

# Sterilize Sütün Önemi ve Teknolojisi ile Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Değişiklikler

*Doç. Dr. Sıddık GÖNÇ*

1965 yılında A.Ü. Ziraat Fakültesini bitirmiş ve aynı yıl E.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Kürsüsüne asistan olarak girmiştir. 1971 yılında Almanya'da doktorasını tamamlamış ve 1978 yılında da Doçent olmuştur. Halen E.Ü. Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Kürsüsünde öğretim üyesidir.

*Prof. Dr. Ermond RENNEN*

1959 yılında Weichenstephan'daki Ziraat Fakültesini bitiren Edmund Renner 1962 yılında Güney Almanya Sütçülük Araştırma Merkezinde Ziraat Doktoru ünvanını almıştır. Aynı araştırma merkezinde 1967 yılında Giessen'deki Justus - Liebig Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sütçülük Kürsüsüne Profesör olarak atanmıştır. Prof. Dr. Ermond Renner adı geçen kürsüde Direktör olarak görev yapmaktadır.

## 1 — GİRİŞ

Süt en iyi koşullarda sağılrsa bile ona çeşitli yollardan mikroorganizmalar bulaşır. Mikroorganizmalar normal çevre koşullarında sütün içindeki besin maddelerini özellikle süt şekerini (Laktozu) fermentasyona uğratarak sütün kısa zamanda bozulmasına ve tabii özelliklerinin kaybolmasına sebep olurlar. Bu nedenle bir çok alt yapı ve içme sütü teknolojisi tesislerine sahip olmayan ülkelerde, üretilen sütün büyük bir kısmı peynir, yoğurt, tereyağı, süt tozu ve daha bir çok süt mamullerine işlenerek dayanıklı hale getirilmeye çalışılır. Sütün, çeşitli mamullere işlenmesi sırasında, bileşimindeki bazı besin maddeleri artıklarla atılır veya teknolojik işlem sırasında nitelik ve niceliğinde bazı değişiklikler olur. Dengeli beslenmede sütün doğal hali ile tüketilmesi esas olduğundan, içme sütü tüketiminin artırılması

yönünde büyük çabalar sarfedilmektedir. Nitekim süt teknolojisi gelişmiş ülkelerde üretilen sütün önemli bir kısmı içme sütü olarak tüketilmektedir. Son yapılan istatistiklere göre, kişi başına yıllık içme sütü tüketimi Finlandiya'da 232, İngiltere'de 143, A.B.D. de 94, Hollanda'da 74 kg. dır (2). Türkiye'de ise üretilen sütün % 20 - % 25'i içme sütü olarak tüketilmekte olup, kişi başına yıllık içme sütü tüketimi sadece 19 kg. dır (60). Bu verilerden açıkça anlaşılacağı gibi, memleketimizde üretilen süt çok çeşitli nedenlerden dolayı içilerek çok az tüketilmektedir.

İçme sütü kavramı genel olarak sertifikalı çiğ ve teknolojik işlemlere göre pastörize, klasik sterilize ve UHT sterilize süt çeşitlerini kapsamaktadır (32).

Sertifikalı içme sütü, devamlı olarak sağlık kontrolü altında bulundurulmuş ineklerden

sağılır ve sağlığa zarar veren patojen bakterilerin gelişmesini önlemek için sağımdan sonra hemen soğutulur. Tabii haldeki özelliklerini muhafaza ettiğinden en çok tercih edilmesi gereken içme sütüdür. Fakat süt hayvancılığı gelişmiş ülkelerde bile bu kalitede ki sütü her çiftlikte ve işletmede elde etmek mümkün değildir (27).

Diğer içme sütü çeşitleri, ısı ve süt münasebetlerinden yararlanılarak geliştirilen, teknolojik yöntemlerle elde edilmektedir. Bu işlemler, insan sağlığını ilgilendiren patojenlerin tamamını, sütü bozan bakterilerin büyük bir kısmını veya hepsini ortadan kaldırarak sütü dayanıklı hale getirmeyi aynı zamanda sütün tabii özelliklerini mümkün mertebe bozmayı amaçlamaktadır.

Bu teknolojik yöntemlerden ilk uygulananı pastörizasyondur. Pastörizasyonda süt, 65°C de 30 dakika, 78-80°C de 40-60 saniye tutularak ısıtılır. Bu zaman ve sıcaklıkta patojenlerin hepsi öldüğü halde sütü bozan bakterilerin tamamı yok edilemez. Bu nedenle pastörize içme sütü dayanıklı değildir. Buzdolabı koşullarında muhafaza edilse bile yazın 24 kışın ise 48 saat içinde tüketilmesi gerekmektedir. Uzak bölgelere ulaştırılması, özellikle yaz aylarında büyük problem yaratmaktadır. Ayrıca şişeye ambalajlanması gerek işletme gerekse tüketici açısından bir çok külfetleride beraberinde getirmektedir (59).

Pastörize içme sütünün bahsedilen bu sakıncalarını ortadan kaldırmak, oda koşullarında bozulmadan uzun süre dayanabilen içme sütü elde etmek için sterilize yöntemi geliştirilmiştir. İlk önceleri süt otoklavlarda 110-120°C de 10 ile 30 dakika ısıtılarak sterilize edilmiştir. Daha sonraları sterilize işlemine süreklilik kazandırmak için şişelere doldurulan süt, çeşitli sıcaklıktaki kademe ve odalardan oluşan bölmelerden geçirilmek suretiyle sterilize süt imal edilmiştir. Bu işlemler sırasında ısı ve zamana bağlı olarak sütün doğal tadı ve rengi değişerek bunun yerini tüketiciler tarafından arzu edilmeyen çok kuvvetli pişmiş bir tad ve kahverengilik almaktadır. Bu nedenle tüketimi çok sınırlı kalmıştır. Ayrıca işletmelerde çok fazla enerji ve zaman kaybına da ne-

den olduğundan sütün şişelerde sterilize edilmesi yöntemi, önemini yavaş yavaş kaybetmekte olup, yerini UHT sterilize yöntemine bırakmaktadır.

Son 25 sene içinde yapılan araştırmalarla, içme sütü teknolojisinde direkt ve indirekt UHT sterilize yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, sütü 135-150°C lerde 2-4 saniye tutarak patojen mikroorganizmaları ve sporları ortadan kaldırmayı, aseptik koşullarda ambalajlamayı ve uzun süre bozulmadan dayanabilen aynı zamanda pastörize süt kalitesinde içme sütü elde etmeyi amaçlamaktadır.

UHT sterilize yöntemlerinin çok yeni bir geçmişi olmasına rağmen, içme sütü teknolojisinde kendini kabul ettirmiş ve UHT sterilize sütün tüketimi çok fazla bir şekilde artmıştır. Nitekim bu gün Batı Almanya'da içme sütünün % 35-40, İsviçre'de % 30-35 ve Akdeniz iklimine sahip İtalya'da ise % 45-50 si UHT teknolojisinden geçerek piyasaya sunulmakta ve tüketilmektedir.

UHT sterilize sütün mikroorganizmalardan arındırılmış olması ve aseptik şartlarda içinde hava boşluğu kalmayacak şekilde paketlenmesi nedeniyle uzun zaman muhafaza edilmesi imkan dahilindedir. Soğutma zincirine gerek duyulmadan uzak satış ve tüketim merkezlerine rizikosuz ulaştırılması, şişeleme ve onun getirdiği sorunları ortadan kaldırdığı ve pazarlaması kolay olduğu için gerek imalatçıya, gerekse taşıyıcı ve satıcıya, hatta tüketiciye büyük yarar, kolaylık ve tasarruf sağlamaktadır.

Son bir kaç yıl içinde ülkemizde UHT sterilize yöntemi ile içme sütü alanında çalışan fabrikalar artmıştır. Ülkemizin iklimi, sosyo-ekonomik yapısı, yolları, ulaşım araçları gözönüne alınırsa, gelecek yıllarda bu gibi işletmelerin daha da fazlalaşacağı söylenebilir. Bu bakımdan UHT yöntemlerini değerlendirmede, alet ve ekipmanların seçiminde, sistemlerin teknik ve ekonomik yönleri yanında, hammaddenin teknolojik işleminden geçişi ve mamulün muhafazası sırasında oluşacak değişikliklerin tesbit edilip ortaya konulması gerekmektedir (14). Çünkü tüketici içme sütünün, uzun süre dayanmasının yanı sıra, duyuşal özellikler ve

beslenme fizyolojisi bakımından üstün kalitede olmasını istemektedir.

Bu nedenle bu çalışmada, direkt ve indirekt UHT yöntemlerle işlenmiş, paketlenmiş, değişik sıcaklıklarda ve sürede muhafaza edilmiş içme sütünün duyuşal özellikleri ve bileşiminde meydana gelen bazı değişiklikler ve aynı zamanda bunların nedenleri üzerinde durulacaktır. Ancak konunun daha iyi anlaşılması bakımından, direkt ve indirekt UHT yöntemlerinin tanımlanması ve dayandığı prensiplerin açıklanmasında fayda vardır.

## 2 — UHT Sterilizasyon Yöntemlerinin Tanımlanması ve Dayandığı İlkeler :

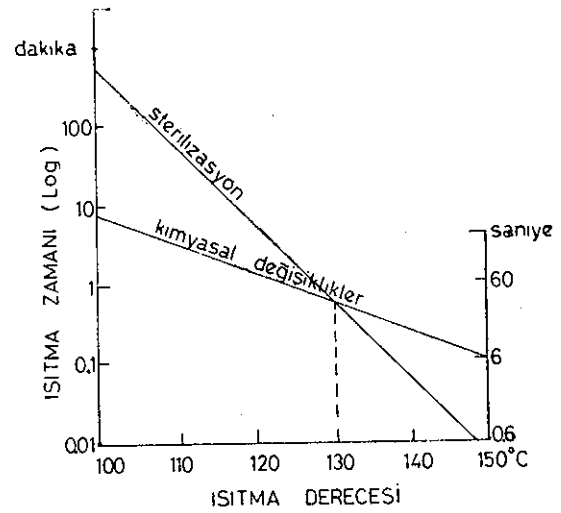
UHT İngiliz dilinde «Ultra High Temperature» kelimelerinin kısaltılmışıdır. Bu yöntemle işlenen süte de «UHT Milk» denilmektedir. Almanya'da şişede klâsik sterilize yöntemi ile işlenmiş içme sütüne sterilize süt denildiğinden, UHT yöntemiyle içme sütüne dayanıklı anlamına gelen «haltbar» kelimesinin baş harfi kullanılarak «H-Milch», yani dayanıklı süt olarak tanımlanmaktadır (39). Ülkemizde ise bu içme sütüne değişik bilim adamları tarafından «uzun ömürlü süt, sterilize süt ve UHT sterilize süt bazende yanlışlıkla UHT steril süt» denilmektedir (53, 58, 28). Türk Standartları Enstitüsü'nün hazırlamış olduğu standartta ise sterilize süt kavramı yer almaktadır (54).

Sterilizasyon, her türlü mikroorganizma ve sporların yok edilmesi için yapılan kimyasal ve fiziksel işlemleri belirtmek için kullanılır. Ancak pratikte ve işletmelerde gerçek anlamdaki sterilizasyona ulaşmak için uygulanan ısıtma derecesi ve süresinde, besin maddelerinin fizyolojik yönden değeri azalmakta ve mamulün duyuşal özellikleri değişmektedir. Bu nedenle UHT yöntemi ile sütün sterilize edilmesinde ısıtma derecesi ve zamanı, sütün uzun süre saklama sırasında çoğalabilecek veya sütün özelliklerini bozabilecek mikroorganizma sporlarını içermeyecek şekilde saptanmaktadır.

UHT yöntemlerinde her türlü canlı üzerinde öldürücü etkiyi hızlandırmak için sterilizasyon derecesi özellikle yüksek, ısının etkisi ile sütte oluşan kimyasal değişiklikleri en düşük düzeye indirmek için ise ısıtma zamanı kısa

tutulur. Isı ve zaman normu ile ilgili bağıntılar şekil 1 de gösterilmiştir.

Buradan açıkça izlenebileceği üzere, sporların ölmesi için 120°C de 10 dakika zamana ihtiyaç varken, sıcaklık yükseldiği zaman örneğin, 140°C de 4 saniye, 150°C de yaklaşık yarım saniye zamana ihtiyaç vardır (39, 55). Ayrıca grafikte sterilizasyonun, bakteriler ve sporlar üzerine olan öldürücü etkisinin, sütte oluşan kimyasal değişikliklere etkisinden daha şiddetli olduğu da açıkça görülmektedir.



Şekil 1. : Sterilizasyon işleminde ısıtma derecesinin zamana bağlı olarak bakteriyolojik ve kimyasal değişiklikler üzerine etkisi.

Sterilizasyonun etkisi, sütün bozulmasında rol oynayan ve sıcaklığa dayanıklı sporların yok edilmesi ile ilgili olup Q 10 değeri ile tanımlanır. Bu Q 10 değeri, çok çeşitli bakteri sporlarının varlığına bağlı olarak değişmekle birlikte, pratikte sıcaklığa en fazla dayanan Bacillus stearothermophilus sporlarının yok edilmesi için PIEN (36) tarafından bu faktör Q 10=9 ve Q 10=10 olarak hesaplanmıştır. Q 10=10 faktörü, sıcaklığın her 10°C yükselmesiyle Bacillus stearothermophilus sporlarının yok edilmesi eyleminin 10 kat fazlaştığını veya diğer bir deyişle, sıcaklık her 10°C artırıldığında bu sporların aynı seviyede ölümünü sağlamak için gerekli zamanın 10 defa daha azalacağını ifade etmektedir. Bu konu ile ilgili ana prensipler tablo 1 de gösterilmiştir. Ancak

konunun daha iyi anlaşılması için  $Q_{10}=10$  değeri ile ilgili somut bir örnek vermekte fayda vardır. Sütü  $120^{\circ}\text{C}$  de ısıttığımız zaman sporların 10 dakika içinde öldüğünü kabul edersek  $Q_{10}=10$  faktörüne göre sporlar  $130^{\circ}\text{C}$  de 1 dakika,  $140^{\circ}\text{C}$  de 6 ve  $150^{\circ}\text{C}$  de 0,6 saniye gibi kısa bir zaman içinde yok olmaktadır.

**Tablo 1.: Farklı sıcaklık derecelerinin bakteriyel sporların ölümü ve sütte oluşan kimyasal değişiklikler üzerine etkisi. Bakteriyel**

Isıtma derecesi $^{\circ}\text{C}$	sporların öldürülmesi ( $Q_{10}=10$ )		Kimyasal değişiklikler $Q_{10}=3$ C	Kimyasal değişikliklerin % si B x C x 100
	Hızı A	Zamanı B		
120	1	1	1	100
130	10	0.1	3	30
140	100	0.01	9	9
150	1000	0.001	27	2.7

Sütün ısıtıldığı sıcaklık derecesinin yükselmesi ile sütün duyuşsal özelliklerinde ve kimyasal bileşiminde bazı değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişikliklerin hızı da  $Q_{10}$  değeri ile ifade edilmekte olup HEISS (17) ve BOCKELMANN (6)  $Q_{10}$  değerinin 2 ile 3 arasında değiştiğini bildirmektedirler.

$Q_{10}=3$  değeri, zaman sabit tutulup sıcaklık  $130^{\circ}\text{C}$  den  $140^{\circ}\text{C}$  a veya  $140^{\circ}\text{C}$  den  $150^{\circ}\text{C}$  a çıktığında, yani sıcaklık  $10^{\circ}\text{C}$  yükseldiğinde, kimyasal reaksiyonların hızının iki veya üç kat arttığı anlamına gelmektedir. Tablo 1 de görülebileceği gibi,  $Q_{10}=3$  kabul edilerek yapılan değerlendirmede  $120^{\circ}\text{C}$  deki değişiklik 1 kabul edilirse  $150^{\circ}\text{C}$  deki kimyasal değişikliklerin 27 misline çıktığı anlaşılmaktadır. Ancak daha önce bahsedildiği gibi, sıcaklık arttıkça ısıtma işleminin süresi kısalmaktadır. Bu bakımdan işlem esnasında yüksek derecelerde ısıtmadan dolayı sütün tadı, rengi, vitaminleri ve besin değerinde oluşacak değişiklikler minimuma indirilmektedir. Örneğin,  $120^{\circ}\text{C}$  de sütte oluşan değişiklikler 100 ise  $130^{\circ}\text{C}$  de oluşan değişiklikler ısıtma zamanının kısılması nedeni ile yaklaşık 3 defa daha az olmakta ve  $140^{\circ}\text{C}$  ile  $150^{\circ}\text{C}$  de ise dahada azalmaktadır.

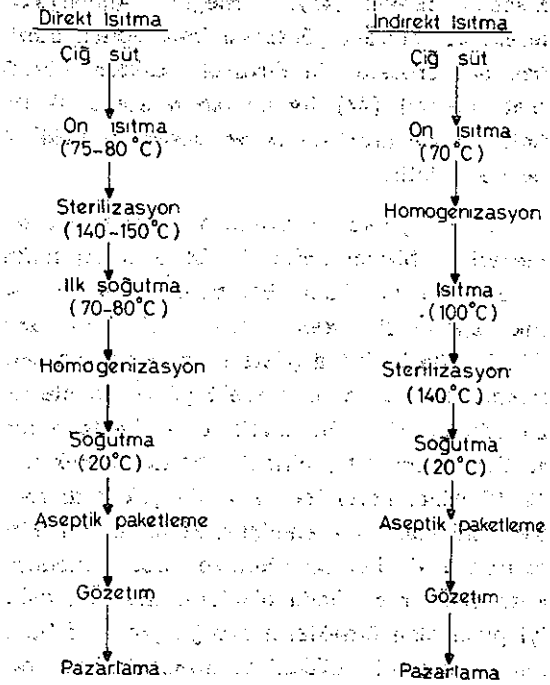
Bu prensiplere dayanarak uygulanan ısıtma tipine göre iki UHT yöntemi geliştirilmiştir. Bunlardan birincisi direkt ısıtma yöntemi olup, bu yöntemde su içine basınç altında doymuş sıcak buhar veya buhar içine süt enjekte edilir. Isı transferi ile süt sterilizasyon sıcaklığına yükselir. Buharın yoğunlaşması ile seyrelmiş olan süttten karışan buhar kadar su tekrar geri alınır ve aseptik koşullarda paketlenir. Vakum kazanında suyun uçurulması esnasında yabancı kokular giderilir ve süt içindeki oksijen miktarı da azaltılır.

İkinci yöntem ise indirekt ısıtma, yöntemidir. Bu yöntemde süt, çeşitli kademelerden oluşan ve basınç altında buharla ısıtılan boru veya plâkalardan geçirilerek sterilize edilir ve aseptik olarak paketlenir. İndirekt UHT yönteminde buhar sütle temas etmediğinden vakum cihazı kullanılmaz. Bu nedenle süt içinde daha fazla yabancı koku ve oksijen kalabilir. Bu mahzuru ortadan kaldırmak için devreye gaz çıkarma işlemi konulabilmektedir.

Her iki sterilizasyon yönteminde sütün geçirdiği safhalar birbirinden farklıdır. Bu farklılıklar şekil 2 de gösterilmiştir (7). Buradan izlenebileceği gibi, direkt yöntemde süt sterilizasyon işleminden geçtikten sonra indirekt yöntemde ise sterilizasyon işleminden önce homogenize edilmektedir. Ayrıca direkt yöntemde ısıtma derecesi  $140$  ile  $150^{\circ}\text{C}$  a çıktığı halde indirekt yöntemde maksimum sıcaklık  $140^{\circ}\text{C}$  olarak belirlenmiştir.

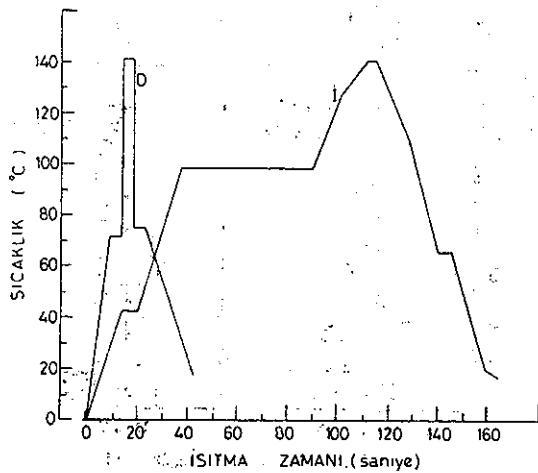
Her bir UHT yönteminde sütün geçirdiği safhalar ve tabii tutuldukları muamele farklı olduğundan tüketime sunulan içme sütünün kaliteleride ayrı olmaktadır. Bu kalite farklılığı yöntemde tatbik edilen ısıtma derecesi ve zaman koşullarına bağlı olarak çok değişmektedir. Durumun daha açık anlaşılabilmesi için, direkt ve indirekt yöntemlere ait sıcaklık-zaman diyagramı şekil 3 de her ikisi bir arada verilmiştir (40). Sıcaklık indirekt yöntemde direkt yöntemde nazaran çok yavaş yükselmekte, süt yaklaşık olarak  $100^{\circ}\text{C}$  civarında daha uzun süre ön ısıtmaya tabii tutulmakta ve sterilizasyondan sonra sütü soğutma işlemi de çok yavaş seyretmektedir. Bu bakımdan sıcaklığın süt üzerindeki etkileride farklı olmaktadır.

ŞEKİL 2. UHT. STERİLİZASYON YÖNTEMLERİNDE SÜTÜN GEÇİRMİŞ OLDUĞU SAĞFHALAR.



Şekil 2. : UHT Sterilizasyon yöntemlerinde sütün geçirmiş olduğu safhalar.

Pratikte ısı-zaman normu diyagramı yardımı ile farklı UHT yöntemlerinde sıcaklığın sporları öldürücü ve sütün kimyasal yapısına etkisi değerleri hesaplanmaktadır. Bu değerlerden istifade edilerekte direkt ve indirekt yön-



Şekil 3. : Direkt ve indirekt UHT sterilize yöntemlerinin ısı-zaman diyagramı.

temlerle çalışan alet ve ekipmanların optimal şartlarda çalıştırılıp çalıştırılmadığı, başarıları kontrol edilmektedir. Ayrıca yöntemleri birbiriyle kıyaslamada da büyük yarar sağlamaktadır. Örneğin, direkt ve indirekt yöntemle çalışan UHT ekipmanlarının RENNER (40) tarafından  $Q_{10}=10$ ,  $Q_{10}=3$  değerleride dikkate alınarak hesaplanan sterilizasyon ve kimyasal değişikliklerin değerleri tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. : UHT yöntemleri ve ekipmanlarında ısı-zaman normuna bağlı olarak sterilizasyon ( $Q_{10}=9$ ) ve kimyasal değişikliklerin ( $Q_{10}=3$ ) değerleri.

UHT yöntemleri ve ekipmanları	Sterilizasyonun etkisi değeri		Kimyasal değişikliklerin değeri	
	Mutlak	Nisbi	Mutlak	Nisbi
A Direkt	188957	1.00	778	1.00
B Direkt	543251	2.87	923	1.19
C Direkt	1175077	6.22	1630	2.10
D İndirekt	265786	1.41	1606	2.06
E İndirekt	610136	3.23	2069	2.66
F İndirekt	377114	1.78	2141	2.75
G İndirekt	433271	2.29	2383	3.06
H İndirekt	437763	2.32	2599	3.34
I İndirekt	777285	4.11	3495	4.49

Tablo 2 den takip edileceği üzere, direkt yöntemle çalışan ekipmanlarda sterilizasyon değeri 1.00 ile 6.22, indirekt yöntemde ise 1.41 ile 4.11 arasında değişmektedir. Özellikle direkt yöntemle çalışan C ekipmanı ve aynı zamanda indirekt yöntemle çalışan I ekipmanında sterilizasyon değerleri çok yükselmiştir.

Bu sonuçlardan ekipmanların büyük bir kısmının ısı-zaman normu bakımından gerekli olandan daha yüksek koşullarda çalıştığı anlaşılmaktadır. İşlemleri garanti altına almak için sterilizasyon sıcaklığı ve zamanı belirli bir ölçüde yüksek tutulabilir. Ancak bazı ekipmanlarda bu normlar çok yüksek tutulmaktadır. Bu nedenle fazla miktarda enerji ve buhar ihtiyacı duyulması işletme giderlerini ve malumun maliyetini artırmaktadır.

Sıcaklık ve zamanın yüksek tutulması genel olarak sütte kimyasal değişiklikleride etki-

lemektedir. Yapılan araştırma sonucuna göre, bu değerlerin direkt yöntemde 1.00 ile 2.10 indirekt yöntemde ise daha yüksek olup 2.06 ile 4.49 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. Bu durum bazı UHT ekipmanlarında sütün çok fazla sıcaklık etkisinde kaldığını göstermekte ve bu yüzden direkt ve özellikle indirekt yöntemle işlenmiş içme sütünün kalitesinde büyük ölçüde farklılıklar oluşmaktadır.

Pratikte ısı-zaman normu diyagramından yararlanılarak UHT yöntemi ile çalışan direkt ve indirekt ekipmanları optimal şartlarda çalıştırmak ve böylece tüketiciye sunulan içme sütü kalitesini düzeltmek ve kalite farkını azaltmak imkan dahilindedir.

### 3 — UHT Sterilize Sütün Duyusal Kalitesi:

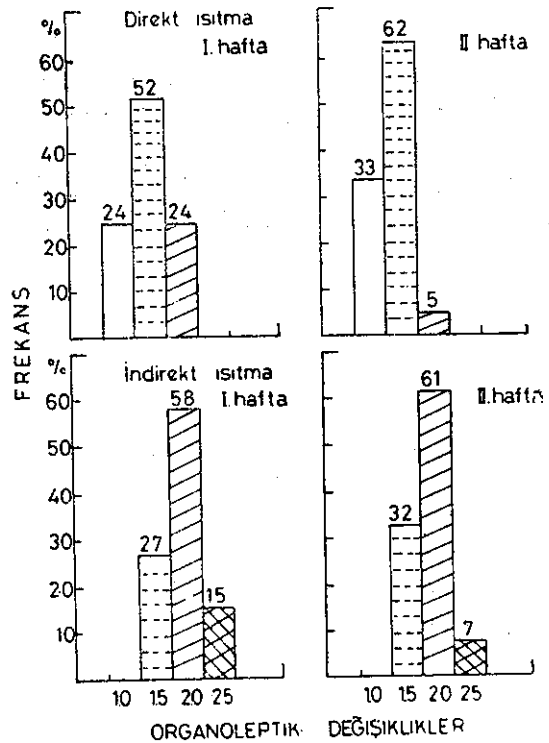
Duyusal kalite kavramından renk, koku, yapı ve tad anlaşılmaktadır. Özellikle UHT sterilize sütün tadı Avrupa ülkeleri'nde tüketiciler tarafından titizlikle değerlendirilmekte olup pastörize süte göre kıyaslanmaktadır. İçme sütünün pastörize edilmesinde, sütün pişmiş bir tad almaması için süt 72°C veya 75°C de 15 saniye ısıtılmaktadır. Buna karşılık UHT sterilize süt, teknolojisi nedeniyle az veya çok pişmiş bir tad göstermektedir. Bazı tüketiciler bu içme sütü çeşidinin, uzun süre dayanma yeteneği göstermesinden dolayı, çok kuvvetli olmamak koşulu ile pişmiş tadı kabullenmektedirler.

Ülkemizde de sterilize içme sütünün pişmiş tadı tüketiciler için yabancı değildir. Çünkü bir çok aileler sütü halen kaynattıktan sonra içmektedir. Hatta üretilen sütlerin içinde fazla miktarda bakteri bulunması nedeni ile sütün pastörizesinden standartlarda belirtilen derecelerin üzerine çıktığından (33) pastörize sütte de hafif pişmiş tada her zaman rastlamak mümkündür.

UHT sterilize sütün pişmiş tadı, işlem esnasında, süt serumu proteinlerinden  $\beta$ -laktoglobulinin yapısında kükürt ihtiva eden amino asitlerden parçalanarak serbest hale geçen sülfidril (SH) gruplarından ileri gelmektedir (43, 16). Bu tadı oluşturan kimyasal reaksiyonun hızı, sütün ısıtıldığı sıcaklık derecesine ve bu sıcaklıkta kalış süresine bağlıdır (41). Nitelikim indirekt yöntemde sütün ön ısıtma derecesi

yüksek ve işlem bittikten sonra soğutma çok yavaş olduğundan, sütün pişmiş tadı daha çok hissedilmektedir (45). Örneğin, Almanya'da direkt ve indirekt yöntemle imal edilen sterilize süt örneklerinin duyusal kalitesi dörtlü test yöntemi (44) ile imalattan sonra ilk iki hafta içinde araştırılmış ve sonuçları şekil 4 de verilmiştir.

Direkt yöntemle sterilize edilmiş süt örneklerinin birinci hafta % 24 ü ikinci hafta % 33 ü duyusal kalite bakımından çok iyi olarak değerlendirilirken, gerek birinci gerekse ikinci hafta kötü tad gösteren örnek saptanmamıştır. Buna karşılık indirekt yöntemle sterilize edilmiş süt örneklerinde iyi kaliteye hiç rastlanmadığı gibi, birinci hafta örneklerin % 15 ikinci hafta ise % 7 nin çok kötü kalitede oldukları belirlenmiştir. Muhafazanın ikinci haftasında her iki sterilize süt grubunda kötü puanlar sınıfında olanların azaldığı, daha iyi puan alan örneklerin arttığı, yani tad bakımından düzeldiği dikkati çekmektedir. Buna neden olarak oksijen varlığında sülfidril gruplarının parçalanması gösterilmektedir.



Şekil 4. : UHT yöntemlerine ve muhafaza müddetine bağlı olarak sterilize sütün duyusal kalite dağılımı.

İndirekt UHT yöntemiyle işlenmiş sterilize sütte çok belirgin olan pişmiş tadın, ısıtma işleminden sonra, teknolojik devreye gaz giderme sistemi konulmak suretiyle minimuma indirilmesi imkan dahilindedir. Nitekim Renner ve ark. (44) yaptıkları araştırmada, indirekt sistemde devreye gaz çıkarma işlemi konularak elde edilen sterilize sütle direkt sistemle ısıtılmış sterilize sütün duysal kalitesi arasında çok büyük bir farklılık olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu farklılık muhafazanın ikinci, haftasında daha da azalmaktadır. Tablo 3 de görülebileceği gibi, gaz çıkarma işlemi devreye konulmuş ve konulmamış indirekt yöntemle elde edilen sterilize sütlerin duysal kaliteleri ise her iki hafta içinde büyük farklılık göstermiştir. Bu araştırma sonucuna göre, devreye bağlanan sistemle pişmiş tada neden olan sülfidril gruplarının süttten uzaklaştırılması sütün duysal kalitesini iyi yönde etkilediği söylenebilir.

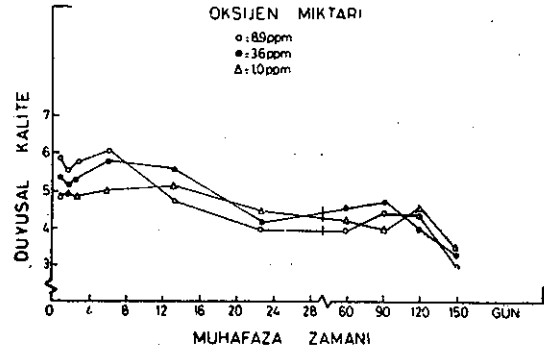
**Tablo 3. : İki hafta muhafaza müddetince yöntemlere ve gaz çıkarma işlemine bağlı olarak sterilize sütün duysal kalite değişimi.**

Yöntemler	Gaz çıkarma	Örnek sayısı	Duyusal kalite ortalama puanları	
			1. hafta	2. hafta
Direkt	—	21	1.46	1.46
İndirekt	var	10	1.64	1.50
İndirekt	yok	41	1.94	1.90
F-Değeri			18.10***	19.80***

Thomas ve ark. (23) nın bildirdiklerine göre, sterilize sütün oksijen miktarı pişmiş tadı etkilemektedir. Teknolojik işlem esnasında oluşan sülfidril grupları muhafazanın ilk günlerinde ve haftasında oksidatif olarak parçalanmaktadır. Bu parçalanma sterilize sütün içinde çözünmüş halde bulunan oksijen miktarına göre değişmektedir.

Şekil 5 den izleneceği üzere, teknolojik işlemden sonra 8.9 ppm oksijen ihtiva eden sterilize sütün duysal kalitesi 3.6 ve 1.0 ppm oksijen ihtiva eden süte göre daha iyi değerlendirilmektedir. Buna karşılık, muhafaza müddetinin uzaması ile birlikte, oksijen miktarının

fazla olması diğer bazı oksidasyon olaylarının hızını artırarak tadın bozulmasına neden olmaktadır (41, 50, 62).



**Şekil 5. : Sterilize sütün içinde çözünmüş oksijen miktarının duysal kaliteye etkisi.**

Muhafaza süresinin uzaması ve koşullarına bağlı olarak süt yağından oksidatif ve hidrolitik reaksiyonlar sonucu oluşan bir çok aroma maddeleri sterilize sütün duysal kalitesini değiştirerek bozulmasına neden olmaktadır. Muhafazasının uzaması halinde bu bozulmalar sterilize sütün yağ düzeyine, işlendiği UHT yöntemlerine, ambalaj materyaline ve muhafaza koşullarına göre de farklılık göstermektedir.

Yöntem, ambalaj ve yağ düzeyinin sterilize sütün saklanması sırasında duysal kaliteye etkisini saptamak amacı ile indirekt ve direkt UHT yöntemleri ile sterilize edilmiş % 3.5 ve % 1.5 yağlı süt, plâstik ve kartondan yapılan kutulara aseptik koşullarda paketlenerek, 20°C de 8 hafta müddetle muhafaza edilerek 4°C de muhafaza edilen aynı özellikleri içeren süt ile mukayese edilmiştir (50). Tablo 4 de verilen araştırma sonuçlarına göre, indirekt yöntemle ısıtılmış % 3.5 yağlı plastik kutuya ambalajlanmış sütte ikinci hafta, kartona ambalajlanmış sütte ise dördüncü hafta, tüketici tarafından hemen farkedilecek duysal kalite değişiklikleri oluşmakta ve muhafaza uzadıkça da artmaktadır. Direkt yöntemle ısıtılmış % 3.5 yağlı sterilize sütte hissedilebilecek duysal değişiklikler altıncı haftadan sonra oluşmaktadır. Yağ miktarı % 1.5 olan sterilize sütlerde 6 haftalık muhafaza süresince saptanan değişiklikler istatistik bakımından önemli değildir. Buna göre

sterilize sütün yağ miktarını azaltmak suretiyle duyuşal kalitesi bozulmadan % 3.5 yağlı sütlere nazaran daha uzun süre saklanabilmektedir. Diğer bir ifade ile sütün yağının yüksek oluşu muhafaza sırasında sütün duyuşal kalitesini menfi yönde etkilemektedir.

dayanma süresini saptamak amacı ile direkt ve indirekt olarak ısıtılmış sterilize sütün örneklerini 20°C ve 38°C da 14 hafta muhafaza ederek buzdolabı koşullarında saklanan sütün duyuşal özellikleri ile karşılaştırmıştır. Tablo 5 de verilen araştırma sonuçlarından anlaşılacağı

**Tablo 4. : Yöntemlere, yağ düzeyine ve ambalaj materyaline bağlı olarak 20°C de muhafaza süresince sterilize sütte oluşan duyuşal değişiklikler.**

Yöntem - Ambalaj	Yağ %	Duyuşal değişiklikler			
		2	4	6	8 hafta sonra
İndirekt - Plâstik	3.5	+	++	+++	+++
	1.5	—	—	—	—
İndirekt - Karton	3.5	—	+++	+++	+++
	1.5	—	—	—	++
Direkt - Karton	3.5	—	—	—	++
	1.5	—	—	—	—

Genel olarak sütün bozan bakterilerin faaliyetini önlemek için soğuk zincire gerek duylmaktadır. Daha önce değinildiği gibi, soğutma işleme lum kalmadan normal oda koşullarında dayanıklılığı artırmak için UHT yöntemleri sonucu sterilize içme sütün geliştirilmiştir. Ancak yüksek sıcaklık derecelerinde sterilize sütün muhafaza edilmesi kimyasal olayları hızlandırdığından duyuşal kalite menfi yönde etkilenmektedir. Örneğin, SCHMİDT (50) tropik bölgelerin çevre koşullarında sterilize sütün

gibi, direkt yöntemle sterilize edilmiş % 3.5 yağlı sütte 38°C de üç hafta sonra, 20°C de 6 hafta sonra arzu edilmeyen tad değişiklikleri oluşmaktadır.

Direkt yöntemle işlenmiş % 3.5 yağlı sütte ise 38°C de muhafaza başlangıcından bir hafta, 20°C de 3 hafta sonra duyuşal bozukluklar saptanmıştır. Sütteki yağ miktarının azaltılması her iki muhafaza sıcaklığında duyuşal bozuklukların oluşumunu geciktirmektedir.

Bütün bu araştırma sonuçları, sterilize

**Tablo 5. : 20°C ve 38°C de muhafaza edilen sterilize sütün duyuşal kalite değişimi.**

Muhafaza süresi hafta	Direkt yöntem % 3.5 yağlı sütün		İndirekt yöntem % 1.7 yağlı sütün		% 3.5 yağlı sütün	
	20°C	38°C	20°C	38°C	20°C	38°C
1/2	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	++
1½	—	—	—	+	—	++
2	—	—	—	—	—	+++
3	—	++	—	+++	++	+++
4	—	++	—	+++	+++	+++
6	++	+++	+++	+++	++	++
7	++	+++	—	—	+++	—
8	++	—	—	+++	—	—
10	—	—	—	+++	—	—
12	++	—	—	—	—	—
14	+++	—	+++	+++	—	—



sütün duyuşal kalitesine teknolojik yöntemlerin, süt yağı düzeyinin, ambalaj materyalinin ve muhafaza sıcaklığının etkili olduğunu göstermiştir. Bakteriyolojik yönden dayanıklılık çok uzun sürse bile kimyasal değişiklikler duyuşal kaliteyi etkilediğinden muhafaza müddetini sınırlandırmaktadır. Almanya'da sterilize sütün oda sıcaklığında en aşağı altı hafta süreyle bozulmamasını öngörülmesine rağmen, indirekt yöntemle imal edilmiş sterilize süt oda sıcaklığında daha kısa müddet içinde bozulmaktadır. Bu bakımdan tüketicilere bu sütleride buzdolabı koşullarında muhafaza etmeleri tavsiye edilmeli veya hangi şartlarda ne zamana kadar tüketilmesi gerektiği belirtilmelidir. Ve yahutta indirekt yöntem tekniği daha iyi geliştirilerek, sterilize sütün tüzüklerde belirtilen koşullar ve müddet içinde soğuk zincire gerek duyulmadan saklanması sağlanmalıdır.

beslenme yönünden yararlı olduğu kabul edilmektedir.

Sütün her bir protein fraksiyonları için denatüre olmanın ölçüsü farklıdır. Peynir suyu veya diğer bir deyimle süt serumu proteini fraksiyonlarından globulin, serumalbumin ve  $\beta$ -laktoglobulin sıcaklığa karşı hassastır. Bazı araştırmacılar  $\beta$ -laktoglobulinin klasik yöntemle sterilize edilmiş sütte % 100 ve UHT yöntemi ile sterilize edilmiş sütte ise % 35-90 nın denatüre olduğunu bildirmektedir (61).

Süt serumu proteini fraksiyonları miktarı üzerine çeşitli ısıtma yöntemlerinin etkisini saptamak ve birbiriyle mukayese etmek amacı ile çeşitli içme sütlerindeki peynir suyu proteini polyacrylamidjel elektroforeze yöntemiyle fraksiyonlarına ayrılmış ve araştırma sonuçları tablo 6 da verilmiştir.

**Tablo 6. : İçme sütü çeşitlerinde peynir suyu proteini fraksiyonları miktarı.**

İçme sütü çeşidi	Peynir suyu proteinleri fraksiyonları (%)			
	$\beta$ -laktoglobulin	$\alpha$ -laktalbumin	Serum albumini	İmmunglobulin
Pastörize	69.8	15.3	6.7	8.2
UHT sterilize - direkt	59.8	30.8	9.4	0.0
UHT sterilize - indirekt	44.2	42.1	7.1	0.0
Klasik sterilize	39.6	50.8	9.6	0.0

Bazı ülkelerde örneğin Avusturya, İtalya ve İsviçre'de sterilize sütün 4 ile 6 ay dayanıklılık göstermesi belirtilmiştir. Sterilize sütlerin yarım sene dayanması pratikte büyük bir fayda sağlamıyacaktır. Çünkü yapılan anket sonuçlarına göre, tüketicilerin ihtiyat olarak ancak 2 - 4 haftalık süt satın aldıkları ve bu müddet içinde sütün büyük bir kısmının % 80 nin tüketildiği saptanmıştır (39).

#### 4 — Süt Proteinlerindeki Değişiklikler :

UHT sterilize süt teknolojisi esnasında sıcaklığın etkisi ile bazı süt proteinleri denatüre olmaktadır. Ancak bu denatürasyonlar sterilize sütün beslenme fizyolojisi yönünden kalitesine menfi bir etki yapmamaktadır. Hatta denatürasyon sonucu proteinlerin yapısı gevşediğinden

Tabloda verilen değerlerden anlaşılacağı gibi, her bir peynir suyu proteini fraksiyonları farklı ölçülerde sıcaklığa karşı hassastırlar. Bazı protein fraksiyonları kullanılan ısıtma yöntemlerine göre tamamen veya bir kısmı denatüre olmakta ve kazein fraksiyonu ile kompleks teşkil etmektedir. Bu nedenle fraksiyonların miktarında farklılıklar olmaktadır. Örneğin, immunglobulin fraksiyonu pastörize sütte % 8.2 olarak tesbit edildiği halde UHT sterilize ve klasik sterilize sütte belirlenememiştir. Buna karşılık sıcaklığa dayanıklı olan  $\alpha$ -laktalbumin fraksiyonunda pastörize süttten başlayarak klasik yöntemle ısıtılmış sterilize süte doğru devamlı bir artış göstermektedir. Buna sebep olarak diğer sıcaklığa hassas protein miktarının devamlı azalması gösterilmektedir. Örneğin, sıcaklığa az dayanıklı olan  $\beta$ -laktoglobulin

lin miktarı pastörize süttten UHT sterilize süt ve klasik sterilize süte doğru aynı sıra ile azalmaktadır. Yine buradan direkt ve indirekt yöntemlerle işlenmiş sütleri kıyaslırsak, indirekt yöntemde süttün daha fazla ısı etkisi altında kalmasından dolayı  $\beta$ -laktoglobulin ve serum albumini fraksiyonlarında olan kaybın fazlaştığı anlaşılmaktadır (46).

Süttün ana proteini olan kazein, serum proteinlerine kıyasla sıcaklığa daha dayanıklıdır. UHT yöntemleri ile işlenen sterilize süttlerin kazein misellerinin elektron mikroskobu ile incelenmesi sonucu, sıcaklığın etkisi ile yapısında bazı gevşemelerin olduğu saptanmıştır (42). Bu yapı gevşemesinin beslenmede menfi bir durum yaratmadığı, bilakis hazım organlarında çok küçük pıhtıçıklar meydana getirdiğinden hazımı kolaylaşmaktadır. Hatta kolay hazmolması ve organizmayı fazla yormadığından bir çok fizyoloğlar tarafından hastalara, mideleri zayıf olanlara, ihtiyarlara ve çocuklara UHT sterilize süt şiddetle tavsiye edilmektedir. Yapılan bir araştırmada UHT sterilize süttün hazmolabilme durumunun çiğ ve pastörize sütle aynı değerde olduğu ortaya konulmuştur (19).

Süttün indirekt ve direkt UHT yöntemlerinde ısıtılması sırasında proteinlerin yapı taşları olan amino asitlerdeki kayıplar esensiyel karakterde olan lisinde tesbit edilmiştir (43). UHT sterilize süttün lizin kayıplarını diğer içme süttü çeşitlerindeki lizin kayıpları ile mukayese edebilmek için bunlara ait değerler tablo 7 de verilmiştir. Tabloda belirlendiği gibi, bütün içme süttlerinde lizin kaybı çok az olup UHT sterilize sütte ancak % 3-4 kadardır. Süt proteinlerinin yapısında esensiyel

**Tablo 7. : Çeşitli ısıtma yöntemlerine bağlı olarak içme süttlerindeki lizin kayıpları.**

Isıtma yöntemleri	Süttteki lizin kaybı %
Pastörize	1 - 2
UHT	3 - 4
Kısa süre kaynatma	5
Klasik sterilizasyon	6 - 10

amino asitlerin fazla miktarda bulunması nedeni ile sterilize süttteki % 3-4 kaybın ihtiya-

cı fazla etkilemediği, beslenme fizyolojisi açısından pratikte önem taşımadığı ve pastörize sütle UHT sterilize süttün biyolojik değerleri arasında büyük bir farklılık olmadığı tablo 7 de belirtilen değerlere dayanarak söylenebilir. Nitelik yapılıan araştırmalarda çiğ ve pastörize süt proteinlerinin biyolojik değeri 85, UHT sterilize süttün ki ise 80 olarak saptanmıştır (19).

Sterilize süttün muhafazası sırasında kazeinin  $\alpha$  ve  $\beta$  fraksiyonlarının değiştiği, süttteki protein tabiatında olmayan azotlu maddelerin ve serbest amino asitlerin arttığı saptanmıştır (21).

Muhafaza müddetinin uzaması ile proteinlerin yapısındaki alanın ve methioninden parçalanma sonucu oluşan asetaldehid ve metilsülfid sütte malt tadına sebep olmaktadır. Ayrıca zamanla sütte oluşan tad değişikliklerinin  $\alpha$ -aminoacetophenondan ileri geldiği ve bunda triptofandan parçalandığı bildirilmektedir (3, 34).

Süttteki protein sadece arzu edilmeyen bazı aroma maddelerinin kaynağı değildir. Bunun yanı sıra jel ve sediment oluşumuna katkıda bulunarak süttün uzun zaman muhafaza edilme yeteneğini etkilemektedir.

Muhafaza sırasında süttteki jel ve sediment oluşumunu açıklamak için çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. BENGTTSSON ve ark. (4) süt serumu proteinlerinin denatüre olması ile  $\beta$ -laktoglobulinin kazeinle oluşturduğu kompleks zamanla sedimente sebep olduğunu bildirmektedirler. Kazeinin yapısında bulunan sialik asitin ısı etkisi ile ayrılması ve kazeinin koloidal durumunu stabilize eden  $\beta$ -kazeinin parçalanması nedeniyle kazeinin kalsiyumla birleşerek pütürlü bir jel oluşturduğu ve bu nedenle sterilize süttün kalsiyum miktarının artması muhafaza sırasında sediment oluşumunu etkilediği ileri sürülmektedir. Bu gibi bozukluklara kazein ile yağ arasındaki reaksiyonların payı olduğuda söylenmektedir. Ayrıca jel ve sediment oluşumuna, UHT süttün teknolojisi esnasında inaktif hale gelen fakat elverişli substrat ortamda tekrar aktif hale geçebilen veya ölen mikroorganizmaların hücre içi proteazlarının sebep olduğu bildirilmiş ise de (4, 5, 13, 56, 29, 48), Japon araştırmacılar (30) bu

değişikliklere proteolitik enzimlerin sebep olmadığını kati olarak saptamışlardır.

Sterilize sütü muhafaza sırasında jel ve tortunun nasıl oluştuğu ve buna etkili faktörler tam olarak bilinmemesine rağmen, oda sıcaklığında saklanmış sütlerin kazein fraksiyonlarının elektroforetik görünümündeki değişikliklerden, protein zincirlerinin arasında enlemesine bir bağlantının kendini göstermesinden (1) ve sterilize sütlerin peynir mayasına karşı gösterdiği hassasiyetin azalmasından (55, 35) proteinlerle yakın ilişkisi olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sedimentasyon ve jel oluşumu UHT yöntemlerinde uygulanan ısı ve zaman durumuna göre de değişmektedir. Isıtma derecesi yükseldikçe ve ısıtma zamanı uzadıkça saklama sırasında jel ve tortu fazlalaşmaktadır (10, 57). Nitekim direkt ısıtma yöntemiyle sterilize edilmiş ve oda sıcaklığında muhafaza edilen süt örneklerinde indirekt yöntemle sterilize edilenlere nazaran iki misli fazla tortu oluşmaktadır (57, 47).

##### 5 — Süt Yağındaki Değişiklikler :

UHT yöntemleri ile sütün sterilize edilmesi işlemi yağın yapısını oluşturan yağ asitlerinin kayba uğrayıp uğramadıkları hususunda yapılmış araştırmalar yok gibidir. Ancak yapılan bir araştırmada 130°C de 20 saniye tutularak ısıtılmış sütün yağındaki linoleik asitin % 34, linolenik asitin % 13 ve araşidonik asitin % 47 sinin harap olduğu belirtilmektedir (49). Bu araştırma sonucundan UHT yöntemi ile ısıtılmış sütlerde ve muhafaza sırasında bu yağ asitlerinin harap olacağı söylenebilir. Nitekim SOKOLOVE ve ark. (51) tarafından 90 gün müddetle oda sıcaklığında muhafaza edilen UHT sterilize sütlerde linoleik asitin % 2.6 dan % 0.9 a ve gadoleik asitin % 0.9 dan sıfıra düştüğü tespit edilmiştir.

Muhafaza sırasında süt yağının oksidatif ve hidrolitik kimyasal reaksiyonlarla parçalanması sonucu sütün koku ve tadını değiştiren bir çok aroma maddeleri meydana gelmektedir (23).

Oksidatif parçalanmalar, adından anlaşılacağı gibi, oksijen varlığında autoyükselen yoluyla gelişmektedir. Bunun sonucu olarak süt yağındaki doymamış yağ asitlerinden, bilhassa oleik, linoleik ve linolenik asitlerden, doymuş ve doymamış aldehydler ve az miktarda metil ketonlar oluşmaktadır (11). Kirk ve ark. (24) UHT yöntemi ile sterilize edilmiş 22°C de 3 ay süre ile muhafaza ettikleri sütte acetondan 2-heptanon'a kadar olan metil ketonları ve aynı zamanda ethanol'dan Hexanol'a kadar olan aldehydleri saptamışlardır. Muhafaza esnasında oluşan aldehyd ve metilketonlara göre de sütte oksitlenmiş donyağı, sıvı yağ, balıkmısi, meyvemsi, metalik koku ve tad belirlenmiştir (50).

Süt yağının oksidasyon yoluyla parçalanma hızı, dolayısıyla arzu edilmeyen koku ve tad oluşumu, doymamış yağ asitlerine, sütün içerdiği çözünmüş oksijen miktarına, oksijenle temas eden yüzeye ve muhafaza koşullarına bağlı olarak değişmektedir (54). Daha önce bahsedildiği üzere, sterilize sütte oksijenin fazla bulunması, her ne kadar pişmiş tadın ortadan kalkmasına etkili olmakta ise de, oksidasyon olayını başlatıp devam ettirdiği için arzu edilmemektedir.

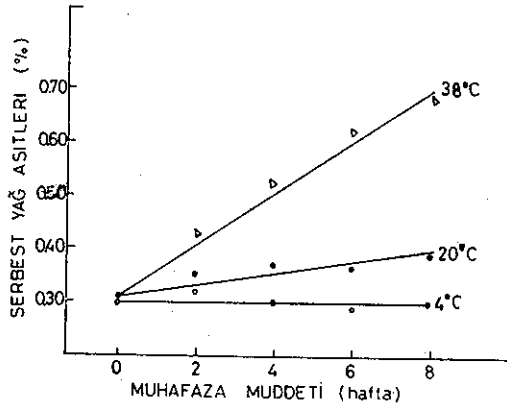
Sterilize sütü saklama esnasında hidrolitik parçalanmalar sonucu serbest yağ asitleri oluşmaktadır. Bilhassa bunlardan kısa zincirli C4 den C12 ye kadar olan serbest yağ asitlerinin çok az miktarı bile hoşça gitmeyen kokulara ve genel olarak ranzig tada neden olurlar. Süt yağındaki trigliseritlerden yağ asitlerinin serbest duruma geçmesinde, yüksek sıcaklıklarda bile tam olarak inaktif hale getirilemeyen, pseudomonas bakterilerinin hücre için lipaz enzimi etkili olmaktadır (12, 22, 25).

UHT sterilize sütün serbest yağ asitleri miktarını muhafaza süresi ve muhafaza sıcaklığı etkili olmaktadır. İndirekt yöntemle ısıtılmış % 1.5 yağlı sterilize süt örnekleri 4, 20, 38°C de 8 hafta müddetle muhafaza edilerek yapılan araştırma sonucu serbest yağ asitleri değişimi şekil 6 da gösterilmiştir. Şekil 6 da görüldüğü gibi, buzdolabı koşulları dikkate alınarak 4°C de 8 hafta muhafaza edilen süt örneklerinde serbest yağ asitleri miktarında hiçbir artış gözlenmemiştir. Buna karşılık oda sıcaklığında serbest yağ asitleri miktarı sütün duyu kalitesini etkileyecek kadar artmıştır.

Etüvde 38°C da muhafaza edilen sterilize sütlerde ise serbest yağ asitleri miktarı başlangıçta ki değerini iki misli bir artma göstermiştir (50).

Sterilize sütün muhafazası sırasında oluşan serbest yağ asitleri miktarına direkt ve indirekt UHT yöntemlerinin aynı zamanda yağ düzeyinin etkisi olup olmadığında araştırmalara konu olmuş ve indirekt yöntemle sterilize edilmiş sütlerde serbest yağ asitleri miktarı direkt yöntemle işlenmiş sütlerdekine nazaran daha fazla saptanmıştır (45). Buna neden olarak indirekt UHT yöntemiyle sterilize edilmiş sütün içinde fazla miktarda bulunan oksijenin lipaz enziminin aktivitesini artırması gösterilmektedir (18).

Serbest yağ asitlerinin, özellikle kısa zincirli (C4-C12) yağ asitlerinin sterilize sütün yağ düzeyine bağlı olarak gösterdikleri gelişimler SCHMİDT (50) tarafından araştırılmış



Şekil 6. : Farklı sıcaklıklarda muhafaza sırasında UHT sterilize sütte serbest yağ asitleri miktarı değişimi.

ve araştırmacının tesbit ettiği serbest yağ asitleri miktarı tablo 8 de litrede mg. olarak verilmiştir. Tablodaki değerlerden anlaşılacağı gibi, depolanan sterilize sütün yağ miktarına göre oluşan serbest yağ asitleri miktarı farklılık göstermektedir. Ancak tesbit edilen bu miktarlar her ne kadar ranzig (acı) bir tada sebebiyet vermemekte iselerde koku ve tad sapmalarında rol oynamaktadırlar.

Tablo 8. : Yağ düzeyine bağlı olarak sterilize sütün kısa zincirli (C4-C12) serbest yağ asitleri konsantrasyonu.

Yağ miktarı %	Başlangıç değeri	Serbest yağ asitleri miktarı (mg/L) 16 hafta sonra		
		4°C	20°C	38°C
3.5	9.2	9.1	11.3	22.3
1.7	4.0	5.6	6.1	15.8

#### 6 — Vitaminlerdeki Değişiklikler :

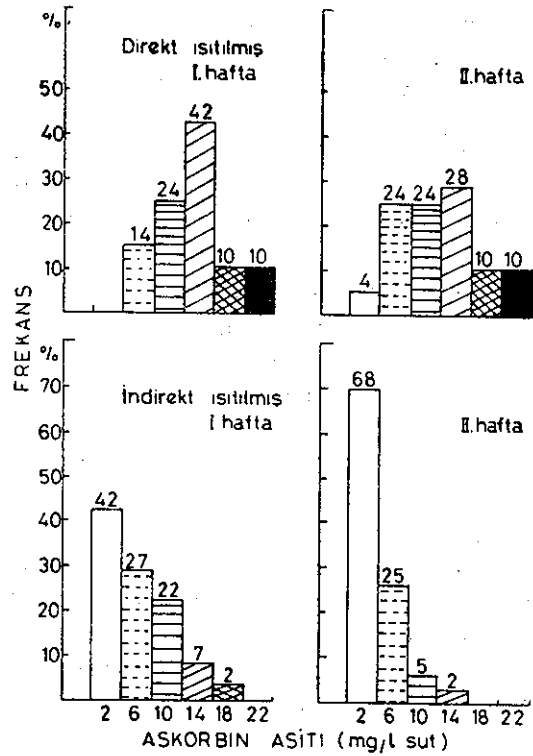
Sütte bulunan suda ve yağda eriyen vitaminlerin UHT sterilizasyon yöntemlerinde uygulanan sıcaklık derecelerine gösterdikleri hassasiyet değişiktir. Yağda eriyen A, D, E, K ile suda eriyen B<sub>2</sub> (riboflavin), H (Biotin) vitaminleri ve pantotenik asit sıcaklıktan etkilenmezler. Buna karşılık B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> ve C vitaminleri sıcaklıktan etkilendiklerinden ısıtma yöntemlerinde tatbik edilen sıcaklığa ve zamana paralel olarak azalmaktadırlar.

Vitamin kayıpları hakkında genel bir bilgi vermesi ve içme sütü çeşitlerini birbirleriyle mukayese etme bakımından bu husustaki bir çok araştırma sonuçları tablo 9 da bir araya getirilmiştir (43). Bu tabloda görüldüğü gibi, pastörize sütteki vitamin kayıpları çok azdır. En fazla vitamin kaybı sütü klasik yöntemle şişede sterilize etmede ve bunu kaynatma izlemektedir. UHT yöntemlerinde ise adı geçen vitamin kayıpları % 5 ile % 20 arasında değişmektedir. Ancak bu sonuçlardan direkt ve indirekt yöntemlerin vitaminler üzerine etkileri açıkça belli olmamaktadır. Direkt ve indirekt sterilize işlemin etkisini saptamak için C vi-

Isıtma yöntemleri	Sütte vitamin kayıpları %				
	B <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>12</sub>	Folik asit	C
Pastörize	10	0-5	10	5	5-15
UHT yöntemleri	5-15	10	10-20	10-20	10-20
Kısa süre kaynatma	10-20	5-8	20	15	15-20
Klasik sterilize	30-40	10-20	80-100	40-50	30-50

tamini test olarak seçilmiş ve yapılan bir araştırmada, direkt işleminden geçmiş sterilize sütte vitamin C miktarında hiç bir değişiklik olmadığı ve indirekt yöntemden geçen sütle teknoloji esnasında vitamin C kaybının % 40 olduğu saptanmıştır (42). Ayrıca oda sıcaklığında 10 gün müddetle tutulan sterilize süt örneklerinde vitamin C kayıplarının indirekt sistemde çok fazla direkt sistemde ise hiç bir kaybın mevzu bahis olmadığı tablo 10 daki verilerden açıkça görülmektedir. Pastörizasyon esnasında sütte her ne kadar vitamin C kaybı yoksada buzdolabı koşullarında 2 gün muhafaza esnasında vitamin C miktarının 20.9 mg. dan 17 mg.a ve muhafazanın 10 uncu gününde 5.3 mg. düştüğü dikkati çekmektedir. Direkt sterilize yöntemi bu bakımdan teknolojik tercih sebebi bile olabilmektedir.

Muhafazanın iki hafta uzaması halinde de direkt yöntemle sterilize edilmiş süt örneklerinde vitamin C kayıpları çok az olmasına rağmen, indirekt teknolojiden geçmiş süt örneklerinde bu kayıplar çok daha fazladır. Şekil 4 de verilen sterilize süt örneklerinin vitamin C miktarının gösterdiği dağılımdan izlenebileceği üzere, birinci hafta süt örneklerinin % 42



Şekil 7. : UHT yöntemlerine ve 2 haftalık muhafaza müddetine bağlı olarak süt örneklerindeki askorbik asit dağılımı.

Tablo 10. : İçme sütü teknolojisinde uygulanan yöntemlerin ve muhafaza müddetinin sütteki vitamin C miktarına etkisi.

Yöntemler ve ambalaj	Başlangıç değeri	Sütte vitamin C miktarı (mg/L)				
		1	2	3	6	10 gün
Pastörize	20.9	20.8	17.0	11.9	8.6	5.3
İndirekt - plastik	13.7	13.1	13.4	8.3	2.9	3.8
İndirekt - karton	12.1	11.6	11.5	9.5	7.1	5.0
direkt - karton	21.4	21.9	21.9	20.7	20.6	21.1

Pastörize süt buzdolabında sterilize sütler oda şartlarında muhafaza edilmiştir.

sinde 2 mg/L vitamin C saptanmış olup ikinci hafta ise 2 mg/L vitamin C içeren süt örneği sayısı % 68 e yükselmiştir. Yani örneklerin % 24 ünde vitamin C miktarı ikinci hafta 2 mg/L ye düşmüştür. Halbuki indirekt sistemle elde edilmiş süt örneklerinin sadece % 4 ünde vitamin C 2 mg/L ye inmiştir.

İndirekt yöntemle ısıtılmış sterilize sütün muhafaza sırasında ki vitamin C kayıpları ok-

sijenin varlığına bağlanmaktadır. Direkt yöntemle sterilize edilmiş süt içinde çözünmüş olarak 1 ppm den daha az kaldığı halde indirekt yöntemle sterilize edilmiş sütte 8 ppm den fazla oksijen bulunmaktadır. İndirekt teknolojide devreye gaz çıkarma sistemi konulduğu zaman oksijen miktarı 1-2 ppm düşmektedir. Nitekim LECHNER ve KIERMEIER (26) yaptıkları araştırmada, indirekt yöntemle çalışan sterilizatörlere oksijen gazı çıkarma ün-

tesisi devreye konularak elde edilen sütlerdeki vitamin C kayıplarının çok az olduğunu saptamışlardır. İçme sütü içindeki oksijen miktarı 1 ppm'i geçmiyor ise vitamin C oda sıcaklığında 2-3 ay parçalanmadan aynı seviyede kalabilmekte ve 8-9 ppm'i buluyorsa 2-3 hafta içinde tamamen parçalanmaktadır (42, 39, 9). Bu ve daha önce verilen araştırma sonuçlarına dayanarak indirekt yöntemle sterilize edilmiş sütün işletmeler tarafından verilen garanti müddeti ve standartlarda belirtilen süre içinde vitamin C bakımından çok kayba uğradığı söylenebilir. Ancak tablo 11 de verilen vitamin C miktarlarından anlaşılacağı gibi, indirekt yöntem kullanılarak plastik ve kartona ambalananmiş sterilize sütlerde vitamin C ilk iki hafta içinde paralanmiş ve bundan sonraki 6 haftalık muhafaza devresinde fazla bir değişiklik görülmemiştir. Direkt yöntemle sterilize edilmiş süt örneklerinde ise vitamin C miktarının stabil kaldığı söylenebilir (45).

#### 7 — Süt şekerindeki Değişiklikler :

Sütün klasik yöntemle 110-120°C da 10-25 dakika sterilize edilmesi esnasında süt

tein grupları ile birleşerek kuvvetli kahverengilik veren Melanoidlere dnmektedir (20).

Muhafaza müddetine ve sıcaklığına bağlı olarak renk koyulaşmasını belirtmek için indirekt yöntemle sterilize edilmiş % 1.7 yağlı süt örnekleri bir seneye yakın bir zaman 4, 20 ve 38°C de muhafaza edilerek renk koyulaşmasını belirtmeye yarayan hidrosimetilfurfural değerleri ölçülmüştür (50). Tablo 12 de verilen araştırma sonuçlarından anlaşılacağı gibi, 4°C de muhafaza edilen sütte birinci hafta 4.6  $\mu\text{mol/L}$  olan hidrosimetilfurfural 50 inci hafta da 7.88  $\mu\text{mol/L}$  ye, 20°C de ise 38 inci haftada

**Tablo 12. : Muhafaza müddeti ve sıcaklığına bağlı olarak sterilize sütte hidrosimetilfurfural miktarı ( $\mu\text{mol/L}$ ).**

Muhafaza müddeti hafta	Muhafaza sıcaklığı		
	4°C	20°C	38°C
1	4.63	4.63	4.63
16	6.74	6.91	12.16
22	8.49	7.26	15.05
26	7.09	7.44	15.31
38	7.44	8.14	18.99
50	7.88	—	22.84

**Tablo 11. : UHT sterilize içme sütü eşidlerinde 8 haftalık muhafaza sırasında vitamin C kayıpları.**

Yöntemler ambalaj	Başlangıç değer	Sütte vitamin C miktarı (mg/L)			
		2	4	6	8 hafta sonra
İndirekt - plastik	12.0	3.3	3.2	3.1	3.8
İndirekt - karton	13.8	4.1	2.8	3.0	2.6
Direkt - karton	22.8	22.3	19.8	20.5	19.7

şekeri karamelize olur. Bu nedenle süt esmerimsi bir renk alır. Halbuki UHT yöntemleri ile sterilize edilen sütün rengine pastörize süte göre bariz bir farklılık görülmez. Ancak muhafaza periyodunun uzamasına ve sıcaklığa bağlı olarak süt şekeri amonyak, amin ve amino asitler ile birleşerek Maillard-Reaksiyonuna sebeb olurlar. Bu tip reaksiyonlar özellikle süt ve mamüllerinde renk değişmesine etkili olmaktadır.

Bu reaksiyonların ilk ürünü olarak hidrosimetilfurfural oluşmaktadır (37, 49). Bundan başka laktozdan acetal ve diacetal ve hidroxacetil meydana gelmekte ve bunlardan pro-

8.14  $\mu\text{mol/L}$  ye yükselmiştir. 38°C de ise hidrosimetilfurfural değerleri birinci hafta değerlerinin 5 misli fazla tesbit edilmiştir ve buna bağlı olarakta sütteki renk koyulaşması artmıştır. Ancak burada sterilize sütlerin tüketicilerinde bir sene veya 6 ay gibi uzun bir zaman bekletilmediğini hatırlatmakta fayda vardır. Bu bakımdan en geç iki ay içinde tüketicilerden sterilize sütlerin rengine göze batacak değişiklikler oluşmamaktadır.

#### 8 — Genel Sonuç :

Bu güne kadar yapılan araştırmalar, indirekt yöntemle sütü sterilize etmenin, direkt

yönteme nazaran, sütün duyuşal kalitesini menfi yönde etkilediğini göstermektedir. Bu durum her iki yöntemin ısıtma yönünden farklı oluşu ve indirekt sistemde sütün daha fazla sıcaklık etkisinde kalışı ile izah edilmektedir.

UHT sterilize sütün muhafaza sırasında teknolojik yönteme muhafaza süresi ve sıcaklığına bağılı olarak, protein, yağ, şeker ve vitaminlerinde değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişiklikler az veya çok sütün duyuşal ve kimyasal kalitesini etkilemektedir. Buna neden olarak süt içindeki oksijen miktarı gösterilmektedir. Çünkü süt içindeki oksijen miktarının fazla oluşu, muhafazanın başlangıcında her ne kadar pişmiş tadı oluşturan sülfidril gruplarının oksidasyonunda etkili oluyorsa da, muhafaza sırasında süt yağının hidrasyon ve oksidasyonunu ayrıca vitamin kayıplarını hızlandırmaktadır.

Tüketiciye, aynı olmasa bile pastörize sütün kalitesine çok yakın kalitede UHT sterilize süt sunabilmek için UHT yöntemleri arasındaki teknik farklar giderilmeye çalışılmaktadır.

Örneğin, oksijen miktarını en az düzeye indirmek için indirekt sisteme gaz çıkartma ünitesinin devreye konulması çalışmaları yapılmaktadır. Ayrıca indirekt yöntemde ısı etkisi ile sütte oluşan pişmiş tad ve H<sub>2</sub>S miktarının azaltılmasının, süt ısıtılmadan önce Lecystin katılmasıyla mümkün olduğu da bildirilmektedir.

UHT yöntemleri arasındaki farklılıklar giderilmesinin yanı sıra, işlenecek çiğ sütlerin mikrobiyolojik kalitesine, teknolojik kriterlere ve aseptik koşullarda paketlemeyede çok önem verilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde sterilize süt teknolojisi gün geçtikçe gelişme göstermektedir. Bu bakımdan UHT yöntemlerinin alet ve ekipmanlarının ayrıca ambalaj tekniğinin seçiminde ülkemiz koşullarının göz önünde tutulması gerekmektedir. Tüketiciye uzun müddet dayanan duyuşal kalitesi pastörize süte göre çok az farklılık gösteren sterilize sütü sunmak gelecek yıllarda içme sütü tüketiminin artmasına yardımcı olacaktır.

#### L İ T E R A T Ü R

- 1 — ANDREWS, A.T., CHEESEMAN, G.C. : J. Dairy Res. 2, 193 (1971).
- 2 — ANONYM. : Bulletin Annuel de F.I.L. Nr. 88 Brexall (1974).
- 3 — ARNOLD, R.G., LINDSAY, R.C. : J. Dairy Sci, 1097 (1969).
- 4 — BENGTTSSON, K., GARDHAGE, L., ISAKSON, B. : Milchwissenschaft 28, 495 (1973).
- 5 — BJÖRCK, L. : Milchwissenschaft 28, 291 (1973).
- 6 — BOCKELMANN, B. : Sterilize süt ve Aseptik Ambalajlama Semineri. 22 Eylül 1977 Ankara.
- 7 — BURTON, H. : J. Soc. Dairy Technol. 18, 58 (1965).
- 8 — BURTON, H., Sc. D., ENG, C., M.I.E.E. : Dairy Industries 37, 197 (1972).
- 9 — BURTON, H. : Vortragsmanuskript. Altnmugtir. : Renner, E. : Milchwirtschaftliche Berichte wolfpassing 46, 51 (1976).
- 10 — DILL, C.W., ROBERTS, W.M., LUCAS, H.L. : J. Dairy Sci. 47, 616 (1964).
- 11 — DOWNEY, W.K. : J. Soc. Dairy Technol. 22, 154 (1969).
- 12 — DRIESSEN, F.M., STADHOUDERS, J. : Neth. Milk Dairy I. 28, 10 (1974).
- 13 — DWIVEDÍ, B.H. : Critical Theories in Food and Technol. 457 - 478 (1973).
- 14 — FRICKER, A. : Kiler Milchwirt. Forsch. Ber. 16, 315 (1964).
- 15 — GROSCH, W. : Z. Lebensmitt. Unters. u. Forsch. 157, 70 (1975).
- 16 — HANSEN, A.I., TURNER, L.G., JONES, U.A. : J. Dairy Sci. 57, 280 (1974).
- 17 — HEISS, R. : Molckerej Zeitung weit der Milch 29, 1421 (1975).
- 18 — HEMINGWAY, E.B., SMITH, G.H., ROOK, J.A.F. : J. Dairy Res. 37, 83 (1970).
- 19 — HERMANS, W.F. : UHT Şmeliyesinin Teknolojik Nitelikleri. R+D Şubesi, Stork - Amsterdam B.V. (1977).
- 20 — HODGE, J.E. : The chemistry and physiology of Flavors. Westport, Connecticut (1967).
- 21 — KAWANISHI, G., ABE, N., SAITO, K. : Jap. J. Zootech. Sci. 39, 353 (1968).
- 22 — KIELWEIN, G. : Habilitationsschrift Giesesen - Deutschland (1970).
- 23 — KINSELLA, J.E. : Chemische Ind. 36 - 42 (1969).
- 24 — KIRK, J.R., HEDRICK, T.L., STINE, C. M. : J. Dairy Sci. 51, 492 (1968).
- 25 — KISHONTI, E., SJÖSTRÖM, G.S. : XVIII. Intern. Kongr. 10, 509 (1970).
- 26 — LECHNER, E., KIERMEIER, F. : Z. Lebensmitt. Untersuch. u. Forsch. 141, 23 (1969).

- 27 — LERCHE, M. : Lehrbuch der Tierärztlichen Milchüberwachung. Verlag. Paul-Parey, Berlin-Hamburg (1966).
- 28 — METIN, M. : Beslenme ve diyet dergisi. 5, 1 (1976).
- 29 — MURTHY, L., HERREID, E.D., WHITNEY, N. Md. : J. Dairy Sci. 41, 1324 (1958).
- 30 — NAKAI, S., WILSON, H.K., HERREID, E.D. : J. Dairy Sci. 47, 754 (1964).
- 31 — O'SULLIVAN, A.G. : Dairy Inds. 34, 494 (1969).
- 32 — ÖTKER, O. : Türkiye I. Sütçülük Kongresi tebliğ Ankara (1974).
- 33 — ÖZALP, E. : T.B. Veteriner Hekimleri Mikrobiyoloji Derneği İzmir Semineri Eylül (1977).
- 34 — PARKS, O.W., SCHWARTZ, D.P. : Nature 202, 185 (1974).
- 35 — PEKKIN, A.G., HENSCHEL, M.J., BURTON, H. : J. Dairy Res. 2, 215 (1973).
- 36 — PIEN, J. : Annual Bulletin. I.D.F. part V, 35 (1972).
- 37 — POKORNY, J., TAI, P.T., JANICEK, G. : Z. Lebensmitt. Unters. u. Forsch 151, 36 (1973).
- 38 — POL, G., GROOT, E.H. : Ned. Melkb. Zeev. Tijdschr. 14, 158 (1960).
- 39 — RENNER, E. : Zur Qualität der H-Milch. İzmir Konferansı 6 Ekim 1977. İzmir.
- 40 — RENNER, E. : Molkerer. Zeitung Welt der Milch 31, 461 (1977).
- 41 — RENNER, E. : Deutsche Milchwirtschaft
- 42 — RENNER, E. : Milchwirtschaftliche Berichte Wolfpassing 46, 51 (1976).
- 43 — RENNER, E. : Milch und Milchprodukte in der Ernährung des Menschen Verlag Th. Mann, Hildesheim und Vilkswirtschaftliche Verlag Kempten, 1974.
- 44 — RENNER, E., KESS, O., LÜBBEN, A. : Deutsche Milchwirtschaft 18, 523 (1976).
- 45 — RENNER, E., SCHMIDT, R. : Deutsche Milchwirtschaft 4, 97 (1974).
- 46 — RENNER, E., SCHMIDT, R. : Deutsche Milchwirtschaft 45, 1620 (1975).
- 47 — SAMUELSSON, E.G., GYNNIG, K., OLSSON, H. : XVI. Inter. Dairy Congr. A, 685 (1962).
- 48 — SAMUELSSON, E.G., HOLMS, S. : Intern. Dairy Congr. B, 57 (1966).
- 49 — SAMUELSSON, E.G., NIELSEN, P. : Milchwissenschaft 25, 541 (1970).
- 50 — SCHMIDT, R. : Dissertation Giessen-Deutschland (1975).
- 51 — SOKOLOVA, T.V., SELEZEV, V.I., JUSOVA, I.U. : Mol. prom, 32, 9 (1971). Ref. Milchwissenschaft 28, 40 (1973).
- 52 — THOMAS, E.L., BURTON, H., FORD, J.E., PERKIN, A.G. : J. Dairy Res. 42, 258 (1975).
- 53 — TOLGAY, Z., TEKİNŞEN, C.D. : UHT Steril süt. Türk Veteriner Hekimler Birliği Merkez Konseyi yayınları No: 20 Ankara (1977).
- 54 — T.S.E. : Sterilize süt. T.S. 1192. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara (1974).
- 55 — WALZHOLZ, G. : Kieler Milchw. Forsch. Der. 16, 299 (1964).
- 56 — HITE, C.H., MARSHALL, R.T. : J. Dairy Sci. 56, 624 (1973).
- 57 — YAYGIN, H. : Sterilize Süt. Türkiye II. Sütçülük Kongresi tebliği Ankara (1976).
- 58 — YAYGIN, H. : Sterilize sütün kontrolü. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 308. Bornova - İzmir (1977).
- 59 — YÖNEY, Z. : A.Ü. Ziraat Fakültesi 1957 yılı fasikül 2 den ayrı basım Ankara 175-189 (1957).
- 60 — YÖNEY, Z. : Ziraat Mühendisliği Dergisi 117, 9 (1976).
- 61 — ZADOW, J.G. : Gsiro Fd. Res. Q. 35, 41 (1975).
- 62 — ZADOW, J.G., BIRTWISTLE, R. : J. Dairy Res. 40, 169 (1973).



ATATÜRK ORMAN ÇİFTLİĞİ  
MEYVA SULARINI DENEYİNİZ