

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARÇININ SÜTTEKİ *Bacillus cereus* ve
***Pseudomonas aeruginosa* BAKTERİSİNE**
ETKİSİ

Serpil GÜLER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2006

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARÇININ SÜTTEKİ *Bacillus cereus* ve
Pseudomonas aeruginosa BAKTERİSİNE
ETKİSİ

Serpil GÜLER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Mahmut ŞEKER

GEBZE
2006

ÖZET

TEZ BAŞLIĞI: Tarçının sütteki *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterisine etkisi

YAZAR ADI : Serpil GÜLER

Bu çalışmada sütte bozucu etkiye sahip mikroorganizmalar süte katıldıktan sonra tarçın ve kıvam arttırıcı maddelerin (Salep ve Locust Bean Gum) etkisi araştırılmıştır. Salep ve LBG (Locust Bean Gum)'ın, sütün viskozitesi ve *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas aeruginosa* inaktivasyonunda tarçının etkisi incelenmiştir.

Kontrol numuneleri 4 ve 25 °C 'de ayrı ayrı tutularak aynı sıcaklık değerlerinde 0, 7, 14, 28 günlük sürelerle analiz edilmiştir. Mikroorganizma sayıları toplam bakteri sayımı yapılarak belirlenmiştir.

4 °C' de tarçının yalnız veya kıvam arttırıcı maddelerle *Bacillus cereus* sayısında fazla etkisi görülmezken, 25 °C'de *Bacillus cereus* sayısında önemli azalma görülmüştür. Süte, tarçına ilave olarak kıvam arttırıcı maddelerin katılması *B. cereus* sayısını etkilememiştir. Tarçın konsantrasyonu arttıkça *B. cereus* inaktivasyonu artmıştır. Tarçının *Pseudomonas aeruginosa* bakterisi üzerine etkisi ise görülmemiştir.

Bu çalışma tarçının mikrobiyal inaktivasyonu *B. cereus* bakterisinde gözlenmiş ve aynı zamanda sütün raf ömrünün bu şekilde artırılabilceği sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

TEZ BAŞLIĞI: The Effect of cinnamon against *Bacillus cereus* ve
Pseudomonas aeruginosa in milk.

YAZAR ADI : Serpil GÜLER

Effect of cinnamon and gum (Locust Bean Gum and salep) on spoilage microorganisms in milk was searched in this study. Viskosity of milk with salep and Locust Bean Gum was determined and effect of cinnamon on *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa* count were studied.

Samples were stored at 4 and 25 °C and analyzed at 0, 7, 14, and 28 days. Microbial counts were determined as total bacteria by Plate Count Agar.

Cinnamon alone or with gums did not affect *Bacillus cereus* count so much at 4 °C but they significantly reduced *Bacillus cereus* counts at 25 °C. Presence of gum in addition to cinnamon did not affect *Bacillus cereus* counts. Increasing cinnamon concentration from 0.5 to 1% increased antimicrobial affect. On the other hand antimicrobial effect of cinnamon against *Pseudomonas aeruginosa* was not observed.

This study showed that cinnamon inactivate spoilage microorganisms, *Bacillus cereus*, with time and then can increase shelf life of milk.

TEŞEKKÜR

Çalışmada danışmanlığımı üstlenen, çalışma süresince bilgileri ve görüşleriyle yardımcı olan danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut ŞEKER'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımın gerçekleşmesinde emeği olan Mikrobiyoloji Laboratuvarı asistanlarından Arş. Görevlisi Fatih AKYOL' a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni destekleyen ve karşılaştığım güçlüklerde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme, özellikle üniversite yaşamımda ilgisini ve desteğini üzerimden eksik etmeyen ağabeyim M. Tolga Güler' e, ayrıca arkadaşlarıma da teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Hipotez	2
1.2. Amaç	3
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Sütün Bozulması	4
2.1.1. Sütte Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar	5
2.2. <i>Bacillus</i> Cinsine Ait Genel Bilgiler	6
2.2.1. <i>Bacillus cereus</i> ' ait Genel Bilgiler	7
2.2.1.1. <i>Bacillus cereus</i> Enterotoksinleri	12
2.2.2. <i>Bacillus cereus</i> ' un İçme Sütünde Oluşturduğu Sorunlar	13
2.3. Tarçının Genel Özellikleri	15
2.4. Gıdaların Reolojik Davranışlarının İncelenmesi	16
2.5. Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	18
3. MATERYAL ve METOT	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Mikroorganizmalar	20
3.2. Örneklerin Hazırlanması	21
3.2.1. Reolojik Özellikler	22
3.2.2. İstatistiksel Analizler	23
3.3. Mikrobiyolojik Sayım	23
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	24
4.1. Sütün Reolojik Özellikleri	24

4.2. Tarçının Mikrobiyolojik İnaktivasyon Üzerine Etkisi	25
4.3. Tarçınla Kıvam Arttırıcı Maddelerin Mikrobiyal İnaktivasyon Üzerine Etkisi	26
4.4. Tarçın Tarafından Sağlanan Mikrobiyal İnaktivasyon Üzerine Sıcaklığın Etkisi	27
4.5. Mikroorganizma Türüne Karşı Tarçının Antimikrobiyal Etkisi	31
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. <i>Bacillus cereus</i> bakterisinin petri kabındaki kolonilerinin morfolojik görüntüsü	8
2.2. <i>Bacillus cereus</i> bakterisinin mikroskoptaki görüntüsü	9

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. <i>Bacillus</i> Türlerine Ait Vegetatif Hücre ve Endospor Özellikleri	7
2.2. <i>Bacillus cereus</i> 'un Genel Özellikleri	10
2.3. Spor Isı Rezistansı	11
2.4. Vegetatif Hücreler İçin Sınır Değerler	11
3.1. Sütün Kompozisyonu	20

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Kontrol (süt + şeker) örneğinde kesme hızı- anlık viskosite değişimi	24
4.2. %0.5 LBG, %1 salep ve %10 şeker içeren örnekte kesme hızı- anlık viskosite	25
4.3. 4 °C' de tarçının çeşitli konsantrasyonlarının (%0.5, 0.7 ve 1) <i>B. cereus</i> inaktivasyonu	25
4.4. 4 °C' de Locust Bean Gum bulunan süt numunelerine tarçın eklenmesinin <i>B. cereus</i> üzerindeki inaktivasyonu	27
4.5. 25 °C' de tarçının çeşitli konsantrasyonlarının (%0.5, 0.7 ve 1) <i>B. cereus</i> inaktivasyonu	28
4.6. 25 °C' de stabilizer bulunan süt numunelerine tarçın eklenmesinin <i>B. cereus</i> inaktivasyonu	30

1.GİRİŞ

Birkaç steril ürün dışında, tüketime sunulan her gıda maddesi belirli çeşit ve sayıda mikroorganizma içermektedir. Mikroorganizmalar ürüne hammaddeden başlayarak, hammaddenin ürüne işlenmesi ve pazarlanmasına kadar süren süreçteki her aşamada çeşitli kaynaklardan geçebilmektedir. Bulaşma üretim sürecinin her aşamasında alınabilecek veya uyulabilecek önlemlere bağlıdır. Hammaddede bulunabilecek mikroorganizmalar veya üretimin belirli aşamasındaki bir ara ürüne herhangi bir şekilde bulaşan mikroorganizmalar genellikle son ürünün mikrobik yükünde belirli oranda yer alacaktır. Bunun yanı sıra hammadde veya ara üründe bulunmayan bir mikroorganizma son ürüne ambalajlama, depolama, taşıma veya pazarlama gibi aşamalarda da çeşitli yollarla bulaşabilmektedir.

Gıdalar bozulmaya veya insanlarda enfeksiyon ya da zehirlenmeye neden olan patojen mikroorganizmaların bulaşmasına ve/veya bunların gelişmesine ortam hazırlayan uygun olmayan koşullarda üretilip pazarlanırsa; söz konusu mikroorganizmalar gıdanın raf ömrünün kısalmasına ve/veya gıdanın kısa sürede bozularak tüketilemeyecek hale gelmesine neden olabileceği gibi etken mikroorganizmaları veya zararlı maddelerini içeren gıdanın tüketilmesi insanda önemli sağlık sorunları da yaratabilmektedir (Ünlütürk,1998).

Bir gıdanın raf ömrü, gıdanın mikrobiyolojik yüküne doğrudan bağlıdır. Bu etken diğer gıdalarda olduğu gibi sıvı gıdalarda da kaliteyi etkilemektedir. Mikrobiyolojik yükün fazla miktarda oluşu sıvı gıdanın kalitesinin kötüleşmesine, sonuçta raf ömrünün kısalmasına ve ekonomik kayıpların meydana gelmesine neden olabilmektedir.

Bozucu etkenlerin sıvı gıdanın kalitesini düşürmesini engellemek veya yavaşlatmak ve tüketicilere sağlıklı ürün sunmak için gıdalardaki mikrobiyolojik yük mutlaka azaltılmalıdır. Barındırdığı mikrobiyolojik yükü uygun yöntemle giderilmeyen gıdalar bozulmakta, hastalığa sebep olmakta ve sonuçta çok büyük miktarlarda sağlık ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Gıda biliminde de çeşitli gıdaların taşıyabileceği en fazla mikroorganizma sayıları tanımlanmıştır. Isısal

işlemler alışlageldiği gibi, tüketicinin kabul ettiği baskın bir metot olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır.

Isısal inaktivasyon mikroorganizmaları öldürmekle beraber, gıdanın tat, renk, lezzet ve doğallığının azalması gibi kalite kayıplarına sebep olabilir. Isısal işleme alternatif olarak ısısal olmayan işlemlerin de yüksek gıda kalitesinin korunmasında kullanılabileceği öngörülmüştür (Mertens and Knorr, 1992).

1.1. Hipotez

Süt gibi günlük ürünler uzun zamandır insan sağlığının korunması ve beslenme için tüketilmektedir. Süt son derece kolay bozulabilen bir üründür. Isısal işlemlerde tüketicinin kabul ettiği mikrobiyolojik yükü azaltılmış ürünler oluşturulur. Bunun yanında yetersiz pastörizasyon ya da uygulama sonrası bulaşma patojen özellikteki mikroorganizmaların hayatta kalmasını sağlayabilir ve mikroorganizma sayısını azaltan ısısal işlem gereksinimi gıda kalitesinde istenilmeyen değişikliklere örneğin vitamin kaybına sebep olabilir.

Birçok gıdanın güvenliğini artırmak için kimyasal maddelerin kullanımı gıda Endüstrisini ilgi odağı haline getirmiştir. Bunun yanında gıdalarda kimyasal maddelerin varlığı ve gıda paketlemede koruyucu yöntemler tüketiciler için büyük merak uyandırmıştır. Gıda güvenliği çalışanları ve müşteriler hem gıdanın kalitesine zarar veren teknikleri hem de sentetik kimyasalların kullanımını en aza indirmeyi talep etmişlerdir.

Bu yüzden, doğal olarak çıkarılan bileşikler istenir ve mikroorganizma aktivitesini önleyen doğal ürünler sunulur ve bitkilerden elde edilen uçucu yağlar gibi ve mikroorganizma aktivitesini önleyen katkıların kullanımı önemli bir yöntemdir. Gıdalardaki mikroorganizmaların ısısal olmayan bir yöntemle; tarçın ve diğer mikroorganizma aktivitesini önleyen ajanlar kullanarak engellenmesi düşük maliyet, tazelik ve gıdanın besin değerinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yöntem sıvı gıdalar olarak, süt endüstrisi için özellikle elverişli bir yöntemdir.

Bitki kökenli bu maddelerin temel rolü olan tatlandırıcı ve baharat olarak kullanılmasına rağmen, güçlü tıbbi koruyucu ve antioksidan uygulamaları ile bu yüzden gıda ve meşrubat korunmasında ayrıntılı güvenliğe katkıda bulunmaktadır. Bazı temel yağlar içeren baharatlar olarak bilinenler antimikrobiyal aktiviteye sahiptir: örneğin, baharat içindeki euganol gibi.

Mamani ve arkadaşları, (2003) sütte *E.coli* büyümesinde tarçınla birlikte limonun etkisini araştırmışlardır fakat sütte sadece tarçının etkisi araştırılmamıştır. Mikroorganizma içeren gıdalarda en sık rastlanılan mikroorganizmalar sütte ve süt ürünlerinde *Bacillus cereus*'dur. Fakat sütte *Bacillus cereus*' un indirgenmesinde tarçının etkisi henüz çalışılmamıştır.

Süt yalnızca sade süt olarak tüketilmemekte, aynı zamanda tat ve kıvamını artırmak için eklenen salep gibi kıvam artırıcılar ile birlikte sıcak içecek ya da çikolatalı süt gibi günlük ürünlerde tüketilmektedir. Aynı zamanda tarçın, çeşitli gıdalarda baharat ve lezzet verici olarak kullanılır. Salep içeren sütün içine tarçın ilavesinin mikrobiyal yüke etkisi de araştırılmamıştır fakat mikrobiyal yükü indirgeyebilir.

Yapılan çalışmada kıvam arttırıcı maddelerin sütün viskozitesine etkisi ve tarçının sütteki antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır.

1.2. Amaç

Bu çalışmanın ana amacı, gıdalarda ısısal olmayan pastörizasyona alternatif bir yol olarak tarçının farklı konsantrasyonlarda ve sıcaklık değerlerinde, sütün mikrobik yüküne etkisinin belirlenmesidir.

Bu çalışmada diğer bir amaç süt numunelerine çeşitli kıvam artırıcı maddeler ilave edilerek viskozite değerlerinin karşılaştırılması ve kıvam arttırıcı maddelerin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Sütün Bozulması

Süt, canlıların büyüme ve gelişmesi için en önemli gıda maddesidir. İnsan yaşamında önemli yeri olan süt, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan hayvansal kaynaklı protein, yağ, laktoz ile vitamin ve mineral maddeleri tam ve yeterli miktarda içeren tek besin maddesidir (Özcan ve ark., 1998).

Süt, kendine özgü tat, koku ve kıvama sahip, çeşitli durum ve nitelikteki birçok maddenin oluşturduğu kompleks yapıda mükemmel yakın bir gıda maddesidir (Çağlar ve ark., 1998). Ancak üstün niteliklere sahip ve toplumun temel gıda maddelerinden olan sütün en önemli dezavantajı, kısa sürede bozulmasıdır. Üretilen sütün işlenerek peynir, yoğurt, tereyağı, dondurma, süttozu ve daha birçok süt mamulle şeklinde tüketime sunulabilir olmasına karşın, insan beslenmesinde esas olan, sütün içme sütü olarak tüketilmesidir (Kurt, 1998; Çağlar ve ark., 1998).

Türkiye’de üretilen sütün yaklaşık %20’si içme sütü olarak tüketilirken, ABD’de ve birçok Avrupa ülkelerinde bu oran %50’nin üzerindedir (Kurt, 1998). Ülkemizde kişi başına düşen yıllık içme sütü tüketimi 19 kg’dır. Halbuki ekonomik yönden gelişmiş bazı ülkelerde bu rakam ABD’de 106,8 kg, Avusturya’da 123 kg, Danimarka’da 124,8 kg, Norveç’te 160 kg ve Finlandiya’da 243 kg’dır. Avrupa Birliği ortalaması ise 99 kg kadardır (Çağlar ve ark., 1998).

Organizmanın faaliyetleri için gerekli vitaminlerin hemen hepsi sütte bulunmaktadır (Metin, 1996). Bunların bir kısmının özellikle A,D,E ve K gibi yağda çözünenlerin yağlı sütlerde ve yağca zengin süt ürünlerinde miktarları fazladır.

B-kompleks vitaminleri ile C vitamini ise suda çözüldüğünden süt serumunda bulunur. Vitaminlerin çoğu vücut tarafından sentezlenemediği için gıdalardan alınmaktadır (Özcan ve ark., 1998). Riboflavin, enerji metabolizmasının birçok reaksiyonun da ve bazı enzimlerin yapısında rol alan önemli bir vitamindir (Pirkul ve ark., 79). Riboflavin iki koenzimin, flavin mononükleotid ve flavin adenin

dinükleotid'in yapısında bulunur. Bu durumda riboflavin izoalloksin halkasının hidrojen alması veya kaybetmesiyle glikoz, pürin, aminoasit ve yağ asitlerinin oksidasyonlarında elektron taşıyıcısı olarak rol oynar (Tekinsen ve Yalçın, 1988). Riboflavin, yaşayan hücrede proteinle birlikte oksitenin kullanılmasını sağlayan enzimleri meydana getirdiğinden vücut için önemli bir vitamindir.

2.1.1. Sütte Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar

Süt örneklerinde umulan ve istenen mikrobiyolojik sayılar şüphesiz işlem görme derecesiyle bağıntılıdır. Çiftlikte soğutulmuş çiğ süt ml' de 10^4 , den az (30 °C' de) genel canlı sayısına sahip olmalıdır. Fabrika veya mandırada örneklenen ambalajsız ham süt 30 °C' de ml' de 10^5 , den az genel canlı içermelidir. Pastörizasyondan sonra 30 °C' de genel canlı sayısı ml', de $3 \cdot 10^4$, den çok olmamalı, ayrıca ml başına koliform sayısı 10^2 , dan az olmalıdır. Ultra-yüksek sıcaklık işlemine (UHT) tabi tutulan sütün, ısı uygulamasından sonra ml', de 1',den az genel canlı içermesi beklenebilir, fakat böyle süt daha sonra mikroorganizmaların bazılarının girmesine izin verebilen koşullarda aseptik olarak paketleniği için, tipik bir standardın 30 °C', deki genel canlı sayısı (ör: Yeast Ekstrakt Milk Agar veya PCA' da) 10^3 , den az olmalıdır (Tamer ve arkadaşları,1989).

Süt mikroorganizmaların gelişmesi için çok uygun bir ortamdır, pH', sı 7.0 civarındadır. Bekletilirse pH düşer, bu pH', da mikroorganizmalar için çok uygun bir ortamdır.

- a) Ekşilik: Sütün tadında ekşilik olabilir. Neden olan mikroorganizmalar; *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Koliform*'lar
Bunlar laktozu laktik asite çevirirler.
- b) Gaz oluşumu: Köpük oluşumuna sebep olur. Pastörizasyon iyi değilse *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, pastörizasyon yeterli olsa bile *Bacillus* tespit edilebilir.
- c) Acılık: Proteinler parçalanır, sütün tadında acılık meydana gelir. Bu olay asit üretimi ile beraber olabilir. *Micrococcluslar*, *Bacillus* ısı işlem

görmemiş sütte bulunabilir veya *Flavobacterium*, *Pseudomonas* gibi bakterilerde eğer süt soğukta depolamaya maruz kalmışsa görülebilir.

- d) Kıvamlılık : Mikroorganizmaların, kapsüllü maddelerin neden olduğu kıvamlılıktır. Düşük sıcaklıkta gelişir. Neden olan mikroorganizmalar; *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Aerobacter* ve *Streptococcus*' tur.
- e) Okside/hidrolize acılık: Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu'dur. Aldehit/asit/keton oluşumu ile olur veya süt yağının hidrolizi ile gerçekleşir. Neden olan mikroorganizmalar arasında *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Clostridium* sayılabilir.
- f) İstenmeyen tatlar: Örneğin yanık tadı, ester veya alkol tadına genelde mayalar sebep olmaktadır. Ortam tüm mikroorganizmalar için uygunsa bakteri sayısı daha fazla olmaktadır. Maya ve küfler asidik ortamda gelişmektedirler. Ürünün özelliği mikroorganizma çeşidini etkili bir şekilde belirlemektedir.

2.2. *Bacillus* Cinsine Ait Genel Bilgiler

Bacillus cinsi ilk defa 1872' de Cohn tarafından bildirilmiştir. Genellikle gram (+) özelliğe sahiptirler.

Endospor oluşturan çomak şeklindeki bakterilere *Bacillus* sözcüğü verilmiştir. Aerob özelliktedirler. Mikroskop altında bazen tek tek, bazen de zincirler halinde gözlenebilirler (Todar, 2003).

Endospor oluşturan *Bacillus* türlerinin sporları, olumsuz koşullara oldukça dirençlidir. Dehidrasyona, kimyasal maddelere, ısıl işlemlere ve dezenfeksiyon işlemlerine dayanıklıdır. Sporlar; merkezi, altmerkezi, altuç, uç veya yüzeysel pozisyonda yerleşirler. Her bir mikroorganizma bir adet spora sahiptir.

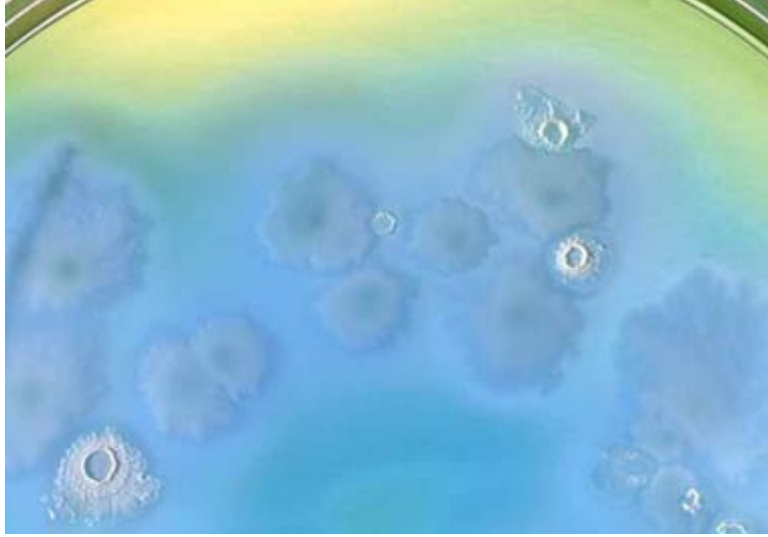
Tablo 2.1. *Bacillus* türlerine ait Vegetatif hücre ve Endospor özellikleri (Wijnands, 2002)

Özellik	Vegetatif Hücreler	Endosporlar
Yüzey tabakaları	Tipik Gram(+) murein hücre duvarı; kristal S-layer bulundurur.	Kalın spor tabakası, kabuk ve tek peptidoglikan iç duvar; S-layer bulundurmaz
Mikroskopta görünüm	Işığı kırmaz	Işığı kırar
Kalsiyum dipikolinik asit	Yok	İç duvarda var
Sitoplazmik su aktivitesi	Yüksek	Çok düşük
Enzimatik aktivite	Var	Yok
Makromoleküllerin sentezi	Var	Yok
Isı dirençliliği	Düşük	Yüksek
Kimyasallara ve asitlere dayanıklılık	Düşük	Yüksek
Radyasyon dayanıklılığı	Düşük	Yüksek
Lizozime duyarlılık	Biraz duyarlı, biraz dirençli	Dirençli
Boyanmaya ve kimyasal maddelere duyarlılık	Duyarlı	Dirençli

2.2.1. *Bacillus cereus'* a Ait Genel Bilgiler

Bacillaceae familyasının *Bacillus* cinsine ait bir bakteri olan *Bacillus cereus*, toprak ve bitki örtüsü üzerinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Merkezi veya altuç yapıda, elipsoidal spora sahip olan bakteri, peritrik flagellası sayesinde hareketli ve aerobiktir (Wijnands, 2002).

Koloni ölçüsü ve morfolojisi oldukça değişkendir ve ortamda pigment oluşturabilirler, besiyerinde yüzey kolonilerinin görünüşleri çevresel faktörlerin etkisiyle önemli oranda değişir.



Şekil.2.1. *Bacillus cereus* bakterisinin petri kabındaki kolonilerinin morfolojik görüntüsü (biology.kenyon.edu).

Bacillus cereus sporları olumsuz koşullara oldukça dayanıklıdır. Kurutma, dondurma, vakumlama, ısıtma işlemlerine dirençlidir. Ayrıca çeşitli kimyasal maddeler ve dezenfeksiyon işlemlerine de dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.

Pendurkar ve Kulkarni, *Bacillus cereus* sporlarının pirincin pişirilmesi ve kızartılması şartlarında indirgenmediğini belirtmişlerdir (Notermans, 1998).



Şekil.2.2. *Bacillus cereus* bakterisinin mikroskoptaki görüntüsü (en.wikipedia.org).

Genelde serbest yaşayan, bir yere bağımlı olmayan, doğada ve özellikle toprakta yaygın bir şekilde bulunan ve bunun yanı sıra su süt, kuru gıdalar, tahıllar, nişastalar, sebzeler ve etlerin yüzeylerinde varlığını gösteren *Bacillus cereus*' un tanımlanması için birden fazla suşla yapılan detaylı çalışmalar vardır.

Bu çalışmalar sonucu ortaya çıkan karakteristikler Tablo 2.2'de gösterilmiştir(Sneath, 1986).

Tablo 2.2. *Bacillus cereus*'un Genel Özellikleri (Sneath, 1986)

Özellikler	<i>Bacillus cereus</i>
Hücre çapı (>1,0µm)	+
Hareketlilik	+
Yuvarlak sporlar	-
Sporangium şişkinliği	-
Oksidaz	-
Lipaz	+
Katalaz	+
Anaerobik üreme	+
D- Glikozdan asit üretimi	+
Gliserolden asit üretimi	+
Maltozdan asit üretimi	+
Sukrozdan asit üretimi	+
Laktozdan asit üretimi	-
D- Mannitolden asit üretimi	+
Glikozdan gaz üretimi	-
Kazein ve Jelatinin hidrolizi	+
Sitratin kullanımı	+
Tirozinin kullanımı	+
Fenilalaninin Deaminasyonu	-
Yumurta sarısı indirgenmesi	+
Nitrat redüksiyonu	+
Lizozim reaksiyonu	+
Hemoliz	+
pH 5,7-6,8 (Nutrient Broth)' da üreme	+
30 °C sıcaklıkta üreme	+

Yüksek sıcaklık değerlerine ve kurutmaya karşı dayanıklı olan sporlarının ısı rezistansına ait değerler Tablo 2.3’ de verilmiştir.

Tablo 2.3. Spor Isı Rezistansı.

Sıcaklık (°C)	D- değerleri (°C)	D- değerleri (dakika)	Ortam	Referanslar
90	194	21-137	Su	Gilbert et al., 1974
95	203	5-36	Su	Gilbert et al., 1974
100	212	6,7-8,3	Su	Gilbert et al., 1974

Tablo 2.3’ de gösterilen D- değerleri, ondalıklı azalma değerleri olup, özel bir ortamda özel bir sıcaklık altında bakteri popülasyonunun %90’ını öldürmek için gerekli zamanı dakika cinsinden ifade eder.

80-100 °C’ de 10 dakika ısıtılması ve kaynatılması halinde, tüm vejetatif hücreler ölürken, sadece termorezistans olanlar canlı kalmaktadır, uygun bir ekolojik koşul bulunca da gelişmektedir. Bazı sporlar sıcaklık şoku ile çimlenmektedir, 100 °C’ de 10 dk. kaynatmak sporların aktifleşmesi için yeterli olmaktadır. Bu olay dönüşümlüdür.

Ortalama üreme ısısı 28-35 °C sıcaklık olan *Bacillus cereus*’ un bazı suşları 4°C sıcaklıkta ve bazıları da 50 °C sıcaklıkta üreyebilirler. *Bacillus cereus*’ un vejetatif hücreleri için belirlenen sınır değerleri Tablo 2.4’de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Vejetatif Hücreler İçin Sınır Değerler.

Parametre	Rapor Edilen Değer	Referanslar
Min.a _w	0,92	FDA, 1998
Min. pH	4,3	Reed, 1994
Max. pH	9,3	Fluer and Ezepchuk, 1970
Max. % NaCl	18	Pradhan et al., 1985

a_w : su aktivitesi

FDA: Food & Drug Administration

2.2.1.1 *Bacillus cereus* Enterotoksinleri

B. cereus, ilk defa Hauge (1950–1955) tarafından Norveç'te 600 kişiyi etkileyen 4 ayrı gıda zehirlenmesi vakasında, etiyolojik etmen olarak bildirilmiş ve 4 vakada da zehirlenmeye neden olan gıdanın, hazırlandıktan sonra bir gün bekletilmiş vanilyalı sos olduğu saptanmıştır. Bu olaydan sonra diğer birçok Avrupa ülkesinde de *B. cereus* vakası tespit edilmiştir. 1980 yılında *B. cereus* kaynaklı 9 gıda zehirlenmesi, 1981 yılında 8 gıda zehirlenmesi vakası, Hastalık Kontrol Merkezine rapor edilmiştir. *Staphylococcus aureus* zehirlenmesi (*B. cereus* kusma tipi sendrom) ve *C. perfringens* gıda zehirlenmesinin (*B. cereus* diyare tipi sendrom), benzer semptomları nedeniyle rapor edilmeyen gıda zehirlenmeleri vakaları da bulunmaktadır (Food & Drug Administration, 2004).

Bacillus cereus iki farklı zehir oluşturur. Bunlardan birisi 40 kDa ağırlığında ısıya dayanıklı (Stabil Zehir) bir protein olan enterotoksindir. Gıda zehirlenmesine neden olan bu toksin 126 °C'de 90 dakikada inaktif hale gelir. Diğer toksin ise 5–7 kDa ağırlıkta, ısıya dayanıklı (Labil Zehir) olmayan bir peptittir. 60 °C'de birkaç dakikada tahrip olmaktadır.

Bacillus cereus türündeki bütün suşlarının zehir üretmediği, belli serotiplerin zehir oluşturduğu bilinmektedir. Bu bakterinin intoksikasyon yoluyla hastalık yaptığına ilişkin kesin bir şey söylemek mümkün değildir. Bağırsakta gelişerek zehir oluşturduğu bilinen bakterinin anaerobik koşulda in vitro olarak toksin oluşturduğu da gösterilmiştir (Tunail, 2000).

B. cereus gıda zehirlenmesine neden olan ekstrasellüler zehir, ortamdaki bakteri sayısı belirli bir düzeye ulaştıktan sonra saptanabilir. *B. cereus*, *C. perfringens* gibi lesitinaz-C enzimi de salgılamaktadır, ancak toksik aktivitenin aynı molekülde yer almadığı bildirilmiştir. *B. cereus* 'un zehir oluşturmasının ortamda bazı besin öğelerinin varlığına bağlı olduğu bilinmektedir. Bakteri, zehiri logaritmik faz sırasında sentezler ve salgılar. Yapılan çalışmalarda bu bakterinin 18–44 °C arasında zehir sentezlediğini ve 45 °C 'de üremesinin durduğunu tespit edilmiştir.

B. cereus 'un zehiri pronaz enzimlerine duyarlı olup, 37 °C'de 60 dakikada bu enzimlerin %0,01'lik dozu ile inaktif hale gelmektedir. Zehir, 45 °C'de 30 dakikada aktivitesini kaybetmez ancak 56 °C'de inaktif hale geçmektedir (Pichhardt, 2004).

B. cereus, emetik ve diyarejenik enterotoksin olmak üzere iki farklı tip enterotoksin sentezler ve dolayısıyla iki farklı tip zehirlenmeye neden olur. Bunlardan biri "akut başlayan kusma tipi sendrom" olup daha çok pişmiş pirinç ve pirinçli gıdalarda oluşan zehirle ilişkilidir. Kusturucu zehir olarak isimlendirilen bu zehir ısı ile, pH'nın yanı sıra tripsin ve pepsin enzimlerine de dirençlidir. Diğer hastalık tipi ise "uzun sürede gelişen diyare tipi sendrom" olarak bilinmektedir ve daha geniş bir gıda grubu ile ilişkilidir. Bu gıdalar arasında; mısır ve mısır nişastası başta olmak üzere tahıl içeren gıdalar, patates püresi, sebzeler, kıyma, bazı et ürünleri, puding ve çorbalar sayılabilir. Diyare yapıcı zehir olarak bilinen bu zehir, protein yapısında olup, tripsin ve pronaz enzimleri ile ısıya karşı duyarlıdır (Kaleli ve Özkaya, 2000).

Nispeten daha hafif seyreden diyare tipi *B. cereus* gıda zehirlenmesinde inkübasyon süresi 8-16 saat arasında değişmekte olup, genelde 12-13 saattir. Hastalık, 6-12 saat sürer ve belirtileri; bulantı (kusma çok seyrek), kramp şeklinde karın ağrısı ve sulu ishaldir. Genellikle ateş görülmez. Bu tip *B. cereus* zehirlenmesi *C. perfringens* gıda zehirlenmesine benzerlik gösterir. Daha ağır seyreden emetik tip (kusma tipi) *B. cereus* gıda zehirlenmesinde ise inkübasyon süresi 1-6 saat arasında değişmekte olup, genel olarak 2-5 saattir. Bu zehirlenme şekli *S. aureus* gıda zehirlenmesine benzerlik göstermektedir (Food & Drug Administration, 2004).

2.2.2. *Bacillus cereus* 'un İçme Sütünde Oluşturduğu Sorunlar

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan süt, hijyenik koşullarda üretilmediği, saklanmadığı, işlenmediği, gerekli kontrollerinin yapılmadığı durumlarda insan sağlığı açısından zararlı olabilmektedir. Çiğ süt az sayıda bakteri içerse bile sağımdan sonra çevreden çeşitli yollarla bulaşan mikroorganizmaların etkisiyle oldukça kısa sürede bozulur ve insanlarda hastalıklara yol açan bir çok

patojenin potansiyel kaynağını oluşturur. Bu nedenle çiğ süt insan gıdası olarak doğrudan tüketime uygun değildir.

Son yıllarda özellikle *Bacillus cereus*'un psikrotrof serotipleri ile bulaşmaya maruz kalan süt ve ürünlerinin halk sağlığı açısından risk taşıdığı, kontamine süt ve ürünlerinin soğukta muhafazası sırasında psikrotrof serotiplerin üreyerek zehir oluşturdukları bildirilmiştir (Özdemir, 2003).

Azot kaynağı, karbon kaynağı, oksijen düzeyi, süt bileşenleri gibi etkenler sütte *B.cereus* 'un gelişimini etkiler. *B.cereus*'un gelişimi sütün işlenmesi sırasındaki pH ve sıcaklığa da bağlıdır. Sporları, pastörize sütte canlı olarak kaldıklarından, sütlerin oda sıcaklığında bozulmasına yol açmaktadır (Kalaylı,2003).

Sağım aletleri ve depolama tankları çiğ sütlerin mikroorganizma ile bulaşması açısından önemli bir kaynaktır. Sağım aletlerinin ve depolama tanklarının temizliğine dikkat ederek mikroorganizma bulaşması ve üremesi kontrol altına alınabilmektedir. Çiğ sütte bazı mikroorganizmaların bulunması, çevresel kaynaklı bulaşmadan dolayı hijyenik koşulların uygulanması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca bu mikroorganizmaların çiğ sütlerde bulunma oranı ve üreme kapasiteleri mevsimsel olarak da değişiklik göstermektedir (Altun, 2002).

Yaz aylarında merada beslenen süt ineklerinden elde edilen çiğ sütlerin, kış aylarında elde edilen sütlere kıyasla, *B. cereus* ile daha fazla kontamine olduğu bildirilmektedir. 4 °C' de muhafaza edilen pastörize sütlerde 48. saat sonunda psikrotrof bakterilerin flora da baskın bulunduğu ve *B. cereus*'un pastörize sütlerde bulunma düzeyi ile raf ömrü arasında bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Özdemir, 2003).

Pastörize sütlerde *B. cereus* ve sporlarının bulunmasının temel nedeni, çiğ sütlerin sağım ve ahır hijyenindeki, yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Pastörizasyon sonrası bulaşmalar ise daha az önemlidir. Bu nedenden dolayı sağım aletleri ve depolama tanklarının temizliğine dikkat edilerek *Bacillus cereus* 'un da dahil olduğu psikrotrofik grup bakterilerin üremesi kontrol altına alınmalıdır (Svensson, 2000).

B. cereus 'un psikrotrofik karakteri genellikle pastörize sütün 6 °C'nin altında depolanmasında kalite kriteridir (Svensson et al, 2000).Az sayıda olmakla birlikte, bakterinin emetik suşları çiğ süttten izole edilmiştir. Zehirli suşlar genellikle psikrotrofik değildir ve klinik semptomları üretmek için çok sayıda bulunmaları gerekli değildir (Robinson, 1990).

Pastörize sütteki yüksek orandaki *B. cereus* bulaşmaları çok sık bir şekilde ineklerin sağımı sırasında gerçekleşmektedir. Çiğ sütteki spor oranının artışının başlıca nedeni meme ucunun topraktan bulaşmadır. *Bacillus cereus* 'un yüksek oranda pastörize edilmiş sütlerde bulunmasının nedeni büyük bir olasılıkla mandıra ortamındaki ek bulaşmalar dan kaynaklanmaktadır. Mandıralardaki mevcut tekrar bulaşma kaynakları hakkında çok az bilgi vardır (Lin, 1998).

B. cereus sporları çok hidrofilitirler ve kolayca çelik, cam ve lastik yüzeylere yapışırlar ve yüzeylerdeki kısa temizleme programları bütün sporları indirgemeyebilir. Yüzeylere tutunan sporların, eriyik içindeki sporlara kıyasla dezenfektan ile indirgenmesi daha zordur. Birçok *B. cereus* sporu sütte ısıl işlemde hızlıca çimlenir ve uygun koşullar bulup çoğaldıklarında, oluşturdukları film şeklinde indirgenmeleri son derece zordur (Svensson et al, 2000).

Genel olarak, çiğ sütteki patojenler sütün ısıl işlemi sonrasında önemli bir tehlike yaratmazlar. Buna karşın enzimler, çiğ sütte psikrotrofik flora ile birlikte önemli bir bozulmaya yol açabilirler (Robinson, 1990).

2.3. Tarçının Genel Özellikleri

Cinnamon (tarçın) *Cinnamomum cassia* Blume' (Çin Tarçın Ağacı) den elde edilmektedir. Ayrıca bu bitki çeşitli hastalıklar için tedavi edici ajan olarak ve lezzet verici olarak çeşitli gıdalarda kullanılmaktadır. Tarçın, eterik yağlar ve tanninlerde zenginleştirici olarak kullanılmıştır ve mikrobiyolojik büyümeyi engellemiştir (Bullerman ve arkadaşları,1977).

Tarçının bilimsel adındaki cins adı olan "*Cinnamomum*", Yunanca'daki "*kinnamomon*" sözcüğünden gelmektedir.

Familyası

Defnegiller (Lauraceae)

Yetiştığı yerler

Vatanı Güney ve Güneydoğu Asya olan, yaprakları parlak, dikdörtgenimsi mızrak şeklinde, çiçekleri küçük, yaprak dökmeyen aromatik kokulu ağaçtır (Seçmen ve ark., 2000).

Kullanıldığı yerler

Esas ağacın kurutulmuş kabukları kullanılmaktadır. Kabukların dış kısmında mantar tabakası bulunur ve grimsi renklidir. Kokusu kuvvetli ve özel, tadı tatlımsı ve yakıcıdır. Tanen ve uçucu yağ taşımaktadır. Baharat olarak kullanılmaktadır.

Tarihi

İnsan tarihinin en eski baharatlarından biri olmaktadır. M.Ö. 3000 Çinler tarafından kullanılmıştır. Avrupa'da 16. ile 18.yüzyıllarda en değerli ve pahalı baharatlarından biri sayılmaktadır.

2.4. Gıdaların Reolojik Davranışlarının incelenmesi

Reoloji, maddelerin belli bir andaki gerilimlerini biçim değiştirmelerine bağlayan madde davranış yasaları bilimidir. Gıda teknolojisinde ise reoloji bilimi, gıda viskozitesi, yapısı, esnekliği hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Reolojik özellikleri belirlenmek üzere deneye tabi tutulan gıda maddelerini sıcaklığı, konsantrasyonu, nem oranı ve deneyin yapıldığı ortamın özellikleri deney verilerini etkilemektedir (Tabilo-Munizaga, 2004).

Gıdaların ve içeriklerini oluşturan katkıların reolojik özellikleri gıdanın formülasyonunun hazırlanmasında ve üretimin her aşamasında önemlidir. Proses, paketlenme ya da muhafaza sırasında hammaddeler, katkıları, ara ve ana ürünler, mekanik strese maruz kalıp deformasyona uğrarlar. Gıda maddelerinin reolojik davranışlarının bilinmesi pompalama karıştırma, ısı alışverişi gibi prosesler ve makine tasarımları için gereklidir. Bir gıda maddesinin şekli ve kıvamı gibi özellikler (reolojik özellikler) o gıdanın duyu tarafından algılanmasını sağlar ve bu da ürün kalitesini belirler. Dolayısıyla reolojik ölçümler işlemlerde giren ve çıkan ürünleri kontrol etmek, işlem-hammadde arasındaki ilişkiyi araştırmak ve son ürün yapısını incelemek için gereklidir.

Viskozite sıvı içerisindeki kayma kuvvetleri nedeniyle oluşan direncin büyüklüğünü tanımlayan, akış karakteri üzerinde büyük bir etkiye sahip olan sıvı özelliğidir. Akışkan viskozitesi, kayma stresi-kayma hızı diyagramından, her bir akışa özel eğrilerden hesaplanır.

Newtonyen (ör: su, süt, yağ, bal) akışkan için, viskozite doğrusal eğrinin eğimine eşittir ve böyle bir akışkan sabit reolojik özelliklere sahiptir. Ancak bu durum viskozitesi kayma hızıyla değişen akışkan için geçerli değildir. Dolayısıyla viskozitenin ölçüldüğü kayma hızı da önemlidir.

Newtonyen olmayan sıvılar zamana bağlı ve zamana bağlı olmayanlar olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Zamana bağlı newtonyen olmayan sıvılar ufak bir kayma stresi uygulanır uygulanmaz cevap verirler. Bunların newtonyen sıvılardan farkı ise kayma gerilmesi ve kayma hızı arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasıdır (Tabilo-Munizaga, 2004).

Gıda Katkı maddesi; insan sağlığına zararlı olmayan birçok kimyasal maddenin belirli miktarda gıdalara katılması ile gıdaların üzerinde hoş gitmeyen gereksiz değişiklikleri geciktiren, gıdaların karakterini etkileyen veya sonunda onun bileşeni olarak çoğu kez tek başlarına beslenme değeri taşımayan, yiyeceklerin yapısında doğal olarak bulunmayan, görünüşlerini ve yapılarını düzeltmek, korumak, mikrobiyolojik yolla bozulmasını önlemek üzere, ürünün kalite ve raf ömrünü artırmak amacıyla üretim, imalat, paketlenme, nakletme gibi işlemler sırasında katılan doğal ve yapay kaynaklı madde veya madde karışımlarına verilen addır.

Gıda katkı maddelerinin kullanımı, besinlere birtakım kimyasal maddelerin katılması insanlık tarihi kadar eskidir. Bu tarih insanın eti tuzla koruması (prezarvasyon) ile başlar. İlk katkı maddeleri olarak bitki materyalleri de sayılabilir. Gıda katkı maddeleri yeni çağda hızla artmıştır. Özellikle 20.yy başlarında bu artış gözle görülür bir seviyeye çıkmıştır. Gıda teknolojisi, başlangıçta kişinin özel ihtiyaçlarını karşılama yönünde ve dolayısıyla da aile için yapılan çalışmalarda belirmiştir. Daha sonraları, ticari maksada yönelmiş yeni gıda ürünleri ve teknolojileri gelişmiştir. Örf ve adetlere göre gıdalarda katkı kullanılması sınırlı iken, maksat geniş kapsamlı olunca sayıları da artmıştır. Böylece, günümüzde uygulanan üretim teknikleri sayesinde gıda sektöründe verim artışı kayıpların en aza indirilmesi, ürün kalitesinin artırılması ve standartlara uygun hale getirilmesi, ürünlerin dayanma sürelerinin artırılması, değişik formüllere sahip yeni gıdaların üretilmesi gibi uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir.

Tüketici sağlığına zarar vermeyen birçok kimyasal bileşenin yönetmelikle belirlenmiş düzeylerde gıdalara katılması ile gıdaların mikrobiyolojik yolla bozulmasının önlenmesi yöntemine “koruyucu maddelerle muhafaza” denir. Bu maddelerin etki mekanizması mikroorganizmalar üzerindedir. Hücre duvarının veya hücre metabolizmasına rol oynayan enzimlerin aktifliğini bozma veya azaltma şeklinde etki etmektedir.

Günümüzde 2000’den fazla katkı maddesinin gıda sanayisinde kullanımına değişik amaçlarla izin verilmiş ve kullanım birçok ülkede yasal düzenlemelerle belirlenmiştir. Koruyucu kullanılması ile düşük kaliteli maddeler iyileştirilmediği gibi, bir defa bozulmaya başlamış bir maddeden zararsız bir madde yapmaya da imkan yoktur.

2.5. Konu İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Tarçın, sodyum benzoat, potasyum sorbat ve kombinasyonlarının 8 ve 25 °C sıcaklıklarda Elma Suyundaki *E. coli* O157:H7 ye karşı etkileri araştırılmıştır. % 3 oranındaki tarçın kullanılarak , 8 °C de 1.6 log cfu/ml değerine, 25 °C de ise 2 log cfu/ml olarak *E. coli* O157:H7 sayısı azaltılmıştır. %0.3 tarçın ve %0.1 sodyum

benzoat 11 d değerinde ve 14 d değerinde %0.3 taręın ile %0.1 potasyum sorbat kullanılarak 8 °C de *E. coli* 2 log cfu/ml değerine kadar azalma elde edilmiştir. 25 °C’ de ve 3 d değerinde aynı kombinasyonla, 5.3 log cfu/ml azalma elde edilmiştir. 8 ve 25 °C’ de *E. coli*’ye karşı taręın ve diğer katkı maddelerinin daha fazla etkisi gözlenmiştir (E. Ceylan ,DYC. Fung ve J.D. Sabah ,2004).

Belmont ve Carnaval (1998) ile Velluti ve arkadaşları (2003), yaptıkları çalışmalarda küflerin inaktivasyonunda taręının etkisini araştırmışlardır. Yuste (2002) ve Friedman (2004) tarafından elma suyunun mikrobiyolojik yükün azaltılmasında taręının etkisi araştırılmıştır..

Mamani ve arkadaşları (2003) sütte *E. coli* büyümesinde taręınla birlikte limonun etkisini araştırmışlardır. Taręın ve limon suyu içeren sütte *E. coli*’ nin hayatta kalma oranı, 4 °C’de kontrol sütündekinden daha düşük olarak bulunmuştur ancak benzer etki, 20 °C’de görülmemiştir.

Araştırmalar dört esansiyel bitki yağının (defne, karanfil, taręın ve kekik) belirli değerlerde doğal besin koruyucusu olarak kullanılabileceği sonucuna götürmüştür. 14 günlük periyotta 4 ve 10 °C sıcaklıklarda *Listeria Monocytogenes* ve *Salmonella enteritides*’ e karşı düşük yağlı ve tam yağlı peynirlerde % 0.1, 0.5 ve 1’lik konsantrasyonlarda esansiyel bitki yağlarıyla çalışılmıştır.

Peynirin içeriği, esansiyel bitki yağlarının etkilerini araştırmada en önemli faktör olduğu ortaya konmuştur. Karşılaştırmalarda az yağlı peynirlerde %1 değerinde uygulanan 4 yağ çeşidinin de *Listeria Monocytogenes* sayısını 1.0 log cfu/ml değerinde daha aza indirgeediği gözlenmiştir. Karşılaştırmalarda tam yağlı peynirde *Listeria Monocytogenes* sayısının azalmasını sağlayan tek yağın karanfil olduğu görülmüştür. Kekik yağının tam yağlı peynirde *Salmonella enteritides*’ e karşı etkisiz olduğu, az yağlı peynirde 4 gün sonra *S. enteritides*’ in sayısını ≤ 1 değerinin altına düşürerek diğer üç yağ kadar etkili olduğu görülmüştür. Seçilen esansiyel bitki yağlarının, *L.monocytogenes* ve *S. enteritides* mikroorganizmalarının güçlü engelleyici olarak etki ettiği şeklinde sonuçlanmıştır (A. Smith-Palmer,J.Stewart and L. Fyfe ,2001).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

-Yapılan deneylerde Ülker İçim Süt tarafından üretilen içme sütü kullanılmış ve kullanılan sütün kompozisyonu Tablo 3.1' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Sütün Kompozisyonu (100ml).

Enerji (kcal)	59
Enerji (kj)	246,62
Protein (g)	3
Yağ (g)	3,1
Karbonhidrat (g)	4,7
Kalsiyum (mg)	112

- Tarçın
- Şeker
- Salep
- Kıvam arttırıcılar (Locust Bean Gum)

3.1.1. Mikroorganizmalar

Deneylerde kullanılan *Bacillus cereus* DSMZ 4312 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü (GYTE) mikroorganizma stok kültürlerinden temin edilmiştir.

Tüm suşlar 4 °C sıcaklıkta Nutrient agar'da (Merck, USA) depolanmıştır. Suşlar ayda iki kez olmak üzere transfer edilmiştir ve her seferinde yeni bir deney yapılmıştır.

Stok kültürlerden alınan tek bir koloni, Nutrient Agar' a inoküle edilmiştir ve 37 °C' de 24 saat olmak üzere inkübe edilmiştir. En fazla hücrenin bulunduğu bir kültür elde etmenin amacı, büyümenin geç logaritmik ve erken durağan fazı tespit edebilmektir.

Seçici besiyeri içeren bir petriden, tek bir mikroorganizma kolonisi 5 ml %0,9'luk tuzlu suya transfer edilmiştir ve vortekste homojenizasyonu sağlanmıştır. Mikroorganizma populasyon sayısı 10^6 cfu/ml ' , ye karşılık gelen 0,5 mcFarland olarak hesaplanmıştır ve daha sonra ml' deki sayısı seri dilüsyonlarda 3.10^7 cfu *B.cereus*/ml, 5.10^7 cfu *P. aeruginosa*/ml olarak hesaplanmıştır. 0,05 ml (50µl) *B.cereus* straini, 50 ml örneğe eklenmiş ve ardından karıştırılmıştır.

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Tarçın, salep ve sofr a şekeri Gebze'de yerel bir marketten satın alınmıştır. Ticari UHT süt steril kaplara dağıtılmıştır, 75- 80 °C sıcaklıkta 20 dakika ısıtılmıştır, ardından sofr a şekeri ilave edilerek tarçının çeşitli konsantrasyonları ile örnekler hazırlanmıştır.

Birinci formülasyonda; %10 sofr a şekeri ve % 1 salep ilave edilerek tarçının çeşitli konsantrasyonları (%0.5, %0.75 ve %1 w/v) katılarak örnekler hazırlanmıştır.

İkinci formülasyonda; %10 sofr a şekeri, %1 salep ve %0,5 kıvam artırıcılar (LBG) ilave edilerek tarçının çeşitli konsantrasyonları (%0.5, %0.75 ve %1 w/v) katılarak örnekler hazırlanmıştır.

Kontrol örneği ise diğer maddeler ilave edilmeden süt ve sofr a şekeri ve salep karışımı olarak hazırlanmıştır. Karışım 10 dakika sabit çalkalama ile 70-80 °C' de tutulmuştur. Isı uygulanan örnekler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra 10^5 cells/ml bakteri bulunduran peptonlu su örneklere inoküle edilmiştir.

3.2.1. Reolojik Özellikler

Yukarıdaki prosedüre göre hazırlanan karışımlar, (4.8 cm çapında) bir kaptaki alüminyum folyoyla kapatılarak her bir numunenin sıcaklığı 85 °C'ye ulaşana kadar yağ banyosunda ısıtıldılar. Akış özellikleri, Model Seri IV 673.7 dyne-cm tam ölçü torklu Brookfield viskozite ölçer ile saptandı. Bir karışım, istenen sıcaklığa ulaştıktan sonra, mil (LV-4) çözeltiye daldırıldı ve seçilen mil hızında 30 saniye sonra okuma kadranından yüzde tork saptandı.

Yüzde tork değerleri, $M = ((\text{kadrandan okunan}) * \text{tam ölçü tork}) / 100$ eşitliği kullanılarak gerçek tork değerlerine dönüştürüldü.

Burada $M = \text{tork (dyne*cm)}$.

Açısal hız (ω), $\omega = 2\pi N / 60$ eşitliği ile mil hızından hesaplandı.

Burada $N = \text{milin dönme hızı (rpm)}$.

Kesme gerilimi (τ) (Mohsenin, pp. 168)

$\tau = M / 2\pi R_b L$ eşitliği ile hesaplandı.

Burada $M = \text{tork}$, $R_b = \text{mil yarıçapı}$, ve $L = \text{milin etkin uzunluğudur}$.

(C) Sabit değer, açısal hız kesme gerilimiyle ilişkilendirilerek (Mohsenin, pp. 169)

$\omega = (n/2) (\tau/C)^{1/n} [1 - (R_b/R_c)^{2/n}]$ eşitliğinden elde edildi.

Kesme hızı ($r \frac{d\omega}{dr}$), kesme gerilimi kesme hızıyla ilişkilendirilerek (Mohsenin, pp. 169)

$\tau = C (r \frac{d\omega}{dr})^n$ eşitliğinden elde edildi.

Burada R_c =kabın yarıçapı.

Görünür viskozite, kesme geriliminin kesme hızına oranından hesaplandı.

3.2.2. İstatistiksel Analizler

Veriler, Microsoft Excel yazılımı kullanılarak eşleştirilmiş t testleriyle analiz edildi. Her sıcaklık ve süt numunesinin her tipinin popülasyon verileri arasında karşılaştırmalar yapıldı.

3.3. Mikrobiyolojik Sayım

Örnekler sıcaklıkları 4 ve 25 °C olan inkübasyon odalarında bekletilmiştir. 0, 7, 14, ve 28. günlerde örneklerden alınan numunelerle deneyler yapılmıştır. Örnekler karıştırılmış ve her bir örnekten 1 ml alınarak 9 ml steril peptonlu su içine pipetlenerek 10^{-1} , lik dilüsyon hazırlandıktan sonra seyreltme 10^{-3} seviyesine kadar devam etmiştir. Bütün deneyler ikili olarak çalışılmıştır.

Hazırlanan her bir dilüsyondan 0,1 ml alınarak PCA içeren steril petri kutularındaki katı besiyerlerine yayma kültür yöntemi ile ikili paralel olarak ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petriker 37 °C' de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra petrikerdeki koloniler sayılmıştır. Bütün deneyler iki tekrarlı olarak yapılmış ve sonuçlar bu iki değerin ortalaması olarak verilmiştir.

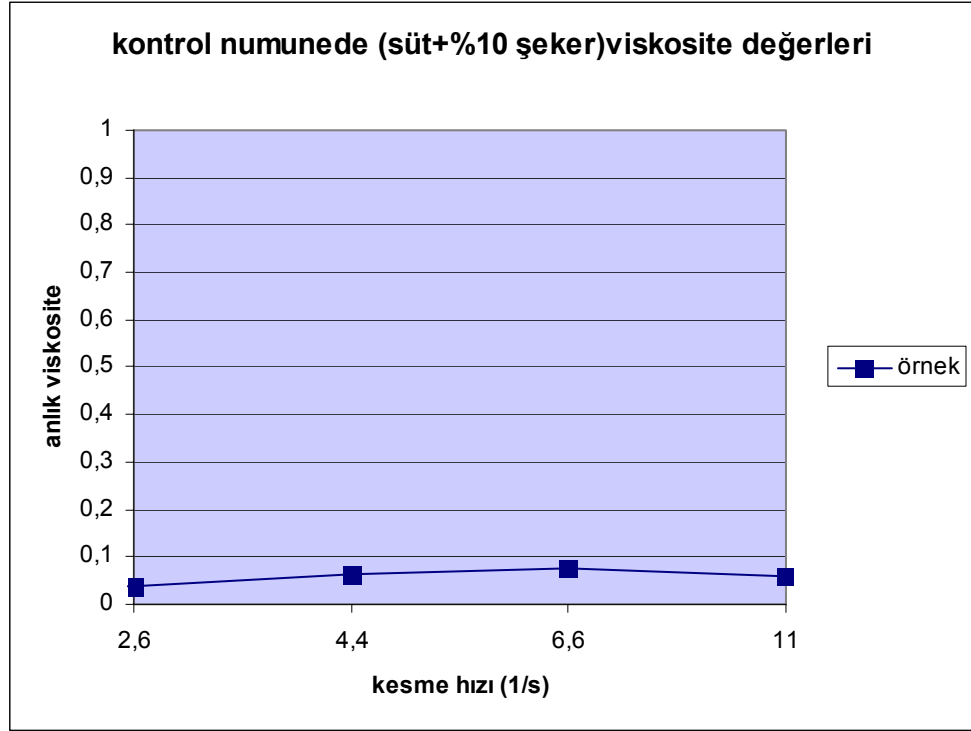
B.cereus ve *P. aeruginosa* inoküle edilmemiş UHT sütün Plate Count Agar (Merck,USA) besiyerinde herhangi bakteri kolonisi gözlenmemiştir.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

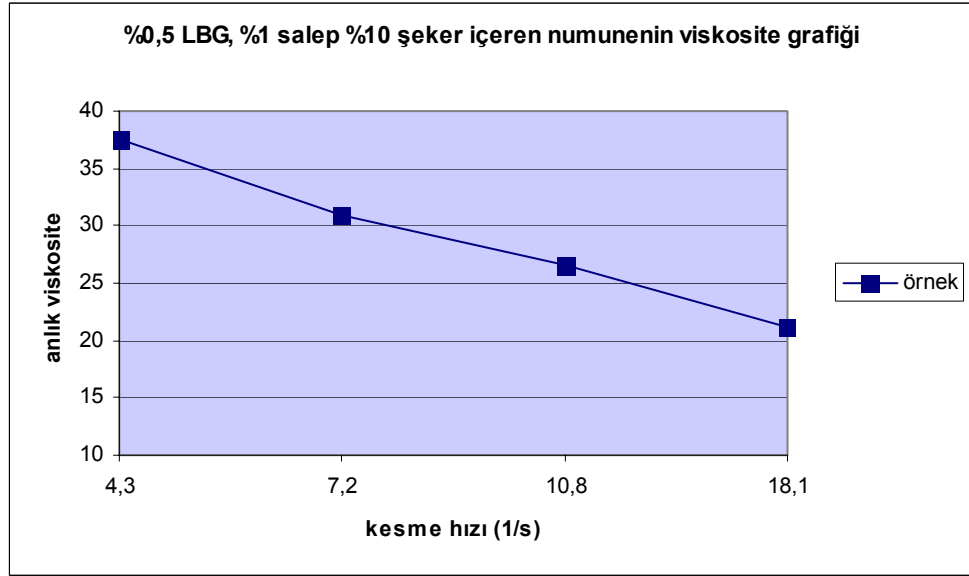
4.1. Sütün Reolojik Özellikleri

Kıvam arttırıcı maddelerin, sütün akış özellikleri üzerine etkisi, sütün akış özellikleri ile kıvam arttırıcı içeren sütün akış özellikleri karşılaştırılarak saptanmıştır. (Şekil 4.1 ve şekil 4.2)

Sütte kıvam arttırıcı maddenin varlığı, sütün görünür viskozitesini arttırmıştır. ($P < 0.05$).



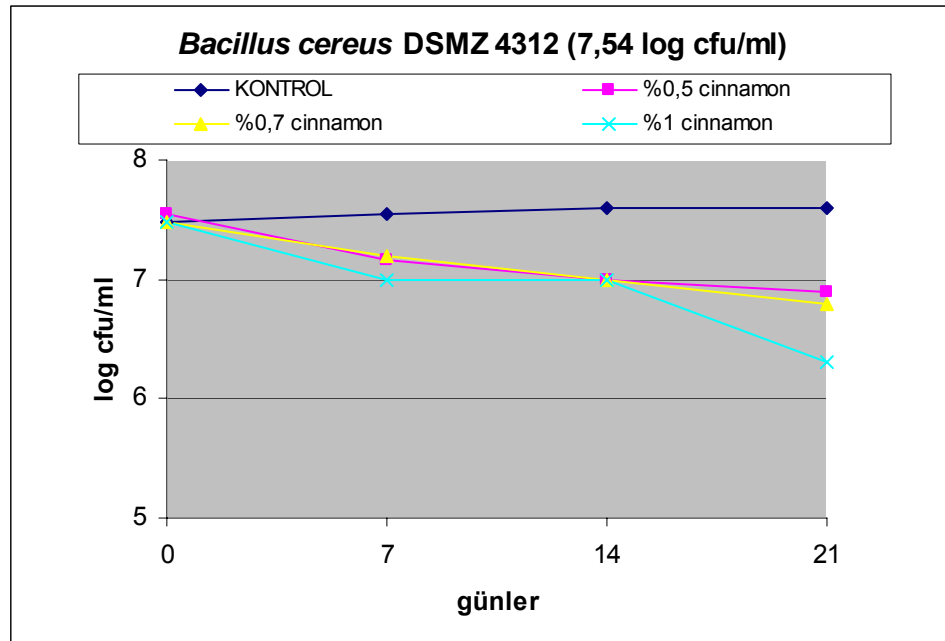
Grafik 4.1. Kontrol (süt + şeker) örneğinde kesme hızı- anlık viskosite değişimi



Grafik 4.2. %0.5 LBG, %1 salep ve %10 şeker içeren örnekte kesme hızı-anlık viskosite

4.2. Tarçının Mikrobiyolojik İnaktivasyon Üzerine Etkisi

4 °C'de *B. cereus* için gelişme eğrileri, Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Grafik.4.3. 4 °C' de tarçının çeşitli konsantrasyonlarının (%0.5, 0.7 ve 1) *B. cereus* inaktivasyonu.

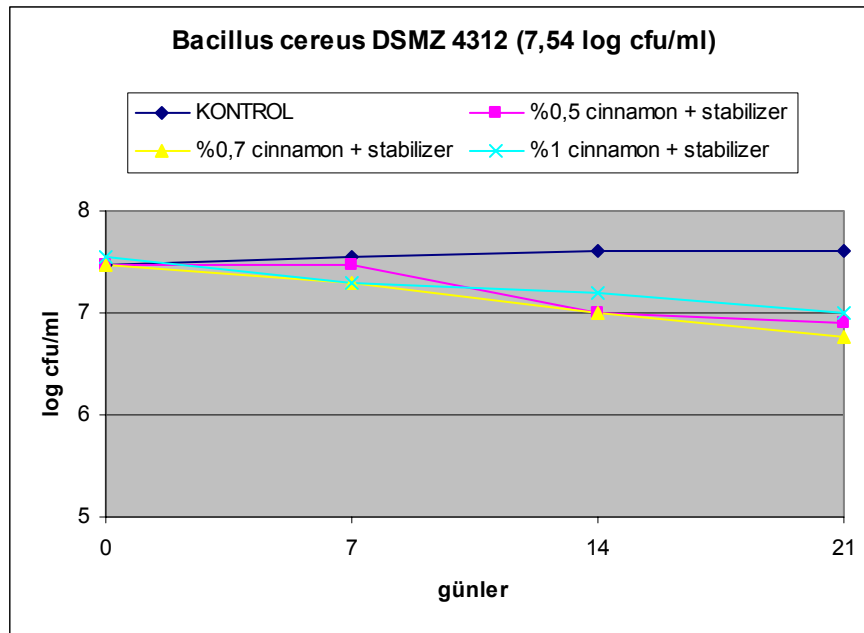
Kontrol numunesindeki *B. cereus* sayımları, aşılama zamanı (7.5 log CFU/ml) ve 4 °C’de 21 gün muhafaza (7.6 log CFU/ml) arasında benzerdir ($P>0.05$).

Crielly ve çalışma arkadaşları (1994), *B. cereus*’un donma sıcaklığında gelişmediğini ancak 5 gün sonra 7 °C’de geliştiğini bildirmişlerdir (Larsen and Jorgensen, 1999).

Diğer yandan, bu mikroorganizma popülasyonu, fark istatistiksel olarak belirgin olsa bile ($P<0.05$) 4 °C muhafaza sıcaklığında tarçınlı numunelerde aşılama zamanından araştırmanın sonuna kadar yüzde olarak hafifçe değişmiştir. Başlangıçta 7.5 log CFU/mL olan *B.cereus* sayısı, 4 °C’de 21 gün depolamadan sonra 6.9 log CFU/mL’a inmiştir. Yani 0.6 log CFU/mL azaldı. %0.5, %0.7 ve %1 tarçınla 4 °C’de 21 gün muhafaza edildikten sonra *B. cereus* sayısı, 7.5 log CFU/mL’dan sırasıyla, 6.9 log CFU/mL, 6.8 log CFU/mL, 6.3 log CFU/mL’e indi. %0.5’den %0.7’ye çıkan tarçın içeriği, *B. cereus* sayımlarını ($P>0.05$) değiştirmede ancak %0.5’ten %1’e çıkan tarçın içeriği, 21 gün muhafaza edildikten sonra fark istatistiksel olarak belirgin olsa bile ($P<0.05$), *B. cereus* sayısında yüzde olarak hafif bir azalmaya sebep oldu. Tarçınlı süt, 4 °C’de 21 gün muhafaza edildikten sonra, kontrol numunesine göre mikroorganizmalara bir parça daha baskındı ($P<0.05$).

4.3. Tarçınla Kıvam Arttırıcı Maddelerin Mikrobiyolojik İnaktivasyon Üzerine Etkisi

Kıvam arttırıcı madde içeren süt numunelerine tarçın eklenmesi, 4 °C’de 21 gün muhafazanın ardından *B. cereus* sayımlarını 6.8 log CFU/mL’e düşürdü.

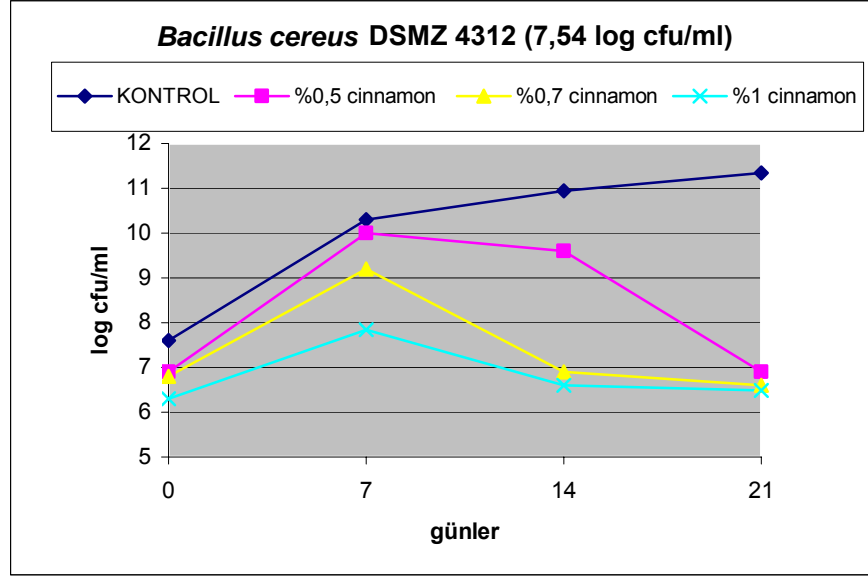


Grafik.4.4. 4 °C’ de Locust Bean Gum bulunan süt numunelerine tarçın eklenmesinin *Bacillus cereus* üzerindeki inaktivasyonu.

%0.5’ten %1’e tarçın artışıyla ($P < 0.05$) 4 °C’de gum’ın varlığında tarçının antimikrobiyal etkisi değişmedi. 4 °C’de 21 gün sonra, kontrol numunelerinde *B. cereus* sayımları, önemli ölçüde değişmedi ($P > 0.05$) ancak gumlu ve tarçınlı numunelerde hafifçe azaldı. 4 °C’de 21 gün sonra, tarçınlı gumlu süt, tek başına tarçın bulunan sütle karşılaştırıldığında *B.cereus* sayımını önemli ölçüde değiştirmede.

4.4. Tarçın Tarafından Sağlanan Mikrobiyal İnaktivasyon Üzerine Sıcaklığın Etkisi

25 °C’de kontrol numunesinde *B. cereus* gelişimi gözlemlendi ve Şekil 4.5’te görüldüğü gibi kontrol numunesinin *B.cereus* sayımları, 25 °C’de 21 gün muhafaza edildikten sonra, yaklaşık 7 başlangıç popülasyonundan 11 log CFU/ml’ye yükseldi ($P < 0.05$).



Grafik.4.5. 25 °C’ de tarçının çeşitli konsantrasyonlarının (%0.5, 0.7 ve 1) *Bacillus cereus* inaktivasyonu.

%0.5 oranında tarçın içeren sütte, 25 °C’de 7 gün muhafaza edildikten sonra sayımlar 7 log CFU/mL’den 10 CFU/mL’ye çıktı ve sonra 21 gün sonra yaklaşık 7 log CFU/mL’ye indi ($P < 0.05$).

Benzer eğilim, %0.7 ve %1 tarçın içeren sütlerde de gözlemlendi. 7 günde tarçın içeriğinin %0.5’ten 1’e yükselmesi, *B. cereus* sayımlarını düşürdü ve 14. ve 21. günde bu içeriğin %0.5’ten %0.7’ye çıkarılması *B. cereus* sayımını düşürdü, ($P < 0.05$) ancak içeriğin %0.7’den %1’e çıkarılması, *B. cereus* sayımını etkilemedi ($P > 0.05$). Sütte tarçının *B. cereus*’a karşı 14 ve 21 günde kontrol numunesine kıyasla tarçınlıda *B. cereus* sayımlarında 4 log CFU/mL gibi bir düşüşle belirgin antimikrobiyal faaliyeti gözlemlendi ($P < 0.05$).

Antimikrobiyal faaliyetler, yağlardaki bazı uçucu bileşenlere atfedildi. Mau ve çalışma arkadaşları (2001), 4 gün boyunca 30 °C’de muhafaza edilen sütte, *E. coli*’ye karşı, Çin Frenk soğanı, tarçın ve corni fructus’un karışık özünün antimikrobiyal etkisini buldu.

Mamani ve çalışma arkadaşları (2003), patojenik ve non-patojenik *E.coli*’nin hayatta kalması üzerine limon suyuyla tarçının etkisini incelediler. Tarçın ve limon

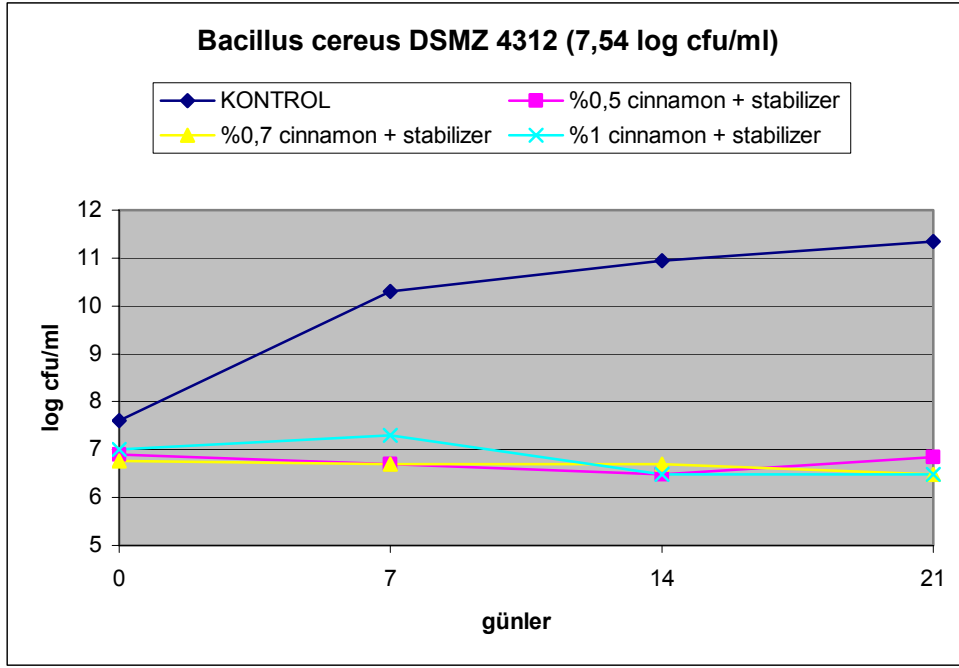
suyu içeren sütte *E.coli*' nin hayatta kalma oranı, 4 °C'ta kontrol sütündekinden daha düşük olarak bulundu, ancak benzer etki, 20 °C'de görülmedi.

Valero ve Salmeron (2003), havuçlu et suyunda *B.cereus*' a karşı tarçın yağının antimikrobiyal faaliyetini keşfetti ve Lopez ve çalışma arkadaşları (2005), katı ve buhar halde tarçın yağının *B.cereus*' a karşı antimikrobiyal etkisini buldular. Yaptığımız çalışmada süte uygulanan *B. cereus* bakterinin etkisi gözlenerek raf ömrünü artırmak amaçlanmıştır. Aynı zamanda süte ilave edilen çeşitli kıvam artırıcı maddelerin etkisi araştırılmıştır.

Bullerman ve çalışma arkadaşları (1977), tarçın ve karanfilin, ana bileşenler olarak toplam uçucu yağlarda sırasıyla %65-75 ve %93-95 oranında bulunan ve antibakteriyal etkiden sorumlu olan sinamik aldehit ve öjenol içerdiklerini buldu. Sinamik aldehitin amino asit dekarboksilaz faaliyetini engelleyerek antibakteriyal özelliklere sahip olduğu görülmüştür (Didry, ve çalışma arkadaşları,1993 ve Wendakoon, ve çalışma arkadaşları, 1995).

Kim ve çalışma arkadaşları (2004), *E coli* hücrelerini sinamik aldehitle muamele ettiler ve muamele edilmiş ve edilmemiş hücreleri, elektron mikro fotoğrafıyla tarayarak karşılaştırdılar. Muamele görmemiş hücreler, pürüzsüz bir yüzey sergilediler ancak muamele görmüş hücreler, ağır hasar görmüştü ve yüzey yapısı tahrip olmuştu.

Tarçın ilave edilen stabilizer içeren süt numunelerinde *B. cereus* sayımları, aşılama zamanı ve 21 gün muhafazadan sonra benzerdir ancak kontrol numunesindeki *B.cereus* sayımlarından 4 log CFU/mL daha düşüktü (Şekil 4.6).



Grafik.4.6. 25 °C’ de stabilizer bulunan süt numunelerine tarçın eklenmesinin *B. cereus* üzerindeki inaktivasyonu.

25 °C’de stabilizer içeren süt numunelerinde tarçın miktarının artması ile, tarçının antimikrobiyal etkisi artmadı, 7 güne kadar, sadece tarçın içeren sütte, *B. cereus* sayımları, stabilizerli tarçın içeren süttten daha fazlaydı ancak 14. ve 21. günde, sadece tarçın içeren sütte ve stabilizerli tarçınlı sütteki *B. cereus* sayımları benzerdi.

Kıvam arttırıcı maddeler viskoziteyi artırır. Viskozitedeki artışın bir sonucu olarak, bunlar, antimikrobiyal etkiyi azaltan tarçın göçünü azaltarak ve antimikrobiyal etkiyi artıran mikrobiyal hücrelere oksijen göçünü azaltarak mikroorganizmaların gelişmesi üzerine iki zıt etkiye sahip olabilirler.

Tarçının antimikrobiyal etkisi, 25 °C sıcaklıkta 4 °C’dekinden daha belirgindi, çünkü mikroorganizmaların metabolizması bu sıcaklıkta aktiftir, oysa donmuş halde reaksiyonlar yavaşlar ve bu yüzden gelişme ve ölüm oranları, daha düşüktür. Üstelik, zardaki değişimden dolayı, düşük sıcaklıkta, tarçın esas yağlarının hedefi değişebilir ve hücrenin içine nüfuzu azalabilir (Smith-Palmer 1998).

4.5. Mikroorganizma Türüne Karşı Tarçının Antimikrobiyal Etkisi

Diğer yandan, *P. aeruginosa* ile aşılanan sütte tarçının mikrobiyolojik etkisi görülmemiştir ($P>0.05$).

Lopez ve çalışma arkadaşları (2005)' da tarçının *Bacillus cereus*' u engellediğini ancak *P. aeruginosa*' yı engellemediğini bulmuşlardır.

KAYNAKLAR

1. Akçelik , M., Ayhan, K., Çakır, İ., Doğan, H.B., Gürgün, V., Halkman, A. K., Kaleli, B., Kuleaşan, H., Özkaya, D. F., Tunail, N., ve Tükel, Ç., Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2. Basım, Ankara, 2000.
2. Altun, B., Besler; T. ve Ünal, S. 2002. Ankara'da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi. www.ttb.org/STED/sted0202/sut.pdf
3. Bullerman. C,U,. Lieu, F,Y,. Seier. S. Inhibition of growth and aflatoxin prooduction by cinnamon and cloves oils, cinnamic aldehyde and eugenal, J.Food Sci, 1977, 42, 1107-1109.
4. Ceylan, E., Fung D.Y.C., Sabah, J.R., 2004, Antimicrobiyal Activity and Synergistic Effect of Cinnamon with Sodium Benzoate or Potassium Sorbate in Controlling *Escherichia coli* O157:H7 in Apple Juice, Journal Of Food Science, 69, Nr.4
5. Crielly, D., Logan, N.A., Anderton, A., 1994, Studies on the *Bacillus* flora of milk and milk products, J.Appl.Bacteriol,. 77, 256-263.
6. Didry, N., Dubreuil, L., Pinkas, M., Actvite antibacterienne du thymol, du carvacrol et de l'aldehyde cinnamique seuls ou associes. Pharmazie 48, 301-304,1993
7. Friedman, M., Henika, P.R., Levin, C.E., Mandrell, R.E., Antibacterial activities of plant oils and their components against *Escherichia coli* 0157 H7 and *Salmonella enteritica* in apple juice, J. Agric. Food Chem., 2004, 52, 6042-6048.
8. Gilbert, R., Jennifer, P., Serotypes of *Bacillus cereus* from Outbreaks of food Poisonin and from Routine Foods, 1977.
9. Kalaylı, E. ve Beyatlı, Y. 2003. *Bacillus* Cinsi Bakterilerin Antimikrobiyal Aktiviteleri, PHB Üretimleri ve Plazmid DNA' ları. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi. 01(12), 24-35.

10. Kaleli, D. ve Özkaya , F. 2000. *Bacillus cereus* . Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, 395-401. Sim Matbaacılık Ltd. Ankara.
11. Kim, H.O., Park, S.W., Park, H.D. (Inactivation of *Escherichia coli* 0157 by cinnamic aldehyde purified from *Cinnamomum cassia* shoot, Food Microbiology, 21, 105-110, 2004)
12. Larsen, H.D., and Jorgensen, K., Growth of *Bacillus cereus* in pasteurized milk products, I. J. Food Microbiology, 46, 173-176, 1999.
13. Lin, S., Schraft, H., Odumeru, J. A. and Griffiths, M. W. 1998. Identification of Contamination Source of *Bacillus cereus* in Pasteurized Milk. International Journal of Food Microbiology. 159-171.
14. Lopez, P., Sanchez, C., Battle, R., and Nerin, C., Solid and vapor phase antimicrobial activities of six essential oils, J Agricultural and Food Chemistry, 53, 6939-6946, 2005)
15. Mamani, Y., Quinto, E.J., Simal-Gandara, J., Mora, M.T., 2003, Growth and survival of *Escherichia coli* 0157:H7 in different types of milk stored at 4 °C or 20 °C, J Food Sci, 68, 2558-2563.
16. Mau, J. L., Chen, C.P., Hsieh, P.C., Antimicrobial effect of extracts from Chinese Chive, Cinnamon, and Corni Fructus, J Agric. Food Chem. 2001, 49, 183-188).
17. Mertens, B. and Knorr, D., 1992. Developments of nonthermal processes for food preservation. Food Technology, 46, 124–133.
18. (Mohsenin, pp. 168)
19. Montes-Belmont, R., Carjaval, M., Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components, J Food Protection, 1998, 61, 616-619.
20. Notermans, S., A Risk Assesment Aproach for food-borne *Bacillus cereus* and its toxins. Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement, 1998.

21. Özdemir, H. 2003. Pastörize Sütlerde *Bacillus cereus* 'un Varlığı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları : 611-615. Ankara..
22. Pichhardt, K. 2004. Gıda Mikrobiyolojisi Gıda Endüstrisi İçin Temel Esaslar ve Uygulamalar. 176-178. Literatür Yayınları. Manisa.
23. Robinson, R. K. 1990. Dairy Microbiology. 219- 233. Elsevier Applied Science . London.
24. Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Leblebici E., 2000. Tohumlu Bitkiler Sistematiği. 163-164, Ege Üniversitesi Basımevi , İzmir.
25. Smith-Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L., 1998, Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food borne pathogens, Lett. Appl. Microbiol. 26, 118-122
26. Smith-Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L., 2001, The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese, Food Microbiology, 18, 463-470
27. Sneath, P. H. A., Nicholas, S. M., Mair, N. S., Sharpe, M. E., and Hult, J. G., Bergey' s of Systematic Bacteriology Volume: 2 Section 13, USA, p 1104, 1986
28. Svensson, B., Eneroth, A., Brendehaug, J., Molix, G. and Christiansson, A. 2000. Involvement of a Pasteurizer in the Contamination of Milk by *Bacillus cereus* in a Commercial Dairy Plant. Journal of Dairy Research. 455.
29. Tabilo- Munizaga, G., Barbarosa-Canovas, G. V.,2004, Rheology for the food industry, Journal of Food Engineering, 67, 147-156.
30. Tamer, A. Ü., Uçar, F., Ünver, E., Karaboz, İ., Bursalıoğlu, M., Oğultekin, R., Mikrobiyoloji Laboratuar Kılavuzu, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir,1989
31. Tunail, N. 2000. Mikrobiyal Enfeksiyonlar ve İntoksikasyonlar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, 102. Sim Matbaacılık Ltd. Ankara.

32. Todar, K. The Genus Bacillus, University Of Wisconsin- Madison. Department Of Bacteriology, 2003.
33. U.S. Food & Drug Administration. Web sitesi. www.vet.cfsan.fda.gov
34. Ünlütürk, A., Turantaş, F., Gıda Mikrobiyolojisi, Ege Üniversitesi, Mengi Tan Basımevi, Birinci Baskı, Çınarlı- İzmir (1998).
35. Valero, M., Salmeron, M.C (Antibacterial activity of 11 essential oils against Bacillus cereus in tyndallized carrot broth, I J Food Microbiology, 85, 73-81, 2003)
36. Velluti, A., Sanchis, V., Ramos, A.J., Marin, S., effects of essential oils of cinnamon, clove, lemon grass, oregano and palmarosa on growth of and fumonisin B1 production by Fusarium verticillioides in maize, 2004, J of the Sci of Food and Agriculture, 84, 1141-1146.
37. Wendakoon, C.N., Sagaguchi, M., Inhibition of amino acid decarboxylase activity of Enterobacter aerogenes by active components in spices, J. Food Protect. 58, 280-283, 1995).
38. Wijnands, LM.; Dufrenne, JB.; Van Leusden, FM., Characterization of Bacillus cereus, 2002.
39. www.biology.kenyon.edu
40. www.en.wikipedia.org
41. Yuste, J., and Fung, D.Y.C., Inactivation of Listeria monocytogenes Scot A 49594 in apple juice supplemented with cinnamon, J Food Protection, 2002, 65, 1663-1666.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İzmit' te doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İzmit' te tamamladı. Üniversite eğitimine 1998 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde başladı. 2002 yılında Biyolog olarak mezun oldu. 2003 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Şu anda Gebze Uğur Dershanesinde Biyoloji Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.