

DEĞİŞİK SICAKLIK DERECELERİNDE MUHAFAZA EDİLEN PASTÖRİZE SÜTLERİN MİKROORGANİZMA SAYISI VE ASİTLİK DERECESİNİN DEĞİŞİMİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Prof. Dr. Ahmet KURT/¹
Dr. Ekrem KURDAL/²
Dr. Lâtif ÖZTEK/³

ÖZET

Değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize sütün mikrobiyal organizma sayıları ile asitliklerinin değişimini açıklamak ve bu arada Türkiye Süt Endüstrisi Kurumuna bağlı İstanbul Süt Fabrikasının 23.03.1977 tarih ve 1038 sayılı yazısına yanıt oluşturmak üzere planlanan bu çalışmada, materyal olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğinden sabah sağımını takiben alınan inek sütünleri kullanılmış ve sütün pastörizesi laboratuvar koşullarında "Düşük ısıda uzun zamanlı" pastörize normunu göre yapılmıştır. Pastörize edilen sütünler buzdolabı koşullarında, 18°C de 22°C de, 26°C de ve 30°C de muhafaza edilmişler ve bu sütünlerde 1. 2. 3. 4. saatlerin sonunda bakteri sayımı ile asitlik belirlenmesi (SH), 16, 20 ve 24. saatlerde ise sadece asitlik belirlenmesi (SH) yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

1. Pastörize edilen sütünlerin muhafaza sıcaklık derecesi yükseldikçe içerisindeki bakteri sayısının artış hızı da yükselmektedir. En düşük artış hızı 5°C de ve en yüksek artış hızı da 30°C de muhafaza edilen pastörize sütünlerde meydana gelmektedir.

2. Değişik sıcaklıklarda muhafaza edilen pastörize sütünlerin ilk 4 saatteki asitlik artışı hızı muhafaza sıcaklık derecesi yükseldikçe artmakla beraber fazla değildir ve birbirine benzerdir. Asitlik artışı 16. saatte sonra muhafaza sıcaklık derecesinin yükselmesi ile fazlalaşmaktadır. Asitlik artışının da en düşük olduğu sıcaklık derecesi 5°C ve en yüksek olduğu sıcaklık derecesi de 30°C dir.

1/ Süt ve Gıda Teknoloji Bölümü Başkanı.

2/ Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü Dr. Asistanı

3/ Süt ve Gıda Teknolojisi Bölümü Dr. Asistanı

3. Yeterli ölçüde pastörize edilen sütler 30°C de 4 saat bekletilseler dahi meydana gelen asitlik artışı az olduğundan sütler pıhtılaşmamaktadır.

4. Muhafaza sıcaklığı yükseldikçe ve süresi uzadıkça, sütün ihtiva ettiği bakteri sayısı ve buna ilişkin olarakta sütün asitliği artmakta, bütün bunların doğal sonucu olarakta sütün dayanma özelliği kalmamakta yani süt kesilmektedir.

I. GİRİŞ

Pastörize süt bir çoklarının düşün­düğü gibi çevre sıcaklığında uzun süre dayanan konserve bir gıda maddesi değildir. Zira içerisinde, çiğ sütteki bakterilerin % 1-10'u kadar ısıya dayanıklı saprofit mikroorganizma bulunmaktadır. Pastörize sütte bulunabilecek en yüksek saprofit mikroorganizma sayısı 20.000 bakteri/ml. olarak Gıda Maddeleri Tüzüğü­müzce sınırlandırılmıştır. İşleme merkezinde ısıtılıp + 4°C'ye kadar soğutulan sütlerin kalitesini koruyabilmek için, tüketiciye ulaşıncaya dek, gerek depolama gerek ulaşım ve gerekse satış yerinde bu sıcaklıkta, hiç değilse 10°C'nin altında muhafaza edilmesi zorunludur (Pfenning 1970). Aksi halde pastörize sütte kalan ve çiğ sütteki bakterilerin % 1-10'u kadar olan termofil mikroorganizma uygun sıcaklık bulunca sür'atle gelişerek sütün tadını ve aromasını değiştirip onun ticari kalitesini düşürür, hatta asitliğini yükselterek onu pıhtılaştırıp satılamayacak hale getirir, (Yöney 1965 ve Pfennig 1970). Pastörize sütlerde görülen bu pıhtılaşma olayı henüz kuruluş devrinde olan içme sütü sanayimizde bir sorun haline gelmiştir. Konu ile ilgili olarak Türkiye süt Endüstrisi Kurumuna bağlı İstanbul

Süt Fabrikası tarafından Kürsümüze 23.03.1977 tarih ve 1038 sayılı yazı ile başvurularak piyasaya 7 SH asitlik derecesinde gönderilen pastörize sütlerin satış sırasında ya da satış yerinde kesildiği bildirilerek, pastörize sütün belli derecelerde belli süre bekletilmesi halinde asitliğinde meydana gelecek değişmeler sorulmaktadır. Bu araştırmanın gayesi, süt fabrikalarının karşılaştıkları bu tip sorunları çözmek ve pastörize sütlerin belli sıcaklık derecelerinde muhafaza edilmeleri halinde dayanma sürelerini belirlemektir. Pastörize sütlerde karşılaşılan problemlerin düğüm noktasını mikroorganizmalar oluşturduğundan araştırmada yalnız asitlik artışı seyrine değil, asitliğin artışına neden olan mikroorganizmaların artış seyrine de yer verilmiştir. Sütlerin pastörizesi "Düşük Isıda Uzun Zamanlı" pastörizasyon normuna göre yapılmış ve pastörize edildikten sonra yapılan kontrollerde koliform ihtiva ettiği saptanan denemeler ile, ml'sinde Gıda Maddeleri Tüzüğü­nün sınırlandırmış olduğu sayıdan (20.000 bakteri/ml.) daha çok mikroorganizma ihtiva ettiği saptanan denemeler değerlendirmeğe katılmamıştır.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Pastörizasyonun yapıış tekniği hakkında gerek türkçe literatürde (Kurt 1977, Yöney 1965, ve İzmen 1959) ve gerekse yabancı literatürde (Kiermeier ve Lechner 1973, Spreer 1974, Roeder 1954, Demeter 1967 ve Schönherr 1965) etraflıca bilgi bulunmaktadır. Pastörize sütlerin muhafaza koşulları ve dayanıklılığı ile muhafazaları sırasında oluşan değişiklikler hakkında ise türkçe literatür bulunamamıştır. Bu konuya ilişkin literatürde bulunan bilgileri kısaca şöyle özetleyebiliriz:

Hoffman (1955), pastörize sütlerin muhafaza sıcaklığının mikroorganizma sayısının artışı üzerine etkisini belirlemek amacı ile yaptığı araştırmada; 21°C de 24 saat muhafaza edilen pastörize sütlerde mikroorganizma sayısının başlangıçtaki sayıya göre 43146 kat artarken, 16°C de aynı-süre muhafaza edilen pastörize sütlerde bu sayının 782 kat arttığı saptamıştır. Ciblis (1965), farklı etmenlerin pastörize sütün bakteriyolojik özellikleri ve dayanıklılığı üzerine etkisi adlı araştırmasında;

a- Sütlerin pastörize edilmeden önce 12-13°C de bir gün depolanmasının başlangıçta 648.000 bakteri/ml olan sütteki mikroorganizma sayısının yaklaşık olarak 30.000.000 bakteri/ml olmasına neden olduğunu ve bu tip sütler pastörize edildiklerinde pastörize sütün bakteriyolojik özelliği ve dayanma kabiliyetinin de kötü olduğunu,

b- Laboratuvar koşullarında 72°C de 40 saniye bekletilerek pastörize edilen sütlerin 5°C de yaklaşık 28 gün dayanırken, muhafaza sıcaklığı 10°C ye yükseltildiğinde dayanma süresi-

nin 9 güne düştüğünü, muhafaza sıcaklığı 15 ve 20°C ye yükseltildiğinde ise dayanma süresinin 3 ve 2 güne düştüğünü, başlangıçta 6.2 SH olan asitliğin de 5°C'de muhafaza edilen pastöreze sütlerde 28. gün sonunda 6.8 SH yükselirken, 10°C'de muhafaza edilen pastörize sütlerde 9 gün sonra 7.4 SH'le, 15°C'de muhafaza edilenlerde 3.6 gün sonra 7.5 SH'le, ve 20°C'de muhafaza edilenlerde ise 2.8 gün sonra 8.1. SH'le yükseldiğini,

c- Fabrika koşullarında işlenen pastörize sütlerin ise başlangıçta 6.4 SH olan asitliğinin, sütler 5°C'de saklandığında 9.5 gün sonra 7.6 SH'le ve 15°C'de muhafaza edildiğinde ise 3.4 gün sonra 12.8 SH'le yükseldiğini bildirmektedir. Terplan ve Wiesner 1970'de 14 kuzeybatı Alman şehrinde satılan içme sütleri üzerinde yaptıkları araştırmada, satış yerine büyük kaplar içerisinde gelen ve burada tüketiciye küçük miktarlar halinde (1-2 litre) satılan, yani açık satılan pastörize sütlerde mikrobiyolojik kalitenin çok çabuk düştüğünü ve kapalı kaplar içerisinde satılan pastörize sütlerde koliform bakteri sayısının ortalama 13 adet/ml olurken, bu tip açık satılan sütlerde 1723 adet/ml olduğunu saptanmıştır.

Pfennig (1975) pastörize sütlerin yalnız fabrika ve satış yerinde değil, aynı zamanda tüketiciye ulaşıncaya dek 10°C'nin altında muhafazası gerektiğini bildirmekte ve pastörize sütün kalitesinin çığ sütteki bakterilere (bakterilerin sayısı, cinsi, spor yapısı yap-

madığı gibi), depoda muhafaza sıcaklığına ve ışıklanmasına (ışıklanma süresi, ışık dalga boyu, ambalaj materyalinin cinsi v.s.) bağlı olarak değiştiğini yazmaktadır.

Busse (1975) "Mikrobiyolojik açıdan pastörize sütlerin dayanıklılığı" adlı raporunda, Federal Almanyada 12°C'de muhafaza edilen sütlerin (pastörize) dayanma süresinin 7-8 gün olduğunu bildirilmektedir.

3. Materyal ve Metodlar

3.1. Materyal

Araştırmamızda materyal olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Çiftliğinden sabah sağımını müteakip alınan ve bileşimleri ile genel bakteri sayıları cetvel 1'de verilen inek sütleri kullanılmıştır.

Cetvel 1: Deneme Sütlerinin Bileşimi ve Genel Bakteri Sayısı

Deney No:	S Ü T T E							
	Su (%)	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Laktöz (%)	Kül (%)	SH	Bakteri sayısı milyon/ml
1	89.387	10.613	2.90	3.307	3.851	0.555	7.5	14.5
2	86.572	13.428	4.20	3.503	5.067	0.658	7.0	3.6
3	87.847	12.153	3.60	3.458	4.454	0.642	8.7	5.6

Sütlerin pastörize edilmesi ve denemenin düzenlenmesi ise aşağıdaki gibidir.

Cetvel 1'de bileşimleri ve genel bakteri sayıları verilen inek sütleri "düşük ısıda uzun zamanlı pastörizasyon" normuna göre laboratuvar koşullarında pastörize edilmişler ve 500 cc lik steril şişelere koyulmuşlardır. Pastörizasyonun kontrolü ve muhafazanın başlangıcında pastörize sütte bulunan genel bakteri sayısı ile asitlik (SH)'in saptanması için bu şişelerden tesadüfi olarak iki tanesi nümune süt kabul edilmiş ve bunlarda koli testi ile genel bakteri sayımı ve asitlik belirtilmesi yapılmıştır. Pastörize sütler her birinde 7 nümune olacak şekilde şansa bağlı olarak 5 guruba ayrılmışlardır. Ön görülen muhafaza sıcaklıkları şöyledir:

1. grup 5°C, 2. grup 18°C, 3. grup 22°C, 4. Grup 26°C ve 5. Grup 30°C, Pastörize sütlerde genel bakteri sayısının ve asitlik artışının seyri takip etmek için 1.2.3. ve 4. saatlerin sonunda her gruptan alınan birer nümunedede önce genel bakteri sayımı, sonrada asitlik belirtmesi, 16. 20. ve 24. saatlerde ise her gruptan alınan nümunelerde sadece asitlik belirtmesi yapılmıştır.

3.2. Metodlar: Araştırmamızda aşağıdaki metodlar kullanılmıştır.

3.2.1. Kurumadde Oranı: Kuru madde kaplarında 5 gr. süt tartılıp 100-105°C lik etüvde değişmez ağırlık alıncaya dek suyu uçurularak, kalan kuru ağırlık tartılmış ve aradaki ağırlık farkından yararlanılarak % kuru madde bulunmuştur (Kurt 1968).

3.2.2. Yağ Oranı: Gerber metodu ile belirtilmiştir (Kurt 1968).

3.2.3. Protein Oranı: Kjehldahl metodu ile bulunan Nitrojen miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak protein oranı bulunmuştur (Kurt 1968).

3.2.4. Laktoz (süt şekeri) Oranı: Kurumadde oranından yağ, protein ve kül oranları çıkarılarak hesaplanmıştır (Kurt 1968).

3.2.5. Kül Oranı: Porselen kapsülde 5 gr. kadar süt tartılıp önce etüvde suyu uçurulmuş, sonra 550°C'lik kül fırınında beyazımsı bir renk alıncaya dek yakılarak kalan kül miktarından % kül oranı bulunmuştur (Kurt 1968).

3.2.6. Mikroorganizma sayısının belirtilmesi.

Mikroorganizma sayımı petri kutularında yapılmıştır. Yapım tekniği aşağıdaki gibidir.

a- Tamponlu dilüsyon sıvısının hazırlanması

Bunun için önce 34 gr. KH_2PO_4 alınıp 500 ml destile suda eritilmiş ve pH sı 1 N NaOH ile 7.2 ye ayarlanıp destile su ile 1000 ml. ye tamamlanarak stok eriyik hazırlanmış, sonrada bu stok eriyikten 1000 ml. destile suya 1.25 ml. eklenip pH sı kontrol edilerek dilüsyon hazırlamada kullanılan esas dilüsyon sıvısı hazırlanmıştır. Bu hazırlanan dilüsyon sıvısından kuru ve temiz dilüsyon şişelerine 99 ml. konmuş ve ağzları kapatılan dilüsyon şişeleri sterilizatöre yerleştirilip 1 atmosfer basınç altında 20 dakika bekletilerek sterilize edilmiş ve soğutulduktan sonra kullanılmıştır (Yöney 1972).

b- Besi yerinin hazırlanması

Denememizde besi yeri olarak "Bacto Nutrient Agar" (Dehydrated) besi yeri kullanılmıştır. Dehydrated Nutrient Agardan besi yeri hazırlamak için Agar'ın prospektüsünde yazılmış olan miktar kadar (31 gr.) agar tartılmış ve bir erlanmeyere konarak üzerine 1000 ml destile su ilâve edilip agarın erimesi için ısıtılmış ve kaynatılmıştır. Isıtma sırasında erlanmeyer sık sık çalkalanmak suretiyle agarın alt kısma yapışmaması sağlanmıştır. Agar tamamen eriyip rengi berraklaşınca, soğutulmuş ve pH sı kontrol edilerek 7.2 ye ayarlanıp erlenmayerin ağzı pamuk tıkaçla kapatılarak otoklavda sterilize edilmiştir. Vasatlar hemen kullanıldığından sterilize edildikten sonra 45°C ye kadar soğutulmuş ve katılaşmaması için bu derecede muhafaza edilmiştir.

c- Petri kutularının temizlenmesi ve sterilizesi

Kirli petri kutuları sterilize edildikten sonra içerisindeki agarları atılmış ve önce çeşme suyu ile çalkalanmış daha sonra sıcak deterjanlı su ile fırçalanarak, yıkanmış ve çeşme suyu ile tekrar çalkalanmıştır. Daha sonra % 1 lik asitli sudan geçirilen petri kutuları önce çeşme suyu ile, müteakibende destile su ile çalkalanmış ve kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan petri kutuları 160-180°C deki etüvde 2 saat bekletilerek sterilize edilmiş ve soğutulduktan sonra kullanılmıştır (Leloğlu, 1973).

d- Pipetlerin temizlenmesi ve sterilize edilmesi

Gerek dilüsyonların hazırlanmasında ve gerekse petri kutularına ekim yapmada kullanılan pipetler, içlerin-

deki süt kalıntısının kurumaması için kullanılmalarından hemen sonra su dolu bir kaba konmuşlar ve petri kutularında anlatıldığı gibi temizlenmiş ve sterilize edilmişlerdir.

e- Sayımın yapılışı

Süt nümunesi iyice çalkalandıktan sonra steril pipetle 1 ml. süt alınıp daha önce hazırlanmış olan ve içerisinde 99 ml. steril dilüsyon bulunan dilüsyon şişesine konularak 1/100 lük bir dilüsyon hazırlanmış, sonra bu dilüsyon iyice çalkalanıp bundan da 1 ml. alınarak içerisinde 99 ml. steril dilüsyon bulunan başka bir dilüsyon şişesine konmuş ve bu suretle de 1/10.000 lik bir dilüsyonun hazırlanmıştır. Aynı şekilde bundan da 1/1.000.000 lik dilüsyon hazırlanmıştır (Yöney 1972). Sütte bulunabileceği tahmin edilen mikroorganizma sayısı dikkate alınarak uygun dilüsyonların üçü (pastörize sütteki mikrop sayımında 1/100, 1/1000 ve 1/10.000 lik dilüsyonlardan, çiğ sütteki mikrop sayımında ise 1/100.000, 1/1.000.000 ve 1/10.000.000 luk dilüsyonlardan) seçilmiş ve bunlardan arzu edilen dilüsyon oranına göre steril pipetle 1 ml. ya da 0.1 ml. dilüsyon alınıp steril petri kutularının kapağı hafifçe aralanarak içerisine konduktan sonra üzerine 45°C deki besi yerinden 10-15 ml. kadar dökülmüş ve çevirme hareketi ile yayılması sağlanmıştır. Besi yeri sertleşince petri kutuları $32 \pm 1^\circ\text{C}$ deki inkübatöre yerleştirilmiş ve 48 saat sonra inkübatörden çıkarılarak gelişen koloniler sayılmış, 30 ile 300 arasında koloni ihtiva eden petri kutularındaki sayılar araştırmaya esas olarak alınmış, diğer petri kutularındaki sayımlar (30 dan az ve 300 den fazla)

dikkate alınmamıştır (Yöney, 1972, Kurt 1968).

3.2.7. Pastörize sütte koli aranması

Pastörize sütte koli bulunmaz. Bulunması demek ya pastörizasyon ısısının ya da süresinin yetersiz olduğu ya da sonradan bulaşma olduğu, araç ve gerecin temiz olmadığı anlamındadır. Her durumda da o süt pastörize sayılmaz. Bu husus tarafımızdan dikkate alınmış ve mikrop sayımının yanında koli testi de yapılmıştır. Koliform bulunan sütlere ilişkin denemeler değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Testin yapılışı şöyledir:

a- Kültür ortamının hazırlanması

Besi yeri olarak Mac Conkey ortamı kullanılmıştır. Bunun hazırlanması için 5 gr. Sodyumtaurocholate 20 gr. pepton 5 gr. NaCl ve 10 gr. laktöz tartılmış ve bir erlenmayere konup üzerine 950 ml. destile su eklenmiştir. Erlenmayerin içindekiler su banyosunda kaynatılarak eritilmiş ve soğutulduktan sonra buzdolabının buzlukuna koyulmuştur. Ertesi günü filitite kâğıdından süzülüp fenolkırmızısı endikatörü ile pH sı 7.2 ye ayarlanmış ve daha sonra üzerine 50 ml. % 0.04 lük bromkresol mavisi eklenmiştir. Hazırlanan bu besi yerinden içerisinde dürham tüpü bulunan kültür tüplerine 5 ml. kadar konmuş ve tüplerin pamukla ağzı kapatılıp otoklavda sterilize edilmiştir (Yöney, 1972).

b- Eosin-Metilen - Blue (EMB) vasetinin hazırlanması

Bunun için "Bacto EMB Agar" (Dehydrated) besi yerinden prospektüsünde yazılmış olan miktar kadar (36 gr) tartılıp üzerine 1000 ml. destile

su eklenmiş ve besi yerinin ermesi için ısıtılmıştır. Besi yeri tamamen eriyince pH sı ayarlanmış ve otoklavda sterilize edildikten sonra steril petri kutularına 10-15 ml. kadar dökülmüştür. Dökülen besi yeri sertleşince petri kutuları buz dolabına konmuş ve kullanılıncaya dek orada saklanmıştır.

c- Testin yapılışı

Süt numunesi iyice çalkalandıktan sonra steril bir pipetle 1 ml. süt alınıp daha önce hazırlanmış olan Mac Conkey ortamına eklenmiş ve tüpler ağızları pamukla kapalı olarak 37°C deki inkübatöre yerleştirilmiştir. 48 saatlik

inkübasyon süresi sonunda inkübatörden çıkarılan tüplerde asit ve gaz oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir. Eğer ortamın rengi sarıya dönmüş yani ortamda asit oluşmuş ve dürham tüplerinde de gaz birikmiş ise numune sütte koliform bulunabileceği kanısına varılmış ve kesin teşhis için bu tüplerden platin öze ile EMB besi yerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37°C deki inkübatörden çıkarılıp kolonileri incelenmiştir. Eğer koloniler parlak yeşilimsi renkte ise numunede koliform bakterileri var demektir. aksi durumda ise numunede koliform bakterileri yok demektir (Leloğlu, 1973).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Değişik Sıcaklık Derecelerinde Muhafaza Edilen Sütlerin Genel Bakteri Sayısının Değişimi

Süt pastörize edildikten sonra, içerisinde çiğ sütteki bakterilerin cinsine, yaşına, sayısına ve spor yapıp yapmamasına göre bir kısım saprofit bakteri kalmaktadır. Uygun sıcaklık derecesi bulunca yasaların öngördüğü hudut'un çok üzerinde çoğalan bu saprofit bakteriler - sütün asitliğinin yükselmesine ve onun pıhtılaşmasına da neden olabilirler. Muhafaza sıcaklık derecesinin pastörize sütün bakteri sayısının artışı üzer ne etkisini incelemek amacı ile yapılan bu denemede, değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize sütlerin genel bakteri sayılarının belirli aralıklarla yapılan sayımlardaki değişimleri 2,3 ve 4 numaralı cetvellerde verilmiştir. Cetvellerin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, muhafaza sıcaklık derecesi yükseldikçe ve muhafaza süresi uzadıkça bakteri sayısı sürekli art-

maktadır. Mesela cetvel 2 incelendiğinde içerisinde 17.000 bakteri bulunduran pastörize süt 5°C de (buzdolabı koşullarında) muhafaza edildiğinde genel bakteri sayısının 1. saatin sonunda hiç değişmemiş olduğu (17.000), 2. saatin sonunda 30.000'e, 3. saatin sonunda 37.000'e ve 4. saatin sonunda da 41.000'e yükseldiği, aynı süt 18°C de muhafaza edildiğinde ise genel bakteri sayısının 1. saatin sonunda 28.000'e, 2. saatin sonunda 41.000'e 3. saatin sonunda 47.000'e ve 4. saatin sonunda da 114.000'e yükseldiği ve aynı durumun 22,26 ve 30°C de muhafaza edilen sütlerde de olduğu görülür. 4. saatin sonunda en yüksek mikroorganizma sayısı 30°C de muhafaza edilen sütlerde bulunmuş, bunu sırası ile 26,22 ve 18°C de muhafaza edilen sütlerdeki bakteri sayıları takip etmiş ve en düşük değerlerde 5°C de muhafaza edilen pastörize sütlerde bulunmuştur. Hoffman (1955) pastörize şişe sütünün 21°C de muhafaza edildiğinde başlangıçta orta-

lama 953 (bakteri/ml) olan bakteri sayısının, 24 saat sonra 35.708.000'e yükseldiğini yani bakteri sayısının 43146 kat arttığını, başlangıçta ortalama 410 (bakteri/ml) bakteri ihtiva eden pastörize sütün 16°C de muhafaza edildiğinde ise 24 saat sonra bakteri sayısının 296166 ya yükseldiğini, yani bakteri sayı-

sının sadece 782 kat arttığını bildirmektedir. Rakamları farklı olmakla beraber bu araştırma da, muhafaza sıcaklığı yükseldikçe bekleme süresinin uzunluğu ile ilgili olarak bakteri sayısının arttığını göstermesi bakımından tarafımızdan bulunan sonuçlara benzerdir.

Cetvel2: Değişik sıcaklık derecelerinde saklanan pastörize sütün genel bakteri sayısındaki değişme (tekerrür 1)

Sıcaklık °C	Analiz Saatleri			
	1	2	3	4
5	17.000	30.000	37.000	41.000
18	26.000	41.000	47.000	114.000
22	29.000	80.000	106.000	114.000
26	33.000	85.000	125.000	165.000
30	39.000	104.000	170.000	204.000

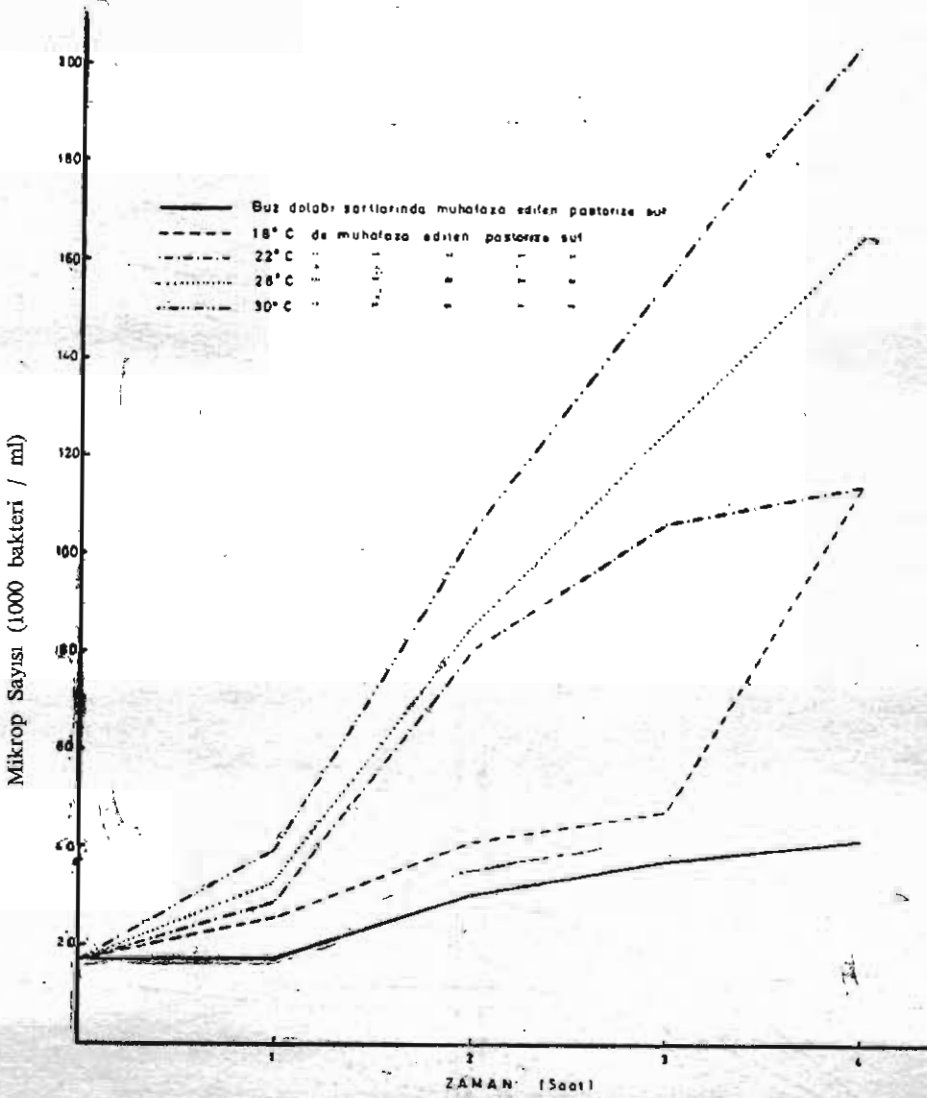
Cetvel 3: Değişik sıcaklık derecelerinde saklanan pastörize sütün genel bakteri sayısındaki değişme (tekerrür 2)

Sıcaklık °C	Analiz Saatleri			
	1	2	3	4
5	16.000	29.000	38.000	47.000
18	19.000	30.000	48.000	63.000
22	26.000	44.000	68.000	73.000
26	28.000	47.000	70.000	88.000
30	36.000	57.000	78.000	116.000

Muhafaza sıcaklık derecesi ve süresine göre mikroorganizma sayısındaki artışın değişimini daha iyi açıklayabilmek için, cetvel değerlerini grafiklerle gösterme cihetine gidilmiş, 1, 2 ve 3 nolu grafikler çizilmiştir. Grafik 1 incelendiğinde görüleceği gibi, muhafaza sıcaklık derecesi yükseldikçe pastörize sütteki mikroorganizmaların sayısı da artmıştır. 5°C de muhafaza edilen pastörize sütlerin mikroorganizma sayısının artış hızı yavaş olduğu halde, saklama sıcaklık derecesi yükseldikçe bakteri sayısının artış hızı da fazla olmuş en yük-

sek artışı hızı 30°C de muhafaza edilen pastörize sütlerde görülmüştür.

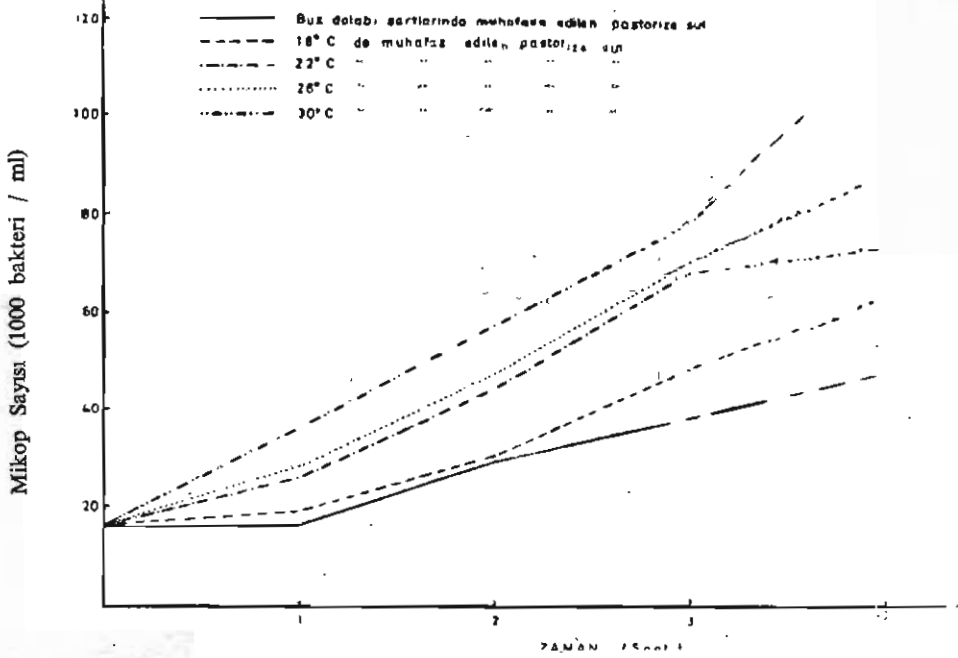
Grafik 2 ve 3 incelendiğinde artış hızı değişik olmakla beraber, benzer bir durum görülür. Grafik 1, 2 ve 3 deki mikroorganizma sayılarının artış seyri birbirleri ile kıyaslandığında, en fazla artış hızının 1. denemede olduğu, bunu 2. denemenin takip ettiği ve en düşük artış hızının da 3. denemede olduğu dikkati çekmektedir. Bu durumu, denemeye alınan her üç pastörize sütteki başlangıç mikroorganizma sayılarının farklı olması ve bakterilerin cinsi



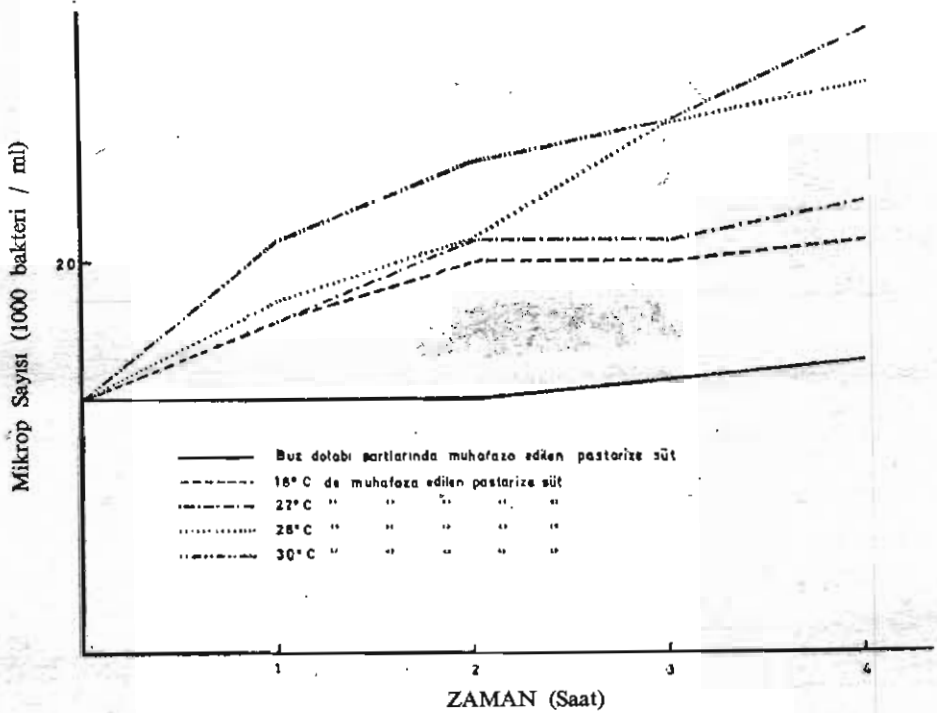
Grafik 1. 1. Denemeye ait mikrop sayılarının değişimi

Cetvel 4: Değişik sıcaklık derecelerinde saklanan pastörize sütün genel bakteri sayısındaki değişime (tekerrür 3)

Sıcaklık °C	Analiz saatleri			
	1	2	3	4
5	13.000	13.000	14.000	15.000
18	17.000	20.000	20.000	21.000
22	17.000	21.000	21.000	23.000
26	18.000	21.000	27.000	29.000
30	21.000	25.000	27.000	32.000



Grafik 2. 2. Denemeye ait mikrop sayılarının değişimi.



Grafik 3. 3. Denemeye ait mikrop sayılarının değişimi

ile, çoğalma hızlarının ani olmaması şeklinde açıklamak mümkündür (Yöney, 1965, Terplan ve Wiesner 1970, Ciblis 1965).

4.2. Değişik Sıcaklık derecelerinde Muhafaza Edilen pastörize Sütlerin Asitlik Derecelerinin Değişimi.

Yeni sağılmış süte süt asiti bulunmaz. Süt asiti, süte çeşitli yollarla bulaşan bakteriler tarafından süt şekerinin (laktoz) parçalanması ile oluşmaktadır. Sütteki asitlik onun ürünlere işlenmesi yönünden önemlidir. Asitlik belli bir dereceyi bulunca, süt ısıtılırsa derhal kesilir. Mikroorganizmaların fa-

aliyeti üzerine en önemli etmen ortamın sıcaklığıdır. Ortamın sıcaklığı bir çok bakteri çeşidi için kritik sıcaklık olan 12-13°C den itibaren optimum gelişme sıcaklığı olan vücut sıcaklık derecesine doğru yükseldikçe mikroorganizmaların çoğalması ve bunun doğal sonucu olarakta süütün asitliği bekleme süresi ile doğru orantılı olarak yükselir. Cetvel 5,6 ve 7 de deneme pastörize sütlerindeki asitliğin değişimi verilmiştir. Cetvellerden de görüleceği gibi, süütün muhafaza sıcaklığı yükseldikçe asitliği daha çabuk artmakta ve dayanma süresi kısalmaktadır.

Cetvel 5: Değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize süütün asitlik derecesindeki değişme (SH) (tekerrür 1)

Sıcaklık °C	Analiz Saatleri						
	1	2	3	4	16	20	24
5	7.0	7.2	7.2	7.2	7.2	7.4	7.4
18	7.2	7.2	7.4	7.4	7.4	7.4	7.6
22	7.4	7.4	7.6	7.6	7.6	8.4	11.4
26	7.4	7.4	7.6	7.6	7.8	9.4	Kesildi
30	7.4	7.6	7.6	7.6	8.4	Kesildi	Kesildi

Cetvel 5'e ilişkin sonuçlar incelendiğinde 5°C de muhafaza edilen pastörize sütlerde başlangıçta 7 SH olan asitliğin 24 saat sonra 7.4 SH olduğu halde 22°C'de muhafaza edilenlerde aynı asitlik derecesinin 24 saat sonra 11.4 SH'e, 26°C de muhafaza edilenlerde ise

aynı asitlik derecesinin 20 saat sonra 9.4 SH'e yükseldiği, 24 saat sonra ise süütün pıhtılaşığı, 30°C de muhafaza edilenlerin ise asitliğinin 16. saatten sonra 8.4 SH'e yükseldiği ve 20. saat sonunda ise yine süütün pıhtılaşığı görülür.

Cetvel 6: Değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize süütün asitlik derecesindeki değişme (SH) (tekerrür 2)

Sıcaklık °C	Analiz Saatleri						
	1	2	3	4	16	20	24
5	6.8	6.8	6.8	6.8	6.9	7.0	7.0
18	6.8	7.0	7.0	7.0	7.2	7.3	8.9
22	6.8	7.0	7.0	7.0	7.2	8.4	9.2
26	6.8	7.0	7.0	7.0	8.9	11.0	Kesildi
30	7.0	7.0	7.0	7.2	9.9	Kesildi	Kesildi

Cetvel 6 incelendiğinde, buradaki asitlik artışının da cetvel 5 dekinе benzer bir durum gösterdiği anlaşılır. Cetvel 7'ye ilişkin değerler incelendiğinde ise başlangıçtaki asitliğin daha yüksek (8 SH) olmasına rağmen 24 saat sonra sadece 30°C de muhafaza edilen sütün

pıhtılaştığı görülür. Bunun nedenini, aynı pastörize süte ilişkin genel bakteri sayısının az olması (13.000 bakteri/ml.) ve ilk dört saatteki bakteri çoğalma hızının 1. ve 2. denemelerdeki bakteri sayısının artışına göre az olması ile açıklamak mümkündür.

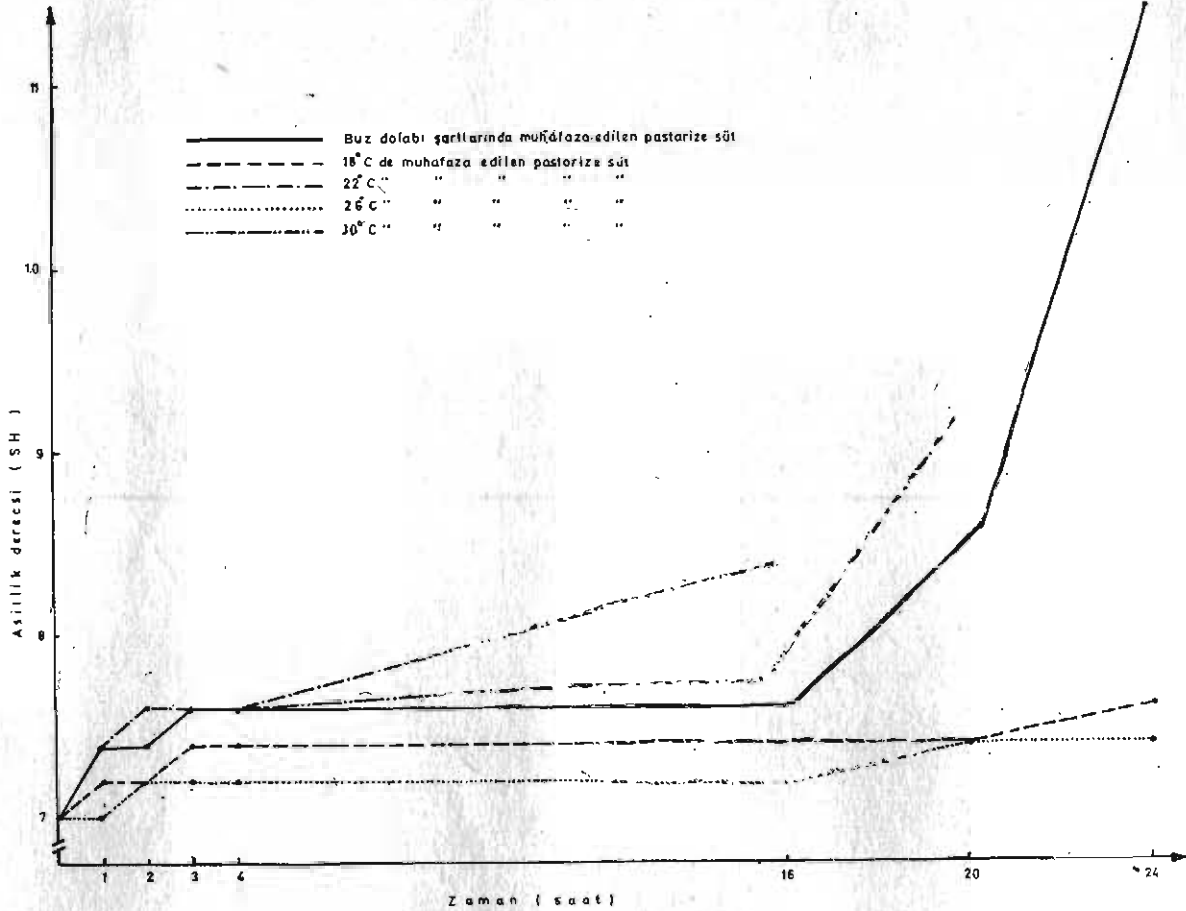
Cetvel 7: Değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize sütün asitlik derecesindeki değişme (SH) (tekerrür 3)

Sıcaklık °C	Analiz Saatleri						
	1	2	3	4	16	20	24
5	8.2	8.2	8.3	8.3	8.4	8.5	8.8
18	8.2	8.2	8.4	8.4	8.5	8.8	9.0
22	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	9.1	9.6
26	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	9.1	10.0
30	8.4	8.4	8.6	8.6	9.6	12.4	Kesildi

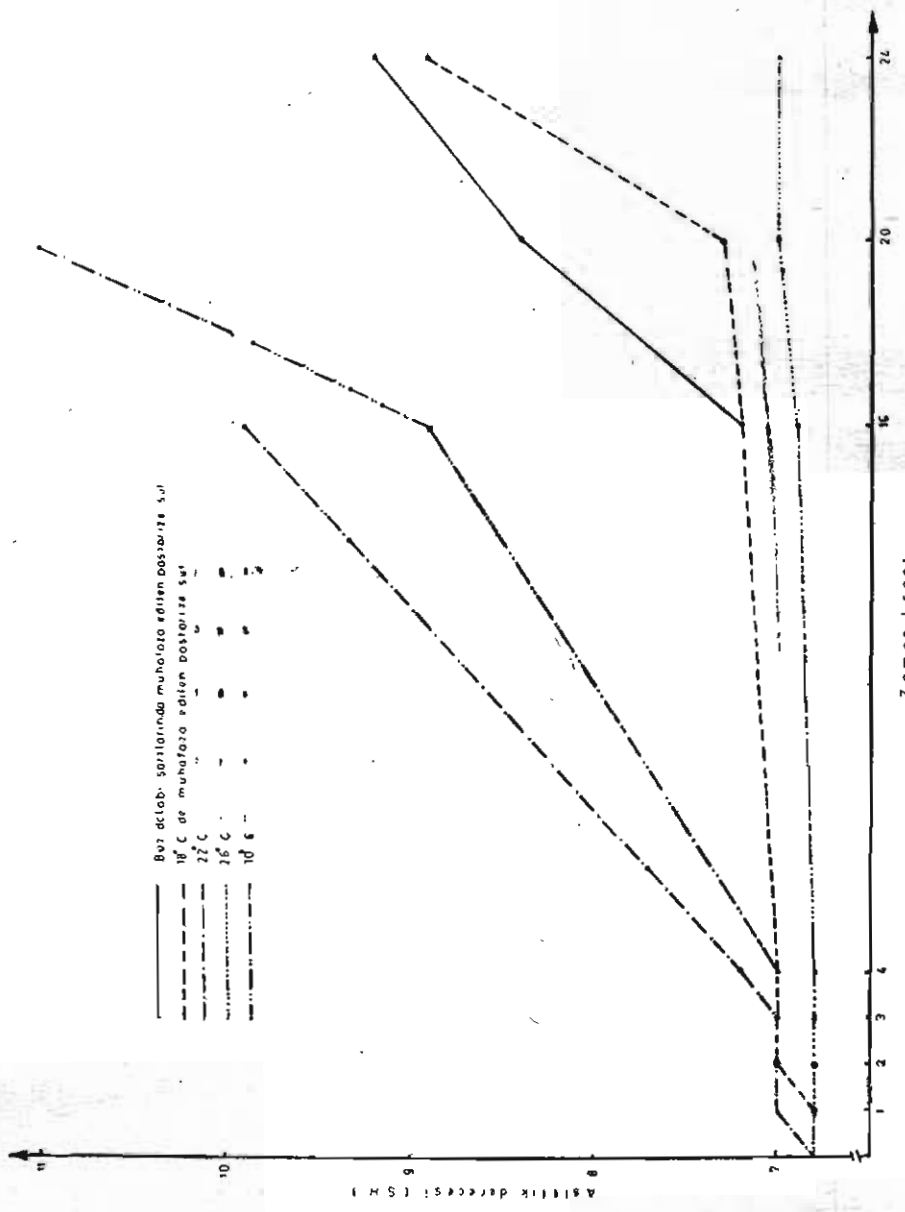
Ciblis (1965) de, depolama sıcaklığının pastörize sütün dayanma süresi üzerine etkisini açıklamak amacı ile yaptığı araştırmada; laboratuvar koşullarında pastörize edilen sütlerin 5°C de depolandıklarında başlangıçta 6.2 SH olan asitliğin 27.8 gün sonra 6.8 SH'e yükselirken, aynı sütler 10°C de muhafaza edildiklerinde asitliğin 9 gün sonra 7.4 SH'e, 15°C de muhafaza edildiklerinde 3.6 günde 7.5 SH'e ve 20°C de muhafaza edildiklerinde ise 2.8 gün sonra 8.1 SH'e yükseldiğini, fabrika koşullarında pastörize edilen sütlerde ise başlangıçta 6.4 SH olan asitliğin sütler 5°C de muhafaza edildiklerinde 17.7 gün sonra 9.2 SH'e yükselirken 10°C de muhafaza edildiklerinde 9.5 gün sonra 7.6 SH'e ve 15°C de muhafaza edildiklerinde ise 3.4 gün sonra 12.8 SH'e yükseldiğini saptamıştır. Bu denemenin sonuçları da sütlerin muhafaza sıcaklığı yükseldikçe asitliğin çok çabuk arttığını ve bununla ilgili olarak da yanma süresinin kısaldığını göstermesi bakı-

mından tarafımızdan bulunan sonuçlara tamamen uymaktadır.

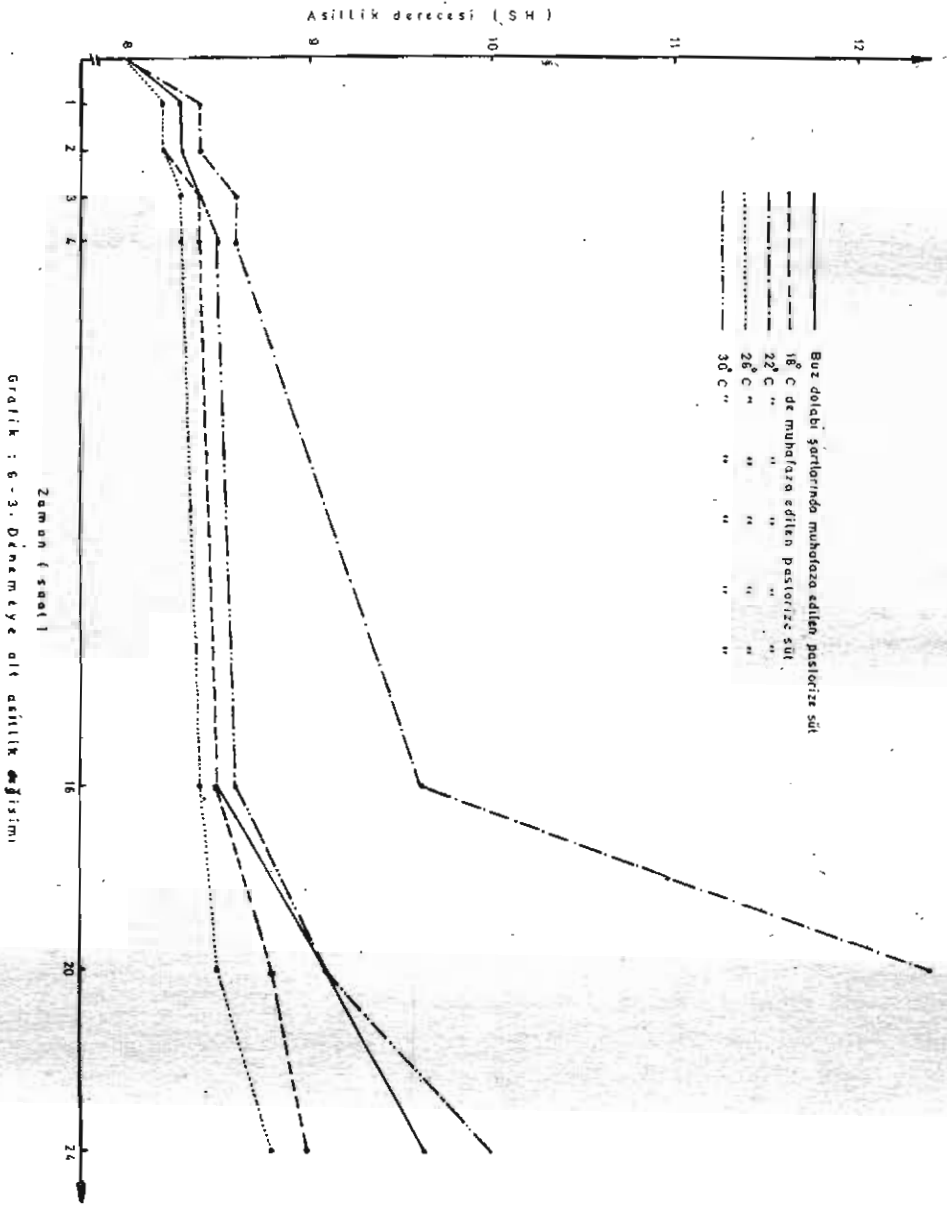
Kirchhübel ve Reinsch (1976) da ticari pastörize sütler üzerinde yapmış oldukları denemelerde, 20°C de muhafaza edilen pastörize sütlerde toplam numune sayısının % 47.2 si 24 saat sonra 7.4 SH asitliğin üzerine çıkarken, muhafaza sıcaklığı 10°C olan numunelerin 24 saat sonra % 2.2 si, 48 saat sonra % 7.9'u ve 72 saat sonra % 24.2 sinin bu asitlik derecesine eriştiğini saptamışlardır. Bu sonuçlarda muhafaza sıcaklık derecesi yükseldikçe asitlik artışının çok hızlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca Pfennig (1975) de depolama sıcaklığının 7°C den 10°C ye yükselmesi halinde dayanma süresinin 2 gün ve 4 C den 7 C ye yükselmesi halinde dayanma süresinin ise % 50 kısaldığını bildirmektedir. Görüldüğü gibi bütün sonuçlar bir noktada birleşmektedirler. Muhafaza sıcaklığı yükseldikçe asitlik artışı hızlanır ve bunun sonucu olarak dayanma süresi kısalmaktadır.



Grafik 4-1. Denemeye ait asitlik değişimi



Grafik: 5-2, Denemeye ait asitlik değişimi



Değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen pastörize sütlerdeki asitlik değişimini daha iyi açıklayabilmek için de cetvel 5,6 ve 7 nin değerleri esas alınarak, 4,5 ve 6 nolu grafikler çizilmiştir. Grafiklerin tetkikinden de anlaşılacağı üzere, değişik sıcaklık derecelerinde muhafaza edilen sütlerin ilk 4 saatteki asitliklerinin seyri birbirine benzerdir, artışları da azdır. Fakat 16. ve daha sonraki saatlerde asitliklerin seyri çok değişmekte ve sıcaklık yükseldikçe asitlikte artan oranlar halinde yükselmektedir. Başlangıçta yavaş olan asitlik artışının 16. saatten sonra çok hızlı olmasının nedenini sütteki asitliğin yükselmesine neden olan etmenlerin,

yani bakterilerin çoğalmasının geometrik dizi şeklinde olması ve çoğalan bakterilerin asitliği daha kısa sürede geliştirmeleri ile açıklayabiliriz.

Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, yeterli şekilde pastörize edilen ve Gıda Maddeleri Nizamnamesinin öngördüğü bakteri sayısı limitinin (20.000 bakteri/ml) altında bakteri ihtiva eden pastörize sütler 30°C de 4 saat süre ile bekletildiklerinde asitlik derecesi en çok 7 SH den 7,6 SH'ye yükselmekte ve bu asitlik de sütü pıhtılaştırmamaktadır. Fakat bu derecede muhafaza süresi uzarsa asitlik artışı hızlanmakta ve sütlerde pıhtılaşmaktadır.

6. ZUSAMMENFASSUNG

(Untersuchungen über die Bestimmung der Aziditaet und Kleinlebewesenszahl der pasteurisierten und bei den unterschiedlichen iemperaturen aufbewahrten Milch).

Um im Verlaufe der Zeitdauer die Veraendernug des Sauregrades und Anzahl des Kleinlebewesens in den pasteurisierten Milch, die bei den unterschiedlichen Temperaturen aufbewahrt sind, bestimmen zu können, wurde diese Arbeit geplant. Als Untersuchungsmaterial wurde die Kuhmilch vom Gutshof Atatürk Universtitaet genommen, dass die Proben gleich nach dem Melken schnell in das Laboratorium des Instituts für Milchwirtschaft abegeholt und dort analysiert wurden.

Als Pasteurisierungsmethode wurde die Daurerhitzung angewandt, bei der die Milch 30 Minuten lang auf 65°C erhitzt wird. Die pasteurisierten Milch

in Flaschen wurden unter Kühlungsbedingungen (+ 5°C) sowie bei 18, 22, 26 und 30°C zur Aufbewahrung gestellt. Es wurde bei pasteurisierter Milch je einer Stundenzzeit auf vier mal allgemeine Kleinlebewesen- und auch Saeuregradzahl, die bei den 16, 20, und 24, Stunden spaeter nach dem Pasteurisierungsvorgang weiter ermittelt wurde, bestimmt.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Mit der Steigung der Aufbewahrungstemperatur der pasteurisierten Milch wird sich die Anzahl der Bakterien in dieser Milch auch erhöht. Es besteht naemlich eine positive Korrelation zwischen Temperaturen und Bakterienanzahl. Übrigens muss betont werden, dass die Mindeststeigungsgeschwindigkeit der Bakterienzahl bei 5°C, am schnellsten dagegen aber bei 30°C

- aufbewahrten pasteurisierten Milch zu bestimmen ist.
2. Zwar die Steigung der Saeuregradzahl der Milch in den ersten 4 Stunden nach dem Pasteurisierungsvorgang im Stande ist, aber war die klare bzw, offensichtliche Saeuregradzahlsteigung nach der 16, Stundenaufbewahrung zu ermitteln. Wie oben bei der Bakterienzahl geklaert und zum Ausdruck gebracht wurd, war die Steigung der Saeregradzahl bei 5°C wieder am wenigstens, dagegen aber be 30°C am höchstens.

3. Im Falle, dass die ordnungsgemaess pasteurisierte Milch 4 Stunden lang bei 30°C aufbewahrt wird, gerinnt die Milch nicht, denn die entstehende Aziditaet zu wenig ist.
4. Zum Schluss kann in Ruhe zum Ausdruck gebracht werden, dass die Milch dann leicht gerinnt wird, falls sich die Temperatur und die Dauer der Aufbewahrung der Milch erhöht wird, Die echte Gründe dafür sind die Bakterien in Milch, die die Lactose in Milch schnell zur Milchsaeure verwandeln können.

7. Literatür

- Busse, M, 1975, Die Haltbarkeit der pasteurisierten Konsummilch, Ein Bericht aus der Sicht des Mikrobiologen, Die Molkereizeitung Welt der Milch, 29, Jahrgang 49.
- Ciblis, E, 1965, Einfluss verschiedeher Faktoren auf die bakteriologische Beschaffenheit und Haltbarkeit von pasteurisierten Milch, Milchwissenschaft, Jahrgang 20, Heft 3.
- Demeter, J. K. 1967, Bakteriologische Untersuchungsmethode der Milchwirtschaft, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Hoffmann, S, 1955, Pasteurisirierte Milch ist keine Konserve, Separatadbruck aus der Schweiz. Milchzeitung, Schafhausen 56.
- Izmen, E. R. 1959. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Ank. Üni. Zir. Fak. yayınları 155 Ankara.
- Kiermeier, F. und Lechner, E. 1975. Milch und Milcherzeugnisse. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- Kirchhübel, W und Reinsch, G. 1976. Untersuchungen zur Haltbarkeit von pasteurisierter Trinkmilch. Die Nahrung 20, 6. 661-667.
- Kurt, A. 1968. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi, Atatürk Üni. Yayınları, 64, Erzurum.
- 1977, Süt Teknolojisine Giriş. Atatürk Üni. Yayınları 495, Zir. Fak. Yayınları 230, Ders Kitapları serisi 35, Erzurum.
- Leloğlu, N. 1973. Genel Mikrobiyoloji. Ata. Üni. Yayınları No. 234. Zir. Fak. Yayınlar i -No. 118 Ders Kitapları Seisi No. 16. Ata. Üni. Basımevi Erzurum.
- Pfennig, H. 1975. Die Haltbarkeit der pasteurisierten Konsummilch.

Ein Bericht aus der Sicht des Molkereipraktikers. Die Molkerei Zeitung Welt der Milch 29. Jahrgang 48.

Roeder, G. 1954. Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Schönheit, W. 1965. Hygiene der Milch und Milcherzeugnisse. VEB Gustav Fischer Verlag Jena.

Spreer, E. 1974. Technologie der Milchverarbeitung. VEB Fachbuch Verlag Leipzig, 3. Auflage.

Terplan, G. und Wiesner, U. 1970. Zur Mikrobiologischen Qualität

der Trinkmilch. Sonderdruck aus Archiv für Lebensmittelhygiene 4, Seiten 73-79.

Wiesner, H. U., Terplan, G. und Weber, W. E. 1970. Zur Mikrobiologischen Qualität der Trinkmilch. Sonderdruck aus Archiv für Lebensmittelhygiene 5, Seiten 104-109.

Yöney, Z. 1965. Süt Teknolojisi. Ankara Üni. Zir. Fak. Ders Kitabı 88, Ankara.

..... 1972. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodu. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları 491, Ders Kitabı 165, Ankara.