etkisi önemsiz ($p>0,05$) bulunurken, muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre örneklerin ortalama asitlik puanları 6,715-7,685 arasında değişmiştir (Çizelge 4.30). Çizelge 4.30 incelendiğinde yoğurt örnekleri en yüksek asitlik puanını muhafazanın 7. gününde aldığı, sonraki günlerde ise yoğurtların asitlik puanlarının giderek düştüğü görülmektedir. Bu durum yoğurtların muhafazanın 7. gününde arzu edilen asitlik düzeyine ulaştığını, daha sonra ise artan titrasyon asitliğine bağlı olarak istenmeyen bir tadın oluştuğunu göstermektedir. Gündoğdu (2005) de yaptığı çalışmada yoğurt örneklerinin en yüksek asitlik puanlarını muhafazanın 7. gününde, en düşük ise 28. günde aldığını belirlemiştir.

Deneme yoğurt örneklerinin asitlik puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Asitlik puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

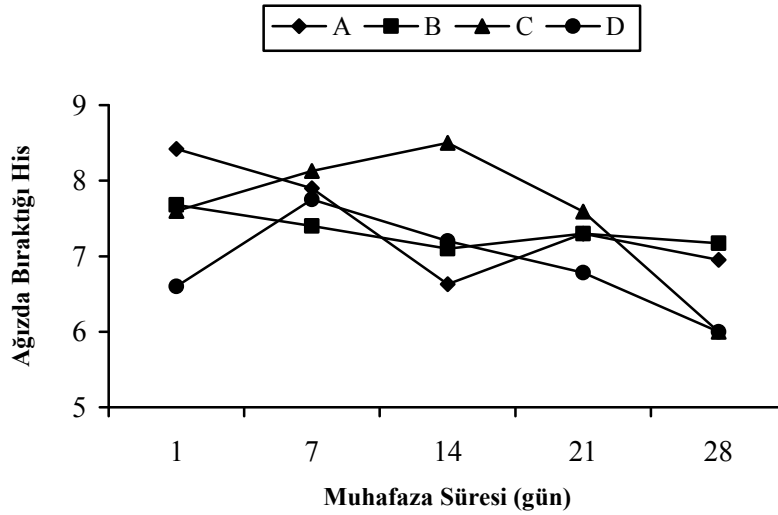
Şekil 4.12’de tüm yoğurt örneklerinin asitlik puanlarının muhafazanın 7. gününde arttığı, daha sonraki günlerde ise giderek azaldığı görülmektedir.

4.4.7. Ağızda bıraktığı his

Yoğurt örneklerine ait ağızda bıraktığı his puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Buna göre en düşük ağızda bıraktığı his puanını (6,00) 28. günde C ve D örnekleri, en yüksek ağızda bıraktığı his puanını (8,42) ise 1. günde A örneği almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin ağızda bıraktığı his puanları üzerinde süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ağızda bıraktıkları his bakımından B, C ve D örnekleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunurken, A ve B örnekleri arasında istatistiksel açıdan benzerlik bulunmuştur. Gündoğdu (2005) ürettiği yoğurtlarda sarımsaklı yoğurtların kontrol yoğurtlara göre ağızda bıraktığı his bakımından daha yüksek puanlar aldığını saptamıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından genel olarak muhafaza periyodu boyunca yoğurtların ağızda bıraktığı his puanlarında bir azalma olduğu görülmektedir (Çizelge

4.30). Deneme yoğurt örneklerinin ağızda bıraktığı his puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Ağızda bıraktığı hispuanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil. 4.13’de görüldüğü gibi koyun yoğurdu ağızda bıraktığı his bakımından muhafazanın 14. gününde en yüksek puanı alırken inek yoğurdu en düşük puanı almıştır. Ayrıca tüm örneklerin muhafazanın son gününde ağızda bıraktıkları his puanları düşmüştür.

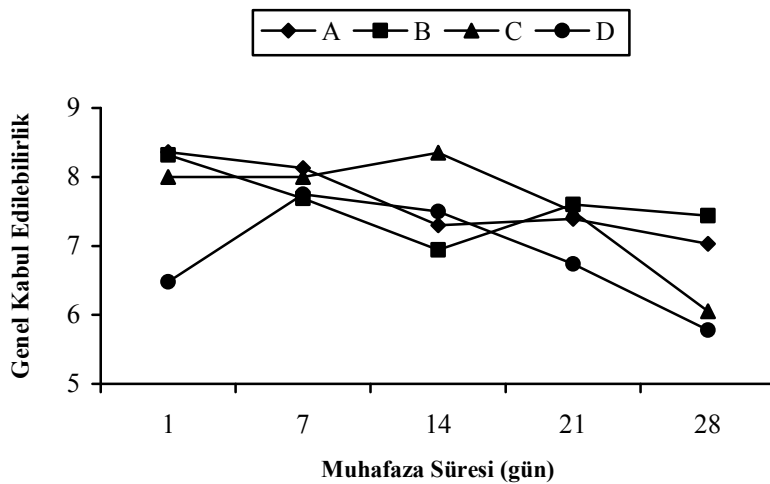
4.4.8. Genel kabul edilebilirlik

Yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Buna göre en düşük genel kabul edilebilirlik puanını (5,78) 28. günde keçi yoğurdu, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanını (8,36) ise 1. günde inek yoğurdu almıştır. Yapılan varyans analiz sonuçlarından deneme yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde süt çeşidi ve muhafaza süresinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre inek, manda ve koyun yoğurtları arasında genel kabul edilebilirlik açısından istatistiksel olarak fark bulunmazken, en düşük ortalama

genel kabul edilebilirlik puanını keçi yoğurdu almıştır. Bu durumun panelistlerin keçi sütünün kendine özgü tat ve aromasına alışık olmamalarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Martin-Diana *et al.* (2003) yaptıkları araştırmada en düşük genel kabul edilebilirlik puanını keçi yoğurdunun aldığını, bunun ise bu yoğurdun tipik yoğurt aromasına sahip olmaması ve yumuşak tekstürlü olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Jimenez-Martinez *et al.* (2003) inek yoğurdu için genel kabul edilebilirlik puanının 7 üzerinden ortalama 6,2 olduğunu, Singh and Muthukumarappan (2007) ise 9 üzerinden ortalama 7,67 olduğunu bildirmektedirler.

Çizelge 4.30’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları incelendiğinde örnekler genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanı muhafazanın 7. gününde, en düşük puanı ise muhafazanın 28. gününde almıştır. Yoğurt örneklerinin ortalama genel kabul edilebilirlik puanlarında genel olarak 7. günden sonra bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum örneklerin muhafaza süresince aldıkları tat ve aroma puanları ile de paralellik arz etmektedir. Muhafaza sonuna doğru artan asitlikle birlikte yoğurtların tat ve aromasındaki değişim genel kabul edilebilirlik puanlarına yansımıştır.

Deneme yoğurt örneklerinin ağızda bıraktığı his puanlarına ait süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde etkili süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonu

Şekil 4.14 incelendiğinde yoğurt örnekleri arasında genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanı muhafazanın 14. gününde koyun yoğurdunun, en düşük puanı ise muhafazanın 28. gününde keçi yoğurdunun aldığı görülmektedir. Ayrıca muhafazanın son gününde tüm örneklerin genel kabul edilebilirlik puanlarının azaldığı da görülmektedir.

4.5. Uçucu Aroma Bileşikleri

Farklı sütlerden üretilen deneme yoğurt örneklerinde belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin ortalama pik alanlarına ait veriler standart sapmalarıyla birlikte Çizelge 4.32’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.33’de sunulmuştur.

4.5.1. Asetaldehit

Asetaldehit; yoğurtta mikroorganizmalar tarafından en fazla sentezlenen ve son üründe 5-21 mg/L oranında bulunan uçucu bileşiktir (Ott *et al.* 1999, Chaves *et al.* 2002). Peynir, tereyağı ve krema gibi diğer fermente süt ürünlerinde de asetaldehitin çok küçük miktarı onların tipik aromasının oluşumu için gereklidir (Ott *et al.* 2000). Deneme yoğurt örneklerine ait varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun asetaldehit üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.32 incelendiğinde inek yoğurdunun asetaldehit oranının pik alanı bakımından 7. günde azaldığı (0,71) 14. günde ise arttığı (2,16) görülmektedir. Diğer taraftan 21. günde ise tekrar azaldığı (0,35) ve 28. günde en yüksek değere (3,97) ulaştığı tespit edilmiştir. Manda yoğurdunda ise 7. günde arttığı (2,86), 14. günde (1,95) ve 21. günde (1,25) ise azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, 28. günde ise 2,56 değerine ulaşarak tekrar bir artış olduğu tespit edilmiştir. Koyun yoğurdundaki asetaldehit oranının 7. günde azaldığı (1,44), 14.günde ise (1,53) arttığı bulunmuştur. Daha sonraki muhafaza günlerinde ise azaldığı belirlenmiştir. Keçi yoğurdunda 7. günde arttığı (0,40) daha

sonraki muhafaza süresince ise giderek azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre tüm yoğurt örneklerindeki asetaldehit oranının muhafaza süresince düzensiz bir değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca en düşük asetaldehitin keçi yoğurdunda olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda, asetaldehitin kurumaddesi yüksek olan sütlerde daha fazla olduğu belirtilmektedir (Gönç 1994). Yaygın (1982) tarafından yapılan çalışmada asetaldehit miktarının en fazla (13,82 ppm) koyun sütünden, en az ise (9,73 ppm) keçi sütünden yapılan yoğurtlarda olduğu belirlenmiştir. Keçi sütlerinden üretilen set yoğurtların 30 günlük, süzme yoğurtların ise 60 günlük depolama süresince bazı özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada da keçi sütü yoğurtlarında, karbonil bileşenlerinin özellikle temel aroma maddesi olarak kabul edilen asetaldehit miktarının inek sütü yoğurtlarından daha düşük düzeyde olduğu vurgulanmıştır (Atamer vd 2004). Bunun sebebi ise; literatürlerde, treoninin asetaldehite dönüşümünde rol oynayan enzimleri inhibe eden glisin içeriğinin keçi sütünde yüksek, sitrat içeriğinin ise düşük olmasından dolayı olduğu bildirilmektedir (Beshkova *et al.* 1998; Ott *et al.* 2000; Atamer vd 2004; Garde *et al.* 2005).

Laktik asit bakterileri vasıtasıyla gerçekleşen asetaldehit üretimi, mikroorganizmanın türüne bağlıdır. Bazı araştırmacılar *L. bulgaricus*'un *S. thermophilus*'a göre daha fazla asetaldehit ürettiğini bildirmelerine rağmen (Marshall and Tamime 1997; Bonczar *et al.* 2002; Gallardo-Escamilla *et al.* 2005), bazıları ise bunun tersini savunmaktadırlar (Ott *et al.* 1999; Courtin and Rul 2003; Garde *et al.* 2005). Bununla birlikte, yoğurtlaşma esnasında iki mikroorganizma arasındaki simbiyotik ilişkinin tek tek gelişimlerine nazaran bakteriyel konsantrasyon, asit üretimi, aroma ve tekstür gelişimi açısından daha etkili olduğu konusunda genel bir görüş hakimdir (Xanthopoulos *et al.* 2001; Metin 2001; Kılıç 2001; Akın 2006).

Çizelge 4.32. Deneme yoğurt örneklerinde muhafaza süresince belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin alanlarına ait ortalamalar

Aroma Bileşikleri	Yoğurt Örnekleri																			
	İnek Yoğurdu					Manda Yoğurdu					Koyun Yoğurdu					Keçi Yoğurdu				
	Muhafaza Süresi (gün)					Muhafaza Süresi (gün)					Muhafaza Süresi (gün)					Muhafaza Süresi (gün)				
	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28
Asetaldehit	0,82 ¹ ±0,92 ²	0,71 ±0,64	2,16 ±0,83	0,35 ±0,22	3,97 ±0,63	2,61 ±0,27	2,86 ±0,33	1,95 ±0,18	1,25 ±0,21	2,56 ±0,18	1,72 ±0,35	1,44 ±0,01	1,53 ±0,30	1,50 ±0,09	0,50 ±0,17	0,21 ±0,04	0,40 ±0,10	0,37 ±0,05	0,23 ±0,06	0,19 ±0,06
Etanol			0,31 ±0,05		0,26 ±0,00			0,58 ±0,10	0,17 ±0,16	1,03 ±0,00	0,33 ±0,00	0,32 ±0,06	1,26 ±0,00	0,14 ±0,00		0,28 ±0,23	0,19 ±0,00	0,09 ±0,00		
Asetonitril	0,56 ±0,00	0,79 ±0,19	0,27 ±0,00	1,43 ±0,00	0,96 ±0,13	0,21 ±0,04		1,32 ±0,43	0,99 ±0,46	0,99 ±0,59	0,47 ±0,44	0,58 ±0,08	0,33 ±0,00	0,22 ±0,09	0,95 ±0,05	0,47 ±0,10	0,16 ±0,01	0,14 ±0,11	0,20 ±0,13	0,24 ±0,06
Diasetil	4,65 ±0,08	5,94 ±0,00	0,47 ±0,06			0,72 ±0,00	3,94 ±0,48				0,09 ±0,00	0,75 ±0,18				1,34 ±0,42	0,48 ±0,18	0,88 ±0,28	1,33 ±0,56	0,45 ±0,06
Etil asetat	1,25 ±0,03	3,89 ±0,92	2,71 ±1,10	3,42 ±0,11	3,91 ±0,35	1,60 ±0,60		7,34 ±0,42	4,61 ±0,69	4,70 ±0,23	6,38 ±0,29	3,93 ±0,16	2,89 ±0,13	3,02 ±0,01	4,54 ±0,11	2,80 ±0,25	1,11 ±0,06	1,52 ±0,54	1,24 ±0,00	0,30 ±0,12
Heptan	0,79 ±0,37	5,55 ±7,52	6,48 ±8,34	6,43 ±7,67	9,36 ±0,48	4,66 ±0,16	11,91 ±4,06	20,06 ±4,35	14,65 ±0,76	16,54 ±3,25	8,42 ±1,51	10,18 ±0,69	12,68 ±0,37	13,15 ±2,55	9,70 ±1,78	6,82 ±0,92	2,88 ±0,11	2,81 ±1,22	4,69 ±0,29	3,03 ±1,24
Asetik Asit	0,54 ±0,42	1,26 ±0,10	0,60 ±0,25	0,96 ±0,23	1,41 ±0,48	0,50 ±0,13	0,94 ±0,24	0,77 ±0,16	0,36 ±0,05	0,50 ±0,10	0,64 ±0,00		0,69 ±0,01	0,58 ±0,00	0,32 ±0,41	0,30 ±0,01	0,66 ±0,30	0,82 ±0,00	1,46 ±0,08	1,28 ±0,00
2,3 Pentandion	1,72 ±0,82	2,67 ±0,07	0,80 ±0,09	1,30 ±0,07	1,67 ±0,08	1,32 ±0,61	2,44 ±0,57	0,98 ±0,54	0,91 ±0,01	1,15 ±0,06	2,43 ±0,15	1,16 ±0,06	0,74 ±0,01	1,35 ±0,12	1,18 ±0,15	2,04 ±0,54	0,70 ±0,26	1,05 ±0,13	2,24 ±0,95	1,53 ±0,36
Asetoin	3,00 ±2,79	3,51 ±1,87	0,97 ±0,11	1,94 ±0,03	1,77 ±0,01	0,70 ±0,36	2,08 ±0,10	1,77 ±0,04	2,30 ±0,57	2,16 ±1,32	2,84 ±0,31	1,17 ±0,42	1,05 ±0,22	1,69 ±0,18	1,53 ±0,21	1,54 ±0,79	0,93 ±0,20	0,94 ±0,06	1,83 ±0,29	1,23 ±0,51
Toluen	2,73 ±0,00	3,89 ±0,00	3,99 ±4,87	4,10 ±5,17	7,13 ±0,57	3,63 ±0,63	2,40 ±0,94	4,49 ±0,08	4,06 ±1,49	4,41 ±0,18	5,11 ±0,67	6,34 ±0,50	4,31 ±0,14	5,24 ±0,07	6,11 ±0,07	5,88 ±0,66	1,99 ±0,23	2,95 ±1,01	3,34 ±0,04	3,50 ±0,43
Oktan			0,59 ±0,01	0,61 ±0,06		0,16 ±0,00		0,93 ±0,00	0,64 ±0,35	0,55 ±0,25	0,47 ±0,00	0,77 ±0,00	0,50 ±0,04	0,64 ±0,03	0,57 ±0,04	0,22 ±0,02	0,44 ±0,00	0,46 ±0,26		

Çizelge 4.32. (devam)

Hekzanal	1,09 ±0,00	0,51 ±0,35	1,07 ±0,28	1,06 ±0,29	1,26 ±0,06	1,78 ±0,51	1,67 ±0,16	0,92 ±0,33	0,71 ±0,08	0,80 ±0,08	1,72 ±0,03	1,57 ±0,32	1,59 ±0,28	2,07 ±0,46	1,34 ±0,25	0,74 ±0,49	0,76 ±0,37	1,04 ±0,74	0,93 ±0,21	0,34 ±0,01
Etil benzen	0,62 ±0,00		0,60 ±0,00	1,24 ±0,00		1,38 ±0,00	0,05 ±0,00	0,83 ±0,25	0,82 ±0,06	0,89 ±0,24	1,02 ±0,02	0,99 ±0,01	1,08 ±0,04	0,82 ±0,01	0,64 ±0,04	1,17 ±0,06	0,18 ±0,00			
Bütanoik asit	2,05 ±0,61	2,76 ±0,28	2,21 ±0,48	2,85 ±0,26	3,06 ±0,83	1,17 ±0,40	1,46 ±0,33	0,79 ±0,26	1,41 ±0,35	0,25 ±0,00			0,39 ±0,15				1,25 ±0,00	1,25 ±0,03	0,95 ±0,33	1,34 ±0,09
p-Ksilen	3,18 ±2,63	2,70 ±2,68	4,32 ±2,53	5,01 ±3,73	7,52 ±0,93	3,91 ±0,33	1,96 ±0,51	4,57 ±0,56	3,86 ±1,27	4,55 ±0,64	4,75 ±0,04	7,72 ±0,49	4,54 ±0,84	3,81 ±1,13	3,35 ±0,08	7,79 ±0,37	2,40 ±0,75	2,68 ±0,49	3,22 ±0,08	3,62 ±0,46
n-nonan	0,40 ±0,25	0,42 ±0,00	0,76 ±0,01	0,67 ±0,00	0,60 ±0,00	0,67 ±0,00	0,36 ±0,00	1,07 ±0,00	0,63 ±0,42	0,70 ±0,00		0,94 ±0,37	0,71 ±0,08	0,68 ±0,09	0,43 ±0,01	0,66 ±0,42	0,41 ±0,13	0,61 ±0,08	0,40 ±0,00	0,30 ±0,06
o-ksilen	1,59 ±0,70	1,15 ±0,00	1,71 ±0,00	1,33 ±1,08	2,08 ±0,13	0,99 ±0,33	0,63 ±0,23	1,25 ±0,35	1,15 ±0,23	1,64 ±0,49	1,66 ±0,21	2,51 ±0,05	1,14 ±-	1,05 ±0,08	0,78 ±0,21	2,04 ±0,24			0,83 ±0,43	0,68 ±0,00
Stiren	0,65 ±0,40	0,34 ±0,00	0,87 ±0,00		2,39 ±0,00		0,28 ±0,02					0,82 ±0,00	1,63 ±0,00	0,50 ±0,11	0,49 ±0,25	0,33 ±0,00	1,06 ±0,55	1,18 ±0,18	0,79 ±0,19	1,21 ±0,28
2-heptanon	0,32 ±0,03	0,58 ±0,23	0,99 ±0,23	0,83 ±0,31	0,84 ±0,07	0,81 ±0,06	1,04 ±0,07	0,84 ±0,01	1,01 ±0,01	0,99 ±0,11	2,80 ±0,16	1,44 ±0,04	0,54 ±0,08	0,77 ±0,01	0,69 ±0,04	2,27 ±0,04	0,49 ±0,11	1,00 ±0,23	1,17 ±0,27	1,33 ±0,37
α-pinen	0,74 ±0,06	0,53 ±-	0,60 ±0,47	0,69 ±0,56	0,82 ±0,24	0,27 ±0,01	0,43 ±0,18	0,85 ±0,36	1,17 ±-	0,69 ±0,22	0,79 ±-	1,33 ±0,28	1,18 ±0,50	1,00 ±0,05	0,94 ±0,22	1,04 ±0,42	0,74 ±0,11	0,83 ±0,08	0,54 ±0,13	0,39 ±0,10
1-etil-3-metil benzen	0,21 ±0,00	0,13 ±0,00	0,15 ±0,05	0,24 ±0,00		0,10 ±0,00	0,16 ±0,00	0,22 ±0,00	0,16 ±0,00		0,26 ±0,00	0,35 ±0,06	0,19 ±0,00	0,25 ±0,05	0,14 ±0,02	0,69 ±0,20	0,90 ±0,08	0,75 ±0,19	0,51 ±0,00	0,69 ±0,38
dekan	0,55 ±0,52	0,70 ±0,00	0,87 ±0,24	0,78 ±0,00	0,82 ±0,37	0,31 ±0,06	0,22 ±0,00	0,57 ±0,31	0,47 ±0,21	0,87 ±0,61	0,35 ±0,00	1,21 ±0,49	0,62 ±0,37	0,71 ±0,07	0,63 ±0,03	0,69 ±0,20	0,90 ±0,08	0,75 ±0,19	0,51 ±0,00	0,50 ±0,11
1,3,5 trimetil benzen	1,19 ±0,00	1,00 ±0,00	1,05 ±0,55	1,28 ±0,00	0,83 ±0,14		0,10 ±0,00		0,57 ±0,12	0,32 ±0,00	0,75 ±0,13	1,87 ±0,03	0,88 ±0,00	0,50 ±0,00	1,82 ±0,00	1,47 ±0,02			1,81 ±0,00	1,19 ±0,02
Limonen	2,21 ±0,74	1,53 ±0,00	1,57 ±1,54	1,62 ±0,76	1,36 ±0,13	0,55 ±0,21	0,33 ±0,01	1,39 ±1,15	1,47 ±0,37	1,12 ±0,23	1,47 ±0,40	3,11 ±0,94	0,89 ±0,95	3,02 ±0,05	2,74 ±0,54	2,25 ±0,13	2,51 ±0,42	4,94 ±0,60	4,37 ±0,06	2,81 ±0,85

Çizelge 4.32. (devam)

p-simen	0,49 ±0,51	0,49 ±0,00	0,68 ±0,10	0,53 ±0,07	0,47 ±0,10	0,74 ±0,21	0,25 ±0,13	0,34 ±0,00	0,49 ±0,06	0,30 ±0,06		1,24 ±0,11	0,46 ±0,18	1,07 ±0,42	1,19 ±0,23	0,90 ±0,04	1,02 ±0,44	1,06 ±0,29	1,24 ±0,00	1,07 ±0,30
Dimetil sülfon	1,44 ±0,83	2,12 ±0,48	2,02 ±0,61	1,20 ±0,20	1,07 ±0,00	0,39 ±0,00	0,60 ±0,00						0,69 ±0,00	0,34 ±0,00	1,83 ±0,00	1,74 ±0,06				1,34 ±0,48
Hekzanoik asit	2,68 ±1,06	3,45 ±0,54	3,73 ±0,28	3,17 ±0,20	3,66 ±1,73	31,52 ±2,28	19,15 ±7,52		1,25 ±0,68				0,54 ±0,00	1,89 ±0,00	1,47 ±0,00	2,20 ±0,08	2,40 ±0,71	3,95 ±0,17	4,44 ±0,27	4,33 ±0,13
Undekan	2,37 ±2,18	2,62 ±0,33	4,57 ±0,31	2,44 ±0,16	3,32 ±0,56	1,49 ±0,23	0,90 ±0,00	1,39 ±0,10	2,87 ±1,38	2,29 ±0,04	3,86 ±0,89	2,72 ±0,62	2,50 ±1,64	1,64 ±0,28	1,78 ±0,01	3,50 ±0,30	3,62 ±0,55	3,91 ±0,42	3,91 ±0,59	3,47 ±0,47
2-nonanon	0,63 ±0,28	0,50 ±0,00	0,43 ±0,15	0,43 ±0,25	0,61 ±0,01	0,47 ±0,15	0,48 ±0,13	0,36 ±0,00	0,71 ±0,32	0,43 ±0,05	1,34 ±0,06	0,91 ±0,04	0,54 ±0,00	0,55 ±0,04	0,57 ±0,18	2,09 ±0,94	1,28 ±0,00	1,26 ±0,21	1,20 ±0,00	1,32 ±0,09
Etil oktanoat	0,28 ±0,22	0,06 ±0,00	0,18 ±0,00	0,09 ±0,13																
Oktanoik asit (kaprilik asit)	0,98 ±0,00	0,68 ±0,00	0,76 ±0,36	0,76 ±0,31	1,37 ±0,46	0,13 ±0,04							0,26 ±0,00	0,32 ±0,08	0,26 ±0,03	0,77 ±0,11	1,12 ±0,09	1,62 ±0,15	2,73 ±0,82	3,89 ±0,47
Benzoik asit											0,40 ±0,00	0,58 ±0,21	0,85 ±0,47	1,10 ±0,24	1,84 ±0,19	0,76 ±0,04	2,72 ±0,29	2,71 ±0,02	3,77 ±0,10	4,57 ±0,49
2-undekanon	2,37 ±2,18	2,62 ±0,33	4,57 ±0,31	2,44 ±0,16	0,32 ±0,56	1,49 ±0,23	0,90 ±0,12	1,39 ±0,10	2,87 ±1,38	2,29 ±0,04	3,86 ±0,89	2,72 ±0,62	2,50 ±1,64	1,64 ±0,28	1,78 ±0,01	3,50 ±0,30	3,62 ±0,55	3,91 ±0,42	3,91 ±0,59	3,47 ±0,47
Dekanoik asit (Kaprik asit)																0,18 ±0,01	0,24 ±0,00	0,47 ±0,11	1,01 ±0,39	1,61 ±0,48
Dietil fitalat																	1,56 ±0,77	0,17 ±0,33	0,09 ±0,18	0,06 ±0,11

¹: ortalama pik alanı ²: standart sapma

Çizelge 4.33. Deneme yoğurt örneklerinin aroma bileşiklerine ait varyans analiz sonuçları

Aroma Bileşikleri	Varyasyon Kaynağı		
	Süt Çeşidi (A)	Muhafaza Süresi (B)	AxB
Asetaldehit (F)	80,463**	11,973**	19,149**
Etanol (F)	14,954**	10,636**	14,478**
Asetonitril (F)	7,961**	3,427*	4,113**
Diasetil (F)	124,313**	188,764**	73,579**
Etil asetat (F)	63,426**	10,780**	37,248**
Heptan (F)	15,736**	3,011*	1,698
Asetik Asit (F)	8,332**	2,494	4,466**
2,3 Pentandion (F)	1,071	7,416**	4,673**
Asetoin (F)	2,046	1,266	1,467
Toluen (F)	2,225	0,923	0,882
Oktan (F)	14,322**	10,151**	6,410**
Hekzanal (F)	12,924**	1,356	2,428*
Etil benzen (F)	75,033**	51,634**	22,453**
Bütanoik asit (F)	95,916**	3,162*	2,925*
p-Ksilen (F)	1,211	1,084	3,663**
n-nonan (F)	1,008	2,273	1,893
o-ksilen (F)	7,071**	2,283	4,875
Stiren (F)	28,445**	15,787**	7,763**
2-heptanon (F)	25,601**	25,336**	25,982**
α -pinen (F)	3,269*	0,484	1,505
1-etil-3-metil benzen(F)	26,185**	1,303	0,460
dekan (F)	1,051	0,784	0,844
1,3,5 trimetil benzen(F)	40,389**	9,525**	16,313**
Limonen (F)	22,696**	2,447	3,308**
Dimetil sülfon (F)	23,735**	3,392*	6,334**
p-simen (F)	11,396**	1,725	3,370*
Hekzanoik asit (F)	37,989**	17,620**	27,843**
Undekan (F)	10,558**	0,668	2,259
2-nonanon (F)	16,655**	3,098*	1,028
Etil oktanoat (F)	7,888**	1,579	1,521
Oktanoik asit (kaprilik asit) (F)	100,435**	13,795**	9,069**
Benzoik asit (F)	514,859**	47,050**	25,896**
2-undekanon (F)	21,753**	4,766*	9,062**
Dekanoik asit (Kaprik asit) (F)	51,254**	8,563**	8,232**
Dietil fitalat (F)	24,233**	5,582**	5,582**

*P<0,05 düzeyinde önemli

**P<0,01 düzeyinde önemli

4.5.2. Diasetil (2,3 bütandion)

Özellikle tereyağı ve yayıkaltı gibi ürünlerin karakteristik aroma bileşiği olan diasetil yoğurdun aromasında sınırlı bir etkiye sahiptir (Tamime and Deeth 1980). Yoğurt aromasının oluşumunda diasetilin rolü üzerine farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar, diasetilin yoğurtta yalnızca asetaldehit içeriği düşük olduğunda baskın bir aroma oluşturduğunu belirtirken (Rasic and Kurmann 1978; Kaminarides *et al.* 2007), bazıları ise aroma oluşumunda önemli rol oynadığını bildirmektedirler (Beshkova *et al.* 1998). Yoğurtta *S. thermophilus* diasetil oluşumunda en önemli rolü oynamakta ve suşlar arasında bu maddenin üretimi bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Marshall and Tamime 1997; Şenel 2006). Bazı *S. thermophilus* suşlarının yüksek oranlarda 2,3-bütandion ve 2,3-pentandion üretebildikleri bildirilmektedir. Glukoz katabolizmasının bir ürünü olan diasetil yoğurt fermentasyonu esnasında starter kültürler tarafından 2-asetolaktattan üretilir (Ott *et al.* 2000; Beshkova *et al.* 2003).

Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun diasetil üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Çizelge 4.32’de görüldüğü gibi diasetil keçi yoğurdunda muhafazanın tüm günlerinde belirlenmiştir. Keçi yoğurdunun alan bakımından diasetil oranı 1. günde 1,34 olarak belirlenmiştir. Diasetil oranının 7. günde azaldığı (0,48), 14. günde (0,88) ve 21. günde (1,33) ise arttığı belirlenmiştir. Diğer taraftan 28. günde ise tekrar azaldığı (0,45) tespit edilmiştir. İnek yoğurdunda muhafazanın 1., 7. ve 14. günlerinde diasetil belirlenmiştir. İnek yoğurdunun diasetil oranı alan bakımından 1. günde 4,65 olarak tespit edilmiştir. Diasetil oranı 7. günde 5,94’e ulaşmış ve 14. günde ise 0,47’ye azalmıştır. Koyun ve manda yoğurdunda sadece 1. ve 7. günlerde diasetil belirlenebilmiştir. Koyun yoğurdunda diasetil oranı 1. günde 0,09 ve 7. günde ise 0,75 olarak belirlenmiştir. Manda yoğurdunda ise 1. günde 0,72 ve 7. günde ise 3,94 gibi yüksek bir değere ulaşmıştır. Diasetil keçi yoğurdu hariç diğer yoğurt örneklerinde muhafazanın tüm günlerinde belirlenememiştir.

Beshkova *et al.* (1998) yaptıkları çalışmada yoğurt örneklerinin diasetil içeriğini inkübasyonun 1,5. saatinde 0,68 ppm olarak belirlemişler, 22 saat sonra diasetil konsantrasyonunda 16,50 ppm kadar bir artma, 168 saat (7 gün) sonunda ise 0,95 ppm azalma olduğunu saptamışlardır. Gürel (2006) farklı kültürler kullanarak ürettiği yoğurtlardan propiyonik asit bakterisi kullanarak üretilenlerin asetaldehit, diasetil ve popiyonik asit içeriklerinin diğer yoğurtlardan daha fazla olduğunu belirlemiştir. Ayrıca çalışmasında, 15 günlük muhafaza süresince kontrol inek yoğurtlarının diasetil içeriklerinde azalma meydana geldiğini saptamıştır.

4.5.3. Asetoin (3-hidroksi-2-bütanon)

Pirüvat metabolizmasının bir ürünü olan asetoin yoğurtta önemli aroma bileşiklerinden birisidir (Ott *et al.* 1999). Sitratların transformasyonu, yoğurtta diasetil ve asetoin oluşumunun başlıca kaynağı olarak kabul edilmektedir. Belirli şartlar altında laktozun parçalanması da bu bileşiklerin önemli bir kaynağını oluşturabilmektedir (Yalçın 1985).

Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun asetaldehit üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi ($p>0,05$) bulunmamıştır.

Asetoin deneme yoğurtlarda muhafazanın tüm günlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). İnek yoğurdunun alan bakımından asetoin oranı 1. günde 3,0 olarak belirlenmiştir. Asetoin oranının 7. günde arttığı (3,51), 14. günde (0,97) azaldığı ve 21. günde ise tekrar arttığı (1,94) belirlenmiştir. Diğer taraftan 28. günde ise tekrar azaldığı (1,77) tespit edilmiştir. Muhafaza süresince manda yoğurdunun asetoin oranındaki değişim inek yoğurdundaki değişime benzer olmuştur. Alan olarak en düşük (0,70) asetoin oranı 1. günde, en yüksek (2,30) asetoin oranı ise muhafazanın 21. gününde belirlenmiştir. Koyun yoğurdundaki asetoin değişimi düzensiz bir seyir izlemiştir. En düşük asetoin oranı (1,05) 14. günde belirlenirken, en yüksek (2,84) oran ise 1. günde belirlenmiştir. Asetoin oranında 14. güne kadar azalma, 21. günde artma (1,69) ve 28. günde ise tekrar bir azalma (1,53) olmuştur. Keçi yoğurdundaki asetoin değişimi koyun

yoğurdunun asetoin oranındaki değişime benzer bulunmuştur. En düşük (0,93) asetoin oranı 7. günde, en yüksek ise (1,83) 21. günde belirlenmiştir. Birçok araştırmacı (Beshkova *et al.* 1998; Gürel 2006; Chammas *et al.* 2006; Kaminarides *et al.* 2007; Condurso *et al.* 2008) yoğurtla ilgili yaptıkları çalışmalarda yoğurdun aroma maddesi olarak asetoini belirlerken, Ott *et al.* (1999) ise bu bileşiği tespit edememişlerdir.

4.5.4. Diğer bileşikler

Deneme yoğurt örneklerinde 28 günlük muhafaza süresince etanol (etil alkol) belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun etanol üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33). İnek yoğurdunda sadece 14. ve 28. günlerde, manda yoğurdunda 14., 21. ve 28. günlerde, koyun yoğurdunda 1., 7., 14. ve 21. günlerde ve keçi yoğurdunda ise 1., 7. ve 14. günlerde etanol tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin etanol içeriği muhafaza süresince alan bakımından düzenli bir değişim göstermemiştir (Çizelge 4.32). Yoğurt bakterilerinin biyokimyasal reaksiyonları sonucu laktozun fermentasyonu ile laktik asitin yanı sıra asetaldehit, aseton, etanol, asetoin ve diasetil gibi karbonil bileşikler meydana gelir. Daha önce de bahsedildiği gibi bu bileşikler yoğurdun tat ve aromasını oluşturmaktadırlar (Tamime and Robinson 1999; Şenel 2006). Glukozdan asetaldehit ve etanol oluşumu *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un sahip olduğu aldehit dehidrogenaz ve alkol dehidrogenaz enzimiyle katalize edilir. Araştırmacılar yoğurt bakterilerinin sahip olduğu bu enzimler vasıtasıyla asetaldehiti etanole dönüştürdüklerini ileri sürmektedirler (Lees and Jago 1978; Tamime and Deeth 1980). Özer *et al.* (2007) inek yoğurdunda, Georgala *et al.* (1995), Kaminarides *et al.* (2007) koyun yoğurdunda etanol belirlemişler ve muhafaza süresince miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Deneme yoğurtlarda uçucu bileşik olarak asetonitril tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre asetonitril üzerine süt çeşidinin etkisi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, muhafaza süresinin etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Alan bakımından en fazla asetonitril inek

yoğurdunda en az ise keçi yoğurdunda belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Ott *et al.* (1997) yoğurt lezzetinin oluşumunda etkili olan bileşenlerin tespitiyle ilgili yapmış oldukları çalışmada asetonitril tespit etmişler ve bu bileşiğin süt kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. Garde *et al.* (2005) ise inek ve koyun sütlerinin karışımıyla ürettikleri peynirlerin uçucu fraksiyonunda asetonitril belirlemişler ve bu bileşiğin kontaminant olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Ketonlar, süt ve süt ürünlerinde mikroorganizmaların serbest yağ asitleri katabolizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkarlar. Meydana gelen ketonlar çoğunlukla tek karbon sayılı metil ketonlardır. Metil ketonların (2- keton) oluşumu yağların lipolizi ve β -ketoasitlere oksidasyonu ve daha sonra dekarboksilasyon ile ketonlara dönüşümü şeklindedir (Quach *et al.* 1999; Mcsweeney and Sousa 2000; Kaminarides *et al.* 2007; Kaypak 2007). Ketonlar ayrıca ısıtılmış sütte de oluşmaktadır (Labropoulos *et al.* 1982; Kaminarides *et al.* 2007) Bu çalışmada da 2,3-pentandion, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanon gibi sırasıyla 5, 7, 9 ve 11 karbonlu ketonlar tespit edilmiştir. Bu bileşikler tüm örneklerde muhafazanın tüm günlerinde belirlenmiştir. 2,3-pentandion, 2-heptanon ve 2-undekanon en fazla muhafazanın 1. gününde en az ise 14. günde bulunmuştur (Çizelge 4.32). Bu bileşiklerden 2,3-pentandionun yoğurt aromasının oluşumunda etkili bir diketon olduğu (Ott *et al.* 1997) ve izolösin metabolizmasının bir ara ürünü olan α -aseto- α -hidroksibütirattan oluşmuş olabileceği bildirilmektedir (Garde *et al.* 2005). Varyans analiz sonuçlarından 2,3-pentandion üzerine süt çeşidinin etkisi önemli ($p>0,05$) bulunmazken, muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun çok önemli ($p<0,01$) bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Yoğurtla ilgili yapılan araştırmaların çoğunda yoğurdun temel aroma maddelerinden birisi olarak bu bileşiğe rastlanmıştır (Ott *et al.* 1997, 1999, 2000; Gallardo-Escamilla *et al.* 2005; Chammas *et al.* 2006; Condurso *et al.* 2008). Rokfort ve Kamembert peynirlerinin karakteristik aroma bileşiği olarak kabul edilen (Garde *et al.* 2005) 2-heptanon deneme yoğurt örneklerinin tümünde tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun 2-heptanon üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Süt çeşidi değişkeninin 2-nonanon ve 2-undekanon üzerine etkisi

istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, muhafaza süresinin etkisi önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Muhafaza süresi x süt çeşidi değişkeni interaksiyonunun ise 2-nonanon üzerine önemli ($p>0,05$) bir etkisinin olmadığı, 2-undekanon üzerine ise çok önemli ($p<0,01$) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Bu bileşikler çeşitli peynirlerde de saptanmıştır (Mcsweeney and Sousa 2000; Garde *et al.* 2005; Kourkoutas *et al.* 2006). Ancak yoğurt aromasında etkili bir keton olduğu bildirilen aseton (Georgala *et al.* 1995; Beshkova *et al.* 1998; Özer *et al.* 2007; Kaminarides *et al.* 2007; İşleten and Karagül-Yüceer 2008) yoğurt örneklerinin hiçbirinde tespit edilememiştir.

Deneme yoğurt örneklerinde uçucu bileşik olarak asetaldehitin yanı sıra bir aldehit olan hekzanal belirlenmiştir. Hekzanal ürüne meyvemsi bir aroma vermektedir (Saint-Eve *et al.* 2008). Doymamış yağ asitlerinin ışık veya ağır metaller tarafından katalize edilen β -oksidasyon reaksiyonu veya serbest aminoasitlerin Strecker parçalanması sonucu ortaya çıkan aldehitler doğal olarak taze sütte ve süt ürünlerinde bulunabilmektedirler (Mcsweeney and Sousa 2000; Kourkoutas *et al.* 2006). Yoğurt örneklerinin tümünde belirlenen hekzanal üzerine süt çeşidinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, muhafaza süresinin etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Bu bileşik üzerine süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun ise önemli ($p>0,05$) bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Cheng (1988) hekzanal ve pentanal gibi aroma bileşiklerinin linoleik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerinin degradasyonu sonucu oluştuklarını bildirmiştir. Ayrıca fermente ürünlerde fermente olmayan ürünlere göre hekzanal miktarının daha az olduğunu, bunun ise hekzanalın asit dehidrogenaz enzimiyle hekzanoik asite dönüşmesi nedeniyle olabileceğini ifade etmiştir. Hekzanal yoğurtta (Labropoulos *et al.* 1982; Ott *et al.* 1997; Donkor *et al.* 2007; Kaminarides *et al.* 2007; Saint-Eve *et al.* 2003, 2006, 2008) ve bazı peynirlerde (Mcsweeney and Sousa 2000; Garde *et al.* 2005; Kourkoutas *et al.* 2006; Condurso *et al.* 2008) belirlenmiştir.

Esterler, serbest yağ asitleri ile primer alkollerin birleşmesiyle meme bezlerinde sentezlenen veya mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşan bileşiklerdir (Toso *et al.* 2002; Güler 2007). Gıda aroması açısından önemli olan bu bileşikler gıdaya meyvemsi aroma vermekte ve nispi miktarları ürünün muhafaza şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Toso *et al.* 2002; Kourkoutas *et al.* 2006; Kaypak 2007). Bu araştırmada deneme yoğurtlarda etil asetat, etil oktanoat ve dietil fitalat olmak üzere üç ester tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden etil asetat tüm örneklerde belirlenirken, etil oktanoat yalnızca inek yoğurdunda, dietil fitalat ise yalnızca keçi yoğurdunda belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun etil asetat ve dietil fitalat üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Etil oktanoat üzerine süt çeşidinin etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, muhafaza süresi ile muhafaza süresi x süt çeşidi interaksyonunun önemli ($p>0,05$) bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.33). Etil asetat manda yoğurdunda sadece muhafazanın 7. gününde belirlenemezken, diğer örneklerde muhafazanın tüm günlerinde tespit edilmiştir. Muhafaza süresince etil asetat en fazla koyun yoğurdunda en az ise keçi yoğurdunda oluşmuştur. Beshkova *et al.* (2003) kefirde etil asetat belirlemişler ve *Lactococcus lactis*'in *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* ile diğer kefir kültürlerine göre daha fazla etil asetat ürettiği sonucuna varmışlardır. Yoğurtta etil asetat varlığı önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Labropoulos *et al.* 1982; Ott *et al.* 1997; Saint-Eve *et al.* 2003, 2006, 2008; Schlichtherle-Cerny and Oberholzer 2007; Güler 2007). Etil oktanoat sadece inek yoğurdunda 21 günlük muhafaza süresince belirlenmiş, 28. günde ise belirlenememiştir. Saint-Eve *et al.* (2006, 2008) aromalı yoğurtta ve Kaypak (2007) tuzlu yoğurtta etil oktanoat tespit etmişlerdir. Ayrıca birçok araştırmacı bu bileşiği farklı peynirlerde de belirlemişlerdir (Bills *et al.* 1965; Mcsweeney and Sousa 2000; Bellesia *et al.* 2003; Kourkoutas *et al.* 2006). Gıdaya acı ve istenmeyen bir aroma veren (Güler 2007) dietil fitalat sadece keçi yoğurdunda, muhafazanın 7. gününden itibaren tespit edilmiş ve muhafaza süresince miktarı azalmıştır (Çizelge 4.32). Güler (2007) bu bileşiği keçi sütünden ürettiği tuzlu yoğurtta 90 günlük muhafaza süresince belirlemiştir.

Süt ve süt ürünlerinde belirlenen serbest yağ asitleri çoğunlukla süt lipidlerinin hidrolizi sonucu meydana gelmektedir. Yoğurt bakterilerinin süt yağına karşı sınırlı hidrolitik aktivitesi bulunduğundan saptanan birçok serbest yağ asidinin süt yağından ziyade aminoasitlerden sentezlendiği düşünülmektedir (Tamime and Deeth 1980; Kaypak 2007). Bu çalışmada yoğurt örneklerinde asetik, bütanoik (bütirik), hekzanoik (kaproik), oktanoik (kaprilik), benzoik ve dekanolik (kaprik) asit olmak üzere altı uçucu yağ asidi belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Varyans analiz sonuçlarından asetik asit üzerine muhafaza süresinin etkisi önemsiz ($p>0,05$), süt çeşidi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun etkisi ise çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33). Asetik asit koyun yoğurdunda sadece muhafazanın 7. gününde belirlenemezken, diğer yoğurtlarda muhafazanın tüm günlerinde tespit edilmiştir. Yoğurtta asetik asit, yoğurt bakterilerinin laktoz, sitrik asit, laktik asit veya aminoasit katabolizması sonucu oluşabilmektedir (Mcsweeney and Sousa 2000; Kaminarides *et al.* 2007). Önceki çalışmalarda da yoğurtta asetik asit tespit edilmiş ve yoğurt aromasındaki öneminden bahsedilmiştir (Beshkova *et al.* 1998; Vahcic and Hruskar 2000; Adhikari *et al.* 2002; Schlichtherle-Cerny and Oberholzer 2007; Gürel 2007; Kaminarides *et al.* 2007; Condurso *et al.* 2007). Varyans analiz sonuçlarından bütanoik asit üzerine süt çeşidinin etkisi $p<0,01$ seviyesinde, muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun etkisi ise $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Bütanoik asit inek ve koyun yoğurtlarında muhafazanın tüm günlerinde belirlenirken, koyun yoğurdunda sadece 21. günde, keçi yoğurdunda ise 7. günden itibaren belirlenebilmiştir. Hekzanoik (kaproik), oktanoik (kaprilik) ve dekanolik (kaprik) gibi kısa zincirli yağ asitleri keçi sütü ve ürünlerinin karakteristik tat ve aromasının oluşumunda etkili yağ asitleridir (Haenlein 1992; Condurso *et al.* 2008). Hejtmankova *et al.* (2000) yoğurt bakterilerinin her ikisinin de benzoik asit sentezlediğini ve bu bileşiğin keçi yoğurdunda inek yoğurduna nazaran daha fazla bulunduğunu bildirmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun hekzanoik, oktanoik, benzoik ve dekanolik asit üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Bu asitlerin ortalama pik alanı değerleri izelge 4.32’de verilmiştir. Çizelge 4.32 incelendiğinde dekanoik asidin sadece keçi yoğurdunda, benzoik asidin ise koyun ve keçi yoğurtlarında olduğu ve keçi yoğurdundaki miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Manda yoğurdunda oktanoik asit yalnızca muhafazanın 1. gününde belirlenmiş, hekzanoik asit ise muhafazanın 1. ve 7. günlerinde alan bakımından oldukça yüksek değerler vermiş, 14. ve 28. günlerde belirlenememiş ve 21. günde ise düşük değer vermiştir. Hekzanoik ve oktanoik asit, koyun yoğurdunda muhafazanın 14. gününden itibaren belirlenirken, inek yoğurdunda muhafazanın tüm günlerinde belirlenmiştir. Oktanoik asit en fazla keçi yoğurdunda bulunmuştur. Deneme yoğurtlarda belirlenen uçucu yağ asitlerinin varlığı önceki araştırmalarda da bildirilmiştir (Rychlik *et al.* 2006; Kaypak 2007; Schlichtherle-Cerny and Oberholzer 2007; Güler 2007; Saint-Eve *et al.* 2006, 2008; Conurso *et al.* 2008).

Deneme yoğurt örneklerinde kimyasal olarak terpenler grubuna dahil olan limonen, p-ksilen, o-ksilen, α -pinen ve p-simen olmak üzere beş uçucu bileşik tespit edilmiştir (izelge 4.32). Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi değişkeninin limonen ve p-simen üzerine etkisi çok önemli ($p < 0,01$), p-ksilen ve α -pinen üzerine etkisi önemli ($p < 0,05$) bulunurken, o-ksilen üzerine ise önemli ($p > 0,05$) bir etkisi bulunmamıştır. Bu bileşikler üzerine muhafaza süresinin önemli ($p > 0,05$) bir etkisi olmamıştır (izelge 4.33). Limonen alan olarak en fazla keçi yoğurdunda en az manda yoğurdunda belirlenmiştir. Conurso *et al.* (2008) limonen ve pinen gibi özellikle turungilerde bulunan monoterpenlerin hayvanın yediği otlardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Limonen sade ve farklı özellikteki yoğurtlar ile bazı peynirlerde de belirlenmiştir (Smit *et al.* 2005; Kourkoutas *et al.* 2006; Saint-Eve *et al.* 2006, 2008; Conurso *et al.* 2008). Toso *et al.* (2002) farklı yemleme sonucu elde edilen çiğ inek sütlerinde toplam 0,33-0,62 $\mu\text{g/kg}$ düzeyinde limonen, p-simen ve α -pinen belirlemişlerdir. p-ksilen ve o-ksilene yoğurtla ilgili yapılan araştırmalarda rastlanmamıştır. Ancak bu bileşiklerin varlığı farklı peynirlerde bildirilmiştir (Garde *et al.* 2005; Conurso *et al.* 2008).

Deneme yoğurt örneklerinde toluen (metil benzen), stiren (vinil benzen), etil benzen, 1-etil-3-metil-benzen ve 1,3,5-trimetil benzen gibi aromatik hidrokarbonlar tespit

edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre süt çeşidi ve muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun stiren, etil benzen ve 1,3,5 trimetil benzen üzerine etkisi çok önemli ($p<0,01$) bulunurken, toluen üzerine önemli ($p>0,05$) bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.33). Araştırmacılar yoğurtta toluen, stiren ve etil benzen gibi bileşikler tespit etmişler ve bu bileşiklerin ürüne ambalaj materyalinden geçmiş olabileceği üzerinde durmuşlardır (Nerin *et al.* 1998; Condurso *et al.* 2007). 1-etil-3-metil benzen üzerine muhafaza süresi ile süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Süt çeşidi değişkeninin ise 1-etil-3-metil benzen üzerine etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Bu bileşiğin toplam içerisindeki payı düşük olup, inek ve manda yoğurtlarında muhafazanın 28. gününde belirlenmemiştir. Alan bakımından en fazla 1-etil-3-metil benzen keçi yoğurdunda tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). Bu bileşiklerin yoğurda sütün taşınması ve mayalanması esnasında kullanılan plastik kaplardan geçmiş olabileceği düşünülmektedir.

Yoğurt örneklerinde heptan, oktan, n-nonan, dekan ve undekan olmak üzere beş alifatik hidrokarbon tespit edilmiştir (Çizelge 4.32). Bu bileşiklerden nonan ve dekan üzerine süt çeşidi, muhafaza süresi ve süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun önemli ($p>0,05$) etkisi olmamıştır. Süt çeşidinin heptan, oktan ve undekan üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.33). Heptan yoğurt örneklerinin tümünde muhafazanın tüm günlerinde belirlenmiş ve uçucu bileşikler içerisindeki konsantrasyonu oldukça yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresi değişkeninin heptan üzerine etkisi önemli ($p<0,05$), süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun etkisi ise önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Laye *et al.* (1993) farklı firmalar tarafında üretilen yoğurtlarda yaptıkları analizlerde, 19 farklı aroma aktif bileşik belirlemişler ve bu bileşikler arasından, asetaldehit, heptan, aseton, diasetil ve benzotiyazolün yoğurt aromasında etkili bileşikler olduklarını rapor etmişlerdir. Oktan manda yoğurdunda 7. günde, keçi yoğurdunda 21. ve 28. günlerde ve inek yoğurdunda 1., 7. ve 28. günlerde tespit edilememiştir ve alan bakımından en fazla koyun yoğurdunda belirlenmiştir (Çizelge 4.32). Muhafaza süresi ve süt çeşidi x muhafaza süresi interaksiyonunun undekan üzerine önemli ($p>0,05$) etkisi olmamıştır. Alan

bakımından uçucu bileşikler içindeki oranı yüksek olup, en fazla keçi yoğurdunda tespit edilmiştir.

Süte uygulanan ısıtma işlemi yağ, protein ve laktoz gibi önemli süt unsurlarının parçalanmasına ve sayısız uçucu bileşiklerin oluşumuna neden olur. Bu bileşiklerden birisi de proteinlerin parçalanması sonucu oluşan ve sülfürlü bileşikler grubuna giren dimetil sülfondur (Yalçın 1985). Deneme yoğurt örneklerinde belirlenen dimetil sülfon üzerine süt çeşidi ve süt çeşidi x muhafaza süresi interaksyonunun etkisi $p<0,01$ seviyesinde, muhafaza süresinin etkisi ise $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.33). Bu bileşik muhafazanın tüm günlerinde ve en fazla inek yoğurdunda belirlenmiştir. Dimetil sülfon manda yoğurdunda sadece muhafazanın 1. ve 7. günlerinde, keçi yoğurdunda 1. ve 28. günlerinde, koyun yoğurdunda ise 14. günden itibaren oluşmuştur (Çizelge 4.32). Bu bileşiğin yoğurtta süte uygulanan pastörizasyon sonucu oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Araştırmacılar yoğurtta sülfürlü bileşik olarak dimetil sülfid belirlemişler (Ott *et al.* 1999; Gallardo-Escamilla *et al.* 2005) ve dimetil sülfonun ağırlıklı olarak UHT ve pastörize sütte dimetil sülfidin oksidasyonu sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir (Friedrich and Acree 1998; Hoffmann and Heiden 2000).

5. SONUÇ

1. Yoğurt örneklerinin kurumadde miktarları arasında farklılık belirlenmiştir. Bu farklılık hammadde olarak kullanılan süt türünün farklı olmasına bağlanabilir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kurumadde oranı (%11,94) inek yoğurdunda muhafaza süresinin 14. gününde belirlenirken, en yüksek kurumadde oranı (%18,75) ise koyun yoğurdunda muhafazanın 7. gününde belirlenmiştir.

2. Yoğurt örneklerine ait kül değerlerinin kullanılan süt türünün farklılığına bağlı olarak muhafaza süresince düzensiz bir değişim gösterdiği, kurumadde içeriği yüksek olan yoğurtların kül içeriğinin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek kül içeriği koyun yoğurdunda, en düşük inek yoğurdunda belirlenirken, manda ve keçi yoğurtlarında birbirine yakın oranlarda belirlenmiştir.

3. Yoğurt örneklerinde en yüksek ortalama % yağ değeri (%8,26) manda yoğurdunda, en düşük ortalama yağ değeri ise (%3,91) inek yoğurdunda tespit edilmiştir. Bu sonuç, hammadde sütün yağ içeriği ile benzerlik göstermektedir.

4. Yoğurt örneklerinin protein miktarındaki değişimin seyri kurumadde miktarındaki değişime benzer olmuştur. Bunun nedeni protein oranının kurumadde içindeki payından kaynaklanmaktadır. Fakat manda yoğurdunun protein içeriği kurumaddesi nisbeten düşük olan keçi yoğurdunun protein içeriğinden daha düşük bulunmuştur.

5. Farklı sütlerden üretilen yoğurt örneklerine ait en düşük serum ayrılması değeri (0,94 ml/25g) muhafazanın 21. gününde koyun yoğurdunda, en yüksek değer ise (10,23 ml/25g) inek yoğurdunda muhafazanın 14. gününde saptanmıştır. Muhafaza süresince örneklerin serum ayrılmasının kurumadde, yağ ve protein içeriklerine ters orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir.

6. Yoğurt örneklerine ait en yüksek titrasyon asitliği değeri (%1,72) muhafazanın 28. gününde koyun yoğurdunda, en düşük değer (%0,90) ise muhafazanın 1. gününde inek yoğurdunda belirlenmiştir. Muhafaza periyodunun ilerlemesiyle yoğurtların titrasyon asitliğinde de sürekli bir artışın olduğu görülmüştür. Bu durum yoğurt bakterilerinin asit oluşturma aktivitelerini devam ettirmesinden kaynaklanmaktadır.

7. Yoğurt örneklerine ait en yüksek pH değeri (4,32) muhafazanın 1. gününde keçi yoğurdunda, en düşük değer (3,97) ise muhafazanın 28. gününde inek yoğurdunda belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük değerlerin belirlendiği yoğurt örneklerinin süt çeşidi bakımından titrasyon asitliği ve pH değerleri arasında bir paralellik söz konusu olmamıştır.

8. Yoğurt örneklerine ait en yüksek viskozite değeri (22742 cP) muhafazanın 21. gününde koyun yoğurdunda, en düşük değer (2630 cP) ise muhafazanın 1. gününde inek yoğurdunda belirlenmiştir. Bu sonuç, örneklerin viskozitesinin kurumadde ve protein içerikleriyle doğru orantılı olarak değiştiğinin bir göstergesidir. Ayrıca, pH'nın düşmesi ve serum ayrılmasının azalmasına bağlı olarak örneklerin viskozite değerleri de artmıştır.

9. Yoğurt örneklerine ait en yüksek *S. thermophilus* sayısı (8,83 log kob/g) muhafazanın 14. gününde manda yoğurdunda, en düşük değer (6,50 log kob/g) ise muhafazanın 28. gününde koyun yoğurdunda belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarının muhafazanın 7. gününe kadar arttığı ve daha sonra ise giderek azaldığı tespit edilmiştir.

10. Yoğurt örneklerine ait en yüksek *L. bulgaricus* sayısı (8,67 log kob/g) muhafazanın 7. gününde inek yoğurdunda, en düşük değer (7,46 log kob/g) ise muhafazanın 28. gününde yine inek yoğurdunda belirlenmiştir. Diğer taraftan, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından farklı hayvan sütleri kullanılarak üretilen yoğurtların *L. bulgaricus* sayıları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir.

11. Yoğurt örneklerinde muhafaza süresince yalnızca inek yoğurdunda maya ve küf tespit edilirken, diğer yoğurtlarda muhafazanın hiçbir döneminde maya ve küfe rastlanmamıştır.

12. Muhafaza süresince koku bakımından en düşük puanı (6,90) muhafazanın 1. gününde keçi yoğurdu, en yüksek puanı (8,50) ise 21. günde koyun yoğurdu almıştır. Bununla birlikte keçi yoğurdu koku bakımından en az beğenilen ürün olmuştur.

13. Koyun yoğurdu en yüksek yapı ve tekstür puanını alarak diğer örneklerden farklılık göstermiştir. Genel olarak örnekler pıhtı sıkılığı bakımından düşünüldüğünde viskozitesi ve kurumadde içeriği en yüksek olan koyun yoğurdu yapı ve tekstür bakımından en yüksek puanı almıştır.

14. Koyun yoğurdu en yüksek su salma puanını alarak diğer örneklerden farklılık göstermiştir.

15. En düşük tat ve aroma puanını (5,80) 28. günde keçi yoğurdu, en yüksek tat ve aroma puanını (8,40) ise 14. günde koyun yoğurdu almıştır. Yoğurt örneklerinin ortalama tat ve aroma puanlarında genel olarak 7. günden sonra asitliğin artmasına bağlı olarak bir düşüş olduğu görülmüştür.

16. Yoğurt örneklerinin en yüksek asitlik puanını muhafazanın 7. gününde aldığı, sonraki günlerde ise yoğurtların asitlik puanlarının giderek düştüğü görülmüştür.

17. En düşük genel kabul edilebilirlik puanını (5,78) 28. günde keçi yoğurdu, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanını (8,36) ise 1. günde inek yoğurdu almıştır. Yoğurt örneklerinin ortalama genel kabul edilebilirlik puanlarında genel olarak 7. günden sonra bir düşüş olduğu belirlenmiştir.

18. Yoğurt örneklerinde asetaldehit oranının muhafaza süresince düzensiz bir değişim gösterdiği ve en düşük asetaldehitin keçi yoğurdunda olduğu ortaya konulmuştur.

19. Diasetil keçi yoğurdu hariç diğer yoğurt örneklerinde muhafazanın tüm günlerinde belirlenememiştir.

20. Asetoin deneme yoğurtlarda muhafazanın tüm günlerinde tespit edilmiştir. Muhafaza süresince manda yoğurdunun asetoin oranındaki değişim inek yoğurdundaki değişime, keçi yoğurdundaki asetoin değişimi ise koyun yoğurdunun asetoin oranındaki değişime benzer bulunmuştur.

21. Deneme yoğurt örneklerinde uçucu bileşiklerden asetonitril; alkol olarak etanol; ketonlardan 2,3-pentandion, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanon; terpenlerden limonen, p-ksilen, o-ksilen, α -pinen ve p-simen; uçucu yağ asidi olarak asetik, bütanoik (bütirik), hekzanoik (kaproik), oktanoik (kaprilik), benzoik ve dekanoik (kaprik) asit; aromatik ve alifatik hidrokarbon olarak toluen, etil benzen, stiren, 1-etil-3-metil benzen, 1,3,5 trimetil benzen, heptan, oktan, nonan, dekan ve undekan; aldehit olarak hekzanal; sülfürlü bileşik olarak ise dimetil sülfon belirlenmiştir.

Sonuç olarak; yoğurt üretiminde kullanılan hammadde sütün yoğurdun kalitesi ve beslenme değeri açısından çok önemli olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, farklı sütlerden üretilen yoğurtların fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerinin de farklılıklar arzettiği görülmüştür. Aynı zamanda yoğurtların aroma profillerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. Gerek ülkemizde gerekse yurt dışında yapılan araştırmalara bakıldığında farklı hayvanların sütleri kullanılarak üretilen yoğurtların özelliklerinin birlikte kıyaslandığı çalışmaların sayısının oldukça yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle; bu araştırma bu yönde yapılacak araştırmalara katkıda bulunması açısından önem taşımaktadır. Bütün bunlara ilave olarak; hem yoğurt üretiminde hem de muhafaza süresince hijyenik şartlara dikkat edildiği takdirde yoğurt kalitesinin artacağı ve raf ömrünün de uzayacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abrahamsen, R.K. and Holman, T.B., 1980. Yoghurt from hyperfiltrated, unfiltrated and evaporated milk and from milk with added milk powder. *Milchwissenschaft*, 35 (7), 398-402.
- Acar, Ö.F., 2004. Yoğurtlarda Uçucu Lezzet Bileşiklerinin Gaz Kromatografik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Adhikari, K., Grün, I.U., Mustapha, A. and Fernando, L. 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., 1993. Yoğurt Benzeri Ekşi Süt Mamullerinin Üretimi ve Bunların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., İzmir.
- Akın, M.S., 1996. İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve 15 Gün Süre İle Depolanan Meyveli-Aromalı ve Sade Yoğurtların Nitelikleri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Adana.
- Akın, N., 1999. İnek ve koyun sütünden üretilen bazı konsantre fermente süt ürünlerinin sertliği ve duyuşal özellikleri. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23 (3), 583-590.
- Akın, N., 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi. ISBN:975-00594-0-9. 456 s, Konya.
- Anonim, 2006. Yoğurt Standardı, TS-1330. Türk Standartları Enstitüsü, 11 s., Ankara.
- Antunes, A.E.C., Cazetto, T.F. and Bolini, H.M.A., 2005. Viability of probiotic micro-organisms during storage, postacidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate. *Society of Dairy Technology*, 58 (3), 169-173.
- Atamer, M. ve Sezgin, E., 1986. Yoğurtlarda kurumadde artırımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 11 (6), 327-331.
- Atamer, M., Gürsoy, A., Şenel, E. ve Öztekin, Ş., 2004. Keçi sütü yoğurtlarında organik asit içeriğinin tat-aroma üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi. 2001-07-14-041, Ankara.
- Ayhan, K., Durlu-Özkaya, F. and Tunail, N., 2005. Commercially important characteristics of Turkish origin domestic strains of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. *International Journal of Dairy Technology*, 58 (3), 150-157.
- Bakırcı, I. and Kavaz, A., 2008. An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. *Society of Dairy Technology*, 61 (3), 270-276.
- Barrantes, E., Tamime, A.Y., Sword, A.M., Muir, D.D. and Kalab, M., 1996. The manufacture of set-type natural yogurt containing different oils-2: rheological properties and microstructure. *International Dairy Journal*, 6, 811-826.
- Beal, C., Skokanova, J., Latrille, E., Martin, N. and Corrieu, G., 1999. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. *J. Dairy Sci.*, 82, 673-681.

- Bellesia, F., Pinetti, A., Pagnoni, U.M., Rinaldi, R., Zucchi, C., Gaglioti, L. and Palyi, G., 2003. Volatile components of Grana Parmigiano-Reggiano type hard cheese. *Food Chem.*, 83, 53-61.
- Berruga, M.I., Noves, B., Molina, M.P., Roman, M. and Molina, A., 2008. Influence of cephalosporins on the coagulation time of yogurt made from ewes' milk. *Society of Dairy Technology*, 61 (4), 372-378.
- 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.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I. and Dimitrov, Zh.P., 2003. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. *International Dairy Journal*, 13, 529-535.
- Bills, D.D., Morgan, M.E., Libbey, L.M. and Day, E.A., 1965. Identification of compounds responsible for fruity flavor defect of experimental Cheddar cheeses. *J. Dairy Sci.*, 48, 1168-1173.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, 598, New York.
- Bonczar, G. and Reguła, A., 2003. The influence of different amount of starter culture on the properties of yogurts obtained from ewe's milk. *Food Science and Technology*, 6 (2), www.ejpau.media.pl
- Bonczar, G., Wszoleka, M. and Siuta, A., 2002. The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. *Food Chemistry*, 79, 85-91.
- Bozanic, R., Rogelj, I., Tratnik, L.J., 2001. Fermented acidophilus goat's milk supplemented with inulin: Comparison with cow's milk. *Milchwissenschaft*, 56 (11), 618-622.
- Chammas, G.I., Saliba, R., Corrieu, G. and Béal, C., 2006. Characterisation of lactic acid bacteria isolated from fermented milk "laban". *International Journal of Food Microbiology*, 110, 52-61.
- 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*, 5656-5662.
- Chaves, A.C.S.D., Ruas-Madiedo, P., Starrenburg, M., Hugenholtz, J. and Lerayer, A.L.S., 2003. Impact of engineered *Streptococcus thermophilus* strains overexpressing *glya* gene on folic acid and acetaldehyde production in fermented milk. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34, 114-117.
- Chen, S., Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E.G., Luhman, C.M., Boylston, T.D., Freeman, A.E. and Beitz, D.C., 2004. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 3422-3428.
- Cheng, Y.J., 1988. Comparison of Dairy Yogurt With Imitation Yogurt Fermented By Different Lactic Culture From Soybean Milk. Master Thesis, Graduate Faculty of Texas Tech University.
- Concurso, C., Verzera, A., Romeo, V., Ziino, M. and Conte, F., 2008. Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. *International Dairy Journal*, 18, 819-825.

- Courtin, P. and Rul, F., 2004. Interactions between microorganisms in a simple ecosystem: yogurt bacteria as a study model. *Lait*, 84, 125-134.
- Dave, R.I. and Shah, N.P., 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *Int. Dairy J.*, 7, 31-41.
- Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., and Shah, N.P., 2007. Rheological properties and sensory characteristics of set-type soy yogurt. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 9868-9876.
- Drakoularakou, A.P., Kehagias, C., Karakanas, P.N., Koulouris, S. and Timbıs, D., 2003. A study of the growth of *Lactobacillus acidophilus* in bovine, ovine and caprine milk. *Society of Dairy Technology*, 56 (1), 59-61.
- El-Zahar, K., Chobert, J., Sitohy, M., Dalgalarondo M., Haertle T., 2003. Proteolytic degradation of ewe milk proteins during fermentation of yoghurts and storage. *Nahrung*, 47 (3), 199-206.
- Erbil, F. 1997. Değişik Sütlerden Üretilen Torba Yoğurtların Kalite Kriterleri. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Bursa.
- Erdoğan, A., 1995. Erzurum Piyasasında Satılan Sütlerde Antibiyotik Aranması ve Farklı Dozlarda Antibiyotik Katılmış Sütlerden Hazırlanan Yoğurtların Bazı Kalite Kriterlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Fadela, C., Abderrahim, C. and Ahmed, B., 2008. Use of lactic strains isolated from Algerian ewe's milk in the manufacture of a natural yogurt. *African Journal of Biotechnology*, 7 (8), 1181-1186.
- Fernandez-Garcia, E. and McGregor, J.U., 1994. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. *Journal of Dairy Science*, 77, 2934-2939.
- Frank, J.F., Hankin, L., Koburger, J.A., Marth, E.H., 1985. Tests for Group of Microorganisms. (In) *Standard Methods for Examination of Dairy Products* (APHA), 15 th Edition. G.H. Richardson (Editor), 189-201, Washington D.C.
- Friedrich, J.E. and Acree, T.E., 1998. Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. *Int. Dairy Journal*, 8, 235-241.
- Garde, S., Avila, M., Medina, M. and Nunez, M., 2005. Influence of a bacteriocin-producing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánico cheese. *International Dairy Journal*, 15, 1034-1043.
- Georgala, A.I.K., Tsakalidou, E., Kandarakis, I. and Kalantzopoulos, G., 1995. Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yoghurt, by single strains and combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt. *Lait*, 75, 271-283.
- Gönç, S., 1994. Yoğurtta fermentasyon, aroma maddeleri oluşumu ve soğutmanın önemi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, MPM Yay. No:548, 65 s, İstanbul.
- Güler, S., 1988. Ankara'da tüketime sunulan yoğurtların duyuşal niteliği ile bazı aroma maddesi içeriği arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Güler, Z. and Şanal, H., 2009. The essential mineral concentration of Torba yoghurts and their wheys compared with yoghurt made with cows', ewes' and goats' milks. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (2), 153-164.

- Güler, Z., 2007. Changes in salted yoghurt during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 235–245.
- Güler-Akın, M.B., 2005. The effects of different incubation temperatures on the acetaldehyde content and viable bacteria counts of bio-yogurt made from ewe's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 174-179.
- Güler-Akın, M.B. and Akın, M.S., 2007. Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chemistry*, 100, 788–793.
- Gündoğdu, E., 2005. Farklı şekil ve sarımsak (*Allium sativum* L.) ilavesinin yoğurdun bazı özellikleri ve raf ömrüne etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Gürel, M., 2006. Propiyonik asit bakterileri kullanılarak yapılan yoğurtların kalite kriterlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, B. and Hayaloglu, A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 180-184.
- Güzel-Seydim, Z.B., Sezgin, E., Seydim, A.C., 2005. Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt. *Food Control*, 16, 205–209.
- Haenlein, G.F.W., 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.*, 51 155–163.
- Haenlein, G.F.W. Cacesse, R., 1992. Goat milk versus cow milk. [Online]. Available: [http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEn/Goat Milk Versus Cow Milk.htm](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEn/Goat_Milk_Versus_Cow_Milk.htm)
- Hejtmankova, A., Horak, V., Dolejskova, J., louda, F. and Dragounova, H., 2000. Influence of yoghurt cultures on benzoic acid content in yoghurt. *Czech Journal of Food Science*, 18 (2),52-54.
- Hoffmann, A. and Heiden, A., 2000. Determination of flavor and off flavor compounds in dairy products using stir bar sorptive extraction (SBSE) and thermal desorption GC/MSD/PFPD. *Global Analytical Solutions AppNote 5/2000 Gerstel GmbH & Co.KG, Aktienstrasse*, 232-234.
- IDF (International Dairy Federation), 1993. Standard Method 20B: Milk. Determination of Nitrogen content. IDF, Brussels, Belgium.
- İşgüder, N., 1986. Yoğurt Yapımında Süttozundan Yararlanma Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- İşleten, M. and Karagül-Yüceer, Y., 2006. Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt, *J. Dairy Sci.*, 89, 2865–2872.
- İşleten, M. and Karagül-Yüceer, Y., 2008. Effects of functional dairy based proteins on nonfat yogurt quality. *Journal of Food Quality*, 31, 265–280.
- Jimenez-Martinez, C., Hernandez-Sanchez, H. and Davila-Ortiz, G., 2003. Production of a yogurt-like product from *Lupinus campestris* seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 83, 515–522.
- Jumah, R.Y., Shaker, R.R. and Abu-Jdayil, B., 2001. Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. *Society of Dairy Technology*, 54 (3), 89-93.

- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massouras, T., 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01320.x
- Kaypak, D., 2007. Hatay İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Tuzlu Yoğurtların Aroma Profillerinin Tentatif Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Antakya.
- Kaytanlı, M., 1989. Farklı Isıl İşlem Uygulanmış Sütlerden Elde Edilen Yoğurtların Duyusal ve Reolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Ankara.
- Kılıç, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 542 451 s, Bornova-İzmir.
- Kırmacı, H.A., 2005. Yağsız Yoğurtlarda Transglutaminaz Enzimi Kullanımının Yoğurdun Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Konar, A., 1980. İnek, Keçi, Koyun Ve Manda Sütlerinin Çeşitli Sıcaklık Derecelerinde ve Değişik Sürelerde İşlenmelerinin Yoğurt Kalitesine Etkileri Üzerine Araştırmalar. Doçentlik Tezi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Adana.
- Korkmaz, A., 2005. Yağ İçeriği Ayarlanmış Sütlerden Ekzopolisakkarit Üreten Kültürlerle Üretilen Stirred Yoğurtların Bazı Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Kourkoutas, Y., Bosnea, L., Taboukos, S., Baras, C., Lambrou, D. and Kanellaki, M., 2006. Probiotic cheese production using *Lactobacillus casei* cell immobilized on fruit pieces. *J. Dairy Sci.*, 89,1439-1451.
- Kömlü, O., 2005. Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Kurt, A., 1994. Yoğurdun Tarihçesi ve Yeryüzüne Yayılışı. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, MPM Yay. No: 548, 23 s, İstanbul.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2007. Süt ve Mamülleri muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252/D, 254 s, Erzurum.
- Labropoulos, A.E., Palmer, J.K. and Tao P., 1982. Flavor evaluation and characterization of yogurt as affected by ultra-high temperature and vat processes. *J Dairy Sci.*, 65,191-196.
- Law, A.J.R., 1995. Heat denaturation of bovine, caprine and ovine whey proteins. *Milchwissenschaft*, 50 (7), 384-388.
- Laye, I., Karleskind, D. And Morr, C.V., 1993. Chemical, microbiological and sensory properties of plain nonfat yoghurt. *Journal of Food Science*, 58 (5), 991-996.
- Lees, G.J. and Jago, G.R., 1978. Role of acetaldehyde in metabolism: a review 2. the metabolism of acetaldehyde in cultured dairy products. *J. Dairy Sci.*, 61, 1216-1224.
- Li, J. and Guo M., 2006. Effects of polymerized whey proteins on consistency and water-holding properties of goat's milk yogurt. *Food Chemistry and Toxicology*, 71 (1), 34-38.
- Lucey, J.A. and Singh, H., 1998. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International*, 30 (7), 529-542.

- Mahdian, F., 2007. Keten Tohumu Yağı ile Zenginleştirilmiş Sütten Yoğurt Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Marshall, V.M. and Tamime, A.Y., 1997. Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. *International Journal of Dairy Technology* 50, 35-41.
- Martin-Diana, A.B., Janer, C., Pelaez, C. and Requena, T., 2003. Devolepment of fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *Int. Dairy J.*, 13, 827-833.
- Mckinley, M.C., 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 1-12.
- McSweeney, P.L.H. and Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- Metin, M., 2001. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 33, 802 s, Bornova-İzmir.
- Metin, M., 2008. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Basımevi, No:24, 439 s, Bornova-İzmir.
- Mistry, V.V. and Hassan, H.N., 1992. Manufacture of nonfat yogurt from a high milk protein powder. *J. Dairy Sci.*, 75, 947-957.
- Mohameed, H.A., Abu-Jdayil, B., Al-Shawabkeh, A., 2003. Effect of solids concentration on the rheology of labneh (concentrated yogurt) produced from sheep milk. *Journal of Food Engineering*, 61, 347-352.
- Mumtaz, S., Ur-Rehman, S., Huma, N., Jamil A. and Nawaz H., 2008. Xylooligosaccharide enriched yoghurt: physicochemical and sensory evaluation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7 (4), 566-569.
- Nassib, T.A., El-Din, M.Z. and El-Sharoud, W.M., 2006. Effect of thermophilic lactic acid bacteria on the viability of *Salmonella* serovar Typhimurium PT8 during milk fermentation and preparation of buffalo's yogurt. *Society of Dairy Technology*, 59 (1), 29-34.
- Nerin, C., Rubio, C., Cacho, J. and Salafranca, J., 1998. Parts-per-trillion determination of styrene in yoghurt by purge-and-trap gas chromatography with mass spectrometry detection. *Food Additives and Contaminants*, 15, (3), 346-354.
- Ott, A., Fay, B.L. and Chaintreau, 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. and Chaintreau, A., 2000. Origin of acetaldehyde during milk fermentation using ¹³C-labeled precursors. *J.Agric. Food Chem.*, 48, 1512-1517.
- 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 α -diketones. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 2379-2385.
- Öner, Z., 2006. İnek ve keçi sütü kullanılarak üretilen yoğurtlarda transglutaminaz enziminin ve sodyum kazeinatın etkisi. *Akademik Gıda*, 4 (21), 6-9.
- Özer, B. and Atasoy, F., 2002. Effect of addition of amino acids, treatment with β -galactosidase and use of heat-shocked cultures on the acetaldehyde level in yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 55, 166-170.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya LTD. ŞTİ., 488 s, Şanlıurfa.
- Özer, B., Kırmacı, H.A., Öztekin, Ş., Hayaloğlu, A ve Atamer, M., 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. *International Dairy Journal*, 17, 199-207.

- Posecion, N.C., Crowe, N.L., Robinson, A.R., Asiedu, S.K. 2005. The development of a goat's milk yogurt. *Sci. Food Agric.*, 85, 1909-1913.
- Quach, M.L., Chen, X.D. and Stevenson, R.J., 1999. Headspace sampling of whey protein concentrate solutions using solid-phase microextraction. *Food Research International*, 31 (5), 371-379.
- Rasic, J.L. and Kurmann, J.A., 1978. *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House. 427 p, Copenhagen.
- Rosado, J.L., Solomons, N.W. and Allen, L.H. 1992. Lactose digestion from unmodified, low fat, and lactose hydrolyzed yogurt in adult lactose maldigesters. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 46, 61-67.
- Rychlik, M., Sax, M. and Schieberle, P., 2006. On the role of shortchain free fatty acids for the development of a cheese-like off-note in pasteurized yoghurt. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 39, 521-527.
- Saint-Eve, A., Juteau, A., Atlan, S., Martin, N. and Souchon, I., 2006. Complex viscosity induced by protein composition variation influences the aroma release of flavored stirred yogurt. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 3997-4004.
- Saint-Eve, A., Kora, E.P. and Martin, N., 2003. Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. *Food Quality and Preference*, doi:10.1016/j.foodqual.2003.09.002
- Saint-Eve, A., Levy, C., Le Moigne, M., Ducruet, V., Souchon, I., 2008. Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials. *Food Chemistry*, 110, 285-293.
- Schlichtherle-Cerny, H. and Oberholzer, D., 2007. Comparison of aroma compounds of mild and traditional acidic yogurts using SPME-GC-O-MS. 5th NIZO Dairy Conference – Prospects for Flavour Formation and Perception Papendal (NL), June 13-15.
- Sezgin, E., 1979. Ankara'da Tüketilen Yoğurtların Yapımında Kullanılan Mayaların Bazı Teknik ve Biyolojik Nitelikleri Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 722, 98 s, Ankara.
- Singh, G. and Muthukumarappan, K., 2007. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, doi:10.1016/j.lwt.2007.08.027.
- Smit, G., Smit, B.A. and Engels, W.J.M., 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*, 29, 591-610.
- Şahan, N., Yasar K. and Hayaloglu, A.A., 2007. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, doi:10.1016/j.foodhyd.2007.06.010.
- Şenel, E., 2006. Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H.C., 1980. *Yoghurt: Technology and Biochemistry*. Journal of Food Protection, 43:939-976.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 1999. *Yoghurt Science and Technology*. Second Edition Woodhead Publishing, 619 p, England.

- Tamuçay Özünlü, B., 2005. Ayrar Kalitesinde Etkili Bazı Parametreler Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Tan, G. and Korel, F., 2007. Quality of flavored yogurt containing added coffee and sugar. *Journal of Food Quality*, 30, 342–356.
- Torriani, S., Gadrini, F., Elisabetta-Guerzoni, M. and Dellaglio, F., 1996. Use of response surface methodology to evaluate some variables affecting the growth and acidification characteristics of yoghurt cultures. *Int. Dairy Journal*, 6, 625-636.
- Toso, B., Procida, G. and Stefanon, B., Determination of volatile compounds in cows' milk using headspace GC-MS. *Journal of Dairy Research*, 69, 569-577.
- Tunçtürk, Y., Zorba, Ö. ve Özrenk, E., 2000. Farklı homojenizasyon basıncı derecelerinin set yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J.Agric. Sci.), 10 (1), 45-52.
- Türkoğlu, 1995. Meyveli Yoğurtların Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Meyve Çeşidi Ve Muhafaza Süresinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Uysal, H., 1993. Vakum ve Ultrafiltrasyonla Koyulaştırılan Sütlerden Torba Yoğurdu Yapımı ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Uysal, H., Kılıç, S., Kavas, G., Akbulut, N. and Kesenkas, H., 2003. Some properties of set yoghurt made from caprine milk and bovine–caprine milk mixtures fortified by ultrafiltration or the addition of skim milk powder. *Society of Dairy Technology*, 56 (3), 177-181.
- Üçüncü, M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt 1). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 531 s, Bornova, İzmir.
- Vahcic N. and Hruskar M., 2000. Slovenian Fermented Milk with Probiotics. *Zb. Biotehniške fak. Univ. v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika*, <http://www.bfro.uni-lj.si/zoo/publikacije/zbornik/PDF/76-2000-2-41-46.pdf>
- Vargas, M., Chafer, M., Albors, A., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez C., 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 18, 1146–1152.
- Varghese, K.S. and Mishra, H.N., 2008. Modelling of acidification kinetics and textural properties in *dahi* (Indian yogurt) made from buffalo milk using response surface methodology. *Society of Dairy Technology*, 61 (3), 284-289.
- Wu, H., Hulbert, G.J. and Mount, J.R., 2001. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1, 211-218.
- Xanthopoulos, V., Petridis, D. and Tzanetakis, N., 2001. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* strains isolated from traditional greek yogurts. *Journal of Food Science*, 66, 747-752.
- Yalçın, S., 1985. Yoğurтта aroma ve lezzet bileşiklerinin oluşumu. A.Ü. Vet. Fak. Dergisi, 32 (2), 237-249.
- Yaygın, H., 1982. Studies of the content of scetaldehyde and other volatile aromatic compounds of yoghurt from cow, sheep, goat and buffalo milk. XXI. International Dairy Congress, Brief Communications. Volume I. p. 294. Moscow.

- Yazıcı, F. and Akgün, A., 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 62, 245–254.
- Yazıcı, F., 1991. Samsun İlinde Tüketime Sunulan Yoğurtların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Samsun.
- Yıldırım, Z., 1992. Kurumaddesi Artırılmış ve Artırılmamış Sütlerden Tam ve Kısmi Homojenizasyon İşlemi Uygulanarak Elde Edilen Yoğurtların Kalite Kriterleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Yıldırım, Z., Sezgin, E. ve Atamer, M. 1994. Kurumaddesi artırılmış ve artırılmamış sütlerden tam ve kısmi homojenizasyon işlemi uygulanarak elde edilen yoğurtların kalite kriterleri üzerine araştırmalar. *Tr. Journal of Agricultural and Forestry*, 18, 271-278.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991, Uygulamalı İstatistik (Genişletilmiş 2. Baskı). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay., No:35, Erzurum.
- Yılmaz, L., 2006. Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı, Bursa.
- Zicarelli, L., 2004. Buffalo milk: its properties, dairy yield and Mozzarella production. *Veterinary Research Communications*, 28, 127-135.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2001 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2005 yılında başarıyla mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2007 yılından beri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.