

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK GÜÇLÜ ULTRASES İŞLEMİNİN KISA VE UZUN ÖMÜRLÜ
AYRANIN MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuba Parlak UZUNOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

ARALIK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK GÜÇLÜ ULTRASES İŞLEMİNİN KISA VE UZUN ÖMÜRLÜ
AYRANIN MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tuba Parlak UZUNOĞLU
(506091545)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ

ARALIK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506091545 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi **Tuba Parlak UZUNOĞLU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**YÜKSEK GÜÇLÜ ULTRASES İŞLEMİNİN KISA VE UZUN ÖMÜRLÜ AYRANIN MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Meral KILIÇ-AKYILMAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. M. Zeki DURAK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 23 Ekim 2012
Savunma Tarihi : 5 Aralık 2012

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bana zaman ayırarak, yardım ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesini örnek aldığım değerli danışmanım Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ'e teşekkür ederim.

Bu çalışma TÜBİTAK'ın maddi desteği ile tamamlanmıştır. Projesinde bana yer veren, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen Prof. Dr. Meral KILIÇ-AKYILMAZ' a teşekkür ederim. Proje çalışma arkadaşım Çiğdem KURT'a teşekkür ederim. Eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Mikrobiyolojik çalışmalarım konusunda bana zaman ayırarak yardımlarını esirgemeyen Ar. Gör. Celale KIRKIN'a ve Ar. Gör. Esra DOĞU BAYKUT'a teşekkür ederim. Duyusal analiz panellerine zaman ayırarak katılım gösteren Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma görevlisi ve öğrencilerine teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında manevi destek ve yardımları için arkadaşlarım Fatma CEBECİ ve Fatma TÜRKMEN'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim ve tüm hayatım boyunca sonsuz desteklerini benden esirgemeyen, beni her konuda destekleyen anneme, babama ve kardeşime çok teşekkür ederim.

Aralık2012

Tuba Parlak UZUNOĞLU
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	3
2.1 Ayran	3
2.1.1 Tanımı ve özellikleri.....	3
2.1.1.1 Kısa ömürlü ayran.....	3
2.1.1.2 Uzun ömürlü (Dayanıklı ayran) ayran	4
2.1.1.3 Yayık ayranı	5
2.1.2 Üretim yöntemleri	5
2.1.2.1 Süte su katılması ile ayran üretimi.....	5
2.1.2.2 Yoğurda su katılması ile ayran üretimi	5
2.1.3 Kalite kriterleri	6
2.1.3.1 Viskozite	6
2.1.3.2 Serum ayrılması.....	6
2.1.4 Ayranın yapısal özellikleri ve etki eden faktörler	7
2.1.4.1 Sütün bileşimi	7
2.1.4.2 Homojenizasyon	7
2.1.4.3 Isıl işlem sıcaklığı	7
2.1.4.4 Starter kültür	8
2.1.4.5 pH	9
2.1.4.6 Stabilizör ilavesi	9
2.2 Ultrases	10
2.2.1 Tanımı ve sınıflandırılması	10
2.2.2 Ultrases sisteminin bileşenleri.....	11
2.2.3 Ultrases işleminin etki mekanizması	13
2.2.4 Ultrases işleminin kullanım alanları.....	15
2.2.4.1 Kristalizasyon/Dondurma	15
2.2.4.2 Filtrasyon.....	16
2.2.4.3 Kurutma	16
2.2.4.4 Ekstraksiyon	16
2.2.4.5 Emülsifikasyon/Homojenizasyon	16
2.2.4.6 Enzim inaktivasyonu.....	17
2.2.4.7 Sterilizasyon/Pastörizasyon.....	17
2.2.4.8 Mikrobiyal inaktivasyon	17
2.2.5 Ultrases işleminin süt ve süt ürünlerinde kullanımı	19
3. MALZEME VE YÖNTEM	23
3.1 Malzeme.....	23

3.2 Kuru Madde Analizi.....	23
3.3 Yağ Analizi.....	24
3.4 pH Ölçümü	24
3.5 Starter Kültürün Hazırlanması	24
3.6 Kısa Ömürlü Örneklerin Hazırlanması ve Depolanması.....	25
3.7 Uzun Ömürlü Örneklerin Hazırlanması ve Depolanması	27
3.8 Mikrobiyolojik Analizler.....	30
3.9 Duyusal Analizler	30
3.10 İstatistiksel Analiz.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1 Sütün Bileşimi	33
4.2 Kısa Ömürlü Ayran.....	33
4.2.1 Yağlı sütün üretilen tuzlu ayran örnekleri	33
4.2.1.1 pH.....	33
4.2.1.2 Mikrobiyolojik bulgular	34
4.2.1.3 Duyusal analiz sonuçları.....	36
4.2.2 Yağlı sütün üretilen tuzsuz ayran örnekleri	39
4.2.2.1 pH.....	39
4.2.2.2 Mikrobiyolojik bulgular	40
4.2.2.3 Duyusal analiz sonuçları.....	42
4.2.3 Yağsız sütün üretilen tuzlu ayran örnekleri	45
4.2.3.1 pH.....	45
4.2.3.2 Mikrobiyolojik bulgular	46
4.2.4 Yağsız sütün üretilen tuzsuz ayran örnekleri.....	48
4.2.4.1 pH.....	48
4.2.4.2 Mikrobiyolojik bulgular	49
4.2.5 Tartışma	50
4.3 Uzun Ömürlü Ayran.....	55
4.3.1 Tuzlu örnekler.....	55
4.3.1.1 pH.....	55
4.3.1.2 Mikrobiyolojik bulgular	57
4.3.1.3 Duyusal analiz sonuçları.....	65
4.3.2 Tuzsuz örnekler.....	68
4.3.2.1 pH.....	68
4.3.2.2 Mikrobiyolojik bulgular	69
4.3.2.3 Duyusal analiz sonuçları.....	72
4.3.3 Tartışma	75
5. SONUÇLAR	83
6. KAYNAKLAR	85
EKLER	89
ÖZGEÇMİŞ	95

KISALTMALAR

ANOVA	: Varyans analizi
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenical
KOB	: Koloni oluşturan birim
AL/PE	: Alüminyum laminasyonlu polietilen film
M17	: Medium 17
MRS	: Man Rogosa Sharp
PCA	: Plate Count Agar
TMAB	: Toplam mezofilik aerobik bakteri
TS	: Türk Standardı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Ayranın özellikleri.	3
Çizelge 2.2 : Fermente süt ürünlerine ait mikrobiyolojik değerler.	4
Çizelge 2.3 : Uzun ömürlü ayranın mikrobiyolojik özellikleri.	4
Çizelge 3.1 : Yağlı tuzlu ile yağsız tuzlu ve tuzsuz ayran üretiminde süte uygulanan işlem kombinasyonları.	25
Çizelge 3.2 : Yağlı tuzsuz ayran üretiminde süte uygulanan işlem kombinasyonları.	26
Çizelge 3.3 : Tuzlu ayrana uygulanan işlem kombinasyonları.	28
Çizelge 3.4 : Tuzsuz ayrana uygulanan işlem kombinasyonları.	29
Çizelge 4.1 : Pastörize homojenize yağlı ve yağsız sütlerin bileşimi.	33
Çizelge A.1 : Kısa ömürlü tuzlu ayranların duyu analizi tablosu.	90
Çizelge A.2 : Kısa ömürlü tuzsuz ayranların duyu analizi tablosu.	91
Çizelge A.3 : Uzun ömürlü tuzlu ayranların duyu analizi tablosu.	92
Çizelge A.4 : Uzun ömürlü tuzsuz ayranların duyu analizi tablosu.	93

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Ultrases işleminde kullanılan cihaz ve düzenek.	26
Şekil 3.2 : Kısa ömürlü örneklerin hazırlanması.	27
Şekil 3.3 : Uzun ömürlü örneklerin hazırlanması.	29
Şekil 3.4 : Duyusal analizde kullanılan form.	31
Şekil 4.1 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	34
Şekil 4.2 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	35
Şekil 4.3 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	35
Şekil 4.4 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	38
Şekil 4.5 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 10. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	38
Şekil 4.6 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 20. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlem.	39

- Şekil 4.7 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem, T2: 60°C'de 10 dakika ısıtım işlem, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).40
- Şekil 4.8 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C'de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).41
- Şekil 4.9 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C'de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem, T2: 60°C'de 10 dakika ısıtım işlem, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).42
- Şekil 4.10 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem.44
- Şekil 4.11 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 10. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtım işlem.44
- Şekil 4.12 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 20. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtım işlem.45
- Şekil 4.13 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağsız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem.46
- Şekil 4.14 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağsız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem.47

- Şekil 4.15 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.47
- Şekil 4.16 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.48
- Şekil 4.17 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.49
- Şekil 4.18 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.50
- Şekil 4.19 :**%25 güçte ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultras es işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem.56
- Şekil 4.20 :**%100 güçte ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem.57
- Şekil 4.21 :**%25 güçte ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultras es işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultras es işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem.58

- Şekil 4.22 :**%100 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.59
- Şekil 4.23 :**%25 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.60
- Şekil 4.24 :**%100 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.61
- Şekil 4.25 :**%25 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.62
- Şekil 4.26 :**%100 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.63
- Şekil 4.27 :**%25 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlem.64

- Şekil 4.28 :** %100 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.65
- Şekil 4.29 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.67
- Şekil 4.30 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 30. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.67
- Şekil 4.31 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 60. günündeki yapı özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.68
- Şekil 4.32 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.69
- Şekil 4.33 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.70
- Şekil 4.34 :** Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.70

- Şekil 4.35 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°Cde 10 dakika ısı l işlem.71
- Şekil 4.36 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°Cde 10 dakika ısı l işlem.72
- Şekil 4.37 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi.74
- Şekil 4.38 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 30. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi.74
- Şekil 4.39 :**Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 60. günündeki yapı özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras es işlemi.75

YÜKSEK GÜÇLÜ ULTRASES İŞLEMİNİN KISA VE UZUN ÖMÜRLÜ AYRANIN MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Ayran ve diğer tuzlu veya tuzsuz olarak üretilen fermente süt içecekleri içerdikleri starter ve probiyotik bakteriler ile fonksiyonel özelliklere sahiptir. Özellikle yaz aylarında ferahlatıcı etkisinden dolayı tüketimi artmaktadır. Geleneksel olarak ayran, yoğurt pıhtısına tuzlu su eklenmesi ile üretilir. Endüstriyel ayran ise kurumaddesi ayarlanan ve yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlemi (90-95°C/ 5-10 dk.) uygulamasıyla pastörize edilen sütün laktik kültür ilave edilerek 43-45°C sıcaklıkta pH 4,4-4,6 olana kadar fermente edilmesi ve ardından oluşan pıhtının tuzlu su ile karıştırılmasıyla elde edilir. Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre ayranın protein oranı en az %2, eklenecek tuz oranı ise %0,5-1 aralığında olmalıdır.

Kısa ömürlü ayranın raf ömrü 15-20 gündür. Bunun nedeni ise depolama sırasında üründe meydana gelen yapısal kalite problemleridir. Ayrıca depolama boyunca meydana gelen asitlik artışı da tüketici beğenisini etkilemektedir. Özellikle yağsız ve tuzlu ürünlerde bu yapısal problemler daha fazla olmaktadır. Meydana gelen serum ayrılmasını azaltıp, ürünün kıvamını artırmak amacıyla ürüne pastörizasyondan daha yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlemi uygulaması yapılabilmekte, ürünün protein içeriği artırılabilen veya stabilizör ilavesi yapılabilmekte ve ürünün raf ömrü artırılabilir. Özellikle uzun ömürlü ayran üretiminde 60 günlük depolama boyunca yapının stabilitesini koruyabilmek için stabilizör kullanımı gerekmektedir. Uygulanan tüm bu işlemler ürünün maliyetini artırmakta, katkı maddesi kullanılan ürünler tüketici tarafından tercih edilmemekte ve uygulanan yüksek sıcaklıktaki ısıtılma işlemi sonucu ürünün besin değeri azalmaktadır. Bu nedenlerle günümüzde ısıtılma işlemi alternatif olabilecek yöntem ve teknolojiler üzerine araştırmalar yapılmaktadır.

Alternatif bu yöntemlerle ürünün yapısal özellikleri daha kısa sürede daha düşük işlem sıcaklığında iyileştirilebilmekte, geleneksel ısıtılma işlemi eşdeğer mikrobiyal inaktivasyon sağlanabilmekte ve katkı maddesi kullanımı azaltılabilmektedir.

Yüksek güçlü ultrases işlemi de bu yöntemlerden birisidir. Literatürde yüksek güçlü ultrases işleminin süt ve süt ürünlerinde kullanımıyla ilgili çalışmalar bulunmasına rağmen kısa ve uzun ömürlü fermente süt içecekleri üretiminde kullanımına ilişkin çalışma bulunmamaktadır. Yüksek güçlü ultrases işleminin sütte mikrobiyal inaktivasyon sağlama, homojenizasyon etki göstermesi ve yapıyı iyileştirmesi gibi sebeplerle bu yöntemin ayran gibi fermente süt içecekleri üretiminde de fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yüksek güçlü ultrases işleminin kısa ömürlü ayran üretiminde ultrases işleminin yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlemi ve uzun ömürlü ayran üretiminde pastörizasyon işlemine alternatif olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesidir. Çalışmada 24 kHz sabit frekans, 400 W maksimum çıkış gücü ve 85 W/cm² maksimum akustik güç yoğunluğu sağlayan ultrases cihazı ve 22 mm çapında prob kullanılmıştır.

Kısa ömürlü ayran üretiminde, yağlı ve yağsız süte farklı güç, sıcaklık ve sürelerde ultrases işlemi uygulanmış, tuzlu ve tuzsuz ayran örnekleri hazırlanmış ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), laktik asit bakterileri ve küf-maya sayısı açısından yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan örneklerle karşılaştırılmıştır. Uzun ömürlü ayran üretiminde ise yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanarak üretilen yoğurtlardan tuzlu ve tuzsuz olarak ayran örnekleri hazırlanmış ve depolama öncesi farklı güç, sıcaklık ve sürelerde ultrases işlemi uygulanarak toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), laktik asit bakterileri ve küf-maya sayısı açısından yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan örneklerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca yağlı süttten tuzlu ve tuzsuz olarak yüksek güçlü ultrases işlemi ile üretilen kısa ve uzun ömürlü ayran örneklerinin duysal değerdendirmeleri de yapılp yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan örnek ile karşılaştırılmıştır. Tuzlu olarak üretilen ayanlar ölkemizde üretilen ürünü temsil etmesi açısından üretilmiştir. Tuzsuz olarak üretilen ayanlar ise yurtdışında üretilen fermente süt içeceklerini temsil etmesi açısından üretilmiş ve tuzun örneklerin mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca yağlı ve yağsız sütler kullanılarak örneklerin mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine yağın etkisi belirlenmiştir.

Süte uygulanan işlemlerden 60°C’de uygulanan ultrases işlemleri depolama sonunda laktobasil sayısında ısıl işlem uygulamasına kıyasla daha fazla azalmaya neden olmuştur. Depolama boyunca ultrases işlemi uygulanan örnekler ile ısıl işlem uygulanan örneklerin streptokok sayısı benzer bulunmuştur. Uygulanan ultrases işlemleri depolama boyunca TMAB ve küf-maya sayısında ısıl işlem uygulamasına kıyasla daha fazla azalma sağlamadığından önemli bir avantaj sağlamamıştır. 20°C’de ultrases işlemi uygulanan örneğin kıvamı, 60°C’de ultrases işlemi uygulanan örneklerden ve ısıl işlem uygulanan örnekten daha düşük bulunmuştur. Ultrases işlemi uygulanan ayran örneklerinde ayran tadı daha az olup, ayanra yabancı metalik, yanık tat ve koku bulunmaktadır. Uygulanan ultrases işlem gücü ve örnek sıcaklığı arttıkça örneklerde algılanan yabancı tat ve koku da artmış, örneklerin genel beğenilirliği azalmıştır. Bundan dolayı ultrases işlemlerinin ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Ancak gerek istenilen mikrobiyolojik değerdleri sağlaması gerekse yabancı tat ve kokunun diğerlerine göre daha az algılanmasından dolayı %25 güçte 20°C de süte uygulanan ultrases işlemi 85°C de 30 dakika ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılabilir.

Ayanra ultrases uygulamasında, 20 ve 60°C de uygulanan ultrases işlemleri yoğurt bakterileri ve küf-maya inaktivasyonunda 70°C 10 dakika ısıl işlem uygulamasına kıyasla yetersiz kalmış, TMAB sayısı açısından ise daha fazla inaktivasyon sağlamadığından dolayı önemli bir avantaj sağlamamıştır. Isıl işlem uygulanan örnekte işlemden kaynaklanan parçacıklı/pihtılı yapı bulunurken, ultrases işlemi uygulanan örnekte ultrasesin etkisiyle bulunan parçacıklı/pihtılı yapı dağılmış, parçacık büyüklüğü azalmıştır. Ultrases işlemi uygulanan ayran örneklerinde ayran tadı daha az olup, belirgin yabancı metalik, yanık/plastik tat ve koku bulunmuştur. Uygulanan ultrases gücü arttıkça özellikle örneklerde algılanan yabancı tat da artmış ve örneklerin genel beğenilirliği azalmıştır. Bundan dolayı ultrases işlemlerinin ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Ultrases işlemi uygulamalarının duysal açıdan tek olumlu yanı örneklerin parçacıklı/pihtılı yapısında azalmaya sebep olmasıdır.

THE EFFECT OF HIGH POWER ULTRASOUND TREATMENT ON MICROBIOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF AYRAN WITH SHORT AND LONG SHELF LIVES

SUMMARY

Ayran and other salted or unsalted fermented milk beverages have functional properties due to their starter or probiotic bacteria content. Especially, in summer consumption of ayran increases. Conventionally, ayran is produced by addition of salt and water to yoghurt. At the industrial scale, ayran production is based on two methods. First method is adding water to yoghurt and the second is dilution of milk. In industrial manufacture of ayran, milk having an adjusted dry matter content is pasteurised at high temperature heat treatment (90-95°C/ 5-10 min.) and then starter culture is inoculated to milk and milk is incubated at 43-45°C until the pH is reached to 4,4-4,6. Finally, it is mixed with salt and water. According to Fermented Milk Products Communique, protein content of ayran must be minimum 2% and salt added to yoghurt must be at the range of 0,5-1,0%. Yoghurt bacteria (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) are used in the fermentation of milk. These bacteria effect the flavor and textural properties of ayran.

Short shelf life ayran has only 15-20 days shelf life because of its structural quality problems occurring during storage period. The major quality problems are serum separation and unacceptable consistency. The increase of acidity during storage also effects consumer acceptance. Especially, in non fat and salted products these problems are observed excessively. To decrease serum separation and to increase consistency of product, high temperature heat treatment can be applied to product or solid content of product can be increased or stabilizer can be added to product. These applications extend the shelf life of product. Long shelf life ayran has 30 and 60 days shelf life at room temperature (20°C) and 4°C. Because of its long shelf life, to prevent the sample from microbiological deterioration, samples must contain zero yeast-mould load. Also in production of long shelf life ayran, addition of stabilizer is required to protect stability of structure especially. These application increases the cost of product, decrease the consumer acceptance and nutritional value of product due to high temperature heat treatment. Thus, novel methods and technologies which can be alternative to high temperature heat treatment, are being investigated in recent years.

These alternative methods are designed to improve structural properties of product by reducing process temperatures and periods. Moreover, it is possible to obtain microbial inactivation as in the conventional heat treatment so usage of stabilizers can be reduced. One of these methods is high intensity ultrasound.

Ultrasound is defined as sound waves with frequencies over the threshold of human hearing (16-20 kHz). Ultrasound treatment divided into two groups based on frequency. These are high frequency (100 kHz-1MHz)- low power ultrasound and

low frequency (16-100 kHz)- high power ultrasound. Low frequency-high power ultrasounds are used to obtain changes in physical and chemical properties of foods.

Although there are many studies carried out about the usage of high intensity ultrasound in milk and milk products, there is no study encountered about the use of high intensity ultrasound in short and long shelf life fermented milk products. High intensity ultrasound can be useful in fermented milk products (like ayran) production as it provides microbial inactivation and homogenization effect and also improves the structure of the product.

The aim of this study was to investigate the potential use of high intensity ultrasound treatment as an alternative way to high temperature heat treatment in the production of short shelf life ayran and to pasteurization in the production of long shelf life ayran.

Treatment was carried out with an ultrasonic processor having a constant frequency at 24 kHz and maximum 400W output power. The processor was fitted with an ultrasonic probe which had a 22 mm diameter tip. Samples were transferred to a 1,5 litre beaker and probe was positioned at a depth of a 3 cm in the beaker. During treatment beakers containing the samples were placed in an water-ice bath to avoid over-heating of the samples.

In the production of short shelf life ayran, different power (25% and 100%), temperature (20 and 60°C) and time (10 and 30 minute) combinations were applied to full fat and nonfat milk samples to determine the effect of ultrasound application. Samples prepared with and without salt. Then, the changes in total mesophilic aerobic bacteria, lactic acid bacteria (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) and yeast-mould counts compared with the samples treated with high temperature heat treatment.

For long shelf life ayran, salted and unsalted ayran samples prepared from yoghurts treated with high temperature heat treatment and before storage treated with ultrasound as pasteurisation in different power, temperature and time combinations. Then changes in total mesophilic aerobic bacteria, lactic acid bacteria (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) and yeast-mould counts compared with samples treated with high temperature heat treatment. In the production of long shelf life ayran, stabilizer was not used to see the effect of ultrasound.

Sensory evaluation of short shelf life ayran samples which are treated with high intensity ultrasound at different power (25% and 100%), temperature (20 and 60°C) and time (10 minute) combinations, produced from full fat milk with salted and unsalted. These samples were compared with the ayran samples which are treated with heat treatment at 85°C during 30 minute.

Sensory evaluation of long shelf life ayran samples which are treated with high intensity ultrasound at different power (25% and 100%), temperature (60°C) and time (10 minute) combinations produced from full fat milk with salted and unsalted. These samples were compared with the ayran samples which are treated with heat treatment at 70°C during 10 minute.

Salted samples were produced to represent the traditional ayran product in Turkey. Unsalted samples were produced to represent the fermented milk beverages in abroad. By this way the effect of salt on microbiological and sensory properties of

samples could be determined. Also full fat and non fat milk were used to determine the effect of fat on microbiological and sensory properties of samples.

Ultrasound treated milk at 60°C had lower lactobacilli count during storage than high temperature heat treatment especially in full fat samples. Salted samples had more lactobacilli count than unsalted samples. Samples treated with ultrasound had similar streptococci counts in salted and unsalted samples. However, samples treated by high temperature heat treatment showed difference during storage. Samples treated by ultrasound could not provide extra reducing in total mesophilic aerobic bacteria and yeast-moulds than high temperature heat treatment so ultrasound did not have an important advantage.

Samples treated by ultrasound at 25% power and at 20°C had lower viscosity than other samples treated by ultrasound at 60°C and high temperature heat treatment. Samples treated by ultrasound had less ayran taste and had foreign metallic, burnt taste and odour than high temperature heat treatment. When power of ultrasound and sample temperature increased, foreign taste and odour of samples increased and so general liking of samples treated by ultrasound decreased. Therefore, it is considered that ultrasound treatment could not use as an alternative to high temperature heat treatment. However, ultrasound treatment at 25% power and at 20°C could be used as an alternative to high temperature heat treatment because it could provide required microbiological values and had less foreign taste and odour than other samples treated by ultrasound. Other sensory properties were not different between ultrasound and heat treated samples.

Ayran samples which were treated by ultrasound at 60°C provided more inactivation than 20°C but both of them were found to be inadequate to inactivate lactic acid bacteria (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*), yeast and mould than heat treatment at 70°C 10 minute. With increasing of ultrasound power and sample temperature inactivation of yoghurt bacteria increased. Ayran samples which were treated by ultrasound could not provide more inactivation in total mesophilic aerobic bacteria than heat treatment so ultrasound had not an extra advantage. Statistically, there is no difference between salted and unsalted samples in lactic acid bacteria, yeast-mould and total mesophilic aerobic bacteria count.

Samples treated by heat had more particulate structure because of treatment, but samples treated by ultrasound had less particulate structure than heat treatment at 70°C 10 minute. Samples which were treated with ultrasound had less ayran taste and had foreign metallic, burnt/plastic taste and odour than heat treatment at 70°C 10 minute. When the power of ultrasound increased, foreign taste and odour of samples showed increase and so general liking of samples treated by ultrasound decreased. Unsalted samples had more foreign taste than salted samples. Salt repress the foreign taste. Ultrasound treatment provided reducing in particulate structure of sample, it was the only positive effect of ultrasound on sensory properties. Other sensory properties were not different between ultrasound and heat treated samples. In milks treated with ultrasound had volatiles like benzene, toluene, hexanal could be produced from the breakdown hydroperoxides. Burnt/plastic odour and taste could be less with reducing the ultrasound power from 400 W to 100 W but it could not be totally eliminated. As a result, these findings showed that ultrasound treatment could not be used as an alternative to high temperature heat treatment.

1. GİRİŞ

Ülkemizde özellikle yaz aylarında sevilerek tüketilen ve geleneksel bir içeceğimiz olan ayran, yoğurda su katılarak veya kuru maddesi ayarlanan süte yoğurt kültürü ilave edilerek içilebilir kıvamda hazırlanan fermente bir süt ürünüdür. Ayrana benzer ürünler dünyada çeşitli ülkelerde şeker veya meyve aromaları ilave edilerek üretilmekte ve içilebilir yoğurt (drinkable yoghurt), laktik içecekler (lactic beverages) veya fermente süt içeceği (fermented milk beverage) gibi isimlerle adlandırılmaktadır (Tamime ve diğ, 2007).

Yüksek sıcaklıkta 90-95°C sıcaklıkta 5-10 dakika ısıtıl işlem uygulanması ile sütte bulunan serum proteinleri denatüre edilmekte ve kazein miselleriyle birleşmeleri sağlanmaktadır. Bu yolla ağ yapısı güçlenmekte ve serum ayrılması azalmaktadır (Dalglish ve diğ, 1997). Ayranın depolanması boyunca serum ayrılması, ekşilik gibi problemler ortaya çıkmakta, ürünün raf ömrünü (15-20 gün) kısaltmakta ve tüketicide ürünün bozulmuş olduğu izlenimi oluşturmaktadır (Atamer ve diğ, 1999; Köksoy ve Kılıç, 2004). Ayranın yapısal olarak görülen başlıca problemler serum ayrılması ve viskozitedeki değişimlerdir. Ayranın görülen bu problemlerin stabilizör ilavesi ve aseptik paketlenme öncesi pastörizasyon işlemi uygulamasıyla önlenmekte, ayranın raf ömrü uzatılarak uzun ömürlü ayran üretimi gerçekleştirilmektedir (Atamer ve diğ, 1999; Foley ve Mulcahy, 1989; Köksoy ve Kılıç, 2004). Uzun ömürlü ayran üretiminde genellikle pektin, jelatin, keçiyoynuzu gamı, guar gamı kullanılmakta, kullanılan bu stabilizörler ve uygulanan ısıtıl işlem nedeniyle maliyet artmakta ve ürünler tüketici tarafından beğenilmeyebilmektedir (Atamer ve diğ, 1999; Foley ve Mulcahy, 1989; Köksoy ve Kılıç, 2004; Özönlü ve diğ, 2007). Son yıllarda ısıtıl işlem uygulanması sonucu üründe meydana gelen besin kayıplarını azaltmak, istenmeyen tat oluşumunu engellemek ve yüksek kalitede ürün elde etmek amacıyla ısıtıl olmayan işlem teknolojileri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yüksek enerjili ultrases işlemi de bu teknolojilerden biridir. Yüksek enerjili ultrases işleminin mikrobiyal ve enzimatik inaktivasyon (Bermudez-Aguirre ve diğ, 2009; Cameron ve diğ, 2008; Chouliara ve diğ, 2010; Ewe ve diğ, 2012; Şengül ve diğ, 2011; Villamiel

ve De-Jong, 2000), süt yağlarının homojenizasyonu (Bermudez-Aguirre ve diğ, 2008; Cameron ve diğ, 2008), proteinlerin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerine etkileri (Jambrak ve diğ, 2010; Riener ve diğ, 2009) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda genellikle ultrases işleminin sütteki etkisi üzerine araştırmalar yapılmış, ayran gibi fermente süt ürünlerinde yüksek sıcaklıkta ısıt işleme alternatif olarak kullanılmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada amaç, yüksek güçlü ultrases işleminin kısa ömürlü ayran üretiminde ultrases işleminin yüksek sıcaklıkta ısıt işlem ve uzun ömürlü ayran üretiminde pastörizasyon işlemine alternatif kullanım potansiyelinin belirlenmesidir. Depolama boyunca örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), laktik asit bakterileri ve küf-maya sayısındaki değişimler ile duyuşal özelliklerdeki değişimler yüksek sıcaklıkta ısıt işlem uygulanan örneklerle karşılaştırılmıştır.

2. LİTERATÜR

2.1 Ayran

2.1.1 Tanımı ve özellikleri

Türk Gıda Kodeksi'ne göre ayran; “Yoğurda su katılarak veya kuru maddesi ayarlanan süte yoğurt kültürü ilave edilerek içilebilir kıvamda hazırlanan fermente üründür” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim,2009).

Ayran ülkemize özgü geleneksel bir süt ürünüdür. Dünyada çeşitli ülkelerde ayran benzeri ürünler mevcut olup,içilebilir yoğurt (drinkable yoghurt), laktik içecekler (lactic beverages) veya fermente süt içeceği (fermented milk beverage) olarak adlandırılmaktadır (Tamime ve diğ, 2007).

Üretim tekniklerine göre kısa ömürlü ayran, uzun ömürlü (dayanıklı ayran) ve yayık ayranı olarak adlandırılmaktadır.

2.1.1.1 Kısa ömürlü ayran

Geleneksel olarak evlerde ve endüstriyel boyutlarda üretilen ayranlardır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği' nde ayran ‘ yoğurda su katılarak veya kuru maddesi ayarlanan süte *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’ un kültürleri katılarak hazırlanan fermente süt ürünü’ şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2009).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği' ne göre ayranın özellikleri ve fermente süt ürünlerine ait mikrobiyolojik değerler Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 : Ayranın özellikleri (Anonim, 2009).

Özellik	Ayran
Süt proteini	En az 2,0
Titrasyon asitliği	En az 0,5
(Laktik asit olarak)	En fazla 1,0
Toplam spesifik mikroorganizma (kob/g)	En az 10 ⁶
Mayalar (kob/g)	-

Çizelge 2.2 : Fermentesütürünlerine ait mikrobiyolojikdeğerler (Anonim, 2009).

Ürün	Mikroorganizmalar	Numune alma planı		Limitler	
		n*	c	m	M
Yoğurt, meyveli vb. yoğurtlar, ayran ve diğer fermente süt ürünleri	Maya (probiyotik kullanılanlar hariç)	5	2	10 ²	10 ³
	Küf	5	2	10 ²	10 ³

*n: Partiden, bağımsız ve rasgele seçilen numune sayısı

c: M değerini taşıyabilecek en fazla numune sayısı

m: (n-c) sayıdaki numunede bulunabilecek en fazla mikrobiyolojik değer

M: c sayıdaki numunenin bu değeri aşması halinde uygunsuz olup kabul edilemez olduğunu gösteren mikroorganizma sayısı

2.1.1.2 Uzun ömürlü (Dayanıklı ayran) ayran

Geleneksel olarak üretilen ayanlarda ortaya çıkan birtakım olumsuzlukları engellemek amacıyla geliştirilmiş bir üründür. TS 6800 Ayran-Uzun Ömürlü Standardı'na göre; 'TS 3810'a uygun olarak üretilen ayrana, katkı maddesi ilave edildikten sonra homojen hâle getirilen ve fermentasyon işlemi ısı ile durdurularak tekniğine uygun olarak üretilen, oda sıcaklığında (20°C±2°C) en az 30 gün veya soğukta (4°C±1°C) en az 60 gün kendine özgü renk, tat, koku, kıvam ve görünümünü koruyabilen fermente bir süt ürünüdür' şeklinde tanımlanmaktadır (TSE, 2003). Uzun ömürlü ayran üretiminde hammadde olarak kullanılan yoğurda su, tuz ve stabilizatör madde ilave edilmekte ve ısı ile işlem uygulanmaktadır. Stabilizatör ilavesiyle protein stabilizasyonu, pastörizasyon ya da çok yüksek sıcaklıkta (ultra high temperature) ısı ile işlem uygulamasıyla ise bakteri redüksiyonunu sağlanmaktadır. Böylece depolama boyunca asitlik gelişimi ve serum ayrılması önlenmiş olmaktadır (Koçak ve diğ., 2010). Uzun ömürlü ayanın mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 2.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 : Uzun ömürlü ayanın mikrobiyolojik özellikleri (Anonim, 2003).

Özellik	Numune alma planı		Limitler	
	n*	c	m	M
Maya	5	2	0	0
Küf	5	2	0	0

2.1.1.3 Yayık ayranı

Bazı bölgelerde tereyağı üretimi yoğurttan yapılmaktadır. Üretilen yoğurtlar %50 oranında su ile karıştırıldıktan sonra yayıklanmaktadır. Yayıklandıktan sonra yayığın yüzeyinde oluşan yağ alınmakta ve geriye kalan kısım yayık ayranı olarak isimlendirilmektedir (Koçak ve diğ, 2010). Tereyağı üretimi için yoğurdun üretimi ekstra asit gelişiminin sağlanması için normal süreden daha uzun sürmektedir. Bundan dolayı yayık ayranının tadı daha ekşi olmaktadır. Ayrıca eklenen su miktarındaki değişimler de yayık ayranının farklı viskozitelere sahip olmasına neden olmaktadır (Koçak ve diğ, 2010).

2.1.2 Üretim yöntemleri

Endüstriyel boyutta ayran üretiminde iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlar;

1. Süte su katılmasıyla
2. Yoğurda su katılmasıyla ayran üretimi şeklindedir.

2001 yılında yayınlanan eski Fermente Sütler Tebliği'nde ayran üretiminde yağsız kuru madde oranı (en az %6) baz alınırken; 2009 yılında yayınlanan tebliğde yağsız kuru madde ifadesine yer verilmemiştir. Su ilavesinde en az %2 oranında süt proteini baz alınmaktadır (Anonim, 2001; Anonim, 2009).

2.1.2.1 Süte su katılması ile ayran üretimi

Çiğ sütler temizleme gibi ön işlemlerden geçtikten sonra son üründe istenilen yağ oranına göre (yağlı %1,5, yarım yağlı %0,8, yağsız %0,15) yağı standardize edilmektedir. Süte toplam kuru maddesi %8 olana kadar su ilavesi yapılmaktadır. 200-250 kg/cm² basınçta 55-60°C sıcaklıkta homojenize edilen sütlere 85-95°C'de 5-20 dakika ısıl işlem uygulanmaktadır. %1-4 oranında starter kültür ilavesi yapılmakta ve pH'sı 4,2-4,4 olana kadar inkübe edilmektedir. İnkübasyondan sonra 20°C'ye soğutulan yoğurtlara % 0,5-1 oranında tuz ilave edilmekte ve karıştırılmaktadır. Aseptik olarak doldurulan ayranlar 4°C'de depolanmaktadır (Koçak ve diğ, 2010).

2.1.2.2 Yoğurda su katılması ile ayran üretimi

Çiğ sütler diğer ayran üretim yönteminde olduğu gibi ön işlemlerden geçirilmektedir. Yağ standardizasyonu yapıldıktan sonra homojenize edilen (200-250 kg/cm² basınçta 55-60°C sıcaklıkta) sütlere ısıl işlem (85-95°C'de 5-20 dakika) uygulanmaktadır.

Kültür ilave edildikten sonra (%1-4 oranında) pH'sı 4,2-4,4 olana kadar inkübe edilmektedir. İnkübasyondan sonra 20°C'ye soğutulan yoğurtlara toplam kuru maddesi %8 olana kadar su, %0,5-1 tuz ilave edilmektedir. Aseptik olarak doldurulan ayranlar 4°C'de depolanmaktadır (Koçak ve Avşar, 2010).

Her iki yöntemle de üretilen ayranlarda son ürün açısından önemli farklılıklar bulunmamaktadır. 5°C'de depolanan ürünlerin depolama sonuna kadar laktik asit içeriği, pH değeri, viskozite değeri ve serum ayrılmasında her iki yöntemde de önemli değişiklikler gözlenmemiştir. Ayrıca duyu analizlerde panelistler bu iki farklı yöntemle üretilen ayranlarda farklılık algılayamamışlardır. Yine de yoğurda su katılmasıyla üretilen ayranların asetaldehit miktarı süte su katılmasıyla üretilen ayranlardan daha düşük olmaktadır (Koçak ve Avşar, 2010).

2.1.3 Kalite kriterleri

Ayran ve benzeri fermente süt ürünlerinde serum ayrılması ve viskozite ürün kalitesini etkileyen en önemli kalite özellikleridir.

2.1.3.1 Viskozite

Ayran newtonyen olmayan akış davranışı göstermektedir. Kuru madde miktarında artışla birlikte partiküller arasındaki etkileşim de artacağından ürünün viskozitesinde artış olacağı belirtilmiştir (Köksoy ve Kılıç, 2003; Özer, 2006). %30 oranında su ilave edilen ayranların viskozitesinin %50 oranında su ilave edilenlere kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir (Köksoy ve Kılıç, 2003). Ayrıca ürüne ilave edilen tuz miktarı da viskoziteyi etkilemektedir. Artan tuz oranıyla birlikte viskozitenin de azaldığı bunun da tuzun protein interaksiyonlarını zayıflatıcı etkisi ile açıklanabileceği bildirilmiştir (Köksoy ve Kılıç, 2003; Özer, 2006; Özünlü ve diğ., 2007).

2.1.3.2 Serum ayrılması

Ayranda meydana gelen fiziksel bir kusurdur. Asit jellerinde koloidal yapının yıkımı ile kendiliğinden meydana gelmektedir. Daha fazla özgül ağırlığa sahip olan süt proteinleri çökerken serum fazı ayrılıp üst kısımda toplanmaktadır (Koçak ve Avşar, 2010; Özünlü ve diğ., 2007). Ürün stabilitesinin bozulması olarak da bilinmektedir (Koçak ve Avşar, 2010). Serum ayrılmasında rol alan birçok faktör vardır. Bu faktörlere örnek olarak toplam kuru madde, protein ve yağ miktarı; homojenizasyon,

ısıtıl işlem sıcaklığı, asitlik, depolama sıcaklığı, starter kültür aktivitesi, tuz miktarı, stabilizör ilavesi verilmektedir (Koçak ve Avşar, 2010; Özünlü ve diğ., 2007). Süt proteinlerinin serum ayrılmasını önlemedeki önemli rolünden dolayı Türk Gıda Kodeksi'nde protein içeriğine de değinilmiş ve en az %2,0 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2009). Toplam kuru madde, protein miktarının artırılması; uygulanan ısıtıl işlem sıcaklık ve süresinin artırılması (90°C sıcaklıkta 30 dakika), inkübasyon sıcaklığının azaltılması (36°C) ile serum ayrılması azaltılabilmektedir (Lee ve Lucey, 2004).

2.1.4 Ayranın yapısal özellikleri ve etki eden faktörler

2.1.4.1 Sütün bileşimi

Ayran üretiminde oluşan yoğurt jelinin stabilitesinin sağlanmasında sütün kuru madde miktarı önem oluşturmaktadır. Kuru madde miktarının artması ile serum ayrılması azalmakta; viskozite artmaktadır (Köksoy ve Kılıç, 2003).

2.1.4.2 Homojenizasyon

Homojenizasyon ürün yüzeyinde krema oluşumunu engellemek için sütte bulunan yağ globüllerinin küçük boyutlara parçalanmasını sağlayan, sıcaklık ve basınç işlemlerinin bir arada kullanıldığı işlemdir (Sezgin, 2010). Homojenizasyon işlemi ile süt proteinlerinin su tutma kapasitesi ve pıhtı sıkılığı artmakta, serum ayrılması azalmakta, viskozite artmaktadır (Özünlü ve diğ., 2007; Sezgin, 2010). Homojenizasyon işleminin etkinliğinde seçilen homojenizasyon basınç ve sıcaklığı önemlidir. Artan homojenizasyon basıncı ile serum ayrılmasının azaldığı; viskozitenin arttığı belirtilmiştir (Koçak ve Avşar, 2010; Özünlü ve diğ., 2007).

2.1.4.3 Isıl işlem sıcaklığı

Son ürünün mikrobiyolojik yönden güvenilirliğinin sağlanması veyapısal özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Uygulanan ısıtıl işlem sonucu serum proteinlerinin sekonder ve tersiyer yapıları bozulmakta ve böylece serum proteinlerinin denatürasyonu gerçekleşmektedir. Sekonder ve tersiyer yapıların parçalanması sonucu özellikle sisteinlerin tiol (-SH) gruplarını aktivitesi artmakta, disülfidlerin oksidasyonu gerçekleşmekte ve disülfitlerde ara değişim reaksiyonları görülmektedir. Bu etkiler sonucu da disülfid bağlarının yeri değişmekte ve ısı sonucu

meydana gelen denatürasyon geri dönüşümsüz olmaktadır (Özünü ve diğ, 2007). Serum proteinlerinde 60-65°C'ye kadar olan sıcaklıklarda bu değişimler gerçekleşmediğinden meydana gelen denatürasyon geri dönüşümlü olmaktadır. 65°C'nin üstündeki sıcaklıklarda geri dönüşümsüz denatürasyonlar gerçekleşmektedir. Bu yüzden ayran gibi fermente ürün üretiminde daha yüksek sıcaklıklarda ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Denatürasyon sonucu serum proteinleri ile kazein miselleri etkileşime girmektedir. Etkileşim sonucunda kazein misellerinin hidrofilik özelliklerinin artması ile yapı daha stabil bir özellik kazanmakta, serum ayrılması azalmaktadır. Bu etki genel olarak 95°C'ye kadar olan sıcaklıklarda artmaktadır (Özünü ve diğ, 2007).

Son üründe istenilen tekstürel özelliklere sahip yoğurt üretimi için serum proteini denatürasyonun % 85-90 arasında olması istenilmektedir. Bu denatürasyon miktarının sağlanabilmesi içinde 90-95°C'de 5-10 dakika ya da 80-85°C'de 20-30 dakika ısıtma işlemi uygulanması gerekmektedir (Sezgin, 2010).

Serum ayrılmasında en düşük, viskozite de en yüksek değerin 95°C'de 5 dakika ısıtma işlemi uygulanması ile elde edildiği belirtilmiştir (Özünü ve diğ, 2007).

Uzun ömürlü ayran üretiminde, üründe bulunan mikroorganizma yükünü azaltmak için aseptik paketlenme öncesi 60-65°C sıcaklıkta 5-10 dakika pastörizasyon ya da yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemi uygulanması ile ürünün raf ömrü artırılmaktadır (Atamer ve diğ, 1999; Foley ve Mulcahy, 1989; Koçak ve Avşar, 2010).

2.1.4.4 Starter kültür

Yoğurt ve dolayısıyla ayran üretiminde starter kültür kullanımıyla son üründe istenilen duyu, tekstürel ve reolojik özellikler kazanılmaktadır. Bu amaçla tek ya da karışık suşları içeren mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Genel olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerini içeren termofilik karakterli karışık kültürler kullanılmaktadır. Starter kültür, laktik asit fermentasyonunu gerçekleştirerek pıhtının oluşmasını sağlamak ve son ürüne karakteristik tat ve aroma kazandırmaktadır (Sezgin, 2010). İyi bir ürün elde edilmesi için son üründe 1:1 *Streptococcus:Lactobacillus* oranı olacak şekilde kültür ilavesi yapılmalıdır (Ray ve Bhunia, 2008). Kullanılan starter kültürler aşağıdaki gibidir:

- Sıvı
- Toz (Konsantre edilmemiş kurutulmuş kültürler, Konsantre liyofilize kültürler, Süper Konsantre liyofilize kültürler (DVS))
- Dondurulmuş kültürler (Konsantre edilmemiş -20°C 'de dondurulmuş kültürler, konsantre edilmiş ve $-40/80^{\circ}\text{C}$ 'de derin dondurulmuş kültürler, Konsantre edilmiş ve sıvı azot gazında -196°C 'de dondurulmuş kültürler (DVS)) şeklinde gruplandırılmaktadır (Sezgin, 2010).

Süper konsantre liyofilize kültürler ile -196°C 'de dondurularak hazırlanan kültürler DVS (Direct- vat set) kültürler olarak adlandırılmaktadır. Bu kültürler üretim sırasında herhangi bir çoğaltma işlemine gerek olmadan kullanılabilir. Diğer kültürler kullanım öncesi çoğaltma işlemi uygulanması gerekmektedir (Sezgin, 2010).

Yoğurt üretimi sırasında kullanılacak kültür miktarı %0,5-1 ile %5 arasında değişmektedir. Minimum miktarda kültür kullanıldığında asitlik gelişimi yavaşlamakta; inkübasyon süresi uzamaktadır. Maksimum miktarda kültür kullanıldığında ise çok hızlı ve fazla asitlik gelişmekte ve bunun sonucunda da yağ ve aroma olumsuz etkilenmektedir (Sezgin, 2010).

Ayrıca polisakkarit üreten bakterilerin kullanımı ayran viskozitesinde bir miktar artışa neden olmaktadır (Özer, 2006; Özünlü ve diğ, 2007).

2.1.4.5 pH

İnkübasyon sonu pH'sı ayranın reolojik özellikleri bakımından etkili olmaktadır. pH 4,0- 4,6'da proteinlerin su tutma kapasitesi artmakta, serum ayrılması azalmaktadır. İnkübasyonun 4,2-4,4 pH aralığında sonlandırılması ile daha yüksek viskozite elde edilmektedir. pH 4,7-4,8 aralığında sonlandırılmasıyla ise ayranın viskozitesi önemli ölçüde azalmaktadır (Özer, 2006; Özünlü ve diğ, 2007).

2.1.4.6 Stabilizör ilavesi

Ayranda ve benzeri fermente süt ürünlerinde bakteri faaliyetlerinin devam etmesi sonucu asitlik artışı meydana gelmekte ve ısıtma işlemi uygulaması sonucu pıhtının fiziksel yapısının bozulup serum ayrılması artmakta, viskozite azalmaktadır. Bu gibi kusurlarda tüketici beğenisini azaltmaktadır. Uzun ömürlü ayran üretiminde protein

stabilizasyonunu sağlayıp serum ayrılmasını önlemek amacıyla ürüne stabilizör katılmaktadır (Atamer ve diğ, 1999; Foley ve Mulcahy, 1989; Köksoy ve Kılıç, 2004; Özünlü ve diğ, 2007; Sezgin, 2010). Bu amaçla genellikle pektin, jelatin, keçiyoynuzu gamı, guar gam kullanılmaktadır (Atamer ve diğ, 1999; Foley ve Mulcahy, 1989; Köksoy ve Kılıç, 2004, Özünlü ve diğ, 2007).

Asidik süt ürünlerinde protein stabilizasyonunu sağlamak için genellikle yüksek metoksilli pektin kullanılmaktadır. Negatif yüklü pektin molekülleri ortamdaki Ca^{++} iyonları ile reaksiyona girerek pozitif yük kazanmakta ve böylece proteinlerle bağlanarak sedimantasyonu ve dolayısıyla serum ayrılmasını azaltmaktadır (Atamer ve diğ, 1999; Köksoy ve Kılıç, 2004).

2.2 Ultrases

2.2.1 Tanımı ve sınıflandırılması

Ultrases; insan kulağının duyabileceğinden çok daha yüksek frekansta, genellikle 20 kHz'den daha yüksek, katı, sıvı ve gaz ortamda yayılma yoluyla ilerleyen mekanik titreşimli ses dalgaları olarak tanımlanmaktadır (Ashokkumar ve diğ, 2010; Condon ve diğ, 2005; Salazar ve diğ, 2009).

Ultrases uygulamaları gıda endüstrisinde kullanımı açısından 2 ana kategoriye ayrılır:

1. Yüksek yoğunluklu ultrases
2. Düşük yoğunluklu ultrases

Düşük yoğunluklu ultrases uygulamaları, 1 W/cm^2 'nin altındaki enerji yoğunluğu ve 100 kHz'in üstünde frekans değerine sahiptir. Yüksek yoğunluklu ultrasesun aksine materyalde herhangi bir önemli değişikliğe neden olmazlar. Gıda endüstrisinde, üretim prosesinin müdahalesiz izlenmesinde (Dolatowski ve diğ, 2007; Knorr ve diğ, 2004), havalandırılan gıdalardaki hava kabarcıklarının belirlenmesinde, etteki yağ oranının belirlenmesinde, meyve ve sebzelerin karakterizasyonunda, yumurtaların kalitesinin belirlenmesinde, peynirdeki yüzey çatlaklarında, bisküvilerin dokusunda, süt koagülasyonunda, şarap fermantasyonunun kontrolünde, hamurun karakterizasyonu, şeker içeriğinin belirlenmesi, asitlik gibi farklı fizikokimyasal

özelliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Salazar ve diğ, 2009; Soria ve diğ, 2010).

Yüksek yoğunluklu ultrases uygulamaları, 10 W/cm^2 'nin üstündeki enerji yoğunluğu ve 100 kHz'in altındaki frekans değerlerine sahiptir (Salazar ve diğ, 2009; Condon ve diğ, 2005; Soria ve diğ, 2010). Yoğun kavitasyon oluşumu ile materyalde değişimlere neden olan uygulamalardır. Gıda endüstrisinde; biyolojik hücrelerin dağıtılmasında, emülsiyon yapımında, kurutmada, karıştırmada, enzim ve proteinlerin ekstraksiyonunda, enzim inaktivasyonunda ve mikrobiyal inaktivasyonda kullanılmaktadır (Knorr ve diğ, 2004; Salazar ve diğ, 2009).

Ultrases işleminin sıcaklık, basınç ya da her ikisinin birlikte kullanımı ile etkisi artırılabilir. Ultrases işleminin sıcaklık ile birleştirilmesi termosonikasyon; basınç ile birleştirilmesi manosonikasyon; sıcaklık ve basınç ile birleştirilmesi ise manotermosonikasyon olarak adlandırılmaktadır (Chemat ve diğ, 2011).

Ultrases işleminin sıcaklık ile birleştirilmesi zaman ve enerji tasarrufu açısından daha etkili bulunmuştur (Chemat ve diğ, 2011).

2.2.2 Ultrases sisteminin bileşenleri

Ultrases gücünün üretiminde mekanik veya elektrik enerjisini ses enerjisine çevirendönüştürücüler kullanılır. Yaygın olarak kullanılan 3 ana tipte ultrases dönüştürücüsü vardır (De Castro ve diğ, 2006; Mason, 1998). Bunlar;

1. Gaz zorlamalı dönüştürücü
2. Sıvı zorlamalı dönüştürücü
3. Elektromekanik dönüştürücü
 - a. Manyetostriktif dönüştürücü
 - b. Piezoelektrik dönüştürücü

Gaz zorlamalı dönüştürücüler ısı ve sesleri kullanırlar (De Castro ve diğ, 2006).

Sıvı zorlamalı dönüştürücüler; sıvı ince bir kanalı geçmeye zorlanınca o kanatta titreşime neden olur. Basit ve dayanıklı bir dönüştürücü tipidir. Sıvının hızlı bir şekilde akışı sağlanır. Endüstride karıştırma ve homojenizasyon işlemleri gibi kısıtlı bir kullanım alanına sahiptir (De Castro ve diğ, 2006; Mason, 1998).

Elektromekanik dönüştürücüler analitik cihazları kullanmaktadır. Elektromekanik dönüştürücülerin iki ana tipi manyetostriktif ve piezoelektrik etkilere dayanmaktadır (De Castro ve diğ, 2006).

Manyetostriktif dönüştürücüler; nikel ve demir gibi ferromanyetik maddelerde şekil değiştirici etkiye sahip olan, mıknatısal büzülme etkisini kullanan elektromekanik cihazlardır (Mason, 1998; Feng ve Yang, 2011). Dayanıklı bir yapısının ve geniş bir sürücü gücünün olması en önemli avantajıdır. 100 kHz'in altındaki frekanslarda kullanılması ve ısınmaya bağlı %60 oranında etkili olabilmesi dönüştürücünün dezavantajlarıdır (Mason, 1998).

Piezoelektrik dönüştürücüler; ultrases oluşumunda en çok kullanılan dönüştürücü tipidir. (Mason, 1998). Kuartzdan başka birçok piezoelektrik madde bu amaçla kullanılmaktadır. En yaygın üç madde; baryum titanat, kurşun matabionat ve kristal-kurşun-zirkonat titanat karışımıdır (De Castro ve diğ, 2006; Feng ve Yang, 2011). % 95 daha verimlidir ve tüm ultrasesik aralıklarda kullanılabilir (Mason, 1998).

Bu dönüştürücülerin ultrasesik enerjiyi sıvı sisteme dağıtabilmesi için 3 ana parçayı içermesi gerekmektedir. Bunlar; jeneratör, dönüştürücü ve dağıtıcı sistem kısımlarıdır. Jeneratör, elektrik akımını dönüştürücünün birleştirip kullanabileceği yüksek frekanslı alternatif akıma çevirmektedir. Dönüştürücü, yüksek frekanslı elektrik akımını mekanik titreşimlere çevirmektedir. Dağıtıcı sistem, titreşimi sıvıya iletmektedir (Mason, 1998). Dağıtıcı sistem olarak ultrasesik banyolar ve prob sistemleri kullanılabilir. Ultrasesik banyolar tankın altında yer alan ve titreşimi direk olarak sıvıya dağıtan sistemlerdir. Tanklarda sıvı hacmi fazla olduğundan oluşan kavitasyonun tank duvarlarına zarar vermesini önlemek amacıyla genellikle düşük güçte kullanılırlar (Mason, 1998). Prob sistemlerinde dönüştürücüye bağlı başlığa takılabilen farklı çaplarda proplar kullanılmaktadır. Dönüştürücün oluşturduğu akustik enerjiyi artırmak prob sistemleri kullanılmaktadır. Prob çağıyla birlikte uygulanan gücün yoğunluğu ve sıvı hacmi de değişmektedir. Titreşimin en iyi şekilde iletilmesi için yüksek dirençli maddelerin seçilmesi gerekmektedir. Genellikle yüksek mekaniksel aşınma dayanımlarından dolayı titanyum ve alüminyum alaşımlar seçilmektedir (De Castro ve diğ, 2006; Mason, 1998).

Ultrases oluşum mekanizmasına bağlı olarak ultrasesik banyolar veya prob sistemleri kullanılan geleneksel ultrases sistemleri karışık frekanslı ünitelerdir. Karışık frekans

sistemleri sürekli dalga oluşumuna bağlı olarak, işlem haznesinde düzensiz akustik alanda kurulmuş sistemlerdir. Ultrases uygulamalarında, akustik enerji yoğunluğunda konumsal dalgalanmalardan dolayı problemler meydana gelebilmektedir. Örneğin; sıvı gıdaların pastörizasyonunda prob sistemi kullanılan uygulamalarda bakteriler akustik güç yoğunluğunun sıfır olduğu düğüm düzlemlerinde toplanma eğilimi göstermekte ve bakterilerin inaktivasyonu gerçekleştirilememektedir (Feng ve Yang, 2011). Bu amaçla kavitasyon aktivitesini artırmak amacıyla farklı yöntemler geliştirilmektedir. Her biri farklı frekansta birden fazla dönüştürücü kullanmak, prizmatik dönüştürücüler kullanmak, metal işlem tanklarından problemleri uzaklaştırıp (problemleri teması kesmek) kapalı sistemler kullanmak bu yöntemlere örnek olarak gösterilebilir (Feng ve Yang, 2011).

2.2.3 Ultrases işleminin etki mekanizması

Yüksek yoğunluklu ultrases bir ortamdan geçtiğinde ortamda güçlü titreşimler oluşur. Eğer ortam katı partiküller içeriyorsa, bu partiküllerde birçok yapısal zarar oluşabilmektedir. Bu mekanik titreşimler temizleme ve ekstraksiyon gibi uygulamalarda kullanılabilir. Mekanik titreşim etkisinin yanında ultrases sıvılarda ayrıca akustik akış da oluşturmaktadır. Akustik akış, bazı endüstriyel proseslerde temizleme ve ekstraksiyon etkinliğindeki artışa bağlı kütle transferinin etkinliğini artırabilmektedir (Ashokkumar ve diğ., 2010).

Buna rağmen birçok ultrasesik işlem uygulamasında geçerli ana etki akustik kavitasyondur (Ashokkumar ve diğ., 2010). Kavitasyon; sıvılarda bulunan mikro kabarcıkların kritik büyüklüğe ulaşması ve patlamalarıyla meydana gelen önemli bir etkidir (Ashokkumar ve diğ., 2010; Feng ve Yang, 2011; Salazar ve diğ., 2009). Sıvıda bulunan gaz mikro kabarcıkları uygun bir büyüklüğe ulaştığında ultrasese bağlı olarak salınım yapmaya başlar. Uygulanan ses enerjisi kavitasyon eşik değerini aştığında, gaz kabarcıklarının salınımı geçici ya da kararlı kavitasyonu oluşturur.

Geçici kavitasyon, 20 kHz frekansta ve yüksek ses yoğunluğunda prob sisteminin kullanıldığı sistemlerde oluşmaktadır (Ashokkumar ve diğ., 2010). Kabarcıkların büyümesi kendi rezonans büyüklük sınırında birkaç akustik çevrim süresince meydana gelir ve kabarcıklar hızlı bir şekilde çöker. Kabarcıklar meydana gelen çöküşün şiddetine bağlı olarak fragmentlerine ayrılırlar (Ashokkumar ve diğ., 2010). Kabarcıkların çöküşüyle birlikte çok yüksek sıcaklıklar, basınçlar, şok dalgalarının

oluşumu, hidrojet (suyun 156 km/h akış hızında püskürtülmesi) gibi ekstrem fiziksel durumlar oluşur. Gıdalara uygulanan ultrases işlemleri ile meydana gelen fiziksel, sanokimyasal ve bakteriyel etkilere oluşan bu bölgesel aşırı sıcaklık artışı, yüksek basınç, yüksek hızından olduğu düşünülmektedir (Feng ve Yang, 2011).

Kararlı kavitasyonda, kabarcıkların büyümesi düzeltilmiş dağılma veya kabarcıkların birleşmesi yolu ile binlerce akustik çevrim süresince meydana gelmektedir. Kararlı kavitasyon genellikle 200 kHz frekansın üzerindeki ultrases uygulamalarında gözlenmektedir. Resonans büyüklük sınırına ulaşan kabarcıklar geçici kavitasyonda olduğu gibi çöker fakat bu çöküşün şiddeti daha az olmaktadır. Bundan dolayı da kabarcıklar sürekli bir şekilde büyüüp çökebilirler (Ashokkumar ve diğ, 2010).

Kavitasyon eşiği ultrasesik dalgaların frekansına, akustik basıncın büyüklüğüne, kabarcığın başlangıç yarıçapına bağlıdır (Condon ve diğ, 2005). Çok yüksek frekanslarda kavitasyon oluşumu çok zordur; 2,5 MHz'in üstündeki frekanslarda kavitasyon oluşmaz (Condon ve diğ, 2005). Kavitasyon oluşumu için gerekli basıncın minimum salınımı sıvı ortamın fiziksel ve kimyasal (buhar basıncı, gerilme kuvveti, katı konsantrasyonu gibi) özelliklerine ve ortamdaki çözünmüş gaz miktarına bağlıdır. Hidrostatik basınç ve sıcaklık da önemli diğer faktörlerdir. Aşırı yüksek hidrostatik basınç kabarcıktan dışarı gaz difüzyonunu önler, kavitasyona zarar verir. Sıcaklık yükselmesiyle birlikte kavitasyon eşiği düşer ve kaynama noktasında sıfır olmaktadır. Sıcaklığın birçok etkisi sıvı ortamın fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimlerden açıklanmaktadır (Condon ve diğ, 2005).

Ultrases uygulamalarında, mekanik titreşim ve akustik akış kavitasyonel olmayan fiziksel etkiye neden olurken; kesme gücü, şok dalgaları ve mikrojetler kavitasyonel fiziksel etkiye neden olmaktadır (Ashokkumar ve diğ, 2010).

Kavitasyonda (geçici ve kararlı kavitasyon) kabarcıkların çöküşü sırasında nanosaniyede 2000-5000 K yüksek sıcaklık ve 10- 100 MPa basınç oluşmaktadır (Ashokkumar ve diğ, 2010; Condon ve diğ, 2005; Feng ve Yang, 2011). Meydana gelen yoğun bölgesel ısınma/ sıcak noktalar, uygulamaların çeşitliliğinde öneme sahip olan gaz fazın kimyasal reaksiyonlarında sürücü güç oluşturmaktadır. Buna rağmen bu ısı, geçici ve çok bölgeseldir bu yüzden matrikste meydana gelen sıcaklık değişikliği 109°C/saniye (Knorr ve diğ, 2004), toplam sıcaklık yükselmesi 5°C civarında olup çok fazla değildir (Salazar ve diğ, 2009).

Sulu çözeltilerde kavitasyon kabarcıklarının içi su buharı ve N₂ ve O₂ gibi gaz molekülleri ile doludur. Bunlar kabarcıkların büyüme fazındaki salınımları sırasında kabarcık içine nüfuz etmektedir. Kabarcıkların çöküşü sırasında yüksek sıcaklığa maruz kalındığında, solvent ve gaz molekülleri yüksek reaktif radikal oluşumuna yol açan endotermik kimyasal reaksiyonlara uğramaktadır (Ashokkumar ve diğ, 2010). Sulu çözeltilerde kabarcık içeriğinin büyük bölümünün su buharı olması beklenmektedir. Su moleküllerinin homolitik bölünmesi OH⁻ ve H⁺ radikallerinin oluşumuna yol açmaktadır. Bu kimyasal etkiler ultrasesun fiziksel etkileri (şok dalgaları, kesme kuvveti, miktojet gibi) ile birleştirildiğinde spesifik optik özelliklere sahip nanomaddelerin sentezlenmesi ve protein mikroküreciklerin sentezlenmesi gibi faydalı kimyasal reaksiyonlarda kullanılabilir (Ashokkumar ve diğ, 2010).

Genel olarak, düşük frekanslardaki (20 kHz) akustik kavitasyon güçlü fiziksel etkiler (kesme, türbülans gibi) meydana getirmektedir. Oluşan reaktif radikallerin miktarı azdır. yüksek frekanstaki akustik kavitasyon (300-500 kHz) daha zayıf fiziksel etkiler meydana getirmektedir ve önemli ölçüde daha büyük miktarlarda kimyasal olarak aktif radikaller oluşturmaktadır (Ashokkumar ve diğ, 2010).

Spesifik ultrases uygulamalarında frekans seçimi fiziksel, kimyasal veya kombine etki ihtiyaçlarına göre belirlenir. Örneğin; emülsiyon polimerizasyon reaksiyonlarında güçlü kesme kuvveti ve temel radikallerin oluşumu gereklidir. Buna karşın ekstraksiyon ve temizleme gibi uygulamalarda temel fiziksel etkilerin oluşması istenmektedir. Gıda ve süt endüstrisinde güçlü fiziksel etkiler istendiğinden ve radikal oluşumu önemli olmadığından düşük frekanslı ultrases tercih edilmektedir (Ashokkumar ve diğ, 2010).

2.2.4 Ultrases işleminin kullanım alanları

2.2.4.1 Kristalizasyon/Dondurma

Kristalizasyon ve dondurma, kristalizasyonu takip eden başlangıç çekirdeklenmesi işlemlerini içeren birbiriyle ilişkili iki uygulamadır. Sonikasyon işlemi, ultrasonik patlama ile örnekte çok sayıda çekirdeklenme oluşturarak örneğin yeterince doymuş ve soğumuş olmasını sağlar. Ultrases işleminin geleneksel yöntemle göre zaman tasarrufu sağlaması, gıdanın organoleptik kalitesini geliştirmesi ve ürün stabilitesi sağlaması gibi avantajları vardır. Böylece çekirdeklenme hızı ve kristallerin

büyümesi artar. Endüstride et, meyve-sebze, balık, peynir gibi birçok gıda maddesi bu yolla dondurulmaktadır (Chemat ve diğ, 2011).

2.2.4.2 Filtrasyon

Ultrasonikasyon iyi kalitedeki partikülleri bir araya toplar, yeterli seviyedekititreşim enerjisi ile partikülleri askıda tutar vesolventlerin elüsyonu için kanallar oluşturur. Ultrasonik filtrasyon işlemi gıda ve içecek endüstrisinde birçok alanda kullanılmaktadır. Meyvelereuygulandığındapulpdan meyve suyunun ekstraksiyon verimini artırmaktadır. Ayrıca şeker, bira, şarap, yemeklik yağ alanlarında da kullanılmaktadır (Chemat ve diğ, 2011; Salazar ve diğ, 2009).

2.2.4.3 Kurutma

Ultrases işlemiyle kurutmada, ultrases işleminin etkisiyle oluşan bir seri sıkışma ve genleşme sünger etkisi göstererek üründeki nemin hızlı bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. Meyve sebzelerin kurutulmasında kullanılmaktadır (Chemat ve diğ, 2011;Salazar ve diğ, 2009).

2.2.4.4 Ekstraksiyon

Ultrases işlemiyle oluşan kavitasyon biyolojik hücre duvarlarını kırar ve hücre içeriğinin serbest hale gelmesini sağlar. Ultrases işlemi, şeker pancarından şeker eldesinde, yağı alınmış soya fasulyesinden protein ekstraksiyonunda, bioaktif maddelerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır (Salazar ve diğ, 2009).

2.2.4.5 Emülsifikasyon/Homojenizasyon

Kabarcıkların çöküşü karışmayan iki sıvı arasında ara yüzey oluşturur ayrıca çöküş sonucu meydana gelen şok dalgaları yüksek sıcaklık ve basınç oluşturmaktadır. Ara yüzey oluşumu, yüksek sıcaklık ve basınçla karışmayan iki sıvının emülsifiye edilmesi sağlanmaktadır (Feng ve Yang, 2011). Oluşan emülsiyonlar geleneksel ısıl işlemle oluşanlara kıyasla daha dayanıklıdır (Soria ve diğ, 2010). Ultrases işlemi peynir aramosının daha iyi hale getirilmesinde, sütün homojenizasyonu ile yoğurt fermentasyon süresinin kısaltılmasında (Feng ve Yang, 2011), mayonez ve ketçapların emülsifikasyonunda kullanılmaktadır (Chemat ve diğ, 2011; Soria ve diğ, 2010).

2.2.4.6 Enzim inaktivasyonu

Ultrases ile enzim inaktivasyonunda ana etki makro moleküllerin depolimerizasyonudur (Feng ve Yang, 2011). Kararlı kavitsayon sonucu oluşan kesme kuvveti de yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin bozulmasında önemli etkiye sahiptir. Enzim inaktivasyonunda ayrıca serbest radikal oluşumu ve aminoasit kalıntılarının giderilmesi de önemlidir (Feng ve Yang, 2011; O'Donnell ve diğ, 2010). Ultrases işlemi sütlerde bulunan alkalinfosfataz, laktoperoksidaz, gama glutamiltranspeptidaz enzimlerinin inaktivasyonunda (O'Donnell ve diğ, 2010); meyve ve sebzelerde bulunan domates ve portakal sularında pektini hidrolize ederek bulanıklık oluşturan pektinmetilesteraz, meyve sebzelerde enzimatik kararmaya neden olan polifenoloksidaz, meyvelerin haşlanma etkinliğinin göstergesi olan peroksidaz, meyve ve meyveli ürünlerde yağ asitleri ve pigmentlerin oksitlenmesine neden olan lipoksigenaz enzimlerinin inaktivasyonunda kullanılmaktadır (Chandrapala ve diğ, 2012; Feng ve Yang, 2011; O'Donnell ve diğ, 2010). Ultrases işlemi ısıl işlem olmadan uygulandığında süt enzimlerinde herhangi bir etkiye neden olmazken; 61°C'nin üstünde uygulanan ultrases işlemi ile inaktivasyonun sağlandığı belirtilmiştir (O'Donnell ve diğ, 2010).

2.2.4.7 Sterilizasyon/Pastörizasyon

Ultrases işleminin pastörizasyonda kullanılması ile pastörize sütün toplam protein ve kazein miktarında olumsuz etkiye neden olmadan E.coli, Pseudomonas fluorescens ve Listeria monocytogenes gibi bakterilerin inaktivasyonun sağlanmaktadır. Isıl işlem ile ultrasesun birlikte kullanılmasıyla, ısıl işlem süre, yoğunluk ve zararlı etkilerin azaltılıp gıdaların sterilizasyon hızının artırılması sağlanabilmektedir. Ayrıca ultrases uygulaması ile pastörizasyonda tat kaybı önlenmekte, daha iyi işlem homojenliği ve önemli oranda enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Chemat ve diğ, 2011).

2.2.4.8 Mikrobiyal inaktivasyon

Mikrobiyal inaktivasyon amacıyla düşük sıcaklıklarda uygulanan ultrases işlemi genellikle çok düşük oranda mikrobiyal inaktivasyon sağlamaktadır. Fakat ultrases işlemi mikroorganizmaları öldürücü derecede olan sıcaklık işlemiyle birlikte uygulanırsa (termosonikasyon) inaktivasyon oranı önemli ölçüde artmaktadır (Chandrapala ve diğ, 2012; Feng ve Yang, 2011; Piyasena ve diğ, 2003).

Termosonikasyon işleminin etkinliği artan işlem sıcaklığı ile azalmakta, bu da yüksek sıcaklıkta artan buhar basıncı ve azalan yüzey geriliminin ultrases işleminin kavitasyon etkisini azaltmasından kaynaklanmaktadır (Chandrapala ve diğ, 2012).

Ultrasesin inaktivasyon mekanizması kavitasyonun mikrobiyal hücre duvarlarına etkisi ile açıklanmaktadır. Geçici kavitasyon ile oluşan kabarcıkların asimetrik patlaması sonucu oluşan sıvıların hızla püskürtülmesi (water jet) ile hücrelerin dış kısımlarında birçok zarar meydana gelmekte ve ayrıca hücre duvarlarındaki polimerik maddelerin yapısında kırılmalar gerçekleşmektedir (Chandrapala ve diğ, 2012; Feng ve Yang, 2011; Piyasena ve diğ, 2003). Ultrases işleminin etki mekanizmalarından biri olan kimyasal etki de inaktivasyonda rol almaktadır. Geçici kavitasyon sonucu oluşan OH^- ve H^+ radikalleri ve hidrojen peroksit bakteri öldürücü etkiye sahiptir. Ayrıca kararlı kavitasyon sonucu oluşan kabarcıklar mikroakış gerçekleştirmekte ve hücre membranına zarar veren yüksek hidrostatik kesme kuvveti oluşturmaktadır (Feng ve Yang, 2011).

Genel olarak büyük hücrelerin ultrases işlemine daha duyarlı oldukları belirtilmektedir (Condon ve diğ, 2005). Sporların, gram-pozitif bakterilerin ve kok şeklindeki hücrelerin ultrases işleminin etkisine vejetatif, gram-negatif bakterilerden ve rop şekilli hücrelerden daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Condon ve diğ, 2005; Feng ve Yang, 2011). Starter kültür olarak kullanılan bakterilerden rod şekilli laktik asit bakterilerinin (*Lactobacillus* spp. gibi) üretim prosesine karşı kok şekilli laktik asit bakterilerine (*Streptococcus* spp. gibi) göre daha hassas olduğu belirtilmiştir (Chandan, 2006). Ayrıca aerobik bakterilerin ultrases işleminin etkisine anaerobik bakterilere göre daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Condon ve diğ, 2005). Aynı türden mikroorganizmalarda da suşların ultrases dirençleri arasındafarklılıklar bulunmaktadır (Feng ve Yang, 2011).

Mikroorganizmaların gelişme sıcaklığından etkilenen hücre duvarı kompozisyonu, hücreleri ultrases dalgalarına karşı daha duyarlı hale getirmemektedir. Bundan dolayı bakteri hücrelerinin ultrases ile inaktivasyonu ısıl işleme göre daha avantajlıdır. Çünkü ultrases işleminin etkinliği kontamine olma riski bulunan floranın gelişme sıcaklığına bağlı değildir.

Mikroorganizmaların ısıl dirençleri üzerine çevresel etkenlerin önemi çok büyüktür (Condon ve diğ, 2005).

Ultrasonik dalganın büyüklüğü mikrobiyal inaktivasyon açısından çok büyük öneme sahiptir. Ultrasonik dalganın büyüklüğü mikroorganizmaların D değeri (ondalık azalma süresi) üzerine etkilir. Yüksek dalga büyüklüklerinde birim süreye düşen kavitasyon kabarcıklarının artışına ya da kavitasyonun gerçekleştiği sıvının hacminin artışına bağlı olarak daha fazla mikrobiyal inaktivasyon olabilmektedir (Condon ve diğ, 2005).

2.2.5 Ultrases işleminin süt ve süt ürünlerinde kullanımı

Ultrases işleminin sütün mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiğı ve bu özelliklerin termizasyon ve pastörizasyon işleminde sonra ultrases işlemin uygulanmasıyla karşılaştırmasının yapıp incelendiğı çalışmada çiğ süt, düşük sıcaklıkta kısa süre ısıtıl işlem uygulanmış süt (55°C sıcaklıkta 15 saniye ısıtıl işlem) ve homojenize pastörize süt (75°C sıcaklıkta 15 saniye ısıtıl işlem uygulanmış süt) kullanılmış, bu sütler ultrases işlemin uygulanmıştır. Ultrases işlemin 24 kHz frekansta, 200 W güce sahip ultrases cihazı ile gerçekleştirilmiştir. 200 ml örnek için 22 mm'lik prob kullanılmıştır. Ultrases işlemin 0, 2, 4, 8 ve 16 dakika boyunca uygulanmıştır. Örneğin aşırı ısınmasını önlemek amacıyla örnek kabının etrafında buz-su banyosu kullanılmış ve örnek sıcaklığı uygulanan süreye bağlı olarak 15-25°C arasında tutulmuştur. Toplam canlı sayısı ve psikrotrofik sayısı mikrobiyolojik olarak incelenmiştir. Analiz sonucunda 3 örnek grubunun raf ömrünün artan ultrases işlemin süresi ile birlikte arttığı ve en az toplam canlı ve psikrotrofik sayısının geliştiğı örnek grubu olarak da pastörize süte ultrases işleminin uygulandığı sütler olduğu belirtilmiştir. Çalışmaya göre ultrases işleminin sütte bulunan mikrobiyal yükün azaltılmasında başarılı olmuştur. Aynı çalışmada elde edilen duyuşal analiz sonuçlarına göre ultrases işlemin uygulanan örnekler özellikle tat bakımından işlemin uygulanmayan örneklerden düşük puanlar almıştır. Ultrases işleminde sonra meydana gelen tat bozukluğunun tanımlanmasının zor olduğu fakat yanık ile yabancı tat arasında bir tanımlama yapıldığı belirtilmiştir (Chouliara ve diğ, 2010).

Riener ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptığı çalışmada da ultrases işlemin uygulanan örneklerde meydana gelen istenmeyen kokuyu lastiğımsi olarak tanımlamış ve bunun ultrases işleminin süt endüstrisinde kullanımını engelleyebileceğini belirtmiştir.

Cameron ve arkadaşlarının 2009 yılında ultrases işleminin sütte bozulma yapan mikroorganizmalar ve süt bileşenlerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada;

Escherichia coli, *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas flueorescens* mikroorganizmaları incelenmiştir. Bakteri inoküle edilen sütlerden 40 ml örnek alınmış 13 mm'lik prob kullanılmış ve ultrases işlemi gerçekleştirilmiştir. Ultrases işlemi 20 kHz frekasta, 750 W gücü sahip ultrases cihazı ile yapılmıştır. Örnek sıcaklığının 24-26°C arasında kalması için 4-6°C'de buz-su banyosu kullanılmıştır. %100 güçte (124 µm) 5 farklı sürede (2,5, 5,0, 6,0, 7,5 ve 10 dakika) ultrases işlemi uygulanmıştır. Çalışmada %100 güçte 10 dakika süreyle ultrases uygulamasının 10^4 ve 10^6 yükteki *E.coli* sayısında %100 inaktivasyon sağlandığı belirtilmiştir. *Listeria monocytogenes* sayısı üzerine %100 güçte 10 dakika ultrases uygulaması sonucu 10^4 yük bulunan sütte %99; 10^6 yük bulunan sütte %99,14 oranında azalma görülmüştür. *Pseudomonas flueorescens* sayısı üzerine %100 güçte 5 dakika ultrases uygulaması sonucu başlangıçta 10^4 yük bulunan sütte %100 inaktivasyon görülürken; 10^6 yük bulunan sütte %100 inaktivasyon 6 dakika ultrases uygulaması sonucu görülmüştür.

Bermudez-Aguirre ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptıkları çalışmada termal ve termosonikasyon işlemlerinin sütün kompozisyonu, fizikokimyasal özellikleri ve raf ömrü üzerine yaptıkları çalışmada, mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisini incelemiştir. Ultrasesikasyon işlemi 24 kHz frekansta 400 W güce sahip ultrases cihazı ile yapılmıştır. 500 ml örnek için 22 mm'lik prob kullanılmıştır. %0 (0 µm), %30 (36 µm), %60 (72 µm), %90 (108 µm), %100 (120 µm) güçte 30'ar dakika uygulanan işlemler süresince örnek sıcaklığı soğutmalı su banyosu yardımıyla $63 \pm 0,5^\circ\text{C}$ 'de sabit tutulmuştur. Çalışmada %0 güçte 30 dakika uygulanan işlem geleneksel pastörizasyon (63°C 'de 30 dakika) olarak yapılmıştır. Süt örnekleri 4°C 'de 16 gün boyunca depolanmıştır. Çiğ sütte mezofilik aerobik bakteri başlangıç yükü 10^3 cfu/ml olarak belirtilmiştir. Bu örnekte depolamanın 5. gününde 5,4 log, 9. gününde ise 6,7 log mezofilik aerobik bakteri yükü olduğu belirtilmiş, depolama sonunda geleneksel yöntemle pastörizasyon uygulanan işlem ve ultrases uygulanan işlemin her ikisinde de sütün mezofilik aerobik bakteri yükünü 10^2 cfu/ml'ye kadar azaltılmış olduğu belirtilmiştir. Geleneksel yöntemle pastörize edilen süt örnekleri çiğ süt ile karşılaştırıldığında depolama boyunca çok az bir artış göstermiş, 16. gün sonunda 5,8 log bakteri yükü olduğu belirtilmiştir. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin mezofilik aerobik bakteri gelişmesinin depolama boyunca ilginç bir artış-azalış sergilediği belirtilmiştir. Depolama boyunca düşük güç (%30 ve %60)

uygulanan örneklerin bakteri popölasyonlarında azalma olduğu belirtilmiş ve bu azalmanın sonikasyon boyunca tamamen inaktive edilemeyen hasarlı hücrelerin sürekli ve ilerleyen düzeyde ölümü gibi birçok nedenden kaynaklanabileceğı belirtilmektedir. %90 güçte 16 günlük depolama boyunca mezofillerin gelişiminde yaklaşık 1 log azalma olduğu belirtilmiştir. %100 güç ise depolamanın başında 1 log gelişme gözlenirken; depolamanın 5. gününden itibaren daha sonra bakteri gelişmesinde azalma görölmüştür. Çalışmada ultrases uygulanan örneklerin tümünde 4°C de 16 gün boyunca 2 log'dan daha fazla bakteri gelişmesi gözlenmemiş, ultrases işleminin sütte pastörizasyona alternatif olabileceğı belirtilmiştir.

Fotosonikasyon işleminin sütteki toplam ve koliform bakteri inaktivasyonuna etkisinin incelendiğı bir çalışmada, 24 kHz frekansta 240 W gücünde çalışan ultrases cihazı; 200 mL örnek için 22 mm'lik prob kullanılmıştır. Prob, lamba başına 4400 $\mu\text{W cm}^{-2}$ güce sahip 3 ultraviole lamba ile çevrilmiştir. Çalışmada %100 güçte 0, 3, 6, 9, 12, 15'er dakika boyunca işlem uygulanmış ve soğuk su banyosu yardımıyla örnek sıcaklığının 30°C'nin altında kalması sağlanmıştır. Isıl işlem amacıyla süte 65°C de 15 dakika işlem uygulanmıştır. Çalışmada ultrases ve UV ışığın tek başına mikrobiyal inaktivasyonda yeterli olmadığı ama ultrases kullanımının UV ışığın penetrasyon etkinliğini ve dolayısıyla bakteri inaktivasyonunu artırdığı belirtilmektedir. Çalışmada toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve koliform bakteri için başlangıç yükleri sırasıyla 8,605 ve 5,31 log olarak belirtilmiştir. 15 dakika ultrases uygulamasıyla TAMB sayısında 1,31 log, koliform bakteri sayısında 4,01 log azalma görölürken; fotosonikasyon işlemi sonucu TAMB sayısında 4,79 log, koliform bakteri sayısında 4,01 log azalma görölmüştür. Ultrases ve fotosonikasyon işlemlerinin her ikisinde de TAMB'ye göre koliform bakteri sayısında çok daha fazla azalma görölmüştür. Çalışmada fotosonikasyon işleminin sütteki mikrobiyal yükü azaltmada termal işleme alternatif olabileceğı belirtilmektedir (Şengöl ve diğ,2011).

Atamer ve diğ. (1999) dayanıklı ayran üretiminde farklı oranlarda (%0,2 - 0,8) pektin kullanımıüzerine yaptıkları çalışmada dayanıklı ayran örneklerinin toplam bakteri yükünün geleneksel olarak üretilen örneklere kıyasla daha az olduğı; dayanıklı ayran örneklerinde küf-maya gelişmesinin olmadığı buna karşın geleneksel olarak üretilen örneklerde yaklaşık 2 log gelişimin olduğı belirtilmiştir. Aynı çalışmada artan pektin oranı ile ayran örneklerinin serum ayrılmasının azaldığı ve kabul edilebilirliğinin

artttığı fakat duyusal açıdan en çok beğenilen ürünün %0,6 pektin katkılı örnek olduğu belirtilmiştir.

Foley ve Mulcahy (1989) buttermilk ve yoğurda stabilizör olarak genu pektin, propil glikol aljinat ve karboksimetil selüloz eklemesi ve aseptik paketlenme öncesi 130°C de buhar uygulaması ile uzun ömürlü ürün üretimi üzerine yaptığı çalışmada serum ayrılmasını önlemede genu pektinin diğer stabilizörlere göre serum ayrılması ve viskozite açısından daha iyi sonuç verip 20 haftadan daha uzun süre raf ömrü sağladığı bildirilmiştir.

Köksoy ve Kılıç (2004) ayran üretiminde yapı stabilizasyonunda stabilizörlerin kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada stabilizör olarak guar gam, keçiboynuzu gamı, jelatin ve yüksek metoksilli pektin kullanmışlar, yüksek metoksilli pektin ve jelatin kullanılan örneklerin tat ve koku açısından beğenilmediğini, %0,2 konsantrasyonda kullanımlarının serum ayrılmasını engelleyemediğini bu amaçla %0,5 konsantrasyonda kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada guar gamın serum ayrılmasını engellediği ancak ağızda yağlı bir his bıraktığı, çalışmada en iyi sonucu %0,1 konsantrasyonda bile keçiboynuzu gamının verdiği bildirilmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Malzeme

Çalışmada yağlı örnekler için piyasadan temin edilen Pınar marka pastörize homojenize sütler; yağsız örnekler için Ak-Gıda (Ülker, Sakarya)'dan temin edilen sütler; homojenize edilmemiş örnekler için Ak-Gıda (Ülker, Sakarya)'dan temin edilen sütler kullanılmıştır.

Yoğurt üretiminde kullanılan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* karışımı liyofilize kültür (DVS YC-350) Peyma-Chr. Hansen (İstanbul)'den temin edilmiştir.

Plate Count Agar (PCA), Man Rogosa Sharp (MRS) agar, M17 (Medium 17) agar, Dichloran Rose Bengal Chloramphenical (DRBC) agar Merck (Almanya'dan) alınmıştır.

Ambalaj malzemesi yüksek bariyerli alüminyum laminasyonlu polietilen film (AL/PE) Koroza Ambalaj San. ve Tic. A.Ş. (İstanbul)'den temin edilmiştir (Pua ve diğ, 2008).

Gıda gazları (O₂,CO₂ ve N₂)BOS Birleşik Oksijen San. A.Ş. (Kocaeli)'den alınmıştır.

3.2 Kuru Madde Analizi

Süt yağının homojen karışmasını sağlamak amacıyla 39 ± 1 °C'ye ısıtılmış olan süt 20°C'ye soğutulmuştur. Sabit tartıma getirmek amacıyla kurutma kapları kapakları açık olacak şekilde etüvde 102 ± 2 °C'de 30 dakika kurutulmuştur. Süre sonunda kapakları kapatılarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulup kapakları ile birlikte tartılmıştır. Yaklaşık 3 ml süt kurutma kabına konularak kapağıyla birlikte tartım alınmıştır. Kaplar ön kurutma amacıyla kapakları açık bir şekilde, kaynayan su banyosunda süt ince, kuru, çatlak bir yapı oluşturunca kadar yaklaşık 30 dakika buhar etkisinde bekletilmiştir. Ön kurutma bitiminde kapların dış yüzeyi silinip nemi

alındıktan sonra kapakları açık olacak şekilde etüvde $102 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonunda kaplar kapakları ile birlikte desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tekrar tartım alınmıştır. 1 saat daha etüvde ($102 \pm 2^{\circ}\text{C}$) bekletilmiş ve tartım alınmıştır. Bu işleme iki tartım arasındaki fark 0,5 mg'dan az olana kadar devam edilmiştir. Paraleller arasındaki farkın %0,05 kuru madde miktarından daha az olmasına dikkat edilmiştir. Sonuçlar % kuru madde olarak hesaplanmıştır (Metin ve Öztürk, 2002a).

3.3 Yağ Analizi

Sütte bulunan yağ miktarı Gerber Yöntemi ile analiz edilmiştir. Yağın örnek içerisinde homojen karışmasını sağlamak amacıyla süt önce $39 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ısıtılmış ardından 20°C 'ye soğutulmuştur. Bütirometreye önce 10 ml sülfirik asit (H_2SO_4) konulmuştur. Daha sonra sırasıyla 11 ml süt ve 1 ml amil alkol bütirometrenin kenarından sızdırılarak asitin üzerine eklenmiştir. Bütirometrenin ağız kısmı kurularak tıkaç ile sıkı bir şekilde kapatılmıştır. Oluşan pıhtı çözününceye ve ortamda beyazlık kalmayınca kadar yavaş bir şekilde alt üst edilmiştir. Pıhtı tamamen çözünüp ortamda beyazlık kalmayınca gerber santrifüjü ile 5 dakika santrifüj edildikten sonra yağın donmasını engellemek amacıyla 65°C 'lik su banyosunda 3-5 dakika bekletilmiştir. Bütirometreden direk olarak okuma yapılamıyorsa okuma yapabilmek amacıyla tıkaç yavaşça ileri itilerek yağın bütirometrenin üst kısmına çıkması sağlanmış ve okuma yapılmıştır. Bütirometrenin skalasında okunan değer % yağ (g yağ/ 100 ml süt) miktarı olarak alınmıştır. Paralel işlemler arasında farkın %0,1'i aşmamasına dikkat edilmiştir (Metin ve Öztürk, 2002b).

3.4 pH Ölçümü

25ml ayran örneğinde $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de problu pHmetre (pH330i, WTW 82362, Almanya) ile pH değeri ölçülmüştür.

3.5 Starter Kültürün Hazırlanması

Yoğurt üretiminde kullanılacak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* karışımı liyofilize kültür (DVS YC-350) karışımı

dondurucuda -18°C’de saklanmıştır. Starter kültürün hazırlanması sırasında, paket üzerinde verilen direktifler doğrultusunda 50Unite/250L olacak şekilde (1 paketin ağırlığı 13,29 g) kısa ömürlü örneklerin hazırlanmasında 0,27 g, uzun ömürlü örneklerin hazırlanmasında 0,32 g kültür tartılmış ve oda sıcaklığındaki (20-22°C) 50 ml sterilize süte eklenmiş ve manyetik karıştırıcıda 30 dakika süreyle karıştırılarak kültür aktivasyonu sağlanmıştır. Starter kültürler yoğurt üretimi yapılacağına günlük olarak hazırlanmıştır.

3.6 Kısa Ömürlü Örneklerin Hazırlanması ve Depolanması

500 ml hacmindeki pastörize homojenize sütlere Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de gösterilen ultrases ve ısıl işlem parametreleri uygulanmıştır. Yüksek güçlü ultrases işlemi için 400 W maksimum güce ve 24 kHz frekansa sahip ultrases cihazı (UP400S, Hielscher, Almanya) ve 22 mm çapında titanyum prob (H22D, Hielscher, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 3.1).

Kullanılan probun maksimum enerji yoğunluğu 85 W/cm² ve genliği 120 µm’dir. İşlem sırasında süt sıcaklığının 20°C olması gereken durumlarda sütlere su banyosunda 40°C’de ön ısıtma yapılmış ve tekrar çalışma sıcaklığına (20°C) soğutulmuştur. İşlem sıcaklığı 60°C olan sütler ise direk 60°C sıcaklığa getirilerek ultrases işlemi uygulanmıştır. Probun kapasitesine bağlı olarak 500 ml yağlı süt 1,5 litrelik metal kap içerisine konulmuş ve prob, yüzeyden sütün içinde 3 cm derinliğe ulaşacak şekilde yerleştirilmiştir. İşlemin uygulandığı kap uygulanan işlem sıcaklığına göre su veya buzlu su banyosunda tutularak örnek sıcaklığının ± 2°C değişecek şekilde sabit tutulması sağlanmıştır. Isıl işlem uygulaması su banyosunda yapılmıştır (Numan SMI, Türkiye).

Çizelge 3.1 : Yağlı tuzlu ile yağsız tuzlu ve tuzsuz ayran üretiminde süte uygulanan işlem kombinasyonları.

Örnek Kodu	Ultrases Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
U1	25	20	10
U2	25	60	10
U3	100	60	30
T1	-	85	30

Çizelge 3.2 : Yağlı tuzsuz ayran üretiminde süte uygulanan işlem kombinasyonları.

Örnek Kodu	Ultrases Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
U1	25	20	10
U2	25	60	10
T1	-	85	30
T2	-	60	10
K	-	43	-

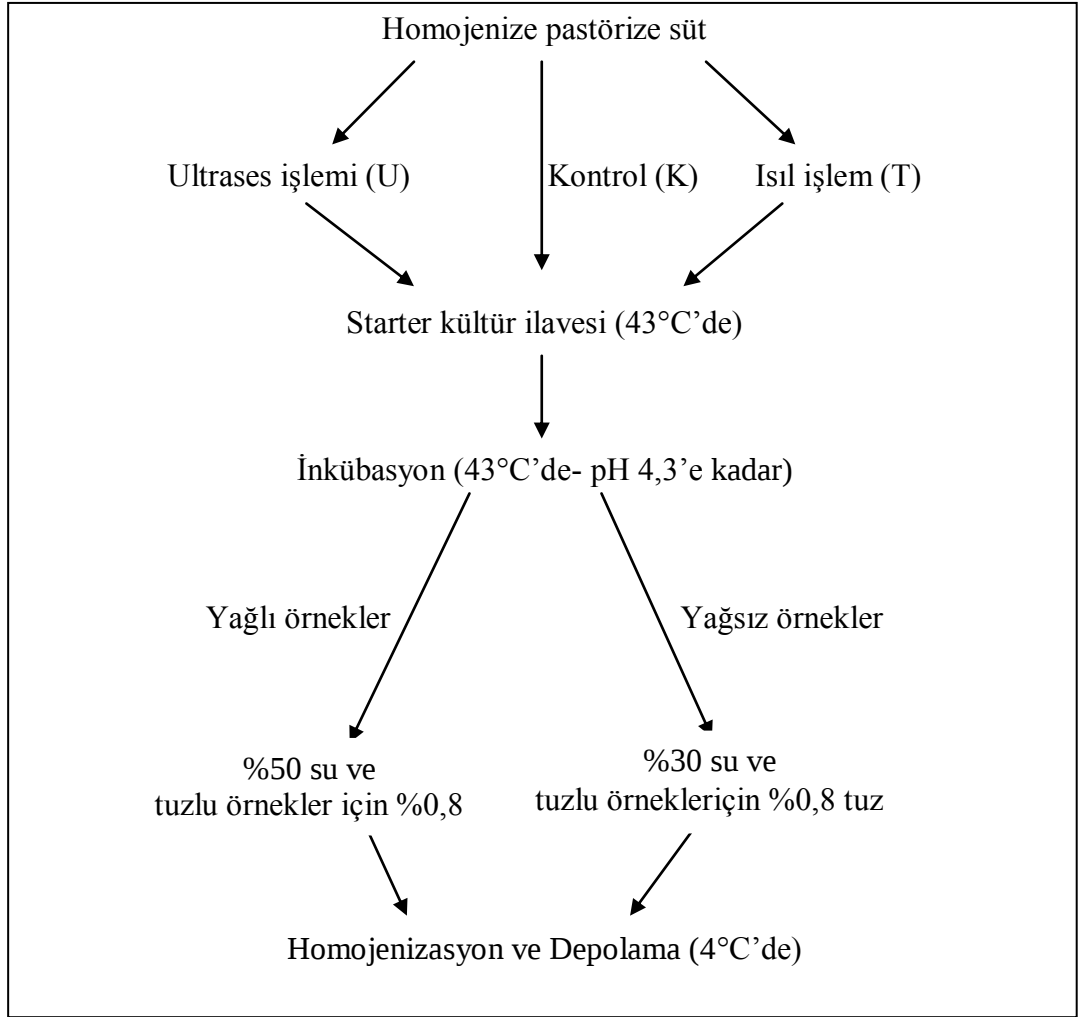


Şekil 3.1 : Ultrases işleminde kullanılan cihaz ve düzenek.

Örneklerin hazırlanması Şekil 3.2’de verilmiştir. Sütlerin sıcaklığı 43°C’ye getirilmiş ve starter kültür aktivasyonu sağlanan süttten 5 ml ilave edilmiştir. Sütlerin kültürle homojen karışımının sağlanması için manyetik karıştırıcıda 10 dakika süreyle karıştırma işlemi uygulanmıştır. Karıştırılan sütler pH değeri 4,3 oluncaya kadar 43°C etüvde yaklaşık 5-5,5 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonunda; yağlı süttten üretilen yoğurtlara ayranların protein miktarı %1,5 olacak şekilde su banyosunda 60°C de 30 dakika süreyle pastörize edilip soğutulmuş %50 su ilave edilmiştir. Tuzlu örneklerde tuz miktarı %0,8 olacak şekilde hazırlanan su-tuz karışımları eklenmiş ve yoğurtlarla karıştırılmıştır. Yağsız süttten üretilen yoğurtlara ayranların protein miktarı %2,0 olacak şekilde %30 su ve ayrıca tuzlu örnekler için yağlı örneklerde olduğu gibi %0,8 tuz ilave edilmiştir. Elde edilen karışımlar 9500 rpm hızda 30 saniye süreyle homojenize edilmiştir (Ultra Turrax T18 Janke&Kantel GMBH Co, Almanya). Üretilen ayranlar 30 ml’lik steril hale getirilen cam kavanozlarda (otoklavda 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiştir) 4°C’de depolanmıştır. Sterilitenin bozulmaması, kontaminasyonun önlenmesi amacıyla her

analiz günü için ayrı örnek depolanmıştır. Depolamanın 1., 10., 30., 50. günlerinde örneklerin mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.2 : Kısa ömürlü örneklerin hazırlanması.

3.7 Uzun Ömürlü Örneklerin Hazırlanması ve Depolanması

Geleneksel yöntemle uzun ömürlü ayran üretiminde yapının stabilizasyonunu sağlamak amacıyla ilave edilen stabilizör bu çalışmada ultras ses işleminin etkinliğinin görülmesi amacıyla ilave edilmemiştir.

Örneklerin hazırlanması Şekil 3.3'te verilmiştir. 85°C de 30 dakika ısıtıl işlem uygulanan 600 ml hacmindeki homojenize pastörize sütler hazırlanan buzlu-su banyosunda 43°C'ye soğutulup, starter kültür aktivasyonu sağlanan süttten 5 ml ilave edilmiştir. Homojen karışımın sağlanması amacıyla manyetik karıştırıcıda 10 dakika süreyle karıştırılmıştır. Karıştırılan sütler uzun ömürlü ayran üretim yöntemine uygun olması açısından pH değeri 4,2 oluncaya kadar 43°C etüvde yaklaşık 5-5,5

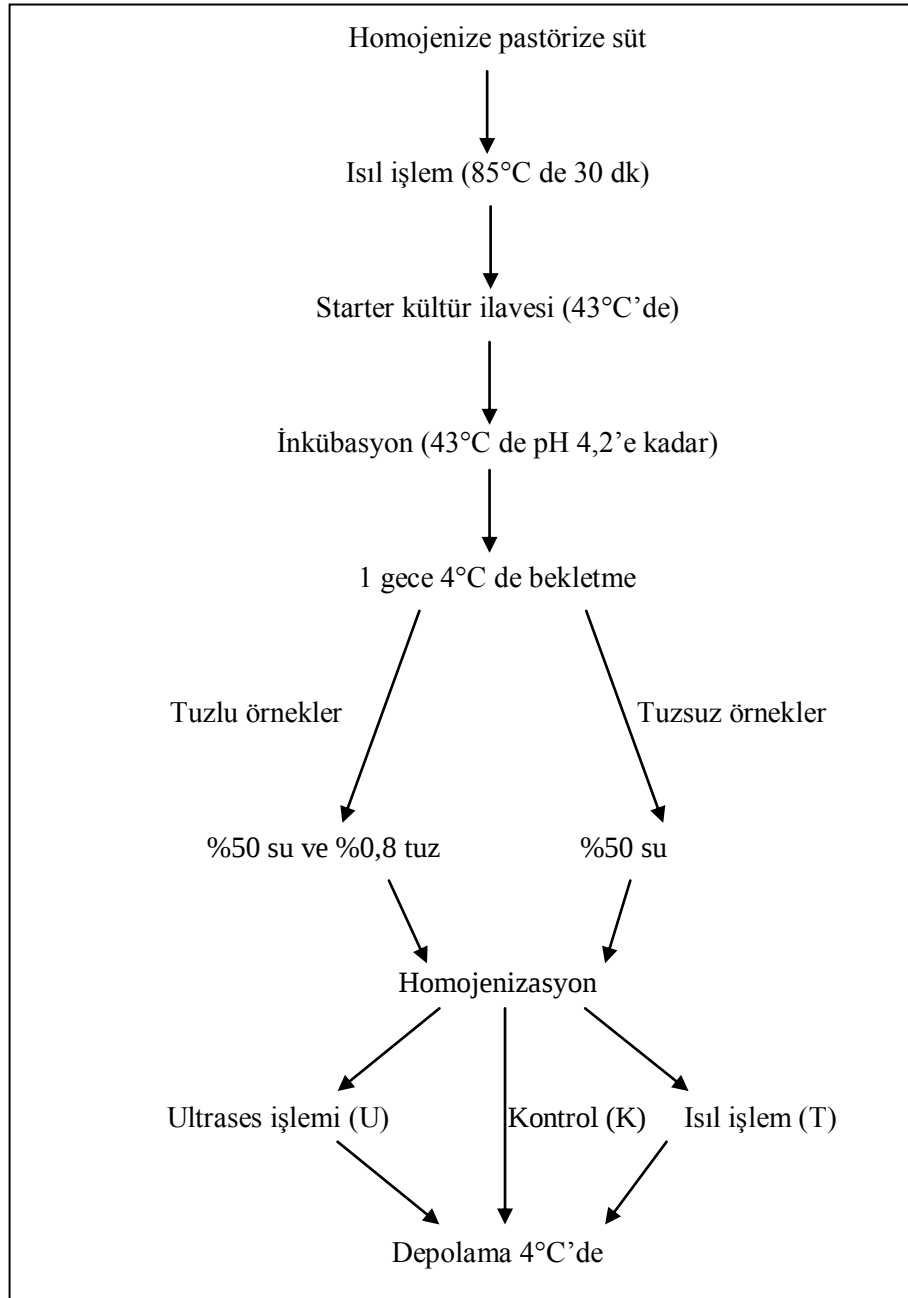
saat süreyle inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda yoğurtlar, stabilizör kullanılmayacağı için oluşan jel yapının daha stabil olması amacıyla 4°C’de 1 gece bekletilmiştir. Üretilen yoğurtlara ayranların protein miktarı % 2,0 olacak şekilde %50 su ilave edilmiştir. Tuzlu örnekler tuz miktarı %0,8 olacak şekilde hazırlanan su-tuz karışımları su banyosunda 60°C de 30 dakika süreyle pastörize edilip soğutulmuş ve yoğurtlarla karıştırılmıştır. Elde edilen karışımlar 9500 rpm hızda 30 saniye süreyle homojenize edilmiştir (Ultra Turrax T18 Janke&Kantel GMBH Co, Almanya). Homojenize edilen ayranlara Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’te belirtilen ultrases ve ısı işlemler uygulanmıştır. Üretilen ayranlar 30 ml’lik steril cam kavanozlarda (otoklavda 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiştir) 4°C’de depolanmıştır. Sterilitenin bozulmaması, kontaminasyonun önlenmesi amacıyla her analiz günü için ayrı örnek depolanmıştır. Depolamanın 1., 15., 30., 45. ve 60. günlerinde örneklerin mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Duyusal analizler depolamanın 1., 30., 45. ve 60. günlerinde yapılmıştır.

Çizelge 3.3 : Tuzlu ayrana uygulanan işlem kombinasyonları.

Örnek Kodu	Ultrases Güç (%)	Sıcaklık(°C)	Süre (dk)
U1	25	20	10
U2	25	20	30
U3	25	60	10
U4	25	60	30
U5	100	20	10
U6	100	20	30
U7	100	60	10
U8	100	60	30
T1	-	70	10
T2	-	60	10
K	Kontrol örneği		

Çizelge 3.4 : Tuzsuz ayrana uygulanan işlem kombinasyonları.

Örnek Kodu	Ultrases Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)
U1	25	20	10
U3	25	60	10
U5	100	20	10
U7	100	60	10
T1	-	70	10
T2	-	60	10



Şekil 3.3 : Uzun ömürlü örneklerin hazırlanması.

3.8 Mikrobiyolojik Analizler

1 ml ayran örneği 9 ml peptonlu su (%0,1 pepton, %0,85 NaCl) ile homojenize edildikten sonra ileri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı için PCA kullanılmış ve 30°C'de 3 gün inkübasyon uygulanmıştır. Laktik asit bakterilerinden laktobasiller için MRS agar ve streptokoklar için M17 agar kullanılmış 37°C'de 3 gün anaerobik inkübasyon uygulanmıştır. Küf maya sayımı için DRBC agar kullanılarak 25°C'de 3-5 gün inkübasyon uygulanmıştır. Mikrobiyal analizler yayma plak yöntemine göre 2 paralelli gerçekleştirilmiştir.

Anaerobik ortam petrilerin yüksek gaz bariyerli alüminyum laminasyonlu polietilen film (AL/PE) ile ambalajlanmasıyla sağlanmıştır. AL/PE film ile hazırlanmış torbalar içerisine petriler yerleştirilmiş ve ambalaj içindeki hava vakum ile alınıp yerine %100 CO₂ verildikten sonra kapatılmıştır. Bu işlemler ambalaj makinesi (Multivac C200, Multivac Sepp Haggenmüller KG, Wolfertschwenden, Germany) ve gaz karıştırıcı cihaz (Map Mix 9000, PBI Dansensor A/S, Ringsted, Denmark) ile gerçekleştirilmiştir.

Anaerobik inkübasyona alınan petri ambalajlarında CO₂ ve O₂ oranları ambalajlama sırasında ve analiz günlerinde gaz ölçer (PBI Dansensor CheckMate) yardımıyla ölçülmüştür.

3.9 Duyusal Analizler

Duyusal analizler sadece yağlı tuzlu ve tuzsuz örneklerle depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde yapılmıştır. Yağsız örneklerin reolojik ve fiziksel özellikleri istenilen düzeyde olmadığı için bu örneklerin duyu analizleri yapılmamıştır.

Duyusal analizler, her oturumda 9-12 panelist ile duyu analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Panelistlere kısa ömürlü ayranlarda 4, uzun ömürlü ayranlarda 3 farklı örnek rastgele sayıyla kodlanmış ve sıcaklıkları 4°C olacak şekilde sunulmuştur. Panelistlerin örnekleri Şekil 3.5' de verilen formdaki kriterlere göre 0-7 skalasına (0: yok, 7: aşırı) değerlendirmeleri istenmiştir. Örneklerin her biri ayrı saydam bardaklarda rastgele sıralanarak verilmiş ve bu sıraya göre değerlendirme yaptırılmıştır. Örnekler arası geçişlerde ağızda kalabilecek tadı gidermek amacıyla kraker ve su kullanılmıştır. Bütün analizler 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kısa ömürlü ayranların duyu analizi depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde yağlı süttten

üretilen tuzlu ve tuzsuz ayran örneklerine yapılmıştır. Uzun ömürlü tuzlu ve tuzsuz ayran örneklerinde ise duyusal analizler depolamanın 1., 30., 45. ve 60. günlerinde yapılmıştır.

A) YAPI ÖZELLİKLERİ								
Özellik	0 Yok	1 Çok az	2 Az	3 Biraz	4 Orta	5 Biraz fazla	6 Fazla	7 Aşırı
1) Kıvam								
2) Parçacıklı/pıhtılı yapı								
3) Parçacık büyüklüğü								
4) Beyazlık								
5) Parlaklık								
B) TAT ÖZELLİKLERİ								
1) Ayran tadı								
2) Ekşilik								
3) Kaymak (tereyağı) tadı								
4) Tuzluluk								
5) Ayrana yabancı tat Bu tadı tanımlayınız :								
6) Ayrana yabancı koku Bu kokuyu tanımlayınız :								
8) Tüm İzlenim 0 : Çok kötü 7: Mükemmel								

Şekil 3.4 : Duyusal analizde kullanılan form.

Yapısal Özelliklerin Tanımları

Özellik	Tanımı
Kıvam	İçilirken ağızda hissedilen yoğunluk Örneğin kaşıktan akış hızı Su : 0 – Bal : 7
Parçacıklı/pıhtılı yapı	Yapı içinde gözle görülen ve ağızda hissedilen düzeyde parçacık veya pıhtı bulunması Süt : 0 – Kesilmiş süt : 7
Parçacık büyüklüğü	Yapı içindeki parçacıkların büyüklüğü Un : 0 – Şeker : 7
Beyazlık	Grimsi : 0 – Kar beyazı : 7
Parlaklık	Margarin : 0 - Sıvı yağ : 7

Şekil 3.4 (devam): Duyusal analizde kullanılan form.

3.10 İstatistiksel Analiz

İstatiksel analizler için ‘Minitab® Release 12.2 for Windows’ programı kullanılmıştır. Genel lineer modelleme ve varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Farklılıklar %95 önem düzeyinde Tukey ikili karşılaştırma testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler işlem ve depolama süresine bağlı olarak istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve gerektiğinde bu faktörler arasındaki interaksiyonlar da incelenmiştir. Çalışmadaki bütün analizler iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Sütün Bileşimi

Kullanılan yağlı ve yağsız sütlerin toplam kuru madde ve yağ analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Pastörize homojenize yağlı ve yağsız sütlerin bileşimi.

Bileşen	Yağlı	Yağsız
Toplam kuru madde (%)	10,7 ± 0,1	8,3 ± 0,0
Yağ (%)	3,3 ± 0,1	0,1 ± 0,0

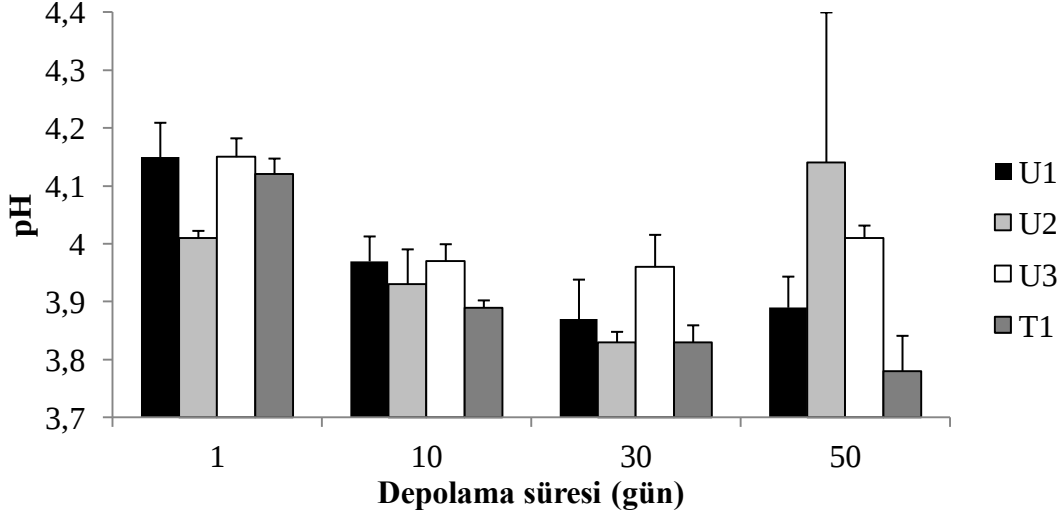
4.2 Kısa Ömürlü Ayran

4.2.1 Yağlısütten üretilen tuzlu ayran örnekleri

4.2.1.1 pH

Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir.

Depolama boyunca ultrases ve ısıtma işlem uygulanan örneklerin pH’sında önemli bir farklılık olmamıştır ($p=0,255$). Depolamanın ilk 10 günü pH’da önemli bir düşüş görülmüş ($p=0,004$), depolamanın 30. ve 50. günlerinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Depolamanın 50. gününde %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U2) küflenme olduğundan örneğin pH’sında önemli varyasyonlar görülmüştür.

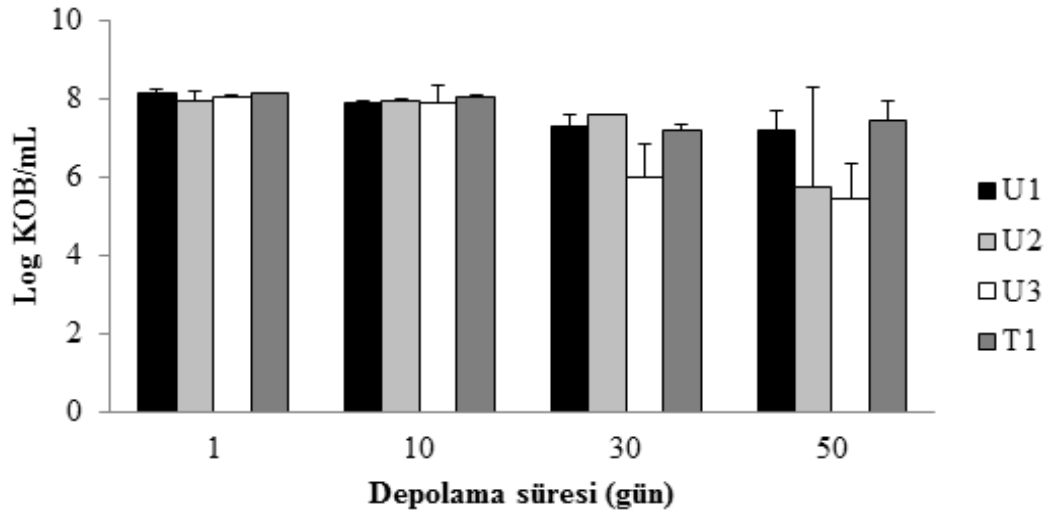


Şekil 4.1 : Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C dedepolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlemi.

4.2.1.2 Mikrobiyolojik bulgular

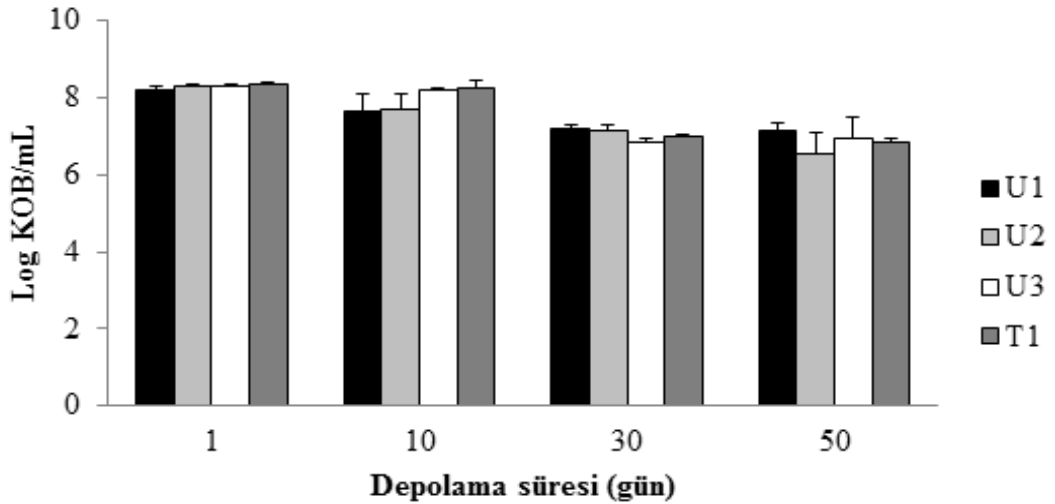
Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil ve streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.

Ultrases ve ısıtım işlem uygulanan örneklerde depolamanın başında laktobasil sayısı yaklaşık 8 log kob/ml olarak bulunmuştur. Depolamanın ilk 10 gününde, ultrases ve ısıtım işlem uygulamaları laktobasil sayısında önemli bir değişime neden olmamıştır. Depolamanın 10. gününden itibaren örneklerin laktobasil sayısında azalma eğilimi görülmüştür ($p=0,0053$). Depolamanın 30. gününde %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi uygulaması (U3) örneğin laktobasil sayısında diğer işlemlere kıyasla daha fazla azalmaya neden olmuştur fakat sayımlar arasındaki varyasyonun yüksek olmasından dolayı 30. günde laktobasil sayısı üzerine işlem etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,079$). Benzer şekilde depolamanın 50. gününde %25 güçte 60°C de 10 dakika ve %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi uygulamaları (U2 ve U3) örneklerin laktobasil sayısında daha fazla azalmaya neden olmuştur fakat varyasyonun yüksek olmasından dolayı işlem etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,469$).



Şekil 4.2 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakikaultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi.

Ultrases ve ısıtma işlem uygulanan örneklerde streptokok sayısı depolamanın başında yaklaşık 8 log kob/ml olarak bulunmuş ve depolama boyunca örneklerin tamamındaortalama 1-1,5 log azalma saptanmıştır. Depolama boyunca uygulanan ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının örneklerin streptokok sayısına etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,561$). Depolamanın 30. ve 50. günlerinde örneklerin streptokok sayısında azalma eğilimi görülmüştür.



Şekil 4.3 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°Cde 30 dakika ısıtma işlemi.

Yağlı sütte üretilen tuzlu ayran örneklerinde depolamanın ilk 10 günü toplam mezofilik aerobik bakteri tespit edilmemiş, 10. günden itibaren depolama sonuna kadar ise TMAB sayısı tespit limiti olan 2 logdan az bulunmuştur. Küf-maya sayısı tebliğde sınır değeri olarak belirtilen 2 logdan az bulunmuştur.

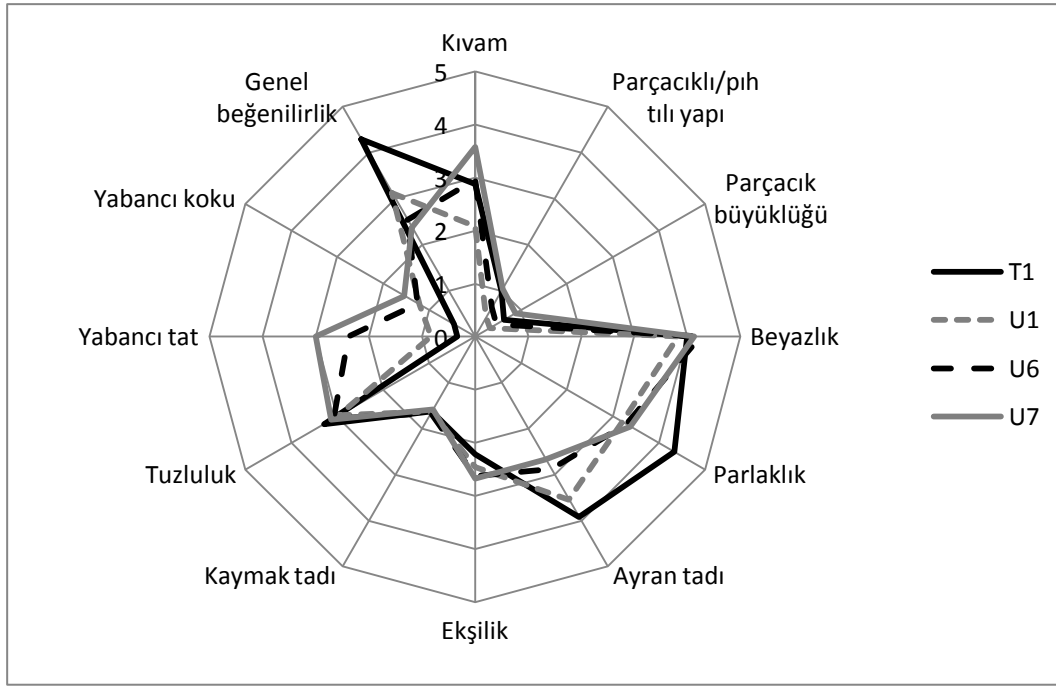
4.2.1.3 Duyusal analiz sonuçları

Ayran örneklerinin yapı ve tat özelliklerinin depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde değişimi Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6'da verilmiştir. Panelistler tarafından %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U6 ve U7) kıvamı ile ısıtılmış işlem uygulanan örneğin kıvamı arasında fark algılanmamıştır ($p=0,9736$; $p=0,2518$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlem uygulanan örneğin (U1) kıvamı ise ısıtılmış işlem uygulanan örnekten (T1) daha düşük bulunmuştur ($p=0,0006$). Depolama boyunca örneklerin kıvamında değişim algılanmamıştır ($p=0,773$). %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin (U6) parçacıklı/pıhtılı yapısı ısıtılmış işlem uygulanan örneğe kıyasla daha az bulunmuştur ($p=0,0385$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ve %100 güçte 60°C de 10 (U7) dakika ultrases işlemi uygulanan örnekler ile ısıtılmış işlem uygulanan örneğin benzer parçacıklı/pıhtılı yapıya sahip olduğu görülmüştür ($p=0,0909$; $p=0,9624$). Depolama boyunca örneklerin parçacıklı/pıhtılı yapısında değişim olmamıştır ($p=0,204$). Örneklerin yapısındaki parçacık büyüklüğü üzerine uygulanan ultrases işlemleri ve ısıtılmış işlem fark oluşturmamıştır ($p>0,05$), depolama boyunca da var olan parçacık büyüklüğünde değişim görülmemiştir. Ultrases işlemleri örneklerin beyazlık ve parlaklık değerlerini etkilememiştir ($p=0,610$; $p=0,832$). Depolamanın ilk 10 gününde beyazlıkta bir değişim olmazken; 10. günden sonra beyazlıkta bir miktar artış algılanmış ($p=0,000$), parlaklık değerlerinde ise depolama boyunca bir artış algılanmıştır ($p=0,000$).

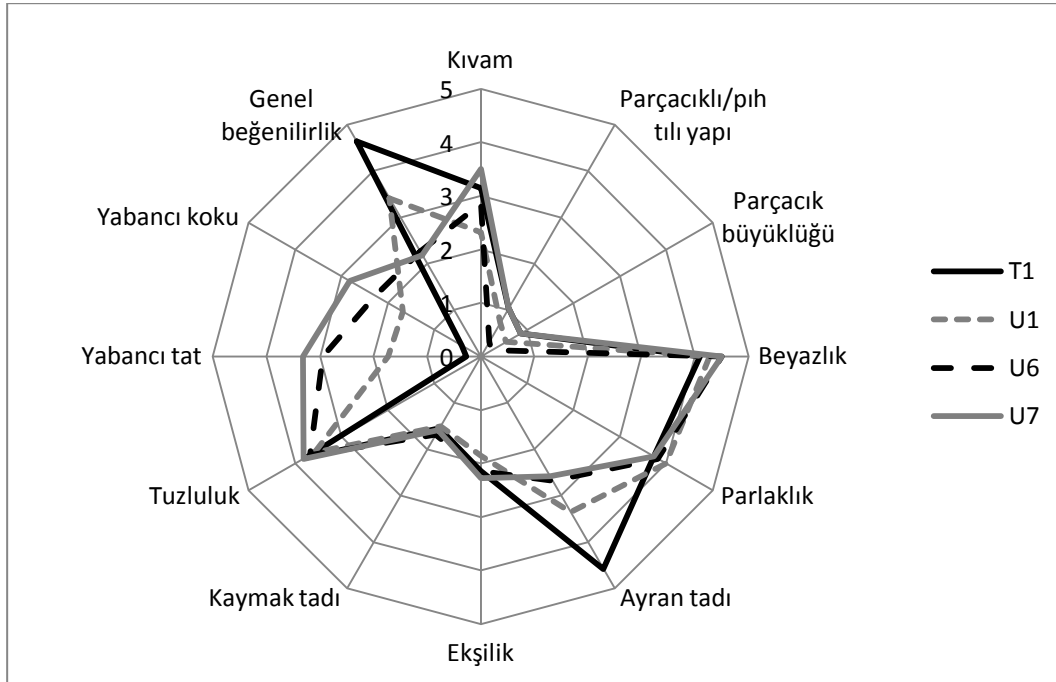
Ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadının ısıtılmış işlem uygulamasıyla üretilen örneğine göre daha az olduğu görülmüştür ($p=0,000$). %25 güçte ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadına etkisi arasında fark algılanamamıştır ($p=0,0565$). Örneklerin algılanan ayran tadında depolama boyunca değişim algılanmamıştır ($p=0,522$).

Ultrases işlemleri ve ısıtılmış işlem uygulanan örneklerin ekşiliği, kaymak tadı ve tuzluluğu arasında fark algılanmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 10. gününden

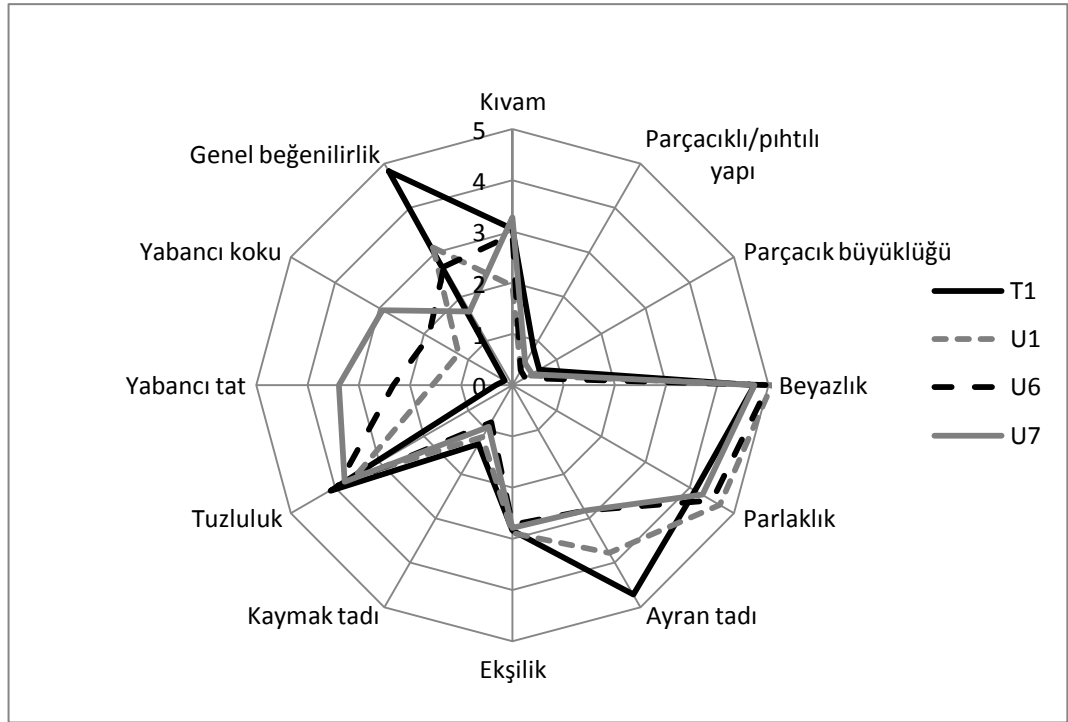
itibaren ekşilikte çok az bir artış algılanmış fakat önemli bulunmamıştır ($p=0,054$); algılanan kaymak tadında ise depolama sonuna doğru azalma olmuştur ($p=0,0427$). Algılanan tuzlulukta depolamanın ilerleyen günlerinde artış olmuştur ($p=0,002$). Ultrases işlemi uygulanan örneklerde belirgin yabancı tat ve koku algılanırken, ısıtma işlemi uygulanan örnekte yabancı tat ve koku algılanmamıştır. %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U6 ve U7) algılanan yabancı tat ve kokuda farklılık bulunmamıştır ($p=0,1761$; $p=0,1907$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases uygulanan örnekte (U1), %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases uygulanan örneklerle (U6 ve U7) kıyasla daha az yabancı tat algılanmıştır. %25 güçte 20°C ve 60°C de 10 dakika ultrases uygulanan örneklerde (U1 ve U6) algılanan yabancı kokuda fark bulunmamaktadır ($p=0,5197$). Fakat uygulanan ultrases gücü ve örnek sıcaklığı birlikte arttığında örneklerde hissedilen yabancı koku belirginleşmiştir ($p=0,000$). Örneklerde algılanan yabancı tatta depolama boyunca değişim görülmezken ($p=0,291$); algılanan yabancı koku depolamanın 10. gününde daha belirgin bulunmuştur ($p=0,0257$). Ultrases işlemleri uygulanan örneklerde algılanan yabancı tat ve koku metalimsi, yanık olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemleri uygulanan ayran örneklerinin genel beğenilirliği ısıtma işlemi uygulanan ayran örneğinden daha düşük bulunmuştur ($p=0,000$). %25 güçte farklı örnek sıcaklıklarında ultrases işlem uygulamalarının (U1 ve U6) panelist beğenisine etkisi olmadığı ($p=0,08$) fakat uygulanan ultrases gücü ve örnek sıcaklığı birlikte arttığında genel beğenin azaldığı görülmüştür ($p=0,0009$). Farklı güçlerde 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U6 ve U7) genel beğenilirliği benzer bulunmuştur ($p=0,5084$). Depolama boyunca örneklerin genel beğenilirliğinde değişim olmamıştır ($p=0,976$).



Şekil 4.4 : Ultrases ve ısıtma işlemlerinin kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlemi.



Şekil 4.5 : Ultrases ve ısıtma işlemlerinin kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 10. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlemi.



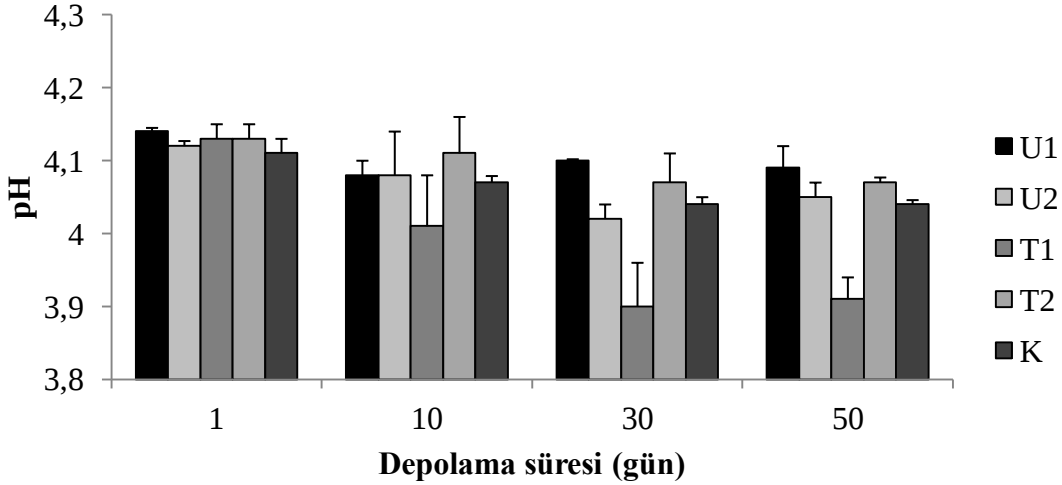
Şekil 4.6 : Ultrases ve ısıtma işlemlerinin kısa ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 20. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlemi.

4.2.2 Yağlı süttten üretilen tuzsuz ayran örnekleri

4.2.2.1 pH

Ultrases ve ısıtma işlemlerinin yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.7’de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında uygulanan ultrases ve ısıtma işlemi uygulanan örneklerin pH’sında önemli bir farklılık olmamıştır ($p=0,476$). Depolamanın 30. ve 50. günlerinde ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U1 ve U2) pH’sı işlem uygulanmayan örnek (K) ile benzer bulunmuş ve 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi uygulanan örneğe kıyasla (T1) yaklaşık 0,1 düzeyinde daha fazla pH değeri ölçülmüştür. Depolamanın ilk 10 gününde pH’da düşüş gözlenmiş ($p=0,002$) fakat depolamanın ilerleyen günlerinde önemli bir değişim olmamıştır.



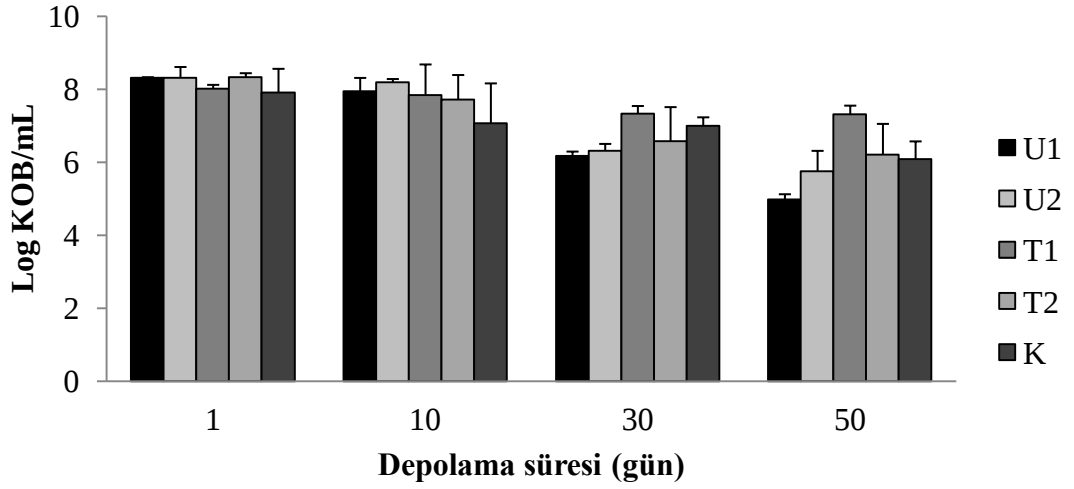
Şekil 4.7 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C'de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi, T2: 60°C'de 10 dakika ısıtma işlemi, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).

4.2.2.2 Mikrobiyolojik bulgular

Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil ve streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

İşlem uygulanmayan kontrol örneğinde laktobasil sayısı depolamanın başında 7,92 log kob/ml bulunmuştur. Ultrases ve ısıtma işlem uygulanan örneklerde laktobasil sayısı depolamanın başında 8,02 - 8,33 log kob/ml arasında bulunmuştur. Depolamanın ilk 10 günü ultrases ve ısıtma işlem uygulanan örneklerin laktobasil sayısında önemli bir değişim olmamıştır ($p=0,7992$). Depolamanın 30. ve 50. günlerinde %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlem uygulaması (U1) hariç diğer işlemlerin laktobasil sayısına etkisi önemli bulunmamıştır. Depolamanın 50. gününde %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U1) 85°C de 30 dakika ısıtma işlem uygulanan örneğe (T1) kıyasla 0,77 log daha fazla laktobasil azalmasına neden olmuştur ($p=0,033$). %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işleminin etkinliği görülmek amacıyla 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. %25 güçte 60°C de 10 dakikaultrases işlemi uygulanan örneğin (U2) laktobasil sayısı aynı sıcaklık ve sürede ısıtma işlem uygulanan örnek (T2) ile benzer bulunmuştur ($p=0,9992$).

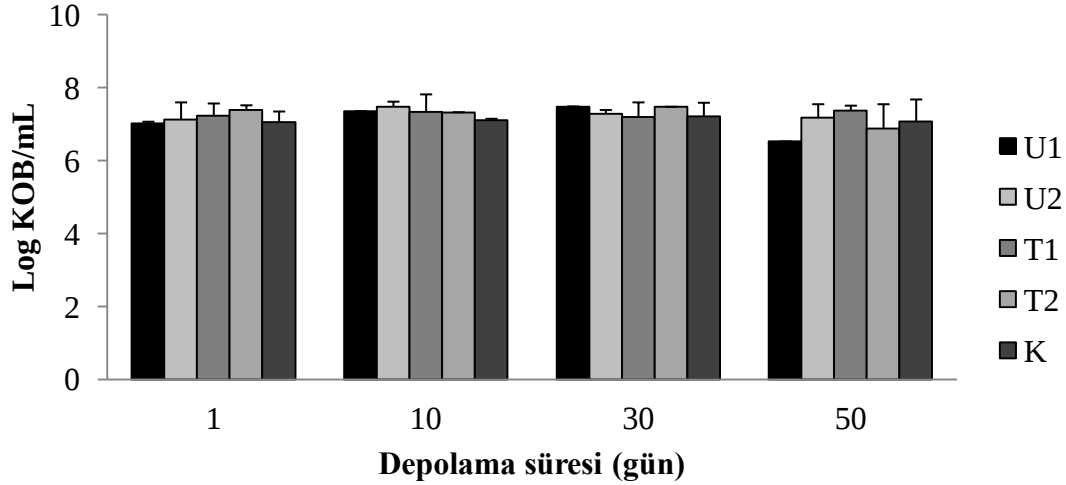
Dolayısıyla %25 güçte 60°C de 10 dakikaultrases işleminin laktobasil üzerinde ek bir etkiye sebep olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.8 : Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C’de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).

İşlem uygulanmayan kontrol örneğinde streptokok sayısı depolamanın başında 7,05 log kob/ml bulunmuştur. Ultrases ve ısıtım işlem uygulanan örneklerde streptokok sayısı depolamanın başında 7,01 - 7,22 log kob/ml arasında bulunmuştur. 50 günlük depolama boyunca örneklerin streptokok sayısında önemli bir azalma olmamıştır ($p=0,100$). Streptokok sayısı üzerine uygulanan ultrases ve ısıtım işlem etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,615$). %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnek (U2) ile aynı sıcaklık ve sürede ısıtım işlem uygulanan örneğin (T2) streptokok sayısı benzer bulunmuştur ($p=1,0000$). Dolayısıyla %25 güçte 60°C de 10 dakikaultrases işleminin streptokok üzerinde ek bir etkiye neden olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ultrases işlemi uygulanan örneklerde depolamanın ilk 30 günü toplam mezofilik aerobik bakteri tespit edilmemiş, 50. günde ise 0,3 - 0,7 log kob/ml TMAB bulunmuştur. Isıtım işlem uygulanan örnekte (T1) ise depolama boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri gelişmesi olmamıştır. TMAB ve küf-maya sayıları depolama boyunca sınır değeri olan 2 log kob/ml’nin altında bulunmuştur.



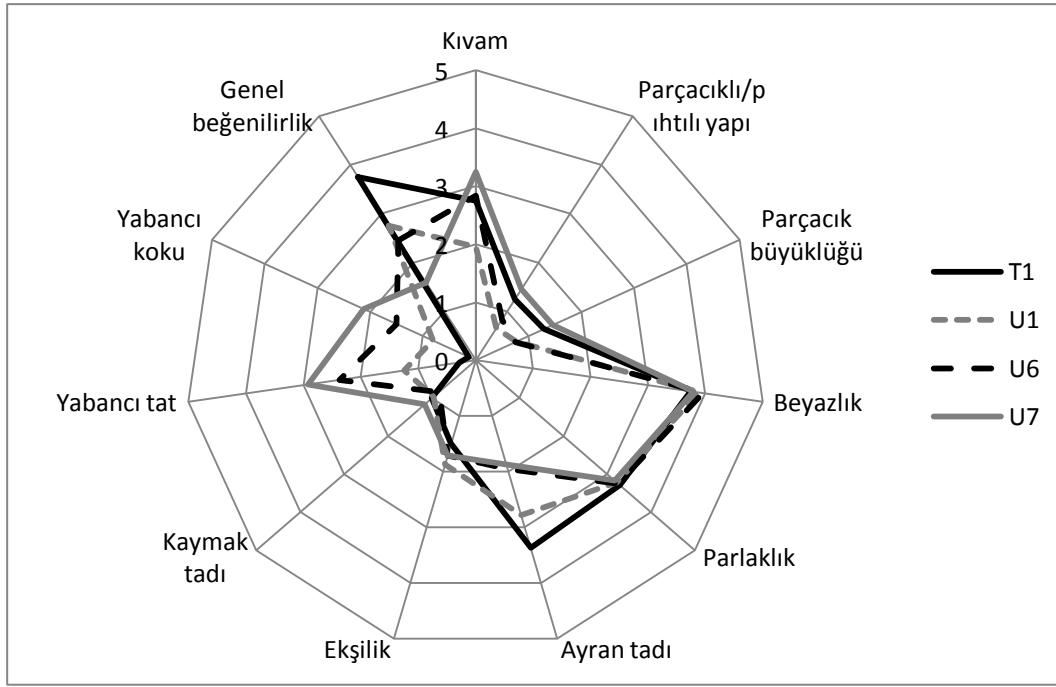
Şekil 4.9 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağlı ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C’de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi, T2: 60°C’de 10 dakika ısıtma işlemi, K: Kontrol (işlem uygulanmamış).

4.2.2.3 Duyusal analiz sonuçları

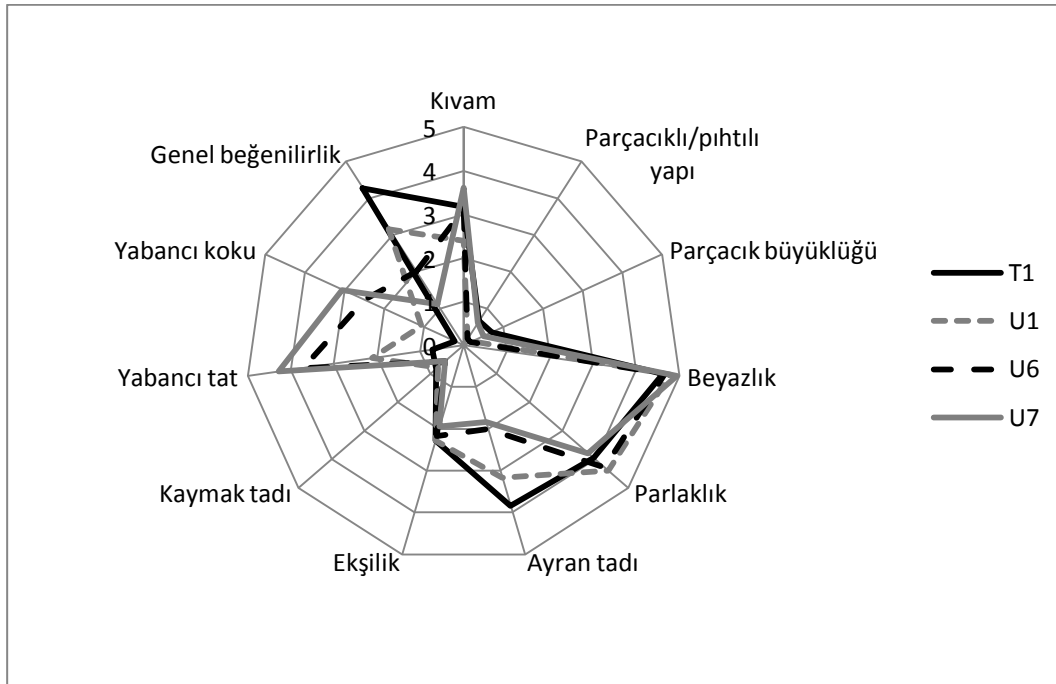
Ayran örneklerinin yapı ve tat özelliklerinin depolamanın 1., 10. ve 20. günlerinde değişimi Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12’de verilmiştir. Panelistler tarafından %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekler (U6 ve U7) ile ısıtma işlemi uygulanan örneğin (T1) kıvamı, parçacıklı/pıhtılı yapısı ve parçacık büyüklüğü arasında fark algılanmamıştır ($p>0,05$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin (U1) kıvamı ısıtma işlemi uygulanan örneğin kıvamından daha düşük bulunmuştur ($p=0,021$). Depolama boyunca örneklerin kıvamlarında değişim görülmemiştir ($p=0,260$). %25 güçte 20°C ve 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U1 ve U6), işlem sırasındaki örnek sıcaklığının parçacıklı/pıhtılı yapıya ve parçacık büyüklüğüne etkisi görülmemiştir ($p=0,788$; $p=0,998$). Depolamanın ilk 10 gününde parçacıklı/pıhtılı yapının ve parçacık büyüklüğünün azaldığı ($p=0,000$) fakat 10. günden sonra önemli bir değişikliğin olmadığı ($p=0,104$; $p=0,771$) görülmüştür. Örneklerin beyazlığı ve parlaklığı arasında fark görülmemiştir ($p>0,05$). Depolamanın ilk 10 gününde beyazlığın arttığı görülürken ($p=0,000$); 10. günden sonra beyazlıkta önemli bir değişim görülmemiştir ($p=0,268$).

Ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadının ısıl işlem uygulanan örneğe göre daha az olduğu görülmüştür. %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnek (U7) ile %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin (U1) ayran tadı arasında panelistler tarafından algılanmıştır ($p=0,009$). Fakat %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanarak üretilen örneklerin (U6 ve U7) ayran tadında fark algılanmamıştır ($p=0,996$). Depolama süresine bağlı olarak örneklerin ayran tadında önemli bir değişme algılanmamıştır ($p=0,744$).

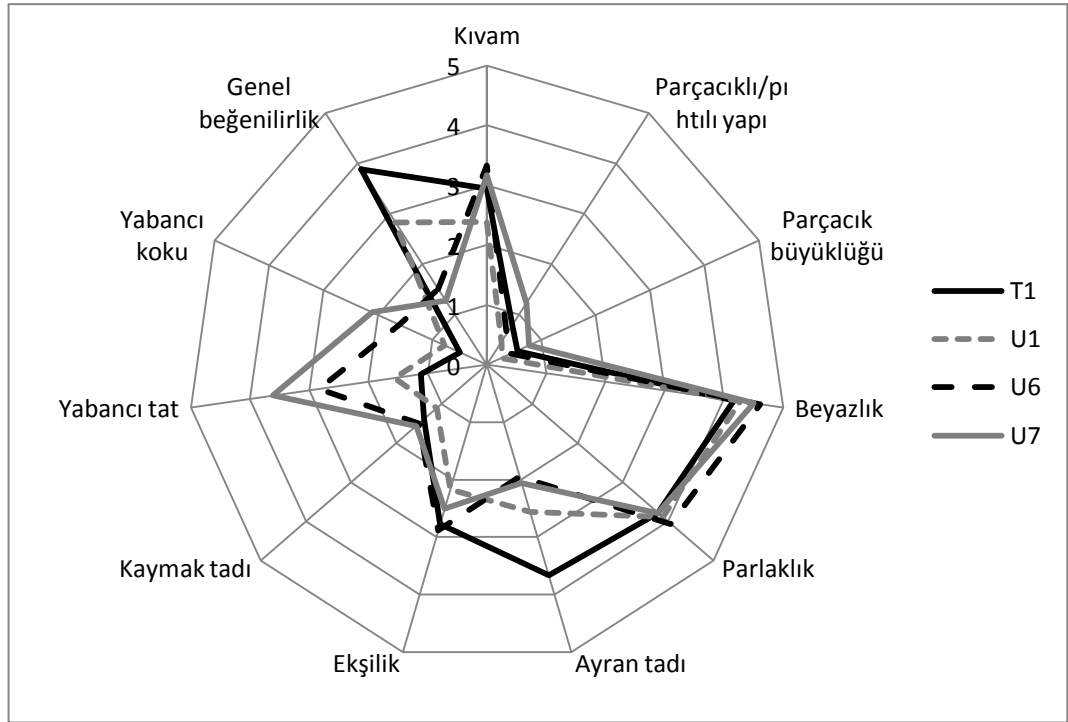
Ultrases işlemleri ve ısıl işlem uygulanan örneklerin ekşiliği ve kaymak tadı arasında fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolama boyunca ekşilikte artış görülmüştür ($p=0,032$). Algılanan kaymak tadında da 10. günden itibaren artış görülmüştür ($p=0,004$). Ultrases işlemi uygulanan örneklerde belirgin yabancı tat algılanırken, ısıl işlem uygulanan örnekte yabancı tat algılanmamıştır. %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U6 ve U7) algılanan yabancı tatta farklılık bulunmamaktadır ($p=0,260$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U1), %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklere (U6 ve U7) kıyasla daha az yabancı tat hissedilmiştir ($p=0,000$). Örneklerde algılanan yabancı tatta özellikle depolamanın ilk 10 gününde arttığı görülmüştür ($p=0,003$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U1) ile ısıl işlem uygulanan örnekte yabancı koku hissedilmezken; %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U6 ve U7) belirgin yabancı koku hissedilmiştir ve hissedilen yabancı kokuda farklılık bulunmamıştır ($p=0,300$). Ultrases işlemi uygulanan örneklerde uygulanan güç ve sıcaklık birlikte arttığında hissedilen yabancı tat ve koku belirginleşmiştir. Depolama boyunca örneklerde hissedilen yabancı kokuda değişim olmamıştır ($p>0,05$). Ultrases işlemleri uygulanan örneklerde hissedilen yabancı tat ve koku metalimsi, yanık olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemleri uygulanan ayran örneklerinin (U1, U6 ve U7) genel beğenilirliği ısıl işlem uygulanan ayran örneğinden (T1) daha düşük bulunmuştur. Uygulanan ultrases gücü ve örnek sıcaklığı birlikte arttığında genel beğenin azaldığı görülmüştür. Depolama boyunca örneklerin genel beğenilirliğinde değişme olmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4.10 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.



Şekil 4.11 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 10. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısı l işlem.



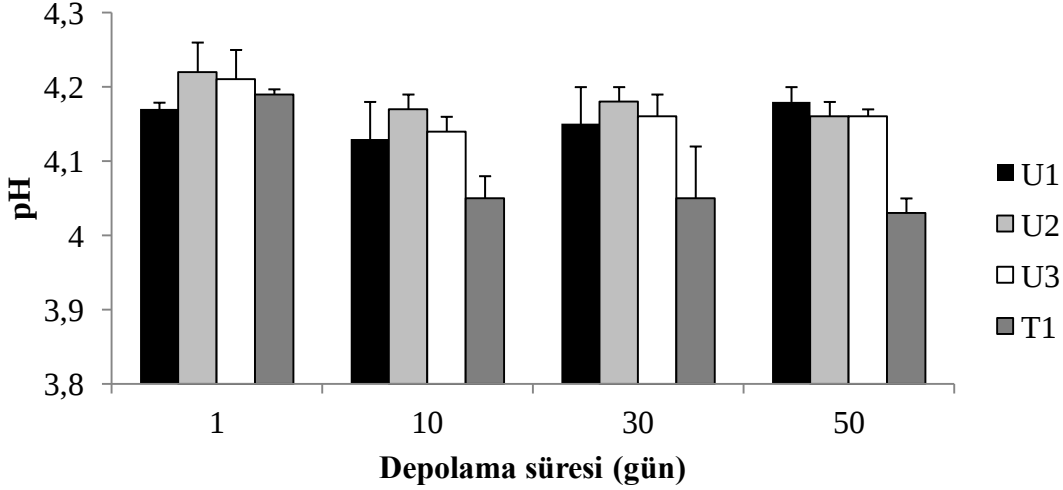
Şekil 4.12 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının kısa ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 20. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. U1:%25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7:%100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T1:85°C de 30 dakika ısıtma işlemi.

4.2.3 Yağsız süttan üretilen tuzlu ayran örnekleri

4.2.3.1 pH

Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının yağsız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.13'te verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında uygulanan ultrases ve ısıtma işlem uygulanan örneklerin pH'sında önemli bir farklılık olmamıştır ($p=0,372$). Depolamanın 30. ve 50. günlerinde ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U1, U2 ve U3) pH'sında farklılık olmamış ve 85°C de 30 dakika ısıtma işlem uygulanan örneğe kıyasla (T1) yaklaşık 0,1 düzeyinde daha fazla pH değeri ölçülmüştür.

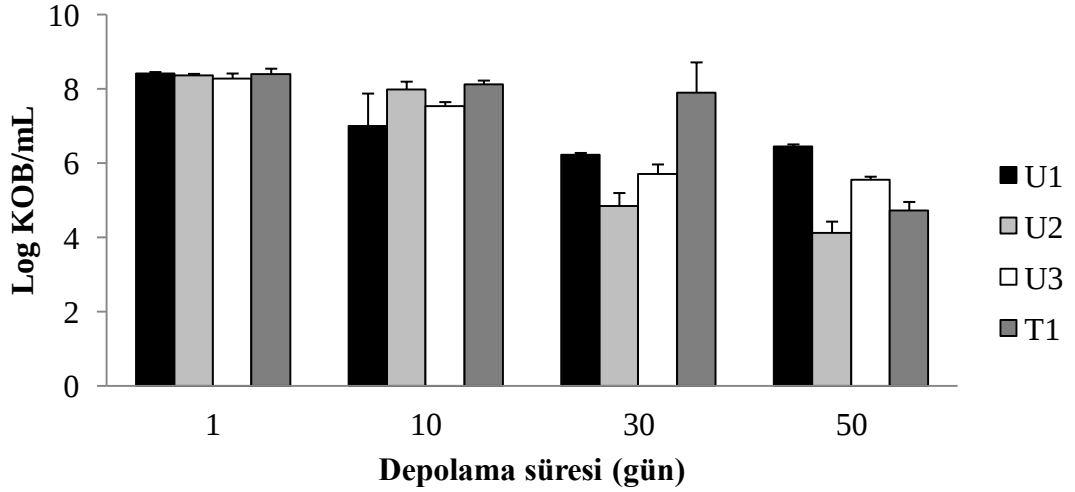


Şekil 4.13 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güç te 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U2: %25 güç te 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U3: %100 güç te 60°C de 30 dakika ultras ses işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.

4.2.3.2 Mikrobiyolojik bulgular

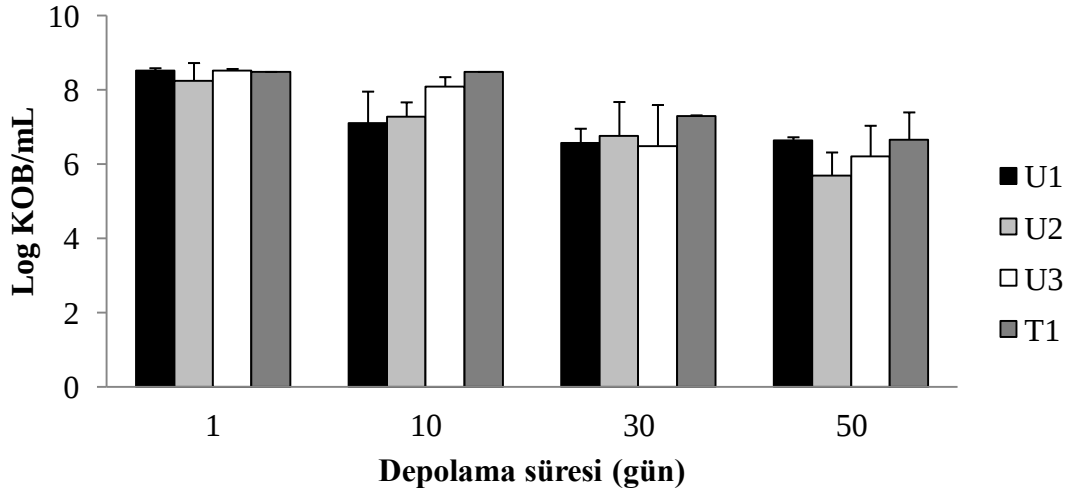
Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil ve streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'te verilmiştir.

Ultras ses ve ısı l işlem uygulanan örneklerin laktobasil sayısı depolamanın başında 8,28 - 8,41 log kob/ml arasında bulunmuştur. Depolama boyunca laktobasil sayısında azalma eğilimi görülmüştür ($p=0,000$). Depolamanın 1. ve 10. günlerinde uygulanan ultras ses ve ısı l işlemin laktobasil sayısına etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,324$; $p=0,212$). Depolamanın 30. gününde ultras ses işlemi uygulanan örneklerin laktobasil sayısında fark bulunmazken ($p=0,128$); 60°C de ultras ses işlemi uygulanan örneklerin (U2 ve U3) laktobasil sayısı ısı l işlem uygulanan örneğe (T1) kıyasla daha düşük bulunmuştur ($p=0,01$; $p=0,031$). Depolamanın 50. gününde %25 güç te 20°C de 10 dakika ve %100 güç te 60°C de 30 dakika ultras ses işlemi uygulanan örneklerin (U1 ve U3) laktobasil sayısı ısı l işlem uygulanan örneğe (T1) kıyasla 1 – 2 log daha fazla tespit edilmiştir ($p=0,004$; $p=0,049$). %25 güç te 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi uygulanan örneğin (U2) laktobasil sayısı 85°C de 30 dakika ısı l işlem uygunan örnek (T1) ile benzer bulunmuştur ($p=0,120$).



Şekil 4.14 : Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağsız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem.

Ultrases ve ısıtım işlem uygulanan örneklerde streptokok sayısı depolamanın başında 8,25 - 8,52 log kob/ml arasında bulunmuştur. Depolama boyunca streptokok sayısı üzerine uygulanan ultrases ve ısıtım işlemlerin etkisi önemli bulunmamıştır ($p=0,099$). Streptokok sayısında depolama boyunca azalma eğilimi görülmüştür.



Şekil 4.15 : Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının yağsız ve tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıtım işlem.

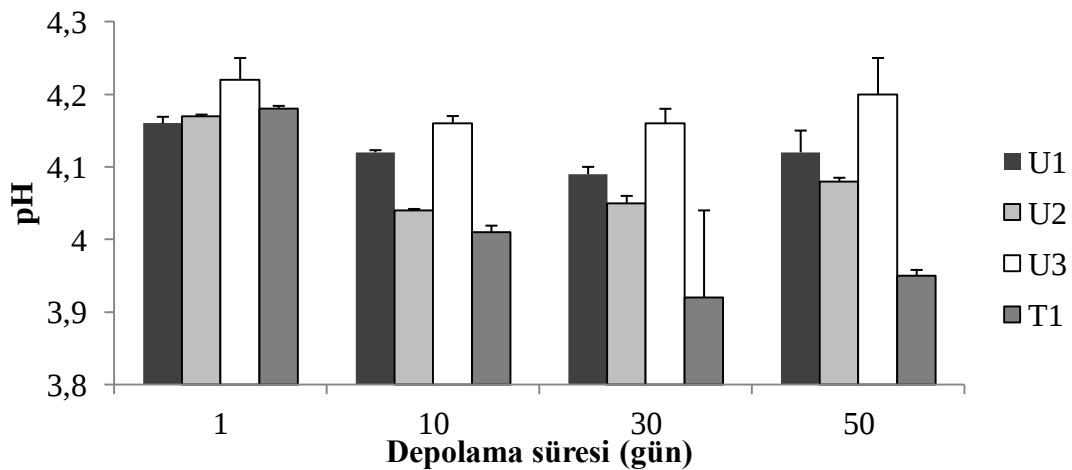
Yağsız sütler aseptik dolum olmadan temin edildiğinden TMAB sayısı başlangıçta 4 log kob/ml olarak bulunmuş fakat zamanla önemli bir değişiklik olmamıştır. Depolamanın 10. gününde bütün örneklerde küf-maya sayısı sınır değeri olan 2 log'un altında bulunmuştur. Depolamanın 30. gününde ise %25 güçte 20°C de 10 dakika ve %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekler ile ısıt işlem uygulanan örneklerde 4 log kob/ml'nin üzerinde küf-maya sayısı bulunurken; %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte 2,34 log kob/ml bulunmuştur. Depolamanın 10. gününden sonra küf-maya sayısının tebliğde belirtilen 2 log kob/ml değerini aştığı görülmüştür.

4.2.4 Yağsız süttten üretilen tuzsuz ayran örnekleri

4.2.4.1 pH

Ultrases ve ısıt işlem uygulamalarının yağsız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.16'da verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin (U3) pH'sı %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekten (U1) 0,6 düzeyinde daha fazla bulunmuştur ($p=0,035$). Depolamanın 30. ve 50. günlerinde ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U1, U2 ve U3) pH'sında farklılık olmamış ve 85°C de 30 dakika ısıt işlem uygulanan örneğe kıyasla (T1) yaklaşık 0,1 düzeyinde daha fazla pH değeri ölçülmüştür ($p=0,005$)

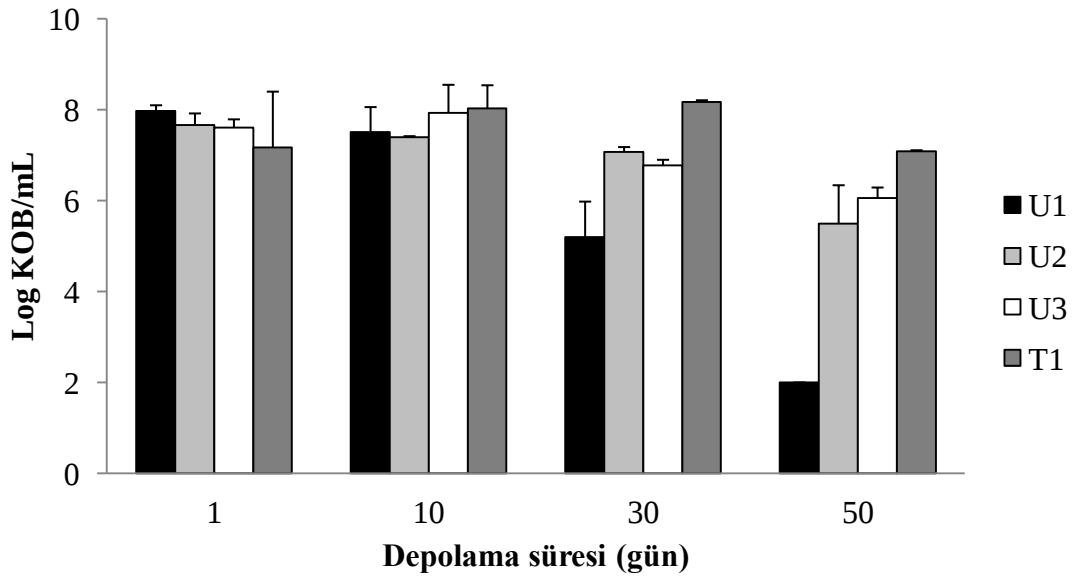


Şekil 4.16 :Ultrases ve ısıt işlem uygulamalarının yağsız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıt işlem.

4.2.4.2 Mikrobiyolojik bulgular

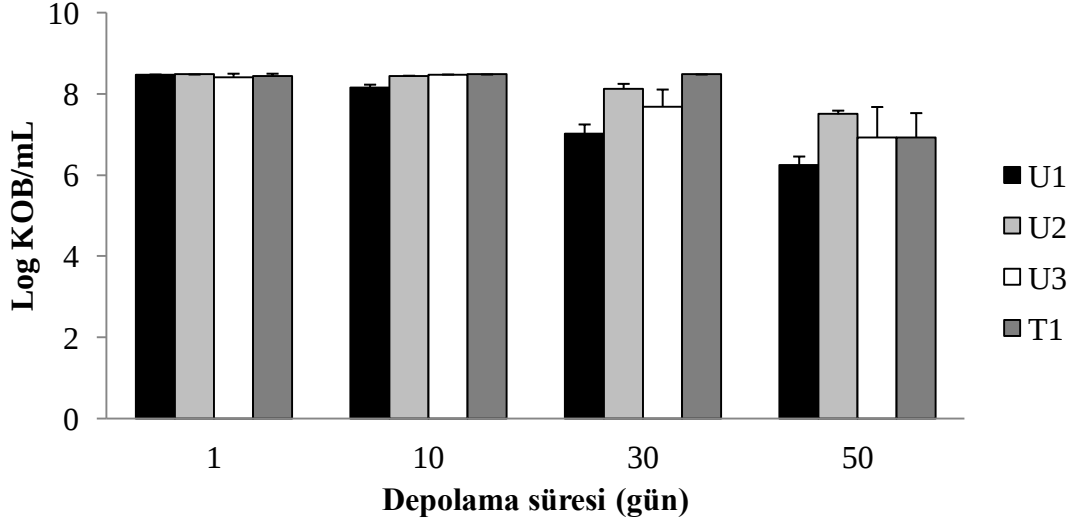
Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının yağsız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil ve streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

Ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerde laktobasil sayısı depolamanın başında 7,17 - 7,98 log kob/ml arasında bulunmuştur. Depolamanın ilk 10 günü örneklerin laktobasil sayısında önemli bir değişme olmazken; 30. ve 50. günlerde azalma eğilimi görülmüştür ($p=0,025$; $p=0,000$). %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin laktobasil sayısında depolamanın 30. gününde başlangıca kıyasla yaklaşık 2 log ($p=0,016$), 50. gününde ise 5 log azalma olmuştur ($p=0,000$).



Şekil 4.17 :Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının yağsız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısıl işlem.

Ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerde depolamanın başında 8,4 log kob/ml streptokok sayısı bulunmuştur. Depolamanın ilk 10 gün örneklerin streptokok sayısında önemli bir değişiklik olmamış ($p=0,972$), depolamanın 30. ve 50. günlerinde azalma eğilimi görülmüştür ($p=0,000$). Depolama boyunca uygulanan ultrases işlemleri ile ısıl işlem uygulaması arasında fark bulunmamıştır.



Şekil 4.18 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının yağ sız ve tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güç te 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U2: %25 güç te 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U3: %100 güç te 60°C de 30 dakika ultras ses işlemi, T1: 85°C de 30 dakika ısı l işlem.

Yağ sız sütler aseptik dolum olmadan temin edildiğ inden TMAB sayısı depolamanın baş ında 4 log kob/ml bulunmuş ve zamanla TMAB sayısında önemli bir değ iş iklik olmamıştır. Depolama boyunca %25 güç te 20°C ve 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi uygulanan örnekler ile ısı l işlem uygulanan örneklerin kü f-maya sayısı sınır değ eri olan 2 log kob/ml'den az bulunmuştur. %100 güç te 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi uygulanan örnekte ise depolamanın ilk 30 günü sınır değ erinin altında kü f-maya geliş mesi olurken, 30. günden sonra 2,7 log artış görülmüştür, bu artış ın nedeni kontaminasyon kaynaklı olabilir.

4.2.5 Tartış ma

-pH

Depolama boyunca örneklerin pH's ında ilk 10 gün önemli düş üş göz lenmiştir. Ultras ses işlemi uygulanan örneklerin pH's ı arasında farklılıklar olmamıştır. Ultras ses işlemi uygulanan örneklerin pH's ı ısı l işlem uygulanan örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

-Starter bakteriler

Uygulanan ultras ses iş lemleri laktobasil ve streptokok bakteriler üzerinde önemli bir avantaj sağlamamıştır.

Literatürde yüksek güçlü ultrases işleminin kısa ömürlü ayran üretiminde kullanımına ilişkin çalışma bulunmamakta, fakat ısıtma işlem uygulamasının kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Walkling-Ribeiro ve diğ. (2011) yağsız çiğ sütte depolamanın başında 6,4 log kob/ml toplam laktik asit bakterisi bulunduğunu, 75°C sıcaklıkta 24 dakika ısıtma işlem uygulamasının laktik asit bakteri sayısında 2 log azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada depolamanın ilk 7 gününde laktik asit bakteri sayısının 0,5 log daha azaldığı, depolamanın 35. gününde ise 3,2 log kob/ml toplam laktik asit bakterisinin bulunduğunu bildirilmiştir.

Şeker (2008) 95°C de 10 dakika ısıtma işlem uygulaması ile ürettip 4°C de depoladığı ayranlarda depolamanın başında 4,91 log kob/ml *Lactobasillus* spp. bulunduğunu belirtmiştir. Yüksek sıcaklıkta uygulanan ısıtma işlem laktobasil sayısının başlangıç yükünün az olmasına neden olmuş olabilir. Laktobasil sayısında depolamanın ilk 14 günü azalma olup 4,20 log kob/ml olarak bulunduğunu, sonraki günlerde ise artış görülüp 56. günde 6,68 log kob/ml laktobasil bulunduğu bildirilmiştir. Bu artış depolama sırasında oluşan metabolitlerin laktobasil gelişimini teşvik etmesi sonucu gerçekleşmiş olabilir. Depolama sonunda %25 güçte 20°C de ultrases uygulanan örnek ile 85°C de 30 dakika ısıtma işlem uygulanan örneğin laktobasil sayısı Şeker (2008)'e kıyasla daha fazla bulunmuştur. Koçak ve diğ. (2006) 85°C de 15 dakika ısıtma işlem uygulaması ile ürettip 5°C de 7 gün depoladığı ayranların laktobasil sayısında 7 gün boyunca değişim olmayıp 8,4 log kob/ml laktobasil bulunduğunu bildirmiştir. Değişim meydana gelmemesinin nedeni olarak da kısa depolama süresi verilmiştir. Benzer şekilde Özünlü (2005) 85°C de 5 dakika ısıtma işlem uygulaması ile ürettip 4°C de 14 gün depoladığı ayranların laktobasil sayısının depolama başlangıcında 8,3 log kob/ml olduğunu, 14 gün depolama sonunda önemli bir değişim görülmeyle 7,9 log kob/ml laktobasil bulunduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen veriler, bulunan laktobasil sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan çalışmada yağlı süttten üretilen tuzlu ve tuzsuz ayranların laktobasil sayıları kıyaslandığında depolamanın ilk 10 gününde örneklerde bulunan tuzun laktobasiller üzerine etkisinin olmadığı ($p=0,0735$); depolamanın 30. ve 50. günlerinde ise tuzlu örneklerde tuzsuz örneklere kıyasla 0,7 log daha fazla laktobasil bulunduğu görülmüştür ($p=0,014$). Yağsız süttten tuzlu ve tuzsuz olarak hazırlanan ayran

örneklerinde bulunan laktobasiller üzerine tuzun etkisi görülmemiştir ($p=0,155$). Yağlı sütün üretilen ve ultrases işlemi uygulanan örneklerin laktobasil sayısı yağsız sütün üretilen örneklerle kıyasla 0,7 log daha fazla bulunmuş ($p=0,004$) özellikle düşük güç ve sıcaklıkta ultrases işlemi uygulanan örnekte bu etki daha net bir şekilde görülmüştür. Yağ ve tuz interaksiyonu laktobasiller üzerinde önemli bulunmamıştır. Isıl işlem uygulanan örneğin laktobasil sayısı üzerine örneğin yağlı ya da yağsız olması etkili değildir.

Şeker (2008) 95°C de 10 dakika ısıl işlem uygulaması ile ürettip 4°C de depoladığı ayranlarda depolamanın başında 8,22 log kob/ml Laktik *Streptococcus* spp. bulunduğunu belirtmiştir. Streptokok sayısının depolama boyunca genel olarak artış gösterip depolamanın 42. günü 10,43 log kob/ml, 56. günde ise 9,1 log kob/ml streptokok bulunduğunu bildirmiştir. Şeker (2008)'in bulduğu sonuçların aksine, Koçak ve diğ. (2006) 85°C de 15 dakika ısıl işlem uygulaması ile ürettip 5°C de 7 gün depoladığı ayranların streptokok sayısının depolamanın 1. ve 7. gününde sırasıyla 8,47 ve 8,53 log kob/ml streptokok bulunduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Özünlü (2005) 85°C de 5 dakika ısıl işlem uygulaması ile ürettip 4°C de 14 gün depoladığı ayranlarda depolama başında 8,7 log kob/ml streptokok bulunup depolamanın ilk 7 günü değişim olmadığını, depolamanın 14. gününde ise streptokok sayısının azalarak 8,5 log kob/ml olduğunu bildirmiştir.

Yapılan çalışmada yağlı örneklerde depolama boyunca elde edilen ortalama streptokok sayısı yağsız örneklerle kıyasla daha az bulunmuştur ($p=0,0065$). Yağ ve tuz interaksiyonu streptokoklar üzerine önemli bulunmuş ($p=0,000$), streptokok sayısı yağsız ve tuzsuz örneklerde daha fazla; yağlı ve tuzsuz örneklerde ise daha az bulunmuştur.

Vinderola ve diğ. (2002) laktik asit bakterilerinin genel olarak tuza karşı hassas olduğunu, bu bakterilerde en hassas olanların ise *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* olduğunu bildirmiştir.

-Toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya

Yağlı ayran örneklerinde depolama sonunda TMAB ve küf-maya sayısı bütün örneklerde 2 log veya daha az olarak bulunduğu için ultrases ve ısıl işlem etkisi görülmemiştir. Yağsız ayran örneklerinde sütler aseptik dolum olmadan temin edildiğinden depolamanın başında bütün örneklerde TMAB sayısı 3 log ve üzerinde

bulunmuş fakat depolama boyunca örneklerin TMAB sayısında önemli bir artış olmamıştır. Aseptik dolum olmamasından dolayı yağsız tuzlu ve tuzsuz örneklerin küf-maya sayısı da depolamanın başında 2 log ve altında bulunmuştur. Tuzlu örneklerde depolama sonunda 4 log seviyelerinde küf-maya bulunurken; tuzsuz örneklerde önemli bir artış olmamıştır.

Literatürde yüksek güçlü ultrases işleminin fermente süt ürünlerinde kullanımına ilişkin çalışma bulunmamasına karşın sütte yapılan çalışmalar mevcuttur.

Chouliara ve diğ. (2010) homojenize pastörize süte 0 (kontrol örneği), 2, 4, 8, 16 dakika ultrases işlemi uygulamış ve uygulanan ultrases işlem süresinin artmasıyla örnekte bulunan toplam bakteri sayısının işlem uygulanmayan kontrol örneğine kıyasla azaldığı görülmüştür.

Walkling-Ribeiro ve diğ. (2011) yağsız çiğ sütte 6,4 log kob/ml toplam mezofilik aerobik bakteri bulunduğunu, 75°C sıcaklıkta 24 dakika ısıtma uygulamasının TMAB sayısında 2 log azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada depolamanın ilk 7 gün TMAB gelişmesinde önemli bir değişim görülmediği fakat depolamanın ilerleyen günlerinde TMAB sayısında artış olduğunu ve depolamanın 35. gününde 8,7 log kob/ml TMAB bulunduğu bildirmiştir. Aynı çalışmada çiğ sütte 5,6 log kob/ml küf-maya bulunduğu, 75°C sıcaklıkta 24 dakika ısıtma uygulamasının küf-maya sayısında 4 log azalma sağladığı ve depolama boyunca da küf-maya sayısında önemli bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada çiğ sütün bakteriyükünün fazla olmasından dolayı ve uygulanan ısıtma işlem sıcaklığının yeteri kadar yüksek olmamasından dolayı gerekli inaktivasyonun sağlanamadığı ve bundan dolayı da bakteri sayısının depolamanın ilerleyen günlerinde arttığı görülmüştür.

Şeker (2008) 95°C de 10 dakika ısıtma uygulaması ile ürettip 4°C de depoladığı ayranlarda depolamanın başında 7,76 log kob/ml TMAB bulunduğunu ve TMAB sayısının depolama boyunca artarak 56. günde 8,35 log kob/ml olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada depolama boyunca küf gelişimi gözlenmediği, maya gelişiminin ise depolamanın başında 1,00 log kob/ml olduğunu ve depolama boyunca artarak 56. günde 6,29 log kob/ml maya bulunduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada daha düşük sıcaklıkta ısıtma uygulamasına rağmen 50 günlük depolama boyunca 2 log kob/ml'nin altında TMAB ve küf-maya tespit edilmiştir. Ayranlardaki TMAB ve

maya sayısının fazla olmasının üretimin yapıldığı işletmede iyi üretim tekniklerinin uygulanmamasına bağlı üretim sonrası kontaminasyon kaynaklı olabileceğini belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmaya benzer sonuçlar Özünlü (2005) tarafından bulunmuş ve 85°C de 5 dakika ısıtma işlemi uygulaması ile üretilen 4°C de 14 gün depoladığı ayranlarda küf-maya sayısını sınır değerinin çok altında bulunduğunu bildirmiştir.

-Duyusal analiz

Yapılan çalışmada 20°C de ultrases işlemi uygulanan örneğin kıvamı 60°C de ultrases işlemi uygulanan örnekten ve 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi uygulanan örnekten düşük bulunmuş, örneğin kıvamı üzerine sıcaklık etkisi görülmüştür. Artan ultrases gücünün kıvama etkisi bulunmamıştır. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadı ısıtma işlemi uygulanan örneğe göre daha az bulunmuştur. Ultrases işlemi örneklerde belirgin yabancı tat ve kokuya neden olmuş, bu tat ve koku metalimsi, yanık olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin genel beğenilirliği ısıtma işlemi uygulanan örnekten düşük bulunmuştur. Uygulanan ultrases işlem gücü ve örnek sıcaklığı arttıkça örneklerde algılanan yabancı tat ve koku artmış, genel beğeni azalmıştır. Duyusal olarak 85°C de 30 dakika ısıtma işlemi uygulamasına en yakın genel beğenilirliği sağlayan örnek %25 güçte 20°C de ultrases uygulaması olarak bulunmuştur. Tuzlu ve tuzsuz örneklerde duyusal açıdan farklılık bulunmamıştır.

Chouliarave ve diğ. (2010) pastörize sütle yaptıkları çalışmada tadın kokuya göre ultrases işlemine karşı daha hassas olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada ultrases işlemi uygulanan tüm örneklerin kontrole göre eşit veya daha düşük puanlar aldığı, özellikle de 16 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin en düşük puanı aldığı belirtilmiştir. Ultrases işlemi uygulanan örneklerdeki istenmeyen tat tam olarak tanımlanamamakla birlikte yanık- yabancı tat (Chouliara ve diğ., 2010) istenmeyen kokuyu da yanık lastik kokusu (Riener ve diğ., 2009) olarak tanımlanmaktadır. Riener ve diğ. (2009) ultrases işlemi uygulanan sütlerde foto-oksidasyonla oluşan hidroperoksitlerin parçalanmasıyla oluşan benzen, toluen, heksanol gibi bileşenlerin sütlerde istenmeyen kokuya neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca aynı çalışmada bu bileşenlerin yanık tada da neden olduğu bunda ultrases işleminin süt endüstrisinde kullanım potansiyelini engelleyebileceği; oluşan yanık tat ve kokunun ultrases işlem gücünün 400 W'dan 100 W'a düşürülmesiyle azaltılabileceği fakat tamamen yok edilemeyeceği belirtilmiştir.

Riener ve diğ. (2010) termosonikasyon işlemi uygulanan sütlerin ısıtma işlemi uygulananlara kıyasla ilk bakışta daha beyaz renkte olduğunu bildirmiştir. Bunun da sonikasyon işlemi ile sütlerin daha iyi homojenize edilmesine bağlı olarak daha uniform ürün elde edilmesine ve ısıtma işlemi uygulanan örneklerde ısı etkisine bağlı olarak meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Riener ve diğ. (2010) termosonikasyon işlemi uygulanan %0,1 yağ içeren sütlerden üretilen yoğurtların da ısıtma işlemi uygulananlara kıyasla daha beyaz renkte olduğunu ve bu yoğurtların genel kabul edilebilirliğinin ısıtma işlemi uygulananlara kıyasla daha yüksek puan aldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada termosonikasyon işlemi uygulanan %1,5 yağ içeren sütlerden üretilen yoğurtların tat ve renk özelliklerinin ısıtma işlemi uygulanan yoğurtlarla benzer olduğu fakat yapı ve koku özellikleri açısından termosonikasyon işlemi uygulanan örneklerin daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Bermudez- Aguirre ve diğ. (2009) termosonikasyon işlemi uygulanan sütlerin daha homojen bir renge sahip olduğunu ve %100 güçte termosonikasyon uygulanan sütlerin ısıtma işlemi uygulananlara kıyasla daha beyaz olduğunu bildirmişlerdir. Bunun da termosonikasyon işlemi uygulanan sütlerde oluşan serbest radikallerin esmerleşme reaksiyonu sonucu oluşan pigmentleri azaltarak kahverenginin oluşumunu engelleyerek sağlandığını belirtmişlerdir.

Şeker (2008) 95°C de 10 dakika ısıtma işlemi uygulaması ile ürettirip 4°C de depoladığı ayran örneklerinin kıvamının genel olarak depolama boyunca azalma eğilimi gösterdiğini bildirmiştir.

4.3 Uzun Ömürlü Ayran

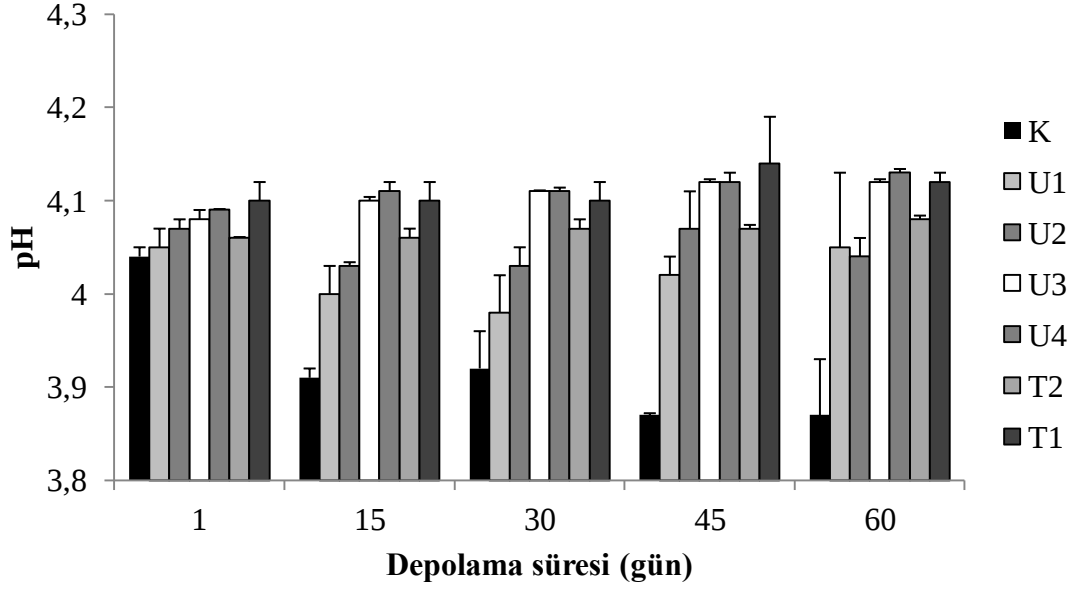
4.3.1 Tuzlu örnekler

4.3.1.1 pH

%25 güçte ultrases ve ısıtma işlemi uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.19'da verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %25 güçte 60°C de ultrases işlemi uygulanan örneklerin pH'sı işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 0,04 düzeyinde daha fazla bulunmuştur ($p=0,042$; $p=0,030$). Depolamanın 60. gününde ultrases ve ısıtma işlemi

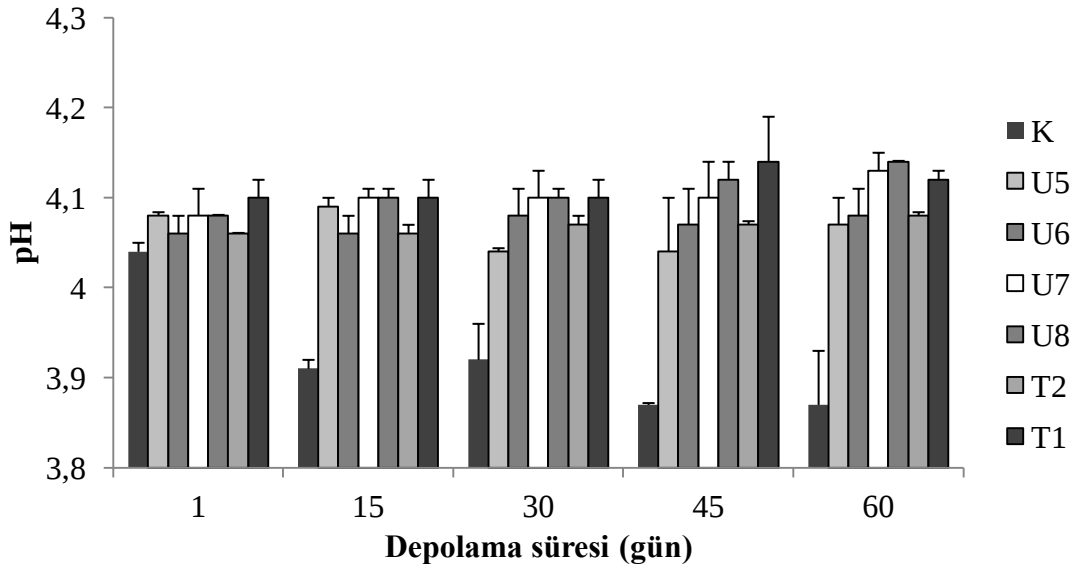
uygulanan örneklerin pH'sı arasında farklılık bulunmamış ve işlem uygulanmayan örnekten (K) 0,2-0,3 düzeyinde daha fazla bulunmuştur ($p=0,003$). Ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerin pH'sında zamanla önemli bir değişim olmamıştır.



Şekil 4.19 : %25 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıl işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıl işlem.

%100 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.20'de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerin pH'sı ile işlem uygulanmayan örneğin (K) pH'sı arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,109$). Depolamanın 60. gününde ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerin pH'sı arasında farklılık bulunmamış ve işlem uygulanmayan örnekten (K) 0,3 düzeyinde daha fazla bulunmuştur ($p=0,003$). Ultrases ve ısıl işlem uygulanan örneklerin pH'sında zamanla önemli bir değişim olmamıştır.



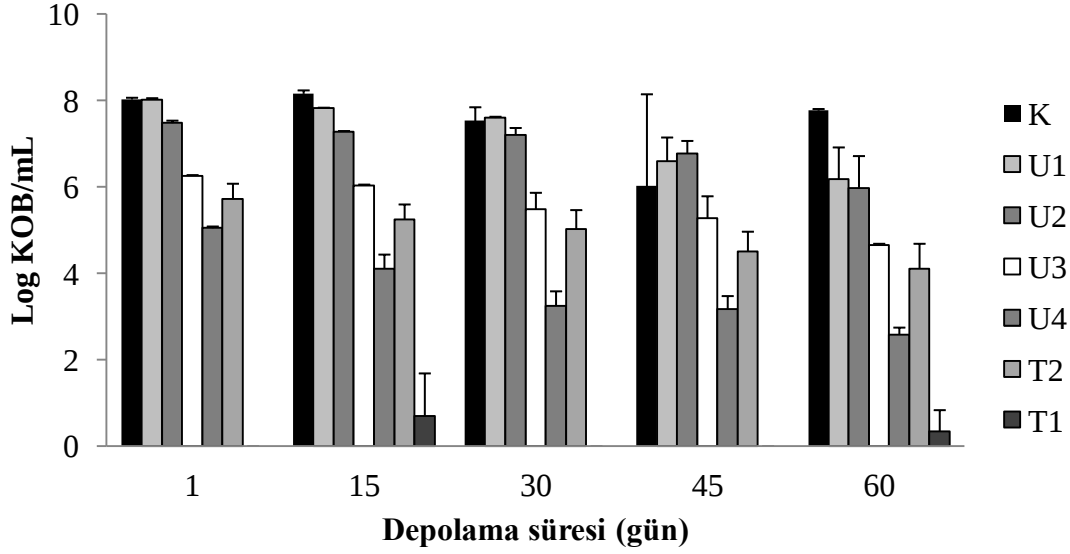
Şekil 4.20 :%100 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.

4.3.1.2 Mikrobiyolojik bulgular

-Starter bakteriler

%25 güçte ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi Şekil 4.21’de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %25 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1 ve U2) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 0 - 0,5 log düzeyinde ($p=1,000$; $p=0,054$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 1,8-3 log düzeyinde ($p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. Depolamanın 60. gününde %25 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1 ve U2) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 1,5 – 1,7 log düzeyinde ($p=0,146$; $p=0,092$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 3 – 5 log düzeyinde ($p=0,006$; $p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U3 ve U4) meydana gelen inaktivasyon 60°C de 10 dakika ısıtım uygulamasıyla (T2) benzer bulunduğundan ($p=0,924$; $p=0,184$), ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama boyunca görülen bu inaktivasyon değerleri 70°C de 10 dakika uygulanan ısıtım işlemle karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır.

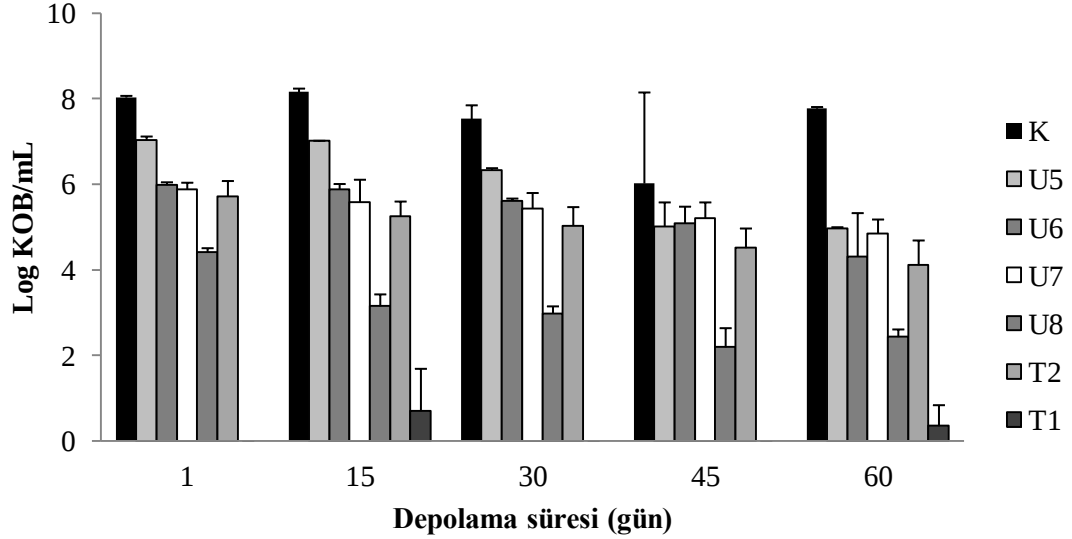


Şekil 4.21 : %25 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıl işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıl işlem.

%100 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi Şekil 4.22’de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %100 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U5 ve U6) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 1 – 2 log ($p=0,000$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 2 – 3,5 log ($p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. Depolamanın 60. gününde %100 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U5 ve U6) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 2,5 – 3 log ($p=0,009$; $p=0,003$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 3 – 5log ($p=0,008$; $p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U7 ve U8) meydana gelen inaktivasyon 60°C de 10 dakika ısıl işlem uygulamasıyla (T2) benzer bulunduğundan ($p=0,765$; $p=0,127$), ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama boyunca görülen bu inaktivasyon değerleri 70°C de 10 dakika uygulanan ısıl işlemle karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır.

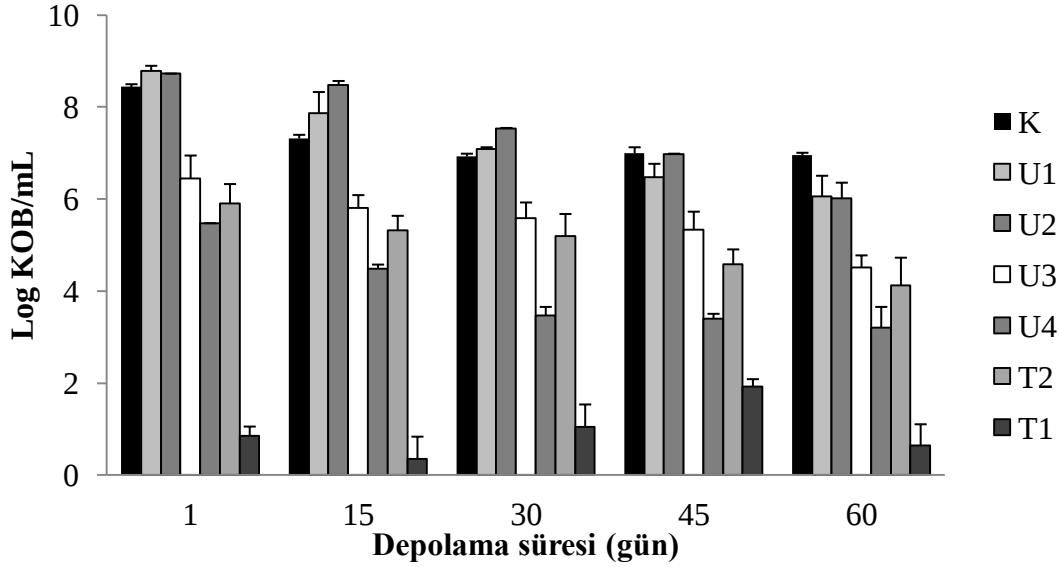
Ultrases işlemi uygulanan örneklerde depolamanın ilk 30 günü laktobasil sayısında önemli bir değişim olmamış ($p=0,165$), depolamanın 45. gününde 1 – 1,5 log azalma olmuştur ($p=0,022$).



Şekil 4.22 : %100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi.

%25 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.23'te verilmiştir.

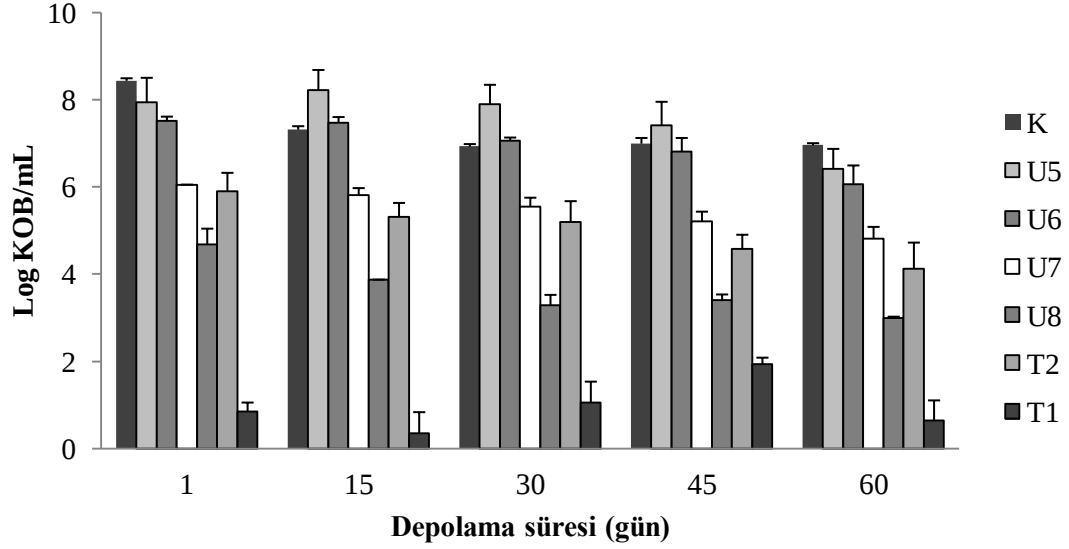
Depolamanın başlangıcında %25 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1 ve U2) işlem uygulanmayan örnekle (K) benzer inaktivasyon ($p=0,857$; $p=0,917$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 2 - 3 log düzeyinde ($p=0,002$; $p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. Depolamanın 60. gününde %25 güçte 20°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1 ve U2) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 1 log düzeyinde ($p=0,604$; $p=0,568$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 3 – 4 log düzeyinde ($p=0,02$; $p=0,002$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U3 ve U4) meydana gelen inaktivasyon 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi uygulamasıyla (T2) benzer bulunduğundan ($p=0,981$; $p=0,593$), ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama boyunca görülen bu inaktivasyon değerleri 70°C de 10 dakika uygulanan ısıtma işlemle karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır.



Şekil 4.23 : %25 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi.

%100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.24'te verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %100 güçte 20°C de ultrases işlemi uygulanan örnekler (U5 ve U6) işlem uygulanmayan örnek (K) benzer streptokok yüküne sahiptir ($p=0,719$; $p=0,167$). 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 2,5 – 4 log ($p=0,001$; $p=0,000$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. Depolamanın 60. gününde %100 güçte 20°C de ultrases işlemi uygulanan örnekler (U5 ve U6) işlem uygulanmayan örnek (K) ile benzer streptokok azalması göstermiştir ($p=0,913$; $p=0,578$), 60°C de uygulanan ultrases işlemleri ise (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 2 – 4log ($p=0,031$; $p=0,001$) daha fazla inaktivasyon sağlamıştır. 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U7 ve U8) meydana gelen inaktivasyon 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi uygulamasıyla (T2) benzer bulunduğundan ($p=0,786$; $p=0,363$), ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Depolama boyunca görülen bu inaktivasyon değerleri 70°C de 10 dakika uygulanan ısıtma işlemle karşılaştırıldığında yetersiz kalmıştır. Streptokok sayısı üzerine depolamanın etkisi önemli bulunmamıştır.



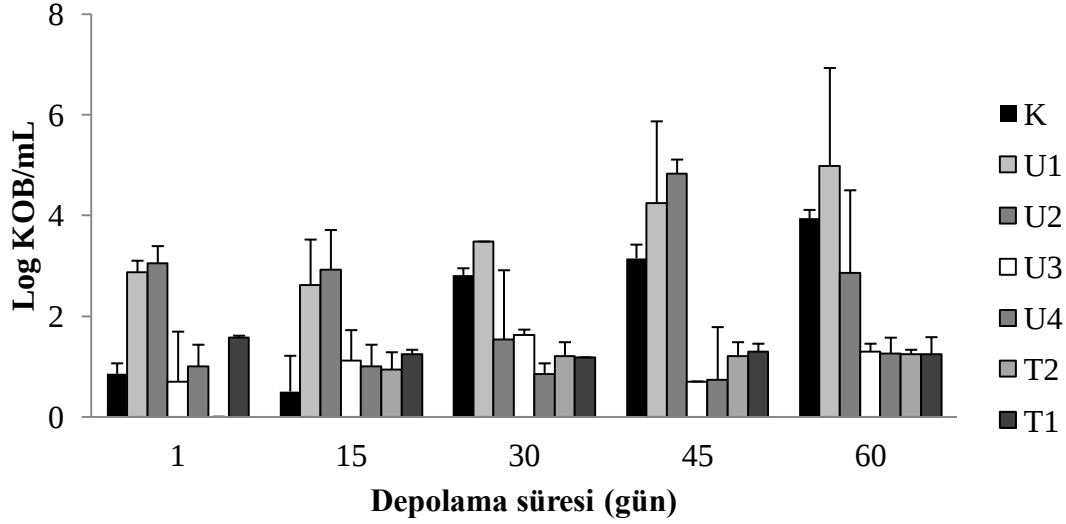
Şekil 4.24 : %100 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıl işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıl işlem.

- Toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya

%25 güçte ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi Şekil 4.25'te gösterilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %25 güçte 20°C de ultrases işlemleri uygulanan örneklerde (U1 ve U2) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 2 log düzeyinde ($p=0,025$; $p=0,017$) daha fazla TMAB tespit edilmiştir. %25 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örnekle (K) benzer TMAB sayısına sahip bulunmuştur ($p=1,000$). Depolamanın 60. gününde %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U1) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 1 log daha fazla TMAB tespit edilirken ($p=0,923$); aynı güç ve sürede 30 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte ise 1 log daha az TMAB tespit edilmiştir ($p=0,904$). Meydana gelen 2 log inaktivasyon da süre etkisinden kaynaklanmaktadır. 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde işlem uygulanmayan örnekten (K) daha fazla TMAB bulunması, ultrases işlemi sonucu zarar gören mikroorganizmaların tamamen inaktive olmaması sonucu yeniden iyileşme süreci nedeniyle hızla gelişmeleriyle açıklanabilir. %25 güçte 60°C de

uygulanan ultrases işlemleri (U7 ve U8) özellikle %25 güçte 20°C de 10 dakika uygulanan ultrases işlemine (U5) kıyasla 3,5 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır ($p=0,062$). %25 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U7 ve U8) görülen inaktivasyon 60°C 10 dakika ısıtma işlem uygulamasının (T2) sağladığı inaktivasyon ile benzer bulunduğundan ($p=1,000$) ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

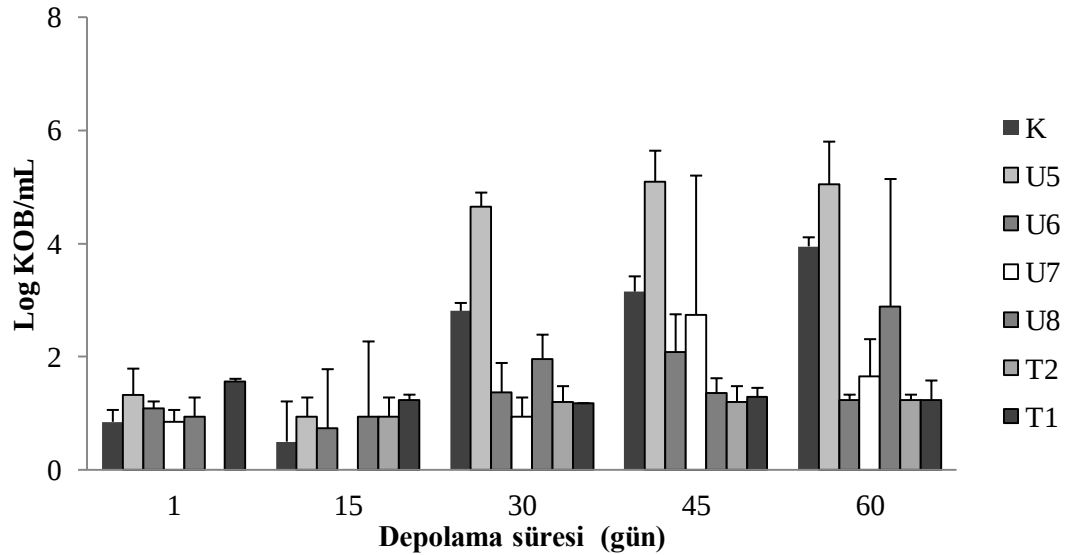


Şekil 4.25 : %25 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi.

%100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi Şekil 4.26'da verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %100 güçte 20°C ve 60°C de ultrases işlemleri uygulanan örneklerin TMAB sayısı (U5 ve U6) işlem uygulanmayan örneklerle (K) benzer bulunmuştur ($p=0,530$; $p=0,948$; $p=1,000$). Depolamanın 60. gününde %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U5) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla 1 log daha fazla TMAB tespit edilirken ($p=0,891$); aynı güç ve sürede 30 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U6) ise 2,5 log daha az TMAB tespit edilmiştir ($p=0,182$). %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan

örneklerde işlem uygulanmayan örnekte (K) daha fazla TMAB bulunması, ultrases işlemi sonucu zarar gören mikroorganizmaların tamamen inaktive olmaması sonucu yeniden iyileşme süreci nedeniyle hızla gelişmeleriyle açıklanabilir. %100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe kıyasla (K) 1,5 – 2,5 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır ($p=0,636$; $p=0,267$), varyasyonlar dikkate alındığında meydana gelen bu inaktivasyonun önemli olduğu düşünülmektedir. %100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde tespit edilen küf-maya sayısı 60°C 10 dakika ısıtma uygulamasının (T2) sağladığı TMAB sayısı ile benzer bulunduğundan ($p=0,182$) ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

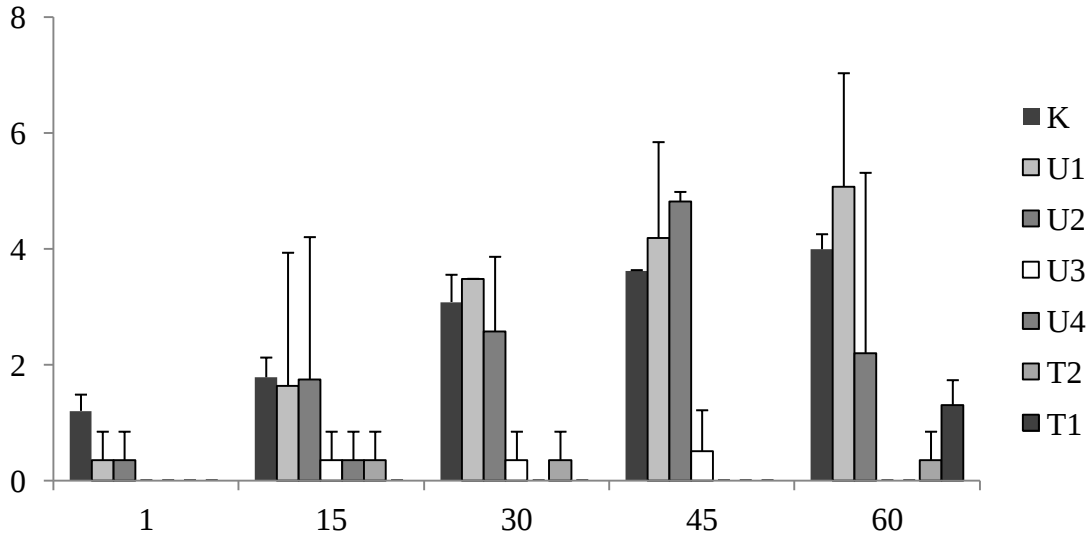


Şekil 4.26 : %100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi.

%25 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi Şekil 4.27’de gösterilmiştir.

Depolamanın başlangıcında uygulanan işlemler arasında küf-maya sayısı bakımından fark bulunmamıştır ($p=0,082$). Depolamanın 60. gününde %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U1) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 1 log daha fazla küf-maya tespit edilirken ($p=0,984$); aynı güç ve sıcaklıkta

30 dakika ultrases işlemi uygulaması (U2) 2 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır ($p=0,861$). Meydana gelen 2 log inaktivasyon da süre etkisinden kaynaklanmaktadır. 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde işlem uygulanmayan örnekten (K) daha fazla küf-maya bulunması, ultrases işlemi sonucu zarar gören mikroorganizmaların tamamen inaktive olmaması sonucu yeniden iyileşme süreci nedeniyle hızla gelişmeleriyle açıklanabilir. %25 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U4) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 4 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır ($p=0,047$) fakat görülen bu inaktivasyon 60°C 10 dakika ısıtma işlem uygulamasının (T2) sağladığı inaktivasyon ile benzer bulunduğundan ($p=1,000$) ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

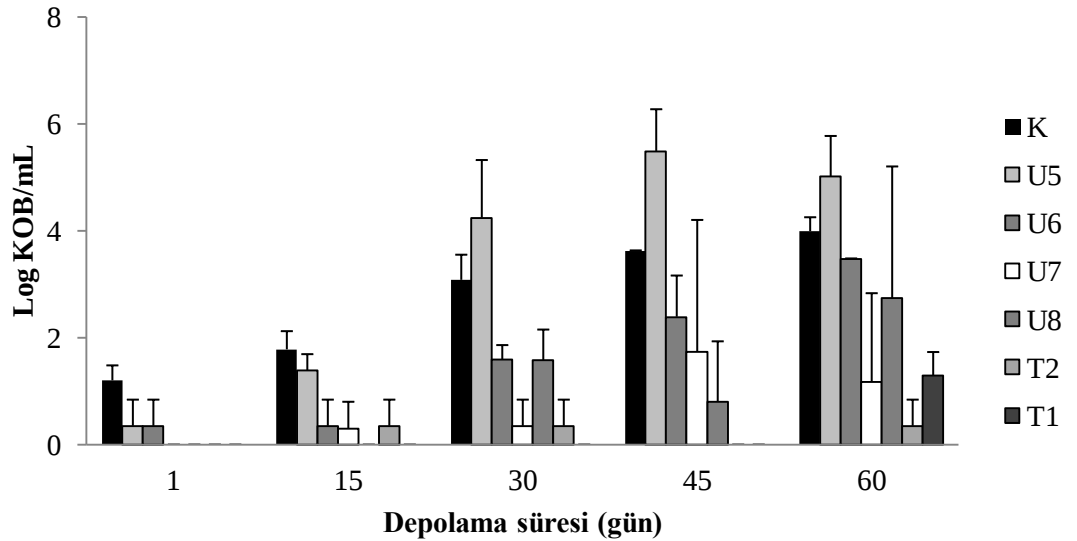


Şekil 4.27 : %25 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U2: %25 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U4: %25 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlem.

%100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi Şekil 4.28’de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %100 güçte 20°C de ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U5 ve U6) küf-maya sayısı işlem uygulanmayan örnek (K) ile benzer bulunmuştur ($p=0,162$). Buna rağmen %100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U7 ve U8) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 1,2 log daha az küf-maya tespit edilmiştir ($p=0,038$). Depolamanın 60. gününde %100 güçte 20°C de 10

1 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U5) işlem uygulanmayan örneğe (K) kıyasla 1 log daha fazla küf-maya tespit edilirken ($p=0,969$); aynı güç ve sıcaklıkta 30 dakika ultrases işlemi uygulanan örnekte (U6) işlem uygulanmayan örnekle (K) benzer küf-maya tespit edilmiştir ($p=0,999$). 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde işlem uygulanmayan örnekten (K) daha fazla küf-maya bulunması, ultrases işlemi sonucu zarar gören mikroorganizmaların tamamen inaktive olmaması sonucu yeniden iyileşme süreci nedeniyle hızla gelişmeleriyle açıklanabilir. %100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U7 ve U8) özellikle %100 güçte 20°C de 10 dakika uygulanan ultrases işlemine (U5) kıyasla 2,5 – 3,5 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır ($p=0,0098$; $p=0,036$). %100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemlerinde (U7 ve U8) görülen inaktivasyon 60°C 10 dakika ısıtma işlem uygulamasının (T2) sağladığı inaktivasyon ile benzer bulunduğundan ($p=0,142$) ultrases işleminin ek bir inaktivasyon etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.28 : %100 güçte ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının tuzlu ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). K: Kontrol (işlem uygulanmamış), U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U6: %100 güçte 20°C de 30 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U8: %100 güçte 60°C de 30 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtma işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlem.

4.3.1.3 Duyusal analiz sonuçları

Ayran örneklerinin yapı ve tat özelliklerinin 4°C de depolamanın 1. ve 30. günlerindeki değişimi Şekil 4.29, ve Şekil 4.30'da verilmiştir. Depolamanın 60.

gününde örneklerde küflenme olduğundan sadece yapı özellikleri ile yabancı koku ve genel beğenilirlikleri değerlendirilmiş ve Şekil 4.31’de verilmiştir.

Panelistler tarafından %25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U3 ve U7) kıvamı, 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örneğin (T1) kıvamı ile benzer bulunmuştur ($p=0,256$). Depolamanın ilk 30 gününde örneklerin kıvamında artış algılanmıştır ($p=0,035$).

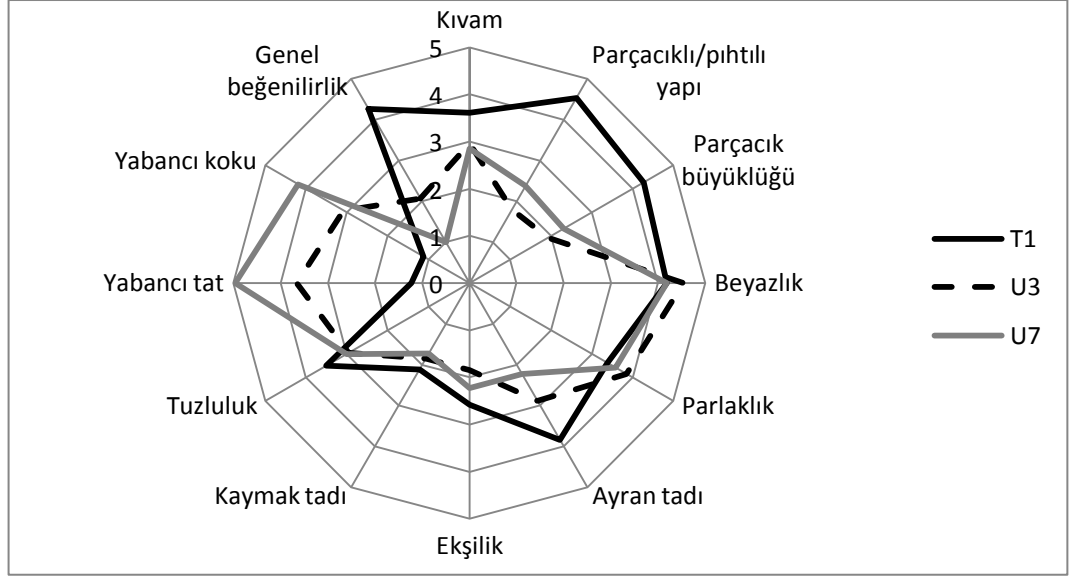
%25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U3 ve U7) var olan parçacıklı/pıhtılı yapının ve parçacık büyüklüğünün 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekten (T1) farklı ve daha az olduğu görülmüştür ($p=0,0000$). Ultrases işlemi uygulanan örnekler arasında parçacıklı/pıhtılı yapıda ve parçacık büyüklüğünde fark bulunmamıştır ($p=0,9241$). Depolama boyunca parçacıklı/pıhtılı yapıda ve parçacık büyüklüğünde değişim olmamıştır ($p=0,11$; $p=0,204$).

Ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U3 ve U7) beyazlık ve parlaklığı 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekle (T1) benzer bulunmuştur ($p=0,2394$; $p=0,7388$). Depolama boyunca da örneklerin beyazlık ve parlaklığında değişim olmamıştır ($p=0,905$).

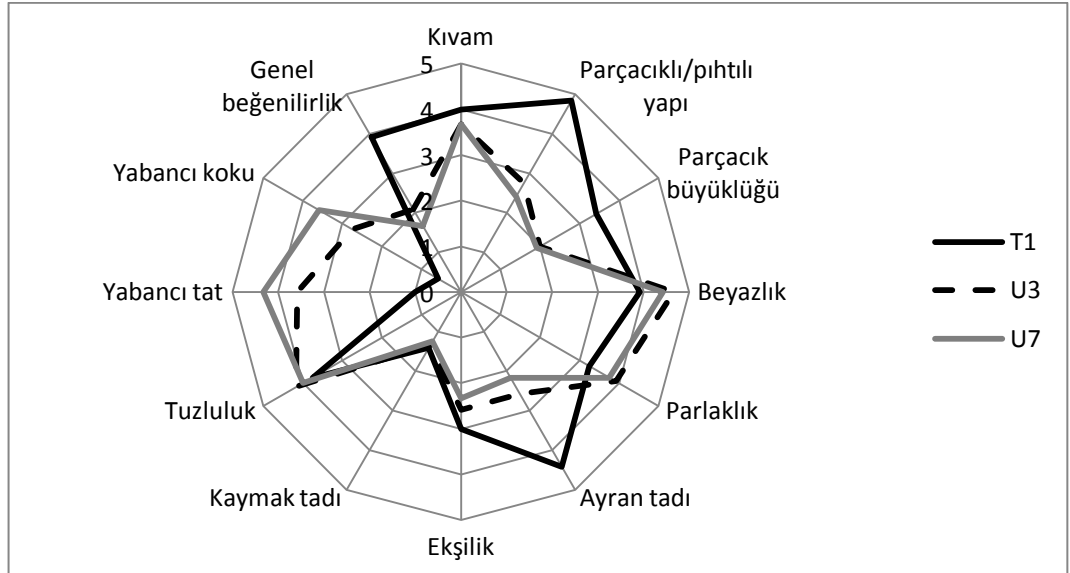
Ultrases işlemi uygulanan örneklerde 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örneğe kıyasla daha az ayran tadı algılanırken ($p=0,0000$); ultrases işlemi uygulanan örneklerde benzer ayran tadı algılanmıştır ($p=0,2391$). Depolama boyunca örneklerde algılanan ayran tadında önemli bir değişim olmamıştır ($p=0,8$).

Ultrases işlemleri (U3 ve U7) ve ısıtıl işlem (T1) uygulanarak üretilen ayranların ekşiliği, kaymak tadı ve tuzluluğu arasında fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Ayranların ekşiliği ve kaymak tadında depolama boyunca değişim olmazken ($p>0,05$), algılanan tuzlulukta depolamanın ilk 30 gününde artış olmuştur ($p=0,008$). Depolamanın ilk 30 gününde %25 ve %100 güçte ultrases işlemleri uygulanan örneklerde (U3 ve U7) belirgin yabancı tat ve koku algılanırken; 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekte (T1) yabancı tat ve koku algılanmamıştır ($p=0,0000$). Uygulanan ultrases işlem gücünün algılanan yabancı tat ve kokuya etkisi bulunmamıştır ($p=0,0812$; $p=0,1196$). Örneklerde algılanan yabancı tat ve kokuda depolama boyunca değişim olmamış ($p=0,425$; $p=0,221$) ve metalimsi, yanık/plastik tat ve koku olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U3 ve U7) genel beğenilirliği, 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekten (T1) düşük

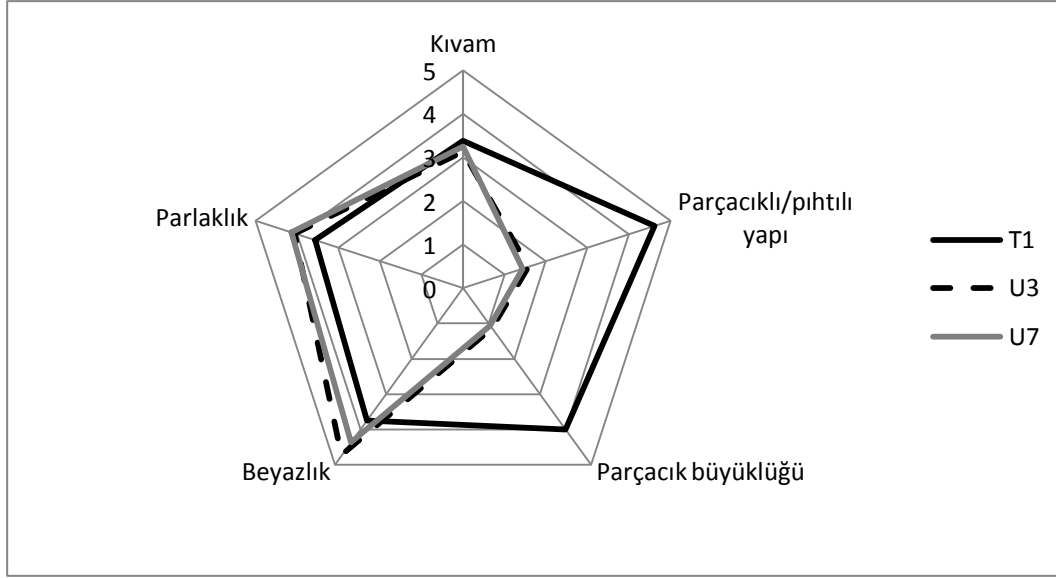
bulunmuştur ($p=0,0000$). Depolamanın ilk 30 gününde uygulanan ultrases işlem gücünün artışıyla genel beğenilirlikte değişme olmamıştır ($p=0,0749$). Depolamanın 60. gününde örneklerin tat özellikleri değerlendirilemediği için ultrases ve ısıtma işlemi uygulanan örneklerin genel beğenilirliği benzer bulunmuştur ($p=0,244$).



Şekil 4.29 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.



Şekil 4.30 : Ultrases ve ısıtma işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 30. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.



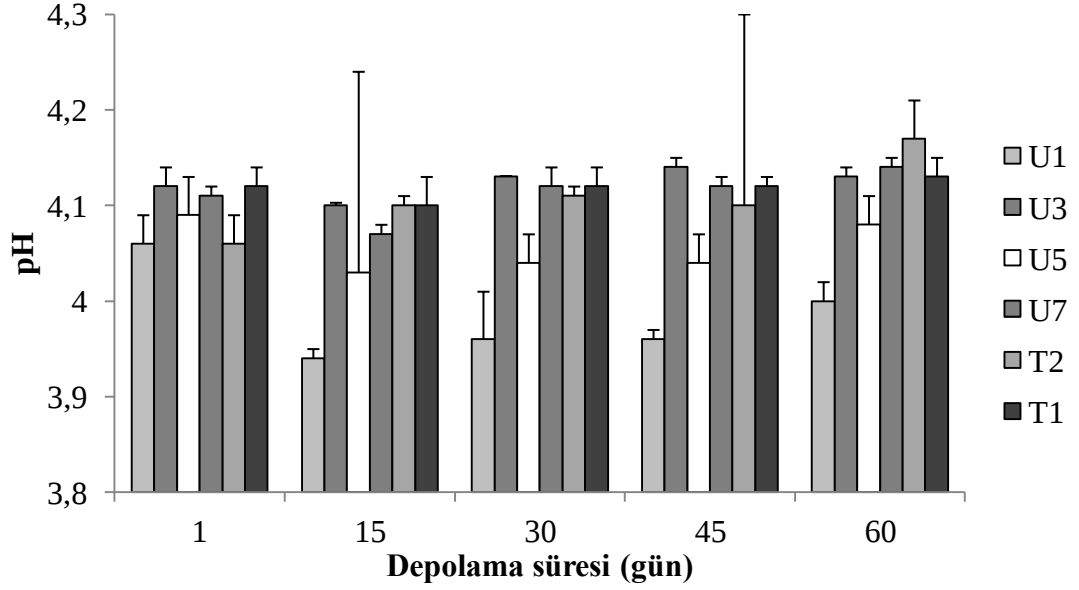
Şekil 4.31 :Ultrases ve ısıtma işlemlerinin uzun ömürlü ve tuzlu ayran örneklerini 4°C de depolamanın 60. günündeki yapı özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısıtma işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi.

4.3.2 Tuzsuz örnekler

4.3.2.1 pH

Ultrases ve ısıtma işlemlerinin tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi Şekil 4.32’de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında örneklerin pH’sı arasında farklılık bulunmamıştır ($p=0,162$). Depolamanın 60.gününde %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneğin (U1) pH’sı 70°Cde 10 dakika ısıtma işlemi uygulanan örnekten (T1) 0,1 düzeyinde daha düşük bulunmuştur ($p=0,004$). Diğer örneklerin pH’sı arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.



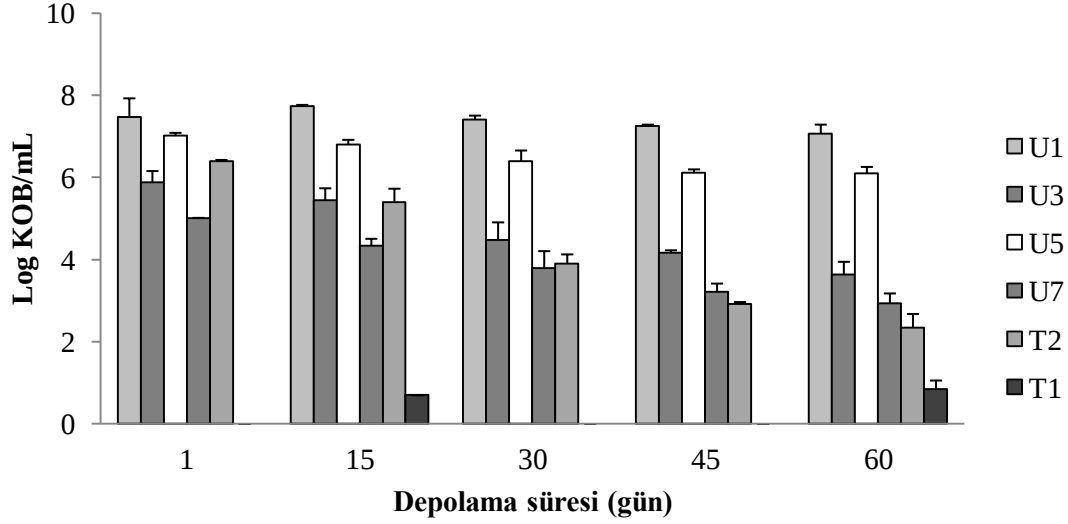
Şekil 4.32 : Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında pH üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıtım işlemi, T1: 70°C de 10 dakika ısıtım işlemi.

4.3.2.2 Mikrobiyolojik bulgular

-Starter bakteriler

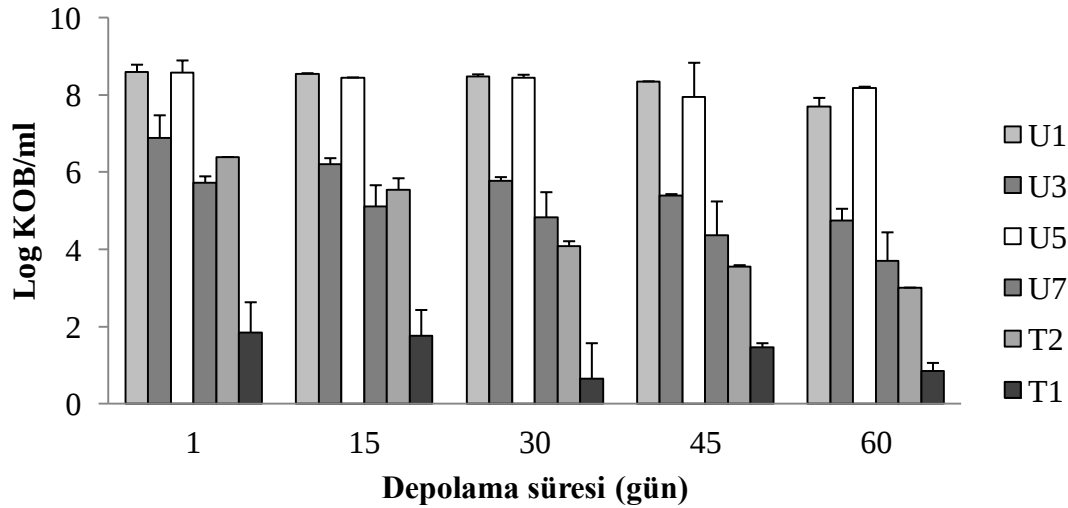
Ultrases ve ısıtım işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi Şekil 4.33'de verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında %25 ve 100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U7) 20°C de uygulanan ultrases işlemlerine (U1 ve U5) kıyasla 1,5 – 2 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır (p=0,000). Depolamanın 60. gününde ise %25 ve 100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U7) 20°C de uygulanan ultrases işlemlerine (U1 ve U5) kıyasla 3,5 – 4 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır (p=0,000). Buna rağmen uygulanan ultrases işlemleri laktobasil inaktivasyonunda 70°C de 10 dakika uygulanan ısıtım işleme kıyasla yetersiz bulunmuştur.



Şekil 4.33 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C dedepolama sırasında laktobasil sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U3: %25güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°Cde 10 dakika ısı l işlem.

Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi Şekil 4.34'te verilmiştir.



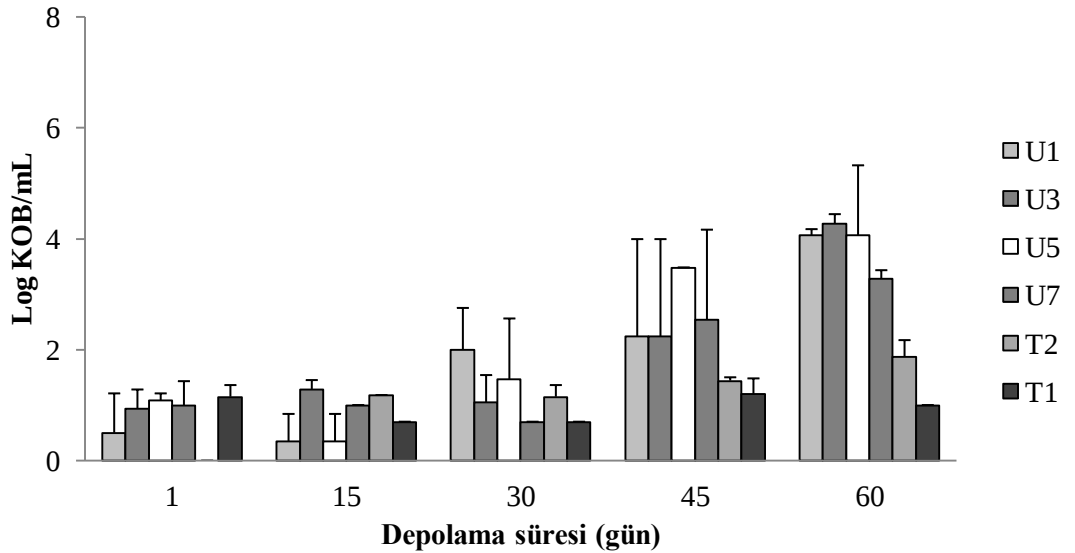
Şekil 4.34 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C dedepolama sırasında streptokok sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakikaultras ses işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısı l işlem, T1: 70°Cde 10 dakika ısı l işlem.

Depolamanın başlangıcında %25 ve 100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U7) 20°C de uygulanan ultrases işlemlerine (U1 ve U5) kıyasla 2 - 3 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır (p=0,06; p=0,005). Depolamanın 60. gününde ise %25 ve 100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U7) 20°C de uygulanan ultrases işlemlerine (U1 ve U5) kıyasla 3 – 4 log daha fazla inaktivasyon sağlamıştır (p=0,001; p=0,000). Buna rağmen uygulanan ultrases işlemleri streptokok inaktivasyonunda 70°C de 10 dakika uygulanan ısıl işleme kıyasla yetersiz bulunmuştur.

- *Toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf-maya*

Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi Şekil 4.35'te verilmiştir.

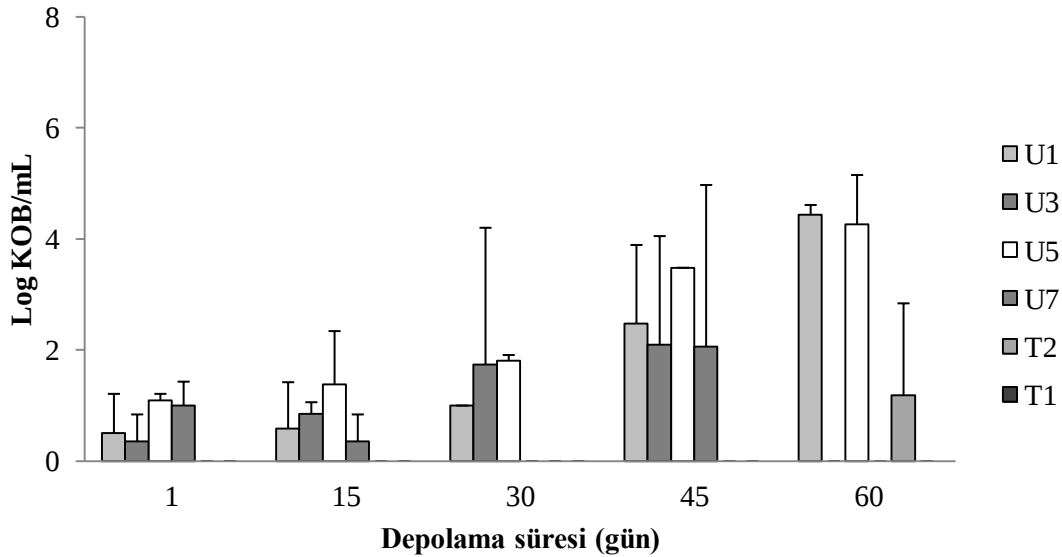
Depolamanın başlangıcında uygulanan ultrases işlemleri ile ısıl işlemler arasında fark bulunmamıştır (p=0,118). Depolamanın 60. gününde ise %25 ve %100 güçte 20 ve 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1, U3, U5 ve U7) arasında fark bulunmamıştır fakat bu işlemler ısıl işlem uygulamalarına (T1 ve T2) kıyasla yetersiz kalmıştır (p=0,004).



Şekil 4.35 :Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıl işlem, T1: 70°C de 10 dakika ısıl işlem.

Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi Şekil 4.36’da verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında uygulanan ultrases işlemleri ile ısıl işlemler arasında fark bulunmamıştır ($p=0,117$). Depolamanın 45. gününde ise %25 ve %100 güçte 20 ve 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U1, U3, U5 ve U7) arasında fark bulunmamıştır fakat bu işlemler ısıl işlem uygulamalarına (T1 ve T2) kıyasla yetersiz kalmıştır ($p=0,004$). Depolamanın 60. gününde ise %25 ve 100 güçte 60°C de uygulanan ultrases işlemleri (U3 ve U7) 20°C de uygulanan ultrases işlemlerine (U1 ve U5) kıyasla 4 log daha fazla inaktivasyon sağlamış ($p=0,009$; $p=0,011$) ve 70°C de uygulanan ısıl işlem (T1) uygulamasıyla benzer küf-maya inaktivasyonu sağlamıştır.



Şekil 4.36 :Ultrases ve ısıl işlem uygulamalarının tuzsuz ayran örneklerinde 4°C de depolama sırasında küf-maya sayısı üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir). U1: %25 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, U5: %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi, T2: 60°C de 10 dakika ısıl işlem, T1: 70°Cde 10 dakika ısıl işlem.

4.3.2.3 Duyusal analiz sonuçları

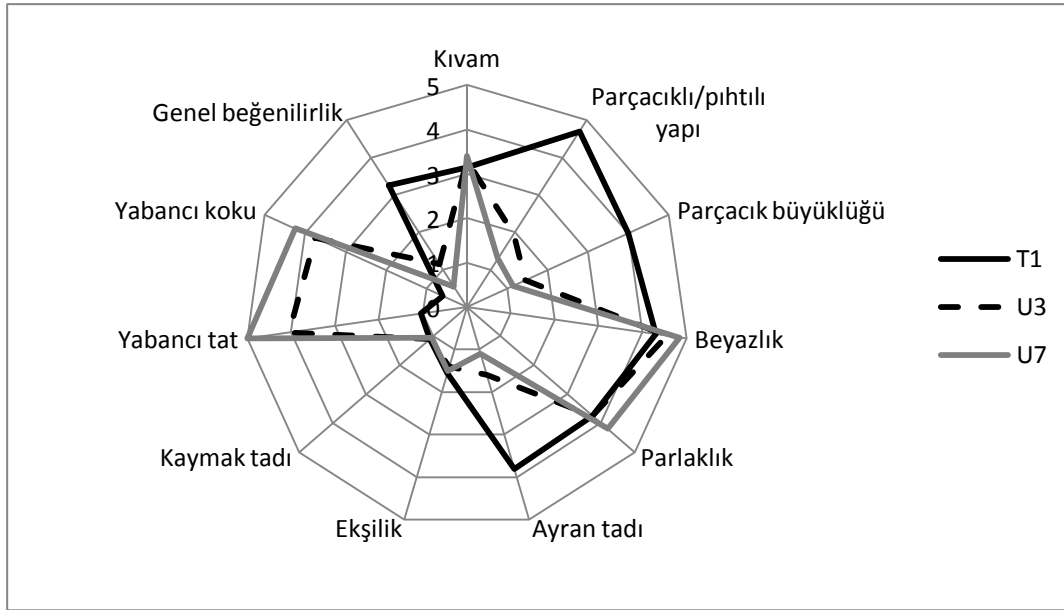
Ayran örneklerinin yapı ve tat özelliklerini 4°C de depolamanın 1. ve 30. günlerindeki değişim Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de verilmiştir. Depolamanın 60. gününde örneklerde küflenme olduğundan sadece yapı özellikleri ile yabancı koku ve genel beğenilirlikleri değerlendirilmiştir ve Şekil 4.39’da verilmiştir.

Panelistler tarafından ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U1, U3 ve U7) kıvamı 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnek (T1) ile benzer bulunmuştur ($p=0,99$). Depolamanın ilk 30 gününde örneklerin kıvamında değişim olmamıştır ($p=0,656$).

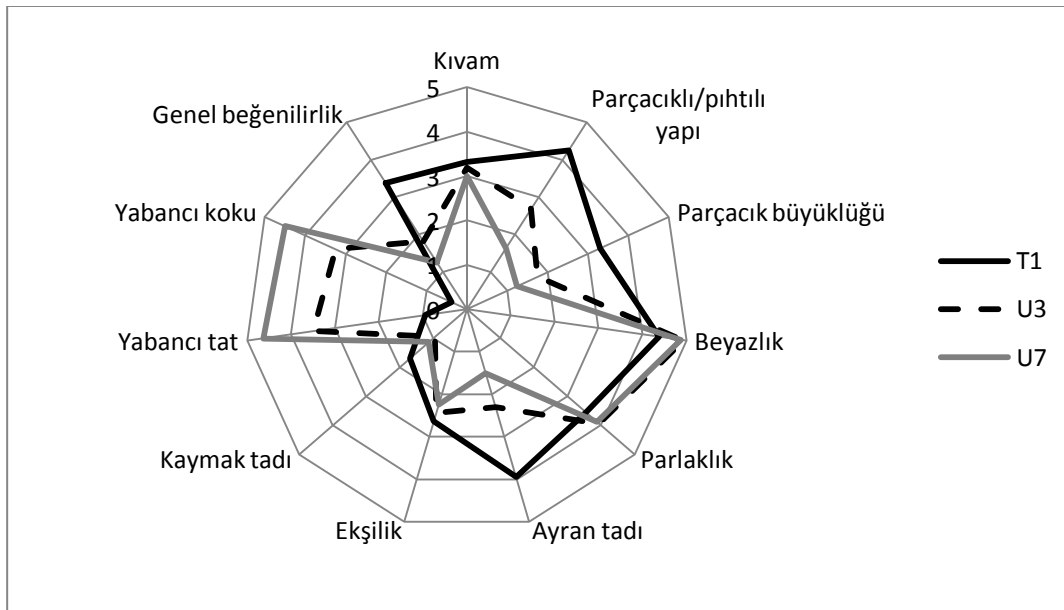
%25 ve %100 güçte 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U3 ve U7)var olan parçacıklı/pıhtılı yapının ve parçacık büyüklüğünün 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekten (T1) farklı ve daha az olduğu görülmüştür ($p=0,0000$). Ultrases işlemi uygulanan örnekler arasında parçacıklı/pıhtılı yapıda ve parçacık büyüklüğünde fark algılanmamıştır. Depolama boyunca parçacıklı/pıhtılı yapıda ve parçacık büyüklüğünde değişim olmamıştır ($p=0,453$). Ultrases işlemleri uygulanan örneklerin (U3 ve U7)beyazlığı ve parlaklığı 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnek (T1) ile benzer bulunmuştur ($p=0,154$; $p=0,515$). Depolama boyunca da örneklerin beyazlığı ve parlaklığında da değişim olmamıştır ($p>0,05$).

Depolamanın ilk 30 günü ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U3 ve U7) ayrıntadı 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örneğe (T1) kıyasla daha az bulunmuştur ($p=0,0000$). Ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadında farklılık algılanmamıştır ($p=0,07$). Depolamanın ilk 30 gününde örneklerin ayran tadında önemli bir değişim olmamıştır ($p>0,05$).

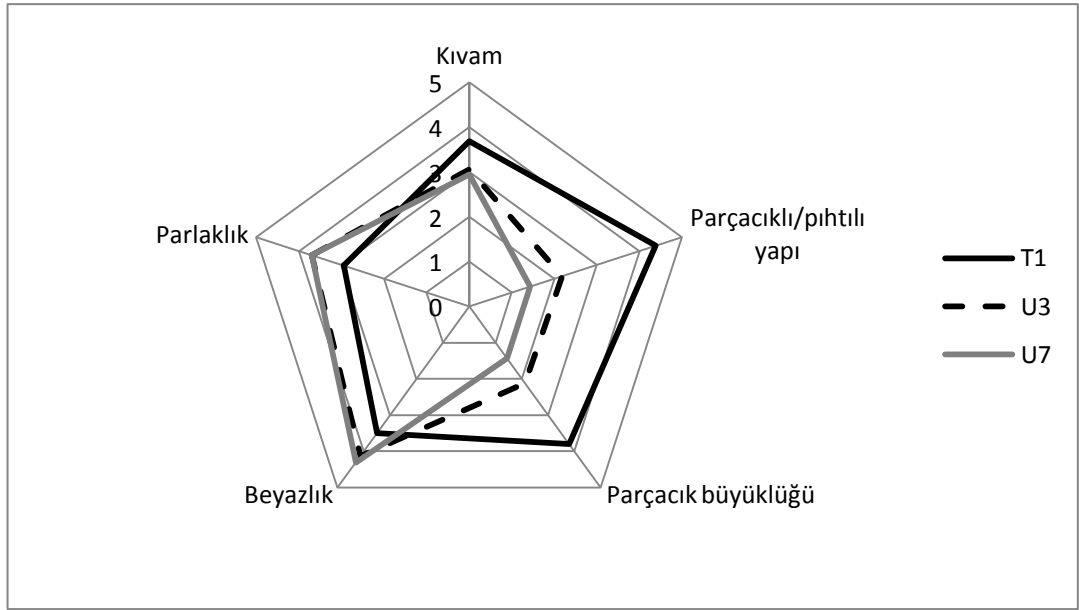
Ultrases işlemleri ve ısıtıl işlem uygulanarak üretilen ayranların ekşiliği ve kaymak tadı arasında fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Ayranların ekşiliğinde depolamanın ilk 30 gününde artış olurken ($p=0,003$), kaymak tadında değişim olmamıştır ($p=0,462$). Depolamanın ilk 30 gününde ultrases işlemi uygulanan örneklerde (U3 ve U7) belirgin yabancı tat ve koku algılanırken, 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örnekte (T1) yabancı tat ve koku algılanmamıştır ($p=0,000$). Ultrases işlemi uygulanan örneklerde uygulanan gücün artmasıyla özellikle algılanan yabancı tatta artış görülmüş ($p=0,0279$), kokuda önemli bir değişim olmamıştır ($p=0,0522$). Örneklerde algılanan yabancı tat ve kokuda depolama boyunca değişim olmamış ($p=0,4621$) ve metalimsi, yanık/plastik tat olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin (U3 ve U7)genel beğenilirliği 70°C de 10 dakika ısıtıl işlem uygulanan örneğe (T1) göre daha düşük bulunmuştur. Uygulanan ultrases işlem gücünün değişmesiyle örneklerin genel beğenilirliğinin değişmediği görülmüştür ($p=0,1130$).



Şekil 4.37 :Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örne klerini 4°C de depolamanın 1. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem, U3: %25 güç te 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güç te 60°C de 10 dakika ultras es işlemi.



Şekil 4.38 :Ultras es ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örne klerini 4°C de depolamanın 30. günündeki yapı ve tat özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10 dakika ısı l işlem, U3: %25 güç te 60°C de 10 dakika ultras es işlemi, U7: %100 güç te 60°C de 10 dakika ultras es işlemi.



Şekil 4.39 :Ultras ses ve ısı l işlem uygulamalarının uzun ömürlü ve tuzsuz ayran örneklerini 4°C de depolamanın 60. günündeki yapı özelliklerine etkisi. T1: 70°C de 10dakika ısı l işlem, U3: %25 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi, U7: %100 güçte 60°C de 10 dakika ultras ses işlemi.

4.3.3 Tartışma

-pH

Depolama boyunca ultras ses ve ısı l işlem uygulanan örneklerin pH'sı arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Depolama boyunca işlem uygulanmayan örneklerin (K) laktobasil ve streptokok sayısında önemli bir azalma olmadığı için bakteri faaliyetinin devam etmesi sonucu örneklerin pH'sı diğer örneklerle kıyasla daha düşük bulunmuştur.

-Starter bakteriler

Başlangıçta 20°C de ultras ses işlemi uygulanan örneklerde işlem uygulanmayan kontrol örneğine kıyasla 1 log düzeyinde laktobasil ve streptokok inaktivasyonu tespit edilmiş ve depolama boyunca da bu örneklerin laktobasil ve streptokok sayıları 5-7 log düzeylerinde kalmıştır. 60°C de ultras ses işlemi uygulanan örnekler 60°C de ısı l işlem uygulanan örneğin sağladığı laktobasil ve streptokok inaktivasyonunu sağlamış, ek bir inaktivasyon etkisi göstermemiştir. 70°C 10 dakika ısı l işlem uygulanan örneklerde depolama boyunca en fazla 0,5 log düzeyinde laktobasil ve 2 log düzeyinde streptokok tespit edilmiştir. Tuzlu ve tuzsuz örneklerde starter bakteri inaktivasyonunda önemli bir farklılık bulunmamıştır. Uygulanan ultras ses işlem gücü ve uygulama süresi de inaktivasyonda önemli bulunmamıştır. Ultras ses işlemi

uygulamaları 70°C ısıtıl işlemin sağladığı etkiyi sağlayamamış dolayısıyla starter bakteri inaktivasyonunda yetersiz kalmıştır fakat yüksek oranda laktik asit bakterisi bulunmasına rağmen depolama boyunca örneklerde algılanan ekşilikte önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu da kullanılan kültürün özelliğinden kaynaklanmaktadır. Aksi taktirde üründe ekşi tat algılanması olasılığı bulunmaktadır.

Ewe ve diğ. (2012) yaklaşık 7 log kob/ml laktobasil yüküne sahip fosfat buffer solisyonuna %20 güçte ultrases işlemi uygulamış ve kontrole kıyasla 0,01 - 0,8 log azalma olduğunu fakat uygulanan ultrases işlem süresinin artmasıyla laktobasil hücrelerin gelişiminin arttığı bildirilmiştir. Bulunan bu sonuç yaptığımız çalışmadan bulunan aynı güçte uygulanan ultrases işlem süresinin artırılmasıyla inaktivasyonda meydana gelen artışla uyuşmamaktadır. Aynı çalışmada ayrıca yaklaşık 9 log kob/ml laktobasil yüküne sahip biotin katkılı soya sütüne %25 güçte ultrases uygulanan örneklerde kontrole kıyasla 0,2 - 0,4 log daha fazla gelişim olduğu, %100 güçte ultrases işlemi uygulanan örneklerde kontrole kıyasla 0,02 - 0,3 log daha fazla laktobasil bulunduğunu ve uygulanan ultrases işlem süresinin artmasıyla laktobasil sayısının arttığını bildirmişlerdir. Ewe ve diğerlerinin bulduğu sonucun aksine yaptığımız çalışmada %100 güçte uygulanan ultrases işlemi sonucu işlem uygulanmayan kontrol örneğine kıyasla daha fazla inaktivasyon bulunmuş ve uygulama süresinin artmasıyla inaktivasyonda da artış görülmüştür.

Yaptığımız çalışma sonunda uygulanan ultrases işlem süresinin önemli olduğu bulunmuştur ve Tabatabaie ve Mortazavi (2010)'nin yaptığı çalışma da bunu desteklemektedir. Tabatabaie ve Mortazani (2010) 15-20 dakika ultrases işlemi uygulamasının örneklerin starter bakteri sayısında ciddi bir düşüşe neden olduğunu, buna rağmen 15 dakikanın altındaki sürelerde ultrases işlemi uygulamasının ise starter bakterilerin canlılığı üzerinde önemli bir etkiye neden olmadığını bildirmiştir. Aynı çalışmada ayrıca laktobasil sayısının laktokok (diğer bir ifadeyle streptokok) sayısından daha az olduğunu, dolayısıyla laktobasillerin ultrases işlemine karşı daha hassas olduğunu bildirmişler ve yaptığımız çalışma ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Şeker (2008) 60°C de 15 dakika ısıtıl işlem uygulamasıyla ürettiği uzun ömürlü ayranlarda depolamanın başında 2,86 log kob/ml *Lactobacillus* spp. ve 4,91 log kob/ml Laktik *Streptococcus* spp. bulunduğunu, 4°C'de depolama süresince laktobasil ve streptokok sayısının artarak 56. günde sırasıyla 5,75 ve 8,43 log kob/ml

bulunduğunu bildirmiştir. Şeker (2008)'in yaptığı çalışmanın aksine yaptığımız çalışmada laktobasil ve streptokok başlangıç yükü daha fazla olmasına rağmen 60°C de 10 dakika ısıtma işlemi uygulanan örneklerde depolama sonunda bakteri yükü ya azalmış ya da sabit kalmıştır.

Cameron ve diğ. (2008) tuzlu solisyonda ve sütte bulunan, 4 log kob/ml başlangıç yüküne sahip *Lactobasillus acidophilus*'a %100 güçte 10 dakika süreyle ultrases uygulaması sonucu *Lactobasillus acidophilus* sayısında sırasıyla 0,55 ve 0,82 log azalma görüldüğünü bildirmiş ve yaptığımız çalışmayla benzer laktobasil inaktivasyonu bulunmuştur.

Villamiel ve diğ. (2000) 7 log kob/ml *Streptococcus thermophilus* içeren trypticase soy broth örneğine 50,20 ve 11 ml/dk. akış hızlarında sürekli akış ultrases işlemi uygulamış, 50 ve 20 akış hızlarında (örnek çıkış sıcaklıkları 62°C) aynı şartlardaki ısıtma işlemi uygulamasıyla benzer streptokok azalması olduğu fakat 11 ml/dk. akış hızında (örnek çıkış sıcaklığı ultrases işlemi uygulamasında 75,9°C; ısıtma işlemi uygulamasında 76,5°C) ısıtma işlemi uygulanan örnekte ultrases işlemi uygulanan örneğe kıyasla yaklaşık 1 log daha fazla streptokok azalması olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışma 51°C de ultrases işlemi ve sıcaklığın kombine etkisinin mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye neden olduğu fakat ultrases işleminde artan sıcaklıkla bakteri inaktivasyonunun azaldığı bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada bunun aksine sıcaklığın 20°C'den 60°C'ye artırılmasıyla inaktivasyonda artış görülmüştür. Villamiel ve diğ. (2000) azalan inaktivasyonun nedeni olarak artan buhar basıncı ve azalan yüzey geriliminin kavitasyonun etkisini azaltmasını göstermiştir..

-Toplam mezofilik aerobik bakteri ve küf maya

Ayran örneklerinde depolamanın başında TMAB sayısı %25 güçte 20°C de ultrases işlemi uygulanan tuzlu örneklerde 2-3 log olarak bulunmuştur. Diğer örneklerde ise 1 log veya daha az olarak edildiğinden ultrases ve ısıtma işlemi uygulamalarının TMAB üzerine etkisi görülmemiştir. 60 günlük depolama boyunca 60°C de ultrases uygulanan örnekler ile 70°C de ısıtma işlemi uygulanan örneklerin TMAB sayısında önemli bir artış görülmezken, 20°C de ultrases işlemi uygulanan örneklerde önemli artışlar görülmüştür. TMAB sayısı üzerinde uygulanan ultrases işleminin süresi önemli bulunmamıştır. 60°C de 10 dakika ultrases işlemi uygulaması aynı sıcaklık ve

süredeki ısıt işlemlerine uygulamasına kıyasla ek bir inaktivasyon sağlayamamıştır. Sonuç olarak uygulanan ultrases işlemleri ayran örneklerinde TMAB sayısı açısından önemli bir avantaj sağlamamıştır. 70°C de 10 dakika ısıt işlemlerine uygulamasına en yakın TMAB değerini 60°C de 30 dakika ultrases işlemleri uygulaması sağladığından ısıt işlemlerine yerine bu işlemler kombinasyonu kullanılabilir.

Tüm ayran örneklerinde depolamanın başında küf maya sayısı 1 log un altında bulunmuştur. Depolama sonunda %25 ve %100 güçte 20°C de 10 dakika ultrases işlemleri uygulanan örneklerde küf-maya sayısı tuzsuz örneklerde 4 log bulunurken tuzlu örneklerde 5 log düzeyinde bulunmuştur. Aynı güç ve sıcaklıkta 30 dakika ultrases işlemleri uygulanan tuzlu örneklerde depolama sonunda küf-maya sayısı 2,5-3,5 log düzeylerinde kalmıştır. 70°C de 10 dakika ısıt işlemlerine göre örneklerde depolama boyunca küf-maya sayısı 1 log ve altında kalırken kontrol örneklerinde 4 log tespit edilmiştir. %25 güçte 60°C de ultrases işlemleri uygulanan tuzlu örneklerde depolama boyunca küf-maya sayısı 0,5 log ve altında bulunurken; aynı sıcaklıkta %100 güçte ultrases işlemleri uygulanan örneklerde 1,2-2,7 log düzeyinde küf-maya tespit edilmiştir. Belirtilen güç ve sıcaklıkta tuzsuz örneklerde 1-2 log düzeyinde küf-maya tespit edilmiştir. Tuzlu ve tuzsuz örneklerde TMAB ve küf-maya inaktivasyonunda önemli bir farklılık bulunmamıştır. Uygulanan ultrases işlemlerinin gücü de inaktivasyonda önemli bulunmamıştır. Sonuç olarak uygulanan ultrases işlemleri ayran örneklerinde küf-maya sayısı açısından önemli bir avantaj sağlamamıştır. 70°C de 10 dakika ısıt işlemlerine uygulamasına en yakın küf-maya değerini 60°C de 30 dakika ultrases işlemleri uygulaması sağladığından ısıt işlemlerine yerine bu işlemler kombinasyonu kullanılabilir.

Bermudez-Aguirre ve diğ. (2009) çiğ süte ısıt işlemler (63°C de 30 dakika) ve termosonikasyon işlemlerinin (sıcaklık 63°C de sabit tutulmuş, %30, %60, %90 ve %100 güç uygulanmış) uygulanması üzerine yaptıkları çalışmada çiğ süte başlangıçta 3 log kob/ml mezofilik bakteri bulunduğu belirtilmiş ve ısıt işlemlerine uygulanarak buzdolabı sıcaklığında depolanan sütlerin mezofilik bakteri yükünde depolama boyunca çok az bir artış görüldüğü bildirilmiştir. 16 günlük depolama sonunda mezofilik bakteri yükü 5,8 log kob/ml olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada termosonikasyon işlemleri uygulanan örneklerin mezofilik bakteri yükü depolama boyunca ilginç bir artış/azalış göstermiştir. Düşük güçte (%30 ve %60) sonikasyon uygulanan işlemlerde depolama boyunca mezofilik bakteri popülasyonunda azalma görülmüş ve bunun da sonikasyon işlemleri sırasında tamamen inaktive olmayan

hücrelerin depolama sırasındaki inaktivasyonu ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. %30 ve %60 güçte uygulanan termosonikasyon işlemlerinin inaktivasyon mekanizması, işlem sırasında zarar gören hücreler ile serbest radikal oluşumunun kombine etkisi ile açıklanmıştır. Bahsedilen serbest radikaller örnekte bulunan suyun sonolisisi sonucu su moleküllerinin kırılması ile oluşan H^+ , OH^- ve diğer serbest radikallerdir. Bu radikaller ve diğer yeni bileşenler hücre üzerinde bakterisid etki göstermektedir. %90 güçte termosonikasyon işlemi uygulanan örneklerde ise 4°C’de 16 gün depolama sonunda mezofilik bakteri sayısında yaklaşık 1 log azalma görülmüştür. %100 güçte termosonikasyon işlemi uygulanan örneklerde ise depolamanın başında mezofilik bakteri yükü 1 log artmış fakat daha sonra tekrar azalmıştır. Bu azalmanın da çevresel etmenler ile kavitasyon sonucu hücrelerin aşırı derecede zarar görmesi ve bunun sonucunda yeniden iyileşmenin mümkün olmaması ile açıklanabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada ultrases işleminin ısı işlem gören süte göre fizikokimyasal özellikler de göz önüne alındığında daha uzun raf ömrüne sahip olmasından dolayı pastörize süte alternatif olabileceği bildirilmiştir.

Atamer ve diğ. (1999) 60-65°C de 5-10 dakika ısı işlem uygulanmış uzun ömürlü ayran örneklerinde depolamanın başında toplam bakteri sayısının kontrol amacıyla üretilen geleneksel ayran örneğine kıyasla 2 log daha az olduğunu ve depolama sonunda örneklerin toplam bakteri sayılarında azalma olduğunu fakat aradaki farkın korunduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada uzun ömürlü ayran örneklerinde depolama boyunca küf-maya bulunmazken kontrol amaçlı üretilen geleneksel ayran örneğinde 2 log kob/ml küf-maya bulunduğu bildirilmiştir.

Atamer ve diğ. (1999)’nin aksine, Şeker (2008) 60°C de 15 dakika ısı işlem uygulamasıyla ürettiği uzun ömürlü ayranı 4°C de depolama boyunca TMAB sayısında artış görüldüğünü bildirmiştir. Aynı çalışmada örneklerde küf gelişmesi olmadığı fakat depolamanın başlangıcında 0,49 log kob/ml maya bulunduğunu ve depolama boyunca maya sayısının arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada fermentasyon sonrası ısı işlem uygulanmasına rağmen ayranlardaki maya gelişiminin fazla olmasının nedeninin üretimin yapıldığı işletmede iyi üretim tekniklerinin uygulanmamasına bağlı üretim sonrası kontaminasyon olabileceğini bildirilmiştir.

Villamiel ve diğ. (2000) toplam bakteri başlangıç yükü 5,3 log kob/ml olan çiğ süt örneğine 33, 20 ve 11 ml/dk. hızlarında (örneklerin çıkış sıcaklığı sırasıyla 48°C, 62°C ve 76°C) sürekli akış ultrases ve ısı işlem uygulamış ve toplam canlı

inaktivasyonu üzerine ultrases ve ısıl işlemlerin farkı olmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmadan bulunan sonuç yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz genel olarak depolama boyunca ultrases işlemi uygulamasının TMAB sayısı açısından ısıl işleme kıyasla daha fazla inaktivasyon sağlamaması yönü ile uyumlu bulunmuştur. Şengül ve diğ. (2011) 8,605 log kob/ml toplam mezofilik aerobik bakteri bulunan süte %100 güçte (sıcaklık < 30°C) 15 dakikalık ultrases işlemi uygulamamış fakat 65°C de 15 dakika ısıl işlem uygulamasının sağladığı inaktivasyonun sağlanmadığını bildirmiştir. Uygulanan ultrases işleminde gücün yüksek olmasına karşın örnek sıcaklığının düşük olması inaktivasyonun az olmasında etkili olmuştur.

-Duyusal analiz

Ayran gibi fermente süt ürünlerine yüksek güçlü ultrases uygulamasının ürünün duyuusal özelliklerine etkisiyle çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Yapılan çalışmada depolamanın 60. gününde örneklerde küflenme görülmüştür. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin kıvamı 70°C de 10 dakika ısıl işlem uygulanan örnek ile benzer bulunmuştur. Uygulanan ultrases işlem gücünün artmasının da kıvama etkisi olmamıştır. Isıl işlem uygulanan örnekte işlemde kaynaklanan parçacıklı/pıhtılı yapı oluşmuş, ultrases işlemi uygulanan örneklerde ise ultrasesin etkisiyle oluşan parçacıklı/pıhtılı yapı dağılıp azalmış, yapıda var olan parçacık büyüklüğü de azalmıştır.

Ultrases işlemi uygulanan örneklerin ayran tadı ısıl işlem uygulanan örneğe göre daha az bulunmuştur. Ultrases işlemi örneklerde belirgin yabancı tat ve kokuya neden olmuş, bu tat ve koku metalimsi, yanık/plastik olarak tanımlanmıştır. Ultrases işlemi uygulanan örneklerin genel beğenilirliği ısıl işlem uygulanan örnekten düşük bulunmuştur. Uygulanan ultrases gücü arttıkça özellikle örneklerde algılanan yabancı tat da artmış, genel beğeni azalmıştır. Tuzlu ve tuzsuz örneklerde duyuusal açıdan farklılık bulunmamıştır.

Yaptığımız çalışmada depolama boyunca örneklerin kıvamında önemli bir değişiklik görülmemiş ve Şeker (2008)'in tespit ettiğine benzer sonuçlar bulunmuştur. Şeker (2008) 70°C de 10 dakika ısıl işlem uygulaması ile üretilen 4°C'de depoladığı uzun ömürlü ayranların kıvamında zamanla önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmiştir. Aynı çalışmada ayran gibi fermente ürünlerde maya gelişiminin ürünün duyuusal kalitesini olumsuz etkilediği belirtilmiştir.

5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında yüksek güçlü ultrases işleminin kısa ömürlü ayran üretiminde yüksek sıcaklıkta ısıl işleme ve uzun ömürlü ayran üretiminde pastörizasyona alternatif olarak kullanımı araştırılmıştır.

Yüksek güçlü ultrases işlemi 400 W maksimum güce sahip ultrases cihazı (UP400S, Hielscher, Almanya) ve 22 mm çapında titanyum prob (H22D, Hielscher, Almanya) ile gerçekleştirilmiştir.

Süte uygulanan işlemlerden 60°C de uygulanan ultrases işlemleri depolama sonunda laktobasil sayısında ısıl işlem uygulamasına kıyasla daha fazla azalmaya neden olmuştur. Depolama boyunca ultrases işlemi uygulanan örnekler ile ısıl işlem uygulanan örneklerin streptokok sayısı benzer bulunmuştur. Uygulanan ultrases işlemleri depolama boyunca TMAB ve küf-maya sayısında ısıl işlem uygulamasına kıyasla daha fazla azalma sağlamadığından önemli bir avantaj sağlamamıştır. Ultrases işlemi uygulanan ayran örneklerinde ayran tadı daha az olup, ayrana yabancı metalik, yanık tat ve koku bulunmasından dolayı ultrases işlemlerinin ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Ancak gerek istenilen mikrobiyolojik değerleri sağlaması gerekse yabancı tat ve kokunun diğerlerine göre daha az algılanmasından dolayı %25 güçte 20°C de süte uygulanan ultrases işlemi 85°C de 30 dakika ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılabilir.

Ayrana ultrases uygulamasında, 20 ve 60°C de uygulanan ultrases işlemleri yoğurt bakterileri ve küf-maya inaktivasyonunda 70°C 10 dakika ısıl işlem uygulamasına kıyasla yetersiz kalmış, TMAB sayısı açısından ise daha fazla inaktivasyon sağlamadığından dolayı önemli bir avantaj sağlamamıştır. Ultrases işlemi uygulanan ayran örneklerinde ayran tadı az olup, belirgin yabancı metalik, yanık/plastik tat ve koku bulunmasından dolayı ultrases işlemlerinin ısıl işlem uygulamasına alternatif olarak kullanılamayacağı düşünülmektedir. Ultrases işlemi uygulamalarının duyuşal

açından tek olumlu yanı örneklerinparçacıklı/pıhtılı yapısında azalmaya sebep olmasıdır.

Sürekli akış sisteminde ultrases işlemi uygulaması ile mikrobiyal açıdan daha etkili sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir. Örneklerde meydana gelen metalik, yanık kokunun tamamen ortadan kaldırılamasa da ultrases cihazının gücünün azaltılmasıyla ya da kullanılan probun değiştirilip daha küçük çapta bir probun kullanılmasıyla azaltılabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Anonim**, (2001). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. (Tebliğ No: 2001/21), Resmi Gazete Sayı: 24512, 3 Eylül 2001, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Anonim**, (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. (Tebliğ No: 2009/25), Resmi Gazete Sayı: 27143, 16 Şubat 2009, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ashokkumar, M., Bhaskaracharya, R., Kentish, S., Lee, J., Palmer, M., Zisu, B.** (2010). The ultrasonic processing of dairy products- An overview. *Dairy Science Technology*, 90, 147-168.
- Atamer, M., Gürsel, A., Tamuçay, B., Gençer, N., Yıldırım, G., Odabaşı, S., Karademir,**
- Bermudez-Aguirre, D., Mawson, R., Barbosa-Canovas, G. V.** (2008). Microstructure of fat globules in whole milk after thermosonication treatment. *Journal of Food Science*, 73 (7), 325-332.
- Bermudez-Aguirre, D., Mawson, R., Versteeg, K., Barbosa-Canovas, G. V.** (2009). Composition properties, physicochemical characteristics and shelf life of whole milk after thermal and thermo-sonication treatments. *Journal of Food Quality*, 32, 283-302..
- Cameron, M., McMaster, L. D., Britz, T. J.** (2008). Electron microscopic analysis of dairy microbes inactivated by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15, 960-964.
- Cameron, M., McMaster, L. D., Britz, T. J.** (2009). Impact of ultrasound on dairy spoilage microbes and milk components. *Dairy Science Technology*, 89, 83-98.
- Chandan, R. C.** (2006). Starter cultures for yoghurt and fermented milks: in *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, p. 89-116, Eds. Chandan, R. C., White, C. H., Kilara, A., Hui, Y. H., Blackwell Publishing, UK.
- Chandrapala, J., Oliver, C., Kentish, S., Ashokkumar, M.** (2012). Ultrasonics in food processing – food quality assurance and food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 26, 88-98.
- Chemat, F., E-Huma, Z., Khan, M. K.** (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 813-835.
- Chouliara, E., Georgogianna K. G., Kanellopoulou, N., Kontominas, M. G.** (2010). Effect of ultrasonication on microbiological, chemical and sensory properties of raw, thermized and pasteurized milk. *International Dairy Journal*, 20, 307-313.

- Condon, S., Raso, J., Pagan, R.** (2005). Microbial inactivation by ultrasound: in *Novel Food Processing Technologies*, p.423-442, Eds. Barbosa-Canovas, G. V., Tapia, M. S., Cano, M. P., CRC Press, USA.
- Dalgeish, D. G., Mourik, L., Corredig, M.** (1997). Heat-induced interaction of whey proteins and casein micelles with different concentrations of α -lactalbumin and β -lactoglobulin. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 4806-4813.
- De Castro, M. D. L., Capote, F. P.** (2006). Introduction: fundamentals of ultrasound and basis of its analytical uses: in *Analytical Applications of Ultrasound*, p. 1-34, Eds. De Castro M. D. L. ve Capote F. P., Elsevier, UK
- Dolatowski, Z. J., Stadnik, J., Stasiak D.** (2007). Applications of ultrasound in food technology. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 6(3), 89-99.
- Ewe, J. A., Wan Abdullah, W. N., Bhat, R., Karim, A. A., Liong, M. T.** (2012). Enhanced growth of lactobacilli and bioconversion of isoflavones in biotin-supplemented soymilk upon ultrasound-treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19, 160-173.
- Feng, H. ve Yang, W.** (2011). Ultrasonic processing: in *Nonthermal Processing Technology for Food*, p.109-134, Eds. Zhang, H. Q., Barbosa-Cánovas, G. V., Balasubramaniam, V. M., Dunne, C. P., Farkas, D. F., Yuan, J. T. C., IFT Press, India.
- Foley, J.ve Mulcahy, A. J.** (1989). Hydrocolloid stabilisation and heat treatment for prolonging shelf life of drinking yoghurt and cultured buttermilk. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 13, 43-50.
- Jambrak, A. R., Mason, T. J., Lelas, V., Kresic, G.** (2010). Ultrasonic effect on physicochemical and functional properties of α -lactalbumin. *Food Science and Technology*, 43, 254-262.
- Koçak, C. ve Avşar, Y. H.** (2009). Ayran: microbiology and technology Chapter 4: in *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*, p. 123-141, Eds. Yıldız, F., CRC Press, USA.
- Koçak, C., Avşar, Y. H., Tamuçay, B.** (2006). A comparative study on the production methods of ayran. *Gıda*, 31(4), 225-231.
- Köksoy, A., Kılıç, M.** (2003). Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *International Dairy Journal*, 13, 835-839.
- Köksoy, A.ve Kılıç, M.** (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18, 593-600.
- Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., Lee, D.** (2004). Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 261-266.
- Lee, W., Lucey, J. A.** (2004). Rheological properties, whey separation, and microstructure in set-style yoghurt: effects of heating temperature and incubation temperature. *Journal of Texture Studies*, 34, 275-279.

- Mason, T. J.** (1998). Power ultrasound in food processing-the way forward: in *Ultrasound in Food Processing*, p.105-126, Eds. Povey, M. J.W ve Mason, T. J., Blackie Academic& Professional, London.
- Metin, M. ve Öztürk, G. F.** (2002a). Toplam kuru madde tayini: Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri (Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler), s.120-122, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova-İzmir.
- Metin, M., Öztürk, G. F.** (2002b). Homojenize edilmiş içme sütlerinde Gerber yöntemiyle yağ tayini. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri (Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Analizler), s. 166-175, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova-İzmir.
- O'Donnell, C. P., Tiwari, B. K., Bourke, P., Cullen, P. J.** (2010). Effects of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 358-367.
- Özer, B.** (2006). Yoğurt üretiminde uygulanan işlemler. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi, s.11-125, Sidas Medya LTD. ŞTİ, Çankaya-İzmir.
- Özünlü, B. T., Koçak, C., Aydemir, S.** (2007). Ayran stabilitesini etkileyen faktörler. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayını No:35*
- Piyasena, P., Mohareb, E., McKellar, R. C.** (2003). Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 87, 207-216.
- Ray, B. ve Bhunia, A.** (2008). Microbiology of fermented foodproduction: in *Fundamental Food Microbiology*, p.183-208, Eds. Ray, B., Bhunia, A., CRC Press, USA.
- Riener, J., Noci, F., Cronin, D. A., Morgan, D. J., Lyng, J. G.** (2009). Characterisation of volatile compounds generated in milk by high intensity ultrasound. *International Dairy Journal*, 19, 269-272.
- Riener, J., Noci, F., Cronin, D. A., Morgan, D. J., Lyng, J. G.** (2010). A comparison of selected quality characteristics of yoghurt prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. *Food Chemistry*, 119, 1108-1113.
- Salazar, J., Chavez, J. A., Turo, A., Garcia-Hernandez, M. J.** (2009). Effect of ultrasound on food processing: in *Novel Food Processing, Effects on Rheological and Functional Properties*, p.65-84, Eds. Ahmed, J., Ramaswamy, H. S., Kasapis, S., Boye, J. I., CRC Press, USA.
- Sezgin, E.** (2010). Fermente süt ürünleri teknolojisi Bölüm 4: in *Süt Teknolojisi*, s. 101-136, Eds. Yetişemiyen, A., Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Soria, A. C. ve Villamiel, M.** (2010). Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 323-331.
- Şeker, P.** (2008). Kısa ve uzun ömürlü ayranlarda potasyum sorbat uygulamasının kaliteye etkisi, Türkiye, (doktora tezi), Fırat Üniversitesi, Elazığ.

- Şengül, M., Erkaya, T., Başlar, M., Ertugay, M. F.** (2011). Effect of photosonication treatment on inactivation of total and coliform bacteria in milk. *Food Control*, 22, 1803-1806.
- Tabatabaie, F. ve Mortazavi, S. A.** (2010). Effect of ultrasound treatment on viability and autolysis of starter bacteria in hard cheese. *American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science*, 8(3), 301-304.
- Tamime, A. Y., Hassan, A., Farnworth, E., Toba, T.** (2007). Structure of fermented milks: in *Structure of Dairy Products*, p. 137-167, Eds. Tamime, A. Y., Wiley-Blackwell, UK.
- Tamuçay Özünlü, B.** (2005). Ayran kalitesinde etkili bazı parametreler üzerine araştırmalar, Türkiye, (doktora tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- TS- 6800**, 2003. Ayran-uzun ömürlü standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Villamiel, M. ve De Jong, P.** (2000). Inactivation of *Pseudomonas fluorescens* and *Streptococcus thermophilus* in Trypticase® Soy Broth and total bacteria in milk by continuous-flow ultrasonic treatment and conventional heating. *Journal of Food Engineering*, 45, 171-179.
- Villamiel, M. ve De Jong, P.** (2000). Influence of high-intensity ultrasound and heat treatment in continuous flow on fat, proteins, and native enzymes of milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 472-478.
- Vinderola, C.G., Costa, G.A., Regenhart, S., Reinheimer, J.A.** (2002). Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 12, 579-589.
- Walkling-Ribeiro, W., Rodriguez-Gonzalez, O., Jayaram, S., Griffiths, M. W.** (2011). Microbial inactivation and shelf life comparison of 'cold' hurdle processing with pulsed electric fields and microfiltration, and conventional thermal pasteurisation in skim milk. *International Journal of Food Microbiology*, 144, 379-386.

EKLER

Ek A1 :Kısa ömürlü tuzlu ayranların duyusal analiz tablosu.

Ek A2 :Kısa ömürlü tuzsuz ayranların duyusal analiz tablosu.

Ek A3 :Uzun ömürlü tuzlu ayranların duyusal analiz tablosu.

Ek A4 :Uzun ömürlü tuzsuz ayranların duyusal analiz tablosu.

Ek A

Çizelge A.1 : Kısa ömürlü tuzlu ayranların duyusal analiz tablosu.

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	YAPI ÖZELLİKLERİ				
				Kıvam	Parçacıklı yapı	Parçacık büyüklüğü	Beyazlık	Parlaklık
25	85	30	1. GÜN	2,88 ± 1,15	1,00 ± 1,59	0,63 ± 0,92	4,00 ± 1,56	4,33 ± 1,58
			10.GÜN	3,14 ± 1,36	1,05 ± 1,17	0,86 ± 0,99	4,09 ± 1,27	3,73 ± 1,42
			20. GÜN	3,06 ± 1,39	0,83 ± 0,92	0,61 ± 0,92	4,72 ± 1,23	4,11 ± 1,28
	20	10	1. GÜN	2,08 ± 1,44	0,42 ± 0,93	0,33 ± 0,7	3,83 ± 1,83	3,21 ± 1,74
			10.GÜN	2,32 ± 1,32	0,73 ± 1,28	0,55 ± 1,14	4,27 ± 1,16	4,00 ± 1,38
			20. GÜN	1,94 ± 1,11	0,33 ± 0,59	0,39 ± 0,7	5,06 ± 0,8	4,67 ± 1,14
25	60	10	1. GÜN	2,96 ± 1,2	0,63 ± 1,1	0,46 ± 0,83	4,25 ± 1,59	3,29 ± 1,63
			10.GÜN	2,86 ± 1,25	0,32 ± 0,65	0,23 ± 0,43	4,50 ± 1,06	3,82 ± 1,53
			20. GÜN	2,94 ± 1,35	0,33 ± 0,59	0,28 ± 0,57	5,00 ± 0,69	4,50 ± 1,04
100	60	10	1. GÜN	3,58 ± 1,06	1,04 ± 1,4	0,88 ± 1,12	4,13 ± 1,62	3,38 ± 1,76
			10.GÜN	3,50 ± 1,57	1,05 ± 1,62	0,86 ± 1,25	4,50 ± 1,14	3,73 ± 1,64
			20. GÜN	3,28 ± 1,49	0,50 ± 0,71	0,44 ± 0,62	4,72 ± 0,96	4,28 ± 1,13

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	TAT ÖZELLİKLERİ						
				Ayran tadı	Ekşilik	Kaymak tadı	Tuzluluk	Yabancı tat	Yabancı koku	Genel beğenilirlik
85	30	10	1. GÜN	3,92 ± 1,64	2,21 ± 1,59	1,63 ± 1,24	3,29 ± 1,23	0,33 ± 0,64	0,46 ± 0,83	4,29 ± 1,46
			10.GÜN	4,59 ± 1,26	2,14 ± 1,75	1,55 ± 1,53	3,77 ± 1,11	0,27 ± 0,46	0,41 ± 0,91	4,64 ± 1,4
			20. GÜN	4,72 ± 1,45	2,83 ± 2,01	1,33 ± 1,64	4,11 ± 1,6	0,33 ± 0,84	0,17 ± 0,51	4,83 ± 1,1
25	20	10	1. GÜN	3,54 ± 2,04	2,46 ± 1,74	1,63 ± 1,71	2,96 ± 1,51	0,83 ± 1,76	1,21 ± 1,64	3,13 ± 1,65
			10.GÜN	3,36 ± 1,53	1,86 ± 1,39	1,50 ± 1,6	3,59 ± 1,33	1,73 ± 1,98	1,68 ± 1,99	3,41 ± 1,82
			20. GÜN	3,78 ± 1,44	2,89 ± 2,25	1,17 ± 1,29	3,56 ± 1,54	1,56 ± 1,5	1,22 ± 1,56	3,11 ± 1,49
25	60	10	1. GÜN	2,88 ± 1,83	2,63 ± 1,93	1,67 ± 1,79	3,08 ± 1,41	2,38 ± 2,48	1,25 ± 2,05	2,54 ± 1,64
			10.GÜN	2,68 ± 1,78	2,14 ± 1,78	1,68 ± 1,64	3,68 ± 1,64	2,95 ± 2,03	2,27 ± 1,98	2,27 ± 1,86
			20. GÜN	2,83 ± 1,69	2,72 ± 2,05	0,83 ± 1,2	3,94 ± 1,47	2,33 ± 1,81	1,89 ± 1,78	2,67 ± 1,94
100	60	10	1. GÜN	2,67 ± 1,93	2,67 ± 2,06	1,58 ± 1,64	3,13 ± 1,78	3,00 ± 2,81	1,54 ± 2,36	2,38 ± 1,88
			10.GÜN	2,59 ± 1,84	2,27 ± 1,58	1,59 ± 1,53	3,82 ± 1,4	3,32 ± 2,3	2,82 ± 2,38	2,18 ± 2,26
			20. GÜN	2,83 ± 1,69	2,78 ± 1,86	0,94 ± 1,3	3,78 ± 1,48	3,39 ± 2	2,94 ± 1,95	1,67 ± 1,41

Çizelge A.2 : Kısa ömürlü tuzsuz ayranların duyusal analiz tablosu.

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	YAPI ÖZELLİKLERİ				
				Kıvam	Parçacıklı yapı	Parçacık büyüklüğü	Beyazlık	Parlaklık
25	85	30	1. GÜN	2,75 ± 1,39	1,25 ± 1,36	1,29 ± 1,46	3,75 ± 1,36	3,29 ± 1,52
			10.GÜN	3,17 ± 0,79	0,67 ± 0,69	0,72 ± 1,07	4,61 ± 1,24	3,94 ± 1,51
			20. GÜN	2,94 ± 1,55	0,78 ± 0,94	0,56 ± 0,62	4,17 ± 1,69	3,78 ± 1,63
	20	10	1. GÜN	1,92 ± 1,25	0,54 ± 0,66	0,79 ± 0,78	3,79 ± 1,64	3,13 ± 1,51
			10.GÜN	2,39 ± 1,02	0,17 ± 0,5	0,22 ± 0,63	4,78 ± 0,87	4,39 ± 1,3
			20. GÜN	2,39 ± 1,42	0,44 ± 0,92	0,28 ± 0,57	4,28 ± 1,52	3,89 ± 1,41
	60	10	1. GÜN	2,83 ± 1,46	0,83 ± 0,96	0,75 ± 0,68	3,96 ± 1,3	3,25 ± 1,48
			10.GÜN	3,11 ± 1,08	0,17 ± 0,38	0,17 ± 0,51	4,67 ± 0,84	4,28 ± 1,41
			20. GÜN	3,33 ± 1,68	0,61 ± 0,92	0,44 ± 0,7	4,61 ± 1,38	4,06 ± 1,39
100	60	10	1. GÜN	3,25 ± 1,45	1,46 ± 1,67	1,46 ± 1,41	3,79 ± 1,47	3,17 ± 1,74
			10.GÜN	3,61 ± 1,24	0,61 ± 1,04	0,5 ± 0,86	4,94 ± 1,21	3,78 ± 1,35
			20. GÜN	3,17 ± 1,5	1,22 ± 1,17	0,78 ± 0,94	4,5 ± 1,34	3,78 ± 1,26

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	TAT ÖZELLİKLERİ					
				Ayran tadı	Ekşilik	Kaymak tadı	Yabancı tat	Yabancı koku	Genel beğenilirlik
25	85	30	1. GÜN	3,38 ± 1,69	1,5 ± 1,82	1 ± 1,14	0,29 ± 0,55	0,13 ± 0,34	3,75 ± 1,54
			10.GÜN	3,83 ± 0,99	2,28 ± 1,90	0,83 ± 1,25	0,72 ± 1,13	0,22 ± 0,43	4,28 ± 1,07
			20. GÜN	3,67 ± 1,57	2,78 ± 1,66	1,39 ± 1,54	1,11 ± 1,57	0,5 ± 0,99	3,89 ± 1,64
	20	10	1. GÜN	2,75 ± 1,70	1,58 ± 1,61	0,79 ± 0,98	1,13 ± 1,51	0,67 ± 1,20	2,75 1,70
			10.GÜN	3,17 ± 1,17	2,28 ± 2,02	0,78 ± 1,19	2,11 ± 1,61	1,06 ± 1,56	3,17 ± 1,33
			20. GÜN	2,56 ± 1,62	2,17 ± 1,38	1,11 ± 1,18	1,56 ± 1,46	0,78 ± 0,94	2,83 ± 1,69
	60	10	1. GÜN	1,96 ± 1,3	1,71 ± 1,85	0,83 ± 0,82	2,38 ± 2,02	1,5 ± 1,87	2,46 ± 1,53
			10.GÜN	2 ± 1,37	2,17 ± 1,92	0,56 ± 0,86	3,72 ± 1,67	2,5 ± 2,01	2 ± 1,64
			20. GÜN	1,94 ± 1,7	2,89 ± 1,84	1,5 ± 1,62	2,83 ± 1,62	1,61 ± 1,54	1,5 ± 1,34
100	60	10	1. GÜN	1,88 ± 1,45	1,71 ± 1,85	1,17 ± 1,4	2,92 ± 2,17	2,13 ± 2,35	1,58 ± 1,21
			10.GÜN	1,83 ± 1,69	1,94 ± 1,8	0,56 ± 0,86	4,28 ± 2,19	3,06 ± 2,26	1,11 ± 1,28
			20. GÜN	2,06 ± 1,66	2,5 ± 1,95	1,56 ± 1,62	3,61 ± 2,12	2,11 ± 2,08	1,28 ± 1,36

Çizelge A.3 : Uzun ömürlü tuzlu ayranların duyusal analiz tablosu.

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	YAPI ÖZELLİKLERİ				
				Kıvam	Parçacıklı yapı	Parçacık büyüklüğü	Beyazlık	Parlaklık
25	70	10	1. GÜN	3,62 ± 1,5	4,54 ± 1,56	4,27 ± 1,76	4,19 ± 1,6	3,38 ± 1,6
			30.GÜN	4 ± 0,85	4,83 ± 0,72	3,42 ± 1,24	3,92 ± 1,08	3,25 ± 1,54
			60. GÜN	3,38 ± 1,36	4,63 ± 1,31	4 ± 1,26	3,75 ± 1,24	3,56 ± 1,55
	60	10	1. GÜN	2,96 ± 1,48	1,81 ± 1,27	1,92 ± 1,47	4,54 ± 1,39	3,85 ± 1,43
			30.GÜN	3,67 ± 1,56	2,75 ± 1,36	2 ± 1,41	4,67 ± 0,89	3,92 ± 1,62
			60. GÜN	3,13 ± 0,83	1,58 ± 1,06	1,13 ± 0,64	4,73 ± 0,96	4,06 ± 1,33
100	60	10	1. GÜN	2,85 ± 1,59	2,38 ± 1,33	2,31 ± 1,46	4,19 ± 1,55	3,58 ± 1,39
			30.GÜN	3,67 ± 1,56	2,42 ± 1,08	1,92 ± 1,44	4,42 ± 0,79	3,75 ± 1,54
			60. GÜN	3,25 ± 1,29	1,44 ± 1,21	1,06 ± 0,85	4,38 ± 1,02	4,13 ± 1,45

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	TAT ÖZELLİKLERİ						
				Ayran tadı	Ekşilik	Kaymak tadı	Tuzluluk	Yabancı tat	Yabancı koku	Genel beğenilirlik
70	10	10	1. GÜN	3,85 ± 1,41	2,58 ± 2	2,12 ± 1,88	3,5 ± 1,03	1,23 ± 1,61	1,12 ± 1,7	4,27 ± 1,28
			30.GÜN	4,42 ± 1,16	3 ± 1,95	1,42 ± 1,83	3,75 ± 2,01	1 ± 1,28	0,58 ± 1,16	3,92 ± 1,24
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	AY	0,19 ± 0,4	3,25 ± 1,73
25	60	10	1. GÜN	2,88 ± 1,31	1,85 ± 1,64	1,85 ± 1,62	2,96 ± 1,31	3,65 ± 2,17	3,08 ± 2,1	2,08 ± 1,41
			30.GÜN	2,58 ± 1,24	2,58 ± 2,07	1,33 ± 1,87	4,17 ± 1,85	3,58 ± 2,07	2,75 ± 1,96	2,08 ± 1,78
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	AY	3,67 ± 2,02	2,34 ± 1,99
100	60	10	1. GÜN	2,23 ± 1,18	2,23 ± 1,48	1,73 ± 1,71	3 ± 1,52	4,96 ± 1,91	4,19 ± 2,14	1 ± 1,17
			30.GÜN	2,17 ± 1,75	2,33 ± 1,92	1,25 ± 1,42	4 ± 1,76	4,33 ± 2,35	3,58 ± 2,47	1,67 ± 1,56
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	AY	3,63 ± 2	2,25 ± 2,05

AY: Analizi yapılmadı

Çizelge A.4 : Uzun ömürlü tuzsuz ayranların duyuusal analiz tablosu.

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	YAPI ÖZELLİKLERİ				
				Kıvam	Parçacıklı yapı	Parçacık büyüklüğü	Beyazlık	Parlaklık
25	70	10	1. GÜN	3,15 ± 1,46	4,70 ± 1,72	4,00 ± 1,52	4,3 ± 1,38	3,75 ± 1,41
			30.GÜN	3,31 ± 1,2	4,25 ± 1,24	3,31 ± 1,25	4,38 ± 1,59	3,56 ± 1,36
			60. GÜN	3,69 ± 1,58	4,38 ± 1,41	3,81 ± 1,72	3,50 ± 1,55	2,94 ± 1,24
	60	10	1. GÜN	3,3 ± 1,49	1,95 ± 1,43	1,45 ± 0,83	4,55 ± 0,89	3,75 ± 1,45
			30.GÜN	3,19 ± 1,05	2,69 ± 1,62	1,75 ± 1,24	4,94 ± 0,93	3,94 ± 1,34
			60. GÜN	3,06 ± 1,24	2,19 ± 1,22	2,13 ± 1,36	4,13 ± 0,96	3,69 ± 0,87
100	60	10	1. GÜN	3,4 ± 1,39	1,3 ± 1,03	1,15 ± 0,67	4,85 ± 1,04	4,2 ± 1,36
			30.GÜN	3 ± 1,37	1,63 ± 1,2	1,25 ± 1	4,88 ± 1,2	3,88 ± 1,41
			60. GÜN	2,94 ± 1,39	1,44 ± 1,21	1,44 ± 1,21	4,31 ± 1,25	3,69 ± 1,2

Güç (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	DEPOLAMA SÜRESİ	TAT ÖZELLİKLERİ					
				Ayran tadı	Ekşilik	Kaymak tadı	Yabancı tat	Yabancı koku	Genel beğenilirlik
25	70	10	1. GÜN	3,8 ± 1,44	1,55 ± 1,5	1,1 ± 1,17	1,05 ± 1,61	0,6 ± 0,94	3,25 ± 1,07
			30.GÜN	3,94 ± 0,68	2,63 ± 1,63	1,69 ± 1,35	0,94 ± 1,06	0,38 ± 0,72	3,38 ± 1,02
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	0,88 ± 1,45	4,00 ± 0,97
25	60	10	1. GÜN	1,60 ± 1,10	1,40 ± 1,43	1,10 ± 1,21	4,05 ± 1,54	3,75 ± 1,62	1,15 ± 1,27
			30.GÜN	2,31 ± 1,58	2,44 ± 1,71	0,94 ± 1,06	3,50 ± 1,86	3,25 ± 1,77	1,81 ± 1,52
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	2,63 ± 2,22	2,69 ± 1,62
100	60	10	1. GÜN	1,1 ± 1,07	1,5 ± 1,61	1,05 ± 1,19	5 ± 1,62	4,25 ± 1,89	0,55 ± 0,76
			30.GÜN	1,5 ± 1,37	2,25 ± 1,77	1,13 ± 0,96	4,63 ± 2,22	4,5 ± 2	1,25 ± 1,57
			60. GÜN	AY	AY	AY	AY	4,56 ± 2,1	1,63 ± 1,2

AY: Analizi yapılmadı

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad :Tuba Parlak UZUNOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi :Kayseri - 23.05.1987

Adres :Çankaya cad. Serçeönü mah. No:8 Kocasinan/ Kayseri

E-Posta :uzunoglu_t@hotmail.com

Lisans :Erciyes Üniversitesi – Gıda Mühendisliği Bölümü

Mesleki Deneyim ve Ödüller : Gülsan - Meysu,
Temmuz-Ağustos, 2007 (Stajyer)
İl Kontrol Laboratuvarı-Kayseri,
Temmuz 2008 (Stajyer)
Ultrases işleminin fermente süt ürünlerinde kullanım potansiyelinin belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi,
Haziran 2011 - Mayıs 2012 (TÜBİTAK proje bursiyeri)

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Uzunoğlu, T. P.,**Kurt, Ç., Kılıç-Akyılmaz, M., Güneş, G., 2011: Influence of high power ultrasound on quality of a fermented milk beverage. *4th International Congress on Food and Nutrition together with – 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety*, 12-14 Ekim, 2011, İstanbul, Türkiye (Sözlü sunum).
- **Uzunoğlu, T. P.,** Kılıç-Akyılmaz, M., Güneş, G., 2012: Microbiological properties of fermented milk beverage produced from high power ultrasound-treated milk.*Advanced Nonthermal Processing in Food Technology: Effects on Quality and Shelf Life of Food and Beverages*, 7-10 Mayıs 2012,Kuşadası, İzmir Türkiye (Poster).
- **Uzunoğlu, T. P.,** Kılıç-Akyılmaz, M., Güneş, G., 2012: Microbiological properties of fermented milk beverage produced from high power ultrasound-treated milk. *6th Central European Congress on Food*, 23-26 Mayıs, Novi Sad, Sırbistan (Poster).
- **Uzunoğlu, T. P.,** Kurt, Ç., Kılıç-Akyılmaz, M., Güneş, G., 2012: Physical properties of fermented milk beverage produced from high power ultrasound-treated milk. *6th Central European Congress on Food*,23-26 Mayıs, Novi Sad, Sırbistan (Poster).