

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

**YOĞURT
541GI0019**

Ankara 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. YOĞURT ÜRETİMİ İÇİN SÜTE UYGULANAN ÖN İŞLEMLER.....	3
1.1. Yoğurdun Tanımı ve Tarihçesi	3
1.2. Yoğurdun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	4
1.3. Yoğurdun Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi.....	4
1.4. Yoğurdun Sınıflandırılması.....	5
1.4.1. Yağ Oranlarına Göre.....	5
1.4.2. Yapım Tekniğine Göre	6
1.4.3. Aromasına Göre.....	7
1.4.4. Diğer Yoğurt Çeşitleri	8
1.5. Yoğurda İşlenecek Sütün Seçimi	10
1.6. Sütün Temizlenmesi.....	11
1.7. Standardizasyon	12
1.7.1. Süt Yağının Standardizasyonu.....	12
1.7.2. Kuru Madde Standardizasyonu.....	15
1.8. Homojenizasyon	22
1.9. Isıl İşlem.....	24
1.9.1. Isıl İşlemin Patojen ve Diğer Mikroorganizmalara Etkisi	25
1.9.2. Isıl İşlemin Starter Bakterilerinin Faaliyetleri Üzerine Etkisi	25
1.9.3. Isıl İşlemin Sütün Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi	26
1.9.4. Isıl İşlemin Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi	27
1.10. Soğutma	27
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	33
2. İNOKÜLASYON (KÜLTÜR İLAVESİ), AMBALAJLAMA VE İNKÜBASYON	33
2.1. Yoğurt Bakterileri ve Özellikleri	33
2.1.1. <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	33
2.1.2. <i>Streptococcus thermophilus</i>	34
2.1.3. Yoğurt Bakterilerinin Ortak Yaşamı	34
2.2. Yoğurt Üretimi İçin Starter Kültür Hazırlanması	35
2.2.1. Sıvı Kültürler	35
2.2.2. Toz Kültürler	35
2.2.3. Dondurulmuş Kültürler.....	36
2.2.4. Kültür Hazırlama Teknikleri.....	38
2.3. İnokülasyon (Kültür İlavesi)	40
2.3.1. Süte Katılacak Kültür Miktarının Hesaplanması	40
2.3.2. İnokülasyon Şekilleri	40
2.4. Ambalajlama	43
2.4.1. Ambalaj Materyalleri.....	43
2.4.2. Ambalaj Materyallerinin Sterilizasyonu	45
2.4.3. Sütün Yoğurt Kaplarına Doldurulması.....	46

2.5. İnkübasyon.....	48
UYGULAMA FAALİYETİ	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	52
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	56
3. SOĞUTMA VE DEPOLAMA.....	56
3.1. Soğutma	56
3.1.1. Tek Aşamalı.....	56
3.1.2. İki Aşamalı	56
3.2. Depolama	58
3.2.1. Soğuk Hava Depolarının Özellikleri.....	58
3.2.2. Depolama Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar	58
3.2.3. Depolama Sırasında Görülen Değişmeler.....	59
3.3. Yoğurttaki Görülen Bozulmalar.....	59
3.3.1. Mikrobiyal Bozulmalar.....	59
3.3.2. Enzimatik Bozulmalar	60
3.3.3. Kimyasal Bozulmalar	60
3.4. Yoğurttaki Görülen Kusurlar	61
3.4.1. Görünüş Kusurları	61
3.4.2. Tat ve Aroma Kusurları.....	61
3.4.3. Yapı ve Tekstür Kusurları	62
3.5. Yoğurt Kalitesine Etki Eden Faktörler.....	63
3.5.1. Sıcaklık	63
3.5.2. Hava.....	63
3.5.3. Işık	63
3.5.4. Ambalaj Materyali	63
3.5.5. Süre.....	63
3.6. Yoğurt Üretim Akım Şemaları.....	64
UYGULAMA FAALİYETİ	66
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	67
MODÜL DEĞERLENDİRME	70
CEVAP ANAHTARLARI.....	73
KAYNAKÇA	74

AÇIKLAMALAR

KOD	541GI0019
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL/MESLEK	Süt İşleme/ Süt ve Süt Ürünleri Operatörü
MODÜLÜN ADI	Yoğurt
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül Gıda Teknolojisi Gıda Kontrol dalında eğitim ve öğrenim gören öğrenciler için hazırlanmış, yoğurt üretimi için yoğurt yapılacak süte uygulanacak ön işlemleri yapma, süte kültür ilave edip inkübe etme, ambalajlama ve depolama işlemlerini yapma, yoğurtta oluşabilecek kusurlar ve bozulmaları belirlemek için gerekli bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32+(40/24+40/16) Uygulama tekrarı süresi
ÖN KOŞUL	“Süte Uygulanan Ön İşlemler” Modülünü Başarmak.
YETERLİK	Yoğurt üretmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam ve gerekli araç-gereçler sağlandığında Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olarak yoğurt üretimi yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Yoğurda işlenecek süte ön işlemler yapabileceksiniz. 2. Yoğurt sütüne kültür ilave edip inkübasyon ve ambalajlama işlemini yapabileceksiniz. 3. Yoğurdu soğutma ve depolama işlemi yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Teknoloji sınıfı, kütüphane, internet Donanım: Üretim atölyesi, klarifikatör, seperatör, süttozu veya evaporatör, ısı değiştiriciler, homojenizatör, çeşitli tanklar, hammadde, starter kültür, inkübasyon odaları, soğuk hava depoları, kapaklar, dolum ve ambalajlama makineleri, konveyör bant, ambalaj materyalleri, kasalar, palet ve palet arabası.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her bir öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi ve becerileri ve tavırları ölçmek amacıyla öğretmen tarafından hazırlanacak yazılı ve uygulamalı sınav ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bildiğiniz gibi yoğurt, çok eski tarihlerden beri toplumumuzda geleneksel olarak üretilen bir süt ürünüdür. Ancak günümüzde bilim ve teknolojiye hızlı ilerlemelerin bir sonucu olarak yoğurdun endüstriyel boyutta üretimi gerçekleştirilmektedir. Böylece geleneksel kalıpların dışına çıkmış, daha hızlı ve standart üretim aşamasına gelinmiştir. Süt ve süt ürünlerini üreten işletmelerde kaliteli ve standart yoğurt üretimi yapabilmek, gerek tüketici sağlığını korumak gerekse tuzuk ve standartlara uygunluğu sağlamak açısından önemlidir. Üretim, bu alanda yetişmiş elemanlar tarafından yapılmaktadır.

Geçmişten beri yoğurt yapımı, soğutma olanağı olmayan yerlerde veya dönemlerde sütü en basit, kolay ve güvenilir bir değerlendirme yöntemi olmuştur. Uzun yıllardan beri halkımız tarafından sevilerek ve fazla miktarlarda tüketilen yoğurt, yüksek besin ögesi değeri nedeniyle insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Yoğurt Türkiye’de en fazla bilinen ve en çok tüketilen (tanınan) fermente süt ürünüdür. Bunun başlıca sebebi, yoğurdun soğukta muhafaza edildiğinde uzun süre depolanabilmesi ve pH değerinin düşük olmasından dolayı içerisinde patojen mikroorganizmaların canlılıklarını uzun süre sürdürememeleridir.

Yoğurt modülü yoğurdun çeşitlerini; yoğurdun duysal, kimyasal, beslenme ve sağlık açısından özelliklerini yoğurt üretimi için kullanılacak süte uygulanacak ön işlemleri inokülasyon ve inkübasyon işlemlerini ambalajlama, soğutma ve depolama sırasında dikkat edilmesi gereken hususları yoğurtta görülebilecek bozulmaları, kusurları ve yoğurdun kalitesine etki eden faktörleri üretim sırasında kullanılan alet – ekipmanların tanınması ve dikkat edilmesi gereken noktaları içermektedir.

Bu modülün daha iyi anlaşılabilmesi için “Süte Uygulanan Ön İşlemler” modülünün tekrar gözden geçirilmesi başarıyı artıracaktır.

Bu modülün amacı, yoğurt üretimi hakkında sizlere yol gösterici olmaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında yoğurda işlenecek süte ön işlemleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan süt ve süt ürünlerini üreten işletmelerden randevu alarak sütün işletmeye kabulü sırasında nelere dikkat ettiklerini araştırınız.
- Yoğurt üretimi sırasında süte ne gibi ön işlem uyguladıklarını araştırınız.
- Araştırmalarınızı rapor hâline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. YOĞURT ÜRETİMİ İÇİN SÜTE UYGULANAN ÖN İŞLEMLER

1.1. Yoğurdun Tanımı ve Tarihçesi

Türk Gıda Kodeksi'ne göre yoğurt *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermantasyonu ile meydana gelen koagüle bir süt ürünüdür.

Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 Yoğurt Standardında ise daha detaylı bir tanım verilmiştir. Buna göre yoğurt; inek sütü (TS 1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süttozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilip veya edilmeden *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*'dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standardı'na uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür.

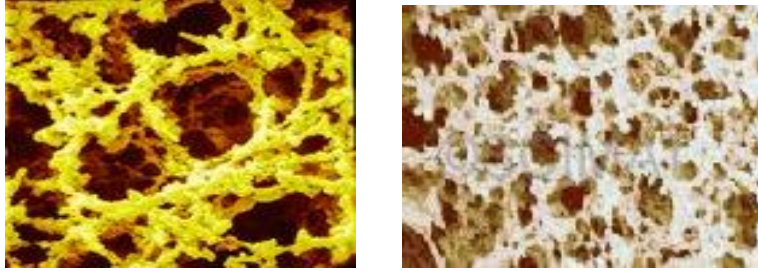
Yoğurt üretiminin ilk defa ne zaman, nerede, kimler tarafından ve nasıl gerçekleştirildiği henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu konuda birçok görüş olmasına karşın, yoğurdun çok eski çağlardan beri Orta Asya kavimleri ile İskitlerin temel tüketim maddeleri arasında yer aldığı, Ural Dağı etekleri ile Karadeniz ve Hazar Denizi arasında kalan bölgede Türklerce tüketildiği bilinmektedir. Günümüzde yaygın olan düşünceye göre yoğurt bir Türk buluşudur. Türk egemenliği ve Türk kültürü yaşayan bölgelerden göç yolları ile önce Balkanlar'a ve Orta Doğu'ya, oradan da Avrupa'ya yayılmıştır.

1.2. Yoğurdun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yoğurdun kimyasal bileşimi, üretildiği süte ve uygulanan teknolojik işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kullanılan starter kültüre ve dolayısıyla da fermantasyon işlemine bağlı olarak yoğurdun bileşiminde, süte göre oransal artışlar ve azalmalar meydana gelmektedir. Kuru madde artırımında kullanılan yöntemle ilgili olarak süt bileşenlerindeki artış oranları farklılık gösterse de, yoğurt sütü üretildiği inek sütünden daha çok protein ve laktoz içermektedir. Laktik asit bakterilerinin fermantasyonundan dolayı orijinal sütün bileşimindeki değişiklikler şu şekilde özetlenebilir:

Laktozdan	⇒	Laktik asit
Proteinlerden	⇒	Peptit ve amino asitler
Yağlardan	⇒	Yağ asitleri üretimi

Yoğurt pıhtısı, ısı ile teşvik edilmiş bir asit- kazein jeli olarak tanımlanmaktadır. Buna göre yoğurt pıhtısının oluşumunda ısı uygulaması ve inkübasyon sırasındaki asitlik gelişimi önemli rol oynamaktadır. Bu iki uygulamanın etkisiyle süt proteinlerinde birtakım değişimler olmakta ve proteinler arası çeşitli etkileşimler (interaksiyonlar) meydana gelmektedir. Bu interaksiyonların çeşidi, şiddeti ve stabiliteleri (dayanıklılık) yoğurt pıhtısının fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Kısaca yoğurdun fiziksel yapısı, proteinlerin pıhtılaşmasıyla oluşan bir ağ yapısı (network) şeklindedir (Resim 1.1). Bu yapının içinde yağ globülleri, çözünmüş bileşikler ve su molekülleri bulunmaktadır.



Resim 1.1: Yoğurt pıhtısının (network yapısı) elektron mikroskobundaki görünümü

1.3. Yoğurdun Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Yoğurt laktik asit bakterileri tarafından süt bileşenlerinin insan beslenmesinde yararlı olan metabolik ürünlere dönüştürüldüğü tüm bileşenleri içermektedir.

Yoğurt protein, kalsiyum, fosfor, B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), ve B₁₂ vitaminleri içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Ayrıca yoğurdun folik asit, niasin, magnezyum ve çinko değerleri de süte oranla oldukça yüksektir. Dolayısıyla düzenli yoğurt tüketimi ile özellikle çocuklar ve gençler için günlük önerilen vitamin A, folik asit, vitamin B₁₂, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının önemli bir bölümü karşılanabilmektedir.

Laktoz fermantasyon sırasında monosakkaritlere parçalanmakta ve bu monosakkaritler ince bağırsakta absorbe edilerek vücut tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Özellikle laktoz intoleransı olan kişiler, süt yerine yoğurt benzeri ürünleri rahatlıkla

tüketebilmektedirler. Laktoz intoleransı; insan vücudunda laktozu parçalayan enzimin yetersizliğinde görülmekte ve laktoz içeren ürünleri tüketen bu kişilerde birtakım bağırsak rahatsızlıkları meydana gelmektedir.

Sade ve meyveli yoğurt üretiminde kullanılan tatlandırıcılar ve stabilizerler farklı mekanizmalar ile insan sağlığı üzerine etkili olmaktadır. Bu maddeler bağırsak hareketliliğini artırarak bağırsakların çalışmasını hızlandırmakta kalın bağırsakta oluşan toksik maddeleri absorbe ederek dışarı atılmasını sağlamaktadır. Ayrıca kolesterol seviyesini düşürmekte ve kan şekeri seviyesini korumaktadırlar.

Yoğurt yapımı sırasında sütün kuru maddesindeki artış, süt proteinleri konsantrasyonunu da artırmaktadır. Dolayısıyla hem protein içeriğinin yüksek olması hem de proteinlerin yüksek biyolojik yararlılığı nedeniyle yoğurdun beslenme açısından önemi artmaktadır.

Her ne kadar yağın kalp-damar hastalıklarını teşvik edici özelliği bilinse de dengeli bir beslenme için günlük diyetinde belirli ölçülerde yer alması gerekmektedir. Özellikle çocuk ve gençlerin gereksinim duyduğu enerjinin bir kısmı süt yağı aracılığıyla karşılanmaktadır.

Literatürlerde düzenli yoğurt tüketimine bağlı olarak yetişkinlerde immün (bağışıklık) sisteminin güçlendiği yönünde pek çok bilgi mevcuttur. Bu etki; asidik bir ürün olan yoğurdun bağırsaklarda asitliği artırmasına paralel olarak zararlı mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmesi ve yoğurt bakterilerinin bağırsak çeperlerine tutunarak ortama hakim olmalarından dolayı zararlı mikroorganizmaların gelişimini engellemeleri şeklinde açıklanmaktadır. Hatta yoğurdun özelliği nedeniyle antibiyotik etkisinin olduğu da bildirilmektedir.

Her ne kadar yoğurt tüketimi ile kanser hücrelerinin oluşumu arasındaki ilişki tam olarak aydınlatılamamışsa da yapılan çalışmalarda düzenli yoğurt tüketimi ile meme ve rahim kanseri riskinin azaltılabildiği görülmüştür.

1.4. Yoğurdun Sınıflandırılması

Yoğurt yağ oranına, yapım tekniğine, aromasına ve inkübasyon sonrası işlemlere göre çeşitli şekilde sınıflandırılmaktadır. Piyasada satışa sunulan yoğurtlar ise sınıflandırma yöntemine göre çeşitli şekillerde isimlendirilmektedir. Örneğin kaymaklı yoğurt (tam yağlı), homojenize yoğurt (yağlı ve yapım tekniği farklı), light yoğurt (yağsız), meyveli yoğurt, süzme (torba) yoğurt vb.

1.4.1. Yağ Oranlarına Göre

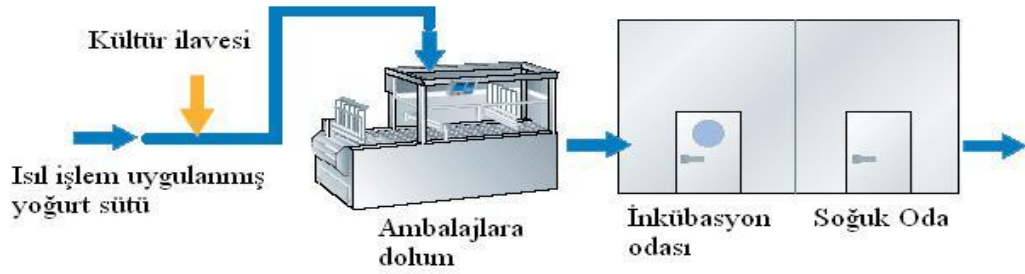
Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği ve TS 1330-Yoğurt Standardına göre yoğurt, yağ oranlarına göre beşe ayrılmaktadır. Bu şekilde sınıflandırılan yoğurtların içermesi gereken yağ miktarları aşağıda verilmiştir.

Yoğurt	Yağ (%)
Tam yağlı	En az 3.8
Yağlı	En az 3.0
Yarım yağlı	En az 1.5
Az yağlı	En fazla 1.5
Yağsız (yavan)	En fazla 0.15

Tablo 1.1: Yağ oranlarına göre, yoğurtların içermesi gereken yağ miktarları

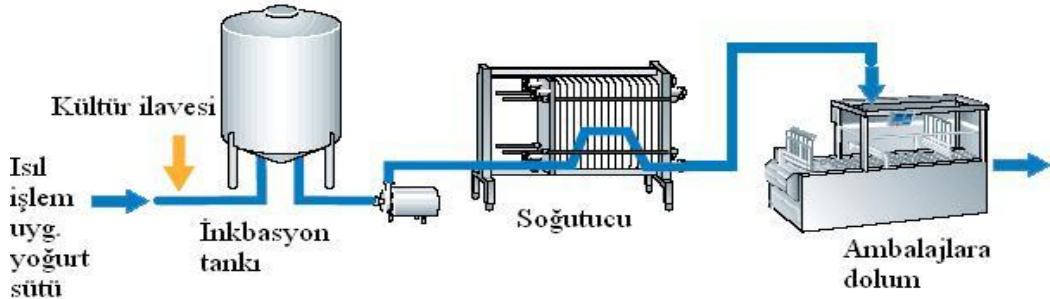
1.4.2. Yapım Tekniğine Göre

- **Set yoğurt (pıhtısı kırılmamış yoğurt):** Süte uygulanan ön işlemlerden sonra yoğurt sütü ambalaj kaplarına doldurulur. Fermantasyon işlemi, bu kaplar içerisinde ve özel inkübasyon odalarında yapılır. Bu şekilde üretilen yoğurtlara **set tipi yoğurt** denir.



Şekil 1.1: Set tipi yoğurt üretimi

- **Stirred yoğurt (pıhtısı kırılmış yoğurt):** Bu tipte yoğurt üretiminde ise fermantasyon işlemi bir tank içerisinde gerçekleşmekte ve inkübasyon sonunda pıhtı kırılarak bir pompa aracılığıyla dolum noktasına iletilmektedir.

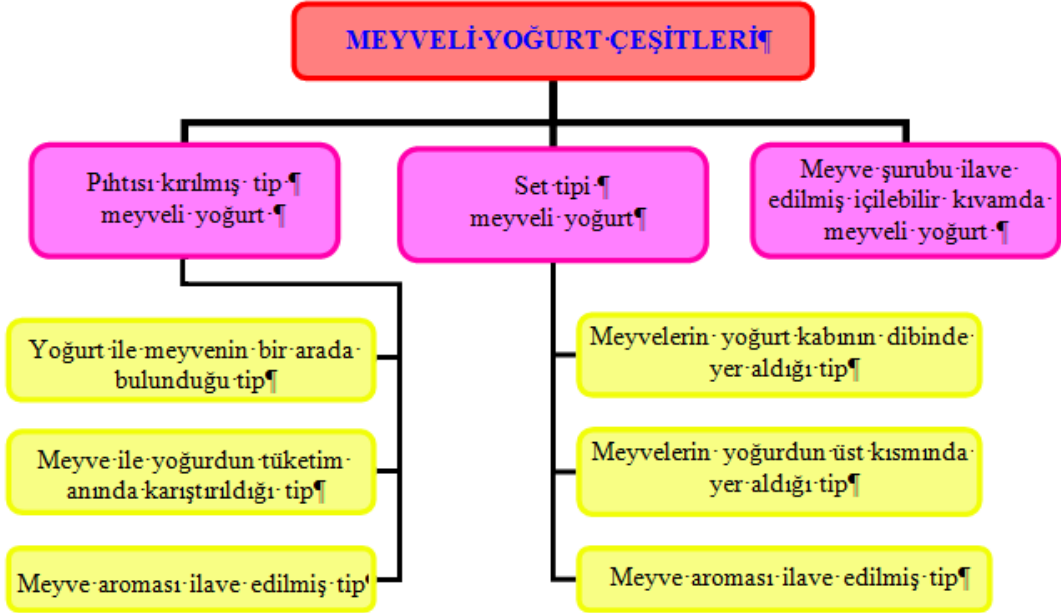


Şekil 1.2: Stirred tipi yoğurt üretimi

- **Kaymaklı yoğurt:** Ülkemizde yaygın bir tüketim alanı bulunan geleneksel bir üründür. Burada süt yağı ile yağsız süt fazının yoğunluklarının farklı olmasından dolayı yağ globüllerinin sütün yüzeyinde birikmesi ilkesinden yararlanılmaktadır. Genel olarak süt sıcaklığındaki artışa paralel yağ globüllerinin sütün yüzeyine doğru hareketliliği artmaktadır. Yüzeyde kaymak tabakasının oluşumu istendiği durumlarda yoğurt kapları nispeten yüksek sıcaklıklarda (46-48°C) doluma alınmakta ve kaymak bağlama işlemine sıcaklık 42-43°C'a inene kadar izin verilmektedir.

1.4.3. Aromasına Göre

- **Sade yoğurt:** İçerisine tadını ya da aromasını zenginleştirmek amacıyla herhangi bir madde ilavesi yapılmamış, sütün bileşiminden gelen tat özelliklerini içeren ve yoğurt sütüne katılan starter kültürlerin gelişimi ile aroma kazanan ürün olarak tanımlanabilir.
- **Meyveli yoğurt:** Günümüzde, yoğurdu tüketiciler tarafından beğenilen bir ürün hâline dönüştürmek ve tüketimi artırmak amacıyla meyve ve/veya tatlandırıcı ilavesi yapılmaktadır. Meyveli yoğurt üretimi tüketici tercihlerine bağlı olarak farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Meyveli yoğurt çeşitleri

- **Aromalı yoğurt:** Meyveli ve/veya meyve aromalı yoğurtlarda tat/aroma dengesinin sağlanması amacıyla değişik tatlandırıcılardan ve aroma maddelerinden yararlanılmaktadır.

Yoğurt üretiminde kullanılan doğal ya da modifiye tatlandırıcıların tipi ve konsantrasyonu şu faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir:

- Tüketici tercihi
- Kullanılan meyvenin çeşidi ve konsantrasyonu
- Kullanılan starter kültürün özellikleri (aromatik olup olmaması durumu)
- Yasal düzenlemeler
- Üretim ekonomisi

Aroma maddeleri sağlandıkları kaynaklara bağlı olarak üç grupta toplanırlar. Bunlar:

- Doğal aromalar ve aroma maddeleri (bitkisel kaynaklı)
- Doğal olarak izole edilen aroma maddeleri (bitkisel kaynaklı)
- Yapay/sentetik maddeler (kimyasal kaynaklı)

1.4.4. Diğer Yoğurt Çeşitleri

- **Konsantre yoğurt (vakum kondanse):** Yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla geliştirilen teknikler içerisinde bilinen en eski ve etkili yöntem yoğurdun koyulaştırılmasıdır. Ülkemizde torba yoğurdu ya da süzme yoğurt adları ile bilinmekte olan bu ürünün dayanım süresi oldukça uzundur (30-40 gün). Konsantre yoğurt; yoğurdun serum fazının çeşitli yöntemler (bez torba içerisinde süzme, mekanik santrifüjler veya membran tekniklerinin kullanımı) kullanılarak uzaklaştırılması sonucu elde edilen ve kuru maddesi yüksek (~25g/100g) bir üründür. Bu ürün yumuşak yapılı, kolay sürülebilme yeteneğine sahip ve kullanılan süt türüne göre beyazdan sarıya değişen renge sahip fermente bir üründür.
- **Dondurulmuş yoğurt:** Yoğurt ile dondurma üretim teknolojilerinin kombine edilmesi ile ortaya çıkan yoğurt benzeri bir üründür. Bu ürün yapım teknolojilerindeki farklılıklara göre üç gruba ayrılmaktadır:
 - Yumuşak dondurulmuş yoğurt
 - Sert dondurulmuş yoğurt
 - Mus yoğurt

Üretim teknolojisi açısından bu 3 tip arasında çok belirgin farklılıklar bulunmamakla birlikte, sert ya da yumuşak yoğurt üretiminde stabilizer/emülsifiyer ve şeker katkılı soğuk meyve şurubu miksi belirli oranlarda soğuk yoğurt ile karıştırılıp dondurulurken mus yoğurt üretiminde ise meyve şurubu miksi sıcak olarak yoğurt ile karıştırılmaktadır.

- **Kurutulmuş (toz) yoğurt:** Ülkemizde kurut olarak bilinen yoğurt tozu, yoğurdun dayanımını artırmak amacıyla kurutulması sonucu elde edilen bir üründür. Bu ürünün raf ömrü 1 yıla kadar çıkabilmektedir. Aynı zamanda yoğurda oranla daha düşük paketleme ve depolama maliyetine sahip olması,

soğuk depolama zorunluluğunun bulunmaması gibi avantajları da bulunmaktadır. Yoğurt tozu üretiminde;

- Direkt güneş altında kurutma
- Dondurarak kurutma
- Sprey kurutma ve
- Mikrodalga kurutma

gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır.

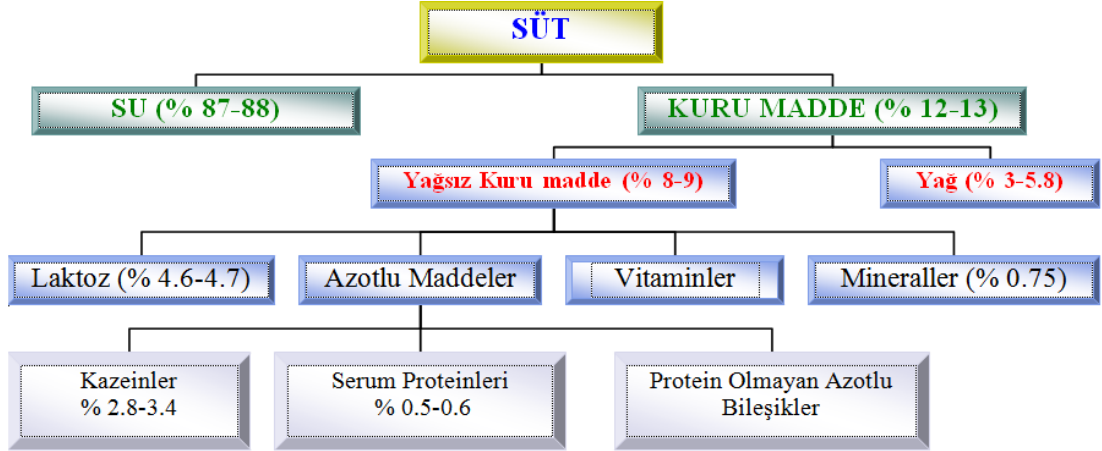
- **Pastörize/uzun ömürlü yoğurt:** Yoğurdun depolama süresini uzatmak amacıyla uygulanan bir diğer yöntem ise fermantasyon işleminden sonra son ürüne ısıtma işlemi uygulanmasıdır. Isıtma işlemi üründe bulunması istenen starter kültürler, istenmeyen mikroorganizmalar (maya, küf ve diğerleri) ve bunların enzimleri inaktive edilmektedir. Böylece yoğurtların raf ömürleri 6-8 hafta ile 6-12 aya kadar uzatılabilmektedir. Ancak pastörize yoğurt üretiminin bazı sakıncaları vardır. Yoğurdun ısıtma işlemine tabi tutulmasıyla;
 - İnsan sağlığı için yararlı olan canlı bakteri sayısı önemli ölçüde azalmakta
 - Ürünün viskozitesinde azalma ve buna bağlı olarak depolama sırasında serum ayrılması görülmekte
 - Fermantasyon sırasında oluşan aroma bileşenlerinin uzaklaşmasından dolayı tat-aroma zayıflamakta
 - Depolama sırasında besin değerindeki kayıplar normal yoğurda göre daha fazla olmaktadır.
- **Biyo-yoğurt (probiyotik yoğurt):** Probiyotik bakterilerin vücuda alınmasına aracılık eden en uygun gıdalardan birisidir. Bu ürünün üretimi geleneksel yoğurt üretimi ile benzerlik göstermektedir. Burada klasik yoğurt bakterilerine ek olarak probiyotik bakterilerden (*Lactobacillus spp.* ve *Bifidobacterium spp.*) yararlanılmaktadır.
- **Silivri yoğurdu:** Ülkemize özgü koyun sütünden üretilen kaymaklı bir yoğurt çeşididir. Ancak koyun sütündeki mevsimsel dalgalanmalar ve yetersizlikler nedeniyle üretimde inek, manda ve keçi sütleri de kullanılabilir. Klasik yoğurt üretimine göre buradaki temel farklılık kültür ilave edilmek üzere metal kaplara aktarılan ısıtma işlemi görmüş sütlerin bir kez daha ısıtılarak kaymak bağlama hızının artırılmasıdır.
- **Soya yoğurdu:** Soya sütü, soya fasulyesinden elde edilmektedir. İnek sütüne oranla daha düşük karbonhidrat ve yağ içermesine karşın protein içeriği bakımından inek sütüne benzerlik göstermektedir. Özellikle günümüzde hayvansal protein kaynaklarındaki yetersizlik ve maliyet faktörleri, protein kaynağı olarak soya fasulyesinin kullanımını artırmıştır. Soya sütünün en yaygın kullanıldığı gıda ürünü yoğurt ve benzeri fermente ürünlerdir. Ancak soya sütünden üretilen yoğurtların fiziksel ve duyu özellikleri, aynı fermantasyon koşullarının sağlanması durumunda bile klasik yoğurtlardan

büyük farklılık göstermektedir. Bu yüzden üretimde bazı katkı maddelerinin katılması önerilmektedir.

- **Tuzlu yoğurt:** Geleneksel bir yoğurt çeşidi olan bu ürün, kaynatılarak koyulaştırılan yoğurda tuz ilave edilerek hazırlanmaktadır. Bu şekilde üretilen yoğurt cam kavanozlara doldurulmakta ve üzeri zeytinyağı ile kaplanarak serin bir yerde saklanmaktadır. Genellikle kışlık tüketim amacıyla üretilen tuzlu yoğurdun raf ömrü 6-9 ay arasında değişmektedir.

1.5. Yoğurda İşlenecek Sütün Seçimi

Tüm memeliler tarafından salgılanan süt, oldukça kompleks bir yapıya sahiptir. Bileşim değerleri farklılık göstermekle birlikte tüm süt türleri başlıca su, protein, laktoz, yağ, mineraller, vitaminler, enzimler ve diğer iz elementleri içermektedir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Süt bileşenlerinin dağılımı

Yoğurt üretiminde değişik tür memelilerden elde edilen sütler kullanılmaktadır. Ancak ham madde olarak kullanılan bu sütlerin bileşimleri birbirinden farklıdır (Tablo 1.2). Endüstriyel boyuttaki üretimlerde ağırlıklı olarak inek sütü tercih edilmektedir. Ancak sadece inek sütü kullanılsa bile sütün elde edildiği ineğin türü, beslenme şartları, laktasyon dönemi, mevsimler gibi faktörlere bağlı olarak sütün bileşiminde önemli farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla sütün bileşimindeki temel farklılıkların ortadan kaldırılması amacıyla yoğurda işlenecek süte çeşitli standardizasyon işlemlerinin uygulanması zorunludur.

Yoğurt yapımında kullanılacak çiğ süt aşağıdaki ölçütleri taşımalıdır:

- Duyusal kusurların meydana gelmesine veya pıhtılaşma sırasında problemlerin oluşmasına neden olacağından hastalıklı bir hayvandan sağılmış olmamalıdır.
- Kötü kokulu yemlerle beslenen hayvanların sütleri olmamalıdır.

- Üründe acı tada neden olabileceğinden kızgınlık dönemindeki hayvanlardan üretilen sütler kullanılmamalıdır.
- Laktasyon döneminin başındaki ve sonundaki sütler kullanılmamalıdır.
- Ürün kalitesini olumsuz etkileyeceğinden mikroorganizma içeriği fazla olmamalıdır.
- Antibiyotik, deterjan ve dezenfektan kalıntısı, bakteriyofaj gibi starter kültürlerin gelişimini engelleyici inhibitörler ihtiva etmemelidir.
- Hileli (su katılmış, yağı alınmış), koruyucu madde (H₂O₂, NaOH gibi) ilave edilmiş ve asitliği yüksek sütler kullanılmamalıdır.
- Kuru maddesi yüksek sütlerden daha kaliteli ürün üretileneğinden kuru maddesi yüksek olan sütler tercih edilmelidir.

	SU	KURU MADDE	YAĞ	PROTEİN	LAKTOZ	KÜL
İNEK	87.25	12.75	3.7	3.60	4.7	0.75
KEÇİ	86.05	13.35	4.2	3.90	4.4	0.85
KOYUN	81.70	18.30	6.3	6.20	4.9	0.90
MANDA	82.55	17.55	8.0	5.80	4.2	0.75
İNSAN	88.,00	12.00	3.3	1.84	6.5	0.36

Tablo 1.2: Değişik hayvan ve insan sütlerinin ortalama bileşimleri (%)

1.6. Sütün Temizlenmesi

Sağımdan sonra üretim birimlerindeki imkânlarla kaba kirlerinden temizlenmiş olsa da fabrikaya kabul edilen sütün işlenmeden önce hassas bir temizlemeye tabi tutulması gerekmektedir. Temizlik işlemi ile süt içerisinde yer alan organik ve inorganik yabancı maddelerin uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu yabancı maddeler sağım sırasında hayvandan ve çevreden ya da sütün işleme nakli sırasında bulaşmış olabilir.

Bu amaçla değişik temizleme yöntemleri kullanılmaktadır. Genellikle küçük işletmelere gelen sütler, süt alım terazisi üzerine konulan bez veya tel süzgeçler aracılığıyla süzülür. Ancak bu işlem sadece kaba kirlerin uzaklaştırılmasını sağlar. Orta ve büyük ölçekli işletmelerde yaygın olarak kullanılan bir yöntem ise kaba süzme işlemine alternatif olarak süt kabulü sırasında tartım terazisinin tankına metal süzgeçler konulması ve plakalı soğutucu girişlerine metal hat filtreleri monte edilmesidir.

Yoğurt üretiminde kullanılan süt miktarının artması ve işlem kolaylığı sağlaması bakımından günümüzde büyük ölçekli işletmelerin tercih ettiği bir diğer yöntem ise klarifikasyondur. Bu amaçla klarifikatör olarak adlandırılan mekanik seperatörlerden yararlanılmaktadır (Resim 1.2). Bu aletler, yoğunluğu süte göre daha fazla olan yabancı maddeleri, merkezkaç kuvveti etkisi ile süttten ayırmaktadırlar.

Bu konuda daha detaylı bilgi “Süte Uygulanan Ön İşlemler” modülünde verilmiştir.



Resim 1.2: Klarifikatör

1.7. Standardizasyon

Daha önce de belirtildiği gibi işletmeye gelen çiğ sütün bileşimleri farklılık göstermektedir. Son üründe istenilen yağ ve kuru madde değerlerine ulaşılabilmesi ve istenilen standartta ürün üretilebilmesi için bu bileşenlerde birtakım ayarlamalar (standardizasyon) yapılması gerekmektedir. Yoğurt üretiminde özellikle yağ ve kuru maddenin istenilen değerlere ayarlanması, yani standardizasyonu önemlidir.

1.7.1. Süt Yağının Standardizasyonu

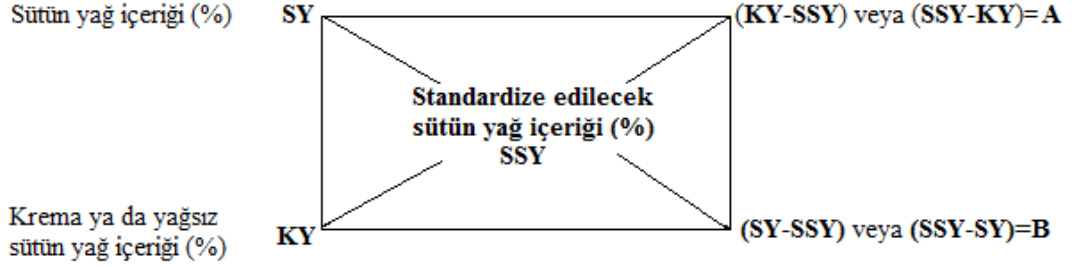
Bölüm 1.1.4.1’de belirtildiği üzere, Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği’nde yoğurtlar için öngörülen değerlere göre, yoğurda işlenecek sütün yağ içeriklerinin standardizasyonu zorunlu olmaktadır.

Yoğurt sütünün yağ oranının standardize edilmesinin sebepleri şunlardır:

- Yürürlükteki kanuni düzenlemeler
- Tüketici istekleri
- Ekonomik nedenler
- Standart kalitede ürün üretilmesidir.

Yağ standardizasyonu yapılırken öncelikle yoğurda işlenecek sütün yağ içeriği belirlenir. Belirlenen bu değer, üretimi yapılacak yoğurdun içermesi gereken yağ oranı ile karşılaştırılarak standardizasyon yapılır. Standardizasyonun başarılı olabilmesi için hesaplamaların iyi yapılması gerekir. Hesaplama, en çok kullanılan ve en basit yöntem olan Pearson karesi ve matematiksel yöntemlerden yararlanılabilir.

- Standardizasyon sırasında kullanılacak bileşen miktarlarının Pearson karesine göre hesaplanması;



$$\text{Standardize süt miktarı (C) = A + B}$$

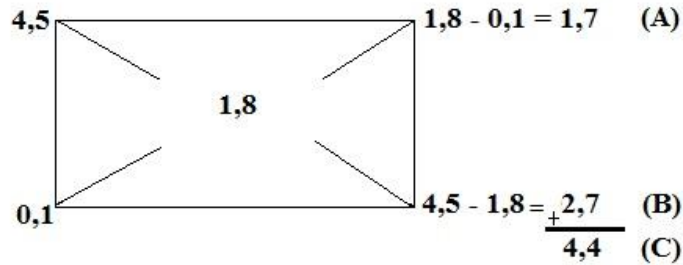
- Standardizasyon sırasında kullanılacak bileşen miktarlarının matematiksel yöntemle göre hesaplanması;

1000 litre standardize süt elde etmek için gerekli miktarlar aşağıdaki formüller yardımıyla bulunabilmektedir.

$$\text{Yağlı süt miktarı} = \frac{A \times \text{Süt miktarı}}{C} = \frac{(KY-SSY) \text{ veya } (SSY-KY) \times 1000}{C}$$

$$\text{Krema ya da yağsız süt miktarı} = \frac{B \times \text{Süt miktarı}}{C} = \frac{(SY-SSY) \text{ veya } (SSY-SY) \times 1000}{C}$$

Örnek: 2000 litre % 1.8 yağlı yoğurt sütü elde etmek için % 4.5 yağlı süt ile % 0.1 yağlı yağsız süttten ne kadar karıştırılmalıdır?



İhtiyaç duyulan;

$$\text{Yağlı süt miktarı} = \frac{1,7 \times 2000}{4,4} = 772,73 \text{ litre}$$

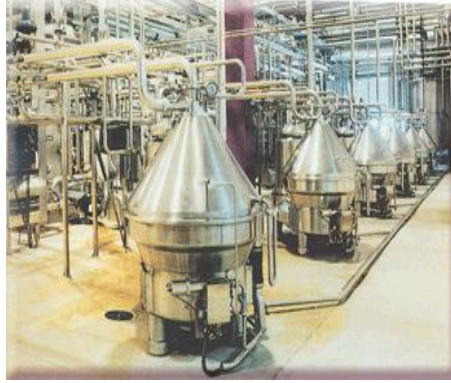
$$\text{Yağsız süt miktarı} = \frac{2,7 \times 2000}{4,4} = 1273,27 \text{ litre}$$

$$\text{Toplam} = 772,73 + 1223,27 = 2000 \text{ litre}$$

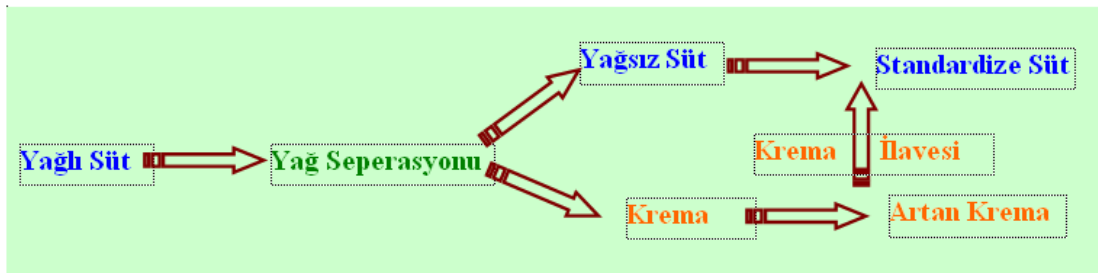
Sonuç: % 4.5 yağlı süttten 772.73 litre, % 0.1 yağlı yağsız süttten 1223.27 litre karıştırılarak 2000 litre % 1.8 yağlı süt elde edilir.

Ancak unutulmamalıdır ki buradaki hesaplamalar normal süttün yağ içeriğinin ayarlanmasında kullanılmaktadır. Bu işlem basamağından sonra yapılacak kuru madde standardizasyonunda kullanılacak yöntemle bağı olarak yoğurt süttünün yağ içeriğinin ayarlanmasında farklı hesaplama metotları kullanılabilir.

Normal olarak yağ, separatörler (Resim 1.3) yardımıyla tam yağlı süttten ayrılır ve elde edilen yağsız süt yukarıda yapılan hesaplamalar ışığı altında istenilen miktarda krema ile karıştırılarak yağ oranı standardize edilir (Şekil 1.5).



Resim 1.3: Separatör



Şekil 1.5: Direkt süt yağ standardizasyonunun şematik gösterimi

Yağ standardizasyonunda kullanılan yöntemler, tanklarda ya da işlem hattında direkt standardizasyondur. Küçük ölçekli yoğurt üretimi yapan işletmelerde tanklarda veya işlem hattında manuel olarak standardizasyon gerçekleştirilirken büyük ölçekli işletmelerde yağ standardizasyonu otomatik olarak yapılmaktadır. Bu amaçla kullanılan yöntemlere “Süte Uygulanan Ön İşlemler” modülünde detaylıca yer verilmiştir.

Yoğurt sütünün yağ oranının standardizasyonunda kullanabilecek yöntemler seçilirken şu şartlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Eğer sütün kuru maddesi evaporasyon yöntemi kullanılarak artırılacaksa, kuru madde artırımından önce sütün yağ oranının iyi hesaplanması gerekmektedir. Çünkü sütün suyunun uçurulması (evaporasyon yöntemi) ile kuru madde içeriği artırıldığında sütün kuru madde bileşenlerinde de oransal bir artış olmaktadır. Bunun sonucu olarak da yoğurda işlenecek sütün yağ içeriği, önceden yapılan standardizasyon değerinden daha fazla olmaktadır.
- Yağsız süt önce evaporasyon yöntemiyle konsantre edilecekse elde edilen konsantrata krema ilave edilerek standardizasyon yapılabilir.
- Yağ, tam yağlı süttten ayrılır ve elde edilen yağsız süt istenilen kuru madde oranına getirildikten sonra krema ilavesi yapılarak da standardizasyon işlemi gerçekleştirilebilir. Özellikle ultrafiltrasyon ile kuru madde artırımında bu yöntem tercih edilmelidir. Çünkü konsantrasyon işlemi sırasında uygulanan yüksek basıncın etkisiyle süt yağının bazı fiziksel özellikleri zarar görebilmektedir. Bu durum yoğurdun kalitesinde olumsuzluklara neden olabilir.

1.7.2. Kuru Madde Standardizasyonu

Kuru madde artırımının temel amacı, son üründe arzu edilen fiziksel ve duyuşal niteliklerin elde edilmesi ve tüketici beğenisinin sağlanmasıdır. Birçok ülkede yoğurt üretiminde kullanılan inek sütlerinin kuru madde içeriklerinin standardizasyonu, yasal düzenlemelerle zorunlu kılınmıştır. Bu oran tüketici talepleri ve ülkelerin gıda maddeleri tüzüğüne bağımlı olarak % 9-20 arasında değişmektedir. Ancak, yoğurt üretiminde sütün kuru maddesinin % 25'in üzerine çıkması durumunda starter kültürün aktivitesi engellenmektedir. Genel olarak yoğurt üretiminde kullanılan sütün yağsız kuru madde düzeyinin % 12–12.5 arasında yer alması öngörülmektedir. Kuru madde artırımında en çok kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

1.7.2.1. Kaynatma

Kuru madde artırımında bilinen en eski yöntem kaynatma yolu ile sütün su içeriğinin azaltılmasıdır. Bu yöntemde sütün orijinal su içeriğinin yaklaşık 1/3'ünün buharlaşması ile yoğurdun viskozite ve konsistensinde istenilen düzeyde artış sağlanmaktadır. Ancak, bu işlem kontrolsüz koşullarda gerçekleştirildiğinden konsantrasyon derecesi tam olarak hesaplanamamaktadır. Örneğin, % 13 toplam kuru maddeli bir süt kaynatılarak hacmi 1/3 oranında azaltıldığında toplam kuru maddesi yaklaşık % 19-20 civarına yükseltilecektir.

Ayrıca, kaynatma uzun süreli bir işlem olduğundan, süt bileşenleri zarar görmekte ve sütün beslenme değerinde azalma meydana gelmektedir. Ayrıca inkübasyon süresi uzamakta ve yoğurtta depolama sırasında serum ayrılması riski yükselmektedir. Gıda Maddeleri Tüzüğü ve Fermente Sütler Tebliği'nin yürürlüğe girmesiyle, yoğurt sütünün kuru madde artırımında süt kökenli maddelerin ilave edilmesine izin verilmiş, böylece de kaynatma günümüzde ev tipi yoğurt üretiminde veya geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen bazı yoğurt (Silivri tipi) çeşitlerinde kullanılmaktadır.

1.7.2.2. Süte Süttozu ve Süt Kökenli Diğer Maddelerin İlavesi

➤ Süttozu İlavesi

Yoğurt üretiminde süttozu ilavesi ile kuru madde içeriğinin artırılması, yatırım maliyetinin azlığından dolayı yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu amaçla genellikle yağsız süttozundan yararlanılmaktadır. Yağlı süttozunun raf ömrünün kısa olması, yoğurdun yağ içeriğine getirilen yasal kısıtlamalar ve yoğurttaki okside aromanın gelişimine neden olma riski, bu tip süttozlarının kullanımını sınırlandırmaktadır. Yağsız süttozları ise 4°C ta 2 yıla kadar dayanım göstermektedir.

Yoğurt sütüne katılacak süttozu miktarının en az % 1, en çok % 6 oranında olması önerilmektedir. Ancak süttozu katım oranının % 3-4'ü geçmesi durumunda yoğurttaki pütürlü bir yapı meydana gelmektedir. Ayrıca bu oranların üzerinde süttozu katımı yoğurdun kendine has tat ve kokusunu değiştirmekte, yoğurdun daha tatlı ve tozumsu olmasına neden olmaktadır.

- **Yoğurt üretiminde kullanılan süt tozları şu nitelikleri taşımalıdır:**
 - Eriyebilme, dağılabilme ve ıslanabilme özellikleri gibi çözünürlük durumu çok iyi olmalıdır
 - Yabancı madde içermemelidir.
 - Yanık partiküller bulundurmamalıdır.
 - Antibiyotikli süttten üretilmemiş olmalıdır.
 - Kendine özgü tat ve kokuya sahip olmalı, istenmeyen tat-koku içermemelidir.
 - Bakteriyolojik kalitesi yüksek olmalıdır.
 - Tercihen orta ısı uygulamalı ve sprey kurutma yöntemiyle üretilmiş olmalıdır.
- **Katılacak Süttozu Miktarının Hesaplanması;**

Süt işletmelerinde ilave edilecek süttozu miktarı, kuru madde içeriğine veya laktodansimetre değerlerine (LD) göre hesaplanmaktadır. Burada sütlerin yağ içerikleri dikkate alınmadan toplam kuru madde üzerinden ve yağsız süttozu kullanıldığı düşünülerek yapılan basit hesaplamalara yer verilmiştir. Bunun için yağ standardizasyonundan sonra sütün toplam kuru maddesi ve katılacak süttozunun kuru maddesi ya da nem içeriği değerlerine ihtiyaç vardır. Bunlar belirlendikten sonra aşağıdaki şekilde basit bir hesaplamayla ilave edilecek süttozu miktarı bulunabilir.

- **Kuru madde içeriğine göre katılacak süttozu miktarının hesaplanması:**

$$\text{İlave edilecek süttozu miktarı} = \frac{A \times \text{Süt miktarı}}{\text{Süttozunun kuru madde içeriği}}$$

$$A (\%) = \text{İstenilen toplam kuru madde içeriği (\%)} - \text{sütün toplam kuru maddesi (\%)}$$

Örnek: Elimizde toplam kuru maddesi % 11.5 olan 2000 kg süt bulunmaktadır. Bu sütün toplam kuru maddesini % 14 yapmak için, % 5 nem içeriğine sahip yağsız süttozundan ne kadar ilave edilmelidir?

$$A = 14 - 11,5 = 2,5 \text{ litre}$$

$$\text{İlave edilecek süttozu miktarı} = \frac{2,5 \times 2000}{95} = 52,63 \text{ kg}$$

- **Laktodansimetre değerlerine göre katılacak süttozu miktarının hesaplanması:**

Araştırma sonuçlarına göre her % 1'lik süttozu katımı ile sütün laktodansimetre değerinde 3.14 birimlik bir artış olmaktadır. Buna göre ilave edilecek süttozu miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır.

$$\text{Katılması gereken süttozu miktarı (kg)} = \frac{\text{Standardize sütün LD'si}-\text{Çiğ sütün LD'si}}{314} \times \text{Süt miktarı}$$

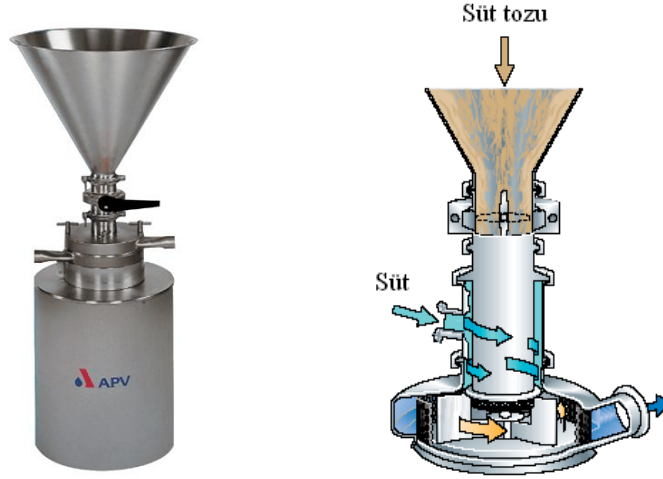
Örnek: Yağ standardizasyonu yapılmış ve laktodansimetre değeri 31 olan 1200 kg çiğ sütün laktodansimetre değeri 44 olacak şekilde standardize edilmek istendiğinde katılması gereken süttozu miktarı ne olur?

$$\text{Katılması gereken süttozu miktarı (kg)} = \frac{44 - 31}{314} \times 1200 = 49,68 \text{ kg}$$

Süttozunun yoğurt sütüyle karıştırılmasında kullanılan yöntemler kullanılan süttozu miktarına bağlıdır. Fakat prensip olarak ;

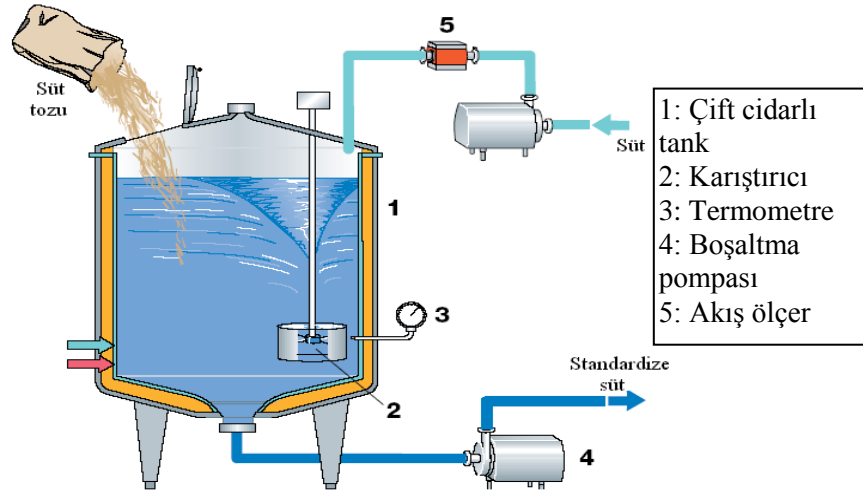
NOT: Süttozuyla sıvı fazın bir şekilde karıştırılması, topraklaşmanın oluşmaması veya sınırlı düzeyde kalması ve fazla köpük oluşmaması sağlanmalıdır.

Küçük işletmeler için en etkili sistem sütün 20-25°C'ta hızlı bir şekilde karışmasını sağlamaktır. Bunun için Resim 1.4. ve Şekil 1.6'da gösterilen hunili bir sistem kullanılabilir. Sistemdeki huni içerisine süttozu ilave edilerek tank içerisindeki süt bir pompa yardımıyla sirküle ettirilmekte ve bu esnada huni içerisindeki süttozunun süte hızla karışması sağlanmaktadır.



Resim 1.4: ve Şekil 1.6: Süttozu ilavesinde kullanılan hunili sistem

Alternatif bir yöntem ise süttozunun direkt bir tank içerisine ilave edilerek hızlı dönen bir karıştırıcı yardımıyla karıştırılmasıdır (Şekil 1.7). Bu karıştırıcılar, tankın içine doğru karıştırma yapabilecek şekilde dizayn edildiği gibi hat içi mikser tarzında da yapılabilmektedir. Bu sistem daha çok büyük kapasitedeki fabrikaların tercih ettiği bir yöntemdir. Bu sistemin süttozunun sıvı faz içerisinde daha hızlı ve kolay çözünmesini sağlaması, daha az köpük oluşturması ve binlerce ton karışımı daha kısa sürede hazırlayarak iş gücünden tasarruf sağlaması gibi avantajları bulunmaktadır.



Şekil 1.7: Süttozunun tank içinde karıştırılması

Uygulanan yöntem hangisi olursa olsun, süttozunun tamamen çözünmesi her zaman garanti edilememektedir. Burada süttozunun çözünürlüğü önemli rol oynamaktadır. Özellikle

set tipi yoğurtlarda partikül varlığı kabul edilemez bir olumsuzluk olduğundan sisteme bir filtre düzeneğinin ilave edilmesi zorunlu olmaktadır. Eğer fazla miktarda süt yoğurda işleniyorsa bu durumda filtrelerden biri temizlenirken diğer filtre kullanılacak şekilde dizayn edilerek sistemde süreklilik sağlanmalıdır.

➤ **Süt Kökenli diğer maddelerin ilavesi**

Süttozu ilavesiyle özellikle laktoz içeriğinde meydana gelen artış ile birlikte depolama sırasında yoğurdun asitliğinin hızla artması nedeniyle süttozuyla birlikte serum proteini tozu, peyniraltı suyu tozu gibi proteince zengin süt kökenli tozların ilavesi de son yıllarda yaygınlık kazanmıştır.

- **Peyniraltı Suyu (Pas) Ürünleri:** Peynir endüstrisinin artışı olarak bilinen peyniraltı suyunun çeşitli işlemler uygulanarak değerlendirilmesiyle üretilen ve gıda sanayinde çeşitli kullanım alanları bulunan peyniraltı suyu ürünlerinden de kuru madde artırımında yararlanılmaktadır. Bu ürünlerin yoğurt üretiminde kullanılan en yaygın formları; peyniraltı suyu konsantratu, peyniraltı suyu tozu, serum proteini konsantratu, serum proteini tozu, hidrolize peyniraltı suyu konsantratu ve peyniraltı suyu izolatıdır.

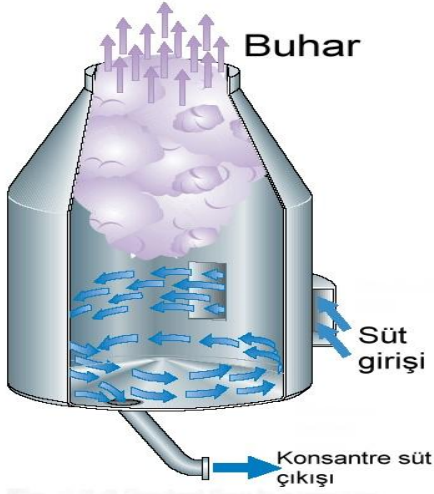
Yoğurt üretiminde kullanılan peyniraltı suyu tozu ve serum proteini tozu katım oranının % 1-2'yi aşmaması önerilmektedir. Bu düzeyin üzerindeki konsantrasyonlarda yoğurttan istenmeyen tat-aroma gelişebilmektedir. Peyniraltı suyu konsantratu ya da serum proteini konsantratu kullanımı durumunda ise bu oranın % 20-25'i aşmaması belirtilmektedir. Aksi durumda yoğurdun rengi yeşile dönmekte ve tekstürel özelliklerinde zayıflama meydana gelmektedir. Yoğurt üretiminde serum proteini konsantratu kullanılması durumunda süte uygulanan ısı işlem normunun seçimi önemlidir. Olabilecek birtakım olumsuzları önlemek için peyniraltı suyu konsantratının çiğ süte katıldıktan sonra uzun süre düşük sıcaklıkta (79°C'ta 30 dakika) ısı işlem uygulanması önerilmektedir.

- **Yayıkaltı suyu tozu:** Tatlı kremadan tereyağı üretimi sırasında yan ürün olarak çıkan yayık altının çeşitli işlemlerden geçirilerek işlenmesi sonucu üretilen yayık altı tozu da yoğurt üretiminde kullanılmaktadır. Bu maddenin kullanımı, endüstriyel olarak yaygınlık kazanmamış olsa da literatürlerde konuyla ilgili bazı bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. İstenilen duyu ve fiziksel özelliklere sahip ürün elde edilebilmesi için katım oranının % 2'yi aşmaması önerilmektedir.
- **Kazeinat:** Yoğurt sütünün kuru maddesinin artırılmasında kazeinatların kullanımı uzun süredir bilinmekte ve endüstriyel düzeyde yoğurt üretiminde değişik formlarda kazeinatlar kullanılmaktadır. Son ürünün viskozitesinde artış sağlamalarına karşın kullanım düzeylerinin yüksek olması durumunda serum ayrılması problemlerine yol açabilmektedirler. Ancak bu maddenin kullanımı sırasında üründe olabilecek bazı olumsuzlukları engellemek amacıyla, kuru madde artırımında süte 1:1

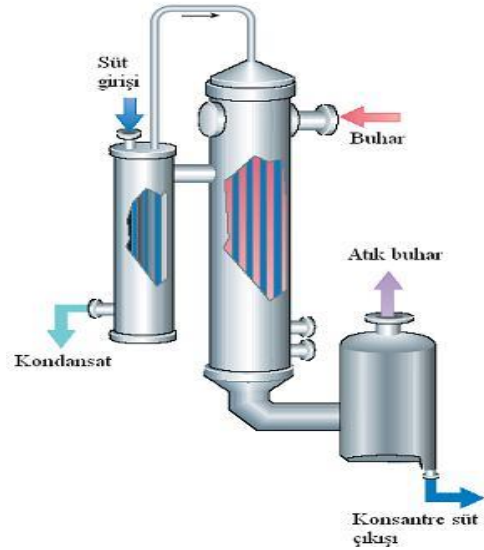
oranında serum proteini tozu ya da konsantratinın da katılması önerilmektedir.

1.7.2.3. Evaporasyon

Vakum evaporasyon tekniği, yoğurt üretiminde en yaygın kullanılan kuru madde artırım yöntemlerinden birisidir. Bu yöntem, sütün kaynama noktasının basınç altında düşürülmesi (60-65°C) ve suyunun buharlaştırılarak uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır (Şekil 1.8). Yoğurt üretiminde üretim kapasitesine bağlı olmakla birlikte, genellikle tek ya da çift etkili düşen film vakum evaporatörleri tercih edilmektedir (Şekil 1.9 ve Resim 1.5).



Şekil 1.8: Evaporatörün iç görünümü evaporatör



Şekil 1.9: Tek etkili düşen film



Resim 1.5: Evaporatör

Bu yöntemin avantajları şunlardır:

- Suyun vakumla uzaklaştırılması sırasında sütte tutulan hava da uzaklaştırılmaktadır. Bu da pıhtı stabilitesinin iyileşmesini sağlamaktadır.
- Keçi sütünden yoğurt üretimi esnasında, evaporasyon işlemi hem konsistensin gelişmesine hem de son üründe “keçimsi” tat oluşumunun azalmasına neden olmaktadır.
- Özellikle büyük ölçekli yoğurt üretimlerinde işleme kolaylığı sağlamaktadır.

Vakum evaporasyon ile süttten uzaklaştırılacak su miktarının ve su oranının hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmaktadır.

$$\text{Buharlaştırılacak su oranı (\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

A: Yoğurdun kuru maddesi (%)
B: Sütün kuru maddesi (%)

$$\text{Buharlaştırılacak su miktarı (kg)} = \frac{(A - B)}{A} \times \text{Süt miktarı (kg)}$$

Örnek: % 12 oranında kuru madde içeriğın sahip 10000 litre süttten % 15 kuru madde içeriğine sahip yoğurt yapılması için süttten uzaklaştırılacak su oranı ve miktarı ne olmalıdır?

İhtiyaç duyulan;

$$\text{Buharlaştırılacak su oranı (\%)} = \frac{15 - 12}{15} \times 100 = \% 20$$

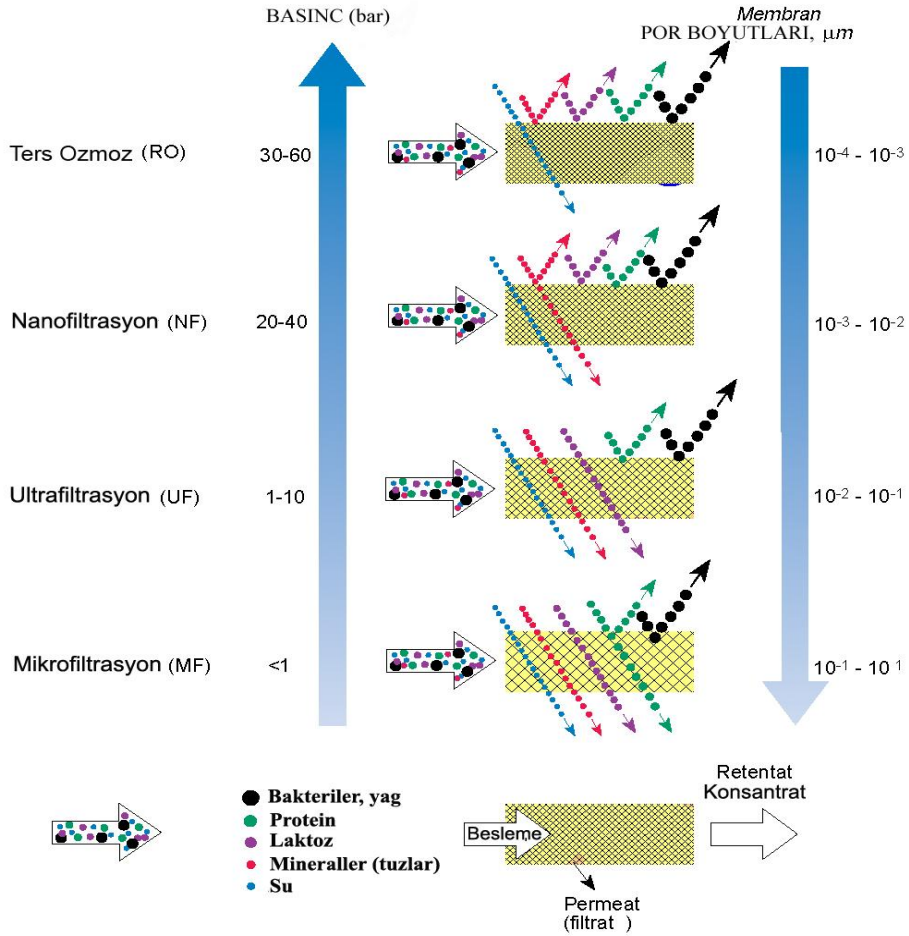
$$\text{Buharlaştırılacak su miktarı (kg)} = \frac{15 - 12}{15} \times 10.000 = 2000 \text{ kg}$$

% 15 kuru madde içeriğine sahip yoğurt elde etmek için süttten uzaklaştırılacak su oranları şu şekildedir:

Süt kuru maddesi (%)	Uzaklaştırılacak Su Oranı (%)
10	33.3
11	26.7
12	20.0
13	13.3
14	6.67

1.7.2.4. Membran Filtrasyon Yöntemleri

Membran teknolojisinin temeli, belirli bir basınç altında, belirli gözenek çapına sahip membran filtreler içerisinde geçirilen herhangi bir sıvının, sahip olduğu küçük molekül ağırlıklı bileşenlerin ayrılması ve büyük molekül ağırlıklı bileşenlerin sistemde tutulması prensibine dayanmaktadır (Şekil 1.10). Endüstriyel düzeyde kullanılan membran teknikleri ultrafiltrasyon (UF), hiprefiltrasyon (HF) ya da ters osmoz (RO), mikÖrofiltrasyon (MF) ve nanofiltrasyon (NF) olmak üzere dört grup altında toplanmaktadır. Bu konuyla ilgili detaylı bilgi “Süte Uygulanan Ön İşlemler” modülünde verilmiştir.

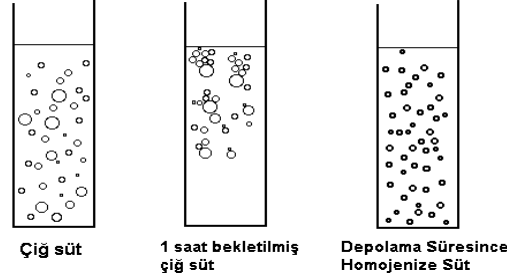


Şekil 1.10: Membran filtrasyon yöntemlerinin prensibi

1.8. Homojenizasyon

Süt yağının yoğunluğu yağsız süt fazı yoğunluğundan daha düşük olduğundan zaman içerisinde yağ globülleri süt yüzeyinde birikmektedir (Şekil 1.11). Genel olarak süt sıcaklığındaki artışa paralel yağ globüllerinin sütün yüzeyine doğru hareketliliği artmaktadır.

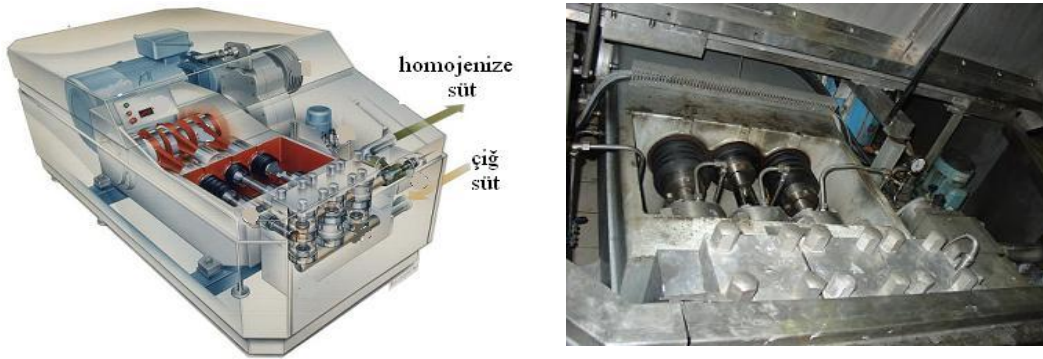
Dolayısıyla özellikle inkübasyon sırasında (42-45°C'da) yağ globüllerinin fermantasyon tankında ya da yoğurt kaplarının yüzeyinde bir kaymak tabakası oluşturması kaçınılmazdır.



Şekil 1.11: Homojenize edilmiş ve edilmemiş sütlerdeki yağ globüllerinin dağılımı

Ülkemizde yaygın bir tüketim alanı bulunan geleneksel kaymaklı yoğurt üretim tekniği de bu basit ilkeye dayanmaktadır. Yüzeyde kaymak tabakasının oluşumu istendiği zaman yoğurt sütüne homojenizasyon işlemi uygulanmamakta ve süt nispeten yüksek sıcaklıklarda (46-48°C) doluma alınmaktadır. Daha sonra sıcaklık 42-45°C'a inene kadar beklenmekte ve kaymak bağlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Homojenize set, pıhtısı kırılmış ve meyveli yoğurt üretimlerinde ise homojenizasyon işlemi zorunlu olmaktadır.

Homojenizasyon işlemi, mekanik etki altında süt yağ globüllerinin boyutlarının azaltılması prensibine dayanmaktadır. Böylece yüzeyde kaymak bağlama olayı engellenmekte, sütte meydana gelen diğer fiziko-kimyasal değişimlere bağlı olarak ürünün viskozitesi artmakta, serum ayrılması riski azalmakta ve sayıları artan globüllerin güneş ışığını yansıtma kapasitelerinin artmasından dolayı yoğurt daha beyaz bir görünüme sahip olmaktadır. Bu amaçla kullanılan aletlere **homojenizatör** denilmektedir (Şekil 1.12 ve Resim 1.6.). Üretilen yoğurdun özelliğine göre süt, 55-60°C'ta ve 100-200 kg/cm² basınçta homojenize edilmektedir.



Şekil 1.12 ve Resim 1.6: Homojenizatör ve homojenizatörün iç görünümü

Yoğurt üretiminde genel olarak homojenizasyon işlemi ısıl işlemden önce yapılmaktadır. Böylece homojenizasyon sırasında meydana gelebilecek herhangi bir kontaminasyon eleminde edilebilmektedir. Bazı durumlarda ise üretim hattı, homojenizasyon işleminin ısıl işlem görmüş sültere uygulanması şeklinde dizayn edilmektedir. Bu durumda,

ıslı işlem sonrası kontaminasyon kaynaklarının tamamen engellenmesi ve aseptik homojenizasyon uygulamasının devreye sokulması gerekmektedir.

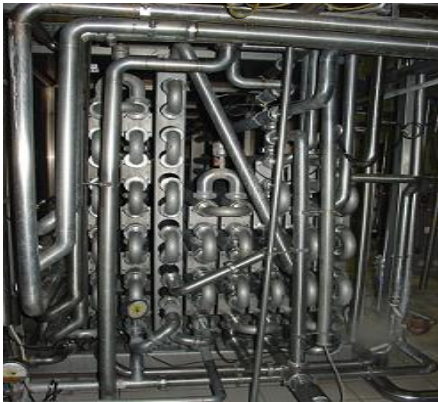
Homojenizasyon yöntemleri ve mekanizması, homojenizasyon işlemi etkileyen faktörler, homojenizasyonun avantaj ve dezavantajları, bu işlemin süt bileşenleri üzerine etkisine ilişkin konular “Süte Uygulanan Ön işlemler” modülünde detaylı olarak verilmiştir.

1.9. Isıl İşlem

Isıl işlem yoğurt teknolojisinde uygulanan en önemli endüstriyel işlem basamaklarından birisidir. Bu işlem, sadece yoğurt ve benzeri ürünlerin bakteriyolojik kalitesini iyileştirmek açısından değil, aynı zamanda bu ürünlerin kendine has tekstürel özelliklerinin kazandırılması yönünden de önemlidir.

Peynir ve içme sütü gibi ürünlerin üretiminde kullanılan sıcaklık – süre normları (72-75°C/15-30 saniye; 65-68°C/25-30 dakika veya 135-140°C/2-6 saniye), yoğurt teknolojisine uygunluk göstermemektedir. Bunun başlıca nedeni, yoğurt üretiminde karakteristik pıhtı stabilitesinin bu sıcaklık normlarında elde edilememesidir. Yoğurdun kendine has yapısal özelliklerinin kazandırılması için yoğurt sütüne 85-90°C’ta 20-30 dakika veya 90-95°C’ta 5-10 dakikalık bir ıslı işlem normunun uygulanması gerekmektedir. Çünkü yoğurdun yapısını oluşturan serum proteinlerinin yapısında ıslı işlemin etkisiyle birtakım değişimlerin (denatürasyon) olması istenmektedir. Isıl işlemle gerçekleştirilen bu olay sonunda serum proteinleri denatüre olmakta ve denatüre serum proteinleri ile tüm protein fraksiyonları arasında interaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu da yoğurdun kendine has pıhtı yapısının elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Özellikle bu yapının eldesinde β -laktoglobulin (β -LG) ile κ -kazein arasındaki interaksiyonun etkili olduğu belirtilmektedir.

Yoğurt üretiminde bu işlemler genellikle spiral ya da borulu ısı değiştiriciler ile yapılmaktadır (Resim 1.7). Buna karşın içme sütü ya da peynir teknolojisinde yaygın olan plakalı ısı değiştiriciler (Resim 1.8), yoğurt üretiminde fazla kullanılmamaktadır. Bunun sebebi; istenilen sıcaklık derecesine ulaşıldıktan sonra bekleme süresi boyunca plakalı ısı değiştiricilerin metal yüzeyinde süt taşı oluşumu nedeniyle kirlenme riskinin yüksek olmasıdır.



Resim 1.7: Borulu ısı değiştirici



Resim 1.8: Plakalı ısı değiştirici

1.9.1. Isıl İşlemin Patojen ve Diğer Mikroorganizmalara Etkisi

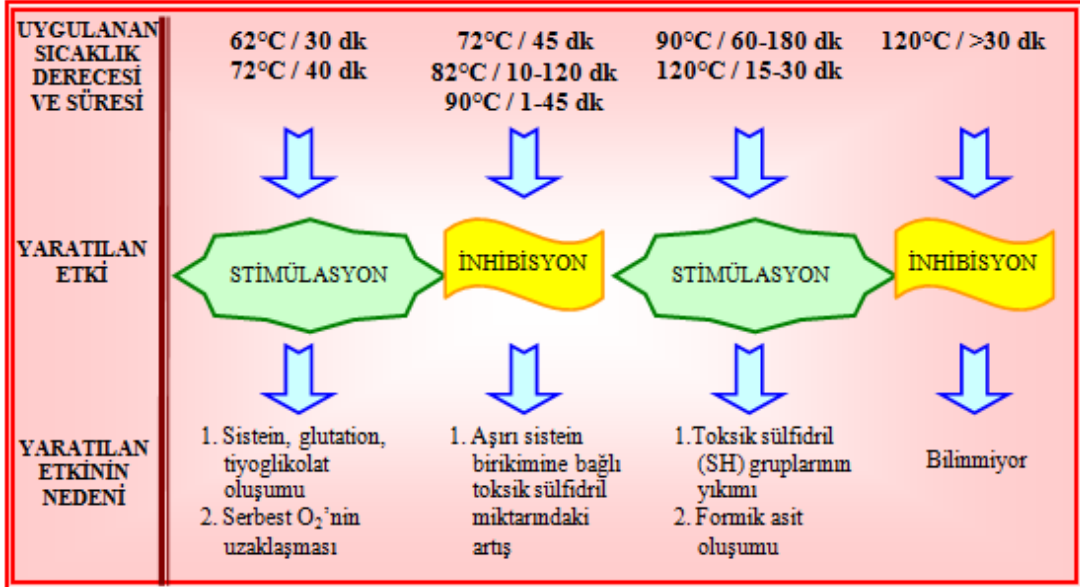
Yoğurda işlenecek süte uygulanan ısıl işlem normları ile çiğ sütte bulunan vejetatif formdaki mikroorganizmaların tamamına yakını inhibe olmaktadır. Ancak spor formundaki mikroorganizmalar ile bazı enzimler bu sıcaklıklarda canlılıklarını koruyabilmektedirler. Bu yüzden çiğ sütün bakteriyolojik kalitesi ve saklama koşulları büyük önem taşımaktadır. Özellikle sütün soğukta uzun süre depolanması sonucunda psikrotrofik bakteriler tarafından sentezlenen ısıya dayanıklı lipaz enzimi depolama süresince yoğurtta acı tat gelişimine neden olmaktadır.

1.9.2. Isıl İşlemin Starter Bakterilerinin Faaliyetleri Üzerine Etkisi

Yoğurt üretimi sırasında uygulanan ısıl işlemin etkisiyle ortam yoğurt kültürlerinin gelişimi için uygun hâle gelmektedir. Çünkü;

- 80°C'ın üzerinde uygulanan ısıl işlemle redoks potansiyeli düşmekte
- Yoğurt bakterilerinin gelişimini teşvik eden formik asit gibi organik asitler oluşmakta
- Sütte doğal olarak bulunan ve bakteriler üzerinde inhibitör etki yapan laktenin aktivitesini kaybetmektedir.

Uygulanan ısı işlemin şiddetine bağlı olarak sütte starter kültürlerin aktivitesini inhibe (engelleyici) ve/veya stimüle (teşvik edici) eden bazı maddeler açığa çıkmaktadır. Bu maddelerin oluşumu sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik gösteren bir döngü olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1.13).

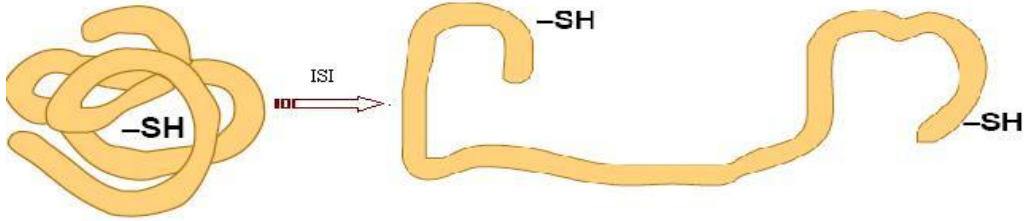


Şekil 1.13: Isı uygulamasına bağlı olarak yoğurt starter bakterilerinin stimülasyon/inhibisyon döngüsü

1.9.3. Isıl İşlemin Sütün Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi

Yoğurt sütüne uygulanan ısıl işlem sırasında sütte birçok değişiklik meydana gelmektedir. Süt bileşenlerinde meydana gelen değişimler aşağıda kısaca verilmiştir.

- **Proteinler:** Sütün 70°C'ın üzerindeki sıcaklıklarda ısıtılması sonucunda serum proteinlerinin yapısında değişimler meydana gelmektedir. Bu proteinlerin sahip olduğu ikincil (sekonder) ve üçüncül (tersiyer) yapıyı oluşturan bağlar (hidrojen bağları, hidrofobik bağlar vb.) ısı etkisiyle kırılmakta ve serum proteinleri doğal niteliğini kaybetmektedir. Bu olaya ısı denatürasyonu denilmektedir (Şekil 1.14). Yoğurt üretiminde serum proteinleri denatürasyon oranının % 80-85 arasında olması istenmekte ve bu da yoğurt sütüne uygulanan ısıl işlem normlarıyla büyük ölçüde sağlanmaktadır. Kazein fraksiyonları ise serum proteinlerine oranla ısıl işleme daha dayanıklıdır.



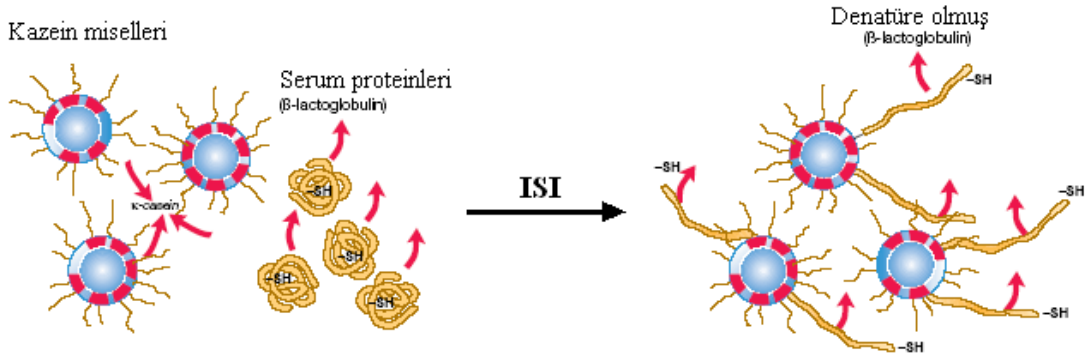
Şekil 1.14: Isı etkisiyle serum proteinlerinin yapısında meydana gelen değişim (denatürasyon)

- **Süt yağı:** Yoğurt sütüne uygulanan ısıl işlem sırasında süt yağının kimyasal yapısında bir değişim olmazken fiziksel özelliklerinde bazı değişiklikler görülmektedir. Özellikle lakton, metil keton ve uçucu ketonların oluşumu aromayı destekleyici özelliğe sahiptir.
- **Laktoz:** Sütün yüksek sıcaklıkta uzun süre ısıtılmasıyla süt şekerinde karamelizasyon meydana gelmektedir. Ayrıca ısıl işlemin etkisiyle formik asit gibi organik asitler, furfural ve hidroksi metil furfural meydana gelmekte ve sütün pH'sı düşmektedir. Ancak yoğurt sütlerine uygulanan ısıl işlem normlarında oluşan bu değişimler düşük düzeyde kalmaktadır.
- **Mineral maddeler:** Isıl işlem özellikle kalsiyum, fosfat, sitrat ve magnezyum gibi süt tuzlarının dengesini etkilemektedir. Yüksek sıcaklık dereceleri çözülmüş halde bulunan bazı mineral maddelerin çözünmemiş (kolloidal) duruma geçmesine neden olmaktadır.
- **Vitaminler:** Isıl işlem bazı vitaminlerin azalmasına sebep olmaktadır. Özellikle B₁, B₆, B₁₂ ve folik asit miktarında azalma görülürken yağda eriyen vitaminler (A, D, E ve K) ısıya karşı dayanıklıdır.
- **Diğer:** Isıl işleme ortamda bulunan oksijen azalmaktadır. Bu da redoks potansiyelinin düşmesine neden olarak starter kültürlerin gelişmesine olumlu

katkıda bulunmaktadır. Ayrıca ısı uygulamasıyla sütteki istenmeyen kokular da ortamdan uzaklaştırılabilir.

1.9.4. Isıl İşlemin Pıhtının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Proteoz pepton hariç bütün serum proteinleri ısıya karşı duyarlıdır. Ancak teknolojik anlamda önemli olan β -laktoglobulin (β -LG) ve α -laktalbuminde (α -LA) meydana gelen değişimlerdir. Isı etkisiyle oluşan bu değişimler sonucunda serum proteinleri önce kendi aralarında, daha sonra da kazeinler ile interaksiyona girmektedirler. Yoğurt jelinin oluşumu için temel faktör ısı ile teşvik edilmiş β -LG / κ -kazein kompleksinin oluşumudur (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Isıl işlemin etkisiyle kazein miselleri ve β -LG arasında meydana gelen interaksiyon

Burada sadece proteinler arası etkileşimler olmamakta, serum proteinleri ile fosfolipidler, askorbik asit ve lipidler arasında da fiziksel bağlantılar meydana gelmektedir. Bu interaksiyonlar içerisinde özellikle serum proteini-lipid interaksiyonları yoğurt yapısının oluşumunda destekleyici rol oynamaktadır. Sıcaklığın etkisiyle süt yağ globülünde bulunan membran proteinleri değişime uğramakta ve serum proteinleri ile bu membran proteinleri arasında da interaksiyon olmaktadır.

1.10. Soğutma

Burada sözü edilen işlem inkübasyon, yani yoğurt kültürlerinin gelişme sıcaklığına kadar yapılan soğutmadır. Ancak üretilecek yoğurdun çeşidine göre soğutma derecesinde bir değişim olmaktadır. Sözelimi, eğer kaymaklı yoğurt üretilecekse ısıl işlemde sonra süt, aynı ısı değiştiricinin soğutma kısmında 46-48°C'a kadar soğutulmakta ve inkübasyon odasında raflara dizilmiş ambalaj kaplarına doldurulmaktadır. Diğer taraftan homojenize yoğurt üretiliyorsa yoğurt kültürlerinin gelişme sıcaklığının 2-3°C üzerine, yani 42-45°C'a kadar soğutma yapılmaktadır.

Süte ısıl işlem uygulamasını takiben yapılan soğutma işlemi genellikle plakalı ısı değiştiricilerin soğutma bölümünde gerçekleştirilmektedir. Ancak nadiren de olsa ısıl işlemin çift cidarlı tankta uygulanması durumunda soğutma da bu tank içerisinde yapılabilmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Homojenize yağlı yoğurt üretimi için süte ön işlemleri yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş kıyafetinizi giyiniz.	➤ Personel Hijyeni modülündeki 'Kişisel Temizlik Kuralları' nı hatırlayınız. ➤ Saçlarınızı toplamaya özen gösteriniz. ➤ Ellerinizi dezenfektan etkili sabun ile yıkamaya dikkat ediniz. ➤ Kâğıt havlu ile kurulamaya özen gösteriniz.
➤ Takılarınızı çıkarınız.	
➤ Ellerinizi yıkayınız.	
➤ Yoğurda işlenecek sütü seçiniz.	➤ Sütün duyuşsal niteliklerinin normal olmasına dikkat ediniz. ➤ Hastalıklı, kızgınlık döneminde veya laktasyonun başındaki ve sonundaki bir hayvandan sağılmış sütleri kullanmamaya özen gösteriniz. ➤ Sütün işletmeye alımı sırasında yapılan analiz sonuçlarının, üretimde kullanılacak sütün taşınması gereken nitelikleriyle uygunluğunu kontrol ediniz.
➤ Sütü temizleyiniz.	➤ Klarifikatörün seperasyon hızını ayarlamayı unutmayınız. ➤ Sütün seperasyon sıcaklığında olmasına özen gösteriniz.
➤ Yağ standardizasyonu yapınız.	➤ Çiğ sütün laboratuvar sonuçlarına ve istenilen yağ oranına göre gerekli hesaplamaları yapınız. ➤ Sütü seperatörden geçirirken sütün seperasyon sıcaklığında olmasına özen gösteriniz. ➤ Hesaplama sonuçlarınızı kontrol edip krema ilavesini ona göre yapınız.
➤ Kuru madde standardizasyonu yapınız.	➤ İstenilen kuru maddeyi hesaplarken sütün kuru maddesini de dikkate almayı unutmayınız. ➤ Süttozu kullanıyorsanız sütün sıcaklığına dikkat ediniz. ➤ Süttozunun hızlı bir şekilde çözünmesini sağlayınız. ➤ Topaklaşma olmamasına özen gösteriniz.

<ul style="list-style-type: none">➤ Homojenizasyon işlemini yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Homojenizatörün basıncını ayarlamayı ve sütü homojenizasyon sıcaklığına getirmeyi unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Isıl işlem uygulayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Isıl işlem sıcaklığını ve süresini ayarlayınız.➤ Sıcaklık ve süre kontrollerini yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Sütü inokülasyon sıcaklığına soğutunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sütün inokülasyon derecesinin 1-2°C üzerine soğutulmasına özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Verilen talimatlara uygun davranınız.➤ İş kıyafetinizi çıkarıp asınız.➤ Bir kullanımlık malzemelerinizi çöpe atınız.➤ Araç ve gereçlerinizi temizleyip dezenfekte ediniz➤ Çalışma ortamınızı temizleyerek güvenlik kontrollerinizi yapınız.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yoğurt üretiminde kullanılacak sütün taşınması gereken özelliklerinden biri değildir?
A) Hileli olmamalı
B) Laktasyon başındaki süt olmalı
C) Antibiyotik içermemeli
D) Deterjan veya dezenfektan kalıntısı içermemeli
2. Aşağıdakilerden hangisi süttten kremanın ayrılması sırasında kullanılan bir ekipmandır?
A) Homojenizatör
B) Separatör
C) Klarifikatör
D) Pastörizatör
3. Aşağıdakilerden hangisi yağ oranının standardize edilmesinin sebeplerindendir?
A) Tüketici istekleri
B) Ekonomik nedenler
C) Yürürlükteki kanuni düzenlemeler
D) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi bir kuru madde artırım yöntemi değildir?
A) Kaynatma
B) Evaporasyon
C) Homojenizasyon
D) Membran filtrasyon tekniği
5. Homojenizasyon işlemi sırasında kullanılan sıcaklık ve basınç değerleri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 55-60°C ve 100-200 kg/cm²
B) 30-35°C ve 100-200 kg/cm²
C) 55-60°C ve 300-400 kg/cm²
D) 30-35°C ve 300-400 kg/cm²

Aşağıdaki cümlelerdeki bilgiler doğru ise parantez içine (D), yanlış ise (Y) yazınız.

6. () Hiperfiltrasyon (HF), süttten bakteri hücreleri, sporlar ve somatik hücreler gibi büyük molekül ağırlıklı organizmaların uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır.
7. () Süttozu katım oranının % 3-4'ü geçmesi durumunda yoğurtta pütürlü bir yapı meydana gelmektedir
8. () Kaymaklı yoğurt üretiminde homojenizasyon işlemi mutlaka uygulanmalıdır.
9. () Yoğurt sütüne yüksek ısı işlem uygulanmasının nedeni, karakteristik pıhtı stabilitesinin elde edilebilmesi için serum proteinlerinin belirli bir oranda denatürasyona uğratılmasıdır.

10. () Yoğurt jelinin oluşumu için temel faktör ısı ile teşvik edilmiş proteoz pepton / κ-kazein kompleksinin oluşumudur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Kaymaklı yoğurt üretiminde kullanılacak süte ön işlemleri uygulayınız. Kuru madde standardizasyonunda süttozu kullanınız. Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkardınız mı?		
4. Kullanmadığınız kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
5. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
6. Alet-ekipmanların temiz olup olmadığını, çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
7. Yoğurda işlenecek sütünüzün uygunluk kontrollerini yaptınız mı?		
8. Sütü temizlediniz mi?		
9. Yağ standardizasyonu için kremayı hazırladınız mı?		
10. Sütünüzün yağ miktarını belirlediniz mi?		
11. İlave edeceğiniz krema miktarını hesapladınız mı?		
12. Yağ standardizasyonu yaptınız mı?		
13. Kuru madde standardizasyonu için süttozunu hazırladınız mı?		
14. İlave edilecek süttozu miktarını hesapladınız mı?		
15. Süttozu ilavesi sırasında sütünüzün sıcaklığının uygun olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
16. Süte süttozunu ilave ettiniz mi?		
17. Süttozunun iyice karışmasını sağladınız mı?		
18. Isı değiştiricinizin sıcaklık ve süre ayarlarını yaptınız mı?		
19. Süte istenilen sıcaklık ve sürede ısı işlem uyguladınız mı?		
20. Isıl işlemin hemen ardından sütünüzü soğuttunuz mu?		
21. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
22. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
23. Son kontrollerini yaptınız mı?		
24. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “**Evet**” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Süte kültür ilave edip, ambalajlama ve inkübasyon işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin çeşitlerini ve özelliklerini araştırınız.
- Yoğurt üretiminde kullanılan ambalaj materyallerinin çeşitlerini araştırınız.
- Kültür ilavesi ve inkübasyonun işlem basamaklarını araştırınız.
- Yukarıdaki konuları gruplar hâlinde çalışarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

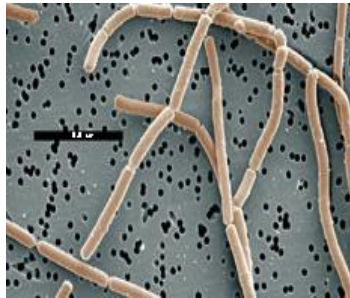
2. İNOKÜLASYON (KÜLTÜR İLAVESİ), AMBALAJLAMA VE İNKÜBASYON

2.1. Yoğurt Bakterileri ve Özellikleri

2.1.1. *Lactobacillus delbruecki subsp. bulgaricus*

Diğer laktik asit bakterileri gibi aside nispeten dirençli olan *Lactobacillus delbruecki subsp.bulgaricus* (*L.delbruecki subsp.bulgaricus*), zorunlu homofermantatif olup glukoz, laktoz ve fruktozu fermente edebilme yeteneğine sahiptir. Temel fermantasyon ürünleri laktik asit ve asetaldehittir.

Spor oluşturmayan, G (+) (gram pozitif), hareketsiz ve fakültatif anaerobik bir bakteri olan *L.delbruecki subsp.bulgaricus* termofiliktir. Yani <10°C'ta az da olsa gelişebilirken yüksek sıcaklıklarda (48-50°C) optimum gelişim gösterebilmektedirler. Çubuk formunda olan bu bakterinin ortalama çubuk boyutu 0.5-0.8x2-9 µm'dir (Resim 2.1).

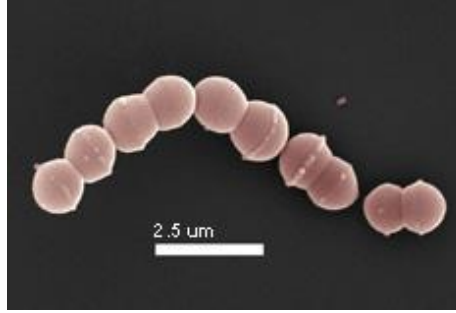


Resim 2.1: *L.delbruecki* subsp *.bulgaricus*'un morfolojik görüntüsü

2.1.2. *Streptococcus thermophilus*

G (+) (gram pozitif), fakültatif anaerobik-homofermantatif bir bakteri olan *Streptococcus thermophilus* (*S.thermophilus*), süt ve süt ürünlerinde yaygın olarak bulunan bir streptokoktur. Sınırlı sayıda disakkariti (laktoz ve sakaroz gibi) fermente edebilirken, monosakkaritler (glikoz gibi) üzerindeki fermentasyon etkisi zayıftır. Başlıca fermentasyon ürünleri laktik asit, asetaldehit ve diasetildir.

S.thermophilus kokların art arda dizilmesiyle oluşan zincir yapısı görünümündedir. Ortalama hücre çapı <1 µm dolayındadır (Resim 2.2). Bu bakteri 15°C'ta gelişememekte, 45°C'ta ise düzensiz hücreler hâlinde çoğalmaktadır. En iyi gelişim gösterdiği sıcaklık 50-52°C'tır ve 60°C'ta 30 dakikalık ısıl işleme karşı dirençlidir.



Resim 2.2: *S.thermophilus*'un morfolojik görüntüsü

2.1.3. Yoğurt Bakterilerinin Ortak Yaşamı

Yoğurt üretiminde kullanılan ve yukarıda özellikleri belirtilen bu iki mikroorganizmanın arasındaki ortak yaşam **simbiyosis** olarak isimlendirilmektedir. Yani her iki yoğurt bakterisi de birbirlerinin gelişimi için gerekli olan maddeleri sağlamaktadır. Örneğin *L.delbruecki subsp.bulgaricus*, kazein fraksiyonlarından açığa çıkardığı serbest aminoasitler (valin, lösin, lizin, aspartik asit ve histidin) ile *S.thermophilus*'un gelişimini teşvik etmektedir (stimülasyon). Aynı şekilde *S.thermophilus* tarafından hafif anaerobik koşullarda üretilen formik asit, *L.delbruecki subsp.bulgaricus*'un gelişimini teşvik etmektedir. Ayrıca yine *S.thermophilus* tarafından fermentasyonun ilk aşamalarında üretilen CO₂ de *L.delbruecki subsp.bulgaricus* gelişimi üzerine stimülasyon etkisi yapmaktadır.

Günümüzde çok yaygın olmamakla birlikte, fermentasyon sırasında formik asit ve CO₂ oluşumunu hızlandırmak amacıyla süte sodyum format ya da sodyum karbonat ilavesi pratikte uygulanmaktadır.

2.2. Yoğurt Üretimi İçin Starter Kültür Hazırlanması

Starter kültür; yoğurta istenilen duyusal, tekstürel ve reolojik özellikleri kazandıran ve son üründe standart kalite özelliklerinin oluşmasını sağlayan, seçilmiş tek ya da karışık suşları içeren mikroorganizmalardır.

Yoğurt üretiminde *S.thermophilus* ve *L.delbruecki subsp.bulgarius* karışım kültürü kullanılmaktadır (1 kok:1 basil). Yoğurt üretiminde kullanılan starter suşlarının seçiminde son üründe istenilen özellikler etkili olmaktadır. Örneğin, set tipi sade yoğurt üretiminde, daha aromatik ve polisakkarit materyal üretmeyen suşlar tercih edilirken meyveli/aromalı pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde polisakkarit materyal üreten, ancak aroma oluşturma yeteneği zayıf olan suşlar kullanılmaktadır.

Kültürler özelliklerine göre sıvı, toz veya dondurulmuş formda hazırlanmaktadır.

2.2.1. Sıvı Kültürler

Ticari olarak üretilen ilk kültür formudur. Sıvı kültürler hazırlanırken genellikle sterilize edilmiş (121°C'ta 15-20 dakika) rekonstitüye yağsız süt (% 10 kuru maddeli) gelişim ortamı olarak kullanılmaktadır. Kaynağından izole edilen yoğurt bakterileri sterilize süte ilave edildikten sonra 30°C'ta 16-18 saat ya da 43°C'ta 3-4 saat süre ile inkübasyona bırakılmaktadır. İnkübasyon sonrasında ise hızla <4°C'a soğutulmaktadır.

Sıvı kültürler direkt kullanılamazlar. Ana kültür, ara kültür ve işletme kültürü şeklinde çoğaltılarak kullanılırlar. Yoğurt üretiminde sıvı kültür kullanılması durumunda çoğalma (pasajlama) işleminin en fazla 15-20 kez tekrarlanması gerekmektedir. Aksi halde bakteri dengesi bozulmakta ve bakteri mutasyonu görülebilmektedir. Sıvı kültürlerin dayanımlarının artırılması amacıyla değişik katkı maddeleri (CaCO₃, Na-sitrat, azot gazı, jelatin gibi) kültür gelişim ortamına ilave edilebilmektedir.

Bu kültürler dayanımlarının zayıf olması ve yoğurt işletmelerine nakil edilmeleri sırasında özel bir özen istemesi nedeniyle pek kullanılmamaktadırlar.

2.2.2. Toz Kültürler



Resim 2.3: Ticari toz kültürler

Starter kültürler, toz hâline getirilerek dayanımları artırılmaktadır. Kültürün toz formuna dönüştürülmesi ile ortamın su aktivitesi azaldığından bakteri gelişimi önemli ölçüde yavaşlatılmakta ve ticari kültürün dayanım süresi uzamaktadır. Böylelikle bu kültürler aktivitelerini kaybetmeden posta yoluyla bile gönderilebilmektedirler. Toz kültürler 20°C'ta 10 gün başlangıçtaki aktivitelerini koruyabilmektedirler. Bu yöntemle elde edilen kültürlerin tekrar aktivite kazanıp ortamdaki bakteri sayısının istenilen düzeye ulaşabilmesi için birkaç kez pasaj yapılması gerekmektedir.

Toz formda starter kültür hazırlamak için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar:

- Vakum altında kurutma
- Sprey kurutma
- Dondurarak kurutma ya da liyofilizasyon
- Konsantre edilen kültürün dondurularak kurutulması

Bu yöntemlerden vakum altında kurutma ve sprej kurutma teknikleri bakteri hücrelerine büyük zarar verdiği için günümüzde pek tercih edilmemektedir. Dolayısıyla bu yöntemlerle kurutulan kültürlerin yoğurt üretiminde kullanımı sırasında aktivitelerini artırmak için 3-5 defa ara kültür hazırlanması zorunlu olmakta ve bu durum zaman kaybına yol açmaktadır.

Liyofilizasyon; kültür ortamındaki suyun dondurularak kristalleştirilmesi ve kristallerin ortamdaki uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır. Burada suyun uçurulması çok düşük sıcaklıklarda gerçekleştirildiğinden bakterilerdeki ölüm oranı çok az olmaktadır. Ancak yine de bir aktivite kaybı söz konusu olduğundan liyofilize kültürlerin yoğurt üretiminde kullanılmadan önce 1-2 ara kültür hazırlanarak aktifleştirilmeleri gerekmektedir.

İşletmelerde kültür çoğaltma aşamalarını ortadan kaldırmak amacıyla konsantre liyofilize kültürler geliştirilmiştir. Bu amaçla sıvı kültürdeki bakteriler santrifügasyon ya da ultrafiltrasyon yolu ile konsantre edildikten sonra dondurularak kurutulmaktadır. Konsantrasyon işleminin bakterilerin durgunluk fazının başlangıcında yapılması, bakterilerin dondurma işlemine karşı dirençlerini artırmaktadır. Dondurma amacıyla sıvı nitrojen (-196°C) ya da buz-alkol karışımı (-65°C) kullanılmaktadır. Bu şekilde üretilen starter kültürler, hiçbir ön çoğaltmaya gerek kalmadan direkt olarak yoğurt sütüne ilave edilebilmektedirler (DVS kültür).

2.2.3. Dondurulmuş Kültürler

Kurutma işleminin yoğurt starter bakterileri üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek amacıyla starter kültürler yalnızca dondurulmuş formda da hazırlanabilmektedirler. Bu amaçla;

- Derin dondurma (-30°C ile -80°C arasında)
- Çok düşük sıcaklıklarda dondurma (-196°C'da sıvı azot varlığında)

tekniklerinden yararlanılmaktadır.



Resim 2.4: Ticari dondurulmuş kültür

Bu kültürler genellikle soğuğa dayanıklı plastik şişeler veya metal kutular içerisinde ambalajlanmaktadır. Dondurulmuş kültürlerin yoğurt işletmelerine nakliyesinde ise özel kuru buz içeren polistiren kutular kullanılmaktadır. Nakliye süresi 72 satten uzun olmamalıdır.

Derin dondurulmuş kültürler, daha düşük bakteri sayısına sahip olduklarından en az bir kere çoğaltılarak kullanılmalıdırlar. Çok düşük sıcaklıklarda dondurulan kültürler ise çoğaltmaksızın direkt yoğurt üretiminde kullanılabilirler.

Dondurulmuş kültürlerin yoğurt üretiminde kullanılması sırasında yararlanılan hazırlama yöntemlerinden birisi; önce 25-50 ppm düzeyinde hipoklorit içeren su içerisinde (20-22°C’da) yaklaşık 20 dakika çözüldürmeye bırakılması ve kültürün tam çözünmeden yoğurt sütüne veya işletme kültürü tankına aktarıldıktan sonra süt içerisinde 15-20 dakika karıştırılarak tamamen çözünmesinin sağlanmasıdır. Diğer bir yöntem ise derin dondurucudan çıkan kültür kabının 20°C’lık su içerisinde tutularak çözünmesi, ardından 42°C’ta yeterli asitlik düzeyine ulaşmaya kadar (~% 0.85 laktik asit) inkübe edilmesi ve gece boyunca buzdolabında saklanmasıdır.

<i>Kültür tipi</i>	<i>Depolama koşulu</i>	<i>Raf ömrü</i>	<i>Kullanım şekli</i>
<i>Dondurularak kurutulmuş süper konsantre</i>	-18°C	> 24 ay	Direkt kullanım
<i>Derin dondurulmuş süper konsantre</i>	-45°C	> 12 ay	Direkt kullanım
<i>Dondurularak kurutulmuş konsantre</i>	-18°C	> 24 ay	Çoğaltmalı kullanım
<i>Derin dondurulmuş konsantre</i>	-45°C	> 12 ay	Çoğaltmalı kullanım
<i>Sprey veya vakum ile kurutulmuş</i>	4°C	< 12 ay	Çoğaltmalı kullanım
<i>Sıvı kültürler</i>	4°C	< 12 ay	Çoğaltmalı kullanım

Tablo 2.1: Yoğurt üretiminde kullanılan ticari kültürlerin depolama sıcaklıkları, raf ömürleri ve kullanım şekilleri

2.2.4. Kültür Hazırlama Teknikleri

Yukarıda bahsedilen konsantre liyofilize kültürler ile -196°C'ta dondurulmuş kültürler DVS (Direct Vat Set) kültür olarak adlandırılmaktadır. Bunlar herhangi bir çoğaltma işlemine tabi tutulmadan direkt olarak kullanılmaktadır. Özellikle günümüzde büyük ölçekli yoğurt işletmelerinde bu kültürlerden yararlanılmaktadır.

Orta ve küçük ölçekli işletmelerde ise Çoğaltmalı kültür kullanımı devam etmektedir. Bu yöntem ucuz olması ve 15-20 pasaja kadar oğaltılabilme imknını sağlaması gibi avantajlara sahiptir. Ancak, her bir çoğalma sonrasında kültür aktivitesinde azalma meydana gelmesi, kültür suşları arasında orijinal dengenin bozulma olasılığının olması ve kontaminasyon riskinin yüksek oluşu gibi dezavantajları vardır.

Küçük ve orta ölçekli işletmelerde Çoğaltmalı kültür üretiminde çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Lewis tekniği, Jones tekniği gibi). Burada basit olarak ana, ara ve işletme kültürünün hazırlanmasına değinilecektir. Çoğaltma işlemi, üretimde kullanılacak kültür miktarı dikkate alınarak yapılmaktadır.

Örneğin 10 ton/gün kapasiteli bir yoğurt işletmesinde % 2 oranında inokülasyon gerçekleştirilmesi istendiğinde;

- nce 1-2 g dolayında bakteri içeren ticari kültürden **ANA KÜLTÜR** (100 ml),
- Ardından **ARA KÜLTÜR** (4 l) ve
- Son olarak da **İŞLETME KÜLTÜRÜ-BULK KÜLTÜR** (200 l) hazırlanmaktadır.

Kültür hazırlanırken dikkat edilecek en önemli hususlar şunlardır;

- Kullanılan süttozu veya taze süt antibiyotik, dezenfektan, deterjan gibi bakteri gelişimini engelleyen maddeleri içermemelidir.
- Herhangi bir kontaminasyonun engellenmesi açısından kültür hazırlama işlemleri aseptik koşullarda yapılmalıdır.

2.2.4.1. Ana Kültür

İşletmelere alınan stok kültürlerin nasıl oğaltılacakları ambalajların n bilgi formunda ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Kültürlerin ilk çoğaltılma aşaması yani ana kültür hazırlanması bu bilgiler kullanılarak yapılmaktadır. Bu amaçla uygulanan işlemler çoğunlukla aşağıda verilmiştir.

Ana kültür hazırlanırken genellikle 121°C'ta 2 dk. süre ile sterilize edilmiş yaklaşık % 10 kuru maddeli rekonstitüye süt kullanılmaktadır. Sterilizasyon sonrası 42-43°C'a kadar soğutulan süte aseptik koşullar altında ticari kültürden inokülasyon gerçekleştirilmekte ve inkübasyon işlemi (3-6 saat) yapılmaktadır. Daha sonra da kullanılıncaya kadar buzdolabı koşullarında saklanmalıdır.

2.2.4.2. Ara Kültür

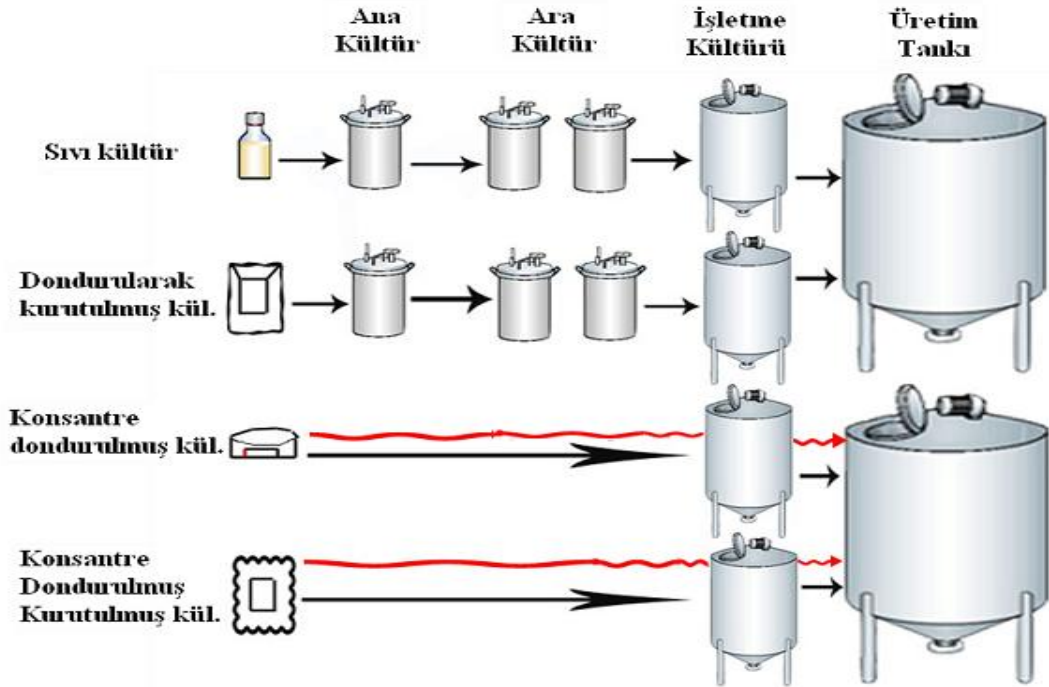
Ana kültür miktar ve aktivite yönünden yoğurda işlenecek süte katılacak durumda değildir. Bu yüzden elde edilen ana kültürün ikinci kez çoğaltılması gerekmektedir. Ana kültürün bulaşma sonucu bozulma ihtimali olduğundan ara kültür her zaman iki parti hâlinde hazırlanmalıdır. Bunlardan birisi işletme kültürü olarak kullanılırken diğeri yedek olarak soğutucuda tutulmalıdır.

Burada gereksinim duyulan süt miktarı yüksek olduğundan rekonstitüye süt yerine sterilize inek sütü tercih edilmektedir. İnkübasyon sıcaklığına soğutulan sterilize süte bir gün önce hazırlanmış ana kültürden aseptik koşullarda % 2-5 oranında ilave edilir ve karıştırılır. İnkübasyon sonrasında soğukta (+4°C) depolanır.

2.2.4.3. İşletme Kültürü (Bulk Kültür)

Hazırlanan ara kültür de yeterli aktivasyona sahip değildir. Bu yüzden tekrar işletme kültürü olarak çoğaltılmalıdır. Hazırlanacak işletme kültürü miktarı bir gün sonra yoğurda işlenecek süt miktarına göre belirlenir.

Burada da kullanılan süt miktarı fazla olduğundan sterilize inek sütü tercih edilmektedir. Bir gün önce hazırlanan ara kültürden % 2-5 oranında ilave edilir ve karıştırılır. İnkübasyon sonrasında soğukta (+4°C) depolanır.



Şekil 2.1: Kültür hazırlama işlemleri

2.3. İnokülasyon (Kültür İlavesi)

Yoğurda işlenecek süte, starter kültür ilave edilmesine **inokülasyon**, katılan starter kültür miktarına ise **inokulum miktarı** denilmektedir. Isıl işleme tabi tutulmuş yoğurt sütü inkübasyon sıcaklığına soğutulduktan sonra starter kültürlerin ilavesi değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Ancak öncelikle katılacak kültür miktarının hesaplanması gerekmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, kültürün yoğurt sütünün her tarafında homojen dağılımının sağlanmasıdır. Bunun için de etkili bir karıştırma işlemi yapılmalıdır.

2.3.1. Süte Katılacak Kültür Miktarının Hesaplanması

Yoğurt üretiminde kullanılacak inokulum miktarı % 2-3 arasındadır. İlave edilecek kültür miktarı, kullanılan kültürün çeşidine ve yoğurda işlenecek süt miktarına göre belirlenmektedir. Örneğin, DVS kültür kullanılacaksa ambalaj materyalinin üzerindeki bilgiler doğrultusunda bir hesaplama yapılır ve aşağıdaki yöntemlerden birisi kullanılarak inokülasyon gerçekleştirilir. Ancak işletme kültürü hazırlanarak inokülasyon gerçekleştirilecekse süt miktarına göre bir gün öncesinden hazırlanacak kültür miktarı belirlenir.

Örneğin; günde 20 ton yoğurt üreten bir işletme, yoğurt sütüne % 2 oranında kültür katıyorsa her gün 400 litre kültüre ihtiyaç duymaktadır.

20 ton = 20000 litre

$$\begin{array}{r} 100 \text{ litre süte} \qquad \qquad \qquad 2 \text{ litre kültür ilave edilirse} \\ 20000 \text{ litre süte} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad x \\ \hline x = \frac{20000 \times 2}{100} = \mathbf{400 \text{ litre kültür}} \end{array}$$

2.3.2. İnokülasyon Şekilleri

2.3.2.1. Kaplarda

Özellikle ülkemizde kaymaklı yoğurt üretiminde bu yöntemden yararlanılmaktadır. Süt, ısıl işlemle sonra inokülasyon sıcaklığına soğutulmadan inkübasyon odalarındaki raflara boş olarak dizilmiş ambalaj kaplarına doldurulmaktadır (Resim 2.5). Daha sonra sıcaklık 42-45°C'a inene kadar beklenmekte ve kaymak bağlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Kaymak bağlama işleminin ardından tek tek şırınga yardımıyla ya da özel dizayn edilmiş kültür tabancalarıyla % 1-4 oranında kültür ilave edilmektedir (Resim 2.6.).



Resim 2.5: Yoğurt sütünün boş kaplara dolumu



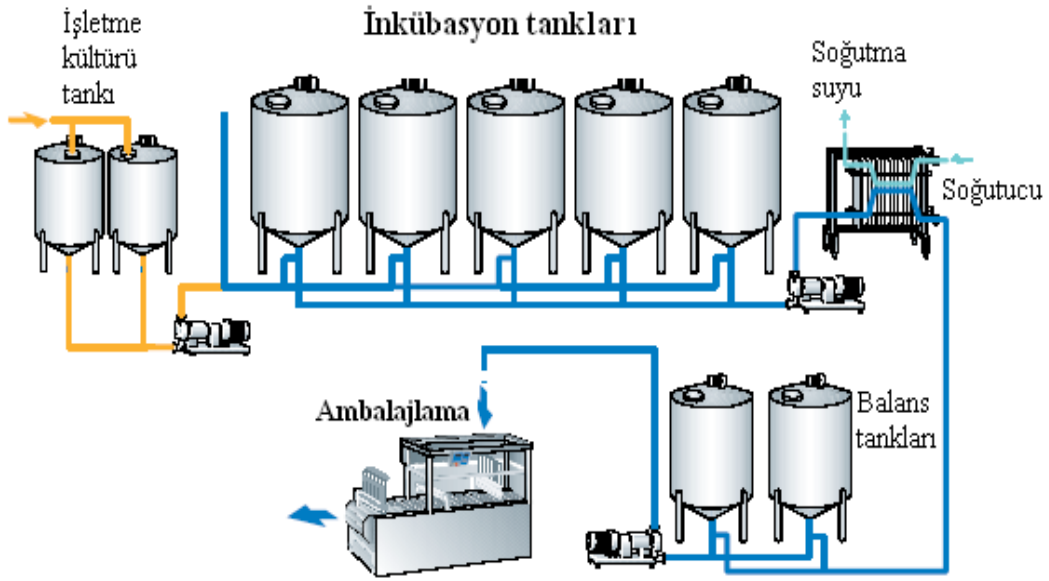
Resim 2.6: Kaplara kültür ilavesi

Bu yöntemin bazı dezavantajları vardır. Bunlar:

- İşçilik maliyetinin yüksek olmasıdır.
- İnokülasyonun tek tek yapılmasından dolayı, bazı kaplara kültür ilavesinin unutulabilmesidir.
- Burada bir karıştırma işleminin yapılmamasından dolayı, inkübasyon süresinin uzayabilmesi ve bazı yapı bozukluklarının görülebilmesidir.
- Standart kalitede ürün üretiminde bazı problemlerin yaşanabilmesidir.

2.3.2.2. Tanklarda (Kazanda)

Pıhtısı kırılmış yoğurt üretiminde fermantasyon işlemi bir tank içerisinde gerçekleştiğinden inokülasyon da burada yapılmaktadır (Şekil 2.2 ve Resim 2.7). Bu amaçla ya DVS kültür ya da hazırlanan işletme kültürü ısıtılmış ve inkübasyon sıcaklığına soğutulmuş süte aseptik koşullarda ilave edilmektedir. İnkübasyon sonrasında pıhtısı kırılan yoğurt soğutulmakta ve işleme tekniğine bağlı olarak ambalajlanmaktadır.



Şekil 2.2: Tanklarda inokülasyon ve inkübasyon

Set tipi (pıhtısı kırılmamış) yoğurt üretiminde ise farklı bir yol izlenmektedir. Bu amaçla ısıl işlem görmüş süt, öncelikle inkübasyon sıcaklığının 2-3°C üzerindeki sıcaklığa kadar soğutulmaktadır. Sonra tanktaki süt miktarına bağlı olarak % 1-4 oranında starter kültür ilave edilerek homojen bir karışım sağlamak amacıyla yavaşça karıştırılmaktadır (Resim 2.8). En kısa sürede uygun bir yöntemle (paketleme ünitesiyle) ambalaj kaplarına doldurularak inkübasyona bırakılır. Dolum sırasında kültür ilave edilmiş sütün sıcaklığının inkübasyon sıcaklığının altına düşmemesi sağlanmalıdır. Bu yöntem, iş gücünden tasarruf sağlamakta ve kültürün homojen dağılmasını mümkün kıldığından standart kalitede yoğurt üretimine olanak vermektedir.



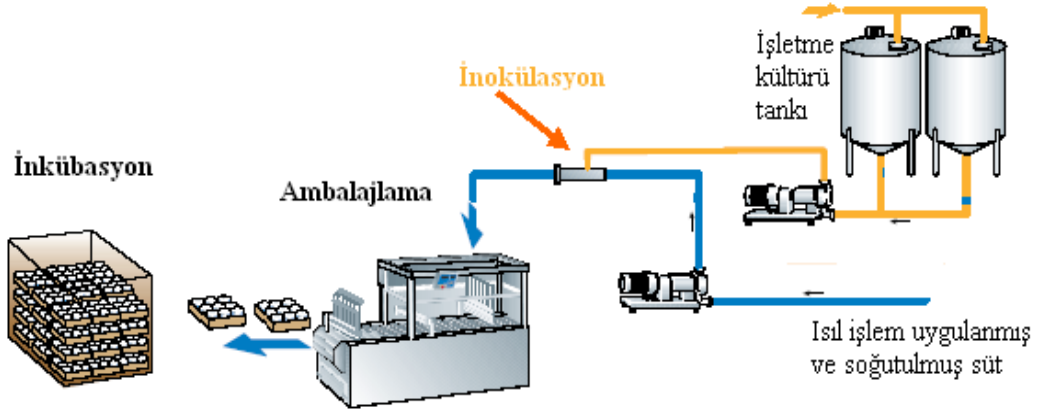
Resim 2.7: Fermantasyon tankı



Resim 2.8: İnkübasyon tankları

2.3.2.3. Sürekli Sistem (Direkt İnjesiyon)

Bu yöntem, yukarıda açıklanan yöntemin geliştirilmiş bir şekli olup kapalı bir sistem içerisinde inokülasyonun yapılmasıdır. Burada inokülasyon sıcaklığına kadar soğutulmuş süt borularla taşınırken kültür tankında kullanıma hazır hâlde bulunan starter kültür, bir dozaj pompası aracılığıyla yoğurt sütüne ilave edilmekte ve hemen doluma geçilmektedir. Bu sistemin kapalı olması ve aseptik şartlarda inokülasyonun yapılması kontaminasyon riskini azaltmaktadır. Aynı zamanda kültürün boru içerisinde akan süte ilave edilmesiyle iyi bir karışım da sağlanmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Sürekli sistemle inokülasyon

2.4. Ambalajlama

2.4.1. Ambalaj Materyalleri

Yoğurt endüstrisinde kullanılacak ambalaj materyallerinin seçimi hem ürünün depolanması ve pazarlanması sırasında doğal niteliklerini koruyabilmesi hem de üst düzeyde gıda güvenliğinin sağlanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Genel olarak ambalaj materyalleri şu özellikleri taşımaktadır:

- Çevresel etkilere ve fiziksel darbelere karşı korumalı olmalıdır.
- Ürünün taşınmasını ve depolanmasını etkin kılmalıdır.
- Ürünü yansıtmalıdır.
- Paketleme makinelerinde seri doluma uygun özellikte olmalıdır.
- Ürün ile reaksiyona girmemeli ve toksik madde içermemelidir.
- Üründe kalite kayıplarına neden olmamalıdır.
- Temiz, düz ve pürüzsüz olmalı, kırık, çatlak, çizik vb yapım kusuru bulunmamalıdır.
- Çevre dostu olmalıdır.
- Yasal olarak ürünün sahip olması gereken nitelikler hakkında bilgi vermelidir.

Yoğurdun ambalajlanmasında, boyutları 100 g ile 3000 g arasında değişen cam, sert ve yarı sert plastikler veya paslanmaz çelik ambalaj materyallerinden yararlanılmaktadır.

- **Cam materyaller:** Dış ortamdan ya da camdan ürüne yabancı madde veya mikroorganizma kontaminasyonunu engelleyen en dirençli ambalaj materyalidir. Estetik özellikleri, çevre dostu oluşu, güvenilir gıda imajı yaratması ve boş malzemenin ev ortamında başka amaçlar için kullanılabilir olması, tüketicinin cam ambalaja ilgisini artırmaktadır. Ancak darbelere karşı dayanıksız olması, ışık geçirgenliğinin yüksek olması, geri dönüşümleri için etkili bir organizasyona gereksinim duymaları, geniş depolama alanı gerektirmeleri ve temizlik masraflarının yüksek olması nedenleriyle üreticiler tarafından bu ambalaj materyali pek tercih edilmemektedir.



Resim 2.9: Cam ambalaj materyali

- **Sert ya da yarı sert plastik materyaller:** Polistiren (PS), Polipropilen (PP), Polietilen (PE), yumuşatıcı içermeyen polivinilklorid (PVC) ve polivinilidenklorid (PVDC) malzemeler ambalajlamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik materyaller genellikle inert özelliğe sahiptir ve üretim anında kabın yüzeyi ya da içinde kalıntı kalmaması koşuluyla yoğurta herhangi bir tat-aroma bozukluğuna neden olmazlar. Bu materyallerin tüketici beğenisine göre şekillendirilmesi ve üzerlerine her türlü baskının yapılabilmesi bunların üstün özelliklerindedir. Polistiren yoğurt kapları Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanan TS 9700- Plastik Yoğurt Kapları-Polistiren Standardı'nda belirtilen nitelikleri taşımak zorundadır.



Resim 2.10: Çeşitli boyutlarda ve şekillerde plastik ambalajlar

- **Paslanmaz çelik:** Çok yaygın bir kullanım alanına sahip olmasa da bazı firmalar tarafından özellikle kaymaklı yoğurt üretiminde bu materyallerden yararlanılmaktadır.



Resim 2.11: Paslanmaz çelik ambalajlar

Hangi ambalaj materyali kullanılırsa kullanılsın ürüne ait bazı bilgiler yasal olarak kabın üzerinde yer almalıdır. Yoğurt kaplarında yer alması gereken bilgiler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Ambalajlama ve Etiketleme-İşaretleme bölümünde yer alan genel kurallara uygunluk göstermelidir. Ayrıca ambalajlarda;

- Homojenize edilmiş sütte üretilen yoğurtlarda ürünün homojenize olduğu
- Ürün adı ve % yağ içeriği
- Ürünün kimyasal ve besinsel kompozisyonu
- Üreticiye ait kimlik bilgileri
- Ürünün üretim iznini gösteren ve ilgili bakanlıktan alınan tarih ve sayı
- Ürünün üretim tarihi, son kullanma tarihi ve üretim serisi bulunmalıdır.

Yoğurt ambalajlarında polistiren, alüminyum folyo, lamine vb. malzeme gibi sağlığa zararsız, sızdırmaz materyaller kullanılmaktadır. Burada kapak seçimi de oldukça önemlidir. Kapak seçiminde yoğurt ambalajının boyutu ve ürünün tek kullanımlık olup olmadığı dikkate alınmaktadır. Çok kullanımlık ambalajlarda genellikle plastik türevi “bas kapa” tipi kapaklar kullanılırken tek kullanımlık yoğurtlarda ise ısı ile lamine edilen alüminyum folyo kapaklar tercih edilmektedir.



Resim 2.12: Bas kapa tipi kapak



Resim 2.13: Alüminyum folyo kapak

2.4.2. Ambalaj Materyallerinin Sterilizasyonu

Üretim sonrası kontaminasyonun engellenmesi ve depolama sırasında mikrobiyel bozulmaların meydana gelmemesi için yoğurt üretiminde kullanılan ambalaj materyali sterilize edilmelidir. Sterilizasyon amacıyla kullanılan çeşitli yöntemler ve yarattığı etkiler Tablo 2.2’de verilmiştir. Aseptik üretimlerde yoğurt dolum hattı boyunca basınçlı steril hava verilmesi hava kaynaklı mikroorganizmaların bulaşmasını önemli ölçüde engellemektedir.

YÖNTEM	Yaygınlık durumu	Olumlu ya da olumsuz etkisi
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) Sprey püskürtme	+	Kalıntı H ₂ O ₂ toksik ve antimikrobiyel özelliktedir.
Daldırma	+	
Buhar yolu ile	-/+	
Buhar	+	
Sıcak hava ve H ₂ O ₂ uygulaması	+	Olumsuz etkisi bulunmamaktadır.
Isı-şekillendirme yolu ile	+	En etkin yöntemdir. Olumsuz etkisi yoktur.
Sıcak kuru hava	-/+	Uzun süre uygulanırsa plastik materyalde deformasyona neden olabilir.
Etilen oksit	-/+	Kalıntısı yağlı yoğurtlarda oksidasyona yol açabilir. Otomasyona uygun değildir.
H ₂ O ₂ /UV ışınlama uygulamalarının kombinasyonu	+	Olumsuz etkisi yoktur. Ancak kalıntı H ₂ O ₂ bulunmamalıdır.
γ-ışınımı	-/+	Olumsuz etkisi bilinmemektedir.

+ : Yaygın uygulama -/+ : Fazla yaygın olmaya uygulama

Tablo2.2: Ambalaj materyallerinin sterilizasyonunda yararlanılan yöntemler

2.4.3. Sütün Yoğurt Kaplarına Doldurulması

2.4.3.1. Elle Doldurma

Özellikle ülkemizde kaymaklı yoğurt üretimi söz konusu olduğu durumlarda bu yöntemden yararlanılmaktadır. Bu amaçla ısıtılmış sütler, inkübasyon odalarında özel dolum makineleri yardımıyla doluma alınmaktadır (Resim 2.14. ve 2.15).



Resim 2.14: Elle dolum makinesi



Resim 2.15: Elle dolum

Ayrıca küçük ya da orta ölçekli işletmelerde de bu yöntem kullanılabilir. Sütün bulunduğu kazandan bir hortum inkübasyon odasına gelmekte ve yukarıdaki şekilde dolum

yapılmaktadır. Ancak bu yöntemin çok zaman alması, aynı miktarlarda dolum yapılamaması ve hijyenik koşullarda çalışılmaması gibi sakıncaları bulunmaktadır.

2.4.3.2. Makinelerle Doldurma

Ambalajlama makineleri, ürünün özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Ürünün bileşimi, viskozite/konsistens gibi bazı fiziksel karakteristikleri, paketlenen ürünün hacmi veya ağırlığı burada etkili olan faktörlerdendir. Dolum yapan ambalaj makinelerinin iki tipi mevcuttur. Bunlar ambalaj kaplarını kendisi yapıp dolum yapabilenler ve hazır kaplara dolum yapıp kapatabilen makinelerdir (Resim 2.16 ve 2.17).



Resim 2.16: Makinelerle hazır yoğurt ambalajlarına dolum



Resim 2.17: Dolumu yapılmış yoğurt ambalajlarının otomatik sistemde kapatılması

Makinelerle dolunun avantaj ve dezavantajları ise şunlardır:

AVANTAJLARI

- İşçilik masrafları düşüktür.
- Aseptik dolun mümkündür.
- Makinenin çalışma kesintisi azdır.

DEZAVANTAJLARI

- Makinenin fiyatı, bakımı, servisi ve tamiri pahalıdır.
- Enerji gideri yüksektir.
- Eğitilmiş personele ihtiyaç duyulur.

Hangi yöntemle olursa olsun dolun sırasında şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Kapların üst kısmında mümkün olduğunca az boşluk bırakılmalı,
- Mümkün olduğunca aseptik koşullarda dolun yapılmalı,
- Doldurma ve kapama makinelerinin temizliğine özen gösterilmelidir.

2.5. İnkübasyon

İnkübasyon; starter kültür ilave edilen sütün yoğurt hâline gelinceye kadar belli bir sıcaklık derecesinde bekletilmesidir. İnkübasyon süreci, yoğurt üretiminin en önemli işlem basamaklarından birisidir. Yoğurdun karakteristik tat-aroma ve tekstürel özellikleri bu işlemin başarılı yapılması ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle inkübasyon parametrelerinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin optimum gelişme sıcaklığı 42–45°C'dir.

- Taze sütün pH değeri 42-45°C'ta 3-3,5 saat içerisinde 6.7'den 4.6'ya düşmektedir. Bu uygulama **kısa süreli inkübasyon** olarak adlandırılmaktadır.
- Bazı durumlarda inkübasyonun daha uzun süre devam etmesi istenir. Böyle durumlarda inkübasyon sıcaklığı 43°C'tan 32–37°C'a düşürülmekte ve inkübasyon süresi 12–18 saate kadar çıkarılmaktadır. Buna da **uzun süreli inkübasyon** denmektedir. Ancak bu şekilde uygulanan inkübasyonun birtakım sakıncaları vardır. Bunlar:
 - Kültürdeki laktobasil ve streptokoklar arasındaki dengenin bozulması
 - Son üründe serum ayrılması riskinin artması
 - Karbonil bileşikler oluşumunun yavaşlaması (asetaldehit, diasetil vb.)
 - Enerji ve zaman kaybının olmasıdır.

Yoğurdun su tutma kapasitesi pH 4.2–4.6 arasında optimum olduğundan yoğurt üretiminde inkübasyona pH 4.5–4.6 dolayında son verilmektedir. İnkübasyon sonu asitliğinin doğru tespit edilmesi, yoğurt kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. İnkübasyon sonu asitliğinin belirlenmesinde etkili faktörler şunlardır:

- Kullanılan bakterilerin türü veya suşu
- İnokulum miktarı
- İnkübasyon sıcaklığı
- Asitlik gelişimi
- Ambalaj materyalinin büyüklüğü

Küçük ambalaj materyalleri içerisinde inkübe edilen yoğurtlar 4.5–4.6 pH'ta inkübasyondan çıkarılırken büyük boyutlu ambalajlar 4.7–4.8 pH'ta çıkarılırlar. Bunun nedeni, ambalaj boyutunun artması ile ürünün ısı iletim kapasitesinin düşmesi ve soğutma etkinliğinin azalmasıdır.

Ülkemizde genel olarak fermantasyon işlemi yoğurt kaplarında gerçekleştirilmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi yoğurt kapları iki farklı şekilde doldurulmaktadır. Elle dolum inkübasyon odalarında yapıldığından herhangi bir taşıma işlemine gerek duyulmadan inkübasyon da burada gerçekleştirilmektedir (Resim 2.18). Makineyle doldurulan yoğurt kapları ise kasalara alınmakta ve hızla inkübasyon odalarına götürülmektedirler (Resim 2.19 ve 2.20).



Resim 2.18: İnkübasyon odasında dolmuş ve inkübasyona bırakılmış yoğurt kapları



Resim 2.19: Dolumu yapılmış yoğurt kaplarının kasalanması



Resim 2.20: Kasalar içindeki yoğurtların inkübasyona alındığı oda

UYGULAMA FAALİYETİ

Kaymaklı yoğurt üretimi için ön işlemler uygulanmış sütünüzü ambalajlayıp inokülasyon ve inkübasyon işlemlerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş kıyafetinizi giyiniz.	➤ Personel hijyeni modülündeki ‘Kişisel Temizlik Kuralları’ nı hatırlayınız. ➤ Saçlarınızı toplamaya özen gösteriniz. ➤ Ellerinizi dezenfektan etkili sabun ile yıkamaya dikkat ediniz. ➤ Kâğıt havlu ile kurulamaya özen gösteriniz.
➤ Takılarınızı çıkarınız.	
➤ Ellerinizi yıkayınız.	
➤ Yoğurt kültürünü seçiniz.	➤ Piyasada satılan yoğurt kültürlerini gözden geçirip ürün özelliğine göre birini alınız. ➤ Üreteceğiniz yoğurt miktarını dikkate alarak hesaplama yapınız. ➤ Paket bilgileri doğrultusunda bir gün öncesinden kültür hazırlayınız. ➤ Herhangi bir kontaminasyon olmaması için aseptik koşullarda çalışınız.
➤ Süte katılacak kültür miktarını belirleyiniz.	
➤ Yoğurt üretimi için starter kültürü hazırlayınız.	
➤ Üretilecek ürüne göre inokülasyon yöntemini belirleyiniz.	➤ Kullanacağımız dolum araçlarının ve inokülasyon tabancalarının temiz ve dezenfekte olduğuna emin olunuz. ➤ Doluma ve inokülasyona başlamadan önce aletlerin çalışabilirliğini kontrol ediniz.
➤ İnokülasyon ve dolum araçlarını hazırlayınız.	
➤ Dolum yapınız.	➤ Sütün dolum sıcaklığında olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ Kaplarda mümkün olduğunca boşluk kalmamasına dikkat ediniz. ➤ Dolum sonunda boş kap kalıp kalmadığını kontrol ediniz.
➤ Yoğurt sütüne kültür ilave ediniz.	➤ Kültür ilavesi yapmadan önce kaplardaki sütün sıcaklığını kontrol ediniz. İnokülasyon sıcaklığına gelmediyse sütün soğumasını bekleyiniz. ➤ Kaymak tabakası oluşup oluşmadığını gözleyiniz. ➤ İnokülasyon sırasında kaymak tabakasının zedelenmemesine özen gösteriniz. ➤ İnokülasyon yapılmamış yoğurt kabı kalmamasına dikkat ediniz.

	<ul style="list-style-type: none">➤ Mmkn olduğunca hijyenik çalışınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ İnkübasyon sıcaklığını ayarlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İnkübasyon süresine göre inkübasyon odasının sıcaklığını ayarlayınız.➤ Sık sık sıcaklığın sabit kalıp kalmadığını kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ İnkübasyon sonunu belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İnkübasyona kaç pH'ta son vereceğinize karar veriniz.➤ Gerekli aletlerinizi hazırlayınız.➤ İnkübasyonun başlarında 1 saatte bir, inkübasyon sonlarına yaklaştığa daha sıklıkla pH kontrolünüzü yapınız.➤ Yoğurtlar inkübasyon çıkış pH'ına gelince inkübasyona son verip hızla soğutmaya geçiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Verilen talimatlara uygun davranınız.➤ İş kıyafetinizi çıkarıp asınız.➤ Bir kullanımlık malzemelerinizi çöpe atınız.➤ Araç ve gereçlerinizi temizleyip dezenfekte ediniz.➤ çalışma ortamınızı temizleyerek güvenlik kontrollerinizi yapınız.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

1. Yoğurda işlenecek süte starter kültür ilave edilmesine ne denir?
A) İnkübasyon
B) İnokülasyon
C) Homojenizasyon
D) Hiçbiri
2. Günde 10 ton yoğurt üreten bir işletme, yoğurt sütüne % 1,5 oranında kültür katıyorsa her gün kaç litre kültüre ihtiyaç duymaktadır?
A) 15 litre
B) 100 litre
C) 150 litre
D) 1500 litre
3. Aşağıdakilerden hangisi kaplarda dolum yönteminin dezavantajlarından **değildir**?
A) İşçilik maliyeti düşüktür.
B) Bazı kaplara kültür ilavesi unutulabilmektedir.
C) Karıştırma işlemi yapılamaz.
D) Standart kalitede ürün üretilmeyebilir.
4. Aşağıdakilerden hangisi yoğurtlarda kullanılan ambalaj materyalinden **değildir**?
A) Cam
B) Polistiren
C) Paslanmaz çelik
D) Alüminyum
5. I. Ara kültür II. Bulk kültür III. Ana kültür
Yukarıda ismi yazılan kültür hazırlama aşamaları hangi sırayla yapılmaktadır?
A) I, II ve III
B) III, II ve I
C) III, I ve II
D) I, III ve II

Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşluklara tabloda verilen kelimelerden doğru olanını seçerek yazınız.

6. Yoğurt üretiminde kullanılan mikroorganizmaların arasındaki ortak yaşama denilmektedir.
7. kültür ortamındaki suyun dondurularak kristalleştirilmesi ve kristallerin ortamdan uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır.

8. Kùltùrlerin orijinal ambalajlarından çoğaltılmaları ile hazırlanan kùltùre denir.
9. Yoğurt üretiminde kullanılan starter kùltùrlerin optimum gelişme sıcaklığı’dir.

32-37°C	Sprey kurutma	Liyofilizasyon	42-45°C
Ana kùltùr	Ara kùltùr	homofermantatif	simbiyosis

DEğERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

Tùm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Homojenize yoğurt üretimi için ön işlemler uygulanmış sütünüze inokülasyon, ambalajlama ve inkübasyon işlemlerini yapınız. Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkardınız mı?		
4. Kullanmadığınız kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
5. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
6. Alet-ekipmanların temiz olup olmadığını ve çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
7. Gerekli olan kültür miktarını hesapladınız mı?		
8. Bir gün öncesinden yoğurt kültürünüzü hazırladınız mı?		
9. Sütün inokülasyon sıcaklığında olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
10. Süte kültür ilave ettiniz mi?		
11. Kültürün süt içinde homojen karışmasını sağladınız mı?		
12. Ambalaj materyallerinizi hazırladınız mı?		
13. Ambalajlarınızı uygun bir yöntemle sterilize ettiniz mi?		
14. Dolum (ambalajlama) makinesini hazırladınız mı?		
15. Makinenin temiz olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
16. Boş ambalajları makineye yerleştirdiniz mi?		
17. Yoğurt kaplarına dolum yaptınız mı?		
18. Kapaklarının kapatıldığına emin oldunuz mu?		
19. Kapakların üzerine tarih bastınız mı?		
20. Yoğurt kaplarını kasalara yerleştirdiniz mi?		
21. İnkübasyon odasının sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
22. Kasalar içindeki yoğurtları inkübasyon odasına taşıdınız mı?		
23. pH metrenizi hazırladınız mı?		
24. İnkübasyon süresince odanın sıcaklığını ve yoğurtların pH'ını kontrol ettiniz mi?		
25. İnkübasyon çıkış pH'ına göre inkübasyona son verdiniz mi?		
26. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
27. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
28. Son kontrollerini yaptınız mı?		
29. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “**Evet**” ise bir sonraki “Öğrenme Faaliyeti”ne geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Yoğurdu soğutma ve depolama işlemi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki yoğurt üreten işletmelerden yoğurdu nasıl soğuttuklarını araştırınız.
- Depolama koşullarını ve şartlarını araştırınız.
- İşletmelerin üretim sırasında karşılaştıkları sorunları ve yoğurtlarda olan bozulmaları araştırınız.
- Araştırmalarınızı rapor hâline getirerek sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

3. SOĞUTMA VE DEPOLAMA

3.1. Soğutma

Yoğurt üretiminde kullanılan starter bakterileri metabolik aktiviteleri 10°C'ın altında büyük ölçüde yavaşlamaktadır. Dolayısıyla inkübasyon sonrası asitlik gelişiminin kontrol altına alınabilmesi için sıcaklığın <10°C'a (mümkünse <5°C'a) düşürülmesi gerekmektedir. Aksi hâlde starter bakterilerinin metabolik faaliyetleri ve dolayısıyla asitlik gelişimi devam etmektedir. Böylece üründe karakteristik tat-aroma dengesi bozulmakta, serum ayrılması eğilimi artmakta ve yüksek depo asitliği (after-acidification) olarak ifade edilen olumsuzluk meydana gelmektedir. Yoğurt üretiminde soğutma işlemi tek ya da iki aşamalı olabilmektedir.

3.1.1. Tek Aşamalı

Bu yöntem daha çok set tipi yoğurt üretiminde kullanılmaktadır. Burada fermente ürün direkt olarak inkübasyon sıcaklığından <10°C'a soğutulmaktadır. Tek aşamalı soğutma tekniğinde temel prensip, fermentasyon sonrası yoğurdun herhangi bir fiziksel etkiye maruz kalması durumunda tekstürel yapının korunmasıdır.

3.1.2. İki Aşamalı

Bu yöntem endüstriyel boyutta en yaygın kullanılan soğutma şeklidir. Burada fermente ürün inkübasyon sonrasında önce 20-24°C dolayına kadar soğutulmakta ve ardından <5°C'a kadar sıcaklık düşürülerek depolama gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla inkübasyon odalarına monte edilen bir havalandırma sistemi ile birinci aşama soğutma (Resim 3.1), ardından yoğurtların soğuk hava depolarına taşınmasıyla ise ikinci aşama soğutma yapılmaktadır. Meyveli yoğurt veya pıhtısı kırılmış yoğurt (stirred) üretiminde

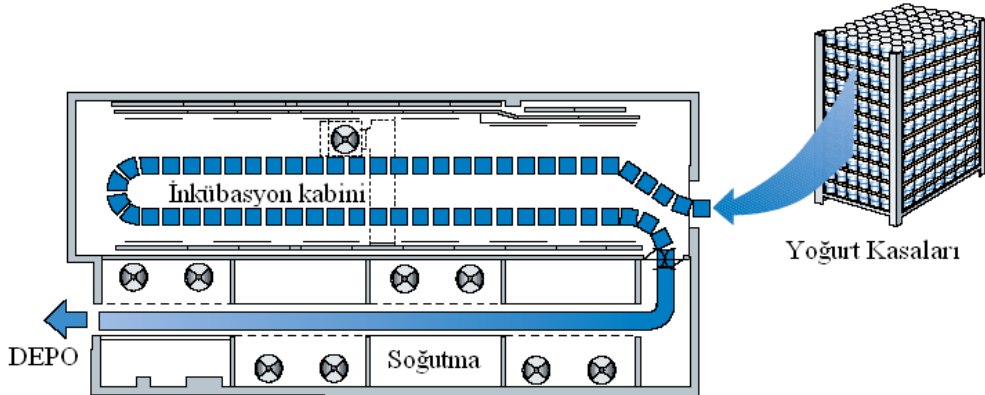
meyve katımı ya da pıhtının mekanik etki ile kırılması işlemleri bu aşamada gerçekleştirilmektedir. İki aşamalı olarak soğutulan yoğurtlarda reolojik özellikler depolamanın ilk birkaç gününden sonra en üst düzeye çıkmaktadır.



Resim 3.1: İnkübasyon odalarına yerleştirilen havalandırma sistemi

Pıhtısı kırılmış yoğurdun soğutulmasında plakalı ya da borulu tip soğutuculardan yararlanılmaktadır. Plakalı soğutucular plakalı ısı değıştiricilerle benzerlik göstermekte ve tank içerisinde soğutma işlemine oranla 2-3 kat daha hızlı bir soğutma yapmaktadır.

Büyük ölçekli yoğurt üretimi yapan işletmelerde inkübasyon sonrası soğutma işlemi genellikle soğutma tünelleri ya da şok soğuk odalarda gerçekleştirilmektedir. Soğutma tünellerinde, 20°C dolayına kadar soğutulan ürünler bir yürütücü panel üzerine partiler hâlinde yerleştirilmekte ve bu tünelden belirli bir hızla geçirilmektedir. Tünelin sonuna ulaşıldığında ürünün sıcaklığı <5°C dolayına düşmektedir (Şekil 3.1). Diğer yöntemde ise 20-22°C'ta şok odalara alınan ürünlerin sıcaklığı burada hızlı bir şekilde <5°C'a düşürülmektedir. Burada ürünlerin konulduğu kasaların boyutu ve sayısı önemli olmaktadır. Soğutma odasında üst üste konulacak yoğurt kasalarının sayıları, ısı iletim kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanmalıdır.



Şekil 3.1: Tünel tipi kombine inkübatör ve soğutma hattı

3.2. Depolama

Üründe oluşabilecek biyolojik ve biyokimyasal reaksiyonların yavaşlatılması için yoğurdun soğukta depolanması zorunlu bir uygulamadır. Böylece ürünün kalitesi, üretim tarihinden itibaren 3 hafta kadar korunabilmektedir. Yoğurdun 0-10°C ± 2.5°C arasındaki değerlerde depolanması ve taşınması tavsiye edilmektedir. Ancak yoğurt üretimi yapan birçok işletme ürünün kalitesini korumak amacıyla depolama ve taşıma sıcaklığını 10°C'ın altında tutmaktadır.



Resim 3.2: Soğuk hava deposu

3.2.1. Soğuk Hava Depolarının Özellikleri

- Son soğutma soğuk hava deposunda yapılacaksa iyi bir soğuk hava sirkülasyonu sağlanmalıdır.
- Soğuk hava kayıplarının önlenmesini sağlayacak tedbirler alınmalıdır.
- Eğer yoğurt transparan bir materyalle ambalajlanmışsa renk bozulmaları ve oksidasyonun önlenmesi için özel ışıklandırma sistemleri kullanılmalıdır.
- Zemin ve duvarlar temizlik ve dezenfeksiyona uygun materyalden yapılmış olmalıdır.

3.2.2. Depolama Sırasında Dikkat Edilecek Noktalar

- Depolama sıcaklığı mümkün olduğunca 5°C'ın altında tutulmalı ve düzensiz değişimlerden kaçınılmalıdır.
- Yoğurdun ambalajlanmasından sonra sert mekanik işlemlere maruz kalmamasına özen gösterilmelidir.
- Pıhtı stabilitesinin daha iyi olması için ürün satışa gönderilmeden önce en az 48 saat soğuk hava deposunda bekletilmelidir.
- Özellikle yaz aylarında yoğurtlar taşınırken özel soğutucu sistemleri olan araçlarla taşınmalıdır.

- Gerek perakende gerekse tüketiciye ulaşıncaya kadar soğuk zincir bozulmamalıdır.

3.2.3. Depolama Sırasında Görülen Değişmeler

3.2.3.1. Sonradan Asitlik Artışı

Yoğurt üretimi sırasında yoğurt bakterilerinin metabolik aktivitesi çok yüksektir. İnkübasyondan sonraki soğutma işlemleri ile bu aktivite azalmakta, fakat enzimatik aktivite tamamen durmamaktadır. Bu yüzden ürünün 0-5°C’ta depolanması sırasında asitlik artışı olmaktadır. Buna “**sonradan asitlik artışı (after acidification)**” denilmektedir. Sonradan asitlik artışı, kültürün özelliğine, soğutma işlemine, depolama sıcaklığına ve ürünün pH’ına bağlı olarak değişmektedir.

3.2.3.2. Kosistens ve Viskozitedeki Değişimler

Üretimden sonra soğutma ve soğukta muhafaza, konsistens ve viskoziteyi iyileştirici bir etkiye sahiptir. Özellikle muhafazanın ilk 48 saati içinde pıhtısı parçalanmış yoğurtlarda viskozite artmaktadır. Bu olay protein hidrasyonu ve jel yapısının katılaşmasından kaynaklanmaktadır.

3.2.3.3. Tat - Aromadaki Değişimler

Depolama süresinde yoğurdun tadı ve aromasında değişimler meydana gelmektedir. Soğutma sırasında ve depolamanın başlarında spesifik aroma bileşenleri oluşmakta, yapı sertleşmekte ve dolayısıyla ürünün tadı iyileşmektedir. Ancak depolama sırasında oluşan sonradan asitlik artışı tat-aromayı maskeleymektedir.

Tat-aroma üzerine, ambalaj materyalinden geçebilecek maddeler de etkili olmaktadır. Bu yüzden ambalaj materyalinin seçimi oldukça önemlidir. Ayrıca, depolama sırasında yoğurt bakterilerinin proteolitik aktivitelerinin yüksek olmasından dolayı üründe acı tat oluşabilir.

3.3. Yoğurtta Görülen Bozulmalar

3.3.1. Mikrobiyal Bozulmalar

Mikroorganizmalar, yoğurt yüzeyinde faaliyet göstererek istenmeyen bazı değişiklikler meydana getirebilir. Bu durum özellikle yaz aylarında daha fazla görülmektedir. Yaz aylarında yoğurtlarında yüzeyde sık sık küf ve maya kolonileri görülebilmektedir. Maya ve küfler asidik ortamda ve düşük sıcaklıklarda rahatlıkla gelişebildiklerinden yoğurtta bu tip mikroorganizmalara oldukça fazla rastlanmaktadır. Yüzeyde oluşan bu tip bozulmalar, üretimin herhangi bir aşamasındaki (inokülasyon, inkübasyon, ambalajlama aşamaları gibi) kontaminasyondan kaynaklanabilmektedir.

3.3.2. Enzimatik Bozulmalar

Sütte doğal olarak bulunan enzimler ve çiğ sütte bulunan bakterilerin salgıladıkları enzimler bu bozulma üzerinde etkili değillerdir. Zaten süte uygulanan ısıl işleme bu enzimlerin birçoğu inaktif hâle gelmektedir. Enzimatik bozulma, genellikle yoğurda bulaşan ve burada gelişen mikroorganizmaların salgıladıkları enzimlerin etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Bu mikroorganizmalar salgıladıkları enzimlerle süt yağını, proteinleri ve laktozu parçalayarak çeşitli maddelerin oluşmasına neden olmaktadır. Sonuçta üründe Tablo 3.1’de görülen bazı olumsuzluklar meydana gelmektedir.

Enzimleri salgılayan mikroorganizmalar	Bozulma tipi
Mayalar	Maya tadı, gaz oluşumu, bazı yoğurtlarda serum ayrılması
Küfler	Lipaz enziminin yağı parçalamasından oluşan ransit tat Protein parçalanması nedeniyle acı tat
<i>Geotricum candidum</i>	Yağ parçalanması nedeniyle ransit tat Protein parçalanması nedeniyle acı tat
Saf kültürdeki yabancı bakteriler	Yoğurtta asitlik artışı, istenmeyen tat- aroma oluşumu
Yoğurt bakterileri	Kültüre bağlı olarak asitlik artışı, inkübasyondan sonra asitlik artışı

Tablo 3.1: Yoğurtta görülen enzimatik bozulmalar

3.3.3. Kimyasal Bozulmalar

Bu bozulma tipleri, yoğurdun içerdiği süt bileşenlerinde ve meyveli yoğurtlarda daha çok meyvelerde zamanla olan değişimlerden kaynaklanan bozulmalardır.

Yoğurttaki maddeler	Görülen değişimler
Süt proteinleri	Suda eriyen protein miktarı artar.
Süt yağı	Hava ve ışık etkisiyle oksidasyon ve okside tat oluşur.
Vitaminler	Zamanla vitaminlerde kayıp meydana gelir.
Mineral maddeler	Mineral madde dengesi değişir, pH düşer.
Meyve rengi	Renk zamanla açılır.
Görünüm ve tazelik	Yoğurdun yüzeyinde hafif kuruluk görülür.

Tablo 3.2: Yoğurtta görülen kimyasal bozulmalar

3.4. Yoğurtta Görülen Kusurlar

3.4.1. Görünüş Kusurları

- Yoğurtta en sık karşılaşılan görünüş kusurları, yoğurt yüzeyinde maya-küf gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan zarlı yapı ve renk dalgalanmasıdır. Özellikle yüksek sıcaklıklarda depolanan ürünlerde maya ve küf gelişimi çok hızlı olmaktadır.
- Evaporasyona bağlı olarak depolama sırasında meydana gelen yoğurt yüzeyinde kuruma ve çatlama oluşumu da sıklıkla görülen bir sorundur. Bu kusurun giderilebilmesi için yoğurt ambalajının seçimine özen gösterilmeli, kapaklama işlemi dikkatlice yapılmalı ve depolama sıcaklığının düşük seçilmesi gerekmektedir.
- Yoğurt üretiminde kullanılan sütün yetersiz temizlenmesi durumunda yoğurtlarda temiz olmayan bir görünüm meydana gelebilmektedir.
- Yoğurt yüzeyinde oluşan gaz kabarcıkları da istenmeyen bir görünüş bozukluğudur. Koliform grubu bakterilerin varlığında ve yüksek sıcaklıklarda depolanan yoğurtlarda gaz oluşumu meydana gelmekte ve yüzeyde hava kabarcıkları oluşmaktadır.
- Yoğurt yüzeyinde kristalimsi yapının oluşumu, depolama sırasında ürünün donma noktası altında depolandığının bir göstergesidir.
- Yoğurt üretiminde kullanılan sütte, peyniraltı suyu tozu, kazeinat tozu veya serum proteini tozu gibi süt kökenli tozların yeterince çözündürülmemesi durumunda yoğurt kabının alt kısmında tortulanma meydana gelmektedir.
- Yoğurtta sık görülen bir diğer görünüş kusuru ise nodül ya da granül oluşumdur. Nodül oluşumuna yüksek inkübasyon sıcaklığı, düşük ya da çok yüksek starter bakteri aktivitesi, fermantasyon sırasında çalkalanma ve süt bileşenlerindeki mevsimsel dalgalanmalar neden olmaktadır. Nodülün kimyasal yapısı protein, fosfor ve starter bakterilerinden meydana gelmektedir.

3.4.2. Tat ve Aroma Kusurları

Yoğurtta en sık karşılaşılan problemlerden birisi, son üründe yoğurda özgü karakteristik tat ve aromanın oluşmamasıdır. Starter bakterileri tarafından temel aroma bileşenlerinin oluşumuna olumsuz etki eden herhangi bir faktör son üründe tat-aroma kusurlarına neden olabilmektedir. Starter bakterilerinin metabolik aktiviteleri üzerine etki eden faktörler; inkübasyon sıcaklığı ve süresi, inokülasyon miktarı, fermantasyon sonrası soğutma işlemi, çiğ sütte inhibitör madde varlığı ve bakteriyofaj aktivitesidir.

- Yoğurtta karbonil bileşiklerinin oluşumundan birinci derecede sorumlu olan *L.delbruecki subsp.bulgaricus*'un metabolik aktivitesinde meydana gelen bir

yavaşlama yoğurtta aroma zayıflığına neden olmaktadır. Diğer bir yoğurt bakterisi olan *S.thermophilus*'un gelişimindeki yavaşlama ise daha çok asitlik gelişiminde azalma ve yoğurda özğü asidik tadın oluşumunun zayıflamasına yol açmaktadır.

- Yoğurtta yetersiz tat-aroma gelişiminin yanı sıra en sık karşılaşılan sorunlardan birisi de fazla laktik asit gelişimine bağlı olarak meydana gelen ekşi tat oluşumudur. Yoğurtta ekşi tadın oluşumunda protein ve yağ düzeylerindeki yetersizlik, fermantasyon sonrası soğutmanın çok yavaş yapılması, aşırı starter kültür aktivitesi ve depolama sıcaklığının yüksek olması gibi faktörler etkili olmaktadır.
- Yoğurt üretiminde süte uygulanan ısıl işlem sıcaklığının çok yüksek olması, serum proteinlerine bağlı sülfidril gruplarının açığa çıkmasına ve dolayısıyla pişmiş tadın oluşumuna neden olmaktadır.
- Yoğurtta karşılaşılan bir diğer tat-aroma kusuru ise mayamsı-küfümsü tat-koku ile yemimsi acı tat oluşumudur. Özellikle hijyenik koşullarda üretilmeyen yoğurtlarda maya-küf kontaminasyonu sıklıkla görülmektedir. Ayrıca süt hayvanlarının uygun olmayan fermantasyon koşullarında hazırlanmış ve kokuşmuş yemlerle beslenmesi durumunda yemlerdeki tat-aroma bileşenleri süte geçmekte ve bu kusura neden olmaktadır.

3.4.3. Yapı ve Tekstür Kusurları

Yoğurtta görsel olarak saptanabilen en belirgin yapı ve tekstür kusurları pıhtı zayıflığı ve serum ayrılmasıdır. Özellikle kuru madde artırımının yetersiz yapılması ya da hiç gerçekleştirilmemesi durumunda üründe gevşek bir yapı oluşmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda süttözu ya da kazeinat katımı hâlinde ise ürün çok katı bir yapıya bürünmekte ve bu durumda serum ayrılması hız kazanmaktadır. Homojenizasyon işlemi pıhtı stabilitesinin olumlu yönde etkilerken ısıl işlemin ideal normların altında ya da üstündeki sıcaklıklarda uygulanması yoğurtta pıhtı stabilitesinin zayıflamasına ve depolama sırasında serum ayrılmasına neden olmaktadır.

Yağsız yoğurtlarda konsistens, yağlı yoğurtlara oranla daha zayıftır. Bu nedenle yağsız yoğurt üretiminde kuru madde artırımına özen gösterilmelidir.

Yoğurt jelinin mekanik olarak çalkalanması da pıhtı stabilitesinin zayıflamasına neden olmaktadır. İlaveten düşük fermantasyon sıcaklığı, düşük starter konsantrasyonu, fermantasyon sonrası yetersiz soğutma ve aşırı asitlik artışı yoğurtlarda bu kusurların meydana gelmesine neden olmaktadır.

3.5. Yoğurt Kalitesine Etki Eden Faktörler

3.5.1. Sıcaklık

Sıcaklık, muhafaza sırasında yoğurtta ortaya çıkan değişiklikler üzerine en önemli etkiyi yaratan faktördür. Sıcaklığın yoğurtlardaki değişime etkisi Van Hoff Kanunu'na göre olmaktadır. Buna göre değişime neden olan her faktörün bir sıcaklık kat sayısı (Q_{10}) vardır. Sıcaklık kat sayısı sıcaklık 10°C arttığı zaman reaksiyon hızının ne kadar artacağını göstermektedir. Bu katsayı, gıdalardaki kompleks biyokimyasal reaksiyonlar için 2-3 olarak belirtilirken, enzimatik proseslerde 1.3-2.6 arasında olmaktadır. Sade yoğurtlar için bu değer 3 olarak kabul edilmektedir.

3.5.2. Hava

Oksijen ve nispi nem yoğurtta bir takım kimyasal bozulmalara neden olmaktadır. Ancak oksijen, pratik koşullar altında ürünün bozulmasında ikinci bir etken olarak görülmektedir. Aynı zamanda 3-4 hafta depolanan yoğurdun kalitesi üzerine nispi nemin etkisi önemsizdir.

3.5.3. Işık

Işık, süt yağının oksidasyonu üzerinde katalitik etki yapmakta ve okside tada neden olmaktadır. Okside tat, ışık geçirmeyen ambalaj materyalinin kullanılmasıyla ve ürünün karanlıkta depolanmasıyla önlenebilmektedir.

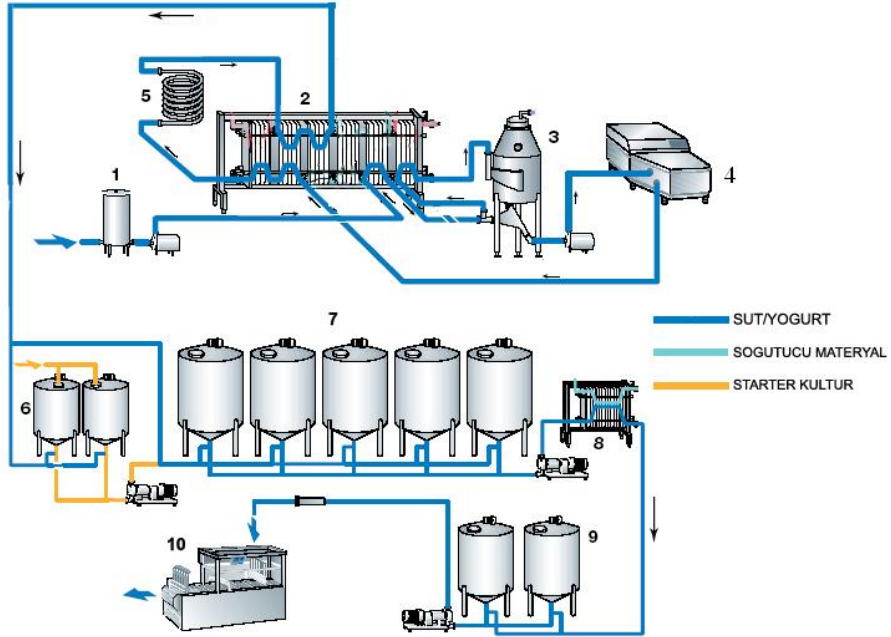
3.5.4. Ambalaj Materyali

Özellikle plastik ambalaj materyalleri kullanıldığında bunların bazı maddelerinin ürüne geçişi (migrasyon) söz konusu olabilmekte ve depolama süresi olumsuz etkilenebilmektedir. Bu durum plastik materyalin türüne, ürünle temas ettiği süreye ve üründeki meyve asidinin çeşidine bağlıdır. Bu nedenle daha önce de belirtildiği gibi ambalaj materyali özenle seçilmelidir.

3.5.5. Süre

Yoğurdun üretiminden tüketimine kadar geçen süre de yoğurdun kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Yoğurt, taze tüketilen bir ürün olduğundan mümkün olduğunca üretimden hemen sonra tüketilmelidir. Ancak, endüstriyel boyutlarda yapılan üretimlerde yoğurtlar fabrika depolarında, marketlerdeki reyonlarda veya tüketici buzdolabında beklemektedir. Yoğurdun bu süreye dayanıklı olabilmesi için hijyenik koşullarda üretilmesi, muhafaza edilmesi ve dağıtım sırasında düşük sıcaklıklarda tutulması gerekmektedir.

3.6. Yoğurt Üretim Akım Şemaları



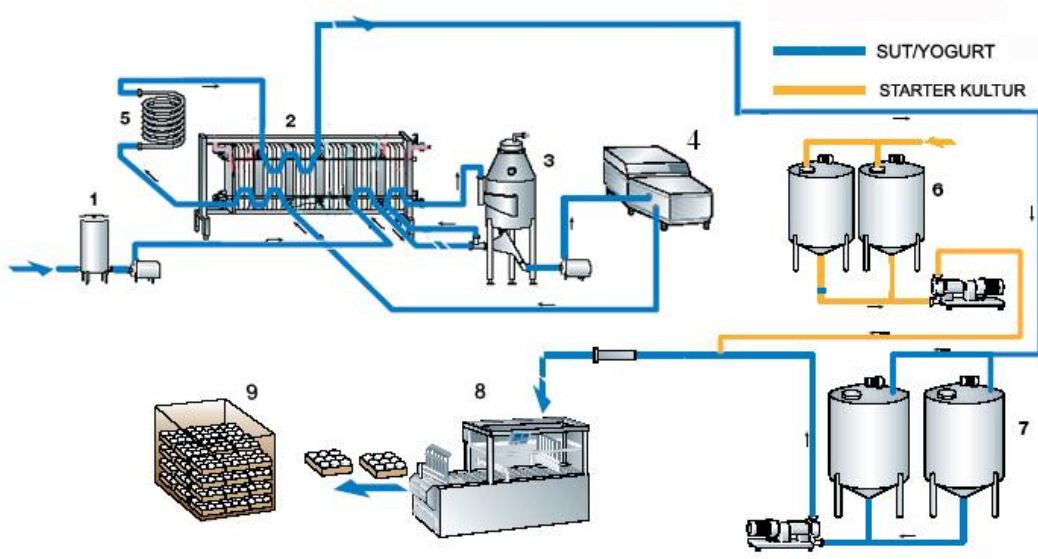
Şekil 3.2: Stirred tipi yoğurt üretim akım şeması

ÖN İŞLEMLER

- 1: Balans tankı
- 2: Plakalı ısı değiştirici
- 3: Evaporatör
- 4: Homojenizatör
- 5: Holding tüp

YOĞURT İŞLEME

- 6: Starter kùltür tankı
- 7: İnkübasyon tankı
- 8: Plakalı soğutucu
- 9: Tamponlama tankı
- 10: Ambalajlama



Şekil 3.3: Set tipi yoğurt üretim akım şeması

1-5: ÖN İŞLEMLER

YOĞURT İŞLEME

- 6: Starter kültür tankı
- 7: Tamponlamatanrı
- 8: Ambalajlama
- 9: İnkübasyon

UYGULAMA FAALİYETİ

İnkübasyondan çıkardığımız kaymaklı yoğurdunuza tek aşamalı soğutma işlemi uygulayıp depolayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İş kıyafetinizi giyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Personel hijyeni modülündeki ‘Kişisel Temizlik Kuralları’ nı hatırlayınız.➤ Saçlarınızı toplamaya özen gösteriniz.➤ Ellerinizi dezenfektan etkili sabun ile yıkamaya dikkat ediniz.➤ Kağıt havlu ile kurulamaya özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Takılarınızı çıkarınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Ellerinizi yıkayınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Ürününüzü soğutunuz.➤ Sıcaklık kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yoğurtlarınızı soğuk hava deposuna taşıyacağınız araç-gereçlerinizi hazırlayınız➤ Önceden soğuk hava deposunun sıcaklığını ayarlayınız.➤ Taşıma esnasında yoğurtların aşırı çalkalanmamasına özen gösteriniz.➤ Sorumluluklarınızı tam olarak yerine getiriniz.➤ Temizlik kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Depolama sıcaklığını belirleyiniz.➤ Ürünü depolayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Deponun yoğurtların muhafazası için uygun sıcaklıkta olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Depolama sırasında ısı iletimini dikkate alarak ürünü istiflemeye özen gösteriniz.➤ Soğuk hava kayıplarını önlemek için gerekli tedbirleri alınız.➤ Tüketicie ulaşınca kadar soğuk zincirin bozulmamasını sağlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yoğurtta oluşabilecek kusurları kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ürün satışa gitmeden önce görünüşünde, yapı ve tekstüründe, tat ve aromasında herhangi bir kusur oluşup oluşmadığını kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Verilen talimatlara uygun davranınız.➤ İş kıyafetinizi çıkarıp asınız.➤ Bir kullanımlık malzemelerinizi çöpe atınız.➤ Araç ve gereçlerinizi temizleyip dezenfekte ediniz.➤ Çalışma ortamınızı temizleyerek güvenlik kontrollerinizi yapınız.	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda doğru olan seçeneği işaretleyiniz.

- Yoğurt üretiminde inkübasyon sonrası soğutma işlemi kaç derecede yapılmaktadır?
A) 35-40°C
B) 30-35°C
C) 20-25 °C
D) 5-10°C
- Aşağıdakilerden hangisi soğuk hava depolarının taşınması gereken özelliklerindedir?
A) Özel ışıklandırma sistemleri kullanılmalıdır.
B) İyi bir hava sirkülasyonu sağlanmalıdır.
C) Soğuk hava kayıpları önlenmelidir.
D) Hepsi
- Depolama sırasında görülen sonradan asitlik artışı aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?
A) Hava
B) Depolama sıcaklığına
C) Ürünün pH'ına
D) Kültürün özelliğine
- Lipaz enziminin etkisiyle süt yağının parçalanması sonucunda aşağıdakilerden hangisi meydana gelir?
A) Pişmiş tat
B) Ransit tat
C) Ekşi tat
D) Acı tat
- Yoğurt yüzeyinde gaz kabarcıkları hangi sebepten meydana gelmektedir?
A) Maya-küf bulaşmasından
B) Sütün yetersiz temizlenmesinden
C) Koliform grubu bakterilerin varlığından
D) Evaporasyondan
- Kuru madde artırımının yetersiz yapılması aşağıdaki kusurlardan hangisine neden olur?
A) Serum ayrılması
B) Kristalimsi yapı
C) Kuruma ve çatlama
D) Pişmiş tat

7. Aşağıdakilerden hangisi yoğurt kalitesine etki eden faktörlerden **değildir**?
- A) Sıcaklık
 - B) Su
 - C) Hava
 - D) Işık

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

İnkübasyon işleminin tankta gerçekleştirildiği pıhtısı kırılmış yoğurdunuzu soğutup depolayınız. Yaptığınız uygulamayı kontrol listesine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkardınız mı?		
4. Kullanmadığınız kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
5. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
6. Alet-ekipmanların temiz olup olmadığını ve çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
7. İnkübasyon işlemi bittikten sonra pıhtıyı karıştırdınız mı?		
8. Soğutucunun sıcaklık ayarını yaptınız mı?		
9. Pıhtıyı soğutucuya gönderdiniz mi?		
10. Pıhtıyı soğuttunuz mu?		
11. Pıhtıyı dolum makinesine gönderdiniz mi?		
12. Yoğurdu ambalajlayıp kapattınız mı?		
13. Kapakların üzerine tarih bastınız mı?		
14. Ambalajlanmış yoğurtları kasaladınız mı?		
15. Kasaları taşıyıcı paletlere yerleştirdiniz mi?		
16. Soğuk hava deposunun sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
17. Sıcaklığın istediğiniz düzeyde olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
18. Kasaları depoya taşıdınız mı?		
19. Uygun bir şekilde kasaları depoya yerleştirdiniz mi?		
20. Üründe herhangi bir bozukluk olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
21. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
22. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
23. Son kontrollerini yaptınız mı?		
24. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı “**Evet**” ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre % 3 yağlı ve yağsız kuru maddesi süttozuyla % 12'ye ayarlanmış stirred tipi yoğurt üretimi yapınız.

- Süte ön işlemleri uygulayınız.
- Kültür hazırlayınız
- İnokülasyon ve inkübasyon işlemlerini gerçekleştiriniz.
- Ürünü ambalajlayıp depolayınız

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2. Kişisel hijyen kurallarını uyguladınız mı?		
3. Takılarınızı çıkardınız mı?		
4. Kullanmadığınız kişisel eşyalarınızı dolabınıza kaldırdınız mı?		
5. Gerekli alet-ekipmanlarınızı hazırladınız mı?		
6. Alet-ekipmanların temiz olup olmadığını ve çalışıp çalışmadığını kontrol ettiniz mi?		
7. Yoğurda işlenecek sütünüzün uygunluk kontrollerini yaptınız mı?		
8. Sütü temizlediniz mi?		
9. Sütünüzün yağ miktarını belirlediniz mi?		
10. Yağ standardizasyonu yaptınız mı?		
11. Kuru madde standardizasyonu için süttozunu hazırladınız mı?		
12. İlave edilecek süttozu miktarını hesapladınız mı?		
13. Süttozu ilavesi sırasında sütünüzün sıcaklığının uygun olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
14. Süte süttozunu ilave ettiniz mi?		
15. Süttozunun iyice karışmasını sağladınız mı?		
16. Homojenizatörünüzün basınç ayarlarını yaptınız mı?		
17. Sütünüzü homojenizasyon sıcaklığına getirdiniz mi?		
18. Sütünüzü homojenize ettiniz mi?		
19. Isı değiştiricinizin sıcaklık ve süre ayarlarını yaptınız mı?		
20. Süte istenilen sıcaklık ve sürede ısıl işlem uyguladınız mı?		

21. Isıl işlemin hemen ardından sütünüzü soğuttunuz mu?		
22. Gerekli olan kültür miktarını belirlediniz mi?		
23. Bir gün öncesinden yoğurt kültürünüzü hazırladınız mı?		
24. Sütün inokülasyon sıcaklığında olup olmadığını kontrol ettiniz		
25. Süte kültür ilave ettiniz mi?		
26. Kültürün süt içinde homojen karışmasını sağladınız mı?		
27. İnkübasyon sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
28. pH metrenizi hazırladınız mı?		
29. İnkübasyon süresince sıcaklığı ve pH'ı kontrol ettiniz mi?		
30. İnkübasyon çıkış pH'ına göre inkübasyona son verdiniz mi?		
31. İnkübasyon işlemi bittikten sonra pıhtıyı karıştırdınız mı?		
32. Soğutucunun sıcaklık ayarını yaptınız mı?		
33. Pıhtıyı soğuttunuz mu?		
34. Ambalaj materyallerinizi hazırladınız mı?		
35. Ambalajlarınızı uygun bir yöntemle sterilize ettiniz mi?		
36. Dolum (ambalajlama) makinesini hazırladınız mı?		
37. Makinenin temiz olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
38. Boş ambalajları makineye yerleştirdiniz mi?		
39. Pıhtıyı dolum makinesine gönderdiniz mi?		
40. Yoğurt kaplarına dolum yaptınız mı?		
41. Kapaklarının kapatıldığına emin oldunuz mu?		
42. Kapaklara tarih bastınız mı?		
43. Ambalajlanmış yoğurtları kasaladınız mı?		
44. Kasaları taşıyıcı paletlere yerleştirdiniz mi?		
45. Soğuk hava deposunun sıcaklığını önceden ayarladınız mı?		
46. Sıcaklığın istediğiniz düzeyde olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
47. Kasaları depoya taşıdınız mı?		
48. Uygun bir şekilde kasaları depoya yerleştirdiniz mi?		
49. Üründe herhangi bir bozukluk olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
50. Kullandığınız araç-gereçleri temizleyip dezenfekte ettiniz mi?		
51. Ellerinizi yıkayıp dezenfekte ettiniz mi?		
52. Son kontrollerini yaptınız mı?		
53. İş kıyafetlerinizi çıkarıp yerine astınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	B
3	D
4	C
5	A
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ -2' NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	A
4	D
5	C
6	Simbiyosis
7	Liyofilizasyon
8	Ana kültür
9	42-45°C

ÖĞRENME FAALİYETİ -3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	A
4	B
5	C
6	A
7	B

KAYNAKÇA

- AKIN Nihat, **Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi**, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, 2006.
- ANONİM. **Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği**, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, ilk yayın 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı Resmî Gazete, son yapılan değişiklik 30.06.2005 tarih ve 25861 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- ANONİM. Türk Gıda Kodeksi **Fermente Sütler Tebliği**, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tebliğ Nu:2001/21, Ankara, 2001.
- ANONİM, **Plastik Yoğurt Kapları-Polistiren**, Türk Standartları Enstitüsü TS 9700, Ankara, 1992.
- ANONİM, **Yoğurt Yapım Kuralları**, Türk Standartları Enstitüsü TS 10935, Ankara, 1993.
- ANONİM, **Yoğurt**. Türk Standartları Enstitüsü TS 1330, Ankara, 2006.
- ATAMER Metin ve Emel SEZGİN. İnkübasyon **Sonu Asitiğinin Yoğurt Kalitesi Üzerine Etkisi**. Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 12 (4), 213-220, 1987.
- ATAMER Metin, Atilla YETİŞMEYEN, Erkan ERGÜL, Orhan DAĞLIOĞLU, Metin YILDIRIM. **Torba Yoğurdu Üretiminde, Kuru madde ve Bileşenlerinin Torba'da Tutulma ve Serum'daki Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma**. Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 15 (1) 35-39, 1990.
- ATAMER Metin ve Barbaros ÖZER. **Yoğurt Jelinin Oluşumunda Serum Proteinlerinin Rolü**. Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 18 (6) 1-5, Ankara, 1993.
- BYLUND Gösta. **Dairy Processing Handbook**. Tetra Pak Processing Systems, A/BLund, 1995.
- GÖNÇ Sıddık. **Yoğurda İşlenecek Süte Katılan Süttozunun Kuru Madde ve Yoğunluğa Etkisi Üzerine Araştırmalar**, Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 11 (2) 107-113, Ankara, 1986.
- GÖNÇ Sıddık. **Süt Teknolojisinde Homojenizasyon**, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 457, Bornova, İzmir, 1990.
- GÜLDAŞ Metin, Metin ATAMER. **Dayanıklı Yoğurt Üretiminde, Yoğurdun Pastörizasyon Normu ve Depolama Sıcaklığının Kalite Üzerine Etkisi**, Gıda Dergisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 20 (5) 313-319, 1995.
- KELEŞ Fevzi. **Gıda Ambalajlama İlkeleri**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Nu: 189, 1998.
- KIRDAR Seval, İlhan GÜN. **Burdur'da Tüketilen Süzme Yoğurtlarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri**, Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 27 (1) 59-64, 2002.
- KURT Ahmet, Songül GÜLÜMSER ve Gürbüz KOTANCILAR. **Süttozu ve Lesitin Kullanımının Yoğurt Kalitesine Etkisi**. Gıda Dergisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 14 (5), 301-307, 1989.
- METİN Mustafa. **Süt Teknolojisi 1. Bölüm: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi**. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları Nu: 33, İzmir, 1996.

- MIDDENDORP W.O.V. **Applying Recombined Milk in the Preparation of Cheese and Fermented Products.** IDF 142, International Dairy Federation, 1982.
- ÖZER Barbaros, Konsantre **Yoğurt Jelinin Oluşumunda Etkili Faktörler II: Hidrofobik İnteraksiyonların Rolü,** Gıda Dergisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı 24, 253-259 1999.
- ÖZER Barbaros, **Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi,** Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, 2006.
- RASIC Jeremija Lj. and Joseph.A. Kurman, **Yoghurt,** Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, 1978.
- ROBINSON Richard Kenneth, **Modern Dairy Technology.** Vol 2, Advances in Milk Products, Second Edition, Elsevier Science Publishers Ltd, England, 1993.
- SEZGİN Emel, Metin ATAMER, Atilla YETİŞMEYEN ve Okan ALPAR, **Effect of the Different Fortification Method on the Quality of Turkish Type Yoghurt.** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın Nu: 1295, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler: 718, Ankara, 1993.
- SINGH Harjinder, **In Heat-Induced Changes in Milk,** 2nd Edition (Ed P.F.Fox), IDF Brussels, 86-104, 1995.
- TAMIME Adnan Yahya and Hilton C.Deeth, **Yoghurt: Techonology and Biochemistry.** Journal of Food Protection, 43 (12) 939-977, 1980.
- TAMIME Adnan Yahya and Richard Kenneth Robinson, **Yoghurt, Sciene and Technology.** Woodhead Publishing, London, 1999.
- TAMUÇAY-ÖZÜNLÜ Balkır, **Farklı Yöntemlerle Kuru Maddesi Artırılmış Sütlerden Üretilen Yoğurtların Bazı Niteliklerinin Araştırılması,** Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1997.
- YAYGIN Hasan, **Yoğurt Teknolojisi.** Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayın Nu:75, Antalya, 1999.
- YAYGIN Hasan, Sevda KILIÇ, **Süt Endüstrisinde Saf Kültür,** Altındağ Matbaacılık, İzmir, 1993.
- YETİŞMEYEN Atilla, **Süt Teknolojisi.** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın Nu: 1420, Ders Kitabı: 410, Ankara, 1995.