

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gümüş Nano Parçacıklarının
İnek ve Keçi Sütlerinin
Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkileri

Nilgün YILDIZ

Zootekni Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 22/02/2011

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Akın PALA

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NİLGÜN YILDIZ tarafından **DOÇ. DR. AKIN PALA** yönetiminde hazırlanan “**GÜMÜŞ NANO PARÇACIKLARININ İNEK VE KEÇİ SÜTLERİNİN MİKROBİYAL YÜKÜ ÜZERİNE ETKİLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Akın PALA

Danışman

Prof. Dr. Feyzi UĞUR

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Metehan UZUN

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 22/02/2011

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bu tez Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2009-136 no’lu proje ile desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Nilgün YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bu tezin yürütülmesinde, çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Akın PALA' ya, çalışma süresince tüm zorluklarda bana destek olan arkadaşlarıma ve hayatımın her anında yanımda olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nilgün YILDIZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat Derece
sn	Saniye
dk	Dakika
sa	Saat
nm	Nanometre
pH	Çözeltinin Asitlik veya Alkalılık Derecesi
V	Volt
%	Yüzde Oranı
mL	Mililitre
mPa	Megapaskal (Basınç Birimi)
ppm	Herhangi Bir Karışımda Toplam Madde Miktarının Milyonda 1 Birimlik Maddesi
ICP MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spektrometri
UHT	Ultra High Temperature (ısıl işlem çeşidi)
T.A.M.B	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
P	P değeri
F	F değeri
µg/ mL	Mikrogram/Mililitre
µg/ cm ²	Mikrogram/Santimetrekare
ad/mL	Adet/Mililitre
hücre/mL	1 ml' de Tespit Edilmiş Hücre Sayısı

kob/mL	1 ml' de Tespit Edilmiş Koloni Oluşturan Birim Mikroorganizma Sayısı
log kob/mL	1 ml' de Tespit Edilmiş Koloni Oluşturan Birim Mikroorganizma Sayısının Logaritması
AOAC	Analitik Topluluklar Derneği
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
IDF	Uluslar arası Sütçülük Derneği
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu

ÖZET

Gümüş Nano Parçacıklarının İnek ve Keçi Sütlerinin Mikrobiyal Yükü Üzerine Etkileri

Nilgün YILDIZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Akın Pala

23/02/2011, 43

Sütte bulunan mikroorganizmaların gelişimini durdurmak ve sayılarını azaltmak, depolanma ve soğuk zincir uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma ile nano gümüş kullanımının, sütte hijyenin daha iyi sağlanmasına faydalı olabileceği tespit edilmiştir. İlk çalışmada 0 V, 100 V ve 200 V elektrik kullanılarak nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerin (Ag0, Ag100 ve Ag200), inek sütünde T.A.M.B sayısı üzerine etkileri ölçülmüştür. Zamanın ve sıcaklığın etkilerini belirlemek amacıyla ilk çalışmada 1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa, 10 sa zaman değerleri ve 10 °C, 18 °C, 22 °C sıcaklık değerlerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. İkinci çalışmada Ag100, 22 °C sıcaklık ve 1 sa bekletme süresi kullanılmış, kullanılan nano gümüş kaplı tellerin, inek ve keçi sütü örneklerine ait T.A.M.B, fungus (Maya-Küf), Koliform grup bakteri ve *E. coli* ile *S. aureus* sayıları üzerine etkileri araştırılmıştır. İlk çalışma sonucunda derece, zaman ve tel voltajı değerlerinin T.A.M.B sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). İkinci çalışmada inek sütlerinden elde edilen bulgulara göre; 22 °C’ de 1 sa bekletilmiş ve işlem görmemiş süt örnekleri (Çıkış Sütü) ile 22 °C’ de 1 sa tel (Ag100) uygulanmış süt örneklerine ait ortalamalar arasındaki farklar, Koliform grup bakteri, *E. coli* ve *S. aereus* için önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Keçi sütlerinde ise, 22 °C’ de 1 sa bekletilmiş ve işlem görmemiş örnekler (Çıkış Sütü) ile 22 °C’ de 1 sa tel (Ag100) uygulanmış örneklere ait ortalamalar arasındaki farklar, *E. coli* için önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çalışmalarda nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış tellerin, mikroorganizmaların üremelerini engellediği ve bir miktar düşürdüğü tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Gümüş, Nano parçacık, Süt, Bakteri

ABSTRACT

Effects of Silver Nano Particles on Microbial Load in Cow's Milk and Goat's Milk

Nilgün YILDIZ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Animal Science Thesis, Master of Science

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Akin PALA

23/02/2011, 43

Stopping and reducing microorganism development in milk is the most important issue for storage and cold chain applications. With this study we illustrated that usage of nano-silver might be useful in providing better hygiene and also may increase the quality of milk as a product. The first study has measured affects of 0-100-200 V electricity applied wires (Ag0, Ag100 ve Ag200), different time and heat levels on the total quantity of T.A.M.B. Different times included 1 second, 30 seconds, 10 minutes, 1 hour, 10 hours, and different temperatures used were 10 °C, 18 °C, 22 °C degrees. In the second study, 100V (Ag100) wire, 22 °C heat and 1 hour waiting time were used. This study investigated the effects of nano silver particles on the total quantity of T.A.M.B, Yeast and Mould, Coliforms and *E. coli* and *S. aureus* in cow and goat milk samples. In the first study, temperature, time and wire voltage were statistically important ($P<0.01$) for the quantity (log kob/mL) of T.A.M.B. The second study revealed that differences between the raw cow milk which waited 1 hour in 22 °C and the wire (Ag100) applied cow milk that waited 1 hour in 22 °C were significant ($P<0.05$). In goat milk samples, these differences were significant for *E. coli* ($P<0.05$) but it is nonsignificantly different for T.A.M.B and the others ($P>0.05$). Nano silver particles coated wires were effective on stopping and reducing the microbial load, especially in cow milk.

Keywords: Silver, Nano particles, Milk, Bacteria

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1.1. Sütün Tanımı ve Bileşimi	1
1.2. Süt Mikrobiyolojisi	2
1.3. Süt ve Gümüş Nano Parçacıkları	5
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
BÖLÜM 3- MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3. 1. Materyal.....	14
3.1.1. Nano Gümüş Parçacıkları İle Kaplanmış Teller	14
3.1.2. Süt Numuneleri.....	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Tel Voltajı, Zaman ve Sıcaklık Faktörünün Etkilerini Belirlemek İçin Yapılan Analizler	15
3.2.2. Gümüş Nano Parçalarının Sütteki Bakteriyal ve Fungal Yükü Azaltmada Etkisini Belirlemek İçin Yapılan Analizler.....	16
3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler	18

3.2.3.1. Analiz Örneği Hazırlama Yöntemi	18
3.2.3.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı	18
3.2.3.3. <i>Staphylococcus aureus</i> Sayısı	18
3.2.3.4. Fungus (maya ve küf) Sayımı	19
3.2.3.5. Koliform Grup Bakteri ve <i>Escherichia coli</i> Sayımı	19
3.2.4. Örneklerde Kalıntı Tespiti	20
3.2.5. İstatistiksel Analizler	21
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Tel Voltajı, Zaman ve Sıcaklık Faktörlerinin Etkileri	22
4.2. Gümüş Nano Parçalarının İnek Sütündeki Bakteriyal ve Fungal Yüğü Azaltmada Etkisi	25
4.3. Gümüş Nano Parçalarının Keçi Sütündeki Bakteriyal ve Fungal Yüğü Azaltmada Etkisi	29
4.4. Örneklerde Kalıntı Tespiti	33
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR.....	37
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	II
Özgeçmiş.....	III

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Sütün Tanımı ve Bileşimi

Süt; dişi memeli hayvanların doğum sonrası hormonal aktiviteler sonucu meme bezlerinden salgılanır. Salgılanmasındaki amaç, doğan yavrunun yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli besin maddelerinin sağlanmasıdır. Hayvan türlerine göre bu hormonal aktivitenin süresi ve dolayısıyla süt salgısının devamlılığı da değişmektedir (Kaymakçı, 2006). Gelişmekte olan bir organizma, kendisi için gerekli olan organik ve anorganik besin maddelerini süttten kolaylıkla sağlayabilmekte ve bu besin maddelerini çok rahat sindirebilmektedir. Bu nedenle süt, önemli bir gıda olarak kabul edilmektedir (Metin, 1998). Süt, hayvansal bir gıdadır ve içerik itibariyle değerli bir gıda maddesidir. Sütün besin içeriği, elde edildiği hayvanın türü ve ırkı gibi genetik faktörlere bağlı olduğu gibi, beslenme ve mevsim gibi çevresel koşullara da bağlıdır (Demirci, 1992).

Süt teknolojisinde çiğ süt, hayvanın memesinden çıktıktan sonra içeriğinden herhangi bir madde alınmamış, içerisine hiçbir madde eklenmemiş ve soğutulması dışında hiçbir işlem görmemiş süt olarak tanımlanmaktadır (Metin, 1998). Sütün kimyasal bileşenlerini süt yağları, süt proteinleri, süt şekeri (laktoz), mineral maddeler, vitaminler, süt gazları ve sütteki enzimler oluşturur. Önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilen süt yağının sindirilebilirliği çok yüksektir. Süt aynı zamanda esansiyel doymamış yağ asitlerini ve yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerini içerir. Bunların yanı sıra süt yağı, süt mamullerinin kalitesini önemli düzeyde etkilemektedir (Kınık ve ark., 1998).

Süt proteinleri, sütün azotlu maddelerinin yaklaşık % 95,2' si ile büyük bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Organizmanın gelişimi, büyümesi ve hücre yenilenmesi açısından son derece önemli olması nedeniyle kaliteli bir protein olarak tanımlanan süt proteinleri yapılarında organizma için gerekli, ancak organizmanın sentezleyemediği esansiyel aminoasitleri bulundurmaktadırlar. Doğada sadece sütte bulunan ve süt proteinlerinin yaklaşık % 80' ini oluşturan madde ise kazeindir. Kazein sütte, kazein ve kalsiyum iyonlarının neden olduğu bir tepkime ürünü olan kazein miselleri halinde bulunmaktadır. Peynir, süt tozu gibi süt mamullerinin üretiminde kazeinin pıhtılaştırılması ekonomik öneme sahiptir (Metin, 2001).

Laktoz, süt karbonhidratıdır ve süt kuru maddesinin yaklaşık olarak 1/3' ünü oluşturur. Laktoz, organizmanın enerji gereksinimi karşılayacak bir kaynak olmasa da yapısında yer

alan galaktoz, beyin gelişimi açısından önemli bir role sahiptir. Laktozun sindirim sisteminde parçalanması sonucu laktik asit açığa çıkar ve böylece bağırsaklarda asitli bir ortam oluşur. Bu asit kalsiyum, magnezyum ve fosfor emilimini düzenler. Mikroorganizmaların laktozu parçalaması ile süt asitliği artmakta ve süt kısa süre içinde bozulmaktadır (Demirci, 1992).

Süt, katyon ve anyonlardan oluşan, vücuda dışarıdan alınması gereken birçok mineral madde ve element içerir. Vücuttaki kemik ve diş yapısını oluşturan kalsiyumu uygun miktarda içermesi bakımından süt değerli bir maddedir. Süt mamullerinin elde edilmesi ve bunların istenilen özelliklere sahip olması açısından kalsiyum önemli bir makro elementtir. Kalsiyumun yanı sıra sütte, potasyum, klor, fosfor, magnezyum ve selenyum gibi diğer önemli mineraller de bulunmaktadır (Üçüncü, 2005).

Sütte bulunan vitaminler hem beslenme fizyolojisi açısından hem de süt teknolojisi açısından önemli bir yere sahiptir. Bazı vitaminler süt mamullerinin üretimi için gerekli olan yararlı mikroorganizmaların çoğalmasına yardım ederler. Süt yağında antioksidan etkili bir madde olan E vitamini, epitel doku için önemli olan A vitamini, vücutta kalsiyum ve fosfor emilimini sağlayan ve depolanan kalsiyumu aktif hale getiren D vitamini mevcuttur. Bunların yanı sıra, sinir sistemi için önemli olan B kompleks vitaminleri, demir emilimini düzenlemede ve toksinleri etkisiz duruma getirmede görevli olan C vitamini ve diğer birçok vitamin süütün yapısında bulunmaktadır (Metin, 2001).

Sütün gaz içeriği; sağım koşulları, işleme koşulları ve saklama koşullarına göre değişmektedir. Miktar olarak en fazla bulunan gaz karbondioksit olup, buna ilaveten yüksek miktarlarda azot ve oksijen de bulunmaktadır. Karbondioksit gazı, mikrobiyal etkinlik ve fermentasyon sonucunda da oluşabilir. Sütteki oksijen miktarı ile süt kalitesi arasında yakın bir ilişki vardır. Isıl işlemlerde ortamda oksijen bulunması vitamin oksidasyonuna yol açmakta olup, vitamin kaybı üzerine etkilidir. Azotun ise süt üzerine olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır. Süt teknolojisinde enzimlerin çok önemli bir yeri vardır. Sütün oluşumu, niteliği, işlenmesi ve dayanıklılığında enzimler olumlu role sahiptir, fazlası ise lipolitik ve proteolitik etkileri nedeniyle süütün tat, koku ve yapısında olumsuz etkiler göstermektedir (Üçüncü, 2005).

1.2. Süt Mikrobiyolojisi

Mikroorganizmaların gelişmesinde, buldukları ortamdaki besin maddelerinin çeşidi ve miktarı önemlidir. Sütün içeriğindeki proteinler, süt şekeri ve mineral maddeler mikroorganizmalar için besin kaynağı olduğu gibi, vitaminler, tiyamin, riboflavin, niyasin, pantotenik asit, biyotin gibi maddeler canlılıklarını ve gelişimlerini destekleyen, su miktarı

ile pH ise uygun ortamı sağlayan etkilere sahiptir. Birçok yolla süte bulaşan mikroorganizmalar yaşamları ve çoğalmaları için gerekli besin maddelerini, süt içeriğindeki maddeleri parçalayarak elde ederler. Bu faaliyetleri sonucunda sütün hijyeni, tazeliği ve içeriği bozulmakta, dolayısıyla sütteki mikroorganizma varlığı tüketici sağlığına zarar vermekte ve süt mamullerinin işlenmesini güçleştirmektedir.

Süt, insan sağlığı ve süt işlenmesi bakımından zararlı mikroorganizmaları bulundurabilmesinin yanı sıra süt teknolojisi açısından yararlı mikroorganizmaları da içermektedir. Süt mamullerinin üretimi; yoğurdun yapımı, peynirin olgunlaştırılması ve tereyağının aroma kazanması gibi işlemler için bu yararlı mikroorganizmalar gereklidir. (Demirci, 1992).

Bazı mikroorganizmalar çeşitli yollarla hayvanın memesine bulaşır ve meme ucundan girerek meme bezlerine yerleşir. Sağım esnasında hijyenik şartlar sağlansa dahi meme bezlerine önceden yerleşmiş mikroorganizmalar sütün bakteri sayısını etkiler. Bazı bakterilerin varlığı ise hayvanın genel sağlık durumuyla ilgilidir ve bu bakteriler süt bezlerine kan ve lenf yoluyla bulaşırlar. Örneğin; tüberküloz, brusellozis gibi hastalıklara yol açan patojen bakteriler süte bu yolla bulaşır. Fakat süt memeden çıktıktan sonra mevcut mikroorganizma sayısı ve bu sayının artışı birçok nedene bağlıdır (Metin, 2001).

Sağım sırasında hayvanının deri ve tüy temizliği, sağım yapan kişinin ve sağım alet ekipmanının temizliği, ahırın alan ve hava temizliği, yem ve hayvan yataklığı olarak kullanılan samanların temizliği sütte bulunan mikroorganizma yükünü etkilemektedir. En önemli kontaminasyon kaynağı sütün temas ettiği yüzeylerdir. Bunlar; süt tankeri veya güğümler, boru hatlar, tanklar, pompalar, vanalar, soğutucular vb. ekipmanlardır. Koruyucu önlemlerden temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin bir bütünü olarak ele alınan sağlık korumasının (sanitasyon) süt üretimindeki amacı; süt mamullerinin üretildiği alanları, makine ve ekipmanları koruma altına alarak mikroorganizmaların bulaşmasını ve çoğalmasını önlemektir. Hijyen ve sağlık koruması şartları sağlanmadığı takdirde sütte; bakteri, küf ve maya sayısı artması kaçınılmaz olacaktır (Metin ve Öztürk, 2005).

Süt ve süt mamullerinde bulunan bakterilerin büyük bir kısmını, laktozu süt asidine parçalayan ve dolayısıyla asitliği artırarak sütün ekşimesine neden olan laktik asit bakterileri oluşturur. Ayrıca bu gruptaki bakterilerin bir kısmı patojendir (Ayhan, 2000). Bazı bakteriler sütün proteinli maddelerini parçalarlar, bu gruba proteolitik bakteriler adı verilir. Bu bakteri faaliyetleri sonucu sütü pıhtılaştırdıkları için içme sütü sanayinde zorluklara neden olurlar. Lipolitik bakteriler ise çıkardıkları lipaz enzimiyle süt ve mamüllerindeki yağı parçalayarak acı tada neden olurlar. Sıcaklığa dayanıklı bakteriler ise termofil bakteri grubuna dahildirler

ve özellikle pastörize ve sterilize sütler gibi ısıtılarak işlenen süt sanayisinde zorluklara neden olurlar (Çakır, 2000). Psikrofil grup bakteriler ise en çok yağ ve proteinli maddelere az da olsa laktoza etki ederek süt ve mamullerinde acı tada ve kötü kokuya neden olurlar. Sütte bulunabilecek bazı bakteriler sütün kalitesini düşürdüğü gibi, patojen bakteriler ayrıca hastalıklara hatta salgınlara yol açabilmektedir (Demirci, 1992).

Süt ve süt mamullerinin neden olduğu hastalıklar genel olarak, bakteriyal kaynaklı enfeksiyonel hastalıklar ve bakteriyal zehirlenmeler (intoksasyonlar) olarak ayrılabilir. Bakteriyal zehirlenmelerin nedeni, süt ve mamullerinde oluşan bakteriyal toksinlerdir. Bakteriyal enfeksiyon ise, bakterilerle kontamine olmuş süt ve mamulleri aracılığıyla patojen bakterilerin vücuda girmesi sonucu ortaya çıkan hastalıklardır (Metin ve Öztürk, 2005).

Bakterilerin haricinde süt ve mamullerinde maya ve küfler de bulunabilir. Mayalar, sütteki şekeri fermantasyona uğratarak çok miktarda alkol ve karbondioksit açığa çıkarırlar. Küfler ise, sütteki yağ ve proteini parçalayarak sütün bozulmasına, kötü tat ve kokulara neden olurlar. Peynirin bozulmasına sebep olan *Penicillium glaucum*, süt kaymağında ve tereyağında örtü tabaka oluşturan *Oidium lactis*, siyah renkte pamukçuklar yapan *Mucor* ve *Rhizopus*'lar küflere örnek verilebilir (Demirci, 1992).

Sıcaklık, mikroorganizmaların enzimatik faaliyetlerine etki eder. Enzimatik faaliyetlerin hızı ile büyüme hızları arasında doğrusal bir orantı vardır ve her mikroorganizma yaşamsal faaliyetlerini belirli sıcaklıklar arasında sürdürebilir (Öner, 2004). Sütte de değişik sıcaklık değerlerinde üreyebilen birçok mikroorganizma çeşidi vardır ve 10-20 °C altındaki sıcaklıklar çoğu patojen bakteriler için engelleyici etkiye sahiptir (Kınık ve ark., 2002). Bu sebepten dolayı, mikroorganizmaların gelişmesini, çoğalmasını ve sütteki faaliyetlerini önlemek için sağımından sonra süte 10 °C' nin altında soğutma işlemi uygulanmaktadır (Metin, 2001).

Burdova ve ark. (2002), sağımından sonra sütün soğutularak depolanmasının, mezofilik mikrobiyal yükün artışını yavaşlattığını ve sütün sağımından sonra tüketime hazır olana kadar işleme tekniğine uygun şekilde soğuk zincirde muhafaza edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra, çiğ sütün soğutularak bekletilmesi sırasında psikrofilik bakterilerin faaliyet gösterip bazı olumsuzluklara neden olabileceği bildirilmiştir (Kalkan, 2006). İçme sütü üretiminde, çiğ süte hijyenik kalite kontrol sonrasında süzme, soğutma ve muhafaza işlemlerinden sonra çeşitli sıcaklıklarda faal olabilen mikroorganizmaların yok edilmesi ve kontrolü için ısı işlem uygulanır. Isıl işlem uygulaması sonucunda mikrobiyolojik açıdan sağlıklı hale gelen sütün raf ömrü de uzamış olur (Metin ve Öztürk, 2005).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) tanımladığı ısı işlem görmüş içme sütü: süte UHT, pastörizasyon veya sterilizasyon işlemleri uygulanarak

elde edilmektedir. UHT (Ultra High Temperature) işlemi, oda sıcaklığında saklanabilen ticari olarak steril bir ürün üretmek amacı ile normal depolama şartlarında bozulmaya neden olacak tüm mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden, en az 135 °C' de 1 sn olacak şekilde uygun sıcaklık zaman kombinasyonunda kısa süreli sürekli akış altında uygulanan ısıl işlemdir. Pastörizasyon işlemi, sütteki patojen mikroorganizmaların vejetatif formlarının (spor oluşturan bakterinin üreyebilen aktif şekli) tamamının, ve diğer mikroorganizmaların büyük bir kısmının sayısını indirmek amacı ile yapılır. Sütün raf ömrünü uzatan, en az seviyede fiziksel, kimyasal ve duyuşal değişikliklerle sonuçlanan ve en az 72 °C ' de 15 sn veya 83 °C' de 30 dk veya diğer eşdeğer şartlarda gerçekleştirilen ısıl işlemdir. Sterilizasyon işlemi ise, oda sıcaklığında saklanabilen ticari olarak steril bir ürün üretmek amacı ile normal depolama şartlarında bozulmaya neden olacak tüm mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden hermetik ambalajlı ürüne, en az 115 °C' de 13 dk veya 121 °C' de 3 dk gibi uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda, yüksek sıcaklıkta uzun süreli uygulanan ısıl işlemdir (Anonim, 2000).

Süte uygulanan ısıl işlemlerin amacı, patojenleri yok etmek ve sütün raf ömrünü azaltan diğer mikroorganizmaları ve enzimleri inaktif hale getirmektir. Fakat ısıl işlemin sütün üzerine bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Örneğin, ısıl işlemin şiddetine ve süresine bağlı olarak sütün rengi değişmekte, aroma ve lezzet bozuklukları meydana gelmektedir. (Fallon, 1999). Günümüzde ısıl işlemin faydaları kadar zararları da araştırılmaktadır. Bu araştırmalara göre bilinenin aksine ısı işlem besin değeri kayıplarına da neden olmaktadır, bunların başında da lizin kaybı ve vitamin kaybı gelmektedir. Sütte neredeyse tüm vitaminler bulunmasına karşılık, uygulanan ısıl işlem farklı düzeylerde vitamin kayıplarına neden olmaktadır. Kayıplar özellikle A, B₂, B₆, C, E ve K vitaminlerinde görülmektedir. Ayrıca folik asit ve nikotinik asit miktarlarında da azalma meydana gelmektedir (Metin, 2001).

Pastörizasyon işleminde süte uygulanan sıcaklığın sütteki bakterilerin % 99' unu yok ettiği, ancak % 1' i kadarının işlem sonucunda dahi canlı kaldığını bilmekteyiz. *Bacillus spp.*, *Coryneform* grubu bakteriler, streptokoklar ve mikrokoklar bu mikroorganizma cinslerine örnek verilebilir. Pastörizasyonun başarısında çiğ sütteki bakteri sayısının etkisi göz önünde bulundurularak, Türk Gıda Kodeksinde (2000), çiğ inek sütünde somatik hücre sayısı 500 000 ad/ml ve 30 °C' de bakteri sayısı 100 000 ad/ml olacak şekilde yasal sınırlandırma uygulanmaktadır (Üçüncü, 2005).

1.3. Süt ve Gümüş Nano Parçacıkları

Alişarlı ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, bakteri yükü yüksek olan sütün işlenmesinde olumsuzlukların meydana geldiğini, işleme sonucu elde edilen ürünlerin

kalitesinin ise düştüğü açıklanmıştır. Bu araştırmada, sütün memeden çıktıktan sonra fabrikalarda işlenerek tüketiciye ulaşabildiği gibi, ülkemiz koşullarında sokak sütü olarak bilinen, işlem görmemiş süt olarak da tüketilebilmekte olduğu, bundan dolayı işlem görmüş veya görmemiş sütün tüketiciye ulaşınca kadar her aşamasında hijyenik koşullara dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

İçme sütü ve süt mamulleri kalitesinde ısıtma işlem sonrası meydana gelen ve istenmeyen değişimlerden dolayı ısıtma işlemine alternatif olarak kullanılan teknolojilere, Vurgulu Elektrik Alanı (PEF), Yüksek Basınç (HP), Ultrasound (US) ve Ultraviyole (UV) uygulamaları örnek verilebilir (Akdemir-Evrendilek, 2004). Bunun yanı sıra günümüzde çiğ süt kalitesini artırılması ve soğuk zincir uygulamalarındaki sorunların giderilebilmesi için yeni çalışmalar da yapılmaktadır.

Bunlardan birisi de nano boyutta gümüş parçacıklarının kullanımınıdır. Nanoteknoloji yeni yükselen bir bilim dalı olup multidisipliner yaklaşımlar gerektirmektedir. Nano boyutundaki parçalar (particles) nanometre (nm) ile ölçülmekte ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ metre) ve Transmission Elektron Mikroskopu (TEM) veya Atomic Force Mikroskopu (AFM) ile gözlemlenmektedir (Benli, 2008). Nano parçalar 500 nm altındaki parçalardır. Bir atom parçası 0.1 nm veya daha büyük, virüsler 10 nm veya daha büyük, bakteriler yaklaşık 1000 nm, saç kılı ise 100 000 nm büyüklüğündedir (Anonim, 2009).

Maddeler nano boyuta indirgendiklerinde, büyük parçalarından çok farklı özelliklere sahip olmaktadır (Baker ve ark., 2005). Gümüş nano parçalar küçüldükçe, yüzey büyüklükleri/volüm oranlarının arttığını ve böylece antibakteriyal etkilerinin de arttığını bilinmektedir. Gümüş, çok önceden beri antibakteriyal özellikleri bilinen bir metaldir (Friedenthal, 1919). Gümüş iyonları bakterilere ve diğer tek hücreli canlılara karşı son derecede toksik olup vücut hücrelerine karşı zararsızdır (Klueh ve ark., 2000). Bakteriler, antibiyotikler dahil neredeyse tüm bakteri öldürücü maddelere karşı direnç geliştirmiş, fakat gümüşe karşı direnç geliştirmeyi başaramamışlardır (Zhao ve Stevens, 1998). Baker ve ark. (2005)'nin bildirdiğine göre, bir gram ağırlığındaki gümüş nano parçaları, birkaç bin metrekare alanı kaplayabilir. Bakterilerin gümüş nano-parçaları tarafından öldürülmesi iki şekilde olmaktadır. Bunlardan birincisi denatürasyon sürecidir. Gümüşün katalitik fonksiyonu bakterilerin kullandığı enzimlerin disülfid bağlarını (-S-S-) ayırır. Bunun sebebi de gümüşün sülfüre yüksek çekiciliği olmasıdır. Gümüş, oksidasyon reaksiyonları için katalist olarak çalışmaktadır. Bakteri proteinlerinde (enzimlerde) disülfid bağlarının önemli bir rolü vardır ve açılıp kapanabilir şalter olarak çalışırlar. Gümüş, bakteri enzimlerindeki sülfid bağlarını katalist olarak denature eder ve sülfid bağlarının ayrılmasını sağlar. Böylece bakterinin kendi

oksidasyon reaksiyonlarını kontrol etme imkanı ortadan kalkar. Bakterilerin gümüş nano-parçaları tarafından öldürülmesinin ikinci yolu da su veya havadan reaktif oksijen üreterek bakterilerin hücre duvarını parçalamasıdır. Oksijen etkisi, aynen güçlü bazların, mesela hidrojen peroksidin etkisini gösterir, yani bakteriyi oksijene maruz bırakır. Gümüş sadece tek hücreli canlılar üzerinde etkili olup normal vücut hücreleri üzerinde etkisizdir.

Gümüş tozu veya küçük gümüş parçaları sıvı içinde alınırsa insan vücudunda antibiyotik etkisi yapmakta, zararlı olmamaktadır. Fakat yüksek konsantrasyonda gümüş içeren sıvıların (gümüş tozu karıştırılmış su veya direk olarak gümüş parçalarının) uzun süreli tüketilmesi sonucu gümüş deri altında birikerek pigment değişikliğine sebep olabilmektedir. Gümüş kullanımında dikkat edilmesi gereken, sıvı içindeki kolloid gümüş gibi maddelerin kullanımı sırasında gümüşün birikme seviyelere gelmesinin engellenmesidir. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen atom seviyesindeki gümüş parçacıklarının miktarı çok az, nanogram seviyesinde olması beklenmektedir (Klueh ve ark., 2000).

Bu çalışmada 0 V, 100 V ve 200 V elektrik verilerek (nano amper düzeyinde akım) çekim gücü kazandırılmış ve nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerin, belli bir zaman sütün içinde bekletilmesinden sonra sütteki mikrobiyolojik yükü ne yönde ve ne kadar etkileyeceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada gümüş nano parçalarının sütteki bakteriyel ve fungal yükü azaltma ya da tamamen ortadan kaldırma potansiyeli araştırılmıştır. Araştırmanın kapsamında Türk Saanen ırkı keçilerden ve Siyah Alaca ırkı ineklerden alınan çiğ süt örneklerinde T.A.M.B, fungus (maya ve küf), Koliform Bakteri ve *E. coli* sayıları ile *S. aureus* sayılarının tespiti ve sütte gümüş kalıntısı kalıp kalmadığının ICP MS ile belirlenmesi yer almaktadır. *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerinin ayrıca analiz edilmesindeki neden, literatür taramaları sonucu bu bakterilerin süt endüstrisinde yarattığı problemlerin fazla ve dolayısıyla önemli olmasıdır.

BÖLÜM 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gıdalar fiziksel ve kimyasal bozulmalara uğradığı gibi mikrobiyal olarak da bozulmalara da uğramaktadırlar. Su aktivitesi yüksek olan gıdalar mikroorganizmalar için uygun ortam hazırladığından bu gıdalarda bakteri, Maya ve Küflerin neden olduğu bozulmalar da yoğun olarak gözlemlenmektedir (Smith ve ark., 2004).

Burdova ve ark. (2002), süt mikrobiyolojisi üzerine yaptıkları çalışmada Griffiths ve Phillips'in (1988) elde ettikleri bilgiden yararlanmış ve çiğ süt depolama sıcaklığının, pastörizasyon işlemine ve işlem sonrası raf ömrüne etki eden önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Pastörizasyon işlemine kadar bekletilen çiğ sütün depolama süresi, işleme kolaylığı ve kalite açısından önemlidir. Bunun nedeni ise bakterilerin enzimatik faaliyetleri sonucu sütün yapısında meydana gelen bozulmalardır (Kalkan, 2006).

Sağım esnasında tam hijyen koşulları sağlanmış olsa dahi, inek sütünde 1000 ad/mL bakteri sayılması muhtemeldir. Sütün memeden çıktığındaki sıcaklığı ise ortalama 37 °C kadardır (Alpan, 1990). Ergüllü ve Üçüncü (1982), sütte soğutmanın bakteri yükü üzerindeki etkisini araştırmak amacı ile 4.5 °C, 10 °C ve 15.5 °C sıcaklıkta depolanan süt örneklerinin 24, 48, 72 ve 96 sa sürelerde bekletilmesiyle mL' deli bakteri sayısının artışı ölçmüşlerdir. Başlangıçta 4300 ad/mL bakteri içeren süt örnekleri 24 sa bekletildiğinde belirlenen sıcaklıklarda sırasıyla; 4500, 14 000, 1 600 000 ad/mL ve 48 sa bekletildiğinde ise 4600, 128 000, 33 000 000 ad/mL bakteri içerdiği görülmüştür. Sonuç olarak 5 °C' den fazla sıcaklıklarda depolanan sütte mikroorganizma sayısında oldukça fazla artış gözlenmiştir. Aynı araştırmacıların yaptığı başka bir çalışmada ise farklı bakteri yüküne sahip sütlerin farklı derecelerde depolanmasının bakteri yükündeki artışı üzerinedir. Bu çalışmada ise 5000, 100 000 ve 960 000 ad/mL bakteri içeren sütler 20 °C, 15 °C, 10 °C ve 5 °C' ye kadar soğutulmuş, 1 sa ve 16 sa süre arayla bakteri yükü incelenmiştir. Süt örneklerinden 960 000 ad/mL bakteri içeren örnekler 20 °C sıcaklıkta 16 sa bekledikten sonra bakteri sayısı 90 000 000 ad/mL olarak bulunmuş ve süt pıhtılaşmıştır. Aynı örneklerde 15 °C soğutmayla süt kesilmese bile 50 000 000 ad/mL bakteri sayısına ulaşmıştır. Süt örneklerinden 5000 ve 100 000 ad/mL bakteri içerenlerde bile 15 °C sıcaklıkta 16 sa bekletilmesi sonucu bakteri sayısı 2-3 kat yükselmiştir. Bu çalışmalarda toplam bakterinin yanı sıra koliform bakteri gelişimi de incelenmiş, başlangıç koliform bakteri sayısı 4000 ad/mL olan sütler, 4 °C sıcaklıkta 6 sa bekletildiğinde bakteri sayısı 4400 ad/mL iken, 30 °C 'de 6 sa sonra bakteri sayısı 310 000 ad/mL olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda mikroorganizma artışının en az olduğu sütler,

başlangıç bakteri yükü en az ve 5 °C altındaki sıcaklıklarda depolanmış olanlardır (Üçüncü, 2005). Bu çalışmada aynı zamanda uygun sıcaklıklarda bekletilen sütlerde psikrofil ve psikrotrof bakterilerin gelişme gösterebileceği, ancak gelişme hızlarının yavaşladığı da bildirilmiştir. Bazı aerobik psikrotrof ve gram pozitif bakterilerin sütün protein, yağ ve laktoz içeriğini parçalayarak metabolik faaliyetler sonucu sığağa dayanıklı proteolitik ve lipolitik enzimler açığa çıkardığı da belirtilmiştir.

Le Loir ve ark. (2003), bakterilerin sıcaklık ve pH isteklerinin çok geniş aralıklarda olabileceğini ve süt ürünlerinin işlenmesi sırasında sayılarının çoğalabileceğini belirtmişlerdir. Burdova ve ark. (2002), sütün uzun süre düşük sıcaklıklarda depolanmasının, mezofilik mikroorganizma popülasyonunu azalmakta, ancak psikrofilik mikroorganizma faaliyetleri sonucu oluşan bozulmaların çiftlikler için problem yaratmakta olduğunu ifade etmiştir (Kalkan, 2006).

Shipe ve ark. (1978) ile Dousset ve ark. (1988), yaptıkları çalışmalarda psikrotrof bakterilerden çoğunun, pastörizasyon ve sterilizasyon işleminde zarar görmeyen proteaz ve lipaz üreterek süt ürünlerinde acı tat oluşumuna neden olduğunu rapor etmişlerdir. Jensen (1964) ise süt toplama tanklarında depolanan sütlerin lipolizi sonucu serbest yağ asitlerinin açığa çıktığını, bundan dolayı da sütte aroma ve koku özelliğinin değiştiğini belirtmiştir. Altun ve ark. (2002), bu psikrotrof mikrofloranın kontrolünde sağım esnasında ve sonrasında kullanılan ekipmanların temizliğinin önemli bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir.

Yaygın' a (1998) göre protein içeriği yüksek gıdalarda, özellikle et ve süt ürünlerinde gelişim gösteren *S. aureus*, stafilokokal zehirlenmeye neden olmaktadır. Küçükçetin ve Milci (2007), *S. aureus* ile kontamine olan peynirlerin halk sağlığı açısından yaratacağı riskler üzerine bir araştırma yapmış ve ülke çapında yaşanan bu sorunu önlemek amacıyla mikrobiyolojik kalitesi yüksek sütlerin kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Tükel ve Doğan' ın da (2000) belirttiği gibi gıdalara uygulanan ısı işlem sonucu *S. aureus* sayısı azalmakta, fakat sıcaklığın zehirlenme riski yaratabilen enterotoksinler üzerine etkisi olmamaktadır.

Fuhr (1962), elde ettiği bulgular ısı işlem görmüş sütlerde mikroorganizma popülasyonunun azaldığı ve böylece kalitenin arttığı yönündedir (Gümüş ve ark., 2005). Ancak ısı işlemde uygulanan sıcaklık ve uygulama süresi sütün besin içeriğini ve kimyasal yapısını etkilemektedir (Demirci ve Şimşek, 1997). Her ne kadar bu işlemler bakterileri öldürüp sütün raf ömrünü uzatsa da, çiğ sütün içerdiği vitamin ve enzimler uygulanan ısı işlemlerle kaybolmakta, proteinler ise denature olmaktadır. Pastörizasyon veya sterilizasyon, sütte bulunan enzimlerin ve vitaminlerin büyük bir kısmını yok eder, bazı proteinleri denature eder. B6 ve B12 vitaminlerinin tamamının yok olmasına ve patojen bakterilerin üremesi için

uygun ortam sağlanmasına neden olur. Hiç bir işleme uğramamış süt dışarıda bırakılırsa ekşir, fakat pastörize veya sterilize süt dışarıda bırakılırsa bozulur. Bunun sebebi, çiğ sütteki faydalı bakterilerin, patojen bakterileri kontrol altında tutmasıdır; pastörize/sterilize sütte ise dışarıdan gelebilen patojen bakterilerin üremesine ortam hazırlanmış olur. Isıl işlem sütteki laktozu beta laktoza çevirerek daha çabuk sindirilmesine yol açar ve tüketilen süt daha az süre tok tutarak şeker hastalığı riskini arttırır. Sütteki kalsiyumun büyük kısmını da çözülemeyen hale getirir (Fallon, 1999).

Son yıllarda, ısıl işlem uygulamasının yarattığı sorunlar ve de tüketicilerin taleplerinin değişmesi nedeniyle alternatif çalışmalar yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Gıdalarda uygulanan bu yeni teknolojilere, Vurgulu Elektrik Alanı (PEF), Yüksek Basınç (HP), Ultrasound (US) ve Ultraviyole (UV) uygulamaları örnek verilebilir (Akdemir-Evrendilek, 2004). Ultraviyole ışınları, mikroorganizmaların hücrelerinde nükleik asit tahribatı gerçekleştirerek hücrenin metabolik faaliyetlerini durdurur ve mikroorganizma ölümünü sağlar (Öner, 2004). Engin ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada, süte ultraviyole işlemi uygulanmasının mevcut mikroorganizma popülasyonuna etkisi araştırılmış ve aynı çiğ süttten alınmış örneklerin pastörizasyon işlemi sonrası sonuçları ile kıyaslamışlardır. T.A.M.B ve Koliform grup bakteri sayılarındaki azalmanın, pastörizasyon işlemindeki kadar etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Engin ve ark., 2009). Bir başka çalışmada ise işlem görmemiş çiğ süt veya süt ürünlerine CO₂ eklenmesinin, süt ve süt ürünlerinin raf ömrünü uzattığı ve kaliteyi arttırdığı rapor edilmiştir (Dertli ve Akın, 2009).

Voorbergen' a (2004) göre, ülkemizde ısıl işlem görmüş süt tüketiminin yanı sıra mikrobiyolojik yükü fazla olan sokak sütü tüketimi de mevcuttur. Sokak sütü kullanımı her geçen gün azalıyor olsa da günümüzde süt tüketimindeki payı halen fazladır (Akbay ve Yıldız-Tiryaki, 2007). Değişik illerde satışa sunulan süt ve süt ürünlerinin mikroorganizma varlığına yönelik yapılan araştırmalarda araştırmacılar tüketici sağlığının potansiyel bir risk altında olduğunu saptamışlardır. Atasoy ve ark. (2003), Şanlıurfa ilinde satılan süt ve süt ürünlerinin bazı mikrobiyolojik değerlerini incelediklerinde, yüksek sayıda T.A.M.B ve Koliform bakteri olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Baz ve ark. (2003), Kars ilinde yaptıkları bir çalışmada, tüketiciye satışa sunulan çiğ süt ve taze peynirlerin yüksek miktarda Koliform grup bakteri, *E.coli* ve *E.coli* O157:H7 içerdiğini rapor etmişlerdir.

Gıda maddelerinde, patojen olan veya olmayan mikroorganizmaların yok edilmesi ve çoğalmasını engellemek amacıyla birçok kimyasal madde kullanılmaktadır. Yasal olarak ülkemizde süte ilavesi yasaklanmış olan bu kimyasallar, denetimi yapılmayan süt üreticileri tarafından halen kullanılabilir. Laktoperoksidaz sistemi ve hidrojen peroksit ilavesi

bunlardan en çok uygulananlardır (Güven, 1998). Uraz ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada süte % 0,02, % 0,10 ve % 0,30 oranında hidrojen peroksit ilave etmiş ve 4 sa sonra T.A.M.B, Koliform grup bakteri ve Maya-Küf grubu mikroorganizma sayısına bakmışlardır. Etkinliği bakteri yoğunluğuna, ortam sıcaklığına ve ortamdaki yoğunluğuna göre değişen bu kimyasaldan % 0,02 oranda eklenen sütte tüm mikroorganizma gruplarında artış gözlemlenmiştir. % 0,10 oranda ilave edilen sütte Maya-Küf grubunda azalma, T.A.M.B ve Koliform grubunda artış; % 0,30 oranda eklenen sütte ise tüm gruplarda azalma rapor edilmiştir. Gürsel (2004), laktoperoksidaz sisteminin; laktoperoksidaz enzimi, substrat özellikli tiyodiyonat anyonu ve hidrojen peroksit maddelerinin reaksiyonları sonucu açığa çıkan oksidasyon ürünleri ile mikroorganizmaların hücre fonksiyonlarına zarar vererek etkisini gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmasında, mikroorganizma yükü en fazla 10^4 ad/mL olan sütlerde, 10-20 ppm tiyosiyonat ve aynı miktarda hidrojen peroksit ilavesinin, oda sıcaklığını geçmeyecek derecelerde 15 sa süre kadar sütün niteliğini koruduğunu rapor etmiştir. Laktoperoksidaz sisteminin kullanımı, süt ve süt ürünlerinin işlenmesinde pıhtılaşma yeteneğinin ve aroma miktarının azalmasına neden olduğu gibi ayrıca insan sağlığı için de riskli olduğu bilinmektedir (Kırdar, 2006).

Son yıllarda süt endüstrisinin ve tüketicinin talepleri doğal, kaliteli ve uzun ömürlü süt ve mamullerinin üretimi yönündedir. Bu sebeple biyokoruma yöntemleri araştırılmakta ve kullanılmaktadır (Seçkin ve ark., 2010). Kesenkaş ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada biyokoruma yöntemini; gıdalarda doğal olarak bulunan veya sonradan ilave edilebilen koruyucu kültürlerin süt ve süt ürünlerinde patojen mikroorganizmaları öldürmesi ve böylece ürünün raf ömrünün uzatılması olarak tanımlamıştır. Aynı yazarlar, koruyucu kültürlerin, laktik asit, asetik asit, propiyonik asit gibi organik asitler, alkoller, reutersiklin, hidrojen peroksit, karbondioksit gibi bileşikler üreterek faaliyet gösterdiğini bildirmiştir. Özcan ve Aran (2003), koruyucu kültürlerden en çok kullanılan laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal etkisini, bu bakterilerin metabolik ürünü olan karbondioksitin sütte oluşturduğu anaerobik ortamın, hücre içi ve dışında pH değerini düşürmesinin sonucu olarak açıklamıştır. Kesenkaş ve ark. (2006), biyokorumada ticari olarak kullanılan koruyucu kültürlerden; Microgard, Bioprofit, ALTA 2341, ALC 01 ve FARGO 23 hakkında bilgi vermiştir. Seçkin ve ark. (2010), bunlardan biri olan Microgard' ın yağsız süttten elde edildiğini, *Pseudomonas*, *Salmonella* ve *Yersinia* gibi gram negatif bakterilerinin yanı sıra Maya ve Küf üzerine etkili olduğunu, ancak gram pozitif bakterilerde bu etkinin gözlenmediğini belirtmiştir.

Yüksek sıvı basınç süreci olarak tanımlanan HHP, uygulandığı gıdanın kimyasal değerlerini etkilemeksizin mikroorganizma aktivasyonunu engellemek amacıyla

kullanılmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı ise, bakteri, Maya ve Küflerde etkili olan düşük basıncın bakteri sporları üzerinde etkili olmayışı ve de yüksek basınçlı sistemlerin ekonomik kullanılabilirliğinin düşük olmasıdır (Bozoğlu, 2003). Bozoğlu (2003) yaptığı çalışmada HHP'nin mikroorganizmaların genetik yapısına, hücre duvarı yapısına, metabolik ve biyokimyasal aktivitesine etki ederek inaktif hale getirdiğini ancak basınca bağlı olarak düşük asitli gıdalarda bazı mikroorganizmaların aktif hale gelebileceğini de belirtmiştir. Çalışma sonucunda, düşük asitli bir gıda olan süte 300 Mpa' dan düşük basınç uygulanmasının, depolama sıcaklığına bağlı olarak yapıları zarar görmüş bazı mikroorganizmaların zamanla aktifleşmesine neden olacağını bildirilmiştir. Hite ve ark. (1899) ise, yaptıkları çalışmada 600 MPa basınç altında 1 sa süreyle bekletilen çiğ sütün raf ömründe dört gün uzama olduğunu bildirmiştir (Bozoğlu, 2003).

Son yıllarda gündemde olan nanoteknoloji sayesinde, partiküller nano boyuta inmekte, normal boyutlarındaki özelliklerinden daha farklı özelliklere sahip olmakta ve istenilen maddeden iz miktarda kullanıldığı halde potansiyel etkisi birkaç milyon kat daha fazla yüzeyde gözlenebilmektedir (Mirkin, 2005). Nanoteknolojinin potansiyel yararlarının birçok endüstri tarafından fark edilmesi sonucu, mikroelektronik, uzay, eczacılık gibi çeşitli sanayi dallarında, çeşitli ticari ürünler satışa sunulmuştur. Transparan güneş koruyucu losyonlar, leke tutmayan kumaşlar, çiziklere neden olmayan araba boyaları, kendi kendini temizleyen camlar bu ürünlerden bazılarıdır (Ayyıldız, 2008).

Palamutçu ve ark. (2008), bazı antimikrobiyal maddelerin kumaşlardaki mikroorganizma sayısını azaltmasına yönelik yaptıkları çalışmada başta gümüş olmak üzere, triklosan ve kitosan gibi çeşitli metal iyonlarının bu amaçla kullanılabilir olduğundan bahsetmiştir. (Rhim ve Ng, 2007), gümüş iyonlarının güçlü antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu bildirmiştir (Dursun ve ark., 2010). Amerika'ya yerleşen ilk öncüler süt kovaşında gümüş para bulundurmışlardır ve tarihin ilk çağlarında su taşıma kapları gümüşten yapılmıştır. Gümüş, içme suyu arıtma sistemlerinde sterilizasyon için kullanılmaktadır (Pedahzur ve ark., 1997). Landsdown ve ark. (1997), ratlarda yaptıkları çalışmalarda gümüşün toksik etkisinin olmadığını, gümüşle muamele edilen yaraların kontrol grubuna nazaran daha çabuk iyileştiğini ve yaraların mikropsuz kaldığını tespit etmişlerdir. Bununla beraber pahalı bir metal olduğu için şimdiye kadar kullanımı sınırlı kalmıştır. Kayır ve Baççıl (2010), günümüzde nano büyüklükte gümüş parçaları/iyonları kullanılarak bakteriler daha etkin ve daha ucuz şekilde öldürülebildiğini belirtmişlerdir. Nano gümüş parçacıkları ile malzemelerin yüzeylerinin kaplanması, fiziksel buhar biriktirme ve iyon implantasyonu gibi uygulamalarla yapılmakta olduğunu ayrıca bahsedilen bu parçacıkların 1-100 nm aralığında

boyutlara sahip olduğunu bildirmişlerdir. Palamutcu ve ark. (2008)' nin yaptıkları çalışmaya göre nanoteknoloji kullanılarak elde edilen nano gümüş parçacıkları ortamda gümüş iyonları sağlayarak mikroorganizmalara etki etmektedirler. Pozitif gümüş iyonları, negatif yüke sahip mikroorganizmaların hücre duvarlarına yaklaşarak ve onların ölmesine neden olmaktadır. Araştırmacılara göre bu süreç, iyonların ribonükleik asit mekanizmasına etki etmesi ve mikroorganizmanın üremelerini durdurması şeklindedir.

Lee ve ark. (2003), pamuklu ve sentetik kumaşlarda nano gümüş solusyonu kullanımının gram negatif ve gram pozitif bakteriler üzerindeki etkisini araştırmış, çalışma sonucunda kumaşların çeşitli sayılarda yıkanması sonucunda bile antimikrobiyal etkinliğin devam ettiğini bildirmişlerdir. Üreyen ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada nano boyutta gümüş içeren apre kimyasalının değişik kumaşlarda *E. coli* bakteri sayısı üzerine etkisini araştırmışlardır. Kumaşlarda, ekimi yapılan 2×10^5 kob/mL *E. coli* bakteri sayısının 4 log kob/mL ve daha fazla değerlerde azalma gösterdiği bildirilmiştir.

Voccia ve ark. (2006) gümüş asetat ile kapladıkları antibakteriyal yüzeylerde gram negatif bakterilerin barınmadığını bildirmişlerdir. Doku tipi hücrelere gümüşün etkisi olmayıp, sadece kimyasal olarak solunum yapan bakteriler üzerinde etkilidir. Graham (2005) bildirdiğine göre, birçok araştırma gümüşe dayanan ürünlerin yaralardaki bakteri yükünü azalttığı sonucuna varmıştır. Bu çalışmaların genel sonucu yaraların iyileştirilmesinde gümüşün yararlı bir araç olabileceği ve gümüşün hangi formunun kullanıldığının önemli olduğudur. Tıp alanında hayvanlarla yapılan çalışmalar ve klinik çalışmalar kalp prostatı gibi vücudun içine yerleştirilen gümüş ile kaplı maddelerin enfeksiyon önleyici etkisi olduğunu doğrulamıştır (Brutel ve ark., 2000). Panacek ve ark. (2006) boyutları kontrol edilebilen gümüş nano parçalar üretmiş ve bu parçaların yüksek derecede anti mikrobiyal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu nano parçaların etkileri Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerinde görülmüş, hatta metisilin dirençli özel *S. aureus* üzerinde dahi etkili olmuştur. Panacek ve ark. (2006) gümüş nano-parçaların bakteriyal aktivitesinin büyüklükleri ile ilintili olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber, düşük konsantrasyonlardaki gümüşün (1.69 µg/mL) dahi antibakteriyal performans için yeterli olduğu bildirilmiştir (Panacek ve ark., 2006). Baker ve ark. (2005), 8 µg /cm² kadar düşük bir yüzey kaplaması konsantrasyonunun *E. coli* bakterisini öldürmek için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Nano Gümüş Parçacıkları İle Kaplanmış Teller

Sıfır V, 100 V ve 200 V elektrik kullanılarak (nano amper düzeyinde akım) nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış teller kullanılmıştır. Voltaj kinetik enerjiyi belirlemekte olup, nano parçacıkların tel yüzeyine yapışmasını etkilemektedir. Sıfır V elektrik kullanılarak nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerde (Ag0) gümüş nano parçacıkların en alt düzeyde yapışması ve bulunması beklenirken, 100 V elektrik kullanılarak nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerde (Ag100) parçacıkların daha güçlü bir şekilde yapışması, 200 V elektrik kullanılarak nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerde (Ag200) ise en yüksek düzeyde nano parçacık yapışması beklenmektedir. Teller İngiltere’deki Mantis Deposition nano teknoloji araştırma firması ile birlikte, İngiliz hükümetinden alınan bir proje ile üretilen prototip bir makine ile bu araştırmaya yönelik olarak üretilmiştir. Çapı 6-8 nm olan nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış bu teller, hiçbir kimyasal madde kullanmadan, % 99.99 üzerinde saflıkta ve sadece 50 watt elektrik kullanılarak üretilmiştir. Kullanılacak nano gümüş parçacıkları ile kaplı tellerin genel görünümü, Şekil 1’de bobine sarılı olan telin 20 cm uzunluğundaki parçaları gibidir.



Şekil 1. Nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tel.

3.1.2. Süt Numuneleri

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılacak olan inek sütü numuneleri, Çanakkale Kalabaklı Köyünde bulunan bir işletmedeki Siyah Alaca ırkından sağlanmıştır. Keçi sütü numuneleri ise

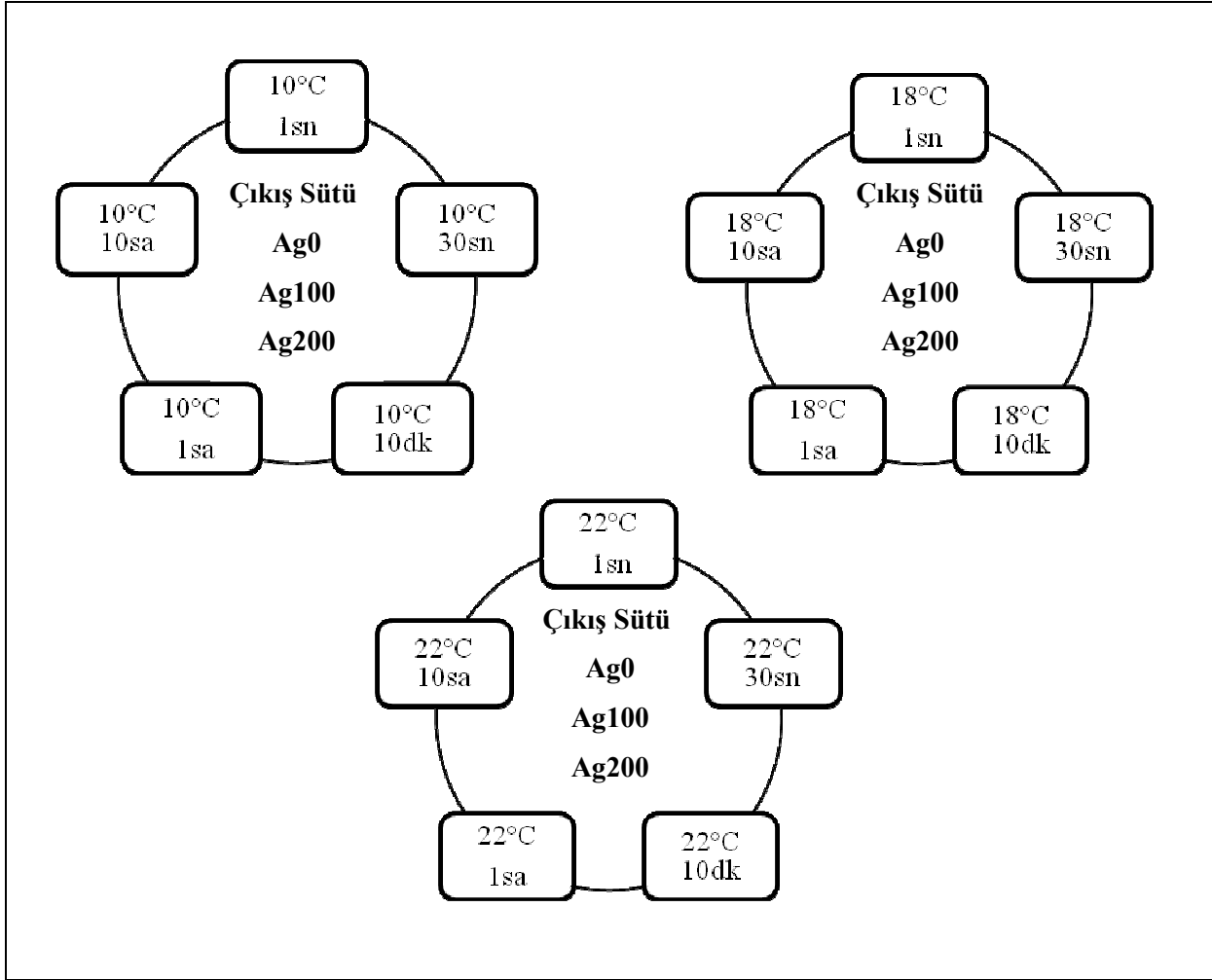
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi' ne bağlı Teknolojik ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi'nde (TETAM) yetiştirilen Türk Saanen keçilerinden alınmıştır. Süt numuneleri çalışmalar süresince aynı hayvanlardan sağlanmış ve steril kapta soğuk zincir sağlanarak laboratuara getirilmiştir. Analizlerin başlangıcına kadar laboratuvar koşullarında +4 °C' de muhafaza edilmiştir. Önceden otoklavda steril edilmiş erlenlere 100 mL süt numuneleri aktarılmış ve analizlerde bu numuneler kullanılmıştır (Ayhan, 2000). Muamele edilmemiş ve bekletilmemiş süt örnekleri Giriş Sütü olarak adlandırılmış olup, muamele edilmeden belirlenmiş sürelerde ve belirlenmiş sıcaklıkta bekletilmiş süt örnekleri Çıkış Sütü olarak adlandırılmıştır. Pastörize işleme tabi tutulmuş süt örnekleri ise Pastörize olarak adlandırılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tel Voltajı, Zaman ve Sıcaklık Faktörünün Etkilerini Belirlemek İçin Yapılan Analizler

Bu analizler voltaj, sıcaklık değeri ve zaman etkilerini belirlemek amacıyla sadece inek sütünde yapılmıştır. Voltajın etkilerini belirlemek için Ag0, Ag100, Ag200 kullanılmıştır. Yapılan analizlerde zamanın etkilerini belirlemek için 1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa, 10 sa zaman değerleri ve sıcaklığın etkilerini belirlemek için ise 10 °C, 18 °C, 22 °C sıcaklık değerlerinde denemeler gerçekleştirilmiştir.

Her bir sıcaklık değerinde (10 °C, 18 °C, 22 °C) aynı süt numunelerinin bulunduğu erlenlerin içerisinde, Ag0, Ag100 ve Ag200 belirlenen sürelerde (1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa, 10 sa) bekletilmiştir. Böylece her bir sıcaklık değerinde 3 farklı teller denenmiş, her bir tel değerinde de farklı zamanlar denenmiştir. Toplam 45 adet hücreden oluşan bu denemede (3 sıcaklık x 3 tel x 5 zaman) yapılan analizlerde T.A.M.B sayısının tespiti (kob/mL) yapılmıştır. Nano gümüş parçacıklarının sütteki mikrobiyal yük üzerine etkisini tespiti amacıyla muamelelerle çıkış sütüne ait sonuçlar karşılaştırılmıştır (Şekil 2).



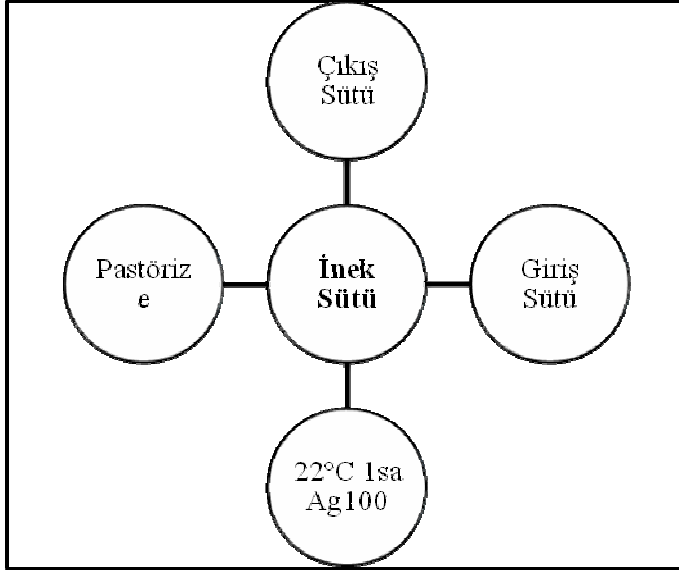
Şekil 2. Süt numunelerinde tel voltajı, sıcaklık ve zaman değerlerinin kullanımı.

3.2.2. Gümüş Nano Parçalarının Sütteki Bakteriyal ve Fungal Yükü Azaltmada Etkisini Belirlemek İçin Yapılan Analizler

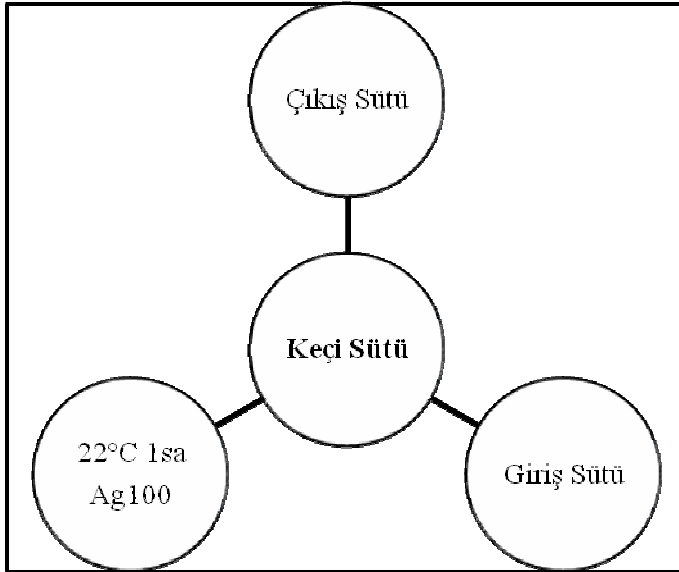
Tel voltajı, zaman ve sıcaklık faktörünün etkilerini belirlemek için yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre çalışmanın devamında voltaj faktörü olarak 100 V, sıcaklık faktörü olarak 22 °C ve zaman faktörü olarak ise 1 sa sürenin kullanılmasına karar verilmiştir (Şekil 3; Şekil 4). Analizlerde inek ve keçi sütü kullanılmıştır.

Süt örnekleri, giriş sütü, çıkış sütü ve Ag100 olmak üzere 3 farklı muamele olarak ayrılmış ve her bir muamele için 3 tekerrür yapılmıştır. İnek sütü örneklerinde keçi sütü örneklerinden farklı olarak pastörize muamelesi bulunmaktadır (Şekil 3). Pastörizasyon işleminin yapılmasının nedeni, işlem sonrası elde edilecek sonuçların diğer muamelelerden elde edilecek sonuçlarla karşılaştırmak istenmesidir. Pastörizasyon, 65 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 dk sürede bekletilmesiyle yapılmıştır (Engin ve ark., 2009). Örneklerin her

birinde T.A.M.B, fungus (maya ve küf), Koliform grup bakteri ve *E. coli* ile *S. aureus* sayıları tespit edilmiştir.



Şekil 3. İnek sütüne ait muameleler.



Şekil 4. Keçi sütüne ait muameleler.

3.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.3.1. Analiz Örneği Hazırlama Yöntemi

Seyreltme işlemi için 10 mL örnek, 90 mL % 0.1' lik steril peptonlu su içerisine aktarılarak homojenize edilmiş ve 10^{-1} den 10^{-6} ya kadar seyreltilmiştir. Daha sonra ise hazırlanan desimal dilüsyonlar mikrobiyolojik ekimlerde kullanılmıştır (AOAC, 2000).

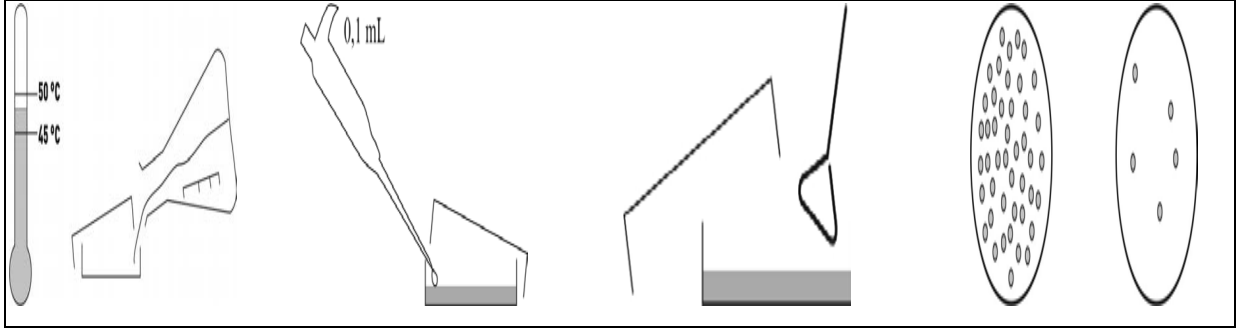
3.2.3.2. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Yapılan ekimlerde Kültürel Sayım Yöntemlerinden Yayma Plak Sayım yöntemi kullanılmıştır (Sekin ve Karagözlü, 2004) (Şekil 5). Hazırlanmış olan Plate Count Agar besiyeri 9 cm çapındaki sterilize petrilere dökülüp bunların katılaşması ve kuruması beklenmiştir. Hazırlanan seyreltilerden 0.1 mL dubletli petrilere ekim yapılmıştır (Gül ve Önal, 2008). Petriler 37 °C sıcaklıkta 48 ± 2 sa inkübasyon beklendikten sonra 30-300 koloni içeren petrilere sayım yapılmış ve T.A.M.B sayısı hesaplanmıştır (AOAC, 2000). Diğer bakteri sayımlarında yapıldığı gibi, seçilen dubletli petrilere elde edilen sayım sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmış ve seyreltme faktörüyle çarpılmıştır. Mililitredeki mikroorganizma sayısı, kob/mL olarak belirlenmiştir (Gül ve Önal, 2008).

3.2.3.3. *Staphylococcus aureus* Sayısı

Tükel ve Doğan (2000), ISO, FDA, AOAC, IDF gibi uluslararası kuruluşların selektif izolasyonda ve de selektif sayımda Baird Parker Agar besiyeri kullanımını önerdiğini vurgulamışlardır. Baird Parker Agarın, lesitinaz aktivitesini belirlemede kullanılan yumurta sarısı ve *S. aureus*' ların telluriti telluriama indirgeyip Gram negatif mikroorganizmaların gelişimini engelleyen tellurit içermekte olduğunu belirtmişlerdir.

Yumurta sarısı ve potasyum tellurit içeren Egg Yolk Emulsion sterilizasyon sonrası Baird Parker Agar besiyeri 45 °C' ye soğutulduktan sonra ilave edilmiştir. Yayma Plak Sayım yöntemi ile petrilere ekimler yapılmıştır (Seçkin ve Karagözlü, 2004) (Şekil 5). Çalışmada sterilize 9 cm çapındaki petrilere kullanılmış ve hazırlanmış olan Baird Parker Agar besiyerlerinin bu petrilere dökülüp, bunların katılaşması ve kuruması beklenmiştir. Hazırlanan seyreltilerden 0.1 ml dubletli petrilere ekim yapılmıştır (Gül ve Önal, 2008). Petriler inkübatörde 37 °C sıcaklıkta 24 sa inkübe edildikten sonra 30-300 koloni içeren petrilere sayım yapılarak muhtemel *S. aureus* sayısı hesaplanmış, (AOAC, 2000) her petrinin dubletlerinde sayım yapıp sonrasında bunların ortalamaları alınarak sonuçlar seyreltme faktörüyle çarpılmıştır. Örnekteki mikroorganizma sayısı kob/mL olarak belirlenmiştir (Gül ve Önal, 2008).



Şekil 5. Yayma plak sayım yönteminin şematik gösterimi.

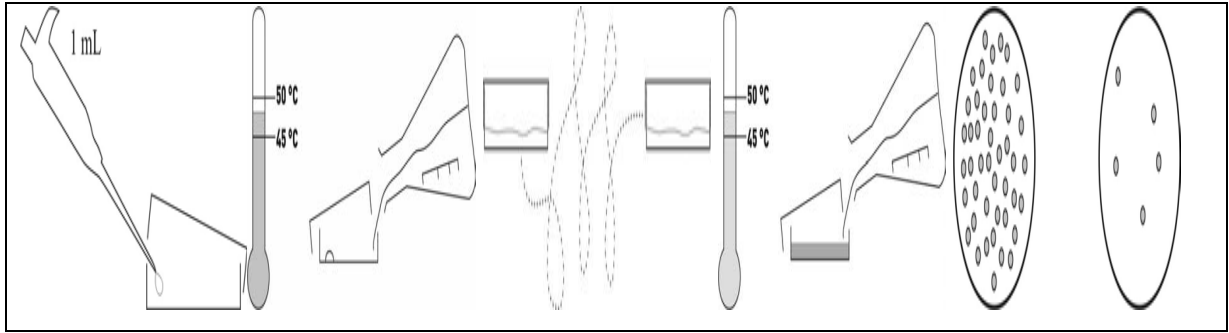
3.2.3.4. Fungus (maya ve küf) Sayımı

Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) tarafından süt ve ürünlerinde maya ve küf sayımı için Yeast Extract Glukoz Chloramphenicol (YGC) önerilmektedir. Bu besiyerinin, bileşimindeki chloramphenicol sayesinde bakteri gelişimini engellediği bildirilmiştir (Halkman, 2005). Yapılan ekimlerde Kültürel Sayım Yöntemlerinden Dökme Plak Sayım yöntemi kullanılmıştır (Sekin ve Karagözlü, 2004) (Şekil 6). Dubletli steril petrilere önce seyreltilerden 1 mL örnek kontaminasyon olmamasına dikkat edilerek aktarılmış, sonrasında üzerine 45–50 °C' ye kadar soğutulmuş steril besiyeri 12-15 mL kadar dökülmüştür. Petri kutularının kendi halinde jelleşmesi beklenmiş, 45–50 °C' de tutulan 2. kat besiyerinden 5 mL kadar dökülmüş ve kendi halinde tekrar jelleşmeye bırakılmıştır (Halkman, 2005). Petriler, 28 °C' de 3-4 gün inkübasyona bırakılmıştır (Ünlütürk ve Turantaş, 2002). Seçilen dubletli petrilere elde edilen sayım sonuçlarının aritmetik ortalaması alınmış ve seyreltme faktörüyle çarpılmıştır. Örneğin mililitredeki mikroorganizma sayısı kob/mL olarak belirlenmiştir (Gül ve Önal, 2008).

3.2.3.5. Koliform Grup Bakteri ve *Escherichia coli* Sayımı

Analizlerde, dökme plak yöntemine göre besiyerine ekim yapılmış ve besiyeri olarak da MUG'lu Violet Red Bile (VRB) Agar kullanılmıştır (FDA, 2006). Hızlı analiz yöntemlerinden biri de, doğrudan besiyerinin ilave edilen ya da selektif katkı olarak ilave edilen 4-methyleumbelliferyl-β-D-glucuronide yani MUG' lu VRB agarlardır (Çakır, 2000). Yapılan ekimlerde Kültürel Sayım Yöntemlerinden Dökme Plak Sayım yöntemi kullanılmıştır (Sekin ve Karagözlü, 2004) (Şekil 6). Dubletli steril petrilere önce seyreltilerden 1 mL örnek, kontaminasyon olmamasına özen gösterilerek aktarılmıştır. Bu işlem sonrasında üzerine 45–50 °C' ye kadar soğutulmuş steril VRB besiyeri 12-15 mL kadar dökülmüştür. Jelleşmiş besiyeri üzerine 45–50 °C' de tutulan 2. kat besiyerinden 5 mL kadar dökülmüş ve kendi

halinde tekrar jelleşmeye bırakılmıştır (Halkman, 2005). Bu besiyerinde 35 - 37 °C' de 16 - 18 sa inkübe edildikten sonra oluşan tipik görünümdeki koloniler Koliform grup, ultraviyole el lambası ile kontrol edildiğinde flüoresan veren koloniler ise *E. coli* olarak değerlendirilmektedir (Halkman, 2006). Sonuçlar çalışmada kullanılan standart hesaplama yöntemine göre elde edilmiştir. Petri dubletlerindeki sayımların ortalamaları alınıp, seyreltme faktörüyle çarpılmış ve mikroorganizma sayısı kob/mL olarak belirlenmiştir (Gül ve Önal, 2008).



Şekil 6. Dökme plak sayım yönteminin şematik gösterimi.

3.2.4. Örneklerde Kalıntı Tespiti

Kalıntı tespiti, nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerin belirli sürelerde bekletildiği süt örneklerinde gümüş kalıntısının var olup olmadığını, var ise mL' deki miktarını tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Nano yapıların kütesel özellikleri ve kompozisyonlarının tanımlanması amacıyla bir Mass Spektrometri tekniği olan Inductively Coupled Plasma Mass Spektrometri (ICP MS) kullanılmaktadır (Tarhan ve ark., 2010).

İnek sütünden elde edilen 100 mL' lik numuneler, içerisinde tel bulundurulmayan kontrol grubu, Ag0 uygulanmış muamele grubu, Ag100 uygulanmış muamele grubu ve Ag200 uygulanmış muamele grubu olarak ayrılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada kullanılmış sıcaklık (22 °C) ve sürede (1 sa) bekletilen süt örneklerinde kalıntı tespiti yapılmıştır.

Yapılan ilk işlemde, örneklerden 0.5 mL alınmış, 6 mL HNO₃ eklenerek yakılmış ve daha sonra distile su ile 10 mL 'ye tamamlanmıştır. Elde edilen numunelerin kalibrasyonu için 0,1ppb-0,2ppb-0,5ppb-1ppb-2ppb-5ppb-10ppb gümüş standartları kullanılarak kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Yöntemin doğruluğunu değerlendirmek için sertifikalı referans materyali olan CRM TMDW kullanılmıştır (Julsham ve ark., 2007).

3.2.5. İstatistiksel Analizler

İlk denemede bağımlı değişken olarak T.A.M.B, ikinci ve daha kapsamlı olan denemede ise toplam bakteri sayısına ilaveten fungus (maya-küf), Koliform grup bakteri, *E. coli* ve *S. aureus* sayısı kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler; ilk denemede zaman, sıcaklık, çıkış sütü ve tel voltajı (Ag0, Ag100, Ag200) olarak kullanılmıştır. Zaman değerleri 1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa ve 10 sa olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerleri ise 10 °C, 18 °C ve 22 °C' den oluşmaktadır. İkinci denemede bağımsız değişkenler tür (keçi veya inek) ve nano parçacık faktörü (giriş sütü, çıkış sütü, Ag100, pastörize süt) olarak alınmıştır. Kalıntı tespiti için yapılan analiz sonuçları değerlendirilirken bağımlı değişken gümüş miktarı, bağımsız değişkenler ise Ag100 ve çıkış sütü olarak kullanılmıştır.

Bakteri ve fungus sayısı analizi için sayıları normal dağılım göstermediğinden log (10 tabanlı) değerleri alınarak transformasyon yapılmış, böylece sayılarda oluşması beklenen çarpıklık (skewness) ve sivrilik (kurtosis) giderilmiştir. Araştırma bulgularının değerlendirilmesinde yapılan istatistikler SAS V8.2 (SAS, 1999) paket programı MIXED prosedürü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tel Voltajı, Zaman ve Sıcaklık Faktörünün Etkileri

Tel voltajı, sıcaklık değeri ve zaman değeri istatistiksel analiz sonuçları incelenmiştir. İstatistiksel analizlerde inek sütünde sayımı yapılan T.A.M.B sonuçlarında, tel voltajı, sıcaklık ve zaman faktörü seviyelerinin etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 1; $P < 0.01$).

Ergüllü ve Üçüncü (1982) tarafından yapılan çalışmada, başlangıçta 4000 ad/mL bakteri içeren süt örneği, 20 °C’ de 6 sa bekletildiğinde bakteri miktarı 60 000 adet/mL ve 24 sa bekletildiğinde ise bakteri miktarı 800 000 ad/mL olarak tespit edilmiştir. Aynı süt örneği 12 °C’ de 6 sa bekletildiğinde 6800 ad/mL iken, 24 sa bekletildiğinde 70 000 ad/mL olarak sonuç alınmıştır (Üçüncü, 2005). Kurt ve ark. (1978), yaptıkları çalışmada başlangıç bakteri miktarı 17 000 ad/mL olan pastörize süt örneğinin 5 °C’ de 1 sa bekletildiğinde bakteri miktarının aynı kaldığını rapor etmişlerdir. Aynı süt örneğinin 18 °C’ de 1 sa bekletildiğinde bakteri miktarının 26 000 ad/mL ve 22 °C’ de 1 sa bekletildiğinde ise 29 000 ad/mL olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak Ergüllü ve Üçüncü (1982) ve Kurt ve ark. (1978), sütün bekletildiği sıcaklığa ve bekleme süresine göre sütteki bakteri sayısı değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Tel, zaman ve sıcaklık faktörlerinin sütteki T.A.M.B sayısına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları

Faktör	F	P
Derece	332.34	< 0.001
Tel	148.81	< 0.001
Zaman	25.37	< 0.001
Derece * Tel voltajı	617.88	< 0.001
Derece * Zaman	49.06	< 0.001
Tel voltajı * Zaman	29.19	< 0.001
Derece * Tel voltajı *	14.78	< 0.001
Zaman		

Derece faktörü seviyeleri: 10 °C, 18 °C ve 22 °C.

Tel faktörü seviyeleri: Ag0, Ag100 ve Ag200.

Zaman faktörü seviyeleri: 1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa, 10 sa.

Çalışmanın ilk kısmında Ag0, Ag100 ve Ag200 kullanımının T.A.M.B (log kob/mL) sayısı ortalamaları üzerine etkisi incelenmiştir. Bu değerler çıkış sütü örnekleri ve içerisinde Ag0, Ag100, Ag200 bekletilen süt örnekleri için sırasıyla 7.08 ± 0.008 , 7.06 ± 0.008 , 6.89 ± 0.008 ve 6.95 ± 0.008 olarak tespit edilmiş olup, uygulanan tel voltajları arasındaki farkın, bakteri sayıları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Ortalamalara bakıldığında en düşük değerlerin Ag100 uygulanmış sütlere ait olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmada en uygun olan Ag100 kullanımına karar verilmiştir (Çizelge 2). Ag0’ da gümüş nano parçacıklar tam olarak yapışmadığı için üzerindeki parçacık sayısı az olmuş, ve dolayısıyla Ag100’ e göre daha az etkinlik göstermiş olabilir. Ag200 ise kinetik enerjisi gereğinden fazla gelmiş, ve dolayısıyla gümüş nano parçacıklar gereğinden daha fazla yerleşmiş olabilir ve nano parçacıkların serbest kalma olasılığı az olduğundan genel olarak tel ile temas eden kısımlardaki bakteriler öldürülmüş olabilir.

Çizelge 2. Çıkış sütü örneklerine ve içerisinde tellerin bekletildiği süt örneklerine ait T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları (ort \pm St. hata)

Süt Örneği	T.A.M.B (log kob/mL)
Çıkış Sütü	$7.08^a \pm 0.008$
Ag0	$7.06^b \pm 0.008$
Ag100	$6.89^c \pm 0.008$
Ag200	$6.95^d \pm 0.008$

a, b, c, d: Sütunda farklı harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0,01$).

Optimum sıcaklık değerinin tespiti için, çıkış sütlerine ve Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait T.A.M.B sayısı (log kob/mL) ortalamaları incelenmiştir. Ortalamalara ait en yüksek değerler, çıkış sütü örneklerinde ve 10 °C’ de 7.02 ± 0.01 , 18 °C’ de 7.10 ± 0.01 , 22 °C’ de $7.14 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. En düşük değerler ise Ag100 uygulanmış sütlere ve 10 °C’ de $6.74 \pm 0,01$, 18 °C’ de 7.05 ± 0.01 , 22 °C’ de 6.86 ± 0.01 olarak bulunmuştur. Çıkış sütü örneklerindeki tüm derece farklılıklarının T.A.M.B sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ag100 uygulanan örneklerde ise 18 °C ile 22 °C sıcaklık değerlerine ait ortalamalar arasındaki fark $P=0,28$ olarak istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 3; $P > 0.05$). Nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tellerin bakteri yükünü düşürme gücünün bakteri sayısı yüksek olan sütlerde daha net incelenebileceği düşünülerek bekletme sıcaklığı olarak 22 °C değerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 3. Çıkış sütü örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örneklerinin bekletildiği sıcaklıklara göre T.A.M.B sayısı ortalamaları ve standart hataları (ort ± St.hata)

Süt Örneği	T.A.M.B (log kob/mL)		
	10 °C	18 °C	22 °C
Çıkış Sütü	7.02 ^{A,a} ± 0.01	7.10 ^{A,b} ± 0.01	7.14 ^{A,c} ± 0.01
Ag100	6.74 ^{B,a} ± 0.01	7.05 ^{B,b} ± 0.01	6.86 ^{B,b} ± 0.01

A, B ve a, b: Aynı sütunda veya satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P <0,05). Sütunlar için büyük harf, satırlar için küçük harf kullanılmıştır.

Süt örneklerinin bekletme sürelerini, belirlenmiş voltaj değeri (Ag100) ve sıcaklık (22 °C) değerine göre incelendiğinde; 1 sn, 30 sn, 10 dk, 1 sa ve 10 sa bekletilen süt örneklerine ait T.A.M.B sayısı (log kob/mL) en küçük kareler ortalamaları sırasıyla 6.47 ± 0.03, 6.92 ± 0.03, 6.91 ± 0.03, 6.63 ± 0.03 ve 7.38 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir olup bu ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (Çizelge 4; P<0.01).

Çizelge 4. Ag100 uygulanmış süt örneklerinin 22 °C’ de bekletilme sürelerine göre T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları (ort ± St.hata)

Süt Örneği	T.A.M.B (log kob/mL)				
	1 sn	30 sn	10 dk	1 sa	10 sa
Ag100	6.47 ^a ± 0.03	6.92 ^b ± 0.03	6.91 ^c ± 0,03	6.63 ^d ± 0.03	7.38 ^e ± 0.03

a, b, c, d, e: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P <0.01).

Günümüzde firmaların süt toplama araçları tarafından günde iki defa toplanan çiğ sütler araçlar süt toplama merkezlerine varana dek ortalama 6 sa süreyle, bir defa toplanan çiğ sütler ise ortalama 9 sa süreyle depolanmaktadır (Metin ve Öztürk, 2005). Depolama süresine ek olarak aracın topladığı sütü firmaya ulaştırana kadar geçen süre de göz önünde bulundurulduğunda çalışmada 1sn, 30 sn ve 10 dk bekletme süreleri süt ve süt ürünleri depolama süreci için yetersizdir. 1sn, 30 sn ve 10 dk zaman değerleri, nano gümüş parçacıkları ile kaplı tellerin çok kısa zaman aralıklarında da işlevini gösterip gösteremeyeceğinin tespiti amacıyla çalışmada kullanılmıştır. Çalışmanın devamında 1 sa ve 10 sa bekletilme süreleri üzerinde durulmuştur.

Ortalamalar incelendiğinde de çıkış sütü örneklerine ait en yüksek T.A.M.B sayısı ortalaması 10 sa bekletilmiş süt örneklerinde bulunmuştur fakat 1 sa bekletilen süt örnekleri

ile aralarındaki farklar önemli olmasına rağmen rakamsal ve pratik olarak fazla bir mana ifade etmemektedir. Çizelge 5’ de 22 °C’ de 10 sa ve 1 sa bekleyen çıkış sütü örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları (ort ± St.hata) verilmiştir. 1 sa bekletilmiş çıkış sütü örnekleri ile 1 sa içerisinde Ag100 bekletilmiş süt örneklerine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01).

Çizelge 5. Kontrol süt örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örneklerinin 22 °C’ de bekletilme sürelerine göre T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları (ort ± St.hata)

T.A.M.B (log kob/mL)		
Süt Örneği	1 sa	10 sa
Çıkış Sütü	7.34 ^a ± 0.03	7.40 ^a ± 0.03
Ag100	6.63 ^b ± 0.03	7.38 ^a ± 0.03

a, b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P <0.05).

Çizelge 5’ deki ortalamalar incelendiğinde 10 sa süreyle bekleyen çıkış sütü örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örnekleri arasındaki farkın, 1 sa bekletilmeye göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, kullanılan nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış telin yüzey alanı ile uygulandığı sütün birim miktarındaki mikroorganizma sayısı arasındaki ilişkiyle açıklanabilir. Menceoğlu ve Kırca (2008), nano parçacıklarla kaplanmış materyalin yüzey alanı arttıkça gösterdiği mikrobiyolojik aktivenin de artacağını bildirmişlerdir. Bu çalışmada tüm muameleler 100 mL çiğ süte uygulanmıştır. 10 sa süreyle bekletilen sütlerdeki mikroorganizma sayısı 1 sa bekletilen sütlere oranla daha fazla olduğundan, kullanılan tellerin birim mikroorganizma sayısını azaltma performansı 1 sa bekletilen sütlerde daha fazla gözlemlenmiştir.

4.2. Gümüş Nano Parçacıklarının İnek Sütündeki Bakteriye ve Fungal Yükü Azaltmada Etkisi

İnek sütü numuneleri, giriş sütü, pastörize işlemi görmüş süt, 22 °C’ de içerisinde 1 sa Ag100 bekletilmiş süt örneği, ve çıkış sütü olarak ayrılmıştır. Bu süt örneklerine uygulanan işlemler arasındaki farklar, farklı mikroorganizma faktörü seviyelerinde benzer şekilde oluşmuştur (Çizelge 6; P=0.92). Gıda maddelerinde başta olmak üzere pek çok örnekte T.A.M.B sayısı kalite standardı olarak kullanılmaktadır. Çalışmada analizleri yapılan T.A.M.B sayımına, mezofilik ve aerob karakterli bir bakteri türü olan *S. aureus* kolonilerini

de içermektedir. Ancak *S. aureus* türüne ait enterotoksinlerin stafilkokkal zehirlenmelere ve sütte kaliteyi düşürmesine neden olduğu bilindiği için çalışmalarda ayrıca analizi yapılmıştır. Yine önemli bir grup olan ve anaerob karakterli Koliform grup bakteriler ile Enterobacteriaceae familyasında yer alan ve bu familyanın önemli bir türü *E. coli* ayrı mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur (Halkman, 2005). Bakteriye yükün tespit edildiği analizlere ek olarak maya ve küf (fungus) sayımları da yapılmış böylece Ag100 kullanımının süt hijyeni açısından önemli olan mikroorganizmalar üzerine etkisi daha detaylı incelenmiştir.

Çizelge 6. İnek sütünde uygulanan işlemlerin incelenen mikroorganizma sayılarına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları

Faktör	F	P
Mikroorganizma	577.17	< 0.001
Muamele	33.45	< 0.001
Mikroorganizma *	0.47	0.92
Muamele		

Mikroorganizma faktörü seviyeleri: T.A.M.B, Koliform grup bakteri, fungus (maya ve küf), *E. coli* ve *S. aureus*.

Muamele faktörü seviyeleri: Giriş sütü, çıkış sütü, içerisinde Ag100 bekletilmiş süt, pastörize süt uygulamaları.

İnek sütü örneklerinde yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen T.A.M.B, Koliform grup bakteri, fungus (maya ve küf) ve *E. coli* ile *S. aureus* sayılarına ait ortalamalar ve standart hatalar (ort ± St.hata) Çizelge 7’ de verilmektedir.

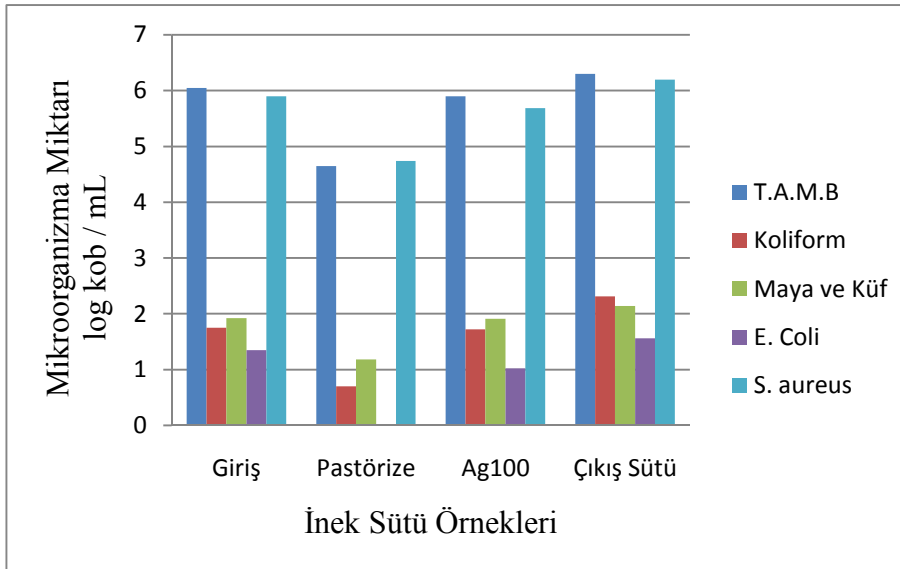
Çizelge 7. İnek sütü örneklerinde incelenen mikroorganizma sayılarına ait ortalamalar ve standart hataları (ort ± St.hata)

Uygulamalara Ait Mikroorganizma Sayısı Ortalamaları (log kob/mL)				
İncelenen Mikroorganizma	Giriş Sütü	Pastörize	Ag100	Çıkış Sütü
T.A.M.B.	6.05 ^a ± 0.16	4.65 ^b ± 0.28	5.90 ^a ± 0.13	6.30 ^a ± 0.16
Koliform	1.75 ^a ± 0.16	0.70 ^b ± 0.28	1.72 ^a ± 0.13	2.31 ^c ± 0.16
Maya ve Küf	1.92 ^a ± 0.16	1.18 ^b ± 0.28	1.91 ^a ± 0.13	2.14 ^a ± 0.16
<i>E.coli</i>	1.35 ^{a,c} ± 0.16	0.00 ^b ± 0.28	1.02 ^c ± 0.13	1.56 ^a ± 0.16
<i>S. aureus</i>	5.90 ^{a,c} ± 0.16	4.74 ^b ± 0.28	5.69 ^c ± 0.13	6.20 ^a ± 0.16

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P < 0.05).

T.A.M.B sayısı (log kob/mL) ortalamaları, giriş sütü, pastörize edilmiş süt, Ag100 uygulanmış süt ve çıkış sütü için sırasıyla 6.05 ± 0.16 , 4.65 ± 0.28 , 5.90 ± 0.13 ve 6.30 ± 0.16 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7). Pastörizasyon işleminin mikroorganizma sayıları üzerine etkisi ile diğer muamelelerin mikroorganizma sayıları üzerine etkisi aralarındaki fark istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0.05$). Engin ve ark. (2009), UV ışınlarının sütün mikrobiyal özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, ultraviyole ve pastörizasyon uygulamaları ile sütteki bazı mikroorganizma sayılarındaki azalma miktarlarını karşılaştırmışlardır. Pastörizasyon uygulaması ile T.A.M.B sayısında 2.69 log kob/mL, koliform grup bakteri sayısında 1.30 log kob/mL den daha fazla ve Maya-Küf sayısında ise 3.68 log kob/mL den daha fazla azalma tespit etmişlerdir. Çalışmada pastörizasyon işlemi ile ilgili elde edilen sonuçlar, Engin ve ark. (2009)' nın elde ettiği sonuçlar ile benzerdir.

Mikroorganizma artışından dolayı çıkış sütü örneklerine ait ortalamalar, giriş sütü örneklerine ait ortalamalara göre daha yüksek miktarda T.A.M.B sayısı tespit edilmiştir ancak bu ortalamalara ait farklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$), (Çizelge 7). Ag100 uygulanmış sütlerdeki T.A.M.B sayıları ortalaması, pastörize edilmiş sütlere oranla daha yüksek tespit edilmiş olup aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Ag100 uygulanmış süt örneklerindeki T.A.M.B, Koliform grup bakteri, Maya ve küf, *E. coli* ile *S. aureus* sayıları, çıkış sütlerine ve giriş sütlerine oranla daha düşüktür ancak farklılık genel olarak istatistiki açıdan önemli değildir ($P > 0.05$).



Şekil 7. İnek sütü örneklerinde tespit edilen mikroorganizma miktarları (log kob/mL).

En yüksek mikroorganizma miktarları sırasıyla çıkış sütlerinde, sonrasında giriş sütlerinde en düşük bakteri miktarları ise Ag100 uygulanmış sütlerde ve pastörize edilmiş sütlerde tespit edilmiştir (Şekil 7).

Mikrobiyolojik analizlerde elde edilen, giriş sütü örnekleri, Ag100 uygulanmış süt örnekleri ve çıkış sütü örneklerine ait bakteri sayısı (log kob/mL) ortalamaları arasındaki farklar Çizelge 8’ de ve istatistiki önemlilik dereceleri (P değerleri) Çizelge 7’ de verilmiştir. Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait ortalamalar ile çıkış sütü örneklerine ait ortalamalar arasındaki farklar, Koliform grup bakteriler açısından önemli ($P < 0.05$), T.A.M.B ve diğer mikroorganizmalar açısından ise önemli değildir ($P > 0.05$). Ancak farklarda T.A.M.B sayıları ortalaması için önemliliğe yakın bir P değeri ($P = 0.06$) tespit edilmiştir.

Çıkış sütü örnekleri ile Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait ortalamalar arasındaki farklar, Koliform grup bakteri, *E.coli* ve *S. aureus* için istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$) ancak T.A.M.B ve Maya-Küf için istatistiki açıdan önemli değildir ($P > 0.05$).

Çizelge 8. İnek sütü örneklerine uygulanan işlemlere ait mikroorganizma sayıları ortalamaları ve ortalamalara ait P değerleri (ort \pm St.hata)

İncelenen Süt Örneklerine Ait Ortalamalar Arasındaki Farklar (log kob/mL)				
İncelenen Mikroorganizma		A	B	C
T.A.M.B	Fark	0.25 \pm 0.23	0.40 \pm 0.21	0.15 \pm 0.21
	P	0.29	0.06	0.47
Koliform Grup	Fark	0.56 \pm 0.23	0.59 \pm 0.21	0.03 \pm 0.21
	P	0.02	0.01	0.88
Maya ve Küf	Fark	0.22 \pm 0.23	0.23 \pm 0.21	0.01 \pm 0.21
	P	0.35	0.28	0.96
<i>E.coli</i>	Fark	0.21 \pm 0.23	0.54 \pm 0.21	0.33 \pm 0.21
	P	0.38	0.01	0.12
<i>S. aureus</i>	Fark	0.30 \pm 0.23	0.51 \pm 0.21	0.21 \pm 0.21
	P	0.20	0.02	0.31

A: Giriş sütü ile çıkış sütü arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

B: Çıkış sütü ile Ag100 uygulanmış süt arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

C: Giriş sütü ile Ag100 uygulanmış süt arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

Çizelge 7 ve Çizelge 8’ de görülen giriş sütü ortalamaları, çıkış sütü ortalamaları ve Ag100 uygulanmış süt ortalamaları incelendiğinde, nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış

telin, sütün mikroorganizma yükündeki artışı engellediği gibi bir miktar da düşürdüğü görülmektedir (Şekil 7).

4.3. Gümüş Nano Parçalarının Keçi Sütündeki Bakteriyal ve Fungal Yükü Azaltmada Etkisi

Keçi sütü numuneleri, giriş sütü, 22 °C’ de içerisinde 1 sa Ag100 bekletilmiş süt örneği ve çıkış sütü örneği olarak ayrılmıştır. Bu süt örneklerine uygulanan işlemler arasındaki farklar, T.A.M.B, Koliform grup bakteri, fungus (maya ve küf) ve *E. coli* ile *S. aureus* gibi farklı mikroorganizma faktörü seviyeleri üzerindeki etkisine ait P değeri yüksek olarak (P=0.71) bulunmuştur (Çizelge 9; P>0.05). Sütte bulunan lökositlerin ve meme epitel hücrelerinin genel adı olan somatik hücreler keçi sütlerinde inek sütüne oranla daha fazla olduğu ve somatik hücre sayısının süt hijyeni kriteri olarak kullanıldığı bilinmektedir (Hinckley, 1990). Mastitisli (meme iltihabı) olmayan keçi sütlerinde bulunan somatik hücrelerin birçoğunun lökositlerden oluştuğu (Cedden ve ark., 2002) ve bu sayının artışında büyük rolü olan *S. aureus*’ un keçi sütü hijyeni açısından önemli bir bakteri türü olduğu bilinmektedir (Pridalov, 2009).

Çizelge 9. Keçi sütüne uygulanan işlemlerin incelenen mikroorganizma sayılarına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları

Faktör	F	P
Mikroorganizma	8697.84	< 0.001
Muamele	10.64	0.0003
Mikroorganizma ve Muamele	0.68	0.71

Mikroorganizma faktörü seviyeleri: T.A.M.B, Koliform grup bakteri, fungus (maya ve küf), *E. coli* ve *S. aureus*.

Muamele faktörü seviyeleri: Giriş sütü, çıkış sütü, içerisinde Ag100 bekletilmiş süt ve pastörize süt.

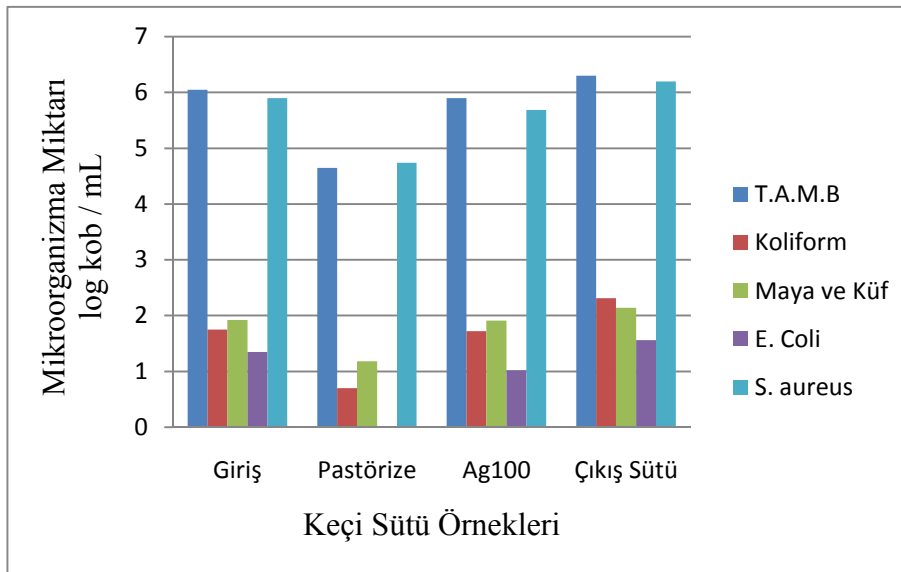
Keçi sütü örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen T.A.M.B, Koliform grup bakteri, fungus (maya ve küf) ve *E. coli* ile *S. aureus* sayılarına ait ortalamalar ve standart hatalar (ort ± St.hata) Çizelge 10’ da verilmektedir.

Çizelge 10. Keçi sütü örneklerinde incelenen mikroorganizma sayılarına ait ortalamalar ve standart hataları (ort \pm St.hata)

Uygulamalara Ait Mikroorganizma Sayısı Ortalamaları (log kob/mL)			
İncelenen Bakteri	Giriş Sütü	Ag100	Çıkış Sütü
T.A.M.B	5.96 ^a \pm 0.04	5.93 ^a \pm 0.04	6.00 ^a \pm 0.04
Koliform grup	2.42 ^a \pm 0.04	2.40 ^a \pm 0.04	2.50 ^a \pm 0.04
Maya ve Küf	1.97 ^a \pm 0.04	1.96 ^a \pm 0.04	2.07 ^a \pm 0.04
<i>E.coli</i>	1.53 ^a \pm 0.04	1.40 ^b \pm 0.04	1.62 ^{a,c} \pm 0.04
<i>S. aureus</i>	5.74 ^a \pm 0.04	5.71 ^a \pm 0.04	5.79 ^a \pm 0.04

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P < 0,05).

T.A.M.B sayısı ortalamaları (log kob/mL), giriş sütü, Ag100 uygulanmış süt ve çıkış sütü için sırasıyla olarak 5.96 \pm 0.04, 5.93 \pm 0.04 ve 6.00 \pm 0.04 tespit edilmiştir. (Çizelge 10). Pastörize işlemi inek sütlerinde yapılmış olup, keçi sütlerine ait verilerde pastörizasyon sonrası elde edilen bulgular yer almamaktadır. Mikroorganizma artışından dolayı çıkış sütü örneklerinde, giriş sütü örneklerine göre daha yüksek miktarlarda T.A.M.B sayıları tespit edilmiştir. Ag100 uygulanmış sütlerdeki T.A.M.B sayısı, çıkış sütlerine ve giriş sütlerine oranla daha düşük bulunmuştur ancak bu farkların istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 8; P>0.05).



Şekil 8. Keçi sütü örneklerinde tespit edilen mikroorganizma miktarları (log kob/mL).

Koliform grup bakteri, Maya ve küf, *E. coli* ile *S. aureus* sayıları Ag100 uygulanmış sütlerde giriş ve çıkış sütlerine oranla daha düşük bulunmuştur ama bu farklar genel olarak istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Muameleler arasındaki farklılıklara ait P değerleri Çizelge 11’ de belirtilmiştir. En yüksek mikroorganizma sayıları sırasıyla, çıkış sütlerinde, sonrasında giriş sütlerinde bulunmuş ve en az mikroorganizma sayısı ise Ag100 uygulanmış sütlerde tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde elde edilen, giriş sütü örnekleri, Ag100 uygulanmış süt örnekleri ve çıkış sütü örneklerine ait bakteri sayısı (log kob/mL) ortalamaları arasındaki fark Çizelge 10’ da verilmektedir. Giriş sütü örnekleri ile çıkış sütü örneklerine ait ortalamalar arasındaki fark, mikroorganizma sayıları açısından genel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ortalamalar arası farkın önemli olmayışının nedeni ile inek sütünde gözlenen durum uyum göstermektedir.

Çizelge 11. Keçi sütü örneklerine uygulanan işlemlere ait mikroorganizma sayısı ortalamaları ve ortalamalara ait P değerleri (ort \pm St.hata)

İncelenen Süt Örneklerine Ait Ortalamalar (log kob/mL)				
İncelenen Mikroorganizma		A	B	C
T.A.M.B	Fark	0.04 \pm 0.06	0.07 \pm 0.06	0.02 \pm 0.06
	P	0.43	0.24	0.70
Koliform grup	Fark	0.08 \pm 0.06	0.10 \pm 0.06	0.02 \pm 0.06
	P	0.18	0.08	0.68
Maya ve Küf	Fark	0.10 \pm 0.06	0.11 \pm 0.06	0.02 \pm 0.06
	P	0.10	0.06	0.78
<i>E. coli</i>	Fark	0.09 \pm 0.06	0.22 \pm 0.06	0.13 \pm 0.06
	P	0.13	0.001	0.03
<i>S. aureus</i>	Fark	0.05 \pm 0.06	0.08 \pm 0.06	0.03 \pm 0.06
	P	0.36	0.18	0.65

A: Giriş sütü ile çıkış sütü arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

B: Çıkış sütü ile Ag100 uygulanmış süt arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

C: Giriş sütü ile Ag100 uygulanmış süt arasındaki mikroorganizma sayısı ortalamaları farkı.

Giriş sütü örnekleri ile Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait ortalamalar arasındaki fark *E. coli* için istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çıkış sütü ile Ag100 uygulanmış süt örneklerine ait Koliform grup bakteri sayıları farkı $P=0.08$, Maya ve Küf sayıları farkı $P=0.06$ gibi önemliliğe yakın P değerleri tespit edilmiştir. Çıkış sütü örnekleri ile Ag100

uygulanmış süt örneklerine ait ortalamalar arasındaki fark, *E. coli* için istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) ancak T.A.M.B ve diğer mikroorganizmalar açısından istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). Keçi sütünden elde edilen bulgular, inek sütünden elde edilen bulgularla aynı sonucu vermektedir. Nano gümüş parçacıklarının mikroorganizma artışı engelleyici ve belirli miktarlarda düşürdüğü keçi sütü örneklerinde de gözlemlenmiştir (Şekil 8).

Isıl işleme alternatif olarak kullanılan ultraviyole yöntemi ile ilgili bir çalışmadan elde edilen bulgulara göre yöntem sayesinde çiğ sütteki T.A.M.B, Koliform grup bakteri ve maya-küf sayılarındaki azalma genel olarak istatistiksel açıdan önemli olduğu bildirilmiştir ($P<0.01$). Bu çalışma ile araştırmacılar, çiğ inek sütlerinin T.A.M.B sayılarında sırasıyla 2.66, 1.70, 2.77, 1.83, 2.12 log azalma olduğunu ve maya-küf sayısında ise sırasıyla 1.19, 0.50, 0.48, 0.54, 1.45 log azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları istatistiksel analiz sonucunda pastörizasyon ve ultraviyole uygulanmış tüm süt örneklerinin koliform içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı bildirmişlerdir ($P>0.01$), (Engin ve ark., 2009). Ancak ısıtma işlemi ve ısıtma işlemi alternatif olarak uygulanan diğer yöntemler pratikte sütün, işleneceği fabrikaya ulaştıktan sonra mikrobiyal kalitesini artırmak amaçlıdır. Ancak sütün sahip olduğu mikrobiyal yük, depolanma ve taşınma sürecinde artmaktadır ve bu artışa bağlı olarak uygulanan işlemler daha da zorlaşmaktadır. Shipe ve ark. (1978) ile Dousset ve ark. (1988) yaptıkları çalışmada çiğ sütün uzun süre düşük sıcaklıklarda depolanmasının, mezofilik mikroorganizma popülasyonunu azaltmakta ancak psikrofilik mikroorganizma faaliyetleri sonucu oluşan bozulmaların olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda yaptıkları bu çalışma sonucu elde ettikleri bulgulara göre psikrotrof bakterilerden çoğunun, pastörizasyon ve sterilizasyon işleminde zarar görmeyen proteaz ve lipaz üreterek süt ürünlerinde acı tat oluşumuna neden olduğunu rapor etmişlerdir. Jensen (1964) ise süt toplama tanklarında depolanan sütlerin lipolizi sonucu serbest yağ asitlerinin açığa çıktığını, bundan dolayı da sütte aroma ve koku özelliğinin değiştiğini bildirmiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde çiğ sütün kalitesi için gerekli düşük mikroorganizma sayısı, soğutulmuş depolama sürecinde soğuğa dayanıklı bakteriler açısından risk altındadır. Çiğ sütün taşınması ve depolanması sırasında yüksek miktarda artabilecek mikrobiyal yükün kontrol altında tutulabilmesi için alınan önlemler günümüzde araştırılmaya devam etmektedir. Bu çalışmada inek ve keçi sütlerinde nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış telin, sütün mikroorganizma yükündeki artışı engelleyici ve hatta bir miktar düşürdüğü de görülmektedir.

4.4. Örneklerde Kalıntı Tespiti

İnek sütünden elde edilen 100 mL' lik numuneler, kontrol grubu, Ag0 uygulanmış muamele grubu, Ag100 uygulanmış muamele grubu ve Ag200 uygulanmış muamele grubu olarak ayrılmıştır. 22 °C' de ve 1 sa bekletilen süt örneklerinde gümüş kalıntısı aranmış, elde edilen sonuçlara göre en düşük gümüş miktarı ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$) kontrol grubunda tespit edilmiştir. En yüksek gümüş miktarı ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$) ortalaması ise Ag100 uygulanmış süt örneklerinden elde edilmiştir.

Çizelge 12. Süt örneklerinde tespit edilen gümüş miktarlarına ait ortalamalar ve standart hataları (ort \pm St.hata)

Uygulamalara Ait Gümüş Miktarı Ortalamaları ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$)				
	Kontrol	Ag0	Ag100	Ag200
Gümüş	$0.29^a \pm 0.04$	$0.48^b \pm 0.04$	$0.61^c \pm 0.04$	$0.41^b \pm 0.04$

a, b, c: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (P < 0,05).

Gümüş tozu veya küçük gümüş parçaları sıvı içinde alınırsa insan vücudunda antibiyotik etkisi yapmakta, zararlı olmamaktadır. Fakat yüksek konsantrasyonda gümüş içeren sıvıların (gümüş tozu karıştırılmış su veya direk olarak gümüş parçalarının) uzun süreli tüketilmesi sonucu gümüş deri altında birikerek pigment değişikliğine sebep olabilmektedir. Çeşme sularındaki gümüş düzeyi en fazla 1 μg kadardır, günde 2 L su tüketen bir kişi vücuduna ortalama olarak 2 μg gümüş almaktadır. Litrede 400 μg veya daha fazla gümüş içeren suların tüketimi ise böbrek ve karaciğer rahatsızlıklarına neden olduğundan insan sağlığı açısından risk taşımaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış tellerden süte geçen gümüş miktarı Ag0, Ag100 ve Ag200 için sırasıyla 0.19 ± 0.04 , 0.32 ± 0.04 ve 0.12 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, gümüş kalıntısının insan sağlığı için risk taşımadığı yönündedir.

Ortalamalar incelendiğinde, kontrol grubuna ait ortalamalar ile tel uygulanmış süt örneklerine ortalamalar arasındaki fark gümüş miktarı ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$) açısından önemli bulunmuştur (P < 0.05). Nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış teller arasında, en yüksek gümüş miktarının Ag100 uygulanmış süt örneğinde tespit edilmiş olması, inek sütü numunelerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde en düşük T.A.M.B miktarının (log kob/mL) Ag100 uygulanmış süt örneklerinde bulunması sonucunu desteklemektedir (Çizelge

2). Ag0 uygulanmış süt örneklerinde tespit edilen gümüş miktarı ortalaması ile Ag200 uygulanmış süt örneklerinde tespit edilen gümüş miktarı ortalaması arasındaki önemli değildir ($P>0.05$) ancak bu örnekler ile Ag100 uygulanmış örnekler arasındaki fark gümüş miktarı açısından istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 12; $P<0.05$).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İlk çalışma ile elde edilen bulgulara göre derece, zaman ve tel voltajı değerlerinin T.A.M.B sayısı (log kob/mL) üzerine etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Tel voltajı için Ag0, Ag100 ve Ag200 sütteki T.A.M.B sayısını (log kob/mL) azaltma güçleri sırasıyla Ag100, Ag200, Ag0 olarak tespit edilmiştir. Uygulanan tel voltajları arasındaki farkın, bakteri sayıları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En düşük T.A.M.B sayısı (log kob/mL) ise 10 °C’ de bekletilen süt örneklerinden elde edilmiştir. İkinci çalışmada kullanılacak süt örneği bekletme süresine ait en yüksek T.A.M.B sayısı (log kob/mL) 10 sa zaman değerinde, en düşük T.A.M.B sayısı (log kob/mL) ise 1 sn, 30 sn ve 10 dk zaman değerlerinde tespit edilmiştir.

İkinci çalışmanın inek sütlerinden elde edilen bulgularına göre, 22 °C’ de 1 sa süreyle içerisinde Ag100 bekletilmiş süt örnekleri ile çıkış sütlerine ait değerler arasındaki farklar, Koliform grup bakteri, *E. coli* ve *S. aureus* için istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$). Giriş sütü T.A.M.B sayısı ortalaması 6.05 log kob/mL iken çıkış sütü için bu değer 6.30 log kob/mL’ye yükselmiştir. Ag100 uygulamasına ait değer ise 5.90 log kob/mL bulunmuştur. Keçi sütlerinden elde edilen bulgulara göre, içerisinde Ag100 bekletilmiş süt örnekleri ile içerisinde çıkış sütlerine ait ortalamalar arasındaki fark, *E.coli* için istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Giriş sütü T.A.M.B sayısı ortalaması 5.96 log kob/mL iken çıkış sütü için bu değer 6.00 log kob/mL’ye yükselmiştir. Ag100 uygulamasına ait ortalama ise 5.93 log kob/mL bulunmuştur. Ortalamalarda da görüldüğü gibi nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış teller mikroorganizmaların üremelerini engellemekte ve hatta bir miktar da düşürmektedir. Ayrıca inek sütü numunelerine uygulanan muamelelerin gümüş miktarını çok düşük miktarlarda ($\mu\text{g}/100 \text{ mL}$) artırması, uygulamanın insan sağlığı açısından risk yaratmaması yönündedir. Kontrol grubu süt örnekleri ile nano gümüş parçacıklarıyla kaplanmış tellerin uygulandığı muamele grubu süt örnekleri arasındaki fark gümüş miktarı açısından önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek gümüş miktarı ortalamasına sahip olan Ag100 uygulanmış süt örneği, Mikrobiyolojik analizlerden elde edilen sonuçları doğrulamaktadır.

Süt toplama merkezlerine günde bir veya iki defa getirilen sütler, merkezin olanaklarına göre, firmalar sütü teslim alıncaya dek tanklarda soğutulmuş olarak depolanmakta olup, bazı merkezlerde soğutma sistemi kullanılmadığı bilinmektedir. Günde bir kez sabah veya akşam toplanan sütlerde mikroorganizma gelişimi, sabah ve akşam olmak üzere günde iki kere

toplanan sütlere göre daha fazla risk oluşturmaktadır. Ayrıca soğutma sisteminin firmalar tarafından kontrol edilmesine rağmen, kontrol sıklığının fazla olmaması yüzünden tank içi sıcaklığın mevsim şartlarına göre +10 °C' nin üzerine çıkabildiği bilinmektedir. Yapılan çalışma bulgularına göre, sütün depolama süresinin ve sıcaklığının artışına bağlı olarak sütteki mikroorganizma sayısının da artacağı tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Ayrıca bazı işletmeler sütünü kendi olanakları ile ve sanitasyon kurallarını hiçe sayarak veya fazla dikkat etmeden depolamaktadırlar. Genelde olan durum ise çiftlikte sağılan sütün, mandıra veya diğer satın alacak merkezler tarafından toplanana kadar soğutulmadan beklemesidir. Bu ise özellikle yaz aylarında büyük problemler oluşturmaktadır. Bu durum sadece Türkiye' ye özgü olmayıp, gelişmekte olan birçok ülkede aynı problem mevcuttur. Tüm bu riskler göz önünde bulundurulduğunda, süt kalitesi ve insan sağlığını geliştirmek için yeni ve pratik uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Nano teknoloji ile elde edilen nano gümüş parçacıklarının sütteki mikrobiyolojik yükü kontrol altında tutması üzerine yapılan bu çalışmada, bu nano gümüş parçacıkları ile kaplı tellerin, süt hijyenini olumlu yönde etkilediği, mikrobiyal gelişimi engellediği görülmektedir. Bu teknoloji ile elde edilmiş nano gümüş parçacıkları, süt toplama merkezlerinde bulunan tankların, sütün toplama merkezinden alıp firmaya ulaştıran süt tankerlerinin, işletmelerde kullanılan güğümlerin ve sütün bekletildiği diğer tüm malzemelerin iç hatlarının kaplanması ile süt hijyeninin daha iyi sağlanabileceği düşünülmektedir. Nano teknoloji ürünü olan nano gümüşün, süt hijyeni üzerine etkilerinin detaylı olarak incelenmesi ve yöntemin ekonomik analizinin yapılabilmesi için bu çalışmanın daha kapsamlı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbay C. ve Yıldız-Tiryaki G., 2007. Tüketicilerin Ambalajlı ve Açık Süt Tüketim Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi: Kahramanmaraş Örneği. *Fen ve Müh. Derg.*, 10 (1): 89.
- Akdemir-Evrendilek G., 2004. Microbiological Aspects of Nonthermal Emerging Technologies for Safety of Dairy Products. Recent Developments in Dairy Science and Technology. *International Dairy Symposium*, 24-28 May, Isparta, Türkiye. 291-294.
- Alışarlı M., Solmaz H. ve Akaya L., 2003. Süt İneklerinde Meme Başı Derilerinin Bazı Mikroorganizmalar ve Çiğ Sütlerinde Mikrobiyolojik Kalite Yönünden İncelenmesi. *Vet. Fak. Derg.*, 14 (1): 35-39.
- Alpan O., 1990. *Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği*. Medisan Yayıncılık, Ankara. 155-172.
- Altun B., Besler T. ve Ünal S., 2002. Ankara'da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Derg.*, 11 (2): 51-56.
- Anonim, 2000. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. *Resmi Gazete*: 14.02.2000-23964.
- Anonim, 2009. 11 Kasım 2009. <http://www.nano-silver.com/>.
- Atasoy F.A., Türkoğlu H. ve Özer B.H., 2003. Şanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt, Yoğurt ve Urfa Peynirlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri. *Agric Fac. HR. U.*, 7 (3-4): 77-83.
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Vol. I, Vol. II 17th Edition, USA.
- Ayhan K., 2000. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları* (2. baskı). Ankara Üni., Ankara. 552s.
- Ayyıldız S.S., 2008. *Ambalaj ve Nanoteknoloji*. 20 Aralık 2008, <http://www.gidabilimi.com/anasayfa/34-makaleler/1553-ambalaj-ve-nanoteknoloji?format=pdf>.

- Baker C., Pradhan A., Pakstis L., Pochan D.J. ve Shah S.I., 2005. Synthesis and Antibacterial Properties of Silver Nanoparticles. *J. Nanosci. Nanotechno.*, 5 (2): 244-9.
- Baz E., Gülmez M., Güven A., Sezer Ç. ve Duman B., 2003. Kars İlinde Satışa Sunulan Çiğ Süt ve Taze Peynirlerin Koliform Grup Bakteri, E.coli ve E.coli O157:H7 yönünden incelenmesi. *Vet. Fak. Derg.*, 9 (2): 165-167.
- Benli B., 2008. Nanoteknoloji ve Antik Çağlara Uzanan Killi Nanoyapılar. *Kil Bil. ve Tek. Derg.*, 1 (3): 143-162.
- Bozoğlu F., 2003. Yüksek Sıvı Basınç ve Bakteriosinlerin Süt ve Portakal Suyundaki Gıda Bazlı Mikroorganizmaların İnaktivasyonu Üzerine Etkisi. *Tübitak*, proje no: 2001-388.
- Brutel de la Riviere A., Dossche K.M., Birnbaum D.E. ve Hacker R., 2000. First Clinical Experience With a Mechanical Valve With Silver Coating. *J. Heart Valve Dis.*, 9: 123-129.
- Burdova O., Baranova M., Laukova A., Rozanska H. ve Rola J.G., 2002. Hygiene of Pasteurized Milk Depending on Psytrophic Microorganisms. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.*, 46: 325-32.
- Cedden F., Kor A. ve Keskin S., 2002. Laktasyonun Geç Döneminde Keçi Sütünde Somatik Hücre Sayımı; Yaş, Süt Verimi ve Bazı Meme Özellikleri İle Olan İlişkileri. *J. Agric. Sci.*, 12 (2): 63-67.
- Çakır İ., 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları (2. baskı). Ankara Üniv., Ankara 522s.
- Demirci M., 1992. *Süt Teknolojisine Giriş*. Trakya Üniv., Tekirdağ. 102s.
- Demirci M. ve Şimşek O. 1997. *Süt İşleme Teknolojisi*. Hasad Yayıncılık, İstanbul. 245s.
- Dertli E. ve Akın N., 2009. Süt ve Ürünlerinde CO2 Uygulamaları III: Çeşitli Süt Ürünleri. *Gıda*, 34 (2): 121-130.
- Dousset X., Demaimay M., Ravaud C., Levesque A., Pinet X. ve Kergo Y., 1988. Influence De La Temperature De Réfrigération Du Lait Sur La Protéolyse Et L'amertume Du Lait UHT Au Cours De Son Stockage. *Lait*, 68: 143-156.

- Dursun S., Erkan N. ve Yeşiltaş M., 2010. Doğal Biyopolimer Bazlı (Biyobozunur) Nanokompozit Filmler ve Su Ürünlerindeki Uygulamaları. *J. Fish. Sci.*, 4 (1): 50-77.
- Engin B., Güneşer O. ve Karagül-Yüceer Y., 2009. Ultraviyole Işıklarının Sütün Mikrobiyel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 34 (5): 303-308.
- Ergüllü E. ve Üçüncü M., 1982. Farklı Sıcaklıklarda Bırakılan Çiğ Sütlerde Mikroorganizma Sayısı Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler Üzerine Araştırmalar. *Gıda*, 3: 93-97.
- Fallon S., 1999. More About Raw Milk-Nourishing Traditions: The Cookbook That Challenges Politically Correct Nutrition and the Diet Dictocrats. *NewTrends Publ.*, 877: 707-1776.
- FDA, 2006. *Bacteriological Analytical Manual*. [http:// www.cfsan.fda.gov/](http://www.cfsan.fda.gov/).
- Friedenthal H., 1919. *Biochem Z.*, 94: 47.
- Fuhr F.R., 1962. Cookie Spread-its Effects on Production and Quality. *Bakers Dig.*, 36 (4): 56-58.
- Graham, C. 2005. The Role of Silver in Wound Healing. *Br. J. Nurs.* 14(19): 22-26.
- Griffiths V.M. ve Phillips J.D., 1988. Modeling the Relation Between Bacterial Growth and Storage Temperature in Pasteurized Milk of Varying Hygienic Quality. *J. Soc. Dairy Tech.*, 41: 96-102.
- Gül F. ve Önal A.E., 2008. Halk Sağlığı Açısından Gıda Analizlerinin Önemi. *Nobel Med.*, 4 (3): 7-14.
- Güler Ç. ve Çobanoğlu Z., 1997. *Kimyasallar ve Çevre*. Sağlık Bakanlığı, Ankara. 59s.
- Gümüş T., Dağlıoğlu O. ve Konyalı A.M., 2005. Tekirdağ'da Tüketime Sunulan Yaş Pastaların Mikrobiyolojik Kalitesi. *Tekirdağ Ziraat Fak. Derg.*, 2 (3): 215-219.
- Gürsel A., 2004. Sütün Laktoperoksidaz-Tiyosiyanat-Hidrojen Peroksit Sistemi I. Antibakteriyel Etkisi. *Gıda*, 29 (2) : 159-167.
- Güven, 1998. Antimikrobiyel Maddeler ve Süt Teknolojisinde Kullanım Olanakları. *Gıda*, 23 (5): 365-369.

- Halkman K., 2005. *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Başak Matbaacılık, Ankara. 368s.
- Halkman K., 2006. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. *Orlab On-Line Mikro. Derg.*, 5 (7): 17-21.
- Hinckley L.S., 1990. Revision of the Somatic Cell Count Standart for Goat Milk. *Dairy Food and Env. Sani.*, 10: 548-549.
- Hite B. H., 1899. The Effect of Pressure in The Preservation of Milk. *Va. Agr. Exp. Stat. B.*,58: 15-35.
- Jensen R.G., 1964. Lipolysis. *J. Dairy Sci.*, 47: 210-215.
- Julshamn K., Maage A., Skaar-Norli H., Grobecker K.H., Jorhem L. ve Fecher P., 2007. Determination of Arsenic Cadmium. Mercury and Lead by ICP-MS in Foods After Pressure Digestion: NMKL1 Collaborative Study. *J. AOAC Int.*, 90(3):844-856.
- Kalkan S., 2006. *Çiğ Sütte Bacillus Cereus Sayılması İçin Yöntem Modifikasyonları Üzerine Çalışmalar*. Yüksek Linsans Tezi. Ankara Üniv., Ankara.
- Kayır Y.Z. ve Baççıl E.G., 2010. Nanoteknoloji nedir. 11-13 Kasım, 15. *Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi*, Ankara.
- Kaymakçı M., 2006. *Üreme Biyolojisi* (4. baskı). Ege Üniv., İzmir. 108-110.
- Kesenkaş H., Gürsoy O., Kınık Ö. ve Akbulut N., 2006. Extension of Shelf Life of Dairy Products by Biopresevation: Protective Cultures. *Gıda*, 31: 217–223.
- Kınık Ö., Gönç S. ve Dinkçi N., 1998. *Çiğ Sütte Patojen Mikroorganizmalar*. Ege Üniv., Bornova, İzmir. 284s.
- Kırdar S.S., 2006. Laktoperoksidaz Sisteminin Ürün Kalitesi ve Sağlık Üzerine Etkileri. 24-26 Mayıs, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu.
- Klueh U., Wagner V., Kelly S., Johnson A. ve Bryers J.D., 2000. Efficacy of Silver-Coated Fabric to Prevent Bacterial Colonization and Subsequent Device-Based Biofilm Formation. *J. Biomed Mater. Res.*, 53: 621-631.

- Kurt A., Kurdal E. ve Öztekin L., 1978. Değişik Sıcaklık Derecelerinde Muhafaza Edilen Pastörize Sütlerin Mikroorganizma Sayısı ve Asitlik Derecesinin Değişimi Üzerinde Araştırmalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 9: 2-3.
- Küçükçetin A. ve Milci S., 2007. Staphylococcus Aureus ile Kontamine Olan Peynirlerden Kaynaklanan Gıda Zehirlenmeleri. *Gıda*, 33 (3) : 129-135.
- Lansdown A.B.G., Sampson B., Laupattarakasem P. ve Vuttivirojana A., 1997. Silver Aids Healing in the Sterile Skin Wound: Experimental Studies in The Laboratory Rat. *Brit. J. Dermatology*, 137: 728.
- Lee H.J., Yeo S.Y. ve Jeong S.H., 2003. Antibacterial Effect of Nanosized Silver Colloidal Solution on Textile Fabrics. *J. Mat. Sci.*, 38: 2199–2204.
- Le Loir Y., Baron F. ve Gautier M., 2003. Staphylococcus Aureus and Food Poisoning. *Gen. Mol. Res.*, 2 (1): 63-76.
- Metin M., 1998. *Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi ve İşlenmesi* (2. baskı). Ege Üniv., İzmir. 793s.
- Menceoğlu M. Z. ve Kırca M. B., 2008. Uluslararası Rekabet Stratejileri. *TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi-11/474*.
- Metin M., 2001. *Süt Teknolojisi: Sütün Bileşimi Ve İşlenmesi* (4. baskı). Ege Üniv., İzmir. 802s.
- Metin M. ve Öztürk G.F., 2005. *Süt İşletmelerinde Sanitasyon* (4. baskı). Ege Üniv., İzmir. 410s.
- Mirkin C., 2005. Institute of Nanotechnology. *NW. Univ., Sci.*, 1 (3): 143-162.
- Öner M., 2004. *Genel Mikrobiyoloji* (5. baskı). Ege Üniv., İzmir. 380s.
- Özcan A. Ö. ve Aran N., 2003. Laktik Asit Bakterilerinin Gıda Muhafazasında Koruyucu Kültür Olarak Kullanımları. *Gıda Tek.*, 60-64.
- Palamutçu S., Şengül M., Devrent N., Keskin R. ve Haşcelik B., 2008. Bazı Antimikrobiyal Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Tübitak*, Proje no: 106M338.

- Panacek A., Kvitek L., Pucek R., Kolar M., Vecerova R., Pizurova N., Sharma V.K., Nevecna T. ve Zboril R., 2006. Silver Colloid Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Their Antibacterial Activity. *J. Phys. Chem. B. Condens Matter. Mater. Surf. Interfaces Biophys.*, 110 (33): 16248-53.
- Pridalova H., Janstova B., Cupakova S., Drackova M., Navratilova P. ve Vorlova L., 2009. Somatic Cell Count in Goat Milk. *Folia Veterinaria*, 53 (2): 101-105.
- Pedahzur R., Shuval H.I., ve Ulitzur S., 1997. Silver and Hydrogen Peroxide as Potential Drinking Water Disinfectants: Their Bactericidal Effects and Possible Modes of Action. *Wat. Sci. Tech.*, 35: 87-93.
- Rhim J. W., ve Ng P. K. W., 2007. Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications. *Crit. Rev. Food Sci.*, 47 (4): 411-433.
- SAS Institute Inc.,1999. *SAS Onlinedoc*, Version 8. SAS Institute, Cary, NC.
- Seçkin A.K., Tosun H. ve Arıtürk R., 2010. Biyokorumanın Süt Endüstrisinde Kullanım Olanakları. *Gıda Tek. Elek. Derg.*, 5 (3): (36-46).
- Sekin, Y. ve Karagözlü, N., 2004. *Gıda Mikrobiyolojisi: Gıda Endüstrisi İçin Temel Esaslar ve Uygulamalar* (4. Baskı). Literatür yayıncılık, İstanbul.
- Shipe W.F., Basette R., Deane D.D., Dunkley W.L., Hammond E.G., Harper W.J., Kleyn D.H., Morgan M.E., Nelson J.H. ve Scanlan R.A., 1978. Off Flavors of Milk: Nomenclature, Standarts and Bibliography. *J. Dairy Sci.*, 61: 855-869.
- Smith J.P., Daifas D.P., El-Khoury W., Koukoutsis J. ve El-Khoury A., 2004. Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products. *Crit. Rev. Food Sci.*, 44 (1): 19-55.
- Tarhan Ö., Gökmen V. ve Harsa Ş., 2010. Nanoteknolojinin Gıda Bilim ve Teknolojisi Alanındaki Uygulamaları. *Gıda*, 35 (3): 219-225.
- Tükel Ç. ve Doğan H.B., 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Sim Matbaacılık, Ankara. 357- 366.
- Uraz T., Manav R. ve Yıldırım M., 1996. Hidrojen Peroksit İle Korunmuş Sütlerin ve Bu Sütlerden Elde Edilen Teleme, Beyaz Peynir ve Peyniraltı Sularının Toplam Bakteri,

Koliform Grubu Mikroorganizmalar ve Maya-Küf İçeriğinde Meydana Gelen Değişimler. *Tar. Bil. Derg.*, 2 (2): 63-68.

Üçüncü M., 2005. *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*. Ege Üniv., İzmir. 571s.

Ünlütürk A. ve Turantaş F., 2002. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. Meta Matbaacılık, İzmir. 200s.

Üreyen M.E., Çavdar A., Koparal A.S. ve Doğan A., 2009. Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal İle İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları. *J. Text. and Eng.*, 69: 31.

Voccia S, Ignatova M, Jerome R ve Jerome C. 2006. Design of Antibacterial Surfaces by a Combination of Electrochemistry and Controlled Radical Polymerization. *Langmuir*, 22 (20): 8607-13.

Voorbergen M., 2004. *The Turkish Dairy Sector*. Rabobank, www.rabobank.com/far.

Yaygın H., 1998. *Gıda ve Personel Hijyeni*. Akdeniz Üniv. Gıda Müh. Böl. Yayınlanmamış Ders Notları.

Zhao G. ve Stevens S.E., 1998. Multiple Parameters for the Comprehensive Evaluation of the Susceptibility of Escherichia coli to the Silver Ion. *BioMetals*, 11: 27-32.

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 1. Tel, zaman ve sıcaklık faktörlerinin sütteki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 2. Çıkış sütü örneklerine ve içerisinde tellerin bekletildiği süt örneklerine ait T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları.....	23
Çizelge 3. Çıkış sütü örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örneklerinin bekletildiği sıcaklıklara göre T.A.M.B sayısı ortalamaları ve standart hataları (ort ± St.hata).....	24
Çizelge 4. Ag100 uygulanmış süt örneklerinin 22 °C' de bekletilme sürelerine göre T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları.....	24
Çizelge 5. Kontrol süt örnekleri ve Ag100 uygulanmış süt örneklerinin 22 °C' de bekletilme sürelerine göre T.A.M.B sayıları ortalamaları ve standart hataları	25
Çizelge 6. İnek sütünde uygulanan işlemlerin incelenen mikroorganizma sayılarına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları.....	26
Çizelge 7. İnek sütü örneklerinde incelenen mikroorganizma sayılarına ait ortalamalar ve standart hataları.....	26
Çizelge 8. İnek sütü örneklerine uygulanan işlemlere ait mikroorganizma sayıları ortalamaları ve ortalamalara ait P değerleri.....	28
Çizelge 9. Keçi sütüne uygulanan işlemlerin incelenen mikroorganizma sayılarına etkisinin tespiti amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları.....	29
Çizelge 10. Keçi sütü örneklerinde incelenen mikroorganizma sayılarına ait ortalamalar ve standart hataları.....	30
Çizelge 11. Keçi sütü örneklerine uygulanan işlemlere ait mikroorganizma sayısı ortalamaları ve ortalamalara ait P değerleri.....	31
Çizelge 12. Süt örneklerinde tespit edilen gümüş miktarlarına ait ortalamalar ve standart hataları.....	33

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil 1. Nano gümüş parçacıkları ile kaplanmış tel.....	14
Şekil 2. Süt numunelerinde tel voltajı, sıcaklık ve zaman değerlerinin kullanımı.....	16
Şekil 3. İnek sütüne ait muameleler.....	17
Şekil 4. Keçi sütüne ait muameleler.....	17
Şekil 5. Yayma plak sayım yönteminin şematik gösterimi.....	19
Şekil 6. Dökme plak sayım yönteminin şematik gösterimi.....	20
Şekil 7. İnek sütü örneklerinde tespit edilen mikroorganizma miktarları.....	27
Şekil 8. Keçi sütü örneklerinde tespit edilen mikroorganizma miktarları.....	30

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Nilgün YILDIZ

Doğum Yeri: Kadıköy/İstanbul

Doğum Tarihi: 06/07/1985

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/ Ziraat Mühendisliği / Zootečni

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/ Zootečni

Bildiği Yabancı Diller: Almanca, İngilizce

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Yıl ve Kurumlar: Ağustos 2009- Şubat 2010, Köy Koop.

İLETİŞİM

E-posta Adresi: nil.yildiz.85@gmail.com

