

**FARKLI SİRKE ÇEŞİTLERİ VE
KONSANTRASYONLARININ SALATA
BİLEŞENLERİNİN DEZENFEKSİYONUNDA
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Servet ELHAN

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Bülent ÇETİN
2014
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI SİRKE ÇEŞİTLERİ VE KONSANTRASYONLARININ
SALATA BİLEŞENLERİNİN DEZENFEKSİYONUNDA
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Servet ELHAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her Hakkı Saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI SİRKE ÇEŞİTLERİ VE KONSANTRASYONLARININ SALATA
BİLEŞENLERİNİN DEZENFEKSİYONUNDA KULLANIM İMKANLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Bülent ÇETİN danışmanlığında, Servet ELHAN tarafından hazırlanan bu çalışma 24/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Selahattin SERT

İmza :

Üye : Doç. Dr. Neslihan DİKBAŞ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Bülent ÇETİN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 25/12/2014 tarih ve 51/1725 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SİRKE ÇEŞİTLERİ VE KONSANTRASYONLARININ SALATA BİLEŞENLERİNİN DEZENFEKSİYONUNDA KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Servet ELHAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bülent ÇETİN

Çalışmada sirkenin salata bileşenlerinin dezenfeksiyonunda kullanım imkanları araştırılmıştır. Öncelikle piyasada bulunan üç farklı firma ve iki farklı hammaddeden üretilen 6 sirke çeşidinin gıda kökenli patojen ve bozucu mikroorganizmalar üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla DD (Disk Difüzyon) ve MIK (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu) analizleri gerçekleştirilmiştir. Böylece sirkelerin etki spektrumları ve kullanılabilecek uygun dilüsyon miktarı belirlenmiştir. Tespit edilen sirke konsantrasyonunun üründe denenmesi amacı ile Erzurum piyasasından temin edilen ve salata bileşiminde kullanılan havuç, hıyar ve marul örnekleri *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilmiştir. Kontamine numuneler %3 sirke çözeltisinde 0, 5, 15 ve 30 dk tutularak dekontaminasyon etkinliği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda her iki mikroorganizma sayısında en az 1 log birimlik düşme tespit edilmiştir. Denemede sirke konsantrasyonu ve muamele süresinin dekontaminasyonda önemli bir parametre olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak %3 gibi düşük bir sirke konsantrasyonunun salata dezenfeksiyonunda kullanılabileceği belirlenmiştir.

2014, 46 Sayfa

Anahtar Kelimeler: sirke, dezenfeksiyon, salata, *E. coli*, *S. aureus*

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE USAGE OF DIFFERENT VINEGAR TYPE AND CONCENTRATION FOR DISINFECTION OF SALAD COMPONENTS

Servet ELHAN

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bülent ÇETİN

In this study, usage of vinegar for disinfection of salad components was investigated. Six Vinegars produced by three different firms using two raw materials were investigated for antimicrobial effects on foodborne pathogen and spoilage bacteria. By this way, analysis of DD (Disc Diffusion) and MIK (Minimal Inhibition Concentration) were realized and effect spectrums of vinegars and optimum concentrations were researched. In order to determine of vinegar optimum concentration on the product; the vegetables which are used mostly in salad: carrot, cucumber and lettuce samples were contaminated with *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. Contaminated samples were waited for 0, 5, 15, 30 minutes in vinegar solution (%3) and effect of decontamination was analyzed. At the end of the research, recession was determined as 1 log. In the test it was seen that vinegar concentration and time of process are important parameters in decontamination. As a result, it is indicated that a low vinegar concentration as 3 per cent is usable in salad decontamination.

2013, 46 pages

Keywords: vinegar, disinfection, salad, *E. coli*, *S. aureus*

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca, çalışmamın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkıları ile beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım esnasında değerli yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Fatih İRTEM ve Samet ATILLA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca gerek maddi ve gerekse manevi desteklerini esirgemeyen Uğur YILMAZ, Cevdet AKGÖK ve diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve destekleyen aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Servet ELHAN

Aralık, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Sirke örneklerinin pH ve asitlik derecelerinin belirlenmesi	22
3.2.2. Denemede kullanılan mikroorganizmaların çoğaltılması.....	22
3.2.3. Denemede kullanılan sirkelerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi	23
3.2.3.a. Denemede kullanılan sirkelerin disk difüzyon testi	23
3.2.3.b. Denemede kullanılan sirkelerin minimal inhibisyon konsantrasyon değerleri.....	23
3.2.4. Salata bileşenlerinin <i>E. coli</i> ve <i>S. aureus</i> ile inokülasyonu.....	24
3.2.5. Sirkenin <i>E. coli</i> üzerine inhibisyon etkisinin belirlenmesi.....	24
3.2.6. Sirkenin <i>S. aureus</i> üzerine inhibisyon etkisinin belirlenmesi	24
3.2.7. İstatistiksel analizler	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
4.1. Denemede Kullanılan Sirkelerin pH ve Asitlik Dereceleri	26
4.2. Denemede Kullanılan Sirkelerin Disk Difüzyon Test Sonuçları	26
4.3. Kullanılan Sirkelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon Test Sonuçları	31
4.4. Sirkenin <i>E. coli</i> Üzerine İnhibisyon Etkisinin Belirlenmesi	33
4.5. Sirkenin <i>S. aureus</i> Üzerine İnhibisyon Etkisinin Belirlenmesi	35
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	47

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
µl	Mikrolitre
BPA	Baird Parker Agar
DD	Disk Difüzyon
g	Gram
kob/g	Koloni Oluşturan Birim/Gram
kob/ml	Koloni Oluşturan Birim/Mililitre
L	Litre
Log	Logaritma (10 tabanına göre)
MIK	Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
mL	Mililitre
mm	Milimetre
MRS	De Man, Rogosa and Sharpe Agar
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
VRB	Violet Red Bile Agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Fermente olabilen şekerlerin iki aşamalı oksidasyonu	7
Şekil 4.1. <i>Salmonella</i> Typhimurium disk difüzyon test sonuçları	27
Şekil 4.2. Minimal inhibisyon konsantrasyonu testinin mikroplatede yapılışı.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Denemede kullanılan bakteri suşları.....	21
Çizelge 4.1. Farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerin pH ve asitlik dereceleri	26
Çizelge 4.2. Farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerin antimikrobiyal özellikleri.....	27
Çizelge 4.3. Farklı sirke çeşitlerinin DD ortalamaları	31
Çizelge 4.4. Disk difüzyon testine ait varyans analizi	31
Çizelge 4.5. Sirke konsantrasyonları MIK değerlerinin belirlenmesi	3
Çizelge 4.6. Farklı sürelerde bekletilen salata bileşenlerinden <i>E. coli</i> inhibisyonu.....	34
Çizelge 4.7. <i>E. coli</i> 'nin inhibisyonu üzerine farklı salata bileşenleri ve sürenin etkisine ait varyans analizi	34
Çizelge 4.8. Farklı salata bileşenlerine ait <i>E. coli</i> ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	35
Çizelge 4.9. Farklı süre uygulamalarına ait <i>E. coli</i> ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	35
Çizelge 4.10. Farklı sürelerde bekletilen salata bileşenlerinde <i>S. aureus</i> inhibisyonu	36
Çizelge 4.11. <i>S. aureus</i> 'un inhibisyonu üzerine farklı salata bileşenleri ve sürenin etkisine ait varyans analizi	36
Çizelge 4.12. Farklı salata bileşenlerine ait <i>S. aureus</i> ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	37
Çizelge 4.13. Farklı süre uygulamalarına ait <i>S. aureus</i> ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	37

1. GİRİŞ

Gıda güvenliği gıdanın vazgeçilmez bir özelliğidir. Özellikle salatalar gibi ısıl işlem uygulanmadan üretilen, hazırlanması ve üretimi esnasında kontaminasyonlara maruz kalabilen ürünler tüketici sağlığını tehdit eden gıdalardandır. Salata; evlerde, işyerlerinde ve restoran gibi çok farklı ortamlarda üretilen ve tüketilen bir gıdadır.

Gıda maddeleri üretimi ev ortamından endüstri alanına geçtikçe, gıdalardan insanlara bulaşan klasik enfeksiyonlar önemini kaybetmektedir. Buna karşılık *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Yersinia* vb. patojen mikroorganizmalar gıdanın üretiminde tekniğine uygun yapılmayan temizlik, dezenfeksiyon veya teknolojik yanlışlar neticesi gıda orijinli hastalıklara neden olmaktadır. Çiğ olarak tüketilen, her hangi bir ısıl işlem görmeden tüketilen sebzelerin ve bunlardan yapılan salataların mikrobiyolojik olarak yüksek orandaki yükü ve bunun neticesi olarak da hijyenik riski bilinmektedir (Arıcı vd 2003).

Salataların hazmı kolay, enerji açısından fakir ve sağlıklı beslenmenin temelinde olmaları salatalara olan talebi arttırmıştır. Ayrıca bu gıdaların taze, vitamince zengin olması insanların beslenmesinde önemli bir rol almasında etkili olmuştur. Büyük mutfaklarda ve yemek fabrikalarında yarı hazır ürünler, gelişmiş ülkelerde yıllardan beri yerini almış bulunmakta, ayrıca küçük işletmelerde de hazırlanıp tüketime sunulmaktadır. Bu gıdaların başında taze sebze salataları; özellikle marul, domates, hıyar, havuç ve lahana gelmektedir. Yapıları itibarıyla bu ürünler yüksek mikrobiyal yüke sahiptirler (Arıcı vd 2003).

Son yıllarda sağlıklı ve bilinçli beslenmenin önem kazanması, ev haricinde yeme alışkanlıklarının artması gibi bir takım sebeplerden dolayı, sebze ve meyve tüketiminde bir artış meydana gelmiş. Tüketimde meydana gelen bu artış bu ürünlerden kaynaklanan gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık vakalarının artmasına neden olmuştur (Şengül ve Karapınar 2006).

Hayvansal gıdalara nazaran, çiğ sebzelerde patojen mikroorganizmalara daha az miktarda rastlanmaktadır. Ancak sebzelerde kesme, doğrama, parçalama, sıkma gibi işlemler sonrası bu ürün grubu da patojen kontaminasyonuna ve üremesine daha uygun hale gelmektedir (ICMSF 1998).

Birçok virüs ve bakteri taze ürünlere bulaşarak gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklara neden olmaktadır. Tespit edilen vakaların %50'sinden fazlasında etiyolojik ajanı tespit edilmiştir. Sonuç olarak tanımlanan birçok vakanın bakteri orjinli olduğu ve genellikle en çok karşılaşılan bakterinin de *Salmonella* türleri olduğu belirtilmiştir (Roever 1998).

Salmonella türleri, dışkı ve lağım suları gibi fekal materyallerde bulunmaktadır. Bu nedenle toprak ve gıdaların bu materyaller ile temas etmesi durumunda sebze ve meyvelere bulaşma gerçekleşmektedir (ICMSF 1996).

Salmonella'nın doğal kaynağı hayvanlar olmasına karşın bazı sero tipleri sebze ve meyvelere bulaşarak insanda enfeksiyonlara sebep olmaktadır. *Salmonella* Chester, *Salmonella* Poana, *Salmonella* Maimi, *Salmonella* Barailly, *Salmonella* Oranienburg ve *Salmonella* Javiani çiğ meyve ve sebze tüketimi sonucu oluşan enfeksiyon vakalarında etmen olarak bulunan bazı *Salmonella* serotipleridir (Şengül ve Karapınar 2006).

Herhangi bir ısıtma işlemi yapılmadan tüketilen sebzelerde bulunan patojen mikroorganizmaların uzaklaştırılmaları ve dekontaminasyonları ile alakalı birçok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalarda genellikle klor gibi kimyasal dezenfektanlar kullanılmış. Fakat günlük kullanımı yaygın olan limon suyu ve sirke gibi doğal ürünlerin antimikrobiyal etkileri hakkında ise yeterli sayıda araştırma yapılmamıştır (Şengül ve Karapınar 2006).

Gelişen bilim ve teknolojiye rağmen gıda kaynaklı hastalıkların insidensinde önemli bir azalış sağlanamamakta ve kontamine gıdaların tüketilmesi sonucu dünyada her yıl milyonlarca insan tedavi altına alınmakta ve bunlardan bazıları hayatını kaybetmektedir. Hızlı kentleşme ve ulaşım olanaklarının artması, yaşam tarzı ve beslenme

alışkanlıklarının değişmesine neden olurken, ev dışında beslenme ihtiyacını da artırmıştır. Bu ihtiyaca cevap veren işletmeler daha fazla tüketime hazır günlük gıda üretmek zorunda kalmaktadır. İşte bu noktada teknolojik, hijyenik ve denetimsel eksiklikler sonucunda gıda kaynaklı mikrobiyel hastalıklarda artış gözlenmektedir (Gülmez vd 2006).

Tüketime hazır gıdaların özellikle *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringes*, *Bacillus cereus* ile diğer bazı patojenler yönünden risk taşıyabileceği ortaya konulmuştur. Bu gıdalarda mikroorganizmaların bulunmasının sebepleri arasında gıda da mikroorganizma yükünün fazla olması, yetersiz ısı işlemi, kontamine malzeme (baharat gibi), uygun olmayan ortamlarda muhafaza, yetersiz işletme hijyeni, çapraz kontaminasyon, bilinçsiz personel ve diğer faktörler sıralanmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıkların başlıca kaynağı olarak hayvansal gıdalar sayılmakla birlikte sebze, meyve ve bunlarla hazırlanan diğer gıdalarında hastalık insidenslerinde önemli yeri vardır. Üretimden tüketime kadar geçen bütün aşamalarda kontaminasyon mümkün olmakla birlikte, özellikle tarımda hayvan gübresinin kullanılması, kirli sularla sulama yapılması, üretim alanlarının kontamine olması gibi nedenlerle sebze ve meyveler hastalık etkenleriyle kontamine olmaktadır (Hitchins *et al.* 1992)

Çiğ olarak tüketilen sebzelerin çeşitli patojenlerle kontamine olduğu ve gıda orijinli hastalıklara sebep olduğu kaydedilmiştir (Beuchat 1996).

Aynı şekilde çiğ olarak tüketilen sebzelere çeşitli patojenlerin bulaşması sonucunda toplu zehirlenme vakaları da bildirilmiştir (Lary 1995).

L.monocytogeneses ile kontamine olmuş lahana salatasının *Listeria* enfeksiyonuna sebep olduğu bilinmektedir (Schlech *et al.* 1983).

Alberech *et al.* (1985) salatalarda bakteriyel kontaminasyonun fazla olduğunu, toplam bakteri sayısının yüksek düzeylere ulaştığını ve yoğun koliform kontaminasyonuna maruz kaldığını bildirmişlerdir.

Arıcı vd (2003) İstanbul ve Tekirdağ vilayetlerinden topladıkları Yarı hazır salata (mayonezsiz, katkısız) örneklerinin toplam canlı bakteri sayılarının $2,10^6$ kob/g ile 10^9 kob/g arasında değiştiğini tesbit etmişlerdir.

Alman Hijyen Mikrobiyoloji Derneği İhtisas Komisyonunca (DGHM-Arbeitsgruppe) salatalar için tespit edilen kritik toplam canlı sayısı $5,10^6$ kob/g olarak bildirilmişlerdir (Lack *et al.* 1996).

Salatalar üzerinde yapılmış benzer araştırmalarda salataların toplam canlı bakteri sayıları genel olarak 10^5 - 10^8 kob/g arasında tespit edilmiştir (Schüpbach *et al.* 1981; Hildebrandt *et al.* 1989; Anonymous 1990; Lack *et al.* 1996)

Salatalar üzerinde yapılan diğer bir araştırmada ise salataların hijyenik kalitesinin yeterli olmadığı, hatta yüksek risk grubundaki patojenlerle kontamine oldukları, hijyen açısından diğer gıdalardan daha riskli olduğu saptanmıştır (Martinez *et al.* 2000).

Odumeru *et al.* (1997) inceledikleri karışık salatalarda toplam aerob bakteri sayısını ortalama olarak $2,2 \times 10^5$ kob/g bulmuşlardır. Ayrıca örneklerin %12,5'inden *L. monocytogenes* izole etmişlerdir. Ancak, *Salmonella* spp. ve *Y. enterocolitica*'ya rastlanılmamıştır.

Kaneko *et al.* (1999) inceledikleri salata için hazırlanan çiğ sebzelerde toplam aerob bakteri sayısının $5,0 \times 10^5$ kob/g olduğunu ve örneklerin %77,8'inde 10^5 kob/g'dan fazla toplam aerob bakteri bulunduğunu ve ayrıca çeşitli sebzelerde koliform izolasyonunun %50'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar inceledikleri örneklerin %7,4'ünde de *Listeria* spp. tespit etmişlerdir.

Mosupye and Holy (1999) inceledikleri salataların %25'inde *B. cereus* izole etmişlerdir.

Sogoo *et al.* (2003) inceledikleri salata örneklerin %3'ünde *E. coli*'nin 10^2 - 10^5 kob/g seviyesinde bulunduğunu, bir örnekte *L. monocytogenes* bulunduğunu, ancak *Salmonella* bulunmadığını bildirmişlerdir.

Sebzeler ve sebze salatalar çiğ olarak tüketildiklerinden dolayı hijyenik kalitesi oldukça önemlidir. Bu önemine binaen toplu gıda üretilen ve tüketilen yerlerde salataların hijyenik kalitesi işletmenin kalitesinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yapılan bir araştırmada okul mutfaklarında HACCP sistemi üzerinde çalışırken, en önemli kritik kontrol noktasının salataların hijyenik kalitesi olduğu ve bu noktanın personel hijyeni ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Salleh *et al.* 2003).

Ispanak, marul, alfalfa filizleri ve karışık salata gibi taze ürünlere ilişkin gıda patojenlerinin neden olduğu salgınların %21'inin *Escherichia coli* O157:H7'nin sebep olduğu bildirilmiştir (Azizkhani *et al.* 2013).

Temiz *et al.* (2011) yaptıkları bir araştırmada Ankara'daki yerel pazarlardan toplanan bazı yapraklı sebzelerin mikrobiyal kontaminasyon düzeyleri belirlenmiştir. Alınan 16 örneğin 13'ünde *Escherichia coli* tespit edilmiştir.

Staphylococcus aureus; Micrococcaceae familyasından bakteri türü olup gram (+) bir bakteridir. İnsan ve diğer sıcakkanlı hayvanlarda enfeksiyonlara neden olurlar. Deride apseler, fronkül (sivilce), sikozis (sakal-kıl kökleri yangısı), kan çıbanı, hidroadenit (ter bezi yangısı), arpacık, deri döküntüleri gibi hastalıklar meydana getirirler. Pasta, süt, krema, et gibi karbonhidrat ve proteinli besin maddeleri içerisinde üreyerek yaptıkları enterotoksinlerin ağız yolu ile alınması sonucunda da besin zehirlenmeleri ve enteritlere yol açarlar. Toplumda *S. aureus* taşıyıcılığı belirli oranlarda mevcut olup, bu kişilerin gıda ile teması ilgili mikroorganizmanın ürüne bulaşmasına neden olur (Bilgehan 2000).

S. aureus patojen bir bakteridir, intoksikasyon tipi gıda zehirlenmelerine neden olur. İşlem görmüş gıdalarda bulunmasına izin verilmez. Ancak, çiğ et gibi gıdalarda az sayıda bulunmasına izin verilebilir. Gıdadaki varlığı her zaman zehirlenme yapacağı

anlamına gelmez. Toksin oluşturması gıdanın asitliği, su aktivitesi vb. faktörlere bağlıdır (Tükel ve Doğan 2000).

Escherichia coli; Gram (-) bir bakteridir. Bağırsak florasının normal bir üyesi olan *E. coli* ile konak organizma arasında uyumlu bir ilişki olduğundan bakteri normalde hastalık yapmaz. Bazı *E. coli* tipleri ise bulundukları hayvan için zararsız olmalarına rağmen insana geğtiklerinde hastalık yapabilirler. Bu hastalıklar arasında başlıca ishalleri hastalıklar olmakla beraber idrar yolu enfeksiyonları, menenjit, peritonit, mastit, sepsis ve pnömoni de sayılabilir. *E. coli* 'nin, tavuk, dana ve başka hayvanlarda da hastalık yapabildiği gösterilmiştir (Bilgehan 2000).

E. coli sıcakkanlı hayvanların (memeliler ve kanatlılar) bağırsak sistemlerinde bulunur. Bu nedenle her hangi bir örnekte *E. coli* 'ye rastlanması, o örneğe doğrudan ya da dolaylı olarak fekal bulaşmanın varlığının göstergesidir (Çakır 2000).

Eskiden sirke, sadece sofralarda tüketilmekle kalmamış; tarla işlerinde, kara ve deniz seferlerinde serinletici bir içecek olarak da kullanılmıştır. Günümüzde ise sirke, sadece yemeklerde, salatalarda değil turşu yapımında da kullanılır. Mayonez, salça, salamura, hardal gibi gıda maddelerinin hazırlanmasında ve konserve edilmesinde, ayrıca az miktarda antiseptik olarak da kullanılmaktadır (Plessi 2003; Tan 2005).

Sirke değişik hammaddelerden farklı yöntemlerle elde edilen bir fermantasyon ürünüdür. Sirke denildiğinde asetik asit fermantasyonu ile alkolün asetik aside dönüştürüldüğü fermantasyon ürünü anlaşılmaktadır (Aktan ve Kalkan 1998; Plessi 2003).

TSE 1880 EN 13188 sirke standardına göre sirke; "Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermantasyonuyla, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün" olarak tanımlanmaktadır. Bu standartta sirke çeşitleri, üretiminde kullanılan hammaddelere göre; şarap sirkesi, meyve sirkesi, meyve şarabı sirkesi, elma şarabı sirkesi, alkol sirkesi, tahıl sirkesi, malt sirkesi, aromalı sirke ve diğer sirkeler

olarak verilmiştir. Bunlardan şarap (üzüm) sirkesi ‘biyolojik yolla asetik asit fermantasyonu ile sadece şaraptan (sadece taze üzümden elde edilen şarap) elde edilen sirke’’ şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2003).

Sirke FAO/WHO gıda standartlarına göre şöyle tanımlanmaktadır; sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonu ile, nişasta ve/veya şeker içeren tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır (Anonim 2000).

Ülkemizdeki sirke işletmelerinin bir kısmının sirke içine sentetik asetik asit katkıları sanılmaktadır. Bu sebeple doğal fermantasyon sirkelerinin bileşimlerinin tespiti ile bunlara katılan sentetik asetik asidin ayırt edilebilmesi büyük önem arz etmektedir. Şeker içerikli ürünlerden sirke oluşumu etil alkol fermantasyonu ve asetik asit fermantasyonu olmak üzere 2 aşamalı bir süreçtir. Sirke fermantasyonu oksidatif bir fermantasyondur. Etil alkolün hava (oksijen) varlığında *Acetobacter* spp. tarafından sirke asidine ve suya okside olmasıdır (Türker 1993; Özkaya vd 1991; Plessi 2003).

Sirke oluşum mekanizması Şekil 1.1’de verilmiştir (Aktan ve Kalkan 1998; Plessi 2003).

1. Aşama (Alkol fermantasyonu)

Anaerobik



2. Aşama (Asetik asit fermantasyonu)

Aerobik



Şekil 1.1. Fermente olabilen şekerlerin iki aşamalı oksidasyonu

1. Aşama şekerin etil alkole fermantasyonu (anaerobik koşullar) 2. Aşama etil alkolün asetik aside fermantasyonu (aerobik koşullar)

Sirkenin kalitesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi kullanılan hammaddedir. Hammaddenin bileşimi, sirke bileşimin de doğrudan etkilidir. Hammaddenin bileşimi ise iklim, çeşit, toprak koşulları ve yetiştirme teknikleri gibi parametrelere göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Prescott *et al.* 1959; Morales *et al.* 2004).

Sirke etil alkolden asetik asit fermantasyonu sonucu elde edildiğine göre, alkol elde edilebilen şekerli ürünlerden, şekere dönüşebilen hububat gibi nişastalı hammaddelerden veya ispirotodan sirke yapılabilir. Kullanılacak hammaddenin seçimi sirke üretilecek bölgedeki yetiştirilen ürün miktarı ve fiyatlarına bağlıdır (Aktan ve Kalkan 1998).

Ülkemizde yürürlükte olan standarda göre sirke çeşitleri, üretiminde kullanılan hammaddelere göre; meyve sirkesi, şarap sirkesi, meyve şarabı sirkesi, elma şarabı sirkesi, tahıl sirkesi, alkol sirkesi, malt sirkesi, aromalı sirke ve diğer sirkeler olarak verilmektedir. Bunlardan şarap (üzüm) sirkesi biyolojik yolla asetik asit fermantasyonu ile sadece şaraptan (sadece taze üzümünden elde edilen şarap) elde edilen sirke şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2003).

Sirkenin kalitesini etkileyen ikinci faktör ise üretim teknikleridir (Prescott *et al.* 1959; Morales *et al.* 2004).

Sirke üretiminde sirkeleşmeye etki eden faktörler; sıcaklık, alkol, hava (oksijen varlığı) ve kullanılan mikroorganizma çeşidi gibi faktörlerdir. Genellikle sirke bakterilerinin optimum çalışma sıcaklıkları 28-30°C aralığındadır. Sirke bakterilerinin faaliyeti 15°C'den aşağıya düşüldükçe giderek yavaşlar ve 40°C'nin üstündeki sıcaklıklar ise sirke bakterileri için tehlikeli sayılır (Türker 1963; Plessi 2003).

Acetobacter, *Acetobacteraceae* familyasından genç hücreleri gram negatif, yaşlı hücreleri gram değişken, spor oluşturmayan, oksijenli solunum yapan, katalaz pozitif, çubuk şeklindeki bakterileri içeren cinstir. Sirke üretimi için anahtar mikroorganizma

Acetobacter spp. dir. *Acetobacter aceti*, *Acetobacter lovaniensis*, *Acetobacter liquefaciens*, *Acetobacter pastorianus* ve *Acetobacter hansenii* suşları yaygın olarak bilinen asetik asit bakterileridir. Kullanılan bakterinin özelliklerine bağlı olarak sirke üretimi için gerekli olan oksijen ihtiyacı, optimum sıcaklık aralığı ve reaksiyon süresi değişir (Özkaya vd 1991; Plessi 2003).

Asetik asit bakterileri mezofilik mikroorganizmalardır ve optimum gelişme aralığı 25-34 °C dir. Optimum gelişim sıcaklık aralığının üzerinde bakteri aktivitesi yavaşlar, önemli enzimler hasar görür. *A. aceti*, asetik asidin toksik etkisinden olumsuz etkilenerek membran hasarı oluşturur (Fregapane *et al.*, 2001). Asetik asit bakterilerinin optimum pH aralığı ise 5,0-6,5 dır (De Ley *et al.*, 1984).

Şaraplarda pH 3,02-3,85 aralığında olup; bu aralıkta asetik asit bakterilerinin geliştiği gözlenmiştir. Ancak; asetik asit bakterilerinin düşük pH aralığında gelişimi etanol konsantrasyonu ve ortam oksijeni gibi parametrelere bağlıdır (Kittelman *et al.*, 1989).

Sirke bakterileri en çok %13'lük alkole dayanırlar ve daha yüksek oranlarda alkol içeren ortamlarda çalışmazlar, dolayısıyla sirkeleşecek şaraptaki alkol oranı yüksek ise en uygun olarak alkol oranı %10 olacak şekilde su ilave edilir. Diğer taraftan ortamda alkol kalmayınca sirke bakterileri ihtiyaçları olan enerjiyi sağlayabilmek için asetik asidi parçalamaya başlarlar buna 'üst oksidasyon' denir. Üst oksidasyonun önüne geçmek için sirkeleştirilen sıvıdaki alkol oranı %0,5'e düştüğünde sirkeleşmeye son verilir. Asetik asit fermantasyonu aslında bir oksidasyon olduğundan, sirkeleşmede mutlaka havaya ihtiyaç vardır. Sirkeleşecek sıvının hava sathı ne kadar geniş olursa sirke bakterileri o nispette hızlı çoğalır ve sirkeleşme o denli hızlı olur (Türker 1963; Özkaya vd 1991).

Sirke üretim yöntemleri:

1. Yavaş Yöntem

- a. Basit Yavaş Yöntem
- b. Orleans (Fransız) Yöntemi
- c. Pastör Yöntemi (Geliştirilmiş Orleans Yöntemi)

2. Çabuk Yöntem (Alman Yöntemi)- Zincirleme Reaksiyonu

- a. Schützenbach Yöntemi
- b. Jeneratör Yöntemi
- c. Diğer Jeneratörler ile Sirke Yapma Yöntemleri

3. Derin Kültür Yöntemi (Submers Yöntemi) olmak üzere 3 ana başlık altında toplanabilir.

Yavaş yöntemde (yüzey kültür yöntemi) sirkeleşme, alkollü sıvının; fıçı, fermantasyon için uygun bir tank vb. büyük bir kap içinde uzun süre tutulması ile gerçekleştirilir. Sirkeleştirilecek şarap, içine bir miktar pastörize edilmemiş iyice keskin bir sirke konulduktan sonra sıcak bir alanda asetik asit fermantasyonuna terk edilir. Sirkeleşmenin bittiği alkol ve asit miktarının tayini ile anlaşılabilceği gibi asetik asit bakterilerinin sıvının yüzeyinde oluşturdıkları zarın dibe çökmesi de sirkeleşmenin bittiğine dair fikir verebilir. Bu yöntemle sirke üretimi 6-8 hafta içinde tamamlanmaktadır (Türker 1963; Özkaya vd 1991; Aktan ve Kalkan 1998; Plessi 2003; Ünal 2007).

Hızlı yöntem ülkemizde sirke üreten işletmelerde kullanılan bir yöntem olup, bu yöntemi Frings yöntemi de denilmektedir. Bu yöntem sirkeleşmenin gerçekleşeceği yüzey alanını asetik asit bakterisinin tutunacağı taşıyıcı bir materyalle genişletilerek,

sirkeleşme süresini kısaltmayı hedef almaktadır. Sirkeleşme için hava sirkülasyonunu sağlayacak bir düzeneğe donatılmış tahta veya çelik tanklar kullanılır. İdeal fermantasyon sıcaklığı 27-30°C civarındadır. Hızlı yöntem sirke kaplarına jeneratör adı verilir, hızlı yöntemle sirke üretimi yaklaşık 3-7 gün sürer (Türker 1963; Özkaya vd 1991; Plessi 2003; Ünal 2007).

Derin kültür yöntemi (submers yöntemi) dolgu materyali olmaksızın çalışan ve yüzeyde değil mayşe içinde çoğalan bakteriler ile sirke üretimi yapılır. Bu yöntemle sirke üretiminde kullanılan ekipmanlara asetatör adı verilir. Submers yönteminde kullanılan asetatörler 1950'li yıllarda geliştirilmiş ve bu yöntem ilk olarak bu yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan bu ekipmanlarla sirke bakterisi ile aşılanmış şarap veya sirkeleşecek alkollü sıvı içerisine, maya üretiminde olduğu gibi çok ince kabarcıklar halinde hava verilir. Böylece sirke bakterileri havayla sıvı içinde bulunur ve çalışırlar. Yapılan çalışmalara göre aynı miktar alkolün sirkeleşmesi diğer endüstriyel yöntemlere oranla bu yöntemde yaklaşık 30 kat daha çabuk olmaktadır (Türker 1963; Aktan ve Kalkan 1998; De Ory *et al.* 2002; Plessi 2003; Ünal 2007).

Günümüzde sirke üretiminde genellikle derin kültür yöntemi kullanılmaktadır. Üretim maliyetleri ve proses hızı göz önüne alındığında jeneratör yöntemi, derin kültür yöntemine göre daha yavaş ve pahalı olduğu için, endüstriyel düzeyde daha çok derin kültür fermentörleri tercih edilmektedir. Endüstriyel anlamda ticari amaçla büyük miktarlarda üretim yapan işletmeler için Submers yöntemi en uygun yöntem iken küçük çaplı ve ev tipi üretimlerde kullanılan yöntemin yavaş yöntem olduğu kabul edilebilir (De Ory *et al.* 2002).

Sirkenin %80 gibi büyük bir kısmını su oluşturmaktadır, geriye kalan %20'lik kısım ise organik asitler, alkol, polifenoller, amino asitler vb. 'den oluşmaktadır (Casale *et al.* 2006). Sirkenin bileşimi, farklı yönlerden ve bilhassa doğal ve yapay sirkelerin ayrımı bakımından önemlidir (Şahin 1982; Kirk and Sawyer 1991). Çünkü, konsantre asetik asidin sulandırılması ile elde edilen yapay sirkenin kullanımı pek çok ülkede yasaktır. Doğal sirkeler fermantasyon yoluyla elde edilir ve bu sirkeler ile yapay sirkeler

birbirlerinden bileşimlerinin analiz edilmesiyle kolaylıkla ayırt edilebilir. Yapay sirke, su ve asetik asitten başka herhangi bir madde içermediğinden büyük ölçüde renksizdir (Şahin 1982). Bununla beraber, asetik asit fermantasyonu sırasında oluşan bazı fermantasyon yan ürünleri (B1 vitamini, riboflavin, nikotinik asit, pantotenik asit, pridoksin vb.) de içermediğinden yapay sirke ile doğal sirke kolayca ayırt edilebilir (Kirk and Sawyer 1991).

Değişik hammaddelerden elde edilen sirkelerin belirlenmesi bakımından sirkenin bileşimi önem taşımaktadır. Örneğin, malt ve şarap sirkesinde malik asit bulunmazken, elma sirkesi bu asidi içermektedir. Ayrıca, sirkenin bileşimi beslenme yönünden de önemlidir (Şahin 1982; Kirk and Sawyer 1991).

Doğal sirkeler fermantasyon yoluyla elde edilir ve bu sirkeler yapay sirkelerden bileşimlerinin analiz edilmesi yoluyla kolaylıkla ayırt edilebilir (Akbaş 2008).

Sirkenin bileşimi ilgili yasa ve tüzüklere uygunluğun kontrolü bakımından da önemlidir. Diğer gıda maddelerinde olduğu gibi her ülkenin yasa ve tüzükleri sirkede bazı maddelerin miktarını sınırlayarak tüketicinin korunmasını amaçlamıştır (Şahin 1982).

Yapay sirkeler asetik asit fermantasyonu sırasında oluşan bazı fermantasyon yan ürünlerini (tiamin, riboflavin, pantotenik asit, nikotinik asit vb.) içermediği için doğal sirke ile yapay sirke kolayca ayırt edilebilir (Aydın 2013).

Gerbi *et al.* (1998), İtalyan, Fransız, İspanyol ve İsveç marketlerinden toplanan elma, şarap ve alkol sirkelerini kimyasal bileşimlerini (yoğunluk, toplam asit, uçur asit, kuru madde, kül ve kül alkaliliği, pH) incelemişler ve bu sirkeleri bileşimlerine göre tanımlamışlardır. Çalışma sonucunda, elma ve şarap sirkelerinin kimyasal bileşiminde bulunan maddelerin miktarının, sitrik asit ve alkol miktarı dışında, alkol sirkesine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Öte yandan, kuru madde miktarı bakımından en zengin sirkenin elma sirkesi olduğunu, bunu sırasıyla şarap sirkesi ve alkol sirkesinin izlediğini, şarap sirkesinin tartarik asit bakımından, elma sirkesinin malik asit ve laktik

asit bakımından ve alkol sirkesinin ise sitrik asit bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir. Fenol bileşikleri bakımından ise en zengin olan sirkenin elma sirkesi olduğunu açıklamışlardır. Mineral maddeler bakımından şarap sirkesinin potasyumca oldukça zengin olduğunu, yüksek alkollerin miktarının elma ve şarap sirkelerinde alkol sirkesine göre daha fazla bulunduğu ve elma sirkesinin diğerlerine göre oldukça fazla miktarda sorbitol içerdiğini saptamışlardır.

Bugün antibiyotiklerin hakkından gelemediği başlıca bakteriler olan *Pseudomonas* ve *Proteus* spp sirke ile inaktif hale gelebilir. Buke ve Bilgehan, (1972)'nın yaptıkları araştırmalarına göre sirke kuvvetli antimikrobiyal etkiye sahiptir. Kaynamış ve kaynamamış sirkelerin en etkili olduğu bakteriler *Pseudomonas* spp'dir ve bakteri sirke ile 2 dk temas edince üreme kabiliyetini kaybetmektedir. Sirke ile kısa süre temasta olan *Proteus* ve *Escherichia coli* bakterilerinin de üreme kabiliyetlerini kaybettikleri rapor edilmiştir.

Sirke sadece dezenfektan ve çeşni artırıcı bir gıda olmayıp birçok faydaları olduğu bilinmektedir. Ülkemizde değişik amaçlarla sirke kullanımı yaygındır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- Bağışıklık sistemini güçlendirerek nezle, grip, boğaz ağrıları gibi enfeksiyonlara yakalanmayı engeller.
- Sirke sindirimi kolaylaştırır, hazımsızlığa iyi gelir ve iştahı açar. Bu sebeple birçok yemek ve salatalarda tat ve çeşni için kullanılır.
- Ayrıca bağırsak gazına ve kabızlığa iyi gelir.
- Sirke mide hararetini giderir, safrayı keser, safra rahatsızlıklarına iyi gelir ve safra akıntısını tanzim eder.
- Kalp ve sinirleri kuvvetlendirmede düzenli olarak sirke - bal karışımı alınması tavsiye edilir.
- Sirke kandaki kolesterolü düşürerek kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu rol oynar. İçerdiği doğal asitler ve enzimlerle kanın daha sağlıklı ve ince akmasını sağlar.

- Sirke yüksek miktarda kalsiyum, yani kemik ve dişler başta olmak üzere insan vücudunun en temel minerallerinden birini ihtiva etmektedir. Böylece kemikleri mineral bakımından zenginleştirerek osteoporozu (kemik erimesi) önler.
- Kadınlarda adet ağrılarına karşı tesirlidir.
- Sirkeyle soğuk su karışımları en zararsız ateş düşürücü olarak kullanılabilir.
- Egzama ve yaralarda tedavi edicidir.
- Başta damarlar, karaciğer, böbrekler olmak üzere vücudu toksinlerden arındırır.
- İdrar yolları enfeksiyonlarında, sindirim bozukluklarında, kramplarda, yaban arısı sokmalarında, saçta kepekte, uyku bozukluklarında, kulak çınlamasında da tedavi amaçlı kullanılır.

Sirke asidi normal dozlarda dahi mikroorganizmaları öldürücü özelliğe sahiptir. Bu sebeple bazı salgın hastalıklara karşı tıbbi ve ciddi bir tedbir olarak hep tavsiye edilir (Anonim 2010).

Kondo *et al.* (2009) sirkenin zayıflama üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 12 hafta boyunca obez deneklere üç farklı 500 ml su vermişlerdir. Sular 0, 15 ve 30 ml sirke içerecek şekilde hazırlanmıştır. Deneklerin 12. hafta sonunda vücut ağırlığı, beden kitle indeksleri, bel çevresi ve serum trigliserit seviyeleri ölçülmüştür. Plesebo (%0 sirkeli su) ile mukayese edildiğinde her iki sirkeli su tüketiminin istatistiksel olarak ilgili parametrelerde düşüşe sebep olduğu görülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Salata ısıtıl işlem görmeden üretilen bir gıda olduğundan, kontaminasyona açık bir üründür. Konu ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir. Yüzyıllardan beri dünyada bilinen sirke üzerinde, ülkemizde ve diğer ülkelerde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Sirke doğal oluşu ve antimikrobiyal özelliğinden dolayı salata dezenfeksiyonunda da kullanılmaktadır.

Pamuk vd (2013) Afyonkarahisar’da satışa sunulan tüketime hazır bazı salata/mezelerin mikrobiyolojik kalitesini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında 2011-2012 döneminde Afyonkarahisar’da restoran, cafe ve çeşitli satış merkezlerini içeren 7 farklı özel işletmeye ait 261 salata/meze örneği (58 rus salatası, 52 sezar salatası, 45 ton balıklı salata, 57 akdeniz salatası, 49 çiğ köfte) mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. Örneklerde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB), *Staphylococcus aureus*, Enterobacteriaceae familyasına ait türler ve maya-küf sayıları belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda toplam 261 örneğin %55,1’inin >6 log kob/g düzeyinde TAMB içerdiği belirlenirken, %54’ünün >4 log kob/g düzeyinde Enterobacteriaceae familyasına ait türleri ve %13’ünün >2 log kob/g *S. aureus* içerdiği ortaya konmuştur. İncelenen örneklerden akdeniz salatası örneklerinin tamamında >6 log kob/g düzeyinde TAMB ve >4 log kob/g düzeyinde Enterobacteriaceae familyasına ait türlerin bulunması benzer şekilde ton balıklı salata ve sezar salatası örneklerinin de söz konusu bakteriyel ajanlarla sırasıyla %83,3 ve %86,6, %71,1 ve %75 oranında kontamine bulunması, çalışma kapsamında incelenen örneklerin halk sağlığı açısından risk teşkil edebileceğini ortaya koymaktadır.

Temiz et al. (2011) Ankara’daki yerel pazarlardan toplanan bazı yapraklı sebzelerin mikrobiyel kontaminasyon düzeylerini belirlemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında çeşitli yüzey dekontaminasyon işlemlerinin sebzeler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve koliform sayıları sırasıyla 6,20-7,14 log kob/g ve 3,39-4,91 log EMS/g düzeyinde bulunmuştur. İncelenen 16 örneğin 13’ünde *Escherichia coli* tespit edilmiştir. Çeşme suyuna daldırma işlemi,

sebzelerdeki mikrobiyel popülasyonun azaltılmasında etkili bulunmamıştır. TAMB ve koliform sayılarındaki azalma açısından klor (200 mg/L) ve asetik asit (%0,25, v/v) ile yıkama işlemleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. TAMB ve koliform sayılarındaki en fazla azalma, birbirini takip eden asetik asit ve klor uygulamasıyla elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre de asetik asidin gıda işletmelerinde ve ev düzeyinde yapraklı sebzelerin yüzey dekontaminasyon uygulamalarında klora alternatif olabileceği ortaya çıkmıştır.

Arıcı vd (2003)'de yaptıkları bir çalışmada salataların hijyenik durumunu araştırmışlardır. Bu amaçla mahalli marketlerden ve salatbarlardan 36 hazır salata örneği alınmıştır. Bu örnekler *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* sayısı bakımından incelenmiştir. Örneklerin 32'sinde *E. coli*'ye rastlanmış ve sayıları 25 ile 10^4 kob/g olarak bulunmuştur. 36 salata örneğinin 25'inde 12 ile $2,8 \times 10^3$ kob/g arasında değişen sayılarda *Staphylococcus aureus* tespit edilmiştir. Bu sonuçlar yarı hazır ve özellikle de mayonez gibi hassas katkı maddeleri ihtiva eden hazır salataların halk sağlığı bakımından risk oluşturduğunu göstermiştir.

Wu et al. (2000) yaptıkları çalışmada bütün haldeki maydanoz yapraklarını, asitliği %5,2 olan sirkede 5 dakika bekletmenin *Shigella sonne* sayısında (başlangıç sayısı 7,07 log) 6 log azalma sağladığını, %7,6 asetik asit içeren sirke ile 5 dakika bekletmenin sonucunda patojen sayısının doğrudan tespit edilemeyecek seviyeye indiğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar tarafından maydanozun %2,6'dan daha fazla asetik asit içeren sirke ile muamelesi sonucunda üründe renk kaybı ve keskin sirke kokusu oluştuğu ancak maydanozların 1 dakika çeşme suyu ile yıkanması durumunda bu problemlerin engellendiğini belirtmişlerdir.

Karapınar ve Gönül (1992) *Y. enterocolitica* ile inokule edilmiş ($8,6 \times 10^7$ ve $1,8 \times 10^7$ kob/g) maydanozların dezenfeksiyonu amacıyla %30-%50 sirke ve %1-%5'lik asetik asit çözeltilerini kullanmışlardır. Bu araştırmacılar maydanozların, %2-5 asetik asit veya %40-50 sirke konsantrasyonlarında 15 dakika bekletmeleri durumunda *Y. enterocolitica* hücrelerinin tamamen öldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar %5'lik asetik

asetik konsantrasyonunda 30 dakika bekletme sonucunda da mezofilik aerobik mikroorganizma sayısının tespit edilemeyecek düzeye indiğini belirtmişlerdir.

Şengül ve Karapınar (2006) yaptıkları çalışmada bazı sebzelere inokule edilen *Salmonella* Typhimurium'un limon suyu ve sirke ile inaktivasyonunu incelemişlerdir. Bu çalışmada sebzelerin limon suyu, sirke gibi doğal inhibitör maddelerle yıkanmaları durumunda *Salmonella* hücreleri üzerine göstermiş oldukları antimikrobiyal etki saptanmış, hangi ürünlerde hangi antimikrobiyal ajanın daha etkili olduğu ve maksimum antimikrobiyal etkinin gözlemlendiği süreler istatistiksel olarak da belirlenmiştir. Ayrıca önemli gıda patojenlerinden biri olan *Salmonella* Typhimurium'un çiğ olarak tüketilen farklı sebze ürünlerine inokulasyonu sonrası 20°C'de 24 saat sonunda göstermiş olduğu davranış şekli incelenmiştir. Analiz sonuçları, denemelerde kullanılmış olan limon suyu, sirke ve limon suyu-sirke karışımlarının (1:1) sebzelere inokule edilen *Salmonella* Typhimurium üzerine sıfırıncı dakikadan itibaren antimikrobiyal etki gösterdiğini, bu etkinin kullanılan sebze tipine, inokulum dozuna ve antimikrobiyal madde içerisinde bekletme süresine bağlı olarak değiştiğini, roka ve havuç örneklerinde en etkili madde limon suyu-sirke karışımı iken taze soğan örneklerinde sirkenin en etkili ajan olduğunu ortaya koymuştur.

Gülmez vd (2006) yaptıkları bir araştırmada genel olarak sebzelerin dekontaminasyonu çalışmalarına model olabileceği düşüncesiyle maydanoz kullanmışlardır. Kars il merkezindeki 10 ayrı marketten alınan 50 adet maydanoz demetinin rutin olarak yapıldığı gibi musluk suyu ile dekontaminasyonuna karşılık ticari kekik suyu ve üzüm sirkesi içerisinde 1 dk. süreyle bekletmek suretiyle dekontaminasyonu sağlamaya çalışmışlardır. Örneklerde hijyen kriteri olarak koliformlar ve *E. coli* yönünden analiz yapılmıştır. Toplam 1,5 L sirke ve 1,5 L kekik suyunun 10 demet maydanozun dekontaminasyonunu sağlayıp sağlamayacağı da araştırılmıştır. Ayrıca dekontaminasyondan sonra örneklerin duyu analizleri de yapılmıştır. Musluk suyu altında yıkama yeterli hijyeni sağlamaz iken sirke ve kekik suyu içerisinde 1 dk. süre ile bekletme işleminin bakteri inhibisyonunda etkili olduğu kaydedilmiştir. Sirke örneklerdeki koliform ve *E. coli* popülasyonunu tümü ile inhibe ettiği bildirilmiştir.

Kekik suyunun ise *E. coli* popülasyonunun tamamını yıkımlarken, koliformların sayısını da Türk Gıda Kodeksi'nde bildirilen değerlerin altına düşürüldüğünü saptamışlardır.

Nastou *et al.* (2012) taze marul, salatalık ve maydanoz üzerinde *Listeria monocytogenes* yükünü azaltmak için ev dekontaminasyon yöntemlerinin etkinliğini araştırmışlardır. *L. monocytogenes* ile inokule edilmiş sebze parçaları yıkama çözeltilerine daldırılmış ve canlılık durumu incelenmiştir. Daldırma suyunun sıcaklığı, ajitasyon, asetik asit konsantrasyonu, daldırma süresi ve yıkama öncesi depolama sıcaklığı gibi parametreler incelenmiştir. Denemede soğukta depolamanın *L. monocytogenes* sayısının düşürülmesinde daha etkili olduğu görülmüştür. Farklı konsantrasyonda asetik asit (%0,5, 1, 2) ve muamele sürelerinin denendiği çalışmada artan asetik asit konsantrasyonu ve muamele süresinin patojen inhibisyonunu artırdığı ve en fazla 2,6 log birimlik düşüş olduğu bildirilmiştir.

Ayçiçek vd (2005), Ankara'da askeri kafeteryalardaki hazır yemeklerde *Staphylococcus aureus* durumunu belirlemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışma kapsamında aldıkları 512 örnekten, 48'inde (%9,4) 2,2 – 4,3 log kob/g seviyesinde koagülaz pozitif *S. aureus* olduğunu tespit etmişlerdir. Denemede çalışılan rus salatası, sebze salatası, köfteler, pizza, lahmacun, pide ve döner gibi örneklerde ise belirgin şekilde yüksek seviyelerde (>4 log kob/g) *S. aureus* bulunmuştur. Bu sonuçlar, hazır ve fast food tipi gıda üretiminde *S. aureus* kontaminasyonunun çok önemli seviyelerde olduğunu göstermektedir.

Chang and Fang (2007) *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella enterica* serovar Typhimurium'un göbek marulda varlığı ve pirinç sirkesinin *Escherichia coli* O157:H7'ye karşı olan antimikrobiyel etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, doğranmış göbek salataya aşılanmış ve 14 gün boyunca 4°C'de ve 7 gün boyunca 22°C'de patojenlerin gelişmesini gözlemlemek için depolanmışlardır. 4°C'de depolanmanın sonucunda marulda iki patojenin sayısında yaklaşık 1 logaritma birimlik azalma tespit etmişlerdir. Doğranmış maruldaki bakteri seviyesi 22°C'de 3 gün içinde 3 log birim

yükselmiştir. Sirke (asetik asit), muamelesi ile ise patojen sayısında belirgin azalma tespit edilmiştir.

Şengül ve Karapınar (2005) yaptıkları bir diğer çalışmalarında limon suyu ve sirke kullanarak havuçta *Yersinia enterocolitica* eliminasyonunu araştırmışlardır. Havuçlar *Yersinia enterocolitica* hücreleri (yaklaşık olarak 10^6 hücre/ml) ile inokule edilmiştir. Daha sonra %100, %75 ve %50 limon suyu ve limon suyu-sirke karışımı ile limon sosu karışımları kullanılarak 0, 15, 30 ve 60 dakika boyunca muamele edilmişlerdir. En etkili dezenfektanın yüzde yüz limon suyu olduğunu bildirmişlerdir. 15 dakika sonunda havuç üzerindeki canlı *Y. enterocolitica* hücrelerinin tamamen inhibe olduğu saptanmıştır.

Bornemeier *et al.* (1997) yaptıkları bir araştırmada üzüm sirkesi ve limon suyunun 1:1 oranındaki karışımının bu maddelerin her birinin ayrı olarak gösterdiği etkiden daha iyi antibakteriyel etkisi olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada mayonezli salatalara %5 oranında sitrik asit ve %10 oranında asetil asit ilave edilmesi sonucunda *L. monocytogenes* ve *S. aureus* popülasyonlarında 1-2 log azalma olduğu tespit edilmiştir.

Elma üzerinde *Escherichia coli* O157:H7 inhibisyonunun araştırıldığı çalışmada asetik asit ile yıkamanın patojen sayısını büyük ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Wright *et al.* 2000).

Lukasik *et al.* (2003) farklı fiziksel ve kimyasal yıkama çeşitlerini araştırmışlardır. Bakteri aşılınmış çilekler üzerinde sirke ile yapılan yıkama sonucu %95 oranında bakteriyel patojenlerin azaldığı tespit edilmiştir.

Sirkenin bitkisel gıdalarda patojenleri azaltıp öldürmesinin yanı sıra et ürünlerinde de oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Danimarka da yapılan bir çalışmada tavuk etleri farklı katkılarla marine edilmiş ve *Campylobacter jejuni* inhibisyonu incelenmiştir. Araştırmada en etkili inhibitörün üzüm sirkesi ve soya sosu karışımı olduğu bildirilmiştir (Birk *et al.* 2010).

Synder (1999) sirkenin çeşitli tezgâh yüzeylerinde (laminant, ahşap, kiremit, beton, paslanmaz çelik ve granit gibi) *Escherichia coli* seviyelerini düşürmek için etkin bir durulama maddesi olduğunu bildirmektedir.

Kadaş (2011) alıç sirkesinin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi amacı ile yaptığı çalışmalarında kontrol örneklerinde 7,75 log kob/mL olan *Listeria monocytogenes* sayısının artan alıç sirkesi konsantrasyonlarında (5, 20, 40, 80, 160 ve 320 µL/mL) azaldığını belirtmiştir. Sonuçları sırası ile 7,03, 6,00, 5,48, 4,80, 4,40 ve 3,37 log kob/mL olarak ölçmüştür. Alıç sirkesi konsantrasyonunun en yüksek olduğu 320 µL/mL konsantrasyonunda *L. monocytogenes* kültüründe 4,38 log kob/mL ($p \leq 0,05$) oranında azalmaya neden olduğunu kaydetmiştir. *Escherichia coli* O157:H7'nin kullanıldığı aynı çalışmada 7,19 log kob/mL seviyesindeki patojenin sırasıyla 5, 20, 40, 80, 160 ve 320 µL/mL konsantrasyonlarındaki alıç sirkesi ile muamelesi sonucunda canlı kalan sayısını 6,83, 6,24, 5,92, 5,25, 4,49 ve 2,30 log kob/mL olarak tespit etmiştir. Çalışma farklı konsantrasyonların kullanıldığı bir MİK çalışması gibi görülmektedir

Sirke doğal olarak üretilen bir gıdadır. Salataya çeşni kazandırılmak için ülkemizde farklı mutfaklarda kullanılmaktadır. Salata ise pişirilmeden hazırlanan kontaminasyonlara açık bir gıdadır. Yapılan çalışma ile antimikrobial özelliği bilinen sirkenin salatada bulunabilecek patojenlerin kontrolünde kullanım imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla farklı hücre duvarı yapısına sahip iki farklı patojen kullanılmıştır. *E. coli* gram negatif, ürüne özellikle fekal bulaşma ile taşınabilecek bir patojendir. *S. aureus* ise gram pozitif özellikte olup, genellikle portör ve gıda hazırlayıcılarda ürüne geçebilir. Denemede *E. coli* ve *S. aureus* bulaştırılmış marul, havuç ve hıyar örnekleri %3 sirke (%0,14 asetik asit) ile dezenfekte edilmeye çalışılmıştır. Öte yandan, sirkenin antimikrobiyal özelliklerinin tümü ile incelenmesi amacıyla DD ve MİK analizleri gerçekleştirilmiştir. Böylece salata dezenfeksiyonu üzerinde sirke kullanımının etkinliği ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede salata yapımında kullanılan ve farklı kısımlara ait üç farklı örnek incelenmiştir. Salata bileşenlerinde yapraksı yapıları temsilen marul, meyve yapıları için hıyar ve kök yapılar için havuç kullanılmıştır. Örnekler Erzurum piyasasından taze olarak temin edilerek laboratuvara getirilmiş ve ilgili analizlere tabi tutulmuştur. Analiz öncesi salata bileşenlerinin boy, ağırlık ve şekil olarak homojen olmalarına dikkat edilmiştir.

Çalışmada üç farklı firma tarafından üretilen elma ve üzüm sirkeleri olmak üzere toplam 6 sirke numunesi kullanılmıştır. Sirkeler Erzurum piyasasından elde edilmiştir.

Çalışmada sirke etkinliğinin denenmesi amacı ile salata bileşenlerine uygulanmak üzere gram negatif (*Escherichia coli*) ve gram pozitif iki suş (*Staphylococcus aureus*) denenmiştir.

Uygulanacak optimum sirke konsantrasyonunun belirlenmesi ve sirke etkinliklerinin kanıtlanması için Disk Difüzyon (DD) ve Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MIC) deneyleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan suşlar Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarlarından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1.1. Denemede kullanılan bakteri suşları

Gram pozitif	Gram negatif
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 33019	<i>Escherichia coli</i> BC 1402
<i>Lactobacillus plantarum</i> BC65	<i>Salmonella</i> Typhimurium RSKK 95091
<i>Listeria ivanovii</i> RSKK 950136	<i>Pseudomonas putida</i> BC1617
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	<i>Acinetobacter lwaoffi</i> BC2819
<i>Streptococcus mutans</i> ATCC 35668	<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729
<i>Lactobacillus acidophilus</i> BC 3219	<i>Alcaligenes faecalis</i> BC0452

3.2. Yöntem

3.2.1. Sirke örneklerinin pH ve asitlik derecelerinin belirlenmesi

Farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerden homojen olarak alınan 10 ml örneklerin pH'ları dijital pH metre (Hanna pH-221) ile ölçülmüştür. Cihaz kullanım öncesi pH 4 ve pH 7 tamponları kullanılarak kalibre edilmiştir (Anonim 1993).

Örneklerin asitlik dereceleri Cemeroglu'na (2010) göre belirlenmiştir. Sirke örneklerinden 10 ml alınarak, daha sonra 3 damla %3'lük fenolftalein damlatılacak 0,1 N NaOH ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilecektir. Harcanan NaOH miktarı aşağıda verilen formülle hesaplanarak sonuç % asit miktarı olarak (asetik asit üzerinden) bulunacaktır.

$$\%Asitlik = V.F.E.100/m$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, ml

F: Titrasyonda kullanılan bazın normalitesi

E: 1 ml 0,1 N NaOH'ın eşdeğeri asit miktarı, g (asetik asit için 0,006005)

m: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml veya g (10 ml)

3.2.2. Denemede kullanılan mikroorganizmaların çoğaltılması

Denemede kullanılan suşlar Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarlarında -80°C'de muhafaza edildikleri derin dondurucudan Nutrient (Merck) ve MRS Agar'a (Merck) üçlü çizim usulü aktarılmıştır. Besiyerleri Nutrient agar için 30°C'de 1 gün ve MRS Agar için 37°C'de 2 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası kolonilerin saflığı kontrol edilerek çalışmada kullanılmıştır.

3.2.3. Denemede kullanılan sirkelerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi

3.2.3.a. Denemede kullanılan sirkelerin disk difüzyon testi

Sirkeler %50, %25, %12.5, %6 ve %3 seyreltilerek disk difüzyon testi yapılmıştır. Bu yöntem 12 bakteri üzerinde denenmiştir. Bakterilerden, laktik asit bakterileri MRS agar (Merck) kullanılarak 37°C’de 2 gün, diğer bakteriler ise Nutrient agar (Merck) kullanılarak 30°C’de 1 gün süreyle inkübe edilmiştir. 1 gün sonra steril fizyolojik tüplere, içerisinde 10^8 kob/ml bakteri olacak şekilde dilüsyon hazırlanmıştır. Hazırlanan bakteri süspansiyonundan 0,1 ml alınıp steril petrilere konulup, drigalski spatülü ile yayıldıktan sonra 6 ml çaplı steril diskler petrilerin üzerlerine düzgün bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu disklerin üzerine 10 µl sirke çözeltisinden konulduktan sonra MRS agar içerikli petriler 37°C’de 1 gün, Nutrient agar içerikli petriler ise 30°C de 1 gün süreyle inkübe edilmiş ve disklerin etrafındaki berrak zon çapları ölçülmüştür.

3.2.3.b. Denemede kullanılan sirkelerin minimal inhibisyon konsantrasyon değerleri

Minimal inhibisyon konsantrasyonunu belirlemek için mikroplate kullanılmıştır. Bu platelerin her kuyucuğuna 50 µl broth, 50 µl sirke çözeltisi, ve 5 µl Mcfarland 3 bakteri süspansyonu ilave edilmiştir. Sirke konsantrasyonu %50, %25, %12.5, %6.25 , %3.12, %1.5 ve %0.78 olacak şekilde ayarlanmıştır. Pozitif kontrol olarak kuyucuklara sirke çözeltirisi yerine steril fizyolojik su ilave edilmiştir. Denemede kullanılan MRS (De Man, Rogosa and Sharpe) broth ve Nutrient brothlar çift kuvvet olarak hazırlanmıştır. MRS broth içerikli plateler 37°C’de 1 gün, Nutrient broth içerikli plateler ise 30°C’de 1 gün süreyle inkübe edilmiştir. Üremenin olmadığı kuyucuklar minimal inhibisyon konsantrasyonu (mik) olarak kaydedilmiştir.

3.2.4. Salata bileşenlerinin *E. coli* ve *S. aureus* ile inokülasyonu

Salata bileşenlerinin patojen bakterilerle inokülasyonu ortalama olarak 10^5 kob/numune olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla hazırlanan 3 ayrı ilgili solüsyona 12 şer adet havuç, salata ve marul daldırılmış ve 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra patojen solüsyonlu kapların her birinden ilk üç örnek kontrol olarak alınmıştır. Geri kalan 9 ar adet numune %3 sirke içeren diğer kaplara aktarılmış ve homojenize edilmiştir. Örnekler sırası ile 5, 15, 30 dakika ara ile kabdan çıkarılmış ve Stomcher poşetine alınıp üzerine 100 ml steril fizyolojik su konulmuş, homojenize edildikten sonra sayım yapılmıştır.

3.2.5. Sirkenin *E. coli* üzerine inhibisyon etkisinin belirlenmesi

E. coli ile inokule edilmiş gıda numuneleri (marul, hıyar ve havuç) 100 ml steril fizyolojik su ile yıkanarak tüm bakterilerin durulama solüsyonuna geçmesi sağlanmıştır. Bu ilk yıkama solüsyonundan uygun dilüsyonlar hazırlanarak Violet Red Bile (VRB) Agar (Merck) besiyerine ekim yapılmıştır. Besiyerleri 37°C'de 1 gün inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda 0,5 mm'den büyük kırmızı renkli koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. Sirkenin *S. aureus* üzerine inhibisyon etkisinin belirlenmesi

S. aureus inokülasyonu gerçekleştirilen marul, hıyar ve havuç örnekleri 100 ml steril fizyolojik su ile ilk yıkamaları gerçekleştirilmiş ve sayım yapılmak üzere dilüsyonları hazırlanmıştır. İlgili dilüsyonlardan Baird Parker (BPA) Agar'a (Merck) ekim yapılmış ve 37°C'de 1 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda siyah haleli koloniler *S. aureus* olarak değerlendirilmiştir.

3.2.7. İstatistiksel analizler

Çalışma 3x2x4 faktöriyel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Denemede Kullanılan Sirkelerin pH ve Asitlik Dereceleri

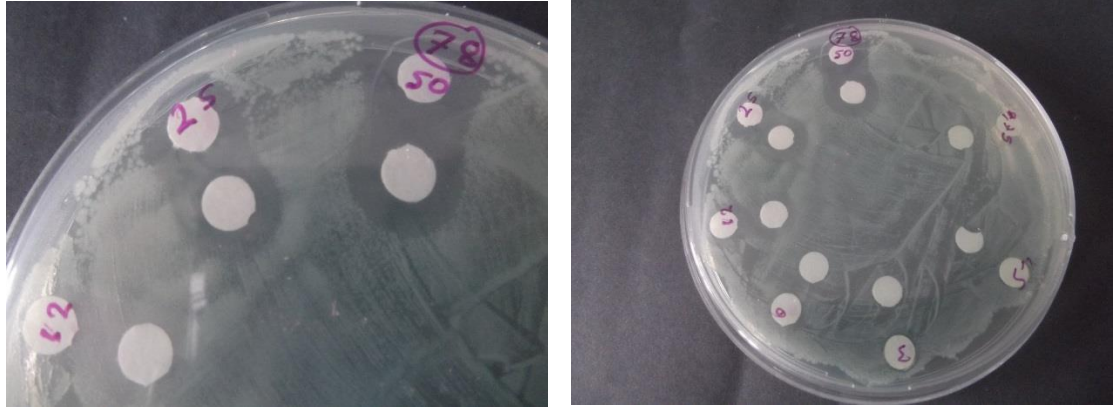
Denemede kullanılan sirke örneklerinin mikrobiyal gelişmeye etki eden en karakteristik özelliği olan pH ve asitlik miktarları ölçülmüştür. İlgili veriler Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerin pH ve asitlik dereceleri

Sirke markası	Elma sirkesi		Üzüm sirkesi	
	Asitlik	pH	Asitlik	pH
D	4,65	3,26	4,62	3,06
E	4,17	3,00	4,08	3,21
K	4,62	3,01	4,17	3,25

4.2. Denemede Kullanılan Sirkelerin Disk Difüzyon Test Sonuçları

Denemede üç farklı firmaya ait (D,E,K) üzüm ve elma sirkeleri kullanılmıştır. Böylece hammadde ve firma farklılığının antimikrobiyal özellik üzerine etkileri incelenmiştir. Çizelge 4.2’de farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerin 12 farklı mikroorganizma üzerinde göstermiş olduğu antimikrobiyal etki görülmektedir. Seçilen 12 mikroorganizmanın eşit sayıda gram pozitif ve gram negatif özelliklerde olmasına dikkat edilmiştir. Bakterilerin tümü sadece patojen özellikte olmayıp laktik, saprofit ve patojen kompozisyonu sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1. *Salmonella typhimurium* disk difüzyon test sonuçları

Çizelge 4.2. Farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerin antimikrobiyal özellikleri

Mikroorganizma	SK	DE	EE	KE	DÜ	EÜ	KÜ
<i>Alcaligenes faecalis</i> BC0452	50	18,00*	16,00	18,00	18,00	17,00	13,50
		17,00	14,00	15,00	18,10	16,00	18,50
	25	9,00	9,00	8,50	9,00	9,00	9,50
		8,50	8,50	9,00	9,10	8,50	8,70
	125	6,90	7,10	7,00	7,00	7,00	7,00
		6,80	7,00	7,10	7,00	6,90	7,10
<i>Escherichia coli</i> BC 1402	50	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	8,00	7,10	7,80
	25	-	-	-	8,10	7,20	7,90
		-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas putida</i> BC1617	50	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-
	25	8,10	8,00	8,00	8,40	8,00	9,00
		8,00	8,20	8,30	8,10	8,10	7,10
	12	7,00	7,10	7,00	6,10	6,10	6,50
		6,90	7,00	7,10	6,20	6,00	6,40

Çizelge 4.2. (devam)

<i>Acinetobacter lwoffi</i> BC2819	50	8,00 8,10	8,00 7,20	8,50 8,10	9,00 9,10	8,20 7,20	9,00 9,10
	25	7,10 7,20	7,00 7,00	7,10 7,00	7,10 7,20	7,00 7,10	7,10 7,20
	12	-	-	-	7,00 7,00	6,50 7,00	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella</i> Typhimurium RSKK 95091	50	14,00 14,00	12,00 13,00	12,00 14,00	13,00 14,00	11,00 12,00	12,00 13,00
	25	9,00 10,00	8,00 8,10	7,10 8,00	11,00 12,00	8,00 9,00	10,00 10,00
	12	-	-	-	8,00 8,00	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	50	14,00 14,00	13,00 13,10	13,50 13,00	14,10 14,00	12,00 12,10	14,00 15,00
	25	7,00 7,10	7,20 7,10	8,10 8,10	8,10 8,00	7,10 7,00	8,10 8,10
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	50	7,20 7,10	7,10 7,00	7,10 7,20	8,10 8,20	7,50 8,00	8,00 8,10
	25	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.2. (devam)

<i>Streptococcus mutans</i> ATCC 35668	50	10,00 9,00	8,00 9,00	9,00 9,10	9,00 8,90	8,00 8,10	10,00 10,00
	25	7,00 7,10	6,75 7,00	8,00 7,10	7,00 7,00	7,00 7,00	8,00 7,00
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Listeria ivanovii</i> RSKK 950136	50	-	-	-	8,10 7,10	7,00 7,10	7,50 8,00
	25	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 33019	50	8,00 8,10	9,00 9,10	9,00 8,50	10,00 9,50	8,50 9,00	9,00 8,50
	25	6,10 6,30	6,10 6,50	7,00 6,90	7,50 7,10	7,00 7,10	6,90 7,00
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus plantarum</i> BC65	50	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-
<i>Lactobacillus acidophilus</i> BC 3219	50	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-

* Sonuçlar mm (milimetre) cinsindendir, SK: Sirke konsantrasyonu, DE: D firması tarafından üretilen elma sirkesi, EE: E firması tarafından üretilen elma sirkesi, KE: K firması tarafından üretilen elma sirkesi DÜ: D firması tarafından üretilen üzüm sirkesi, EÜ: E firması tarafından üretilen üzüm sirkesi, KÜ: K firması tarafından üretilen üzüm sirkesi

Çalışmada gram negatif ve gram pozitif bakterilerin farklı firma ve hammadde kaynaklı sirkelerden etkilenmeleri farklı olmuştur. Veriler incelendiğinde gram pozitif bakteriler için disk difüzyon (DD) ortalaması 1,43 mm ve gram negatifler için 3,77 mm olarak bulunmuştur. Gram pozitif mikroorganizmalar için ortalamanın bu denli düşük oluşunda *L. plantarum* ve *L. acidophilus* gibi laktik asit bakterilerinin varlığı ve asitlik dirençleri etkili olmuştur. Bu iki bakterinin probiyotik ve starter kültür karakterinde olması nedeni ile canlı kalabilmeleri beslenme sağlığı açısından oldukça önemli görülmektedir. Çalışmada *Escherichia coli* BC, *Salmonella* Typhimurium RSKK 95091, *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Streptococcus mutans* ATCC 35668, *Listeria ivanovii* RSKK 950136 ve *Bacillus cereus* ATCC 1402 gibi patojen suşların yanı sıra *Pseudomonas putida* BC1617, *Acinetobacter lwoffi* BC2819 ve *Alcaligenes faecalis* BC0452 gibi gıdaların bozulmasında rol alan bakterileri üzerine etkili olması önemli bir diğer durumdur. Çalışmada en yüksek DD değeri 18,50 mm ile KÜ örneğinin %50 konsantrasyonunun *Alcaligenes faecalis* üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2 incelendiğinde en yüksek DD değerinin (en hassas suş) 6,82 mm ortalama ile DÜ sirke örneğinin *Alcaligenes faecalis* BC0452 suşu üzerinde görülmüştür.

Çizelge 4.2 incelendiğinde üzüm sirkelerinin elma sirkelerinden daha etkili olduğu görülmektedir.

Çalışmada öncelikle sirke örneklerinin DD değerleri belirlenmiş, böylece *E. coli* ve *S. aureus* inhibisyonu için uygun sirke çeşiti tespit edilmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.3’de farklı sirke çeşitlerine ait DD ortalamaları görülmektedir.

Çizelge 4.3. Farklı sirke çeşitlerinin DD ortalamaları

Sirke	Ortalama (DD)	Standart sapma
DE	2,43	4,36
EE	2,32	4,07
KE	2,40	4,25
DÜ	3,06	4,66
EÜ	2,66	4,16
KÜ	2,75	4,46

Çalışmada farklı bakterilere karşı inhibisyon etkileri denenen sirke örneklerinin DD sonuçları varyans analizine tabi tutulmuştur. Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere kullanılan bakteri çeşitliliği ve sirke konsantrasyonu DD değeri üzerinde oldukça etkili bulunmuştur ($p<0,01$).

Çizelge 4.4. Disk difüzyon testine ait varyasyon analizi

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Bakteri çeşidi	11	30,466	628,032**
Sirke konsantrasyonu	4	277,732	5558,247**
Bakteri çeşidi x Sirke konsantrasyonu	44	12,119	249,081**
Hata	60	0,0943	

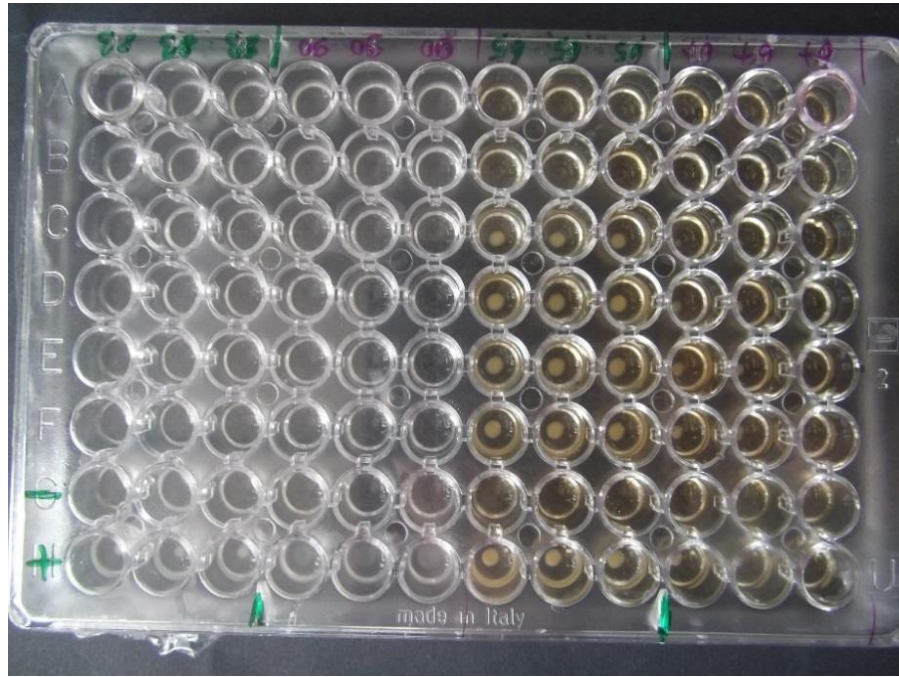
** ($p<0,01$) seviyesinde önemli

4.3. Kullanılan Sirkelerin Minimal İnhibisyon Konsantrasyon Test Sonuçları

Denemede kullanılan sirke örneklerinin Minimal İnhibisyon Konsantrasyonlarının (MİK) belirlenmesi amacı ile sirkelerin %50, %25, %12,5, %6,25, %3,12, %1,5 ve %0,78 konsantrasyonlu çözeltileri hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlar salata bileşenlerindeki patojenlerin inhibisyonu için hedeflenen sirke konsantrasyonunun

belirlenmesinde kullanılmıştır. Çizelge 4.5'te denemede kullanılan bakteri suşlarının farklı sirke konsantrasyonları için denenmiş mik değerleri görülmektedir.

Şekil 4.2'de MİK deneme sonucu görülmektedir. İlgili resimde gözlenen bulanıklıklar bu konsantrasyonlarda hedef mikroorganizmanın ürediğini göstermektedir.



Şekil 4.2. Minimal inhibisyon konsantrasyonu testinin mikro platede yapılışı

Çalışmada elde edilen MİK değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde laktik asit bakterilerinin DD değerlerinde olduğu üzere en dirençli bakteriler olduğu görülmektedir. Diğer suşlar ise %1,5 seviyesinde inhibe olmuşlardır. Çizelge 4.5'te sirke çeşitliliğinin kullanılan suşların inhibisyonu üzerinde farklı etki göstermediği gözlenmektedir.

Çizelge 4.5. Sirke konsantrasyonları MİK değerlerinin belirlenmesi (%)

Mikroorganizma	DE	EE	KE	DÜ	EÜ	KÜ
<i>Alcaligenes faecalis</i> BC0452	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Escherichia coli</i> BC 1402	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Pseudomonas putida</i> BC1617	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Acinetobacter lwoffi</i> BC2819	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Salmonella</i> Typhimurium RSKK 95091	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Yersinia enterocolitica</i> ATCC 27729	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Streptococcus mutans</i> ATCC 35668	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Listeria ivanovii</i> RSKK 950136	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 33019	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Lactobacillus plantarum</i> BC65	25	25	25	25	25	25
<i>Lactobacillus acidophilus</i> BC 3219	25	25	25	25	25	25

4.4. Sirkenin *E. coli* Üzerine İnhibisyon Etkisinin Belirlenmesi

Denemede *E.coli* suşu ile inokule edilmiş marul, havuç ve hıyar örneklerinin 5,15 ve 30 dakika bekletildikten sonraki mikrobiyal yükleri Çizelge 4.6’da görülmektedir.

Çizelge 4.6. Farklı sürelerde bekletilen salata bileşenlerinde *E. coli* inhibisyonu *

Salata bileşeni	Tekerrür	Kontrol	Sirke solüsyonunda bekleme süresi		
			5 dk	15 dk	30 dk
Salata	1. tekerrür	5,70	5,55	5,24	5,09
	2. tekerrür	6,05	5,29	5,42	4,78
	3. tekerrür	6,02	5,65	5,00	5,16
Havuç	1. tekerrür	4,48	3,95	3,60	3,00
	2. tekerrür	3,70	3,32	0	0
	3. tekerrür	4,24	4,00	0	0
Marul	1. tekerrür	6,32	4,90	4,53	4,63
	2. tekerrür	6,38	5,34	4,88	4,60
	3. tekerrür	6,23	5,45	5,02	4,48

*Çizelge verileri birimi log kob /salat bileşenidir (örneğin log kob/havuç)

Çizelge 4.6 incelendiğinde aynı konsantrasyonlarda bakteri solüsyonuna daldırılmalarına rağmen havuç örneklerinde hıyar ve marul'a göre daha az sayıda bakteri yükü olduğu görülmektedir. Bunda, ilgili salata bileşenlerinin yüzey yapılarının etkili olduğu bilinmektedir (Nastou *et al.* 2012).

Çizelge 4.7'de farklı varyasyon kaynaklarının *E. coli* üzerine inhibisyonu görülmektedir. Çalışmada dekontaminasyon işleminde salatada kullanılan malzeme çeşidi ve sürenin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. *E. coli*'nin inhibisyonu üzerine farklı salata bileşenleri ve sürenin etkisine ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F	
Salata bileşeni	2	31,395	47,441**	
Süre	3	7,486	11,312**	
Salata bileşeni x Süre	6	1,483	2,241	
Hata	12	0,662		

** (p<0,01) seviyesinde önemli

Çizelge 4.8’de marul ve hıyarın havuca nazaran daha zor dekontamine olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. Farklı salata bileşenlerine ait *E coli* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Salata bileşeni	n	ortalama
Havuç	12	2,52b*
Marul	12	5,23a
Hıyar	12	5,41a

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Denemede incelenen faktörlerden biriside sirke içerisinde bekletilme süresi olmuştur. Aşağıdaki Çizelgede sirke içerisinde farklı sürelerde bekletmenin etkisi görülmektedir. Çizelge 4.9 incelendiğinde 5 dakika bekletmenin kontrol örnekleri ile benzer olduğu (p<0,05) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı süre uygulamalarına ait *E coli* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Salata bileşeni	n	ortalama
30	12	3,53b*
15	12	3,74b
5	12	4,83a
0	12	5,46a

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

4.5. Sirkenin *S. aureus* Üzerine İnhibisyon Etkisinin Belirlenmesi

Denemede *S. aureus* suşu ile inokule edilmiş marul, havuç ve hıyar örneklerinin 5,15 ve 30 dakika bekletildikten sonraki mikrobiyal yükleri Çizelge 4.10’da görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı sürelerde bekletilen salata bileşenlerinde *S. aureus* inhibisyonu*

Salata bileşeni	Tekerrür	Kontrol	Sirke solüsyonunda bekleme süresi		
			5 dk	15 dk	30 dk
Salata	1. tekerrür	7,66	5,81	6,20	5,94
	2. tekerrür	7,81	6,40	6,22	5,80
	3. tekerrür	7,88	6,16	6,28	6,01
Havuç	1. tekerrür	7,79	7,53	6,74	6,61
	2. tekerrür	8,48	8,02	6,75	6,32
	3. tekerrür	8,27	7,64	7,92	6,90
Marul	1. tekerrür	7,52	7,49	6,68	7,13
	2. tekerrür	7,33	7,08	6,68	6,79
	3. tekerrür	6,98	7,52	7,28	6,32

*Çizelge verileri birimi log kob /salat bileşenidir (örneğin log kob/havuç)

Çizelge 4.10 incelendiğinde *E. coli* inokulasyonunun aksine daha homojen inokulasyon değerleri görülmektedir. Bu durumda mikroorganizma çeşitliliği önemli olmuştur. Bilindiği üzere *E. coli* gram negatif iken *S. aureus* gram pozitif bir bakteridir. Öte yanda şekil (kok) ve diziliş (üzüm salkımı) açısından da farklılıklar vardır.

E. coli sonuçlarında olduğu üzere *S. aureus* üzerine salatada kullanılan malzeme çeşidi ve sürenin etkili olduğu belirlenmiştir. İlgili veriler aşağıdaki varyans analiz çizelgesinde (Çizelge 4.11) görülmektedir.

Çizelge 4.11. *S. aureus*'un inhibisyonu üzerine farklı salata bileşenleri ve sürenin etkisine ait varyans analizi

Varyasyon kaynakları	SD	KO	F
Salata bileşeni	2	2,472	23,353**
Süre	3	2,869	27,107**
Salata bileşeni x Süre	6	0,505	4,767
Hata	12	0,106	

**($p < 0,01$) seviyesinde önemli

Çizelge 4.12’da farklı salata bileşenlerinin ortalama *S. aureus* değerleri görülmektedir. Veriler incelendiğinde tüm numune gruplarının birbirlerinde farklı oldukları görülmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4.12. Farklı salata bileşenlerine ait *S. aureus* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Salata bileşeni	n	Ortalama
Hıyar	12	6,51c*
Marul	12	7,07b
Havuç	12	7,41a

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Çalışmada bekletme süresinin dekontaminasyon işleminde etkinliği aşağıda Duncan çoklu karşılaştırma testinde görülmektedir (Çizelge 4.13). Burada bekletme süresi arttıkça dezenfektan madde (sirke) etkinliğinin arttığı ($p<0,05$) görülmektedir.

Çizelge 4.13. Farklı süre uygulamalarına ait *S. aureus* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Salata bileşeni	n	ortalama
30	12	6,42d*
15	12	6,75c
5	12	7,07b
0	12	7,75a

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Sirke ile dekontaminasyon çalışmaları ülkemizde olduğu gibi yabancı kaynaklarda da görülmektedir. Ancak bu çalışmalarda genel itibari ile incelendiğinde tek tip ve yüksek konsantrasyonda sirke ve benzeri inhibitörlerin kullanıldığı fark edilmektedir.

Salata, mikrobiyolojik yükü işleme şartları gereği oldukça artabilen herhangi bir ısıtılma işlem görmediği içinde direk tüketim durumunda riskli olabilecek bir gıdadır. *S. aureus* ve *E. coli* bu açıdan özellikle dikkat çeken iki bakteri türüdür (Arıcı vd 2003; Temiz *et al.* 2011; Pamuk vd 2013).

Ayçiçek vd (2005) yaptıkları çalışma kapsamında topladıkları 512 numunedan, 48'inde (%9,4) 2,2–4,3 log kob/g seviyesinde koagülaz pozitif *S. aureus* bulunduğunu kaydetmişlerdir. Bu durum dezenfeksiyon çalışmalarında *S. aureus*'un da dikkat edilmesi gereken bir mikroorganizma olduğunu göstermektedir.

Temiz *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada *E. coli* dekontaminasyonu üzerinde yıkama, klor (200 mg/L) ve asetik asit (%0,25, v/v) etkinliğini incelemiştir. Sonuç olarak yıkamanın etkili olmadığı, ayrı uygulandıklarında klor ve asetik asitin benzer etki gösterdiği, en etkili uygulamanın ise klor ve asetik asitin beraber kullanımı ile elde edildiği belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan %0,25'lik asetik asit yaklaşık olarak %11,25 asetik asit içeren sirkeye denk gelmektedir. Bizim çalışmamızda ise sirke %3 oranında seyreltilmiş olup, asetik asit oranı yaklaşık olarak %0,14 tür.

Wu *et al.* (2000) yaptıkları bir araştırmada tüm haldeki maydanoz yapraklarını, asitliği %5,2 olan sirkede 5 dakika daldırıp bekletmenin *Shigella sonnei*, sayısında (araştırmadan önceki sayısı 7,07 log) 6 log düşme sağladığını, asitliği %7,6 olan sirke ile 5 dakika muamele sonucunda ise patojen sayısının çok düştüğünü hatta sayılamayacak seviyeye indiğini (<0,6 log) belirtmişlerdir. Yine bu araştırmacılar %2,6 dan daha fazla asetik asit içeren sirke de bekletilmesi sonucunda maydanozlarda sirke

kokusu bulaştığını ayrıca renk kaybı da oluştuğunu kaydetmişlerdir. Oluşan sirke kokusunun giderilmesi için çeşme suyu ile 1 dakika yıkamayı tavsiye etmişlerdir. Denemede kullandığımız sirke konsantrasyonu ile sonuçlar mukayese edildiğinde %3 sirke seyreltiğinin salata bileşenleri tadında değişime neden olmayacağı görülmektedir.

Karapınar ve Gönül (1992) yaptıkları bir araştırmada *Y. enterocolitica* ile inokule edilmiş ($8,6 \times 10^7$ ve $1,8 \times 10^7$ kob/g) maydanozların dekontaminasyonu amacıyla %30-%50 sirke ve %1-%5'lik asetik asit çözeltilerini kullanmışlardır. Araştırmacılar maydanoz örneklerini %2-5 asetik asit ya da %40-50 sirke konsantrasyonlarında 15 dakika bekletmişlerdir. Deneme sonucunda inokule edilen mikroorganizmanın tamamının öldüğü kaydedilmiştir. Bu denemede kullanılan yüksek konsantrasyondaki sirkenin etkili olduğu görülmektedir. Çalışmada 7 log birimlik bir düşüş rapor edilmektedir. Bizim çalışmamızda ise *E coli* için ortalama 2 log birim *S aureus* için 1 log birimlik inhibisyon görülmüştür. Bu durumda kullanılan sirke konsantrasyonunun önemli etkisinin olduğu görülmektedir. Ancak sirke ve diğer doğal (limon suyu vb) koruyucuların yüksek konsantrasyonda kullanımları renk ve kokuda istenmeyen değişiklikler meydana getirmektedir. Ayrıca ilgili maddelerin yüksek konsantrasyonlarda kullanımı ekonomik olarak da uygun değildir.

Gülmez vd (2006) yaptıkları bir araştırmada maydanoz örneklerini sirkeye daldırıp 1 dakika bekleterek kontaminasyonu sağlamaya çalışmışlardır. Deneme sonucunda örnekler koliform ve *E. coli* yönünden analiz yapılmış ve örneklerde tam bir güvence sağlandığı kaydedilmiştir. Ayrıca maydanozların musluk suyu altında yıkanma ile dekontaminasyonun sağlamadığını da tespit etmişlerdir. Bu durum çalışmamızda sirke konsantrasyonunun kullanımının gerekli olduğunu göstermesi yerine durulama işleminin gereksiz olduğunu göstermektedir.

Şengül ve Karapınar (2006) taze soğan, roka ve havuca bulaştırılmış farklı seviyelerdeki *S. Typhimurium* miktarını limon suyu, sirke ve limon suyu-sirke karışımlarının (1:1) ile 15, 30 ve 60 dakika bekleterek dekontamine etmeye çalışmışlardır. İşlem sonunda *S. Typhimurium* sayısında, kullanılan sebze çeşidine göre farklılık göstermekle birlikte,

1,23 ile 7 log birim civarında azalma sağlandığını tespit etmişlerdir. Roka ve havuçta en etkili dezenfektan limon suyu-sirke karışımı iken taze soğan örneklerinde sirkenin en etkili dezenfektan olduğunu kaydetmişlerdir. Çalışmada kullanılan sirke ve limon suyunun etkili olduğu görülmekle beraber yüksek konsantrasyonlarda kullanımları dikkat çekmektedir.

Literatürlerde inhibisyon çalışmalarının *Listeria monocytogenes* gibi farklı patojenler üzerinde gerçekleştirildiği de görülmektedir. Taze marul, hıyar ve maydanoz ile gerçekleştirilen bir çalışmada *L. monocytogenes* ile bulaştırılmış ürünlerde daldırma suyunun sıcaklığı, ajitasyon, asetik asit konsantrasyonu, daldırma süresi ve yıkama öncesi depolama sıcaklığı gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma verileri deneme sonuçlarımızla mukayese edildiğinde asetik asit etkinliği ve sürenin dekontaminasyon gücü üzerinde benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir (Nastou *et al.* 2012).

Bir diğer çalışmada *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ile bulaştırılmış göbek marulları pirinç sirkesi ile dezenfekte edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada depolamanın da etkisi incelenmiş olup, 4°C’de 14 gün boyunca ve 22°C’de 7 gün boyunca patojenlerin gelişimi incelenmiştir. Deneme sonucunda %5 ve %0,5 asetik asit içeren çözeltilerde çalışmamıza benzer şekilde konsantrasyon ve sürenin etkili olduğu vurgulanmıştır (Chang and Fang 2007).

Şengül ve Karapınar (2005) tarafından yapılan, limon suyu ve sirke ile havuçlarda *Yersinia enterocolitica* inhibisyonu çalışması materyal açısından denememize benzemekle beraber patojen çeşidi ve sirke konsantrasyonları açısından farklılıklar görülmektedir. Çalışma inhibisyon açısından başarılı görülmekte, ancak %100, %75 ve %50 yoğun sirke ve limonsuyu kullanımı açısından maliyetlidir. 60 dakika gibi uzun bekleme süresi ise daha zaman alıcı bir durumdur.

Çalışma verilerimiz ile Bornemeier *et al.* (1997) tarafından yapılan çalışma mukayese edildiğinde daha yüksek oranda sirke kullanmasında rağmen *S. aureus* inhibisyon değerleri benzer görülmektedir.

Direk sirke içerisinde patojen gelişiminin araştırıldığı bir çalışma üretilen alıç sirkelerinin farklı konsantrasyonda *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* O157:H7'nin gelişimi incelenmiştir. Araştırmada benzer şekilde artan sirke konsantrasyonu ile artan inhisyon etkisi bildirilmiştir (Kadaş 2011).

Sirkenin dezenfektan etkisinin araştırıldığı çalışmamızda öncelikle sirke etkinliği ve uygun konsantrasyonunun belirlenmesi için DD ve MIK tayinleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen konsantrasyonda ki sirkeli su solüsyonu ile *E. coli* ve *S. aureus* inokule edilen marul, hıyar ve havuç örneklerinde belirtilen patojenler inhibe edilme çalışılmıştır. Sonuç olarak; %3 sirke çözeltisinin salata bileşenlerinde *E. coli* ve *S. aureus*'un inhibisyonunda etkili olduğu görülmüştür. Çalışma konsantrasyonumuz mevcut literatürle mukayese edildiğinde oldukça düşüktür. Ancak %100 sirke kullanımının yüksek antimikrobiyal etkisi yanında üründe istenmeyen renk, koku ve tada neden olması uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır (Wu *et al.* 2000). Araştırma verileri genel olarak incelendiğinde aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

1. Sirke; doğal oluşu, uygun konsantrasyonlarda salataya tat vermek için kullanılması nedeni ile gıda güvenliğinin artırılması için kullanılabilecek bir üründür.
2. Çalışmada %3 gibi oldukça düşük konsantrasyonlarda kullanımda dahi inhibisyon görülmüştür (1-1,5 log'luk inhibitör etki). Ancak ürün mikrobiyal yükünün fazla olduğu durumlarda sirke konsantrasyonu ve muamele süresinin artırılması gerçeği unutulmamalıdır.
3. Çalışma sonucunda hammadde çeşitliliğinin ürünün antimikrobial özelliği üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Üzüm sirkelerinin antimikrobial özellikleri elma sirkelerine nazaran daha fazladır.
4. Piyasada bulunan sirkelerin asetik asit miktarları ve pH değerleri benzer bulunmuştur.

5. Çalışmada asit dirençlerinden dolayı laktik asit bakterilerinin (*L. plantarum* ve *L. acidophilus*) etkilenmediği gözlenmiştir. Dolayısıyla çalışmada kullanılan patojen ve bozucu mikroorganizmalar kontrol altına alınabilirken, yararlı bakterilerin olumsuz etkilenmediği görülmüştür.
6. Çalışmada salata bileşeni olan farklı yapılar kullanılmış böylece kök (havuç), yaprak (marul) ve meyve (hıyar) farklılığına etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak tümünde inhibisyon gözlenmiştir. Fakat patojen tutunum oranlarının farklılığına dikkat çekilmiştir.
7. Çalışmada inoküle edilen bakterilerden birisi gram pozitif iken diğeri gram negatif olarak seçilmiştir. Böylece membran farklılığının etkisi de araştırılmıştır. Membran farklılığının inhibitör etki açısında seçicilik arz etmediği her iki bakterisinde inhibe olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, M., 2008. Ülkemizde Üretilen Üzüm Sirkelerinin Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aktan, N., ve Kalkan, H., 1998. Sirke Teknolojisi II. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 82s.
- Albrecht, J.A., Hamouz, F.L., Sumner, S.S., Melch, V., 1995. Microbial evaluation of vegetable ingredients in salad bars. J. Food Protection. 58, 683-685.
- Anonim, 1993. Toplam asitlik tayini, TSE:1125, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, 2000. Proposed Draft Revised Regional Standard for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.
- Anonim, 2003. Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler ve işaretleme, TSE, Türk Standardı TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü Ankara.
- Anonim, 2010. Elma sirkesinin faydaları, [http:// www.sagliklica.com/admin/elma-sirkesi/elma sirkeli suzayiflatirmi elma sirkesinin faydaları ve zayıflamak için kullanımı.html](http://www.sagliklica.com/admin/elma-sirkesi/elma-sirkeli-suzayiflatirmi-elma-sirkesinin-faydaları-ve-zayıflamak-icin-kullanımı.html) (Erişim: 29.11.2010).
- Anonymous, 1990. Mikrobiologische Richt-und Warnwerte für Mischsalate'', Bundesgesundhbl. 1/90: 6-10.
- Arıcı, M., Gümüş, T., Şimşek, O., 2003. Hazır salataların hijyenik durumu. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. Gıda, 28(6), 571-577
- Aydın, R., 2013. Uzundere ve İspir (Erzurum) İlçelerinde Üretilen Dut Sirkesinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk üniv. Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Azizkhanian, M., Elizaquivel, P., Sanchez, G., Selma, M.V., Aznar, R., 2013. Comparative efficacy of Zataria multiflora Boiss., Origanum compactum and Eugenia caryophyllus essential oils against *E. coli* O157:H7, feline calicivirus and endogenous microbiota in commercial baby-leaf salads. International Journal of Food Microbiology, 166, 249–255
- Beuchat, L.R., 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. J. Food Protection. 59, 204–216.
- Bilgehan, H., 2000. Klinik Mikrobiyoloji (Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları). 10. Baskı. Barış Yay. Fakülteler Kitabevi, İstanbul. Bilgehan, H., 2005. Temel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi. Barış Yayınları, 622s, İzmir.
- Birk, T., Gronlund, A. C., Christensen, B. B., Knochel, S., Lohse, K., Rosenquist, H., 2010. Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. J. Food Prot. 73,258.
- Bornemeier, V., Peters, R.D.D., Albrecht, J.A., 1997. Effect of added citric acid and acetic acid on the growth of staphylococcus and listeria in a mayonnaise-based salad. Poster session: Clinical Nutrition and Food Service Management. J American Diet Assoc, A/83.

- Büke, M., ve Bilgehan. H., 1972. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, cilt II, sayı 2. İzmir.
- Casale, M., Abajo, M-J. S., Saiz, J-M. G., Pizarro, C., and Forina, M., 2006. Study of the aging and oxidation processes of vinegar samples from different origins during storage by near-infrared spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 557, 360-366.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. 2. Baskı, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- Çakır, İ., 2000. *Escherichia coli* O157:H7, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, SİM matbaacılık , Ankara
- De Ley, J., Gollis, M., Swings, J. 1984. Family VI In: *Acetobacteriaceae* Gillis, De Ley, Krieg NR, Holt JG. *Bergey's manual of systematic bacteriology*. 1st ed Vol 1. Baltimore : Williams and Wilkins Co. 267-279.
- De Ory, I., Romero, L. E., and Cantero, D., 2002. Optimum starting-up protocol of a pilot plant scale acetifier for vinegar production. *Journal of Food Engineering*, 52(1), 31-37.
- Fregapane, G., Rubio-Fernandez, H., Salvador, M.D., 2001. Influence of Fermentation Temperature on Semi-Continuous Acetification for Wine Vinegar Production. *European Food Research and Technology*, 213, 62-66.
- Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A., and Antonelli, A., 1998. Characterization of white vinegars of different sources with artificial neural networks. *Journal of the Science in Food and Agriculture*, 78, 417-422.
- Gülmez, M., Duman, B., Oral, N., Vatansever, L., Sezer, Ç., 2006. Satış Yerlerinden Alınan Maydanoz Örneklerinin Kekik Suyu ve Sirke İle Dekontaminasyonu. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 12(1), 41-47
- Hildebrandt, G., Beneke, B., Erol, L.İ., Müller, A., 1989. Hygienischer Status von Rohkostsalaten verschiedener Angebots-formen. *Archiv für Lebensmittelhyg*, 40, 65-68
- Hitchins, A.D., Hartman, P.A., Todd, E.C.D., 1992. Coliforms- *Escherichia coli* and Its Toxins. In, *Compendium for the Microbiological Examination of Foods* p. 325-367. 3rd ed. Edgard Brothers. Ann. Arbor. American Public Health Association, Washington.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1996. *Yersinia enterocolitica*. *Microorganisms in Foods*, 5, 458p., Chapman and Hall, New York.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 1998. *Vegetables and Vegetable Products*, *Microorganisms in Foods*, 6, 215 p., Blackie academic and Professional Press, London-New York-Germany-Philadelphia.
- Kadaş, Z., 2011. Alıç Sirkesinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Metabolik Etkilerinin İncelenmesi ile İlgili Bir Çalışma. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kaneko, K.I., Hayashidani, H., Ohtomo, Y., Kosuge, J., Kato, M., Takahshi, K., Shiraki, Y., Ogawa M., 1999. Bacterial contamination of Ready-to-eat foods and fresh products in retail shops and food factories. *J Food Prot*. 62,644-649.

- Karapınar, M., Gönül, Ş.A., 1992. Removal of *Y. enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar. *International journal of Food Microbiology*, 16, 261-264.
- Kirk, R. S., and Sawyer, R., 1991. *Pearson's composition and analysis of foods*. 9th Edition, Longman Scientific and Technical, England, s708.
- Kittelmann, M., Stamm, W.W., Follmann, H., Truper, H.G., 1989. Isolation and classification of acetic acid bacteria from high percentage vinegar fermentations. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 30, 47-52.
- Kondo, T., Kishi, M., Fushimi, T., Ugajin, S., Kaga, T., 2009. Vinegar Intake Reduces Body Weight, Body Fat Mass, and Serum Triglyceride Levels in Obese Japanese Subjects. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73(8)1837 – 1843
- Lack, W.K., Becker, B., Holzapfel, W.H., 1996. Hygienischer Status frischer vorverpackter Mischsalate im Jahr 1985. *Archiv f. Lebensmittelhyg*, 47, 129-152.
- Lary, R.B., 1995. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J Food Prot*, 59, 204-216.
- Lukasik, J, Bradley, M.L., Scott, T.M., Dea, M., Koo, A., Hsu, W.Y., Bartz, J.A., Farrah, S.R., 2003. Reduction of Poliovirus1, Bacteriophages, *Salmonella montevideo* and *Escherichia coli* 0157:H7 on Strawberries by Physical and Disinfectant Washes, *Journal of Food Protection*, vol. 66, no 2, p. 188.
- Martinez-Tome M., Ana, M., Vera, M., Antonia, M.M., 2000. Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads. *Food Control*, 11, 437-445
- Morales, M. L., Tesyafe, W., Garcia-Parrilla, M. C., Casas, J. A., and Troncoso, A.M., 2001. Sherry wine vinegar: Physicochemical changes during the acetification process. *Journal of the Science in Food and Agriculture*, 81,611-619.
- Mosupye, F.M., Holy, A., 1999. Microbiological quality and safety of ready-to-eat street-vended foods in Johannesburg. South Africa. *J Food Prot.* A278-1284.
- Nastou, A., Rhoades, J., Rhoades, P., Makri, L., Kontominas, M., Likotrafiti, E., 2012. Efficacy of household washing treatments for the control of *Listeria monocytogenes* on salad vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, 159, 247-253
- Odumeru, J.A., Mitchcll, S.J., Alvcs, D.M., Linch, J.A., Yee. A.J., Wang, S.L., Styliadis, S., Farber, J.M., 1997. Assessment of the microbiological quality of ready-to-use vegetables for health-care food services. *J Food Prot*, 60, 954-960.
- Özkaya, H., Şahin, E., ve Türker, İ. 1991. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, Ankara, 443-467.
- Plessi, M., 2003. *Vinegar*, Umversita Degli Studi Modena, Elseiver Selence Ltd. 5996-6003
- Prescott, S.C., and Dunn, C.G., 1959. *Industrial Microbiology*. McGraw-Hill Book Company, Inc., USA.
- Roever, C.D., 1998. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food Control*, 9, 321- 347
- Sagoo, S.K., Little, C.L., Mitchcll, R.T., 2003. Microbiological quality of open ready-to-eat salad vegetables: effectiveness of food hygiene training of management. *J Food Prot*, 66, 1581-1586.

- Salleh, N.A., Rusul, G., Hassan, Z., Reezal A., Isa, S.H., Nishibuchi, M., Radu, S., 2003. Incidence of *Salmonella* spp. in raw vegetables in Selanor, Malaysia. Food Control, 14, 475-479,
- Schlech, W.K., Lavigne, P.M., Bortolussi, R.A., Allen, A.C., Haldane, E.V., Wort, A.J., Hightower, A.W., Johnson, S.E., King, S.H., Nicolls, E.S., Brome, C.V., 1983. Epidemic Listeriosis. Evidence for transmission by food. New England J Medicine, 308, 203- 206,
- Schüpbach, M.R., Niederberger, S., Bieri, H., 1981. Die bakteriologische Charakterisierung von gewaschenem Winter-Kopfsalat. Mitt.Gebiete Lebensm. Hyg. 72: 396-401.
- Sengun, I.Y., Karapinar, M., 2005. Elimination of *Yersinia enterocolitica* on carrots (*Daucus carota*L.) by using household sanitisers
- Synder, O.P., 1999. "The Reduction of E. colion Various Countertop Surfaces," Hospitality Institute of Technology and Management.
- Şahin, İ., 1982. Asit Fermantasyonları (Sirke, Laktik ve Sitrik asit Fermantasyonları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No. 78, 142s, Ankara.
- Şengül, İ.Y., ve Karapinar, M., 2006. Bazı Sebzelere İnokule Edilen *Salmonella typhimurium* Limon Suyu ve Sirke İle İnaktivasyonu. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir. Gıda, 31(3), 161-167
- Tan, S.C., 2005. Vinegar Fermentation, Master Thesis, University of Louisiana Department of Food Science, pp:120-125.
- Temiz, A., Bağcı, Ufuk., Toğay, S.Ö., 2011. Efficacy of Different Decontamination Treatments on Microbial Population of Leafy Vegetables. Gıda, 36 (1), 9-15
- Tükel Ç., Doğan H. B., 2000. *Staphylococcus aureus*, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, SİM matbaacılık , Ankara
- Türker, İ. 1963. Sirke Teknolojisi ve Teknikte Laktik Asit Fermantasyonları, Ankara Üniversitesi Basımevi, 181s. Ankara.
- Ünal, E., 2007. Dimrit Üzümünden Değişik Yöntemlerle Sirke Üretimi Üzerinde Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 44s, Adana.
- Wright, J.R., Sumner, S.S., Hackney, C.R., Pierson, M.D., Zoeckien, B.W., 2000. "Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 on Apples Using Wash and Chemical Sanitizer Treatments," Dairy, Food and Environmental Sanitation, vol. 20, no. 2, p. 120.
- Wu, F.M., Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Wells, J.G., Mintz, E.D., Swaminathan, B., 2000. Fate of *Shigella sonnei* on parsley and methods of disinfection. J. Food Prot. 63, 568–572.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Muş'ta doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Muş'ta tamamladı. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne yerleşti. 2009'da aynı bölümden mezun oldu. Yüksek Lisans eğitimine 2011 yılında başladı.