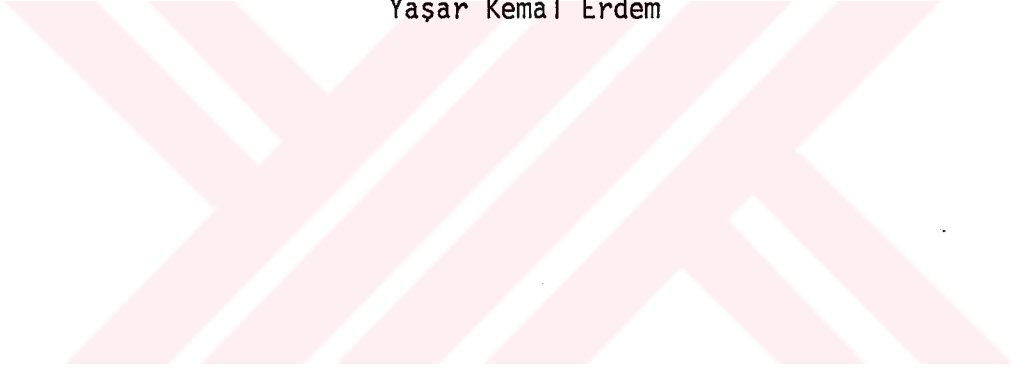


168649

SÜTE SU KATMA YOLU İLE YAPILAN  
HİLELERİN SAPTANMASINDA ALTERNATİF  
BİR YÖNTEM OLARAK İLETKENLİK KÖPRÜSÜ  
AYGITININ KULLANILABİLİRLİĞİ

Bağış, Ağustos 1987

Yaşar Kemal Erdem



Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

BİLİM UZMANLIĞI TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

HAZİRAN-1987

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında  
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. İlhan Saldan

Üye : Doç. Dr. Emel Sergin

Üye : Doç. Dr. Filiz Arçin

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu  
onaylarım.

.../.../1987



Prof. Dr. Acar Işın

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*AILEME*



## ÖZET

Günümüzde ticari işlem gören sütlere, su katımı yoluyla yaygın olarak hile yapıldığı bilinmektedir. Çiğ sütün teknolojik niteliklerini ve beslenme değerini olumsuz olarak etkileyen bu uygulamanın ya tamamen ortadan kaldırılması ya da köklü bir çözüm getirilmesi gereklidir. Bu amaçla öncelikle süte katılan su niceliğinin güvenilir ve duyarlı bir yöntemle saptanması ve denetlenmesi konusu ele alınmalıdır.

Bilindiği gibi süt endüstrisinde ileri gitmiş batılı ülkelerde süte katılan su oranının saptanmasında donma noktası depresyonu ölçümlerinden yararlanılmaktadır. Fakat bu ölçümlerin gerçekleştirildiği aygıtlar, kullanıcılarına çok büyük parasal harcamalara mal olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak ülkemizde bu aygıtın yaygın olarak ve işletme düzeyinde kullanımı çok sınırlanmaktadır.

Bu araştırmada süte katılan su oranının saptanmasında donma noktası depresyonu yerine, sütün elektriksel iletkenlik değerlerinin ve basitleştirilmiş molekül sabitesi değerlerinin kullanılabilirliği irdelenmeye çalışılmıştır. Amaç, bu yöntemlerin kullanım olanaklarını saptamak ve bu konuda çalışanlara katkıda bulunmaktır. Araştırmada aynı sürüden, iki farklı dönemde sağlanan çiğ süt örnekleri, uygulamada yaygın olarak karşılaşılan oranlarda sulandırılmış ve bu sistemlerde adı geçen ölçüm değerleri saptanmıştır. Bu değerlerden yola çıkılarak donma noktası depresyonu (DND) ve basitleştirilmiş molekül sabitesi (CMS) yöntemleri için daha önce ortaya konmuş olan eşitlikler ve elektriksel iletkenlik (Ei) yöntemi içinse bu çalışmada geliştirilen hesaplama modelleri kullanılarak su katım oranları saptanmıştır. Her üç yöntemle saptanan su katılma oranlarına uygulanan iki yönlü varyans analizi sonu-

cunda bu yöntemler arası farklılığın önemsiz olduğu ( $P > 0.01$ ), bir başka deyişle aynı duyarlılıkla kullanılabilecekleri ortaya çıkmıştır.

Süte katılan su oranının Eİ yöntemiyle saptanmasında kullanılmak üzere, çalışılan iki dönem için ayrı ayrı eşitlikler geliştirilmiştir. Eylül-Kasım ve Mart-Nisan olarak seçilen bu iki dönemde sütün iyonik profili, Eİ değerlerinde büyük farklılaşmalara yol açacak şekilde, değişikliğe uğramaktadır. Bu bulgulardan yola çıkılarak diğer dönemler için de, geliştirilen bu modellerin kullanılabileceği görüşü ile süte katılan su oranının saptanması da Eİ aygıtının kullanılabileceği önerilir. Bunlara ek olarak E İ aygıtının taşıdığı üstünlükler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- Kullanım kolaylığı,
- Ucuzluğu,
- Çok amaçlı kullanılabilirliği,
- Duyarlılığı,

ve

- Çabuk sonuç vermesi.

## SUMMARY

Today, it is an obvious subject that watering, which is one of the different types of adulteration in dairy, has been applied to a great extent into raw milk by milk producers. Necessarily, a radical solution of this problem which affects the technological properties and alters the nutritional values of milk must be found out.

One of the alternatives of the solution is to train the dairy manufacturers how to detect the ratio of added water in raw milk by using practical and sensitive methods during milk reception.

Generally, dairy industries in the developed countries use "Cryoscope" for detecting the ratio of added water by measuring the freezing point depression (FPD) of milk. Although rapid and sensitive digital results can be obtained automatically by using the above-mentioned instrument, the only disadvantage appears to be its high price which limits its common use in our country.

In this research, instead of FPD values, electrical conductivity (EC) and simplified molecular constant (SMC = CMS) values of milk have been studied in order to measure the amount of the added water. The aim of this study is to determine the possibilities of practical usage of these two methods in dairy.

Raw milk samples taken from the same herd for two different periods (September-November and March-April) were examined after adding different amounts of water in the ranges (3-25 ml/100 ml) observed in the common market. Then EC CMS and FPD values of these diluted samples have been measured, and the amounts of added water have been

calculated by using these analytical results. Finally, the ratios of added water determined by these three methods have been evaluated statistically.

Analysis of variance of the data showed that there was no significant difference ( $P < 0.01$ ) between these three methods and all of these three methods can be used to detect the watering level of raw milk.

In this research, two new equations mentioned above have been developed to determine the added water content by EC method for two periods.

The purpose of this study is to evaluate further efficiency of EC as a criterion for detecting added water in milk. Conductivity ratio is also effective in checking mastitis and other physico-chemical properties of raw milk. According to our results, it can be advised to the manufacturers in this field to use these two equations and conductivity bridge for detecting the added water in milk. In addition, we can summarize the advantages of this method as follows :

- easy to use,
- less expensive,
- multipurpose,
- sensitive,

and

- comparatively rapid.

## TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminde ve çalışmalarım sırasında, karşılaştığım sorunların çözümünde yardım ve desteğini gördüğüm, tez danışmanım Sayın Doç.Dr. İlbilge Saldamlı'ya tüm içtenliğim ile teşekkür ederim. Tez çalışmamın başından sonuna kadar bana destek olan ve güç veren Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarının tümüne Bölüm Başkanımız Sayın Doç.Dr. Gürol Ergin'in şahsında şükran duygularımı iletmek isterim.

Araştırmamda materyal olarak kullandığım çiğ süt örneklerinin sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen A.Ü.Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü çalışanlarına, Sayın Bölüm Başkanı Prof.Dr. Ayhan Eliçin'in şahsında teşekkür ederim.

Çalışmama başlarken yaptıkları değerli katkıları ile beni yönlendiren A.Ü.Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim üyeleri Sayın Prof.Dr. Tümer Uraz'a ve Sayın Doç.Dr. Emel Sezgin'e bu vesileyle teşekkür etmek bana mutluluk veriyor.

Tez konusunun istatistiksel açıdan planlanması ve değerlendirilmesi aşamalarında yararlı uyarı ve önerileri ile çok büyük katkılarda bulunan ve büyük bir özveriyle bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Sayın Doç.Dr.Zehra Muluk'a teşekkür ediyorum.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iii
SUMMARY .....	v
TESEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	10
3. MATERYAL VE METOT .....	35
3.1. Materyal .....	35
3.2. Metot .....	36
3.2.1. Süt örneklerinin hazırlanması .....	36
3.2.2. Donma noktası Depresyonunun (DND) ölçülmesi .....	36
3.2.3. Basitleştirilmiş molekül sabitesinin (CMS) hesaplanması .....	37
3.2.3.1. Laktoz içeriğinin saptanması .....	37
3.2.3.2. Klorür içeriğinin saptanması .....	39
3.2.3.3. Süt yağı içeriğinin saptanması .....	40
3.2.3.4. CMS değerinin hesaplanması .....	41
3.2.4. Elektriksel iletkenliğin (Ei) ölçülmesi ...	41
3.2.5. Toplam kurumadde içeriğinin saptanması .....	43
3.2.6. Toplam kül içeriğinin saptanması .....	43

	<u>Sayfa</u>
3.2.7. pH değerinin saptanması .....	43
3.2.8. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde izlenen yöntemler .....	43
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	44
4.1. Donma noktası depresyonu (DND) lm sonuçları	46
4.2. Basitleştirilmiş molekül sabitesi (CMS) lm sonuçları .....	48
4.3. Elektriksel iletkenlik (Ei) lm sonuçları ..	52
4.4. Süte katılan su oranlarının saptanmasında, Ei ile CMS yöntemlerinin kullanılabilirliği ve DND ölümlerine göre duyarlılığı .....	59
4.5. Elektriksel iletkenlik yöntemi kullanılarak süte katılan su oranının saptanmasında uygulanabilir modeller .....	69
4.6. Sonuç .....	78
<u>EK AÇIKLAMALAR</u>	
EK-A .....	81
KAYNAKLAR .....	82

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait çiğ süt örneklerinde saptanan bazı nitelikler .....	45
4.2. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklere ilişkin DND değerleri .....	47
4.3. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin DND değerlerinden hesaplama yoluyla saptanan su katılma oranları .....	48
4.4. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin laktoz (L), klorür (Cl) ve yağ (Y) ölçüm değerleri (%) .....	50
4.5. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklere ilişkin CMS değerleri .....	49
4.6. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin CMS değerlerinden hesaplama yoluyla saptanan su katılma oranları .....	51
4.7. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklere ilişkin Ei değerleri ( $\mu\text{mho}$ ) .....	52
4.8. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklere ilişkin Ei değerlerinin istatistiksel tanımlamaları .....	54
4.9. Kontrol örneklerine ait istatistiksel tanımlamalar .....	60

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.10. Kontrol örneklerine ait varyans analiz tablosu .....	61
4.11. Kontrol örneklerinde gerçekleştirilen DND, CMS ve Eİ yöntemlerinin doğrusal karşılaştırmaları .....	61
4.12. % 3 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar .....	62
4.13. % 3 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	63
4.14. % 5 su katılma oranındaki örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar .....	63
4.15. % 5 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	64
4.16. % 10 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar .....	65
4.17. % 10 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	65
4.18. % 15 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar .....	66
4.19. % 15 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	66

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.20. % 20 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar .....	67
4.21. % 20 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	68
4.22. % 25 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar .....	69
4.23. % 25 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu .....	69
4.24. Mart-Nisan 1987 dönemine ait örneklerin Eİ ölçüm değerleri ( mho)	70
4.25. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait blokların Eİ değerlerinin tümüne ait varyans analiz tablosu	71
4.26. Tüm bloklara ilişkin DEİ değerleri .....	73
4.27. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu	74
4.28. Mart 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu	75
4.29. Nisan 1987 dönemine ait örneklerin Eİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu .....	76
4.30. Nisan 1987 dönemine ait örneklerin Eİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu .....	77
4.31. Mart-Nisan 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu	78

## 1. GİRİŞ

Sağlıklı toplumların oluşmasında en önemli etken kuşkusuz yeterli ve dengeli beslenmedir. Bu tip beslenme biçimi için gerekli olan besin ögeleri, hayvansal ve bitkisel kökenli gıdalardan sağlanabilmektedir. Yeterli ve dengeli beslenmenin gerektirdiği ögelerin tümünü amaca uygun biçimde içeren ve her yaştaki insanın, beslenme kaynağı olarak kullanabileceği tek gıda süttür.

Diğer gıdalar içinde sütü böylesine üstün kılan özellikle -rin başında, yapısında yer alan proteinler gelmektedir. Sütün kolloidal fazını oluşturan ve bedensel yapı taşları olarak anılan proteinler, inek sütünde yaklaşık % 3.4 oranında yer almaktadır. Süt proteinlerinin kolay sindirilebilir olması ve yüksek biyolojik değere sahip olması, onu beslenme açısından önemli kılarken, teknolojiye de özellikle fermente süt ürünleri ve peynir endüstrisinde kilit öge haline getirmektedir.

Inek sütü, yaklaşık % 3.5 oranında süt yağı içermektedir. Sütün emülsiyon fazını oluşturan süt yağı; enerji kaynağı olması, yağda çözünen vitaminlerin taşıyıcısı olması ve önemli yağ asitleri içermesi nedeniyle beslenme açısından önem taşımaktadır. Endüstride ise özellikle tereyağı üretiminde olmak üzere diğer süt ürünlerinin teknolojik niteliğini iyileştirmektedir ve bu nedenle de üretim sırasında hammaddenin yağ içeriği kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Bilindiği gibi sütün ekonomik anlamda en değerli

ögesi süt yağı olup bu varlığı nedeniyle süt, çoğu kez hi - lelere maruz kalmaktadır.

inek sütünün kurumadde içeriğinde yer alan ögeler içinde en ağırlıklı olanı ise süt şekeridir (laktoz). Süt mineral - leri ile birlikte sütün gerçek çözelti fazını oluşturan lak - toz, sütün nicelik olarak enaz değişen ögesidir. Her iki grupta yer alan bileşenler sütün fizikokimyasal özellikle - rinden olan donma noktası, kaynama noktası, viskozite ve elektriksel iletkenlik değerleri üzerinde etkili olmakta - dır.

Sütü beslenme açısından üstün kılan bir önemli özelliği de mineral madde içeriğinden kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi sütün mineral profilinde yer alan Ca ve P arasındaki denge fizyolojik açıdan çok önemlidir. Bunun yanısıra tuz dengesi ise teknolojik açıdan önem taşımaktadır.

Çiğ süt, endüstride doğal yapısına enaz zarar verecek ve gıda bileşenlerinde enaz kayba yol açacak şekilde bir dizi teknolojik işlemlere tabi tutulmakta ve böylece insan sağ - lığı ve beslenmesi açısından güvenilir bir ürün haline ge - tirilmektedir. Ancak ülkemiz gibi gelişmekte olan ya da ge - lişmemiş yörelerde uygulanan teknoloji, gelişmiş ülkelere oranla oldukça düşük düzeydedir. Benimsenmiş olan tekno - lojilerde görülen bu gelişmemişlik, ürünün niteliğine yan - sıyarak çeşitli beslenme sorunlarına yol açmaktadır. Ta - rıma dayalı sanayilerde, tarımsal hammaddelerin nicelik ve nitelik açısından geliştirilmesi bir bütün olarak düşünülme -

lidir. Bu nedenle süt endüstrisinin içinde bulunduğu sorunlar, yalnızca üretim yetersizliği olmayıp, hammadde niteliği ve uygulanan teknolojiye de yöneliktir.

Yapılan tahminlere göre ülkemizde sütün ençok % 20'sinin sanayiden geçtiği bildirilmektedir (Yney,1971; Kaptan,1976; Arıkan,1985). İlk aşamada bu oranın artırılması gerektiği açıktır. Ancak sütün teknolojik işlemlere alınabilmesi için belirli nitelikleri taşıması gerekir. Oysa lkemizde çiğ süt niteliğinin çeşitli nedenler ile istenilen düzeye ulaşamadığı gözlenmekte ve bunun nedenleri de herkesçe bilinmektedir.

Genellikle lkemizde üretilen çiğ sütün niteliğinin düşük olmasını; süt hayvanlarının türü, ırkı, beslenme programları vb etmenler ile çiğ süt üretim tekniklerinin yetersizliği etkilemektedir. Ancak bunların dışında süt üreticiliğinin krsız bir uğraş alanı olması dşnesi ile üreticinin bu alandan yeterli yarar sağlayamaması, buna ek olarak haksız kağan isteminin toplumda var olması, süte değişik yollarla hile yapılmasını etkilemektedir. Belki de Türkiye'de çiğ süt niteliğinin böylesine düşük olmasında rol oynayan en önemli etmen, değişik yollarla uygulanan *HİLELERDİR*.

Süte yapılan hileler, en yaygın biçimde miktar artırma ve yapıdaki yağın alınıp ayrı kağan kaynağı olarak kullanılması biçiminde uygulanmaktadır. Bu amaçla çiğ süte çoğu kez içme suyu niteliğinde bile olmayan ve kaynağı bilinmeyen sular katılabilmektedir.



Metin ve Saldamlı (1977), gıdalara hile amacıyla katılan yabancı maddeleri "gıda maddelerinin belli oranlarında bulunmayan veya belirli oranlarda bulunan, gıda maddelerinin hacim veya ağırlığını artıran, kalite ve beslenme değerini azaltan, olduğundan daha kıymetli veya kaliteli gösteren maddeler" olarak tanımlamaktadırlar. Birçok araştırma sonucu ulaşılan değerler ve konu ile ilgili yasal düzenlemeler, sütün kurumadde değerini dolayısıyla su içeriğini sınırlamışlardır. Birçok araştırmacı süte en çok % 3 oranına kadar su katılması durumunda, üründe bu işlemin tolere edilebileceği görüşündedirler. (Harper and Hall,1976;Webb et al.,1978)

Bu bilgilerin ışığı altında, sözü edilen oranın üzerinde su katkısı saptanmış sütler, hileli sütler olarak nitelendirilmektedir. Uygulamada en çok karşılaşılan hile de süt yağının çekilmesiyle birlikte süte su katılmasıdır.

Üretim tekniklerinin ve soğuk zincirin yetersizliği nedeniyle karşılaşılan bir sorun da sütün asitliğinin istenmeyen doğrultuda gelişmesidir. Yaygın olarak karşılaşılan bir değişik hile uygulaması da sütün asitliğinin nötralize edilmesine yöneliktir.

Süte hile amacıyla su katılması, sütün fizikokimyasal yapısını tamamen değiştirerek, işlenmesi sırasında büyük sorunlar yaratabilmektedir. Bunun yanısıra toplum beslenmesinde protein açığının söz konusu olduğu ülkemizde, bu tip hileler yalnızca beslenme değerini azaltmayıp, süt işletmecisi ve tüketicisi açısından ekonomik kayıplara da neden olmaktadır.

Birçok araştırmacı sütün içilerek tüketimeinin beslenme açısı -  
sından göreceli olarak yararlı olduğunu savunmaktadır. Süt -  
ülükte gelişmiş olan ülkelerin uygulamaları ve tüketim  
alışkanlıkları, üretimlerinin yarısının içme sütü üretimine  
ayrıldığını ortaya koymakta, ve bu alanda dünya ortalamasının  
% 40 olduğu bildirilmektedir (Koçak,1981).

Ülkemizde içme sütü üretimine ayrılan toplam çiğ süt üretimi  
içerisinde sanayi payının % 7 dolayında olduğu bildirilmekte-  
dir (Sezgin ve Koçak,1982). Sanayiden geçmeden pazarlanan  
Çiğ süt içerisinde sokak sütülerinin eline geçen süt nice -  
liği, özellikle büyük kentlerimizde azımsanmayacak düzeyde -  
dir. Hatta büyük tüketim merkezlerinde faaliyet gösteren so -  
kak sütüleri, kısmen mekanize olmuş ufak işletmelerin üretim  
kapasitelerini de düşürebilmektedir.

Bazı araştırmacılar, sokak sütlerinin kurumadde içeriği ile  
ilgili olarak yaptıkları çalışmalarda bu değerin, normal  
sınırların altında olduğunu saptamışlardır. Örneğin, Kara -  
gülle (1979), yaptığı bir çalışmasında çiğ süt örneklerinin  
%87'sinin kurumaddece çok düşük değerlere sahip olduğunu  
bildirmektedir. Yine bu konuda Sezgin ve Koçak'ın (1982)  
yapmış oldukları araştırmada örneklerin % 31.4'ünün öngörü -  
len sınırın altında olduğunu saptamış ve bunların %83'ünün de  
su katkılı olduğunu ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada  
ise incelemeye alınan sütlerin % 55'inin kurumaddece düşük  
değerlere sahip olduğu ve aynı örneklerin yaz aylarında  
% 4.22 - 20.73\_ kış aylarında ise % 4.04 - 39.08 arasında  
değişen oranlarda su katkılı olduğu bildirilmektedir (Tö -

reci, 1983). Yapılan bu çalışmaların ışığı altında, toplumu -  
muzda su katma yolu ile süte yapılan hilelerin toplum  
beslenmesi ve ekonomisi ile tüketici çıkarları açısından  
çok önemli olduğu bilinmelidir.

Sütün ekonomik ve biyolojik değerini düşürerek ondan yarar-  
lanma oranını azaltan, teknolojik yapıyı ve toplum çıkarla -  
rını zedeleyen böylesi önemli bir hile aracını en iyisi  
ortadan kaldırmaktır. Ancak bunun başarılacağı yerlerde bu  
uygulamaların kontrol altında tutulması gerekir. Bu amaçla  
yapılacak kontrollarda ; pratik, ucuz ,geçerli ve güvenilir  
analiz yöntemlerini seçmek ve kullanabilmek en önemli aş -  
madır.

Süte su katılıp katılmadığının belirlenmesi, işletmelerde  
genellikle deneyimli ustalar tarafından, bir kaptan başka  
bir kaba aktarılan sütün rengi, akıcılığı, vb özellikleri -  
nin gözlenmesiyle kaba da olsa yapılabilmektedir.

Bunun yanı sıra sütteki su katkısının varlığı bazı analitik  
yöntemlerle de ortaya konmaktadır. Bu amaçla, süt örneği -  
nin laktodansimetre derecesi, sütyağı içeriği saptanarak,el-  
de edilen sonuçlar bazı cetveller ve eşitliklerin aracılığı  
ile süt örneklerinin kurumadde içeriğinin hesaplanması şek-  
linde de saptanabilmektedir.

Süt teknolojisinde ileri gitmiş ülkelerde ve izlenen tekno-  
lojinin gereği, süte hile amacı ile katılan suyun saptanma-  
sında en yaygın olarak kullanılan yöntem, sütün osmotik ba-  
sıncının göstergesi olan donma noktası depresyonu ölçümle -  
rine dayanmaktadır. Bu yöntem gereği kullanılan aygıtlar,

kriyoskop olarak anılmaktadır. Günümüzde bu aygıtlar enst - rümental olarak hataları ihmal edilebilir düzeye indirilmiş, güvenilirlik sınırı yüksek ve elektronik üniteler ile donatılmış, dijital sistemli araçlardır. Bu olumlu özelliklerinin yanısıra kriyoskop ölçümlerinde çok az örnek hacmiyle çalışılabilmekte ve sonuçlar bir dakikadan az bir süre içinde alınabilmektedir. Ancak bu aygıtlar, ilgililere çok büyük parasal harcamalara mal olmaktadır. Bu nedenle de her işletme tarafından kullanılabilme olasılıkları bulunmamaktadır.

Süte hile amacıyla katılan suyun oranını bulmak için geliştirilmiş yöntemlerden bir diğeri de "Basitleştirilmiş Molekül Sabitesi-CMS-Constante Moléculaire Simplifie de Mathieu et Ferré"nden yola çıkmaktır (Vaisseyre,1979;Uraz,1986). Bu yöntemde şüpheli süt örneğinin laktoz, klor ve süt yağı oranı saptanmakta ve bu sonuçlardan hesaplanan CMS değerlerinden yola çıkarak, bir eşitlik yardımı ile süte katılmış su oranı saptanabilmektedir.

Hesaplama yolu ile elde edilen verilere ulaşabilmek için bir dizi analizin yapılması ve belirli bir zamanın kullanılması gerekecektir. Bu uygulama olası analitik hataların yapılabilirliğini de beraberinde getirecektir. Çünkü teknolojik düzeyleri düşük olan işletmelerde bu analizleri titiz ve dikkatli bir biçimde yapabilecek, eğitim görmüş bir teknik eleman çoğu kez bulunmamaktadır. Bu nedenle bu uygulama grubu da pratik olmayıp, işletmelerimiz için fazla güvenilir değildir.

Bu çalışmada CMS yönteminin uygulanabilirliğinin yanısıra çalışmanın temel tartışma konusu olan ve su katma oranının saptanmasında alternatif bir yöntem olarak önerilen elektriksel iletkenlik yönteminin kullanılabilirliği irdelenmektedir.

Sütün donma noktasını oluşturan ögeler, sütün gerçek çözelti fazını oluşturan laktoz ve mineral maddelerdir. Süt, yine bu bileşenlerden kaynaklanan belirli bir elektriksel iletkenliğe sahiptir. Her iki konstant için de önemli olan, sütün toplam iyon niteliği ve niceliğidir. Sütün toplam iyon derişimi azaldıkça elektriksel iletkenliği düşmekte, donma noktası ise sifıra yaklaşmaktadır. Bu ilişkiden yola çıkarak donma noktası ölçümlerine alternatif bir yöntem olarak, süte katılan su oranının saptanmasında sütün elektriksel iletkenliğinin kullanılabilirliği tartışılabilir bir nitelik kazanmaktadır.

Elektriksel iletkenlik ölçümleri, süt ve tüm sıvı süt ürünlerine uygulanabilmektedir. Kullanılan aygıtların genelde analitik hatalarının olmadığı bildirilmektedir. Platform düzeyindeki testlerde de kullanılabilme şansı vardır. Bu yöntemin gerçekleştirilmesi için gereken aygıtlar, göreceli ucuz ve kullanımı basit aygıtlardır.

Bu araştırmada, tarafımızdan belirlenen zamanlarda ve belirli bir kaynaktan sağlanan çiğ süt örnekleri, farklı oranlarda sulandırılarak, hilelerde genellikle gözlenen oranlara yakın bir dizi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu örneklerin

her birinde donma noktası, elektriksel iletkenlik ölçümleri ve CMS değerleri saptanmaya çalışılmıştır.

Elde edilen verilere; yöntem karşılaştırması için çoklu varyans analizi, su katım oranının saptanmasındaki doğruluk ve hesaplama modelinin oluşturulması amacıyla da doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır (Kutsal ve Muluk, 1972; Muluk ve ark., 1985).

Amacımız, elektriksel iletkenlik ve CMS yöntemlerinin donma noktası alçalması ölçümleri ile aynı duyarlılık ve doğrulukta, süte hile amacıyla katılan suyun saptanmasında kullanılabilirliğini incelemek ve bu konuda çalışanlara yardımcı olarak ilerideki çalışmalara ışık tutmaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bilindiği gibi sütün temel kurumadde bileşenleri protein - ler, laktoz, süt yağı ve mineral maddelerdir ve süt bunlardan kaynaklanan fizikokimyasal, fizyolojik ve beslenmeye yönelik özelliklere sahiptir.

Sütün toplam kurumadde niceliği ve niteliğinin oluşturduğu fiziksel sabitelerden biri özgül ağırlıktır. Kurumadde içeriği ile özgül ağırlık arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Kurumadde içeriği azaldıkça özgül ağırlık düşmektedir. Bu değişim, sütün seyreltilmişinin veya herhangi bir yolla kurumadde içeriğinin artırıldığıının bir göstergesi olabilmektedir. Ancak kurumadde bileşenleri içerisinde en düşük özgül ağırlığa sahip olan ( $0.92 \text{ kg/dm}^3$ ) süt yağının ortamdaki uzaklaştırılması, bu değeri artıracak için süte hem su katılıp hem de yağın çekilmesi durumunda özgül ağırlık yine normal sınırlar arasında kalabilmektedir.

Bilindiği gibi süt temelde protein ve yağ içeriğinden kaynaklanan belirli bir viskozite özelliğine sahiptir. Viskozite de özgül ağırlıkta olduğu gibi sıcaklıkla birlikte değişmektedir. Süt yağının çekilmesi veya ortama su katılması viskoziteyi azaltabilmektedir.

Sütün gerçek çözelti fazını oluşturan laktoz ve mineral maddeler, sütte belirli bir osmotik basıncın oluşumuna yol açmaktadır. Bu basıncın göstergesi olan donma noktası depresyonu da adı geçen bileşenlerin etkisi altında değişime uğramaktadır. Sütün laktoz içeriğinde ve/veya mineral profilinde

ya da derişiminde ortaya çıkan bir farklılık, donma noktasının yanısıra sütün diğer fizikokimyasal özelliklerinden olan kaynama noktasına, elektriksel iletkenliğe, ısıl iletkenliğe, özgül ısıya ve ayrıca asitlik üzerine de etkili olmaktadır.

Sütün mineral profilinde yer alan temel iyonlar; kalsiyum (%0.112), fosfor (%0.095), potasyum (%0.138), magnezyum (%0.013), sodyum(%0.059), klor(%0.109) ve kükürt (%0.001) olarak bildirilmektedir (Harper and Hall, 1976). Bunun yanı sıra sütün asal tuzları olarak da kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyumun klorür, fosfat ve sitrat tuzları sayılabilmektedir (Webb et al., 1978).

Süt içerisinde yeralan mineraller için iki farklı denge bildirilmektedir. Bunlardan ilki kalsiyum-magnezyum/fosfat-sitratlar arasında yeralan ve "tuz dengesi" olarak anılan denge, diğeri de yine kalsiyum-magnezyum/sodyum-potasyum arasındaki dengedir.

Sütün mineral profilinin fizyolojik olarak önemi tartışılmaz bir konudur. Ancak bileşiminde yer alan kalsiyum ve magnezyum iyonları, sütteki protein kompleksinin kararlılığı ile yakından ilgilidir. Bir başka deyişle; bu iyonlar kua-gulasyonu teşvik edici etki yapmaktadırlar. Bunun tersine fosfat ve sitratlar, bu etkileşimde engelleyici etki yaratmaktadırlar. Bilindiği gibi sitratlar süt ürünlerinde aroma maddeleri oluşumunda da önem kazanmaktadır (Harper and Hall, 1976). Sütün asal iyonlarından sayılan klor içeriği -



nin, kolostrumlu sütte ve özellikle mastitis enfeksiyonuna uğramış hayvanlardan elde edilen sütlerde nicelikçe arttığı bilinmektedir. Bu ilişkiden yola çıkarak mastitis enfeksiyonları saptanabilmektedir.

Süt tuzları ayrıca; süt proteinlerinin ısıtılma işlemlere karşı kararlılık özelliğine, rennet ile kuagülasyonuna, homojenizasyon ve homojenizasyon öncesinde yağın ters sedimantasyonu üzerine de etkili olmaktadır. Temel mineral profilinde yer alan kalsiyum ve fosfor, süt içerisinde daha çok kalsiyum tuzları veya kalsiyum-fosfor kompleksi konumundadır (Harper and Hall, 1976).

Yine yapıdaki kalsiyum ve fosforun bir bölümü proteinlerle birleşmiş durumda, bir bölümü magnezyum ile birlikte, kolloid ya da çözünmüş şekilde bulunur (Eckles et al., 1951). Fosforun % 18'i organik olarak kazein ile esterleşmiş, % 7'si şeker fosfatları şeklinde esterleşmiş, %1.5'i fosfolipitlerde, %38.5'i kolloidal kalsiyumfosfat durumunda ve % 35'i de çözünür fosfat tuzları durumundadır.

Pyne ve McGann (1960), 5°C sıcaklıkta sütün pH'sının 6.7'den 5.0'e düşmesi durumunda kalsiyumfosfatın içeriğinde önemli oranda azalma gözlemlendiğini, pH önceki düzeye yükseltildiğinde ise orijinal niceliğe ulaşamadığını bildirmektedir. Buradan da görüleceği gibi, sütün tuz dengesi ile asitliği arasında bir ilişki vardır ve bu da sütün ısıtılma işlemlere karşı kararlılığını etkilemektedir. Isıtılma uygulamaları sonucunda özellikle 75°C'nin üzerinde, çözünür kalsiyumfosfatın

önemli bir bölümü kolloidal faza geçmektedir (Webb et al., 1978).

Sütün iyonik profilinde yer alan klor, potasyum ve sodyum iyonlarının tümü çözülmüş durumdadır. Yapıda yer alan kü - kürt ise kazein ve laktoglobulinin bileşiminde bulunmaktadır. Evapore sütlerde sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum nice - liği artmakta, sodyum ve potasyumdaki artış oranı diğer iki - si için gözlenenenden daha yüksek olmaktadır (Webb et al., 1978).

Miller ve Sommer (1949), kazein kompleksinin korunmasında, kolloidal ve çözüner tuzların niceliğinin önemli düzeyde etkili olduğunu ve bu etkileşimin, sıcaklık değişimi ile tuz dengesini değiştirerek işlemler sırasında hammaddenin asitliğe karşı duyarlılığının artmasına neden olduğunu bil - dirmektedirler. Bilindiği gibi asitlik, sıcaklıkla da arta - bilmektedir. Isıtma sırasında karbondioksitin uzaklaşması ve süt tuzlarının tamponlama kapasitelerinin değişmesi buna ne - den olmaktadır. Bu arada artan asitlikle birlikte iyonik kalsiyumun kuagülasyonu teşvik edici etkisi de artmaktadır (Webb et al., 1978).

Bu özellikler süte yapılan hilelerin önlenmesinde, sütün fi - zikokimyasal özelliklerinden yola çıkılarak geliştirilen sap - tama yöntemlerinin uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır.

Ülkeden ülkeye farklı olmakla birlikte üreticilerin ve iş - letmecilerin, ortaya çıkarılması güç olan hileler uyguladık - ları bilinmektedir. Bu yola başvurma oranı, ülkemiz gibi

endüstriyel gelişimini tamamlayamamış ülkelerde daha da yüksektir. Bu hilelerin ekonomik zararlarının yanısıra, kimi zaman boyutları halk sağlığını tehdit eder düzeye ulaşmaktadır.

Süte uygulanan hilelerin en yaygın olanları, süte su katma, sütün yağını çekme, koruyucu madde katma ve diğer türlerin sütleriyle karıştırmadır (Uraz, 1986).

Bu hilelerin yanısıra gerek sağlık açısından sorun yaratan ve gerekse teknolojik-ekonomik kayıplara yol açan bazı maddelerin de süte bulaşabilmesi sözkonusudur. Bunların başında mastitis enfeksiyonları, deterjan-dezenfektan, tarımsal ilaç, antibiyotik kalıntıları ve radyoaktif serpintiler ile metal bulaşmaları gelmektedir. Bu bulaşmalar çoğu zaman önemli niceliklerde sütü kullanılamaz duruma getirmektedir.

Bilindiği gibi süte su katılması, sütün toplam kurumadde oranını dolayısıyla laktoz ve mineral madde içeriğini azaltacaktır. Bu da adı geçen bileşenlerden etkilenen tüm fizikokimyasal sabitelerin sapmasına, değişmesine yol açacaktır.

Sütün gelişen asitliğini nötrlemek ya da asitlik gelişimini engellemek amacıyla katılan nötrleyici maddeler, kaynatma yoluyla sütün korunması, meme içi enfeksiyonlar ve süte klostrum katılması sütün mineral profilinde değişimlere yol açarak fizikokimyasal özelliklerini etkilemektedir.

Sütün yağının çekilmesi, özellikle yoğunluğunun ve elektriksel iletkenliğinin artmasına, viskozitenin azalmasına neden olacaktır.

Çiğ süte istem dışı bulaşabilen deterjan-dezenfektan kalıntıları ile antibiyotik geçişi, üründe kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlere neden olacağı gibi halk sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek ve teknolojik sorun ve yanlışlıklara yol açabilecektir.

Buraya kadar vurgulanmaya çalışılan ve sütün tüm özelliklerinin yanısıra fizikokimyasal yapısını da etkileyen, gerek hile şeklinde ve gerekse istem dışı olarak süte bulaşarak yapısal dengeyi bozabilen maddelere ilişkin sayısız araştırma özetleri vermek olasıdır. Ancak konumuzun çiğ sütün doğal iyon dengesine dayalı yöntem karşılaştırması olması nedeniyle öncelikle elektriksel iletkenlik konusunun irde - lenmesinde yarar görülmektedir.

Bilindiği gibi akışkanların sahip olduğu iyon dengesi, akışkandan elektrik akımı geçirildiğinde iyon derişimine bağlı olarak farklı ölçümlerin alınmasına ve buna bağlı olarak da yapıyla ilgili değişik yorumların ortaya çıkmasına, tartışılmasına yol açmakta ve değerli bilgiler vermektedir. Bu özelliklerin ölçümünde kullanılan yöntemler üzerinde yapılmış çeşitli araştırmalar bulunmaktadır.

Akışkanların iyonik yapısına bağlı olarak gösterdikleri iletkenlik konusunda Duygu'nun (1981) yaptığı bir çalışmada, bir doğru akım kaynağının iletken iki ucuna katı bir madde bağlandığında, ortaya çıkan potansiyel farkın elektrik akımına dönüştüğü bildirilmektedir. Bu akımın şiddetinin, cismin akıma karşı gösterdiği direnç ve iletkenliğe bağlı olduğunu

belirten araştırmacı, direnç ve direnç ile ters orantılı olarak değişen iletkenliğin bir maddenin yapısında yer alan serbest elektron yoğunluğuna yani o maddenin fizikokimyasal özelliklerine, katı iletkenin uzunluğuna ve kesit alanına bağlı olduğunu bildirmektedir. Uzunluk azaldıkça veya kesit alanı arttıkça direnç azalmakta ve iletkenlik artmaktadır.

Willard'a (1981) göre elektriksel iletkenlik, bir çözelti - nin elektrik akımını taşıma yeteneğinin bir göstergesidir. Elektrolit çözeltiler, elektrik alanının etkisi altındaki iyonların devinimi sonucu bu akımı iletmektedirler. Bir başka deyişle bir çözeltideki elektriksel iletkenlik, o çözel - tideki iyonların etkilerinin toplamıdır, yani olay özellik - le bir grup iyona bağlı değildir (Lingane, 1958).

Elektriksel iletkenlik konusunda tanımlanan değerler arasın - da en belirleyici olanı "özgül iletkenlik"dir. Özgül iletken - lik,  $1 \text{ cm}^2$  yüzey alanına sahip ve  $1 \text{ cm}$  uzaklığa yerleştiril - miş iki elektrot arasındaki  $1 \text{ cm}^3$  elektrolitin gösterdiği ilet - kenliktir. Bu kavram, direncin tersi olması nedeniyle " $\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ "in karşılığı olan " $\text{mho.cm}^{-1}$ " ya da " $\text{Siemens (S).cm}^{-1}$ " birimleriyle anlatılmaktadır. İnek sütlerinin özgül elekt - riksel iletkenliklerinin de, iğerdiği iyonların devinim et - kinliğini ve derişimini yansıttığı bildirilmektedir (Webb et al., 1978).

Her inorganik tuzun, seyreltik çözeltisi içerisinde derişimi arttıkça iletkenliğinin de doğrusal olarak arttığı bilin - mektedir. Eğer sözkonusu çözeltide birden çok tuz varsa,

çözeltinin iletkenliği o tuzların ayrı ayrı iletkenlikleri toplamına eşit olmayıp, etkilerinin toplamına eşittir.

(Schulz und Sydow, 1957).

Harper ve Hall'un (1976) sütün mineral profilinde yer alan iyonlardan yedi tanesini asal mineraller olarak nitelendirdiğine, daha önce özetle yer vermiştik. Bu iyonlar içerisinde, sütün elektriksel iletkenliğinin oluşmasına en büyük katkıyı sodyum ( $\text{Na}^+$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ) ve klor ( $\text{Cl}^-$ ) iyonlarının yaptığı bildirilmektedir (Schulz und Sydow, 1957; Webb et al., 1978).

Linzell ve Peaker (1975) de yaptıkları bir çalışmada, normal ve taze inek sütlerinin gösterdiği iletkenlik değerinden yine temel olarak  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarının sorumlu olduğunu bildirmektedir.

Sütün donma noktasını yönlendiren enbüyük etmen olan laktozun, özgül iletkenlik üzerindeki temel etmenlerden bir diğeri olduğu ve iletkenliğin, laktoz içeriği ile ters orantılı olarak değiştiği bildirilmektedir (Pinkerton and Peters, 1958).

Jackson ve Rothera (1914), sütün donma noktası alçalması ile ölçülen osmotik basıncı üzerine en büyük etkiyi, laktoz ve iyonize olabilir tuzların yaptığını bildirmektedir. Bu araştırmacılar, aynı laktasyon dönemindeki normal hayvanlardan sağılan inek sütlerinin laktoz içeriği ile elektriksel iletkenliği arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu da gözlemişlerdir.

Coste ve Shelbourne (1919), sütün osmotik basıncının, içerdiği tuzlar ve süt şekerinden kaynaklandığını, laktozdaki herhangi bir artışın osmotik basınçta azalmaya neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu artışın mutlaka tuzların içeriğinde ortaya çıkmasıyla değil aynı zamanda sütte çözünmüş durumda bulunan iyon ve moleküllerin toplam sayısal değerinde de görülmesi sonucunda da osmotik basıncın azaldığını bildirmektedirler.

Pinkerton ve Peters (1958) yaptıkları bir çalışmada, inek sütlerinin laktoz içeriği ile iyonik derişimi arasında karşılıklı ilişki bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Bundan yola çıkarak elektriksel iletkenlik ve laktoz arasındaki ilişki ve bunun donma noktası üzerine etkisini saptamaya çalışmışlardır.

İletkenliğin laktoz ile ters orantılı olarak değiştiği ve bunun laktoz ile klor arasındaki ters ilişkiden kaynaklandığı bildirilmektedir (Barry and Rowland, 1953).

Blau (1984) bu konuda yaptığı bir çalışmada, laktoz içeriği ile süte su katım oranı arasındaki ilişkinin çok anlamlı olduğunu bildirmektedir.

Süt yağının ve süt proteinlerinin, sütün özgül iletkenliğini azalttığı bildirilmektedir (Jackson and Rothera, 1914; Gerber, 1927 ; Katz, 1975; Fernando et al., 1981).

Nomura ve arkadaşları (1984) yaptıkları bir araştırmada, sütün temel bileşenlerinden laktoz, protein ve yağ içeriğindeki bir artışın, güçlü bir elektrolit olan sodyum klorür

(NaCl)'ün 1.125M derişimindeki çözeltilisinde iletkenliği azalttığını saptamışlardır. Aynı derişimi sağlayacak şekilde süte NaCl katılarak elde edilen karışıma süütün adı geçen bileşenleri eklendiğinde her %1 (w/v)'lik artış için iletkenlikte gözlenen artış oranını her bileşen için ayrı ayrı saptamışlardır. Bu oranın laktoz için % 1.47, kazein için % 1.25, süt yağı için katı fazda % 0.56, sıvı fazda ise % 0.53 olarak gerçekteştiği bildirilmektedir.

Sütten yağın uzaklaştırılması, iletkenlikte % 11 oranında artışa neden olmaktadır (Taylor,1914; Pal,1963).

Bu artış oranı Prentice (1962) tarafından % 10, Puri ve Parkash (1963), El-Shibiny (1973) ve El-Shabray (1980) tarafından % 9 olarak saptanmıştır.

Oshima ve Fuse (1977) süt veren ineklerin herbir memesinden sağladıkları süütün bileşimini laktoz+protein olmak üzere % 7.13, yağ+laktoz+protein gözönüne alındığında % 9.77 olarak bulmuşlar ve bunlara ait iletkenlik değerlerinin normal sınırların altında olduğunu gözlemişlerdir.

Jaçkson ve Rothera (1914), ineklerin farklı memelerinden ve kadınların sağ ve sol memelerinden elde edilen sütlerde yaptıkları bir araştırmada, elektriksel iletkenlik ile laktoz arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu konuda yapılan bir başka araştırmının regresyon analizi sonunda elde edilen verilere dayanılarak bu bileşenler ile iletkenlik arasındaki ilişkinin aşağıdaki eşitlik ile açıklanabileceği bildirilmektedir.



$$K = 0.4069 - 0.0239f - 0.093p + 0.1259l$$

$$r = 0.867 \text{ (Fernandez-Martin et al., 1985).}$$

f : sütün yağ içeriği (%)

p : " protein içeriği (%)

l : " laktoz içeriği (%)

Süt yağının iletkenlik üzerindeki azaltıcı etkisi Fernando ve arkadaşları (1981) tarafından da araştırılmıştır. Sağım süresince sütün yağ içeriğinin gitgide artması nedeniyle sütün iletkenliğinin sağım sonuna doğru düşeceği bildirilmektedir (Linzell et al., 1974). Ancak sağım sonuna alt sütün (sonsüt) elektrolit içeriğinin fazla olması ve bu farkın yağın azaltıcı etkisinin üzerinde olması nedeniyle sonsütün iletkenliğinin ilksütünkine hemen hemen eşit ve hatta çok az da olsa yüksek olduğu gözlenmiştir (Fernando et al., 1981).

Bunun yanısıra sütün elektrolit derişiminin, sağım aracılığı uzunluğuna bağlı olarak da değiştiği bildirilmektedir (Wheelock, et al., 1965; Wheelock et al., 1966).

Fernando ve arkadaşları (1981), sağım aralıklarının sütün iletkenliğini etkilediğini, akşam ve sabah yapılan sağımlardan elde edilen sütlerin elektriksel iletkenliklerinin önemli derecede değiştiğini saptamışlardır. Aynı araştırmacılar sabah sağımlarından elde edilen sütün iletkenliğinin görece olarak yüksek olduğunu bulmuşlardır. Uzun sağım aralığı sonrasında gözlenen bu etkileşimin nedeni, memeçi basıncın artması sonucu ilk sütün elektrolit derişiminin artmasına bağlanabilir.

Meme içerisindeki epitel doku, alveollerin bulunduğu bölgede yeralan en geçirgen dokudur. Sağım başlangıcındaki değişimler bu nedenle yalnızca alveolar bölgede sınırlanacaktır. Süt kanallarında gerçekleşen difüzyon, elektrolitlerin süt kanalları boyunca aşağıya doğru devinmesine ve burada yığılmasına neden olacaktır. Sonuçta da ilk sütün elektrolit derişimi artacaktır. Araştırmacılar, sistemde gerçekleşen difüzyon olayını, infüzyondan sonraki 20 dakika içerisinde, alveolar sütte yar alan laktozun bileşiminden <sup>14</sup>C'ün süt kanalı boyunca önemli oranda geri kazanımı ile açıklamaktadırlar (Linzell and Peaker, 1971).

Wheelock ve arkadaşları (1966), sağım aralıklarının artması ile sütün elektrolitik derişiminin incelenmesini konu alan çalışmalarında bu etkileşimi; artan meme içi basınç ve alveolar geçirgenliğe karşı, alveolar süte kandaki elektrolitlerin geçiş oranının artması biçiminde açıklamaktadırlar. Bu konuda bir başka açıklama ise Fernando ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Buna göre alveollerdeki süt ile ilk süt arasında dengede bulunan elektrolitlerin sağım aralığının uzaması nedeniyle sütün meme başında kalma süresinin artması sonucu meme başına geçen elektrolit niceliği artacaktır.

Bir özeltide elektrolit derişimi arttıka iletkenliğin de doğal olarak artış göstereceği ve derişimle beraber doğrusal olarak değişeceği bilinmektedir. Elektrolit çözeltideki iyonların değerlikleri artıp kütleleri küçüldüğünde, dev-

nim hızları artacağından iletkenlik de artacaktır. Bir başka deyişle elektrolitin bileşimi iletkenliğini etkileyecektir. Ayrıca elektrolitin çözünürlük düzeyi , kuvvetli ya da zayıf olma özelliği de yine aynı nedenle iletkenliği etkileyecektir. Çözünürlük düzeyini değiştiren en önemli etmen ortam sıcaklığıdır. Sıcaklığın artmasıyla çözünürlük artacağı ve viskozite azalacağı için iletkenlik artacaktır.

Viskozite de iletkenlik değişimlerinden sorumlu bir ögedir (Robov and Gorbato,1967). Ancak Sundheendranath ve Rao (1970), belirli bir beslenme programındaki ve aynı laktasyon dönemindeki hayvanlardan elde ettikleri sütlerde, sabit sıcaklıkta böylesi bir ilişkiyi gözlerken, Pino ve Chiofalo (1963 ve 1964) bu parametreler arasında bir ilişki bulunmadığını bildirmektedirler.

Sütte iletkenlik ölçülürken sütün sıcaklığının önemli olduğu ve sıcaklıktaki her 1°C artışa karşılık, özgül iletkenliğin 0.0001 mho.cm<sup>-1</sup> arttığı bildirilmektedir (Gerber, 1927; Schulz und Sydow,1957; Sharma and Roy,1977 ; Webb et al., 1978; Magda et al., 1979).

Pinkerton ve Peters (1958), sıcaklıktaki her 1°C artışa karşın iletkenliğin 0.78 - 1.075 mho.cm<sup>-1</sup>.10<sup>4</sup> aralığında, ortalama 0.93.10<sup>4</sup> mho.cm<sup>-1</sup> kadar arttığını gözlemişlerdir. Süt de dahil olmak üzere bütün elektrolit çözeltilerin sıcaklık katsayılarının 0.02 ile 0.025 arasında değiştiği bildirilmektedir (Roeder, 1931).

Schulz ve Sydow (1957), yaptıkları bir çalışma sonucunda sıcaklık faktörünün her 1°C için % 0.23 olduğunu bildirmişlerdir.

Pinkerton ve Peters (1958), sütün 0°C sıcaklıkta 48 saat depolanmasının da iletkenlikte önemli bir azalışa neden olduğunu bildirmektedirler.

El-Shabray ve Haggag (1980), sıcaklığın, moleküllerin çözünürlük düzeyini ve iyonların devinim düzeylerini etkilediğini ayrıca tuz dengesini değiştirerek sonuçta iletkenliğin de değiştiğini bildirmektedirler.

Sıcaklık ile iletkenlik arasındaki sözü edilen ilişkinin tam doğrusal olmayıp,  $k = a+bt+ct^2$  gibi kuadratik, polinomial bir eşitlikle açıklanabileceği bildirilmektedir. Bu da iletkenlikte gözlenen artış oranının sıcaklık için gözlenenenden fazla olduğunun bir göstergesidir (Fernandez-Martin and Sanz, 1985).

Daniels ve Alberty (1955) de sıcaklığın iletkenlik üzerindeki bu etkisinin moleküllerin çözünürlük düzeyi ve iyonların devinim oranının artmasından kaynaklandığını bildirmektedirler.

Sütün elektriksel iletkenliği; beslenme programı, sıcaklık, laktasyon dönemi vb. süt hayvanına ilişkin bazı etkenlere bağlı olarak da değişmektedir (Davis, 1947).

Süt veren hayvanın içerisinde bulunduğu laktasyon dönemi, sütün çözünür fazındaki öğelerde değişimlere yol açacağından iletkenlik de doğal olarak bundan etkilenecektir.

iletkenlik hayvan yavruladıktan sonra belirgin bir biçimde azalmakta ve yavruladıktan bir hafta sonra, laktasyonun başlamasıyla birlikte artmaktadır. Hayvanın kızgınlığa girmiş olması veya laktasyonun geç dönemlerinde bulunması ise iletkenliği etkilememektedir. Kuruya çıkmış ineklerde memenin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarına karşı geçirgenliğinin yüksek olması ve gebeliğin son dönemlerine doğru salgı epitelinin bu özelliği kazanması sonucu iletkenlik de değişmektedir (Linzell and Peaker, 1975).

Ruge-Lenartowicz (1955), asitliği 7 SH olan tam yağlı inek sütlerinin iletkenliklerinin  $5168-5784 \mu\text{mho.cm}^{-1}$  arasında olduğunu bildirmektedir. Bu araştırmacı 7-27 SH aralığındaki asitliklerde hazırladığı süt örneklerinde gerçekleştirdiği ölçümler sonucu, asitlikteki her 1 SH artışa karşın iletkenliğin  $0.63-1.02.10^{-4} \text{ mho.cm}^{-1}$  arasında, ortalama olarak ise  $0.8.10^{-4} \text{ mho.cm}^{-1}$  kadar arttığını gözlemiştir. Atherton (1977) ise asitlikteki her % 0.1'lik artışa karşın iletkenliğin  $1.10^{-4} \text{ mho}$  arttığını bildirmektedir.

Bu sonuçların ışığı altında sütte bakteriyel faaliyetler sonucu gelişen asitliğin iletkenliği arttırdığı söylenebilir. Webb ve arkadaşları (1978) da bu artış oranını her 1 SH için  $0.0001 \text{ mho.cm}^{-1}$  olarak bildirmektedirler.

Buraya kadar edinilen bilgilerden, sütün elektriksel iletkenliği üzerine en büyük etkiyi, kurumadde bileşimi ve niçeliğinin yaptığı ortaya çıkmaktadır. Sütte herhangi bir nedenle iyonik bileşimin (özellikle  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ) ve

derişimin artması iletkenliği arttırmakta, protein, yağ ve laktoz artışı ise azaltmaktadır. Temelde sütün elektrik akımına karşı gösterdiği direnç ya da iletkenliğin, kurumadde, dolayısıyla su içeriğine bağımlı olduğu söylenebilir.

İncelenen sütlerde en düşük iletkenlik koyun sütünde saptanmıştır. Bunu sırasıyla manda, inek ve 4960  $\mu\text{mho}$  ile en yüksek değere sahip olan keçi sütü izlemiştir. Tam yağlı inek sütünün iletkenliği ise 4480  $\pm$  277  $\mu\text{mho}$  olarak bildirilmektedir (El-Shabray and Haggag, 1980).

Schulz ve Sydow (1957), sütün toplam iletkenlik değeri hakkında bilgi edinebilmek için örneklerini Kasım ayından Nisan ayına kadar geçen süre içinde toplamışlar ve tam yağlı inek sütlerinin elektriksel iletkenliğini ortalama olarak 4850  $\mu\text{mhos}$  dolaylarında saptamışlardır.

Tam yağlı inek sütlerinin iletkenlik ölçümleri pekçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve ortalama iletkenlik değerlerini; Fernando ve arkadaşları (1981) 4972  $\mu\text{mho}$ , Borys ve arkadaşları (1982) 4998  $\mu\text{mho}$ , Arherton (1977) 4610  $\mu\text{mho}$ , Webb ve arkadaşları (1978) 5000  $\mu\text{mho}$ , Sone (1972) 4750  $\mu\text{mho}$ , El-Shibiny ve El-Salam (1973) ise 5100  $\mu\text{mho}$  olarak bildirmektedir.

Sütün iletkenliği üzerine seyreltmenin olduğu kadar derişiminin artırılmasının da etkisi olduğu açıktır. Bu sonuç; sütün kolloidal tuzlarının çözünürlüğu, tuz kompleksinin

çözünürlüğünün değişmesi ve her iki koşulda iletkenliğin etkilenmesi ile ilgilidir. Sütün konsantre edilmesi durumunda belirli bir kurumadde içeriğine kadar iletkenliğin artacağı ve maksimuma ulaşacağı bildirilmektedir (Sorokin, 1955; Webb et al., 1978).

Sütün konsantre edilmesi, ortamdaki iyon sayısının artışı pozitif yönde etkilemekte ve ürünü belirli bir noktada çözünürlük dengesine ulaştırmaktadır. Ancak çözünür kalsiyum fosfatın çeşitli etkileşimler sonucu kolloidal faza geçmesine bağlı olarak gelişen iyonik azalma nedeniyle bu maksimum nokta aşılmaktadır.

Hansen ve Lindamood (1971), konsantre sütlerin fiziksel kararlılıkları ile elektriksel iletkenlikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, bu ürünün proses ve kalite kontrolünde elektriksel iletkenlik ölçümlerinin bir ölçüt olarak kullanılabileceğini bildirmektedirler.

Sütün seyreltilmesi de iletkenliği yönlendiren bir etmendir. Yapılan bir çalışmada süte % 10-200 arasındaki oranlarda damıtık su katımının etkisi incelenmiş ve iletkenliğin azaldığı gözlenmiştir. Bu düşüşün, % 0-20 aralığında en büyük olduğu ve her %1 su katımı için iletkenlikte ortalama  $0.35 \cdot 10^{-4} \text{ mho.cm}^{-1}$  azalma gözlendiği bildirilmektedir (Ruge-Lenartowicz, 1955).

Süte uygulanan ısı işlemlerin de elektriksel iletkenliği etkilediği bildirilmektedir. Bu konuda, L.T.L.T ve H.T.S.T. pastörizasyon uygulamalarının etkileri arasında bir fark görülmezken, bu uygulamalardan geçmiş sütün iletkenliğinin,

çiğ sütünden % 22 kadar fazla olduğu, bu artış oranının kaynatmada % 27'ye, sterilizasyonda ise % 39'a çıktığı bildirilmektedir (El-Shabray and Haggag, 1980). Sütün iletkenliğinin 5°C'da % 3-8'den, 70°C'da % 12.5'e varan oranda arttığı bildirilmektedir (Pinkerton and Peters, 1958; Sharma and Roy, 1977).

Magee ve Harvey (1926) sütün ısıtılmasının etkilerini inceledikleri bir çalışmada, taze çiğsütteki toplam kalsiyumoksitin (CaO) yaklaşık % 26'sının ortamda çözümlenmiş durumda olduğunu ancak bu değerlerin pastörize sütlerde % 16, kaynatılmış sütlerde % 15'e düştüğünü gözlemişlerdir.

Kreveld ve Minnen (1955) de, değişik normlarda ısı uygulanmış pastörize sütlerde  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonlarında önemli bir azalma gözlediklerini bildirmişlerdir. Bu değişimlerin de elektriksel iletkenlik üzerine etkili olacağı açıktır.

Sütün elektriksel iletkenliğini değiştiren en büyük etkenlerden bir diğeri de ineklerde görülen meme içi enfeksiyonlardır. Bunlar içerisinde sığıır mastitisi, süt endüstrisinde hammadde kaybına neden olan önemli hastalıklardan biridir.

Genelde bu konuda çalışan araştırmacılar; çalışmalarını daha çok sütün mutlak iletkenliği ile klor içeriği arasındaki ilişki üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Mutlak iletkenlik kavramı, aynı gün bir ineğin dört memesinden sağılan sütünlerin ölçümünden elde edilen en yüksek elektriksel iletken-



lik değeridir. Bir de bu iletkenliğin, gözlenen en düşük iletkenliğe bölünmesiyle elde edilen diferansiyel iletkenlik kavramı bildirilmektedir (Linzell and Peaker, 1971).

Hücre metabolizması ile ilgili etkenlerin, sütün iyonik profilini değiştirdiği bilinmektedir. Dolayısıyla memede veya salgı epitelinde ortaya çıkacak bir hasar,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarınca zengin,  $\text{K}^+$  'ca fakir olan hücre içi sıvının da laktoz gibi hızla hasar görmüş dokuya geçişine neden olacaktır. Sonuçta mastitis gibi, enfekte olmuş sütte bu iyonların niceliği artacaktır. Bu da iletkenliğin artmasına neden olacaktır. İyonların bu yolla geçişinin yanısıra hasar görmüş memeden süte kan geçişi de iletkenlik üzerinde aynı etkiyi gösterecektir (Linzell and Peaker, 1975).

Enfekte olmuş memelerden elde edilen sütlerin iletkenliğini; Linzell ve Peaker (1975) 5750-11800  $\mu\text{mhos}$ , Atherton (1977) 4580 - 8300  $\mu\text{mhos}$ , Fernando ve arkadaşları (1981) 6260-7725  $\mu\text{mhos}$  ve Fernando ve arkadaşları (1983) 5070 - 6411  $\mu\text{mhos}$  aralığında gözlemişlerdir. Schulz ve Sydow (1957) un bu bölümde daha önce değinilen bir araştırmasında, toplam iletkenlik ile klorürsüz iletkenlik karşılaştırılarak birbirleri ile bağıntılı olmadıkları ve sütün klor içeriğinin çok değişken olduğu bildirilmektedir. Sonuçta, normal klor içeriğinde olabildiği gibi düşük klor içeriğindeki sütte de elektriksel iletkenliğin düşük olarak saptanabileceğini ve bu nedenle "klorürsüz iletkenlik" kavramının kullanımının daha belirleyici olduğu önerilmektedir.

Sütün  $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarındaki değişimler günlük olarak da gerçekleşebilmektedir. Ancak bu değişimler arasında bir korelasyon bulunmadığı ve diferansiyel iletkenlik ölçümlerinden yola çıkılarak ortadan kaldırılabilceğı bildirilmektedir (Linzell and Peaker, 1972).

Sütün bileşimi ile iletkenliği arasındaki ilişkiye dikkati çeken araştırmacılardan Montfredine (1942) de yaptığı bir çalışmada iletkenlik ile sütün klor içeriğı arasında mutlak bir ilişki olduğunu gözlemiştir. Ancak klorun çok değişken olması nedeniyle "klorürsüz iletkenlik"ten yola çıkmanın daha belirleyici olduğu bildirilmektedir (Schulz und Sydow, 1957).

Klorürsüz iletkenlik; toplam iletkenlikten, titrasyon ile saptanan sodyumklorüre ( $\text{NaCl}$ ) ilişkin elektriksel iletkenliğin (klorür iletkenliği) çıkarılması sonucunda elde edilmektedir. Bu yöntem sütün su içeriğinin, süt ürünleri veya salamuraların tuz içeriğinin saptanmasında kullanılabilecek hızlı bir yöntem olarak önerilmektedir (Schulz und Sydow, 1957).

Aynı araştırmacılar ilk kez 1954'de peynir üretimi sırasında asit gelişimini bu yöntem ile izleyerek doğruluğunu saptamışlar ve ayrıca sütün toplam kül içeriğini güherçile ile %7 oranında artırdıklarında, toplam iletkenliğin % 7.6 oranında arttığını gözlemişlerdir. Bu artış oranının klorürsüz iletkenlik değerinde % 27.3'e ulaştığını da bildirmektedirler. Bunun yanısıra yüksek albumin içeriğinde de

iletkenliğin düştüğünü gözlemişlerdir. Peynir yapımı sırasında kalsiyumlaktatın ayrılması nedeniyle de toplam iletkenliğin 2 kez, klorürsüz iletkenliğin ise 4 kez arttığı gözlenmiş ve elektriksel iletkenliğin peynirlerde doğrudan ölçülebileceği de bildirilmiştir.

Elektriksel iletkenlikten yola çıkarak mastitis enfeksiyonlarının saptanması üzerine yapılan birçok araştırmada bu iki parametre arasında güçlü bir korelasyon olduğu bildirilmektedir (Little et al., 1968; Jones, 1949; Linzell et al., 1974; Linzell and Peaker, 1975; Fernando et al., 1982; Gebre-Egziebher et al., 1979; Fernando et al., 1985).

Sağlıklı hayvanların dört memesinden sağılan sütlerin iletkenliklerinin aynı olduğu ancak memelerden biri veya birkaçının enfekte olması durumunda, bu memeden elde edilen sütün iletkenliğinin sağlıklı memelerden elde edilen sütünden çok yüksek olduğu bildirilmektedir (Gebre-Egziebher, et al., 1979; Linzell and Peaker, 1971, 1975; Linzell et al., 1974; Oshima, 1985).

Uzun sağımlar aralıkları söz konusu olduğunda ilksüt iletkenliğinin, mastitis enfeksiyonlarının saptanmasında daha duyarlı bir yöntem olduğu bildirilmektedir (Fernando et al., 1981).

Mastitisli ve normal sütlerde iyonik derişim ile laktoz arasında bir ilişki olduğunu bildiren Pinkerton ve Peters (1958) mastitisli sütlerde, düşük olan laktoz içeriğinin

donma noktası üzerine etkisinin, yüksek iyonik derişim tarafından maskelendiğini gözlemişlerdir. Ancak bu, elektriksel iletkenlikte çok belirgin bir artışa neden olacaktır. Süt mikrobiyolojisinde elektriksel iletkenliğin kullanılabilirliği üzerine yapılan araştırmalar sonucunda bu yöntemin; toplam bakteri sayımında (Firstenberg-Eden and Tricarico,1983), bakteriyofaj içeren ortamların inhibisyon özelliklerinin saptanmasında (Waes and Bossuyt,1984), antibiyotiklerin saptanmasında (Okibgo et al., 1985) ve yine mastitis vb anormal sütlerin saptanmasında (Okibgo et al., 1984) kullanılabileceği bildirilmektedir.

Sütün elektriksel iletkenliğine ilişkin olarak bu bölümde yer verilen çalışmaların yanında, araştırmamızın temel tartışma konusu olan süte katılan su oranının elektriksel iletkenlik ölçümleriyle saptanabilirliğine ilişkin olarak da birkaç araştırmaya rastlanmıştır.

Elektriksel iletkenlik yönteminin, süte katılan su oranının saptanmasında güvenilir bir ölçüt olduğu; Ruge-Lenortowicz (1955), Webb ve arkadaşları (1978), El-Shabray ve Haggag (1980), Borys ve arkadaşları (1982), Janal (1983), Nomura ve arkadaşları (1984b), Fernandez-Martin ve Sanz (1985) tarafından bildirilmektedir.

Webb ve arkadaşları (1978), süte katılan su oranının saptanmasının direkt iletkenlik ölçümleri ile tam anlamıyla gerçekleştirilemeyeceğini bildirmektedirler. Ancak süte eklenen bir formik asit-aseton karışımının ölçümlerinden yola

çıkarak, süte % 5-25 aralığındaki oranlarda katılmış olan ekstrakte suyun, elektriksel iletkenlik yöntemiyle saptanabileceği gözlenmiştir (Rao et al., 1974).

Nomura ve arkadaşları (1985), 1.125M derişimine ulaşacak nicelikte NaCl eklenmiş sütte, elektriksel iletkenlik yöntemi ile laktoz içeriğinin,  $r = -0.972$ 'lik bir korelasyonla saptanabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar (1984b) , aynı derişime ulaşacak nicelikte NaCl eklenmiş sütte, iletkenlik yöntemiyle, kurumadde içeriğinin saptanabileceğini ve bu yöntemle elde edilen sonuçların,  $r = -0.984$  korelasyonla A.O.A.C. gravimetrik yöntemiyle (Anonymous, 1984) aynı doğrulukta olduğunu bildirmektedirler. Borys ve arkadaşları (1982) ise, sağlıklı hayvanlardan elde ettikleri inek sütlerini % 0-30 aralığındaki oranlarda içme suyuyla seyreltip,  $20^{\circ}\text{C}$ 'deki iletkenliklerini ölçerek gerçekleştirdikleri çalışmalarında, elektriksel iletkenlikten yola çıkarak süte katılan suyun hesaplanabileceği bir model geliştirmişlerdir. Bu yöntemle ayrıca süte nötralizan katımının da saptanabildiğini bildirmektedirler.

Bu araştırmacıların bulgularına göre su katım oranı ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişki aşağıdaki eşitliklerle açıklanmıştır.

$$r = \frac{x_1 - x_2}{x_1} \cdot 100$$

$$R_p = \frac{x_1 - x_2}{x_1} \cdot 128$$

$R_p$  = Su katım oranı (%)

$x_1$  = Normal sütün 20°C'daki iletkenliği (mS.cm<sup>-1</sup>).

$x_2$  = Su katılmış sütün 20°C'daki iletkenliği (mS.cm<sup>-1</sup>).

Manda sütününe katılan su oranınının saptanması amacıyla ger -  
çekleştirilen bir araştırmada, manda sütününün elektriksel  
iletkenliğinin inek sütününkinden daha düşük olması nede -  
niyle, doğrudan elektriksel iletkenlik ölçümleriyle manda  
sütününe katılan su oranınının, inek sütününden daha büyük doğ -  
rulukla hesaplanabileceği bildirilmektedir (Rao et al.,  
1974). Ayrıca manda sütününe yağsız sütün ve/veya inek sütünü  
katımının elektriksel iletkenliği arttırdığı ve bundan yola  
çıkarak bu hilelerin saptanabileceği bildirilmektedir  
(El-Shabray and Haggag, 1980; Pal, 1961, 1963; El-Shibiny and  
El-Salam, 1973); Rao et al., 1974). Aynı araştırmacılar su  
katımınının saptanmasında, doğrudan ve dolaylı (Rao et al.,  
1974) elektriksel iletkenlik yöntemlerinin her ikisini de  
deneyerek, saptanabilirliğin doğrudan ölçüm yöntemleriyle de  
gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir.

Manda sütününe %10 oranında yağsız sütün katımınının iletkenliği  
% 12 arttırdığı ve bu oranın % 90 olması durumunda iletken -  
likteki artışın % 50'ye ulaştığı bildirilmektedir (El-Shab -  
ray and Haggag, 1980).

Bu bilgilerin ışığı altında elektriksel iletkenlik yöntemi,  
sütün asitliğini gidermek amacıyla katılan nötralizanların,

niceliğini arttırmak ya da birtakım istenmeyen özelliklerini maskeleyerek amacıyla içerisinde katılan su oranını ve mastitis enfeksiyonlarını saptamak amacıyla çok amaçlı bir kalite kontrol yöntemi olarak kullanılabilirliği olasıdır.

Bunların yanı sıra süt işleme sırasında süt veya ürünün bileşim göstergesi olarak, örneğin peynir yapımı sırasında pıhtı oluşum fazının izlenmesi, şekerli kondanse sütlerin üretimleri sırasında derişimlerinin izlenmesi vb ,ya da otomatik enstrümantal analizler için fizikokimyasal bir ölçüt olarak düşünülebilir.

Diğer yandan elektriksel iletkenlik, süte uygulanan elektriksel işlemlerin kontrol parametresi olarak da kullanılabilir-mektedir. Örneğin, çok yüksek asitli sütlerin düşük doğrusal akım (D.C. = Direct Current) gerilim uygulamalarıyla nötr - lenmesi (Shrivani and Styblova, 1938; Tapernoux et al., 1945), 3000 volt gibi yüksek gerilimlerde sütün pastörizasyonu (Columbien, 1923) veya sterilizasyonu (Barabas,1979), pasta-filata tipi peynir yapımında işlemlerin izlenmesi (Fernan - dez-Martin and Sanz,1985) gibi çok yaygın kullanım alanları olan bir yöntemdir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

"Süte su yoluyla yapılan hilelerin saptanmasında donma noktası alçalması yerine elektrik iletkenliği ölçümlerinin kullanılabilirliği" isimli araştırmada materyal olarak kullanılan inek sütü örnekleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nde yer alan Holstein-Kilis (G<sub>1</sub>) melezi hayvanların sürü sütünden, basit rastgele örnekleme yöntemi ile sağlanmıştır.

Süt örneklerinin su-kurumadde ilişkilerinin mevsimsel olarak gösterebileceği dalgalanmaların elde edilen verilere yansımaları, varılan sonuçların güvenilirliğinin sağlanması amacı ile farklı dönemlerde alınmasına karar verilmiş ve bu amaçla ilk blok 1986 Eylül-Kasım döneminde, ikinci blok Mart 1987 ve üçüncü blok da Nisan 1987 döneminde sağlanmıştır.

İlk dönemde toplam 6 adet, ikinci dönemde ise 12 adet sabah sağımlarından alınan örnekler, kimyasal anlamda da temiz ve steril örnek şişelerinde, buz kutusu içerisinde ve bir saat içinde bölüm laboratuvarına ulaştırılarak hemen analize alınmıştır.

Laboratuvara gelen çiğ süt örnekleri, özel porselen süzgeçlerden geçirilerek kir ögelerinden temizlenmeye çalışılmıştır.



### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Süt örneklerinin Hazırlanması

Karıştırılarak homojen duruma getirilmiş çiğ süt örneklerinden tekniğine uygun olarak bir ölçü silindiri yardımı ile % 3,5,10,15,20 ve 25 /v/v) oranında su katılmış örnekler hazırlanmış ve bir örnek de kontrol örneği olarak hiç su katılmadan analize alınmıştır. Kullanılan damıtık suyun da elektriksel iletkenliği (E.İ.) ve donma noktası depresyonu (DND) değerleri saptanmıştır.

Laboratuara ulaşan orijinal örneklerin bazı niteliklerini saptamak amacıyla toplam kurumadde, toplam kül ve pH ölçümleri yapılmıştır.

İzlenen yöntemler gereğince su banyosunda 40°C'a ısıtılıp, 20°C'a soğutulularak hazırlanan sulandırılmış bütün örneklerde yine aynı gün DND ile Eİ değerleri ölçülmüş ve laktoz, klorür ve yağ içerikleri saptanmıştır.

#### 3.2.2. Donma Noktası Depresyonunun (DND) Ölçülmesi

Hazırlanan tüm örneklerde donma noktası, Cryostar-I (Funke-Dr.N.Gerber GmbH) dijital kriyoskopu ile ölçülmüştür. Kullanılan aygıt, virgülden sonra üçüncü ondalık basamağa kadar ölçüm yapabilecek duyarlılıkta olmasına karşın,

$\pm 0.003$  kadar bir analitik hatası olmak nedeniyle herbir örnekten üçer ölçüm alınmıştır.

Analiz sırasında 0.2 ml'lik otomatik pipet ile alınan süt örneği, aygıtın küvetine aktarılarak soğutucu bölmeye yerleştirilmiştir. İçerisine "thermocouple" oturtulup sinyal beklenmiş ve sinyal ile birlikte kızgın iletici, yuvasına yerleştirilerek sinyal süresince tutulup sonra çıkarılmıştır. Sayısal göstergede okunan en düşük değer, örneğin donma noktası alçalması olarak kaydedilmiştir.

İstatistiksel anlamda 18 öbekte gerçekleştirilen çalışmada, herbir örneğin kontrol örneğine ait donma noktası alçalması standart olarak kabul edilerek , diğer örneklerin DND'dan yola çıkılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile katılan su oranları hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su katkısı} = (A/B) \cdot 100-100$$

Burada A : kontrol örneğinin DND'si

B : su katkılı örneğin DND'si, (Anonymous,1982 a).

### 3.2.3. Basitleştirilmiş Molekül Sabitesinin (CMS) Hesaplanması

#### 3.2.3.1. Laktoz İçeriğinin Saptanması :

Tüm süt örneklerinin laktoz içeriği, Uluslararası Standart FIL: IDF 28: 1971'e göre saptanmıştır.

Bu yöntem ile hesaplanan, sütün laktoz içeriği, % ağırlık olarak bulunan laktoz monohidrat ( $C_{12}H_{22}.H_2O$ ) cinsinden belirlenmektedir.

Yöntem; süt proteinleri uzaklaştırıldıktan sonra, laktoz ile Kloramin T ve potasyum iyodür arasındaki tepkimede indirgenen halojen niceliğinin titrasyonla saptanarak, laktozun dolaylı olarak hesaplanması temeline dayanmaktadır. Yöntem, genel ilkelere sapılmaksızın ancak örnek niceliği ve kimyasalların hacimleri azaltılarak uygulanmış ve çalışma iki paralel halinde yürütülmüştür.

Yöntem gereği denemede; tungustik asit belirtici ( $7gNa_2WO_4 \cdot 2H_2O$  870 ml su 0.1 ml fosforik asit), 0.040 N Kloramin T çözeltisi, ( $C_7H_7ClNaO_2S \cdot 3H_2O$ ), 0.1 N sodyumtiyo sülfat çözeltisi ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), % 10'luk potasyum iyodür çözeltisi (KI), % 1'lik nişasta çözeltisi, 2 N hidroklorik asit çözeltisi (HCl) kullanılmıştır.

Deneme için hazırlanan süt örneklerinden 10 ml alınarak 100 ml'lik bir ölçülü balona aktarılarak tartılmış ve üzerine 25 ml damıtık su, ardından 40 ml tungustik asit belirtici eklenerek karıştırılıp balon, hacmine tamamlanmıştır. Balon içeriği filtre kağıdından (S S GmbH, 589<sup>1</sup>, black

band, W.Germany) süzölmüş, süzöntüden ağızı traşlı kapaklı bir Erlenmayere 10 ml aktarılıp, üzerine 5 ml KI çözeltilisi ve tam 20 ml Kloramin T çözeltilisi eklenip kapağı hava almayacak şekilde kapatılan Erlenmayer, karanlık bir yerde, oda sıcaklığında, yaklaşık 90 dakika bekletilmiştir. Ardından bu içeriğe 5 ml HCl çözeltilisi eklenerek nişasta belirtici eşliğinde  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ile titre edilmiştir. Ayrıca tanık deneme yapılmıştır.

Sonuç aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmuştur ;

$$\% \text{ laktoz} = \frac{(\text{T.H.} - \text{Ö.H.}) \cdot 0.992 \cdot 0.180}{m} \cdot 100$$

Bu eşitlikte ;

T.H. : Tanık titrasyonda harcanan tiyosülfatın niceliği (ml)

Ö.H. : Örnek titrasyonunda harcanan tiyosülfat niceliği (ml)

m : Başlangıçta alınan örnek niceliği (g)

0.992: Çözelti hacminden kaynaklanan çarpan. Yağsız süt için bu değer 0.996'dır (Anonymous, 1971).

### 3.2.3.2 Klorür İçeriğinin Saptanması :

Çiğ süt örneklerinin klorür içeriği, Volhards yöntemi ile saptanmıştır (Pearson, 1971).

Yöntem, eşdeğer nokta aşılır aşılmaz, suda çözünen renkli bir bileşiğin oluşturulması ilkesine dayanmaktadır (Ünal ve Başkaya, 1983)

Analizde gerek görülen bazı noktalarda değişikliğe gidilmiştir. Yöntem gereği; 0.1 N gümüş nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) çözeltisi, 0.1 N potasyum tiosiyanat ( $\text{KSCN}$ ) çözeltisi, doymuş amonyum ferrik sülfat  $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}_2\text{SO}_4]$  çözeltisi, 4 N nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) çözeltisi kullanılmıştır.

Hazırlanan çiğ süt örneğinden 10 ml alınarak, 100 ml'lik ölçülü balona aktarılmış ve tartılmıştır. Üzerine 12 ml  $\text{HNO}_3$  çözeltisi eklenerek balon hacmine tamamlanmıştır. Balon içeriği süzildükten sonra, süzüntüden 33.3 ml alınmış ve 50 ml'lik bir ölçülü balona aktarılarak üzerine 4 ml  $\text{HNO}_3$  ve 4 ml  $\text{AgNO}_3$  çözeltileri eklenip balon, hacmine tamamlanmıştır. Balon içeriği süzildükten sonra süzüntüden 20 ml alınarak içerisine 5 ml  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}_2\text{SO}_4$  çözeltisi eklenip  $\text{KSCN}$  ile titre edilmiştir. Ayrıca tanık deneme de yapılmıştır.

Sonuçlar aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmuştur ;

$$\% \text{ klorür} = \frac{35.46 (4-b.50/20)}{a.33.3}$$

Bu eşitlikte ;

a : Alınan süt örneği niceliği (g)

b : Titrasyonda harcanan tiosiyanat (ml)

3.2.3.3. Süt Yağı İçeriğinin Saptanması :

Çiğ süt örneklerinin yağ içeriklerinin saptanmasında Gerber yöntemi kullanılmıştır (Anonymous, 1981).

### 3.2.3.4. CMS Değerlerinin Hesaplanması :

CMS değerinin saptanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\text{CMS}_{\text{gerçek}} = \frac{1000 (L - 11.9 Cl)}{1000 - \frac{Y}{0.92}}$$

Bu eşitlikte ;

L : Süt örneklerinin litresinde saptanan laktoz niceliği (g)

Cl: Örneğin litresinde saptanan klorür niceliği (g)

Y : Örneğin litresinde saptanan yağ niceliği (g)

Her blok için kontrol örneğinin CMS değeri o blok için standart kabul edilerek, süte katılan su oranının saptanması için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır;

$$\% \text{ Su katkısı} = 100. (K - \text{CMS}) / K$$

Bu eşitlikte; K : Kontrol örneğinin CMS değeri

CMS: Şüpheli örneğin CMS değeri (Veisseyre, 1979 ; Uraz,1986).

### 3.2.4. Elektriksel İletkenliğin (EI) Ölçülmesi

Hazırlanan tüm örneklerde YSI Model 31 iletkenlik köprüsü ve YSI Model 3403 "deep type" iletkenlik hücresi (Yellow Spring Instruments Co., Inc., USA) kullanılarak EI ölçümleri yapılmıştır. Hücre sabiti  $1.0 \pm 0.01 \text{ cm}^{-1}$  dir.

Her blokta 6 farklı sulandırma oranındaki süt örnekleri ve kontrol örneği, kendilerine ait ölçü silindirlerine aktarılıp,  $20^{\circ}\text{C}$ 'da ölçümler gerçekleştirilmiştir.

iletkenlik köprüsü; hücre ile bağlantısı yapıldıktan sonra devreye sokularak 15 dakika ısınması için beklenmiş ve örneklerin ölçümüne geçilmiştir. Hücre, örneğin bulunduğu silindire, kabın çeperlerine ve tabanına değmeyecek şekilde daldırılmış ve ayrıca içerisindeki hava kabarcıkları tamamen giderildikten ve bu konumda 5 dakika bekletildikten sonra ölçüm alınmıştır.

Genellikle kullanılan aygıtın analitik hatasının olmaması nedeniyle her bir örnekten yalnızca bir ölçüm alınmıştır. Skalada okuma gerçekleştirildikten sonra hücre silindirden çıkarılıp, çığ sütün çözücü sisteminin su olması nedeniyle, önce damıtık su püskürtülüp sonra damıtık suya daldırılarak ön temizleme uygulanmış ve bu işlem her seferinde damıtık su değiştirilerek, iletkenlik; damıtık suyun gerçek iletkenliğine ulaşmaya kadar sürdürülmüştür (4-5 kez). Daha sonra hücre, özel hazırlanan yıkama çözeltisine (100 ml izopropil alkol+100 ml dietileter+50 ml damıtık su+50 ml derişik hidroklorik asit) daldırılarak birkaç dakika bu çözelti içerisinde bırakılmıştır. Daha sonra yine birkaç dakika % 96'lık etil alkol içerisinde tutulan hücre, son olarak kurutma tabancası aracılığı ile kuru ve soğuk hava akımında kurutulmuştur. İletkenlik hücrelerine her ölçüm arası aynı yıkama programı uygulanmıştır. Hücre kullanılmadığı sürece deiyonize suda bırakılmıştır (Anonymous, 1982b).

### 3.2.5. Toplam Kurumadde İçeriğinin Saptanması

Çiğ süt örneklerinin kurumadde içeriği gravimetrik yöntem ile elektrikli kurutma dolabında suyu uçularak saptanmıştır (Anonymous,1962).

### 3.2.6. Toplam Kül İçeriğinin Saptanması

Çiğ süt örneklerinin kül içerikleri gravimetrik yöntem ile saptanmıştır (Pearson,1971).

### 3.2.7. pH Değerinin Saptanması

Kontrol örneklerinde PHM29 pH-metre ve GK 2401C cam kombine elektrot (Radiometer A/S,Denmark) kullanılarak pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Anonymous,1980).

### 3.2.8. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesinde İzlenen Yöntemler

Elde edilen sonuçlar; doğruluk ve model sistemin saptanması amacıyla doğrusal regresyon analizi, yöntemler arası karşılaştırmalar için de çoklu varyans analizi uygulanarak değerlendirilmiştir (Kutsal ve Muluk, 1972; Muluk ve ark., 1985).



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Önceki bölümlerde de ayrıntılı olarak açıklandığı gibi sütün elektriksel iletkenliğini etkileyen en önemli faktörler, sütün iyonik profili ve iyon derişimidir. Bu araştırmada da sütün iyonik yapısının ençok değişime uğradığı dönemler gözönüne alınarak seçilen iki farklı dönemde, aynı sürüden toplam 18 çiğsüt örneği sağlanmıştır.

Bu gerekçe ile denemelerin ilk bölümü Eylül-Kasım 1986 döneminde, ikinci bölümü ise Mart-Nisan 1987 döneminde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemler dışında kalan süreçte, mevsimsel özellikler gözönüne alınarak sütün iyonik yapısının daha kararlı olması nedeniyle örnek sayısının artırılmasına gerek görülmemiştir. Böylece sütün göreceli olarak büyük farklılıklar gösterdiği dönemlerde saptanan değerler, bunun dışındaki dönemlerde alabileceği elektriksel iletkenlik değerinin tahmin edilmesinde ölçüt olarak kullanılabilir niteliktedir.

Çalışma sırasında benimsenen örnek alım modeli, birçok araştırmacının izlediği ve önerdiği bir uygulamadır (Schulz und Sydow, 1957 ; Linzell and Peaker, 1971, 1975 ; Linzell et al., 1974).

Araştırmanın ilk aşaması olan Eylül-Kasım 1986 döneminde 6 süt örneği üzerinde çalışılmış ve bu örneklerde elektriksel iletkenlik (EI), donma noktası alçalması (DND) ve basitleştirilmiş molekül sabitesi (CMS) değerleri saptanmış ve bu değerlerden yola çıkılarak katılan su oranları hesaplanmıştır. Adı geçen yöntemler arasında elektriksel iletkenlik

yöntemi için, katılan su oranının hesaplanmasını sağlayacak bir matematiksel model daha önce bildirilmediği için bu modeli oluşturmak amacıyla yalnızca Eİ yönteminde kullanılmak üzere örnek sayısı 18'e çıkarılmıştır.

İlk dönemde her üç yöntemle hesaplanan su katım oranlarının aynı doğrulukla kullanılabileceği, yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda ortaya çıkmıştır (Bkz.Bölüm 4.4).

Bu döneme ait örneklerin bazı niteliklerinin saptanması gerekli görülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çiğsütün niteliğinin saptanmasına; örneklerin çözünür fazında yer alan bileşenlerin niceliklerinin araştırma konusu açısından önem taşıması ve yapılan su katkılarının özellikle kuru madde üzerinde etkili olması ve çalışmada uygulanan CMS yöntemi için sütün laktoz, klorür ve yağ içeriğinin hesaplanmasının zorunluluğu nedeniyle gerek duyulmuştur. Diğer yandan 18 çiğ süt örneğinin hepsinde niteliklerin saptanmasına istatistiksel açıdan da gerek görülmemiş ve bu analizler 6 örnekte sınırlandırılmıştır.

Çizelge 4.1 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait çiğsüt örneklerinde saptanan bazı nitelikler

Örnek No.	Toplam kuru madde %	Yağ %	Laktoz %	Toplam kül %	Klorür %	pH
1	12.03	4.15	5.74	0,81	0,094	6.80
2	12.46	3.15	6.01	0.78	0.124	6.85
3	12.27	3.80	4.18	0.82	0.095	6.75
4	11.97	2.90	5.10	0.74	0.186	6.95
5	11.50	3.80	4.61	0.73	0.098	6.85
6	12.12	3.50	4.42	0.71	0.088	6.65

İlgili çizelgeden de izlenebileceği gibi süt örneklerinin toplam kurumadde içerikleri % 11.50-12.46 arasında, çözünür fazda yer alan laktoz değerleri de % 4.18-6.01 arasında değişmektedir. Çiğ süt örneklerinin büyük ölçüde iyonik profilini yansıtan klorür içeriği % 0.088 - 0.186 değerleri arasında, toplam kül içeriği ise % 0.71-0.82 arasında değişmektedir. Örneklerin yağ içerikleri ise süt yağının genel karakteri gereği, oldukça geniş sınırlar içerisinde değişim göstermektedir (% 2.90-4.15).

Bu bileşimdeki süt örneklerinin herbirinden 6 farklı sulandırma oranında hazırlanan modeller ve kontrol örneği, istatistiksel anlamda "blok" kabul edilerek, bu dönemde sağlanan 6 blokta sütün fizikokimyasal özelliklerinden DND, EI ve CMS değerleri saptanmaya çalışılmıştır.

#### 4.1. Donma noktası alçalması (DND) ölçüm sonuçları

Bilindiği gibi sütün donma noktası değerleri üzerine süt serumunda gerçek çözelti durumunda yer alan ögelerin derişimi etkili olmaktadır. Bu nedenle çiğ sütün laktoz ve mineral madde içeriği önem taşımaktadır.

Çizelge 4.2 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait  
örneklere ilişkin DND<sup>x</sup> değerleri

SU KATIM ORANI %	B l o k l a r					
	1	2	3	4	5	6
0	0.514	0.537	0.543	0.525	0.537	0.553
3	0.490	0.514	0.528	0.510	0.518	0.535
5	0.483	0.509	0.519	0.495	0.509	0.527
10	0.456	0.489	0.483	0.472	0.484	0.505
15	0.454	0.464	0.465	0.455	0.455	0.482
20	0.428	0.447	0.446	0.442	0.448	0.464
25	0.409	0.425	0.428	0.417	0.425	0.440

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden de görülebileceği gibi, 6 blok durumunda incelemeye alınan sütlerin DND değerleri, sulandırma oranına bağlı olmak üzere sürekli sifıra doğru bir yaklaşma göstermektedir. Süte katılan suyun niceliği ile sütün DND değerleri arasında görülen bu değişim doğrusaldır. Genellikle süte katılan su, serum fazında yer alan çözünür ögelerin niceliğini bağıl olarak azalttığı için DND'da diğer araştırmacıların gözlediği azalmalar, doğal olarak bu çalışmada da izlenmiştir (Demott, 1971; Barnum, 1976; Vanetzian, 1978; Mikkelsen, 1979; van der Have et al., 1980; Szijarto, 1983; Kessler, 1984).

DND değerlerinden yararlanılarak hesaplanan su katılma oranları<sup>xx</sup> Çizelge 4.3 'de verilmiştir. İlgili çizelgeden de

$$x_{DND} = -^{\circ}CDN \text{ değeri}$$

$$xx_{\%} \text{ Su Katılma Oranı} = \left( \frac{\text{Kontrol örneğinin DND}}{\text{Şüpheli örneğin DND}} \cdot 100 \right) - 100$$

görülebileceği gibi uygulamada kullanılan sulandırma oranları ile DND değerlerine bağlı olarak hesaplanan su katılma oranları genellikle bir uyum içerisindedir. Yöntemlerin karşılaştırılması amacıyla yapılan istatistiksel değerlendirmelerde de bu sonuç doğrulanmaktadır (Bkz. Bölüm 4.4)

Çizelge 4.3 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin DND değerlerinden hesaplama yoluyla saptanan su katılma oranları

SU KATIM ORANI %	B l o k l a r					
	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0
3	4.96	4.40	2.84	3.72	3.66	3.36
5	6.56	5.43	4.69	6.86	5.50	4.87
10	12.87	9.74	12.50	11.99	10.80	9.43
15	13.20	15.88	16.69	16.26	17.86	14.81
20	20.26	20.49	21.93	21.62	19.70	19.10
25	25.75	26.45	26.97	26.86	26.17	25.59

4.2 : Basitleştirilmiş molekül sabitesi (CMS) ölçüm sonuçları  
CMS ölçümleri "Materyal ve Metot" bölümünde de açıklandığı gibi i çiğ süt örneklerine ve sulandırılmış örneklere ait laktoz, klorür ve yağ analizlerine ilişkin sonuçları yansıtmaktadır. Saptanan analiz sonuçları Çizelge 4.4'de toplu halde verilmiştir.

İlgili çizelgeden de izlenebileceği gibi her bir bloktaki örneklerin, sulandırma oranlarına bağlı olarak, laktoz (%) ve klorür (%) içerikleri giderek azalmaktadır. Örneğin 2. blokta yer alan çiğ süt örneğinin, su katılmadan önceki

laktoz içeriği % 6.01 olarak saptanmışken aynı örneğin % 25 sulandırma düzeyinde bu içerik % 3.98'e düşmüş, diğer yandan klorür içeriği aynı koşullar için % 0.124'den % 0.112'ye doğru bir azalma göstermiştir. Bunun yanısıra bütün bloklarda yağ içeriklerinden doğrusal değişimler gözlenmiştir.

Çizelge 4.5'den de görülebileceği gibi bu değişimler her blokta CMS değerlerinde de aynı eğilimdeki değişiklikleri beraberinde getirmiştir.

Çizelge 4.5 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklere ilişkin CMS değerleri

SU KATIM ORANI %	B l o k l a r					
	1	2	3	4	5	6
0	74.97	80.81	60.55	79.11	62.82	59.34
3	72.69	77.98	57.63	76.49	59.25	58.26
5	70.49	73.81	53.05	75.34	56.51	52.22
10	68.86	73.23	50.72	71.98	52.65	53.38
15	68.99	68.95	49.59	66.73	52.37	53.09
20	65.94	60.87	46.95	63.26	50.50	50.17
25	59.31	54.70	45.18	61.09	48.06	49.05

İlgili çizelgeden de izlenebileceği gibi, kontrol örneklere ait CMS değerleri aynı örneğin laktoz, klorür ve yağ içeriğindeki değişimler nedeniyle 59.34 ile 80.81 arasında değişen değerler göstermektedir. Ancak her bloğun, ayrı ayrı kendi içinde değerlendirilmesi sonucunda bu değerlerin ,

Çizelge 4.4 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin laktöz (L), klorür (Cl) ve yağ (Y) ölçüm değerleri (%)

SU KATIM ORANI %	B L O K L A R																	
	1			2			3			4			5			6		
	L	Cl	Y	L	Cl	Y	L	Cl	Y	L	Cl	Y	L	Cl	Y	L	Cl	Y
0	5.74	0.094	4.15	6.01	0.124	3.15	4.18	0.095	3.80	5.10	0.186	2.90	4.61	0.098	3.80	4.42	0.088	3.5
3	5.68	0.089	4.10	5.83	0.117	3.0	4.37	0.100	3.55	4.90	0.189	2.80	4.33	0.094	3.70	4.33	0.087	3.4
5	5.48	0.083	3.70	5.02	0.112	3.0	3.95	0.077	3.50	4.84	0.193	2.75	4.13	0.084	3.40	4.07	0.088	3.3
10	5.39	0.079	3.60	5.05	0.118	2.8	3.75	0.065	3.30	4.66	0.175	2.65	3.39	0.074	3.15	3.75	0.078	3.1
15	5.34	0.085	3.50	5.47	0.094	2.7	3.77	0.070	3.20	4.04	0.159	2.50	3.97	0.067	3.00	4.0	0.075	2.9
20	5.14	0.079	3.30	4.44	0.105	2.5	3.57	0.079	3.00	4.22	0.144	2.40	3.87	0.073	2.90	4.02	0.070	2.8
25	4.60	0.074	3.10	3.98	0.112	2.4	3.47	0.060	2.80	4.24	0.125	2.30	3.65	0.069	2.75	3.83	0.064	2.6

sulandırma oranı ile birlikte doğrusal bir değişim göster - diği ortaya çıkmaktadır. Bu yöntem ile hesaplanan su katılma oranları da bu ilişki ile uyumlu sonuçlar vermektedir. CMS yönteminden yola çıkarak hesaplanan su katılma oranları Çi - zelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerin CMS değerlerinden hesaplama yoluyla saptanan su katılma oranları<sup>x</sup>

SU KATIM ORANI %	B l o k l a r					
	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0
3	3.05	3.46	4.81	3.36	5.68	1.82
5	5.98	8.69	12.39	4.77	10.02	6.17
10	8.15	9.35	16.22	9.00	16.18	9.8
15	7.98	14.56	18.09	15.64	16.61	11.29
20	12.04	24.63	22.45	20.02	19.61	15.45
25	20.90	32.37	25.37	22.77	23.50	18.16

$$x_{\%} \text{ su} = 100 \cdot (K - \text{CMS}) / K$$

Çizelgeden de görüldüğü gibi genelde uygulamada görülen oranlarda katılan su niceliği ile CMS yönteminden yararlanılarak hesaplanan su katılma oranları bir uyum içerisindedir. Sonuçta, yapılan varyans analizine ilişkin bulgular CMS yöntemi ile hesaplanan su katılma oranlarının, karşı - laştırma yöntemi olan DND ile hesaplanan oranlar ile uyum içerisinde ve aynı duyarlılıkta olduğu görülmüştür (Bkz. Bölüm 4.4).



#### 4.3 : Elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçüm sonuçları

Çiğ süt (kontrol) örnekleri ile su katılmış süt örneklerine ait Eİ ölçüm değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Adı geçen çizelgeden görülebileceği gibi çiğ süt örneklerinin sulandırma öncesi Eİ değerleri 3600 - 5000  $\mu\text{mho}$  arasında değişmektedir. 5 numaralı bloktaki ölçüm değeri istatistiksel değerlendirmeye alınmasına karşın ekstrem değer olarak kabul edilmiştir. Su katım oranı arttıkça her bloktaki ölçüm değerleri, belirgin bir azalma göstermiştir. Su katım oranları ile Eİ değerleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu gözlenmektedir. Sonuçlar bu konuda çalışan diğer araştırmacıların bulgularıyla bir uyum içerisindedir (Schulz und Sydow,1957; Fernandez-Martin and Sanz,1985; Fernando et al., 1981; El-Shabray and Haggag,1980; Janal,1983; Borys et al., 1982).

Çizelge 4.7 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait örneklerle ilişkin Eİ değerleri ( $\mu\text{mho}$ )

SU KATIM ORANI %	B l o k l a r					
	1	2	3	4	5	6
0	4400	5000	4520	4620	3600	4000
3	4350	4800	4500	4600	3550	3850
5	4300	4750	4400	4570	3510	3800
10	4150	4700	4300	4400	3410	3700
15	4050	4500	4200	4300	3310	3600
20	3900	4400	4150	4200	3210	3500
25	3850	4300	3850	4100	3110	3400

Eİ ölçümlerinden yararlanılarak katılan su niceliğinin hesaplanmasında, her bir blok için ayrı ayrı gerçekleştirilen doğrusal regresyon analizi sonunda elde edilen doğru denklemleri kullanılmıştır. Yapılan regresyon analizlerinde su katım oranı bağımlı değişken olarak nitelenmiş ve " $y_i$ " ile sembolize edilmiştir. Eİ değerleri ise " $x_i$ " ile sembolize edilerek, bağımsız değişken olarak tanımlanmıştır. Blokların regresyon hesaplamalarından, bu iki değişken arasındaki ilişkinin  $y = a + bx$  şeklinde tanımlanan, tek bilinmeyenli doğru denklemi ile açıklanabileceği ortaya çıkmıştır.

Regresyon hesaplamalarında kullanılan değerler ve analiz sonuçlarına ilişkin bulgular Çizelge 4.8'de bütün bloklar için toplu halde verilmiştir. Yapılan hesaplamalara ilişkin bütün verileri yansıtan bu çizelge aşağıda her blok için ayrı ayrı verilen istatistiksel yorumların kaynağını oluşturmaktadır. Birinci blokta yer alan çiğ süt ve sulandırılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişki ;

$$\hat{y}_1 = 185.617 - 0.042x \text{ eşitliği ile açıklanmaktadır.}$$

Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_1 = 0.9946$ 'dır.

Blok 1'e ait varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

<u>V.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.Ö.</u>	<u>F</u>
TOPLAM (T)	6	514.8571		
REGRESYON (R)	1	509.2838	509.2838	456.8891
REGRESYONDAN AYRILIŞ (RA)	5	5.5734	1.1147	

Çizelge 4.8 : Eylül-Kasım 1986 döneminde ait örneklerle ilişkin Eİ değerlerinin istatistiksel tanımlamaları

SU KATIM ORANI % "Y <sub>i</sub> "	B L O K L A R																
	1. Blok		2. Blok		3. Blok		4. Blok		5. Blok		6. Blok						
	x <sub>i</sub>	Ŷ <sub>1</sub>	HATA	x <sub>i</sub>	Ŷ <sub>2</sub>	HATA	x <sub>i</sub>	Ŷ	HATA	x <sub>i</sub>	Ŷ	HATA	x <sub>i</sub>	Ŷ	HATA		
0	4400	0.313	-0.313	5000	0	0	4520	1.693	-1.693	4620	1.298	-1.298	3600	0.315	-0.315	4000	0
3	4350	2.419	0.581	4800	5.072	-2.072	4500	2.462	0.538	4600	2.188	0.812	3550	2.841	0.159	3850	4.253
5	4300	4.525	0.475	4750	6.919	-1.919	4400	6.308	-1.308	4570	3.521	1.479	3510	4.863	0.137	3800	6.446
10	4150	10.842	-0.842	4700	8767	1.233	4300	10.154	-0.154	4400	11.079	1.079	3410	9.916	0.084	3700	10.830
15	4050	15.053	-0.053	4500	16.158	-1.158	4200	14.000	1.000	4300	15.525	-0.525	3310	14.969	0.031	3600	15.214
20	3900	21.371	-1.371	4400	19.854	0.146	4150	15.923	4.077	4200	19.971	0.029	3210	20.022	-0.022	3500	19.598
25	3850	23.476	1.524	4300	23.549	1.451	3850	27.461	-2.461	4100	24.417	0.583	3110	25.075	-0.075	3400	23.982

Varyans analiz tablosundan da görüldüğü gibi su katılma oranı ile Eİ değerleri arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_1$ " eşitliği ile uyumu önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Böylece su katılma oranı arttıkça Eİ değerleri düşüş gösterecek ve bu oranlar, sözü edilen eşitlik ile saptanabilecektir.

İkinci blokta yer alan çiğ süt ve sulandırılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişki ;

$$\hat{y}_2 = 182.455 - 0.037x \text{ eşitliği ile açıklanmaktadır.}$$

Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_2 = 0.9821$  olarak bulunmuştur. Blok 2'ye ait varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

U.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	6	514.8571		
R	1	496.5143	496.5143	135.3429
RA	5	18.3428	3.6686	

Varyans analiz tablosundan da izleneceği gibi, su katım oranı ile Eİ değerleri arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_2$ " eşitliği ile uyumu önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Bu sonuçtan yola çıkarak bu blokta da su katım oranı arttıkça Eİ değerleri düşecektir ve su katılma oranı  $\hat{y}_2$  eşitliği kullanılarak saptanabilecektir.

- 
- (x) eşitlikteki "b" katsayısı bilgisayar kayıtlarında 0.0421144279 olup, "y" hesaplamalarında aynen kullanılmış ancak eşitlikte virgülden sonraki 3.ondalık basamağa kadar kısaltılarak yer almıştır. Aynı işlem tüm bloklar için geçerlidir.

Görüldüğü gibi su katılma oranlarının saptanmasında doğrudan Eİ değerleri kullanıldığında böylesi bir eşitlik ortaya çıkmakta ve su katılma oranının hesaplanması olası gerçekleştirilebilmektedir.

Üçüncü blokta yer alan kontrol örneği ve su katılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katılma oranları arasındaki ilişki;

$\hat{y}_3 = 175.528 - 0.038x$  eşitliği ile açıklanabilmektedir. Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_3 = 0.9719$  olarak bulunmuştur. 3.bloğa ilişkin varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.D.</u>	<u>F</u>
T	6	514.8571		
R	1	486.2891	486.2891	85.1107
RA	5	28.5680	5.7136	

Bu bloğa ilişkin varyans analiz tablosundan da anlaşılacağı gibi, su katım oranı-Eİ değerleri arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_3$ " eşitliği ile uyumu önemlidir ( $P < 0.01$ ). Bu sonuca göre diğer farklı oranlarda katılan suyun niceliği bu eşitlik kullanılarak saptanabilecektir.

Dördüncü blokta yer alan kontrol ve sulandırılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişki ise;

$\hat{y}_4 = 206.697 - 0.044x$  eşitliği ile açıklanmaktadır.

Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_4 = 0.9938$  ' dir.

Bu blok için gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.O.</u>	<u>F</u>
T	6	514.8571		
R	1	508.5433	508.5433	402.7183
RA	5	6.3139	1.2628	

Blok 4'e ait varyans analiz tablosu incelendiğinde de görülebileceği gibi, adı geçen iki değişken arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_4$ " eşitliği ile uyumu önemlidir ( $P < 0.01$ ) ve bu eşitlik yardımıyla, blokta yer alan oranların dışındaki niceliklerde katılan suyun oranı da Eİ değerleri kullanılarak saptanabilecektir. Beşinci blokta yer alan kontrol ve su katılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katım oranı arasındaki ilişki de;

$\hat{y}_5 = 182.228 - 0.051x$  eşitliği ile açıklanmaktadır.

Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_5 = 0.9999$  olarak bulunmuştur. Bu bloğa ait varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.O.</u>	<u>F</u>
T	6	514.8571		
R	1	514.6998	514.6998	16356.7735
RA	5	0.1573	0.0315	

Blok 5'e ilişkin varyans analiz tablosunun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi su katım oranı ile Eİ değerleri arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_5$ " eşitliğiyle uyumu çok önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Bu eşitlikten yararlanılarak, süte katılan suyun oranı çok büyük bir doğrulukla saptanabilecektir.

Eylül-Kasım 1986 dönemine ait en son blok olan 6.blokta yer alan kontrol örneği ve sulandırılmış süt örneklerinin Eİ değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişki ise ;

$\hat{y}_6 = 173.045 - 0.044x$  eşitliği ile açıklanmaktadır. Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r_6 = 0.9893$ 'tür. Bu bloğa ait varyans analiz tablosu aşağıda verilmiştir.

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.O.</u>	<u>F</u>
T	6	514.8571		
R	1	503.8694	503.8694	228.2871
RA	5	10.9877	2.1975	

Blok 6'ya ilişkin varyans analiz tablosunun incelenmesiyle de anlaşılacağı gibi su katım oranı ile Eİ değerleri arasındaki ilişkinin " $\hat{y}_6$ " eşitliği ile uyumu önemlidir ( $P < 0.01$ ). Bu sonuçtan yola çıkarak, artan sulandırma oranlarıyla Eİ değerlerinde ortaya çıkan azalmalar kullanılarak, adı geçen eşitlik yardımıyla su katılma oranı saptanabilecektir.

Eylül-Kasım 1986 döneminde incelenen blokların tümüne ilişkin veriler ve bulgular gözönüne alındığında su katım oranı ile Eİ değerleri arasındaki ilişkin, her blok için ayrı ayrı olmak üzere, bir  $y = a + bx$  eşitliği ile tanımlanabildiği ve bu eşitlik kullanılarak su katım oranının saptanabileceği ortaya çıkmaktadır.

#### 4.4: Süte katılan su oranlarının saptanmasında Eİ ile CMS yöntemlerinin kullanılabilirliği ve DND ölçümlerine göre duyarlılığı

Çiğ süt örneklerine ve su katılmış örneklere ilişkin DND, CMS ve Eİ ölçüm değerleri Çizelge 4.2, 4.5 ve 4.7'de verilmiştir. Bu yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlere dayalı olarak hesaplanan su katılma oranları da sırasıyla Çizelge 4.3, 4.6, 4.8'de gösterilmiştir.

Bu bölümde, Eİ ve CMS yöntemlerinin DND ölçümleri yerine kullanılabilirliği irdelenmeye çalışılacaktır. Bu amaçla adı geçen yöntemler ile hesaplanan su katılma oranları verilerine iki yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Bu uygulamada her bir su katım oranı ayrı ayrı analize alınmış ve her su katım oranı için üç yöntemle de 6 blokta saptanan değerlerin tümü aynı anda bilgisayara girilerek iki yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel hesaplamalarda kullanılan verilerin toplu giriş dizilimi Ek 1'de verilmiştir.

Eylül-Kasım 1986 döneminde sağlanan örneklerin oluşturduğu blokların hiç su katılmamış kontrol örneklerinde DND, CMS ve Eİ yöntemleriyle saptanan su katılma oranları, blok ve



yöntem ortalamaları ve bunlara ilişkin standart hatalar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : Kontrol örneklerine ait istatistiksel tanımlamalar

YÖNTEM	HESAPLANAN ORTALAMA SU KATILMA ORANI (%)	STANDART HATA
DND	0.0000	0.00000
CMS	0.0000	0.00000
Eİ	0.60317	0.29242
<hr/>		
<u>BLOK</u>		
1	0.1043	0.10433
2	0.0000	0.00000
3	0.5643	0.56433
4	0.4327	0.43267
5	0.1050	0.10500
6	0.000	0.00000

Araştırmada kullanılan yöntemlerden DND ve CMS yöntemlerinde, % değişime dayalı matematiksel modeller kullanılması (Bkz.Bölüm 3.2.2 ve 3.2.4.4) ve bu modellerde kontrol örneğine ait değere karşılık gelen su katım oranının sıfır olması nedeniyle, bu iki yöntemle hesaplanan su katılma oranları kontrol örnekleri için "0" bulunmuştur. Elektrolit özellik gösteren her akışkanın Eİ ölçümleri ile saptanan belirli bir Eİ değeri vardır. Artan sulandırma oranları, bu ölçümlerden, giderek azalan Eİ değerlerinin elde edilmesine neden olur. Bu gerekçe ile diğer yöntemlerde, kontrol örnekleri için hesaplama modelleri gereği geçerli olan "0" değeri, Eİ yöntemi için sözkonusu değildir. Kaldı ki Eİ ölçümleri

için bir regresyon denklemi ile hesaplanan su katılma oranları "0"dan farklı değerler elde edilmesine yol açmıştır.

Kontrol örneklerine ait yöntem karşılaştırmaları sonucunda elde olunan varyans analiz tablosu ve doğrusal karşılaştırmalar, sırasıyla Çizelge 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10 : Kontrol örneklerine ait varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.D.	F
TOPLAM (T)	17	4.0206269		
BLOKLAR ARASI (BA)	5	0.8551128	0.1710258	1
YÖNTEMLER ARASI (YA)	2	1.4552401	0.7276201	4.2544464
YANILGI (H)	10	1.7102579	0.1710258	

Çizelge 4.11 : Kontrol örneklerinde gerçekleştirilen DND, CMS ve Eİ yöntemlerinin doğrusal karşılaştırmaları

KARŞILAŞTIRILAN YÖNTEMLER	F DEĞERİ
DND - CMS	0.0000000
DND - Eİ	6.3816555
CMS - Eİ	6.3816555

İlgili çizelgelerden, bloklar arası değişimin önemsiz olduğu ancak yöntemler arasındaki değişimin çok az da olsa

önemli olduğu anlaşılmaktadır ( $P < 0.05$ ). Yöntemler arası farkın önemli olması, daha önce de açıklandığı gibi DND ve CMS yöntemlerinde kontrol örneğine ait değerlerin "0" olarak alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yöntemler hakkında genellemeye gidilirken kontrol örneklerine ait değerlerin gözönüne alınmaması gerektiği açıktır.

Aynı döneme ait % 3 su katkılı süt örneklerinden alınan her üç yönteme ilişkin ölçümlerden yola çıkılarak hesaplanan su katılma oranları ve blok ortalamaları, standart hataları ile birlikte Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : % 3 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar

<u>YÖNTEM</u>	<u>HESAPLANAN ORTALAMA SU KATILMA ORANI (%)</u>	<u>STANDART HATA</u>
DND	3.82333	0.30787
CMS	3.69583	0.55645
Eİ	3.20583	0.48029
<u>BLOK</u>		
1	3.47466	0.76433
2	4.31066	0.46748
3	3.37066	0.72789
4	3.08933	0.46249
5	4.06033	0.84363
6	3.14433	0.71057

Çizelge 4.12 ve 4.13'den de görüleceği gibi bloklar ve yöntemler arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0.01$ ).

Çizelge 4.13 : % 3 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.D.</u>	<u>F</u>
T	17	20.328498		
BA	5	3.749756	0.7499512	0.49005473
YA	2	1.275325	0.6376625	0.41667982
H	10	15.303417	1.5303417	

Bu döneme ait % 5 su katılmış süt örneklerinde DND, CMS ve Eİ yöntemleriyle hesaplanan su katım oranlarının, yöntem ve blok ortalamaları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Bu çizelgeden de izlenebileceği gibi yöntemler arası farklılık yüksek değildir. Bu sonuç, Çizelge 4.15'de yer alan varyans analizi sonuçları ile de doğrulanmaktadır.

Çizelge 4.14 : % 5 su katım oranındaki örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar

<u>YÖNTEM</u>	<u>HESAPLANAN ORTALAMA SU KATILMA ORANI (%)</u>	<u>STANDART HATA</u>
DND	5.65166	0.3602353
CMS	8.0025	1.1791114
Eİ	5.43033	0.5417581
<u>BLOK</u>		
1	5.68833	0.6052846
2	7.0130	0.94225386
3	7.796	2.34400711
4	5.05033	0.97402436
5	6.79433	1.62328231
6	5.8270	0.48532704

Çizelge 4.15'de yer alan varyans analiz tablosunun incelenmesiyle de anlaşılacağı gibi gerek bloklar ve gerekse yöntemler arası farklılık, istatistiksel anlamda önemsizdir ( $P > 0.01$ ).

Çizelge 4.15 : % 5 su katılmış örneklerle ait varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.D.	F
T	17	78.7901205		
BA	5	15.38276650	3.0765533	0.788365381
YA	2	24.38289433	12.19144717	3.124082779
H	10	39.02445967	0.902445967	

Eylül-Kasım 1986 dönemine ait % 10 su katım oranındaki örneklerde DND, CMS ve Eİ yöntemleriyle 6 blok için hesaplanan su katılma oranları Çizelge 4.16'da verilmiştir. İlgili çizelgeden de görülebileceği gibi her üç yöntemin de istatistiksel anlamda önemli olduğu ve su katılma oranının saptanmasında duyarlı olarak kullanılabilecekleri açıktır. Yöntemler arasındaki en düşük standart hata Eİ yönteminde gözlenmiştir.

Çizelge 4.16 : % 10 su katılmış örneklerde her üç yöntemle saptanan su katılma oranlarına ait istatistiksel tanımlamalar

<u>YÖNTEM</u>	<u>HESAPLANAN ORTALAMA SU KATILMA ORANI (%)</u>	<u>STANDART HATA</u>
DND	11.2216	0.59230294
CMS	11.450	1.51823143
Eİ	10.2646	0.35085017
<u>BLOK</u>		
1	10.6206	1.36703345
2	9.28566	0.282716780
3	12.958	1.76601312
4	10.6896	0.884818312
5	12.2986	1.957372843
6	10.02	0.418847625

Bu gruba ilişkin bulguların varyans analizi verileri Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. İlgili varyans analizi tablosundan da izleneceği gibi yöntemler ve bloklar arası farklılık önemsizdir ( $P > 0.01$ ).

Çizelge 4.17 : % 10 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.O.</u>	<u>F</u>
T	17	88.11435912		
BA	5	28.9714084	5.794281688	1.065185027
YA	2	4.74600045	2.373000225	0.436237733
H	10	54.39695023	5.439695023	

Yine aynı dönemde sağlanan, % 15 su katım oranlarındaki örneklerde DND, CMS ve Eİ yöntemleriyle hesaplanan su katılma oranlarının yöntem ve blok ortalamaları, standart hataları ile birlikte Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18 : % 15 su katılmış örneklerde her üç yöntemle hesaplanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar

<u>HESAPLAMA YÖNTEMİ</u>	<u>HESAPLANAN ORTALAMA SU KATIM ORANI (%)</u>	<u>STANDART HATA</u>
DND	15.7833	0.658081387
CMS	14.0283	1.528867591
Eİ	15.1531	0.290137602
<u>BLOK</u>		
1	12.0776	2.117510829
2	15.5326	0.49210179
3	16.2600	1.200097218
4	15.8083	0.228260329
5	16.4796	0.837100220
6	13.7713	1.246136073

Bu sulandırma oranına ait istatistiksel veriler incelendiğinde yöntemler ve bloklar arası değişkenliğin büyük olmadığı anlaşılmaktadır. Değişimin boyutları, Çizelge 4.19'da yer alan varyans analiz tablosundaki bulgulardan da izlenebilmektedir.

Çizelge 4.19 : % 15 su katılmış örneklere ait varyans analiz tablosu

<u>D.K.</u>	<u>S.D.</u>	<u>K.T.</u>	<u>K.O.</u>	<u>F</u>
T	17	95.12538162		
BA	5	44.28893827	8.857787654	2.142062692
YA	2	9.4847701	4.74238505	1.146843359
H	10	41.35167325	4.135167325	

Su katım oranı % 20'ye çıkarılan örneklerde, üzerinde çalışılan üç yöntemle ayrı ayrı hesaplanan su katılma oranlarının yöntem ve blok ortalamaları, standart hataları ile birlikte Çizelge 4.20'de verilmiştir. Adı geçen çizelgeden de görüleceği gibi yöntemlerin ve blokların standart hataları çok düşüktür. Buna göre her üç yöntemin de aynı duyarlılıkla kullanılabileceği açıktır.

Çizelge 4.20 : % 20 su katılmış örneklerde her üç yöntemle saptanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar

HESAPLAMA YÖNTEMİ	HESAPLANAN ORTALAMA SU KATIM ORANI (%)	STANDART HATA
DND	20.7151	0.345902724
CMS	19.9233	1.772852065
Eİ	18.7046	0.988442467
<u>BLOK</u>		
1	17.8903	2.942696062
2	21.658	1.497298301
3	20.101	2.094386386
4	20.0866	0.533333334
5	19.7603	0.108490145
6	18.1900	1.395504688

Sözü edilen istatistiksel verilerin yanı sıra aynı örneklerle ilişkin, Çizelge 4.21'de verilen varyans analiz tablosunun incelenmesiyle de yöntemler ve bloklar arasındaki farkın çok önemsiz olduğu anlaşılmaktadır ( $P > 0.01$ ).



Çizelge 4.21 : % 20 su katılmış örneklerle ait varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	17	139.4896670		
BA	5	34.30986894	6.861973788	0.738797702
YA	2	12.30851743	6.154258715	0.662601219
H	10	92.88028058	9.288028058	

Bu bölümde son olarak Eylül-Kasım 1986 dönemine ait % 25 su katılılı örneklerle ilişkin bulgular ele alınmıştır. Bu sulandırma oranında DND, CMS ve Eİ yöntemlerine dayalı olarak hesaplanan su katılma oranlarının, yöntem ve blok ortalamaları Çizelge 4.22'de verilmiştir. İlgili çizelge - den, yöntemler ve bloklar arasındaki farklılığın büyük olmadığı ve hatanın yine diğer sulandırma oranlarında gözlen - diği gibi çok düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Ayrıca Çizelge 4.23'de verilen varyans analiz tablosunun incelenmesiyle de yöntemler ve bloklar arasındaki farkın önemsiz olduğu anlaşılmaktadır ( $P > 0.01$ ).

Çizelge 4.22 : % 25 su katılmış örneklerde her üç yöntemle saptanan su katılma oranlarına ilişkin istatistiksel tanımlamalar

HESAPLAMA YÖNTEMİ	HESAPLANAN ORTALAMA SU KATIM ORANI	ÖLÇÜM YANILGISI
DND	26.2983	0.231551531
CMS	23.845	1.977103521
Eİ	24.66	0.610265953
<u>BLOK</u>		
1	23.3753	1.400978864
2	27.4563	2.595639955
3	26.6003	0.631284493
4	24.6823	1.188111433
5	24.9150	0.774903220
6	22.5773	2.256918351

Çizelge 4.23 : % 25 su katılmış örneklere ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	17	148.7837805		
BA	5	51.5575431	10.31150862	1.313704765
YA	2	18.734411	9.36720555	1.193398853
H	10	78.4918263	7.84918263	

4.5 : Elektriksel iletkenlik yöntemi kullanılarak süte katılan su oranının saptanmasında uygulanabilir modeller

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği farklı dönemlere ait toplam 18 süt örneğinin Eİ değerleri ölçülerek, Mart-Nisan 1987 dönemine ilişkin bulgular Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24 : Mart-Nisan 1987 dönemine ait örneklerin El ölçüm değerleri  
(Kısmi)

SU KATIM ORANI %	B L O K L A R												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	4200	4300	4500	4650	4550	4600	4600	4600	4650	4650	4650	4650	4650
3	4150	4200	4420	4600	4425	4520	4550	4525	4600	4525	4600	4600	4600
5	4100	4100	4400	4550	4400	4500	4520	4500	4550	4500	4550	4550	4550
10	3900	4000	4350	4450	4300	4400	4420	4400	4450	4400	4450	4450	4450
15	3800	3850	4150	4350	4200	4300	4320	4300	4350	4300	4350	4350	4350
20	3700	3750	3900	4250	4100	4200	4220	4200	4250	4200	4250	4250	4250
25	3600	3650	3800	4150	4000	4100	4120	4100	4150	4100	4150	4150	4150

Anımsanacağı gibi Eylül-Kasım 1986 dönemine ait 6 örneğe ilişkin Eİ değerleri ve bu değerlerden yararlanılarak, her blok için ayrı ayrı hesaplanan su katılma oranları Çizelge 4.8'de verilmişti.

Eİ ölçümlerine dayandırılarak bir hesaplama modeli geliştirmek amacıyla, örneklemin doğası gereği doğrusal regresyon analizinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada regresyon analizine Eylül-Kasım 1986, Mart 1987, Nisan 1987 ve Mart-Nisan 1987 dönemleri ayrı ayrı alınmıştır. Böylece her bir döneme ilişkin verilerin tümü aynı anda incelemeye alınarak modellemede daha gerçekçi bir yaklaşım sağlanmıştır. Eylül-Kasım 1986 dönemine ait blokların doğrudan Eİ değerlerine uygulanan regresyon analizi sonucunda elde edilen veriler, varyans analiz tablosunda (Çizelge 4.25) verilmiştir.

Çizelge 4.25 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait blokların Eİ değerlerinin tümüne ait varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	41	3089.1429		
R	1	547.3638	547.3638	8.6139
RA	40	2541.7790	63.5445	

Bu analiz sonucunda  $\hat{y} = 42.533 - 0.08x$  eşitliği ile uyum önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r = 0.4209$  bulunmuştur. Bu sonuçlar Eİ yönteminin, süte katılan su oranının saptanmasında kullanılabilmesi için bir başka modelin oluşturulması gerektiğini

ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle her su katılma oranı için ölçülen EI değerlerinin, kontrol örneğinin değerine göre düzeltilmesi yoluna baş vurulmuş ve bu amaçla aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$DEI = \frac{x_1 - x_2}{x_1} \cdot 100$$

- DEI : Düzeltilmiş elektriksel iletkenlik değeri,  
 $x_1$  : Kontrol örneğinin (normal sütün) 20°C'daki elektriksel iletkenliği  $\mu\text{mho}$   
 $x_2$  : Su katılmış (şüpheli) süt örneğinin 20°C'daki elektriksel iletkenliği  $\mu\text{mho}$

Bu eşitlik yardımıyla hesaplanan 18 bloktaki örneklerin tümüne ait düzeltilmiş elektriksel iletkenlik (DEI) değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde değerlerin, doğrudan EI değerlerine göre çok daha tekdüze dağıldığı görülmektedir.

Modeli oluşturmak amacıyla üzerinde çalışılan iki döneme (Eylül-Kasım 1986 ve Mart-Nisan 1987) ait DEI değerlerine ayrı ayrı regresyon analizi uygulanarak elde edilen modeller, o dönemler için önerilmiştir.

Eylül-Kasım 1986 dönemine ilişkin su katılmış örneklerin regresyon analizi, DEI değerleri bağımsız değişken ( $x_i$ ), su katım oranı ise bağımlı değişken ( $y_i$ ) olarak tanımlanarak 6 bloğa ilişkin bulguların tümünün bilgisayara girilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda DEI değerleri ile su katılma oranları arasındaki ilişkinin;

Çizelge 4.26 : Tüm bloklara ilişkin DEI değerleri

SU KATIM ORANI %	Eylül - Kasım 1986												Mart - 1987					Nisan - 1987				
	B L O K L A R												M a r t - 1 9 8 7					N i s a n - 1 9 8 7				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
3	1.14	4.00	0.44	0.43	1.39	3.75	1.19	2.33	1.78	1.08	2.75	1.74	1.09	1.63	1.08	2.69	1.08	1.08				
5	2.27	5.00	2.65	1.08	2.50	5.00	2.38	4.65	2.22	2.15	3.30	2.17	1.74	2.17	2.15	3.23	2.15	2.15				
10	5.68	6.00	4.87	4.76	5.28	7.50	7.14	6.98	3.33	4.30	5.49	4.35	3.91	4.35	4.30	5.38	4.30	4.30				
15	7.96	10.0	7.08	6.93	8.06	10.0	9.52	10.47	7.78	6.45	7.69	6.52	6.09	6.52	6.45	7.53	6.45	6.45				
20	11.36	12.0	8.19	9.09	10.83	12.5	11.90	12.79	13.33	8.60	9.89	8.70	8.26	8.79	8.60	9.68	8.60	8.60				
25	12.50	14	14.82	11.26	13.61	15.0	14.29	15.12	15.56	10.75	12.09	10.87	10.43	10.87	10.75	11.83	10.75	10.75				

$\hat{y} = 0.572 + 1.728x$  eşitliği ile açıklanabileceği ortaya çıkmıştır. Bu eşitliğe ait korelasyon katsayısı  $r = 0.9503$  bulunmuştur. Bu değerlere ilişkin varyans analizi tablosu Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27 : Eylül-Kasım 1986 dönemine ait DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	35	2220.0000		
R	1	2005.0862	2005.0862	317.2105
RA	34	214.9138	6.3210	

Varyans analiz tablosundan da görülebileceği gibi DEİ ile % su katılma oranı arasındaki ilişkinin  $\hat{y} = 0.572 + 1.728x$  eşitliği ile uyumu önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Sonuçta, Eylül-Kasım dönemlerinde sağlanan sütlere katılması olası su niceliğinin saptanmasında  $y = 0.572 + 1.728x$  eşitliğinden, DEİ değerlerinin kullanılması koşuluyla, büyük bir duyarlılıkla yararlanılabilmektedir.

Bu araştırmanın ikinci dönemini oluşturan Mart-Nisan 1987 dönemine ait 12 süt örneğinin, 6 tanesi Mart 1987 son 6 tanesi de Nisan 1987 dönemi olarak incelenmiş, son olarak da her iki aya ilişkin bulgular birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Mart 1987 döneminde 6 blokta gerçekleştirilen Eİ ölçümleri sonucunda elde edilen DEİ değerleri ile su katılma oranları arasındaki ilişki, uygulanan doğrusal regresyon analizi sonucunda, aşağıdaki eşitlik ile açıklanmıştır.

$$y = 1.131 + 1.698x$$

Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r = 0.9415$  olarak bulunmuştur. Bu verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 : Mart 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	35	2220.000		
R	1	1968.1225	1968.1225	265.6695
RA	34	251.8775	7.4082	

Varyans analiz tablosunun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, Mart 1987 dönemine ait örneklerin su katım oranları ile DEİ değerleri arasındaki ilişkinin  $y = 1.131 + 1.698x$  eşitliği ile uyumu önemlidir ( $P < 0.01$ ).

Bu döneme ilişkin örneklerde, katılması olası suyun niceliğinin saptanmasında, o çığ süt örneklerine ait DEİ değerlerinin kullanılması koşuluyla  $y = 1.131 + 1.698x$  eşitliği, belirli bir duyarlılıkla kullanılabilir.

Nisan 1987 dönemine ait 6 blokta gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen Eİ değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişki, DEİ değerlerinin su katılma oranlarıyla arasındaki ilişkiye yakın bir duyarlılık göstermiştir.



Bu dönemde EI değerleri ile % su katım oranı arasındaki ilişkinin, yapılan regresyon analizi sonucunda :

$$\hat{y} = 224.974 - 0.048x$$

eşitliği ile açıklanabileceği ortaya çıkmıştır. Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r = 0.9875$  bulunmuştur. Bu verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4. 29 : Nisan 1987 dönemine ait örneklerin EI değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	41	3074.9762		
R	1	2998.8299	2998.8299	1575.2997
RA	40	76.1463	1.9037	

Çizelge 4.29'un incelenmesiyle de belirgin olarak görülebileceği gibi aradaki ilişkinin  $\hat{y} = 224.974 - 0.049x$  eşitliği ile uyumu çok önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Ancak Çizelge 4.30'un incelenmesiyle de anlaşılabilen gibi bu uyum, DEI değerleri gözönüne alındığında çok daha önemli bulunmuştur. Bu dönemde DEI değerleri ile su katım oranları arasındaki ilişkinin, regresyon analizi verilerinden yola çıkılarak ;

$$\hat{Y} = 0.035 + 2.277x \text{ eşitliği ile açıklanabileceği}$$

saptanmıştır. Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r = 0.9903$  olarak bulunmuştur. Bu döneme ilişkin bulgularda

gerçekleştirilen doğrusal regresyon analizine ait varyans analizi verileri, Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 : Nisan 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	35	2220.000		
R	1	2177.2201	2177.2201	1730.3791
RA	34	42.7799	1.2582	

Varyans analiz tablosunun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi DEİ ile su katılma oranları arasındaki ilişkinin  $y = 0.035 + 2.277x$  eşitliği ile uyumu çok önemlidir ( $P < 0.01$ ).

Bu bölümde son olarak Mart ve Nisan 1987 aylarına ait Eİ değerleri birlikte analize alınarak, Mart-Nisan 1987 dönemi adı altında bütünleştirilmiştir.

Mart-Nisan 1987 dönemine ait DEİ değerleri ile su katılma oranları arasındaki ilişkinin, yapısal doğrusal regresyon analizi sonucunda,

$\hat{Y} = 1.114 + 1.870x$  eşitliği ile açıklanabileceği ortaya çıkmıştır. Bu eşitliğe ilişkin korelasyon katsayısı  $r = 0.9485$  olarak bulunmuştur. Bu değerlendirmeye ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 : Mart-Nisan 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerlerine ilişkin varyans analiz tablosu

D.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
T	71	4440.000		
R	1	3954.7097	3957.7097	570.4414
RA	70	485.2903	6.9327	

İlgili çizelgeden de belirgin olarak görüldüğü gibi Mart-Nisan 1987 dönemine ait örneklerin DEİ değerleri ile su katılma oranları arasındaki ilişkinin  $y = 1.114 + 1.870x$  eşitliği ile uyumu çok önemlidir ( $P < 0.01$ ).

#### 4.6 . Sonuç

Ülkemizde süte su katılarak yapılan hilelerin yaygın olması, bu alanda üretim yapan kişi ve kurumları, bunların yanısıra tüketicileri olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Süte su katılmasının engellenmesi konusunda en etkili önlem, katılan su miktarının saptanarak, süt üreticilerinin denetlenmesi ve cezalandırma mekanizmasının harekete geçirilmesidir. Süt işletmecilerinin bu alandaki en önemli sorunu da satın aldıkları sütlerde su katılma oranının saptanamamasıdır. Bu konuda DND ölçümleri ile soruna yaklaşmak, teknolojik ve ekonomik düzeyleri düşük işletmeler için olası değildir. Bu nedenle araştırmada işletmelerin daha kolay sahip olabilecekleri ve uygulamada çok amaçlı olarak kullanabilecekleri Eİ aygıtı ile adı geçen ölçümleri yapabilme olasılıklarının olup olmadığı incelenmiştir.

Yapılan araştırmadan elde edilen bulgulara ve istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre :

1- EI yöntemi ile DND ve CMS yöntemlerinin, süte katılan su oranının saptanmasında aynı duyarlılık ve doğrulukta olduğu anlaşılmıştır (Bkz.Bölüm 4.4)

2- Tüm rnekler için uygulanan doğrusal regresyon analizi bulguları (izelge 4.25-4.31) gözden geçirildiğinde, süte katılan su oranlarının hesaplanmasında EI yerine DEİ değerlerinin kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

3- Eylül-Kasım 1986 ve Mart-Nisan 1987 dönemleri için ayrı ayrı verilen hesaplama modelleriyle, bu aylarda sağlanacak sütler için DEİ değerleri kullanılmak koşuluyla, sırasıyla  $y = 0.572 + 1.728x$  ve  $y = 1.114 + 1.870x$  eşitliklerinden yararlanılarak, o dönemlere ait şüpheli sütlerin su katılma oranlarının, enaz diğer iki yöntem kadar duyarlı bir biçimde saptanabileceği ortaya koyulmuştur.

4- HolsteinXKilis ( $G_1$ ) melezi ineklerden elde edilen çiğ sütlerde geliştirilen ve yukarıda da verilen bu modeller, bu ırk hayvanların sütlerine Eylül-Kasım ve Mart-Nisan dönemlerinde uygulanabilir niteliktedir.

5- Mart 1987 dnemeine ait örneklerde yalnızca DEİ değerlerinin kullanımı zorunlu iken izelge 4.29 ve 4.30'un incelenmesinden de, Nisan 1987 dnemeine ait verilerde EI ve DEİ değerlerinin her ikisinin de hemen hemen aynı duyarlılıkla, su katım oranının saptanmasında kullanılabileceği görülmektedir.

Bu, Mart ayından sonra sütte, Eİ değerlerini etkileyen deği -  
şimlerin en aza indirgendiğinin göstergesidir.

6- Mart-Nisan dönemi dışında kalan yaz aylarında, araştırma-  
da Mart-Nisan 1987 dönemi için geliştirilen model, diğer dö-  
nemlerde de Eylül-Kasım 1986 için geliştirilen modelin kulla-  
nılabileceği görüşü ile süt işletmecilerine Eİ aygıtı kulla -  
nımı önerilmektedir.



EK - A - EYLÜL-KASIM 1986 DÖNEMİNE AIT ÖRNEKLERİN YÖNTEM KARŞILAŞTIRMASI  
AMACIYLA TOPLU GİRİŞ DİZİLİMİ

SULANDIRMA ORANLARI (%)

	0						3						5						10					
	BLOKLAR						BLOKLAR						BLOKLAR						BLOKLAR					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
DND	0	0	0	0	0	0	4.96	4.40	2.84	3.72	3.66	3.36	6.56	5.43	4.69	6.86	5.50	4.87	12.87	9.74	12.50	11.99	10.80	9.43
CMS	0	0	0	0	0	0	3.05	3.46	4.81	3.36	5.68	1.82	5.98	8.69	12.39	4.77	10.02	6.17	8.15	9.35	16.22	9.00	16.18	9.80
Eİ	0.313	0.00	1.693	1.298	0.315	0.00	2.42	5.07	2.46	2.19	2.84	4.25	4.53	6.92	6.31	3.52	4.86	6.45	10.84	8.77	10.15	11.08	9.92	10.83

SULANDIRMA ORANLARI (%)

	15						20						25					
	BLOKLAR						BLOKLAR						BLOKLAR					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
DND	13.2	15.88	16.69	16.26	17.86	14.81	20.26	20.49	21.93	21.62	19.70	19.10	25.75	26.45	25.97	26.86	26.17	25.59
CMS	7.98	14.56	18.09	15.64	16.61	11.29	12.04	24.63	22.45	20.02	19.61	15.45	20.90	32.37	25.37	22.77	23.50	18.16
Eİ	15.05	16.16	14.00	15.63	14.97	15.21	21.37	19.85	15.92	19.97	20.02	19.60	23.48	23.55	27.46	24.42	25.08	23.98

## KAYNAKLAR

Anonymous, 1962, Determination of the total solids content of milk : FIL-IDF International Standards, 21:1962.

Anonymous, 1971, Determination of the lactose content of milk: IDF-FIL International Standards, 28:1971.

Anonymous, 1980, Instruction manual, pHM 29 pH-meter : Radiometer A/S, Denmark.

Anonymous, 1981, T.S.E., Çiğ Süt standardı (TS-1018) : Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous, 1982 a, Cryostar Milk Cryoscope Manual : Funke -Dr.N.Gerber GmbH, Berlin, 13 p.

Anonymous, 1982 b, Instruction manual, YSI Model 31 Conductivity bridge : Yellow Springs Instrument Co., Inc., Ohio, U.S.A., 16 p.

Anonymous, 1984, Official methods of analysis of the association of official analytical chemist: Association of Official Analytical Chemists, Inc., U.S.A., 1141 p.

Arıkan, R., 1985, Süt ve Mamulleri Pazarlaması : Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 130 s.

Atherton, H.V. and Newlander, J.A., 1977, Chemistry and Testing of Dairy Products : 4th ed, The Avi Publishing Co., Inc., Westport, Conn., 396 p.

- Barabas, J., 1979, Evaluation of suitability of Elecster sterilization equipment : Prum, Potr., 30, 582-583.
- Barnum, H.J., 1977, Preventing addition of water to milk on the farm : J. Food Prot., 40, 3, 206-207.
- Barry, J.M. and Rowland, S.J., 1953, Variations in the ionic and lactose concentrations of milk : Biochem, J., 54, 575-578.
- Borys, A., Pieczonka, W. and Slawniak, S., 1982, Konduktometryczna metoda okreslania stopnia rozwodnicznia mleka : Przegląd Mleczarski, 31, 6, 10-12.
- Christensen, C.M. and Linko, P., 1963, Moisture contents of hard red winter wheat as determined by meters and by oven drying, and influence of small differences in moisture content upon subsequent deterioration of the grain in storage : Cereal Chem., 40, 129-137.
- Collumbien, G., 1923, Pasteurization of milk with electricity: Lait, 3, 332-334.
- Coste, J.H. and Shelbourne, R.A., 1919, The electrical conductivity of milk: Analyt., 44, 158-160.
- Daniels, F. and Alberty, R.A., 1955, Physical Chemistry : John Wiley and Sons Co., Inc., NY, 568 p.



- Davis, J.G., 1947, The rapid abnormality indicator : Dairy Ind., 12, 35-39.
- Demott, B.J., 1971, Relationship between weather factors, source of sample, composition of milk, and freezing point depression : J. Milk and Food Tech., 34, 3, 140-141.
- Duirs, F.G., 1980, Methods of mastitis detection including the ralling ball viscometer and electrical conductivity meter : Proc. Natl. Mastitis Council, Inc., Washington D.C., 25.
- Eckles, H., Combs, W.B. and Macy, H., 1951, Milk and Milk Products : 4th ed, McGraw Hill Book Co., NY, 454 p.
- El-Shaibray, S.A., and Haggag, H.F., 1980, Studies on the electrical conductivity of milk : Egypt. J. Dairy Sci., 8, 95-102.
- El-Shibiny, S. and Abd El-Salam, M.H., 1973, Studies on the electrical conductivity of buffalo and cow milk : Milchwiss., 28, 9, 571-574.
- Fernandez-Martin, F. and Sanz, P.D., 1985, Influence of temperature and composition on some physical properties of milk and milk concentrates-V. Electrical conductivity : Int. Agrophysics, 1, 1, 41-54.
- Fernando, R.S., Rindsig R.B. and Spahr, S.L., 1981 a, Electrical conductivity of milk for detection of mastitis: J. Dairy Sci., 64, 723-727.

- Fernando,R.S., Rindsig,R.B. and Spahr, S.L., 1981 b,  
Effect of length of milking interval and fat  
content on milk conductivity and its use of  
detecting mastitis : J.Dairy Sci., 64, 678-682.
- Fernando,R.S., Spahr,S.L. and Jaster, E.H., 1985, Compari-  
son of electrical conductivity of milk with other  
indirect methods for detection of subclinical  
mastitis : J.Dairy Sci., 68, 449-456.
- Firstenberg-Eden, R. and Tricarico, M.K., 1983, Impedimetric  
determination of total, mesophilic, and psychro-  
trophic counts in raw milk : J.Food Sci., 48,  
1750-1754.
- Gebre-Egziabher,A.H.,Wood,H.C., Robar, J.D. and Blankenagel,  
G., 1979, Evaluation of automatic mastitis detec-  
tion : J.Dairy Sci., 62, 1108-1114.
- Gerber,V., 1927-Ueber die Bedeutung der spezifischen  
elektrischen Leitfaehigkeit der Milch und ein  
neues praktisches Verfahren zu deren Bestimmung:  
Z.Untersuch.Lebensm.,54, 257-259.
- Greatrix,G.R., Quayle,J.C. and Coembe,J.C.,1968, The  
detection of abnormal milk by electrical means :  
J.Dairy Res., 35, 213-221.
- Hancock,C.K. and Burdick,R.L.,1956, Modified indirect  
conductivity method for determining water in  
cottonseed meal : J.Agr.Food Chem.,4,800-802.

- Hansen, P.M.T. and Lindamood, J.B., 1971, Electrical conductivity and physical stability of sterilized concentrated milk products : J.Dairy Sci., 54, 759-764.
- Harper, W.J. and Hall, C.W., 1976, Dairy Technology and Engineering : The Avi Publishing Co., Inc., Westport, Conn., 630 p.
- Have van der, A.J., Rinske-Deen, J. and Mulder, H., 1980, The composition of cows' milk 5. The contribution of some milk constituents to the freezing-point depression studied with separate milkings of individual cows : Neth.Milk Dairy J., 34, 1-8.
- Jackson, L.C. and Rothera, A.C.H., 1914, Milk-its sugar, conductivity, and depression of freezing point : Biochem.J., 8, 1-27.
- Janal, R., 1983, Hodnoty měrné vodivosti některých druhů mléka a mléčných výrobků : Fakulta Agronomická Rada B, 38, 183-192.
- Jones, G.E., 1949, A statistical examination of conductivity values for aseptically drawn milk samples : Proc. Soc.Appl.Bact., England, 29, 1.
- Kaptan, N., 1976, Süt endüstrisinde yapılabirlik ve uygulama ölçütleri üzerine araştırmalar : Ayyıldız Matbacılık A.Ş., Ankara, 320 s.

- Karagülle,M., 1979, Ankara'da satılan sokak sütlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Diploma Tezi ,156 s, (yayınlanmamış).
- Kats,B., 1974, A new electrolytic cell for measuring the electroconductivity of milk in the range 5-300 kHz : Nauchni Trud., 21, 261-266.
- Kats,B., 1975, Mathematic modelling of the effect of the milk composition on its electroconductivity as a parameter of automatic testing : Kranitelna Promishlenost, 24, 32-34.
- Kessler,H.G., 1984, Effects of technological process on the freezing point of milk : Milchwiss., 39, 6, 339-341.
- Khayat, F.A. and Richardson,G.H., 1985, Detection of abnormal milk with impedance microbiology instrumentation : J.Food Protect., 49, 7, 519-522.
- Koçak,C., 1981, Sokak sütçülüğünün süt sanayine etkisi : 4. Sütçülük Kongresi Notları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Kreveld, A. and Minnen, G., 1955, Calcium and Magnesium ion activity in raw and processed milk : Neth. Milk Dairy J., 9, 1-4.
- Kutsal, A. ve Muluk, Z., 1978, Uygulamalı temel istatistik, 3ncü baskı : H.Ü.Fen Fakültesi Basımevi, Beytepe Ankara, 238 s.

- Linzell, J.L. and Peaker, M., 1971, The permeability of mammary ducts : J.Physiol., 216, 701-711.
- Linzell, J.L. and Peaker, M., 1975, Efficacy of the measurement of the electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows-Detection of infected cows at a single visit : Brit.Vet.J., 131, 447-460.
- Linzell, J.L., Peaker, M. and Rowell, J.G., 1974, Electrical conductivity of foremilk for detection of subclinical mastitis in cows : J.Agric.Sci. 83, 309-411.
- Little, T.W.A., Hebert, C.N. and Forbes, D., 1968, Electrical conductivity and the leukocyte count of bovine milk : Vet.Rec., 82, 431-434.
- Magda, V.I., Orlov, V.V., Simenov, B.P. and Fikkomirova, G.P., 1979, Trudy vsesoyunznyi nauchno-issledovatel'skii : Institut Molochnoi Promishlenosti, 48, 38-41.
- Magee, H.E. and Harvey, D.C.X., 1926, Effect of heat on milk I. Some physico-chemical changes induced milk by heat : Biochem.J., 20, 873-879.
- Matz, S.A., 1965, Water in Foods : The Avi Publ.Co., Inc., Westport, Conn., 270 p.
- Metin, M. ve Saldamlı, İ., 1977, Hile amacıyla katılan yabancı maddeler: Gıda Dergisi, 2.1'den ayrı basım, 36 s.

- Mikkelsen,U.S.,1979, Bestemmelse af vandtilblanding til maelk ud fra frysepunktssaenkningen : Dansk Veterinaertidsskrift,62, 14, 705-713.
- Montfredine,A.,1942, Electrical conductivity applied to the analysis of milk : Ann.Chem.Appl.,92, 62-67.
- Muluk,Z., Toktamış,Ö., Kurt, S., Karaağaoğlu,E., 1985, Deney Düzenlemede İstatistiksel Yöntemler (C.R. Hicks'den çeviri) : Akademi Matbaası, Ankara, 267 s.
- Nomura,T., Sakamoto,Y., Matsumoto,K. and Osajima,Y., 1984 a, Effect of milk solids on the conductivity of cows milk-strong electroloyte system : Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 31, 12, 790-794.
- Nomura,T., Sakamoto,Y., Matsumoto, K. and Osajima, Y., 1984 b, A new method for the determination of total solids in cows' milk : Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 31, 12, 795-797.
- Nomura,T., Sakamoto, Y., Matsumoto, K. and Osajima, Y., 1985, A new method for the determination of sugar content in cows' milk : Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 32, 3, 223-225.
- Okibgo,L.M., Shelaih, M.A., Richardson, G.H., Ernstrom, C.A., Brown, R.J. and Tippetts, L.E.,1984, A portable conductivitymeter for detection of abnormal milk : J.Dairy Sci., 67, 1510-1516.

- Okibgo, L.M. and Richardson, G.H., 1985, Detection of penicillin in milk by impedance microbiology : J. Food Protect., 48, 979-981.
- Oshima, M. and Fuse, H., 1977, Inverse relationship between electrical conductivity and organic milk solids content in normal milk : Nihon Chikusan Gakkai-Ho, 48, 4, 210-214.
- Oshima, M., 1985, On the electrical conductivity criteria to be used to detect compositionally abnormal milk due to presumed subclinical mastitis : Kieler Milchwirt. Forsch., 37, 4, 360-363.
- Pal, R.N., 1961, Electrical conductivity of cow and buffalo milk : Indian J. Dairy Sci., 14, 172-178.
- Pal, R.N., 1963, Electrical conductivity to determine adulteration of milk : Indian J. Dairy Sci., 16, 92-97.
- Peaker, M., 1978, The electrical conductivity of milk for the detection of subclinical mastitis in cows : Brit. Vet. J., 134, 308-314.
- Pearson, D., 1971, The Chemical Analysis of Foods: 6th ed. Chemical Publishing Co., Inc., NY, 604 p.
- Pinkerton, F. and Peters, I.I., 1957, Conductivity, per cent lactose and freezing point of milk : J. Dairy Sci., 41, 392-397.
- Pino, N. and Chiofalo, L., 1963, Modifications de la viscosité de la tension superficielle et de la

conductibilite electrique du lait a la suite du transport : Lait, 43, 1-22.

Pino, N. and Chiofalo, L., 1964, Variations correlatives des principaux constants physico-chimiques (viscosite, tension superficielle, conductibilite electrique) du lait de vache au cours de la conservation : Lait, 44, 482-496.

Prentice, J.H., 1962, The conductivity of milk-the effect of the volume and degree of dispersion of the fat : J.Dairy Res., 29, 131-139.

Prentice, J.H., 1972, The temperature coefficient of electrolytic conductivity of milk : J.Dairy Res., 39, 275-278.

Puri, B.R. and Parkash, S., 1963, Studies in physico-chemical properties of milk : Indian J.Dairy Sci., 16, 47-55.

Rao, D.S., Sundheendranath, C.S., Rao, M.B. and Anantakrishnan, C.P., 1974, Electrical conductivity of milk : Proc. 4th. Int. Congress Food Sci. and Tech., 2, 20-22

Rogov, I.A. and Gorbato, A.V., 1967, Relationship between electrical conductivity and viscosity in milk : Pishchevaya Tekhnologiya, 1967, 114-117.

Ruge-Lenartowicz, R., 1955, The influence of acidity on the electrical conductivity of milk : D.S.A., 17, 613.



- Schulz, M.E. und Sydow, G., 1957, Die "chloridfreie"  
Leitfähigkeit von Milch und Milchprodukten :  
Milchwiss., 12, 5, 174-184.
- Sezgin, E. ve Koçak, C., 1982, Ankara'da satılan sokak süt-  
lerinin bazı nitelikleri üzerine araştırmalar :  
Gıda Dergisi, 7, 6, 281-287.
- Sharma, G.S. and Roy, N.K., 1977, Electrical conductivity of  
milk from goats of the beatal bread : J.Dairy  
Res., 44, 345-349.
- Shirivan, J. and Styblova, A., 1936, The destruction of  
acids in milk by means of an electric current :  
Zamedelsty Pokrok, 3, 34-38.
- Sone, T., 1972, Consistency of foodstuffs : 3rd ed, D.Reidel  
Publishing Co., Inc, Holland, 188 p.
- Sorokin, Yu., 1955, Automatic control of the concentration  
of milk : D.S.A., 17, 741.
- Sundheendranath, C.S. and Rao, M.B., 1970, The relationship  
between relative viscosity and electrical  
conductivity of skimmilk : Brief Communications  
18th International Dairy Congress, IE, 89.
- Szijarto, L., 1983, Determination of added water and bovine  
milk to the caprine milk : J.Dairy Sci., 66,  
620-623.

- Tapernoux,A., Desrante,R. et Beuget,Y., 1945. La conduc -  
tibilite electrique du lait desacidifie par  
electrolyse : Comp Rendus de la Soc. de Biol.,  
139, 1145-1146.
- Taylor,H.B., 1914, Some physico-chemical measurements of  
milk : J.Prot,Roy.Soc.,N.S. Wales,47, 174-182.
- Torsell,H., Sandberg, U. and Thureson,L.E.,1949, Changes  
in viscosity and conductivity during concentration  
of milk : Proc. 12nd Intern.Dairy Congress, 3,  
246-258.
- Töreci,G., 1983, Ankara ilinde farklı sosyo-ekonomik yapıda-  
ki ailelerin içme sütü ve yoğurt tüketimlerini  
etkileyen faktörlerin incelenmesi ve çeşitli  
kaynaklardan sağlanan içme sütlerinin bileşimi ve  
hijyenik kalitesi : Doktora Tezi,H.Ü. Sağlık bi-  
limleri Enstitüsü, Ankara (yayınlanmamış).
- Uraz,T., 1986, Süt endüstrisi işletmeciliği : Ankara Üni -  
versitesi Basımevi, Ankara, 139 s.
- Ünal,H. ve Başkaya,H.S., 1983, Analitik Kimya, 2-Kantitatif  
Analitik Kimya : Ankara Üniversitesi Basımevi,  
Ankara, 125 s.
- Waes,G.M. and Bossuyt,R.G.,1984, Impédance measurements  
to detect bacteriophage problems in Cheddar  
cheesemaking : J.Food Protect.,47, 349-351.

- Vanetzian,E.,1978, Added water and its effect on the freezing point of milk : Dairy and Ice Cream Field, 161, 11, 78-82.
- Veisseyre,R., Technologie du Lait : 3<sup>e</sup> ed, Mouson Rustique, Paris,709 p.
- Webb,B., Jhonson,A.H. and Alford, J.A.,1978, Fundamentals of Dairy Chemistry : 2nd ed, The Avi Publishing Co., Inc., Westport,Conn,, 929 p.
- Wheelock, J.V., Rook,J.A.F. and Dodd, F.H. 1965, The effect of incomplete milking or of an extended milking interval on the yield and composition of cows milk : J.Dairy Res., 32, 237-241.
- Wheelock,J.H., Rock, J.A.F., Dodd, F.H. and Griffin,T.K., 1966, The efeect of varying the interval between milking on milk secretion : J.Dairy Res., 33, 161-167.
- Yöney,Z., 1971, Türkiye Sütçülüğünün Sorunları : Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 190 s.
- Yöney Z., 1978, İçme Sütü Teknolojisi : Ankara Üniversitesi Basımevi, Akkara, 290 s.
- Zaleny,L., 1960, Moisture measurements in the grain industry: Cereal Sci.Today, 5, 130-134,136.