

**DOĞAL ANTİMİKROBİYALLERİN ISIL İŞLEM
GÖRMÜŞ SUCUKLARIN
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevgül DENKTAŞ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİSAN 2010

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞAL ANTİMİKROBİYALLERİN ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKLARIN
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sevgül DENKTAŞ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

NİSAN 2010

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK danışmanlığında, Sevgül DENKTAŞ
tarafından hazırlanan
“DOĞAL ANTİMİKROBİYALLERİN ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKLARIN
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ ”
başlıklı bu çalışma, lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri
uyarınca
12/04/2010
tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı, SOYADI

İmza

Başkan:

Danışman

Üye:

Üye:

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Rıdvan ÜNAL
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Bakteriyosinler	7
2.1.1 Bakteriyosin Çeşitleri	10
2.1.2. Nisin	13
2.1.3. Nisinin Antimikrobiyal Etkisi	14
2.1.4. Nisinin Yapısı ve Etki Mekanizması	15
2.1.5. Nisinle İlgili Yapılan Çalışmalar	16
2.2. Organik Asitler ve Tuzları	19
2.2.1. Sodyum Laktat	22
2.2.2. Sodyum Laktat ile İlgili Yapılan Çalışmalar	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1 Et	28
3.1.2 Kılıf, Sarımsak, Tuz ve Baharatlar	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Sucuk Üretimi	29
3.2.2. Nisin Çözeltisinin Hazırlanması	32

	Sayfa No
3.3. Analiz Yöntemleri	32
3.3.1. Nem miktarı Tayini	32
3.3.2. Protein miktarı Tayini	32
3.3.3. pH Tayini	32
3.3.4. Yağ Miktarı Tayini	33
3.3.5. Tiyoobarbiturik Asit (TBA) Tayini	33
3.3.6. Renk Tayini	33
3.3.7. Mikrobiyolojik Analizler	34
3.3.7.1. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı	34
3.3.7.2. Maya Küf sayımı	34
3.3.7.3. Enterobacteriaceae Sayımı	34
3.3.8. İstatiksel Değerlendirmeler	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	36
4.1 % Nem Oranı	36
4.2 pH Değerleri	38
4.3 Protein ve Yağ Değerleri	41
4.4 TBA Değerleri	44
4.5 Renk Değerleri	47
4.6 Mikrobiyolojik Sonuçlar	52
4.6.1 TMAB Sayımları	52
4.6.2 Enterobacteriaceae Sayımları	57
4.6.3 Maya-Küf Sayımları	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
6. KAYNAKLAR	63
7. ÖZGEÇMİŞ	78

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞAL ANTİMİKROBİYELLERİN ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SUCUKLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sevgül DENKTAŞ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu çalışmada, doğal antimikrobiyaller olan nisin ve sodyum laktatın, ısıl işlem görmüş sucukların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, % 1 oranında sodyum laktat, % 2 oranında sodyum laktat, % 2 sodyum laktat+ 250 ppm nisin ve antimikrobiyal içermeyen kontrol örnekleri hazırlanmıştır. TBA değerleri 30 gün depolamadan sonra yüksek oranda artış göstermiş depolamanın 60. gününde kontrol, 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, % 1 oranında sodyum laktat, % 2 oranında sodyum laktat, ve % 2 sodyum laktat + 250 ppm nisin örneklerinde sırasıyla 0,5382 mg malonaldehit/kg, 0,2366 mg malonaldehit/kg, 0,2964 mg malonaldehit/kg, 0,3228 mg malonaldehit/kg, 0,0884 mg malonaldehit/kg ve 0,0770 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır. Tüm örnekler arasında en düşük TBA değerleri %2 sodyum laktat katkılı örneklerde olmuştur. pH değerleri tüm periyotlarda %2 sodyum laktat katkılı örneklerde en yüksek ölçülmüştür. % nem oranı depolama boyunca bütün örneklerde azalmıştır. Protein ve yağ oranlarının bütün örneklerde kuru madde oranındaki artışa paralel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerin L* değerlerinde ilk 15 gün artış daha sonra düşüş gösterdiği, a* değerlerinde ısıl işlem öncesi artış daha sonra düşüş gösterdiği ve b* değerlerinde ise depolamanın 30. gününden sonra düşüş gösterdiği saptanmıştır. Mikrobiyal yük 250 ppm nisin, %2 sodyum laktat ve %2 sodyum laktat + 250 ppm nisin kullanılan örneklerde tüm depolama periyotlarında en az olmuştur.

2010, 86 sayfa

Anahtar kelime: Sucuk, nisin, sodyum laktat, ısıl işlem, mikrobiyoloji, kimyasal değişim

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF NATURAL ANTIMICROBIALS ON SOME QUALITY FEATURES OF HEAT TREATED SAUSAGES

Sevgül DENKTAŞ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

In this study, effects of natural antimicrobials: nisin and sodium lactate on physical, chemical and microbiologic of heat treated sausages have been examined. In the study, some control samples, which include 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, sodium lactate at the rate of 1%, sodium lactate at the rate of 2%, 2% sodium lactate + 250 ppm nisin respectively and the one, which doesn't include antimicrobial have been prepared. TBA values has increased greatly after the 30 day storage and the control has determined as 0,5382, 0,2366, 0,2964, 0,3228, 0,0884 and 0,0770 mg malonaldehit/kg for 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, 1% sodium lactate, 2% sodium lactate and 2% sodium lactate + 250 ppm nisin samples respectively on the 60th day of the storage process. Among all samples, the least TBA values have appeared in the samples with 2% sodium lactate addition. For all periods, the highest pH values have measured in the samples with 2% sodium lactate addition. During the storage process, the percentage of the moisture rate has decreased in all samples. It has been detected that protein and oil rates increased in parallel with the increase of dry matter rate in all samples. There has been no significant change in the L* values of samples whereas an increase for the first 15 days and a decrease after the 15th day for a* values and a decrease for b* values after the 30th day of the storage have been stated. Microbial load has been at the least level in all storage periods for the samples, which include 250 ppm nisin, 2% sodium lactate and 2% sodium lactate + 250 ppm nisin respectively.

2010, 86 pages

Keywords: Sausage, nisin, sodium lactate, heat treatment, microbiology, chemical change

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında her konuda desteğini ve ilgisini gördüğüm, bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e, karşılaştığım her soruna çözüm getiren, beni yönlendiren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK' e, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Nurhan DOĞAN' a ve Öğretim görevlisi Erdinç Abi' ye, laboratuvar çalışmalarımı gerçekleştirebilmemde bütün imkanları sağlayan Afyon Kocatepe Üniversitesi' ne, Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR' a ve Öğretim görevlisi H. Hüseyin KARA' ya, mikrobiyolojik çalışmalarımı birlikte yürüttüğümüz Öğretim görevlisi Raziye Telli' ye, her zaman desteklerini hissettiğim aileme ve arkadaşlarıma, hoşgörüsünü ve ilgisini hiç esirgemeyen, her zaman yanımda olan eşime teşekkürlerimi sunarım.

Sevgül DENKTAŞ
AFYONKARAHİSAR,Nisan 2010

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

°	Derece
C	Santigrat
%	Yüzde
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
L*	Hunter parlaklık Derecesi
a*	Hunter kırmızılık Derecesi
b*	Hunter sarılık Derecesi
µg	Mikrogram
IU	International unite
pH	Power Hidrojen
dk	dakika
log	Logaritma değeri
kob	Koloni oluşturan bakteri
ml	mililitre
mm	milimetre
nm	Nanometre
N	Normal
M	Molar
ppm	Parts per million

2. Kısaltmalar

SL	Sodyum laktat
TBA	Tiyobarbiturik Asit
TS	Türk Standartları
TMAB	Toplam Mezofil Aerobik Bakteri
LAB	Laktik Asit Bakteri

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1	Glukozun laktik aside dönüşümü 21
Şekil 3.1.	Sucuğun Üretim Akış Şeması 31
Şekil 4.1	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak % nem miktarı değişimleri 36
Şekil 4.2	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak pH değişimleri 38
Şekil 4.3	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak % protein oranları değişimleri 41
Şekil 4.4	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak % yağ değişimleri 43
Şekil 4.5	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak TBA değişimleri 44
Şekil 4.6	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak L^* (parlaklık) değerleri 47
Şekil 4.7	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak a^* (kırmızılık) değerleri 49
Şekil 4.8	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların zamana bağlı olarak b^* (sarılık) değerleri 50
Şekil 4.9	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen TMAB sayımları 52
Şekil 4.10	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen enterobacteriaceae sayımları 57
Şekil 4.11	Farklı oranlarda doğal antimikrobiyel katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen maya-küf sayımları 58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1:	Pastörize et ürünleri için USDA 9.CFR318.23 kodlu federal düzenlemede ısıtım işlem uygulaması için belirtilen merkez nokta sıcaklık ve süreleri ve depolama boyunca ölçülen maya-küf sayımları	5
Çizelge 2.2	Bazı bakteriyosinleri sentezleyen mikroorganizmalar ve etki ettiği mikroorganizmalar	11
Çizelge 2.3	Bazı bakteriyosinlerin uygulama alanı ve etkileri	12
Çizelge 2.4	Laktik asidin kullanılmasında bazı gıdalardaki etkileri	20
Çizelge 2.5	Sodyum Laktatın konsantrasyona bağlı Antimikrobiyal Etkisi	22
Çizelge 3.1.	Sucuk üretiminde kullanılan hammadde, baharatlar ve miktarları	29
Çizelge 3.2	Kullanılan katkı ve miktarları	30
Çizelge 4.1	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin zaman bağlı yüzde nem oranları değişimi	37
Çizelge 4.2	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin pH değerleri ortalaması	39
Çizelge 4.3	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin protein ve yağ değerleri ortalaması	42
Çizelge 4.4	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin TBA değerleri ortalaması	45
Çizelge 4.5	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin zamana bağlı L*değeri, a*değeri, b* değeri değişimi	48
Çizelge 4.6	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin üretim ve depolama periyodunda toplam canlı, enterobacteriaceae ve maya-küf ortalamaları	53
Çizelge 4.7	Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin üretim ve depolama periyotlarında mikrobiyal sayımları	54

1. GİRİŞ

Et ve et ürünleri, hayvansal kaynaklı proteinlerde bulunan elzem aminoasit, vitaminler ve demir (Fe) gibi minerallerden dolayı insanın yeterli ve dengeli beslenmesi için büyük öneme sahiptir (Öztan 2005). Taze et tüketiminin yanı sıra, et ürünlerinin tüketimi de artmakta, sucuk bunların önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Kolsarıcı ve Atıcı 1995). Sucuk olgunlaştırılmış taze etlerin önce kıyma haline getirilip tuz, baharat ve diğer katkı maddeleri ile karıştırılıp bağırsağa doldurulduktan sonra geleneksel doğal koşullarda veya hızlandırılmış yöntemlerle kurutulup, olgunlaştırılmasıyla elde edilen geleneksel çiğ üründür (Öztan 2005). Türk sucuğu: “Kasaplık büyükbaş hayvan gövde etlerinden hazırlanan hamurun, doğal veya yapay kılıflara doldurulması ve bir süre bekletilerek olgunlaştırılmasıyla elde edilen et ürünüdür” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 1991).

Son yıllarda teknoloji ve insanların yemek yeme alışkanlıklarındaki değişikliklere bağlı olarak hazır gıdalara doğru yönelmeler başlamış, bunun sonucu olarak et ürünlerinin ve bu grup içerisindeki sucuğun üretimi büyük ölçüde artmıştır (Yıldırım 1996). Sucuk sözcüğünün aslı Latince’de tuzlamayla muhafaza etme anlamında olan salcus’dan gelmektedir (Gökalp vd. 2002). Türklere özgü bir ürün olan sucuk, ülkemizde olduğu gibi diğer Türk Cumhuriyetleri’nde de sevilerek tüketilmektedir (Mızrak 1995). Türkiye’de tüketilen etin yaklaşık olarak %5’i işlenmiş et ürünü ve bu değer % 64,33’ü sucuktur. Yıllık işlenmiş et ürünü kapasitesi toplam 103.452 ton olup yine bu değer 66.560 tonunu sucuğun oluşturduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2001).

Hayvan yetiştirilmesi ve üretim boyunca bütün hijyenin sağlanması bakteri gelişimini minimum seviyede tutmaya yardımcı olur. Bunun yanında bazı ingrediyeentlerin kullanılması bakteri gelişimini durdurabilir. Ancak kullanılan bazı katkıların sağlıksız oluşu ve doğru oranlarda kullanılmadığında kansorejen etki yapması nedeniyle bu katkı maddelerinden faydalanılmayı sınırlamıştır (Kurt ve Zorba 2005). Günümüzde artan kanser vakaları tüketicileri daha bilinçli olmaya teşvik etmiş ve doğal ürünleri tüketmeye yöneltmiştir.

Düşük sıcaklık veya yüksek sıcaklıkta ısıtım işlem uygulamaları, vakum paketlenme gibi proseslerin yanı sıra tuz, şeker ve antimikrobiyal katkı maddeleri de kullanılmaktadır. Bütün bu uygulamalara rağmen gıda kaynaklı sağlık sorunları yaşanabilmektedir. Bunun nedeni üründe sağlığa zararlı maddelerin oluşmasına neden olan hatalı proses uygulamaları ve zararlı yada fazla dozda kullanılan katkı maddeleridir. Bunun önüne geçmek için doğal katkı maddelerinden yararlanılmalı ve üründe tahribata yol açan prosesler uygulanmamalıdır (Kurt ve Zorba 2005).

Et ve et ürünlerinin korunmasında laktik asit bakterileri gibi koruyucu kültürler (starter kültür) veya bu kültürlerden elde edilen bakteriyosin gibi metabolitler kullanılmaktadır. Bakteriyosinler bazı bakteriler tarafından sentezlenen peptitlerdir. İnhibisyon etkileri daha çok yakın türler üzerinde olan antimikrobiyal maddelerdir. Farklı özelliklere sahip olan birçok çeşitleri olup gıda sanayinde sıklıkla kullanılması nisin ile başlamıştır (Rodriguez *et al.* 2002). Nisin bazı *Lactococcus lactis* bakterileri tarafından sentezlenmektedir. Dünya Sağlık Örgütü(WHO) tarafından onaylanan ve yasal olarak kabul edilen tek bakteriyosindir. Nisin *Laktokoklar, basiller, mikrokoklar, S. aureus, Listeria monocytogenes* ve *Clostridium botulinum* da dahil olmak üzere pek çok gram (+) bakteriye karşı etkili olduğu bildirilmektedir (Paik *et al.* 2006). Bunun yanında Birleşmiş Milletler Gıda ve İlaç İdaresi tarafından “Genel Olarak Güvenli Gıda Kabul Edilebilir Ürün” anlamına gelen “GRAS” (Generally Recognised As Safe) statüsünde kabul edilmiş ve Avrupa Birliği ülkelerde de kullanımına izin verilmiştir (Bouttefroy *et al.* 2000). Nisin et ve süt ürünleri başta olmak üzere konserve, bira ve balık sanayinde de güvenle kullanılmaktadır (Ettayabi *et al.* 2000).

Et ve et ürünlerinin muhafazasında ve raf ömrünün arttırılmasında nisinin yanı sıra doğal alternatif olarak organik asitler ve türevleri de gösterilmektedir (Koos 1992). Buna en iyi örnek laktik asit ve tuzları verilebilmektedir. Birçok fermente gıdada doğal olarak bulunan laktik asit ve tuzu olan laktatlar herhangi bir sağlık riski oluşturmadan patojen mikroorganizmalara karşı yüksek antimikrobiyal etki göstermesi ve kullanıldığı ürünün duyu özelliklerinde olumsuz değişim göstermemesi nedeniyle güvenilir katkı maddesi olarak önerilmektedir (Koos 1992, Wit and Rombouts 1990).

Gıda güvenliği et endüstrisinde bulunan herkesin ciddi bir şekilde ele alması gereken bir konudur. Bakteriler et endüstrisinin de baş edilmesi zor olan bir mikrobiyal problemdir. Son yıllarda ciddi hastalıklara ve ölümlere neden olan bakteriyal salgınlar meydana gelmiştir. Bu nedenle bakteri yükünü minimum seviyede tutmak hem tüketici sağlığını korumakta, hem de ürünün raf ömrünü güvenli bir şekilde uzatmaktadır (Gökalp vd 2002).

Et ürünlerinin depolanmasında mikrobiyal gelişimin yanında bazı istenmeyen reaksiyonların oluşması üründe kalite kusurlarına yol açmaktadır. Ürünün üretimi ve depolanması sırasında fiziksel, kimyasal, ve duysal özelliklerin en iyi şekilde korunması için uygulanan proseslerin yanında bazı katkı maddeleri kullanılmaktadır. Ancak bu proseslerin uygulanmasında ve bu katkıların kullanılması konusunda her üretici yeterli bilgiye sahip olmadığı için yanlış uygulamalar sonucu tüketicilerin sağlığı açısından riskler meydana gelmektedir. Bu çalışma herhangi bir sağlık tehdidi oluşturmadığı iddia edilen nisin ve sodyum laktatın günümüzde et ürünlerinde yaygın bir şekilde kullanılan nitrit, nitrat vb. gibi katkılara alternatif olarak kullanılabileceği düşüncesiyle hazırlanmıştır.

Bu çalışmada ısıl işlem uygulanan sucuklarda farklı oranlarda kullanılan nisin ve sodyum laktatın ürünün raf ömrüne ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Ülkemizde üretilen fermente sucukları iki kısım altında incelenebilmektedir;

- Isıl işlem görmemiş fermente sucuklar.
- Isıl işlem görmüş sucuklar (Pastörize sucuk) (Yıldırım 1996).

Sucuk çeşitleri içerisinde en fazla tercih edileni ve beğenileni fermente sucuklardır. Bunun sebebi fermentasyonun bu ürünlere hoş giden lezzet, aroma, renk ve yapısal nitelikler ile daha uzun bir raf ömrü kazandırmasındandır (Dinçer 1980).

Fermentasyon sırasında üründe mikrobiyolojik, fiziksel ve biyokimyasal değişimler yaşanmaktadır. Ürüne özgü tat, koku ve yapı oluşumu bu değişimlerin sonucudur. Sucukta olgunlaştırılma süresince özellikle lezzet ve koku oluşumunda proteolitik ve lipolitik enzimler etkilidir. Bu enzimler fermentasyon sırasında sucuktaki protein ve yağları parçalayarak son ürünün aromasını oluşturan daha küçük molekülleri oluştururlar (Shahidi 1998). Ayrıca fermente sucuğa özgü olan ekşimsi tat ısıtma işlemi görmüş sucukta yoktur. Bunun nedeni fermentasyon sırasında ette bulunan şekerin laktik aside, yağların da yağ asitlerine parçalanarak pH' ı düşürüp, asitliği arttırmasıdır. Fermente sucukta fermentasyonu gerçekleştiren bakteriler *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus curvatum*' dur (Gürakan vd. 1995). Ancak ısıtma işlemi görmüş sucukta bu reaksiyonları gerçekleştiren bakteriler, lipolitik ve proteolitik enzimler inhibe olduğundan, istenilen reaksiyonlar gerçekleşmediği için pH düşmemekte ve ürünün kurumasında problem yaşanmaktadır (Ercoşkun 2006).

Ülkemizde ve diğer ülkelerde yemek alışkanlıklarının değişmesi ve hızlı tüketimin artması üretici firmaları yeni arayışlara yöneltmiştir. Üretici firmalar bu taleplere cevap verebilmek için hem sağlıklı, hem dayanıklı ürün üretmiş, hem de üretim kapasitelerini yükseltmişlerdir. Bunu en iyi şekilde ürünün özelliklerini korumak şartıyla üretim sürecini hızlandırarak çözmüşlerdir. Geleneksel Türk tipi sucuktan ısıtma işlemi görmüş sucuk benzeri ürüne geçiş bunun en iyi örneğidir (Ercoşkun 2006). Günümüzde üretim süresini kısaltarak

gerek bakteriyolojik açıdan daha sağlıklı, gerekse ekonomik açıdan daha uygun ürün elde etmek için sucuklara ısıtıl işlem uygulanması giderek daha yaygın bir hal almıştır (Yıldırım 1996). Sucuk kısa bir olgunlaştırma (fermantasyon) aşamasını takiben ürünlere merkez sıcaklığı (ısının ulaştığı en son nokta sucuk çapının orta noktasıdır) en az 68 °C olacak şekilde ısıtıl işleme tabi tutulmaktadır (Lücke 1994). Ürün bu şekilde pastörize edilmektedir. Diğer gıdalarda olduğu gibi et ürünlerinde de bazı yasal düzenlemeler getirilmiştir. Türk Gıda Kodeksi' ne göre pişirme işlemi; "ürün merkez sıcaklığının en az 72° C' ye ulaştığı ısıtıl işlem" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2009). Pastörize et ürünleri için USDA (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı) tarafından belirlenen 9.CFR318.23 kodlu federal düzenlemede ısıtıl işlem uygulaması için belirtilen merkez nokta sıcaklık ve süreleri Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1: Pastörize et ürünleri için USDA 9.CFR318.23 kodlu federal düzenlemede ısıtıl işlem uygulaması için belirtilen merkez nokta sıcaklık ve süreleri (Anonymous 1998b)

SICAKLIK F°	SICAKLIK C°	SÜRE (DAKİKA)
130	54,44	121
141	60,55	15
145	62,77	10
150	65,55	3
155	68,33	1

Ancak sucuklarda patojen mikroorganizmaların inaktivasyonunun sağlanması için 70° C' de 2 dakika ısıtıl işlem uygulanması önerilmektedir (Gaze *et al.* 1989). Bu uygulama proses ve ürünün fiziksel, kimyasal özellikleri göz önüne alınarak tekrar değerlendirilmekte ve ısıtıl işlem genellikle dolumu yapılan sucukların +4°'de 12-18 saat dinlendirilmesinden sonra uygulanmaktadır. Isıtıl işlem uygulaması nemin ve sıcaklığın manuel ya da otomatik ayarlandığı odalarda yapılmaktadır.

Günümüzde doğal şartlarda fermentasyon yerine iklimik odalarda ve dışardan starter kültür ilavesi ile fermentasyon gerçekleştirilmektedir. Burada amaç fermentasyonu

etkileyen iç ve dış faktörlerin kontrolünü sağlarken aynı zamanda ürünlerdeki mikrofloranın da kontrolün sağlamaktır (Gökalp vd 2002).

Ülkemizde sucuklara çok farklı derece ve sürelerde ısı işlem uygulaması yapılmaktadır. Bazı üreticiler kısa bir fermentasyon uygulamasından (48-72 saat) sonra ısı işlemi uygulamakta bazı üreticiler ise fermentasyon uygulamadan ısı işlem yapmaktadır (Ercoşkun 2006). Ancak güvenilir bir ürün elde etmek için uygulanan sıcaklık, ortamdaki tüm patojen mikroorganizmaları yok etmek için yeterli derecede olması gerekmektedir. Bunun yanında ürünün pH'ı ve nem oranı tekrar bir gelişme olmaması için uygun değerlerde olmalıdır. Çünkü mikrobiyal yükü azaltmak ve enzimleri inhibe etmek için uygulanan pastörizasyon işlemi sonucunda depolama süresi kısalmaktadır (Filiz 1996).

Isı işlem uygulaması (50° ve üzeri) sonucu sucukta meydana gelen biyokimyasal değişimler; proteinlerin denatürasyonuna bağlı olarak lipolitik ve proteolitik enzimler inhibe olmakta ve bu enzimlerin gerçekleştirdiği reaksiyonlar durmaktadır (Varnam and Sutherland 1995). Kas proteinlerinin denatürasyonu sonucu koloidal bir jel oluşmakta ve protein molekülleri arasına sıkışan su son üründe yüksek nem oranı oluşturmaktadır (Lawrie 1998). Isı lipazları denatüre ettiği için oksidasyon engellenmekte ve serbest yağ asidi oluşumu önlenmektedir. Ancak ısı işlem uygulaması boyunca lipitlerin okside olması söz konusu olmakta; ısı işlem, kararlılığı az olan nitrozomyoglobini daha kararlı olan nitrozohemokroma dönüştürerek rengin kalıcı olmasını sağlamaktadır (Gökalp vd. 2002). Yeterli sürede ve derecede yapılan ısı işlem patojen mikroorganizmaları yok ettiği için ürünün daha hijyenik olmasını sağlamaktadır. Ancak uygulanan ısı istenilen mikroflorayı da inhibe ettiği için sucuk uygun şartlarda muhafaza edilmezse patojen mikroorganizmalar gelişip üreyerek baskın mikroflorayı oluşturacak ve ürünün bozulmasına sebep olacaktır (Ercoşkun 2006).

Gıdaların raf ömrünü arttırmak ve özelliklerini iyileştirmek amacıyla bazı katkı maddeleri geliştirilmiştir. Et ürünlerinde en çok kullanılan katkıları antioksidantlar, renk maddeleri, emilgatorler, aroma maddeleri, indirgen bileşikler, fosfatlar, sitrik asit tuzları ve küring

maddeleridir (Gökalp vd. 2002). Bu amaçla en çok kullanılan katkı maddeleri nitrit ve nitratlardır. Nitrit ve nitratlar etin renk maddesi myoglobinle birleşmekte ve nitrozomyoglobin oluşarak canlı kırmızı rengini oluşturmaktadır. Isıl işlem görmüş ürünlerde nitrozohemokromojene dönüşür ve kalıcı kırmızı rengi oluşturmaktadır. Nitrit ve nitrat et ürünlerinde gıda zehirlenmesine yol açan *Clostridium botulinum* inhibe etmektedir (Öztañ 2005). Ayrıca nitrit ve nitrat antioksidant özelliğinden dolayı yağların oksidasyonunu önleyerek ransidite denilen acılaşmayı önlemektedir. Kürlenmiş ürünlerin kendine has tadı ve aromasını geliştirdiğı için küring ajanları olarak da geçmektedir (Gökalp vd. 2002).

Ancak nitrit ve nitratın olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkileri de vardır. Bunlardan en önemlisi gıdalarda doğal olarak bulunan aminlerle yada bazı azotlu bileşiklerle özellikle düşük pH'lı gıdalarda birleşerek N-nitrozaminleri oluşturmaktadır. N-nitrozaminleri kanserojenik maddeler olduğundan kansere yol açmaktadır (Gökalp vd. 2002). Bu yüzden nitrit ve nitratın bilinçsizce kullanımı yüzünden pek çok sağlık problemleriyle karşılaşmaktadır. Nitrat ve nitritin izin verilen miktarları nitrat için 300 ppm, nitrit için ise 150 ppm oranında katılmasına izin verilmiştir (Anonim 2008). Bu miktarlar özellikle ısıt işlem görmüş ürünlerde azaltılmaktadır.

2.1. Bakteriyosinler

İnsanların sağlıklı bir hayat sürdürmelerinde tükettikleri gıdaların önemi büyüktür. Sağlıklı beslenmede tüketilen gıdanın ne şekilde hazırlandığının ve içeriğinin bilinmesi de önemlidir. Gıdanın fonksiyonel özelliklerini kaybetmemesinin yanında içerdiği ingrediyentlerin kullanıldığı oranlarda sağlığa hiçbir olumsuz etkisinin bulunmaması gerekmektedir (Kurt ve Zorba 2005).

Doğal gıdaların lezzetini, görünüşünü, tekstürünü ve depolama özelliklerini iyileştirmek için gıdalara katkı maddeleri ilave edilmektedir. Ülkemizde resmi olarak katkı

maddelerinin tanımlanması şu şekilde yapılmaktadır; “Tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan, seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması ve depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılmasına izin verilen maddelerdir” (Anonim 1998a).

Gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ısıtma işlemi uygulaması, paketlenme gibi işlemlerin yanında antimikrobiyallerin kullanımı en çok başvurulan yöntemdir. Kullanılan antimikrobiyallerin sağlığa zararlı madde içermemesi ve doğal olması tercih edilmelidir.

Bu amaca yönelik; antagonistik mikroorganizmalar ve metabolitleri kullanılarak gıdalarda bozulma yapan ve patojen özellikte mikroorganizmaların inaktivasyonu sağlanmaktadır (De Martinis *et al.* 2002). Laktik asit bakterilerinin yanı sıra gram (+) ve gram (-) bakterileri de antimikrobiyal madde üretmektedir (Lin and Lin 2002). Laktik asit bakterileri güvenli bir şekilde gıdaların korunmasında en çok kullanılan bakteridir (De Martinis *et al.* 2002).

Bakteriyosinlere doğal antimikrobiyal de denmektedir, sindirimlerinde mide ve ince bağırsaktan geçerken proteazlar tarafından aminoasitlere kadar parçalandıkları için klasik tip antibiyotiklerden farklıdır. Bu nedenle kalın bağırsak florasına etki etmezler ve vücut tarafından emilmezler (Banwart 1981).

Bakteriyosinler ilk olarak *Escherichia Coli* tarafından sentezlenen *colicin*’ in analiziyle bulunmuştur. *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Weissella* gibi birçok mikroorganizmadan elde edilmektedir (Chen and Hoover 2003). Ancak en güvenli olduğu tespit edilen *Lactococcus* ve *Lactobacillus* bakterileri tarafından sentezlenen bakteriyosinlerdir. Bakteriyosinler sentezlenen bakterinin cinsine ve türüne, geliştikleri ortamın şartlarına göre laktik asit, asetik asit, etanol, diasetil,

CO₂, H₂O₂, reuterin, laktik asit türevleri ve düşük moleköl ağırlıklı peptidler üretebilmektedir (Ray and Miller 2003).

Bakteriyosinler üzerine yapılan bir çalışmada Nisin, Sakasin P, Kurvasin A gibi bakteriyosinler üzerine gıda bileşenlerinin ve ekolojik faktörlerin etkisi incelenmiş; inceleme sonucunda kazein, lesitin ve divalent katyonların bu bakteriyosinlerin antagonistleri oldukları görülmüştür. EDTA (etilendiamin tetra asetik asit), propil- paraben, düşük pH, NaCl' nin tüm bakteriyosinlerin aktivitesini arttırdığı tespit edilmiştir (Ganzle *et al.* 1999).

Yapılan başka bir çalışmada *Lc. Lactis* USC – 39, *E. faecium* USC – 46, *E. mundtii* USC – 51' den bakteriyosin üretimlerinin, bakterilerinin gelişimlerinin durgun fazında maksimum miktarda olduğu bulunmuştur (Campos *et al.* 2006).

Nisin, sakasin A, sakasin P, pissikolin 61, pediosin PA- 1 gibi bakteriyosinlerin difüzyon alanları üzerine pH, NaCl, soya yağı ve agar konsantrasyonunun, indikatör hücre sayısının etkileri incelenmiş ve bazı bakterilerin difüzyon alanlarının bu değerler arttıkça değiştiği tespit edilmiştir (Blomm *et al.* 1997).

Bakteriyosinin üzerine deterjanların etkisi incelendiğinde, bakteriyosinlerde aktive kaybı bakteriyosinin kısmi denetürasyonu yada stabilitesini olumlu yönde etkileyen maddelerle bileşikliğinin bozulmasından ileri gelmektedir (Ivanova *et al.* 1998). Bakteriyosin EDTA ile kullanıldığında, EDTA bakteriyosinin etki ettiği bakterinin hücre membranını etkileyerek aktivitesini olumlu yönde etkileyebileceği gibi, aktivitesinde rol oynayan divalent katyonlarla bileşik oluşturarak aktivitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini ileri sürmüştür (Ganzle *et al.* 1999).

2.1.1 Bakteriyosin Çeşitleri

Bakteriyosinlerin sınıflandırılmasında en çok kullanılan metot Klaenhammer' in yaptığı metottur. Klaenhammer yönteminde Gram (+) bakterileri molekül büyüklüğü, etki mekanizmaları, kimyasal yapıları, ısı duyarlılıkları gibi biyokimyasal özelliklerine göre 4 gruba ayırmıştır. Ancak bu sınıflandırmada genel olarak ilk 3 sınıf dikkate alınmıştır (Chen and Hoover 2003).

- Grup 1 Bakteriyosinler: Çok az rastlanan aminoasitlerden olan Lanthionine içerdiklerinden dolayı lantibiyotikler de denir. Nisin bu grupta yer almaktadır. Isı stabiliteyi oldukça iyi olup, düşük pH' da 100° C' ye kadar stabildirler. Grup 1 bakteriyosinleri kimyasal yapıları ve antimikrobiyal yapıları dikkate alınarak 1 A ve 1 B lantibiyotikleri olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.
- Grup 2 Bakteriyosinler: Grup 1' den farklı olarak lanthionine içermezler. Isı stabilitesi yüksektir. 100° C' den 120° C' ye kadar dayanıklıdır. Düşük molekül ağırlığına sahip, membran aktif peptidlerdir. Grup 2 A, Grup 2 B, Grup 2 C olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır.
- Grup 3 Bakteriyosinler: Diğerlerinden daha büyük molekül ağırlığına sahiptirler. Isıya duyarlı peptit zincirlerinden meydana geldiklerinden dolayı ısıya karşı stabil değildirler (De Martinis 2002).
- Grup 4 Bakteriyosinler: Molekül büyüklüğü yüksek ve kompleks yapıya sahiptirler. Bu bakteriyosinle ilgili fazla çalışma yapılmamıştır.

Bakteriyosin sentezleyebilen mikroorganizmalar ve bu bakteriyosinlerin etki ettiği mikroorganizmalar çizelge 2.2' de verilmiştir.

Çizelge 2.2: Bazı bakteriyosinleri sentezleyen mikroorganizmalar ve etki ettiği mikroorganizmalar (Yıldırım 2000, Gürsel 1999).

Bakteriyosin	Sentezleyen Mo.	Etki Ettiği Mikroorganizmalar
Grup I A		
Nisin	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Lactococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>Streptococcus ssp.</i> , <i>Micrococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>Lc.mesenteroides</i> , <i>P. lactici</i> ,
Lactocin S	<i>Lactobacillus sake</i>	
Epidermin	<i>Staphylococcus epidermis</i>	
Gallidermin	<i>Staphylococcus gallinarum</i>	
Lacticin 481	<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactococcus ssp.</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. bulgaricus</i> ,
Grup I B		
Mersacidin	<i>Bacillus subtilis</i>	
Cinnamycin	<i>Streptomyces cinnamoneus</i>	
Ancovenin	<i>Streptomyces ssp.</i>	
Duramycin	<i>S. cinnamoneus</i>	
Actagardin	<i>Actinoplanes ssp.</i>	
Grup II A		
Pediocin PA-1	<i>Pediococcus acidilactici</i> PAC1.0	<i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>Pediococcus ssp.</i> , <i>L. monocytogenes</i> <i>L. monocytogenes</i> , <i>L. ivanovii</i> , <i>Linnocua</i> <i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>L.monocytogenes</i> <i>Enterococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> ,
Pediocin AcH	<i>Pediococcus acidilactici</i> H	
Sakacin A	<i>L. sake</i>	
Sakacin P	<i>L. sake</i>	
Leucocin A-UAL 87	<i>Leuconostoc qelidum</i>	
Mesentericin Y105	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Enterocin A	<i>Enterococcus faecium</i>	
Divercin V41	<i>Carnobacterium</i> <i>Divergens</i>	<i>Enterococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>L. innocua</i> , <i>L. İvanovi</i> <i>Enterococcus ssp.</i> , <i>Lactobacillus ssp.</i> ,
Lactococcin	<i>L. lactis</i>	
Grup II B		
Lactococcin G	<i>L. lactis</i>	
Lactococcin M	<i>L. lactis</i>	
Lactacin F	<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>L. bulgaricus</i> , <i>L. leichmanni</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L.fermentum</i> 1750, <i>E. Faecalis</i> <i>L. plantarum</i> , <i>L. paramesenteroides</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Lactobacillus ssp.</i> , <i>Leuconostoc ssp.</i> ,
Plantaricin A	<i>Lactobacillus plantarum</i>	
Plantaricin S	<i>L. plantarum</i>	
Plantaricin EF	<i>L. plantarum</i>	
Plantaricin JK	<i>L. plantarum</i>	
Grup II C		
Acidocin B	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	
Carnobacteriocin A	<i>Carnobacterium piscicola</i>	
Divergicin A	<i>C. divergens</i>	
Enterocin P	<i>E. faecium</i>	
Enterocin B	<i>E. faecium</i>	
Grup III		
Helveticin J	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>L. helveticus</i> 1846 ve 1244, <i>L. bulgaricus</i> 1373 ve
Helveticin V-1829	<i>L. helveticus</i>	

Çizelge 2.3 Bazı bakteriyosinlerin uygulama alanı ve etkileri (Cleveland *et al* 2001).

Bakteriyosi	Uygulanan gıda	Etkileri
Nisin A	İşlenmiş et ürünleri	Bakteri inhibisyonu
Nisin A	Ricotta peynirinde <i>L. monocytogenes</i> 'in inhibe edilmesi	<i>L. monocytogenes</i> 'i 8 haftada etkili bir şekilde inhibe etmiştir
Pediocin AcH	Pediocin AcH sentezleyen <i>L. plantarum</i> WHE 92, fermentasyonun başlangıcında Munstar peynirinin yüzeyine ekilmiştir.	<i>L. monocytogenes</i> 'in gelişimini engellemiştir
Enterocin 4	Enterocin sentezleyen <i>E. faecalis</i> INIA4, Manchego peyniri üretiminde kullanılmıştır.	<i>L. monocytogenes</i> Ohio 'yu inhibe ederken, <i>Listeria monocytogenes</i> Scott A'yı inhibe etmemiştir
Linocin M-18	<i>B. lines</i> kırmızı peynir üretiminde starter olarak kullanılmıştır	<i>L. ivanovi</i> ve <i>L. monocytogenes</i> 'in sayısında 2 log fazı düşüşe neden olmuştur.
Piscicolin 126	Jambonda <i>L. monocytogenes</i> inhibisyonu için kullanılmıştır.	Ticari bakteriyosinlerden daha etkili bulunmuştur
Leucocin A	<i>L. gelidium</i> UAL187 vakum paketlenmiş sığır etinde bozulmanın önlemesi için kullanılmıştır	<i>L. sake</i> 'nin de etkisiyle bozulma 8 haftaya kadar geciktirilmiştir.
Lactocin 705	Kıyılmış sığır etinde <i>L. monocytogenes</i> ' in inhibisyonu için kullanılmıştır.	<i>L. monocytogenes</i> ' in kıyılmış etlerde gelişimini önlemiştir.
Pediocin AcH	Tavuk eti sosisinde <i>L. monocytogenes</i> 'i inhibe etmek için pediosin üreten <i>P. acidilactici</i> (Ped ⁺) kullanılmıştır	Etkili bir şekilde <i>L. monocytogenes</i> sayısında düşüşü sağlamıştır.
Pediocin	Şarap ve fırıncılık ürünlerinde kullanımı konusunda araştırmalar	Bu tür ürünlerde de kullanılacağı tespit edilmiştir.
Pediocin AcH	Tavuk etine pediosin preparatı eklenmiştir.	5 °C'de 28 gün <i>L. monocytogenes</i> gelişimini önlemiştir.
Pediocin PA-1	Fermente sosiste starter kültür olarak <i>P. Acidilactici</i> (Ped ⁺) kullanılmıştır	<i>L. monocytogenes</i> 'i etkili bir şekilde kontrol etmiştir.
Enterocin	Jambon, domuz eti, tavuk göğüs eti, pate ve sosis'te kullanılmıştır	Çeşitli şartlar altında <i>L. monocytogenes</i> gelişimini önlemiştir.

2.1.2. Nisin

Bakteriyosinler peptid veya protein yapısında olmasından dolayı pankreasdan salgılanan proteolitik enzimlerle ve mide salgılarındaki maddelerle sindirilmektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda da stabil kaldıklarından (Grup I ve Grup II) ısıtım işlemi gören ürünlerde etkili olduğu bilinmektedir. Bu amaçla en çok kullanılan ve yasal olarak izin verilen nisin, et ve süt başta olmak üzere birçok üründe güvenle kullanılmaktadır. Nisin etki alanı oldukça fazladır. Isıtım işlemine dayanıklı olmasının yanında, düşük pH' lı gıdalarda da oldukça etkilidir. Örnek olarak pH 2' deki çözünürlüğü pH 8'deki çözünürlüğünden 228 kat fazla olduğu tespit edilmiştir (Liu and Hansen 1990).

Nisin et ürünlerinde de güvenli bir şekilde kullanılmaktadır. Et ve et ürünlerinden pH değerleri çözünürlüğüne olumlu etkisinin ve ısıtım işlemine dayanıklı olması kullanımı oldukça yaygınlaştırmıştır. Özellikle *Listeria monocytogenes* 'i inhibe etmesi ve et ürünlerinde çok tehlikeli patojen olan, ölümlere yol açan *Clostridium botulinum* ' a karşı etkilidir. Bu yüzden nitrit kullanımını sınırlandırılabilir. Ayrıca *Bacillus thermosphacta*, *Carnobacterium divergens* ve *Listeria innocua* karşı etkili olduğu saptanmıştır. Karkas yüzeyindeki *Brochothrix thermosphacta* ' ya etkili olan nisin seviyesinin 400 IU/ml olduğu rapor edilmiştir (Cutter and Siragusa 1994).

Rogers 1928 tarafından bazı *Streptococcus* cinsi bakterilerin diğer laktik asit bakterileri inhibe eden maddeler ürettiği keşfedilmiştir (Parente and Riccardi 1999), sonraki yıllarda bu maddeler nisin ismini almıştır. Nisin ilk defa 1928 yılında peynir üretiminde yaşanan problemler için kullanılmış ve 1953 yılında ticari olarak kullanılmıştır. GRAS statüsünde kabul edilen nisin AB haricinde Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Yeni Zelanda gibi 80 'den fazla ülkede güvenle kullanılmaktadır. İlk kez krem peynirlerde kullanılmış, AB ülkelerinde irmik ve tapioka pudingler, olgunlaştırılmış ve ısıtım görmüş peynirler ile ekşitilmiş kremada nisin (E 234) kullanımına izin verilmiştir (Roller and Lusengo,1997). Nisinin kullanımında FAO/WHO tarafından izin verilen güvenli dozu 70 kg ağırlığında bir insan için günlük 60 mg yada 33000 IU olarak açıklamıştır (Chen and Hoover 2003).

Amerika Birleşik Devletleri İlaç ve Gıda Dairesi (US FDA) nisinin yetişkinler için güvenli dozun günlük 2,9 mg olarak belirlemiştir (Kurt ve Zorba 2005). Nisin ticari olarak nisaplin olarak satılmakta olup, 1 µg nisin/g 40 µg nisaplin/g' a karşılık gelmektedir (Thomas *et al.* 2000).

Nisin ile ilgili yapılan bazı çalışmalar nisinin terapötik amaca uygunluğunun araştırılmasıdır. Bu amaca uygun olarak veterinerlik ve klinik alanlarda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda nisinin antimikrobiyal spektrumun dar olduğu, sindirim protezları tarafından inaktif hale geldiği, vücut sıvılarında çözünürlüğünün düşük olduğu, vücutun fizyolojik pH'ı olan pH:7.0-7.5' da stabil kalamadığı bulunmuş, bu nedenlerle terapötik amaca uygun olmadığı sonucuna varılmıştır (Delves- Broughton,1990).

2.1.3. Nisinin Antimikrobiyal Etkisi

Nisinin diğer bakteriyosinlerde olduğu gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkisi sınırlıdır. Gram-negatif bakterilere, maya-küflere etki etmezken gram-pozitif bakterilere özellikle spor oluşturanlara karşı çok etkilidir. Nisinin gram-pozitif bakterilere karşı etkisi konusunda yapılan çalışmalarda *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Erysipelothrix*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Listeria* ve çeşitli laktik asit bakterileri üzerine etkili olduğu bulunmuştur (Scott and Taylor 1981, Ariyapitipun *et al.* 1999).

Gram-negatif bakteriler nisine karşı direnç göstermektedir. Bu konuda ilk çalışmalar 1990 yılından sonra Blackburn ve diğerleri tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada gram-negatif bakterilerin gelişiminin durdurulması için nisinden yararlanılmış, nisinle birlikte şelat yapma özelliği olan maddeler kullanıldığında gram-pozitif bakteriler yanında kalın peptidoglikan dış zara sahip gram-negatif bakterilere karşı bakterisidal etkisi olduğu görülmüştür (Vandenbergh 1993). Başka bir çalışmada ise nisin uygulamasından önce; ısıtma işlemi, dondurma, hidrostatik basınç uygulaması ya da EDTA gibi şelat yapıcı ajanlarla ön işleme tabi tutulmasıyla gram-negatif bakterilerin dış membranı zarar göreceğinden nisin

bu aşamalardan sonra gram-negatif bakterilere karşı etkili olduğu bulunmuştur (Losso *et al.* 2000).

2.1.4. Nisinin Yapısı ve Etki Mekanizması

Nisinin kimyasal yapısı Koponen (2004) tarafından belirtilmiştir. Koponen (2004)' e göre; nisin (Grup I) lantibiyotik sınıfına girmektedir. Molekül formülü $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$ ve molekül ağırlığı 3354.25 Da'dır ve 34 adet aminoasit içerir. Bu aminoasitlerden 8 tanesi sülfür içermektedir. Bu sülfür içeren aminoasitlerden lanthionin ve 3-metil lanthionin'dir. Ayrıca didehidroalenin ve didehidrobutirin gibi diğer aminoasitlerini içermektedir. Nisin 27. aminoasite göre adlandırılmaktadır. 27. aminoasit aspartik asit ise Nisin A, Histidin ise Nisin Z denilmektedir (Hampikyan 2006).

Nisin ısıya karşı dirençsizdir. Ama gıdalara uygulanan ısı işlem sonucu inaktive olmamaktadır (Kışla ve Ünlütürk 2003). Düşük pH' lı gıdalarda daha etkilidir. Optimum pH' ı konusunda bir çalışma yapılmış ve pH=2' deki çözünürlüğü pH=8' deki çözünürlüğünden 228 kat daha fazladır (Liu ve Hansen 1990). Kuru halde uzun süre özelliğini kaybetmeden muhafaza edilebilmektedir.

Nisin etki mekanizması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri vejetatif hücre ve sporlara karşı nisinin antimikrobiyal etkisi nisinin, stoplazmik membranın fosfolipid bileşenleri ile reaksiyona girerek membranın özelliğini kaybetmesi sonucu gerçekleşmektedir (Henning *et al.* 1986). Başka bir çalışmada nisin yüzey aktif ajanı gibi çalışarak bakterilerin stoplazmik membranı ile reaksiyona girip membranın üzerinde küçük gözenekler oluşturur ve böylece iyonların ve molekül ağırlığı küçük olan moleküllerin dışarı çıkmasına neden olmaktadır (Bierbaum and Sahl, 1993, Jack *et al* 1995).

Nisin sporlara bakteriyostatik etki göstermektedir. Nisin sporların çimlenmesi sırasında sporların membranlarında bulunan proteinlerin sülfidril gruplarına etki etmektedir (Delves-Broughton and Gasson, 1994).

2.1.5. Nisin ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Nisin; üzerinde çok sayıda çalışmalar yapılan et ürünlerinin raf ömrünü arttırmak, *Clostridium botulinum* ve *Listeria monocytogenes* gibi bakterilerin oluşmasını engellemek, rengin düzenlemek, gıda zehirlenmesini engellemek amacıyla kullanılan ve kanserojen nitrozoaminlerin üretilmesine yol açan faktörlerle reaksiyona giren nitratın yerine kullanılan, doğal bir katkı maddesidir (Reunanen and Saris 2004). Yapılan söz konusu çalışmaların sonuçları Delves-Broughton *et al.* (1990) ve De Vuyst and Vandamme (1994) tarafından gözden geçirilmiş ve şu sonuçlar çıkarılmıştır (Reunanen and Saris 2004) :

- Nisin, gram – negatif ve nisin toleranslı bakterilerin varlığında etlerin enfekte olmasını engellemede tek başına yeterli değildir.
- Nisin nitrat ile birleştirilerek kullanıldığında *Clostridium sporogenes* sporlarının ortaya çıkması engellenirken, nitrat düzeyi de önemli ölçüde düşürülebilmektedir.
- Nisin nitrat ile birlikte kullanıldığında bile etteki nisin miktarı tercihen yüksek (100 – 400 ppm aralığında) olmalıdır.

Paik *et al.* (2006) yaptıkları çalışmada; Ray (1992) tarafından nisinin mikrobiyal çoğalmayı azalttığı bildirilen 100 IU/gr ve 500 IU/gr miktarlarında nisin eklendiği Kore çeşnili sığır etini 25° C' de ve 4° C' de 60 gün boyunca depolamışlardır. Depolama sonucunda mikrobiyolojik ve fiziksel karakteristiklerin 25° C' de 4° C' ye göre daha hızlı değiştiğini, 4° C' lik depolamada önemli bir değişiklik görülmediğini, nisinsiz ürünlerde ise özellikle 25° C' de 60 gün depolama sonucunda mezofik, psikotropik, anaerob ve *B. cereus*

bakterilerinin tekrar aktif hale geldiğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak; nisin mikrobiyel gelişmede, bozulmada ve örneklerin renk ile dokularında meydana gelen değişimlerde gecikmeye yol açmıştır.

Nisinin farklı pH' larda stabilitesi üzerine yaptıkları çalışmada tampon çözeltide nisinin 121° C' de 15 dakika otoklavlandıktan sonra pH 7' de % 5' ini, pH 5' de %35'ini, pH 3' de ise aktivitesinin tamamını koruduğu bulunmuştur (Delves- Broughton, 1990). Yine yapılan başka bir çalışmada tampon çözeltisi hazırlanan nisinin pH 2' de 115° C' de 20 dakika otoklavlandıktan sonra aktivitesini koruduğu bulunmuştur (Piard *et al.*, 1990).

Bazı proteolitik enzimlerin nisin aktivitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada pepsin ve tripsin nisin üzerine etki etmezken, alfa – kimotripsin ve proteinaz K tarafından inaktive edildiği bulunmuştur (Uhlman *et al.* 1992).

Nisinin gram – pozitif bakterilerine antimikrobiyal etkisinin yanında bazı gram negatif bakterilere de etkili olduğu bulunmuştur (Vandenbergh 1993). Balıklarda yapılan bir çalışmada 3 çeşit balık örneğinde 10° C' de ve 25° C' lik depolama şartlarında nisinin *Cl. Botulinum* Tip E sporlarının toksin üretimine etkisini incelenmiştir. Buna göre mililitrede 8000 IU, 16000 IU ve 32000 IU içeren çözeltiler balık üzerine spreyleneştir. 10° C' de depolanan balıklara 8000 IU ve 16000 IU, 26° C' de depolanan balıklara 16000 IU ve 32000 IU nisin içeren çözeltiler spreyleneştir, örnekler anaerobik ortamda paketlenmiştir ve her birine *Cl. botulinum* Tip E sporları inoküle edilmiştir. Elde edilen verilere göre nisinin her üç örnekte de toksin oluşumunu geciktirdiği bulunmuştur. Toksin oluşumu 26° C' de depolan örnekte kontrol örneğine göre en çok 2 gün, 10° C' de depolanan örnekte ise kontrol örneğine göre en az 4 gün sonra başladığı bulunmuştur (Taylor *et al.* 1990).

Nisinle kullanılan trisodyum fosfat veya EDTA gibi şelatlar bakteriler üzerinde inhibitör etki yaratmaktadır (Phillips and Duggan 2001). Nisinin gram (-) bakteriler üzerine etkisi konusunda yapılan çalışmada EDTA' nın mekanizması gram (-) bakterilerin zarlarındaki liposakkaritinde bulunan Mg ⁺² u bağlayarak dış zarın yapısını bozmakta ve nisinin

stoplazmik zara ulaşmasını sağladığı bildirilmektedir (Abee *et al.* 1995). EDTA dışında SL (sodyum laktat) ve sodyum sitrat (Long and Phillips 2003), potasyum sorbat ve bazı organik asitler (Fang and Tsai 2003), sarımsak ekstraktı (Singh *et al.* 2001), sodyum klorid (Pawar *et al.* 2000) gibi maddeler nisin aktivitesini arttırdığı saptanmıştır.

Nisin kullanım şekillerinden birisi de antimikrobiyal biyofilm şeklinde kullanılmasıdır. Nisin protein yapısındaki biyofilmlerin yapısına eklenerek ya da polietilen materyallerin polimer yapısına adsorblanarak kullanılabilir. Bu şekilde temas ettikleri gıda yüzeyine etki ederek yüzeydeki mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Kumar and Anand 1998).

Nisin ve CO₂ dumanlanmış somon balıkları üzerine uygulanmış; uygulama sonucunda *Listeria monocytogenes* sayısında 2 log' luk azalma tespit edilmiştir (Nillson *et al.* 1997).

Nisin *L. monocytogenes*' e etkisinin araştırıldığı çalışmada hindi sosislerinin yüzeyini % 2,5 oranında nisin ve 10⁶ kob/gr seviyelerinde *L. monocytogenes* ile muamele etmişler ve 21 gün sonra *L. monocytogenes* sayısını 10⁵ kob/gr olarak tespit etmişlerdir (Dawson *et al.* 2002).

Hampikyan (2006) yaptığı çalışmada nisin kontrol grubunun oluşturulduğu ve 5 µg/g 10 µg/g, 25 µg/g, 50 µg/g, 100µg/g olmak üzere farklı konsantrasyonlarının eklendiği sucuk örneklerinde toplam aerob mezofil bakteri sayıları 30. gün sonunda sırasıyla kontrol grubunda 4,6 x 10⁷ kob/gr, 4,26 x 10⁷ kob/gr, 3,86 x 10⁷ kob/gr, 4,86 x 10⁷ kob/gr, 4,16 x 10⁷ kob/gr ve 3,7 x 10⁷ kob/gr şeklinde bulunmuştur. Bu verilere göre 30. gün sonunda toplam aerob mezofil canlı sayısında 100 µg/g nisin ilave edilen örnekte diğer örneklerle göre daha fazla azalma görülmüştür.

Nykanen *et al.* (2000) nisin, SL, nisin ve SL kombinasyonunu soğuk tütülenmiş alabalığında etken mikroorganizma olan *L. monocytogenes* ve mezofil aerobik bakterileri inhibe etmek için kullanmışlar, çalışmanın sonucuna göre *L. monocytogenes*' in inhibe

olmasında sadece nisin ya da SL kullandıkları örnekte 17. gün sonra kontrol örneğine kıyasla etkili olduğu, ancak nisin ve SL kullanıldıkları örnekte ise daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Nisinin insan sağlığına etkileri konusunda bazı çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar fareler üzerinde yaptıkları denemede $3,33 \times 10^6$ IU/kg nisin içeren peynirlerle 3 ay boyunca beslemişler ve hiçbir zararlı etki saptamamışlardır. Aynı araştırmacılar 10^6 IU/kg nisinin insanlara verilmesi sonucunda hiçbir zararlı etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir (Frazer *et al.* 1962).

2.2. ORGANİK ASİTLER VE TUZLARI

Gıdaların mikrobiyolojik ve biyokimyasal yönden korunmasında ve raf ömürlerinin uzatılmasında organik asitlerinin önemi büyüktür. Bu organik asitler gıdaların aromasını geliştirmesinin yanında gıdanın pH'ını düşürerek istenmeyen mikroorganizmaları inhibe etmektedir (İnt. Kay. 1)

Laktik asit Carl Wilhelm Scheele tarafından 1780 yılında keşfedilmiştir. Laktik asit dışında asetik asit, sitrik asit de organik asitler grubunda yer alır. Laktik asit bir organik hidroksi asittir. Sütte bulunan “süt şekeri” laktoz laktik asit bakterileri tarafından laktik aside dönüştürülür. Ticari olarak 1881 yılında ekşimiş süttten elde edilmeye başlandı. Süttten elde edildiği için “süt asidi” de denilmektedir (İnt. Kay. 3)

Organik asitlerin başında gelen laktik asit koruyucu, ph düzenleyici, lezzet düzenleyici ve renk kontrolünü sağlaması gibi özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır (Wit and Rombouts 1990).

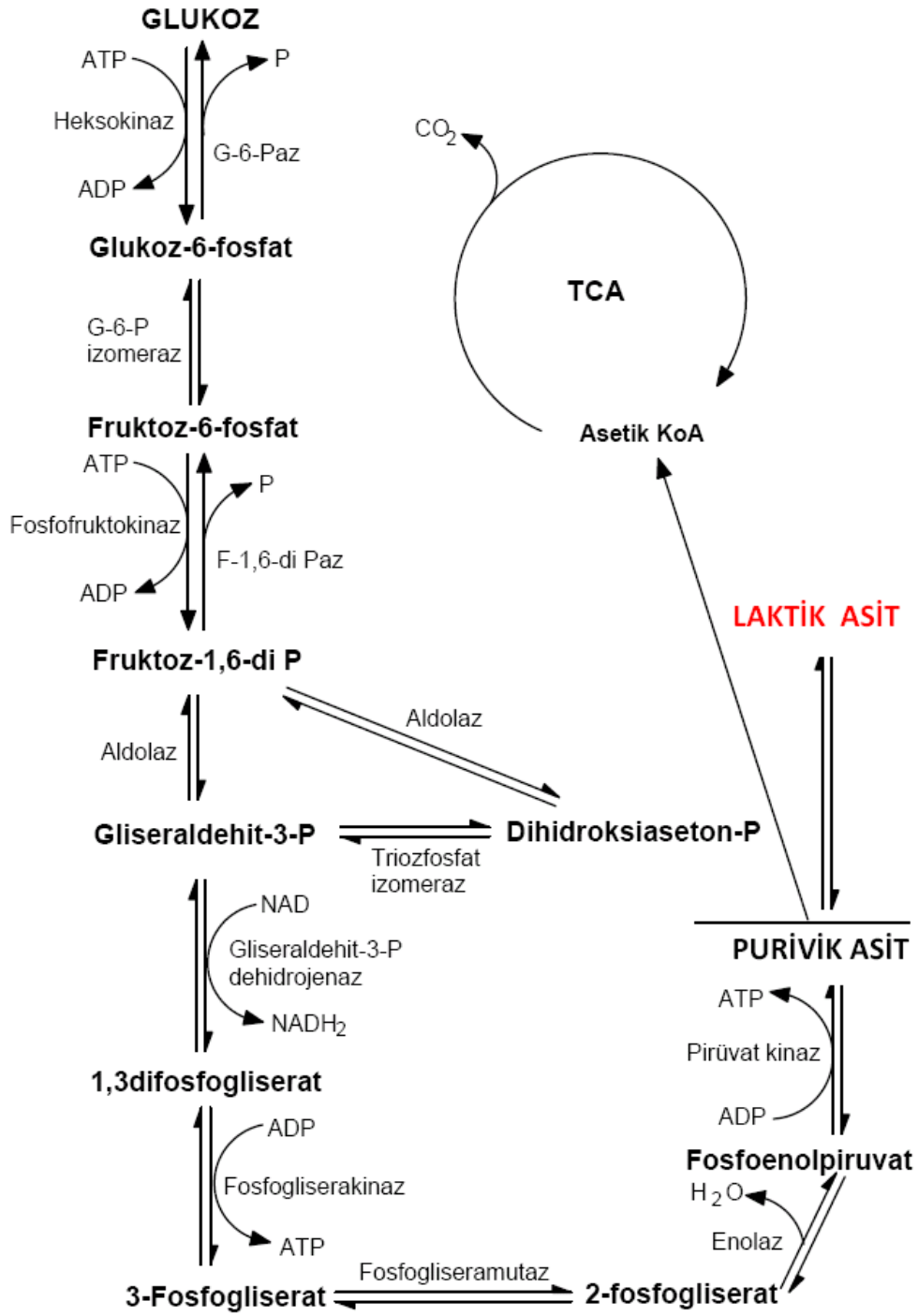
Cubina (1995)' ya göre laktik asit hafif asit tadının olması, ürünün lezzet gibi duyuşal özelliklerini etkilememesi, gıdalarda doğal işlemlerle oluşması, yüksek pH değerlerinde bakterileri inhibe edebilmesi gibi nedenlerle tercih edilmektedir (Bingöl 2003).

Laktik asit ve Na, K, Ca tuzları GRAS (Generally Recognised As Safe)' a dahil edilmiştir. Bazı şekerleme ürünlerinde, reçel, marmelât, jöle, içecek üretiminde, zeytin salamurasının ve salatalık turşusunun pH' sının ayarlanmasında kullanılmaktadır. Dana karkaslarına su ile püskürtülerek kullanılmasının sonucunda karkas yüzeyinde mikrobiyel gelişim önlenmektedir. Ayrıca laktik asit ve tuzları kabartma tozu, salata sosu, mayonez, et ürünleri prosesinde kullanılmaktadır. Antimikrobiyal etkisinin yanında renk koruma özelliğinden dolayı elma v.b. gibi meyvelerin dilimlerinin renklerinin solmasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır (Çelikyurt ve Arıcı 2008). Laktik asidin kullanıldığı bazı gıdalar ve bu gıdalara etkileri Çizelge 2.4' te verilmiştir.

Laktik asit canlı organizmada kas, kan gibi vücudun farklı bölgelerinde bulunmaktadır. Metabolizmada glukozun yıkımı sonucu meydana gelir. Oksijensiz ortamda anaerobik glikoliz sonucu pirüvik asit üretildiğinde kas hücresi onu aerobik olarak enerji üretiminde kullanır. Ancak kas hücresi ortamdaki pirüvatın hepsini kullanamazsa pirüvik asit laktik aside dönüşür (Şekil 2.1).

Çizelge 2.4 Laktik asidin kullanılmasında bazı gıdalardaki etkileri (Kulpers 1994)

Ürün	Etki
Peynir	Tadı, tekstürü ve stabiliteyi arttırır.
Tuzsuz Tereyağı	Raf ömrünü korur
Bira	Fermantasyonda oluşan butirik asit bakteri gelişimini önler
Şarap	Düşük asitli şarapların asitlendirilmesinde kullanılır.
Alkolsüz İçecekler	Normal tatlarını korur.
Ekmek Hamuru	Sünme hatasını engeller.
Kurabiye	Sodyum tuzu ile birlikte kristalleşmeyi engeller
Bebek mamaları	Proteinlerin sindirilebilirliklerini arttırır.
Zeytin	Salamurada bulanıklığı önler
Turşu	Tadı iyileştirir



ŞEKİL 2.1: Glukozun laktik aside dönüşümü (İnt. Kay. 3)

2.2.1. Sodyum Laktat

Laktat laktik asidin Na (sodyum) ve K (potasyum) tuzudur. Laktik asit sıvı formundan dolayı bazı kuru gıdalarda kullanımında problemler yaşanmaktadır. Bu yüzden laktik asidin kalsiyum içindeki kuru formu tercih edilmektedir. Laktik asidin Ca, K ve Na tuzları gıdalarda kullanımına izin verilen katkı maddeleridir (Gökalp vd. 2002). Laktik asidin kullanıldığı gıdalar ve etkileri çizelge 2.4’ de verilmiştir.

SL doğal L (+) laktik asidin Na tuzudur. Molekül ağırlığı 112,07 ve molekül formülü $\text{CH}_3\text{CHOHCOONa}$ şeklindedir. pH’ ı nötrdür. Kullanıldığı gıdaların pH değerini düşürmez. Tuzlu bir tada sahiptir. Sıvı ya da katı formu bulunabilir. pH nötr olduğundan kırmızı et ve et ürünlerinde, tavuk etlerinde kullanılır. Ürünlerin su aktivitesini düşürür ancak su tutma kapasitelerini etkilemez (Çelikyurt ve Arıcı 2008).

Çizelge 2.5 Sodyum laktatın konsantrasyona bağlı Antimikrobiyal Etkisi (Den Urjil and Van Burik 1990)

Mikroorganizma	Sodyum laktatın konsantrasyona bağlı inhibisyon süresi (saat)			
	%0 SL	%1 SL	%2,5 SL	%4,8 SL
<i>Escherichia coli</i>	30	49	31	93
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	103	142	140	149
<i>Micrococcus spp.</i>	26	25	53	>68
<i>Lactobacillus spp. (heteroferm)</i>	39	44	50	115
<i>Lactobacillus spp. (homoferm)</i>	37	45	45	>96
<i>Leuconostoc spp.</i>	24	26	34	27
<i>Bacillus cereus</i>	27	53	65	>116
<i>Proteus morganii</i>	48	34	36	55
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25	28	51	69
<i>Saccharomyces uverium</i>	130	165	125	151
<i>Staphylococcus aureus</i>	31	32	49	55
<i>Streptococcus faecalis</i>	13	15	18	18
<i>Salmonella typhimurium</i>	17	21	22	32

SL’ ın antimikrobiyal etkisi katıldığı gıdaların su aktivitesini düşürmesi ve mikroorganizmaların intrasellüler pH’ını düşürmesine dayanmaktadır (Cubina 1995). SL’ ın antimikrobiyel etkisi kullanılan konsantrasyonuyla artmaktadır (Çizelge 2.5).

SL gıdalarda bulunan serbest suyu kendine bağlayarak ortamın su aktivitesini düşürmektedir. Chirife ve Ferro Fontan (1980) SL' in bu özelliği üzerine yaptıkları çalışmalarında SL' in sodyum klorür ile eşit miktarlarda kullanıldığı sulu çözeltilerinde su aktivitesinin laktatın sodyum klorüre oranla daha az düşürdüğünü bulmuşlardır.

Wit De and Rombouts (1990) SL ve sodyum klorürün patojenik mikroorganizmalar üzerine etkisini karşılaştırmışlar; aynı sodyum varlığında SL' in *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve bazı laktik asit bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini tespit etmişleridir. Bunun sonucunda SL' in antimikrobiyal etkisinin su aktivitesini düşürme yeteneğine bağlı olmadığı, inhibitör etkisinin spesifik olduğu kararına varmışlardır.

Chen and Shelef (1992) yine SL ve sodyum klorürün pişmiş sığır etinde bulunan *L. monocytogenes*' e karşı inhibitör etkisini karşılaştırmışlar; her iki maddenin de aynı derecede su aktivitesini düşürdüğünü bulmuşlardır. Ancak SL' in inhibitör etkisi gram pozitif bakterilere gram negatif bakterilerden daha fazla olduğu ve özellikle *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* gibi düşük su aktivitesine dayanıklı bakterilere karşı SL' in daha etkili olduğu görülmüştür. Bunların etki gösterdiği minimum konsantrasyonlar bakımından karşılaştırıldığında bu değerin yine SL' in NaCl' e oranla daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

Shelef (1994) SL' in antibakteriyal etkisini hücre membranındaki protonları etkileyerek hücrenin fonksiyonunu bozması ile ilgili olabileceğini açıklamıştır.

L. monocytogenes ve *Clostridium botulinum* özellikle et ve et ürünlerinde tüketici için sağlık riski oluşturmaktadır. Et ürünlerinde *L. monocytogenes* uygulanan ısıtma işlemlere, düşük su aktivitesine ve antimikrobiyal maddelere karşı dayanıklı olması ve buzdolabı sıcaklıklarında da üreyebilmesi bu bakteri üzerine çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Özellikle ısıtma işlemi ile ortamda doğal olarak bulunan laktik asit bakterilerinin inhibe edilmesi durumunda bu bakteriler doğal flora hakim olarak baskın duruma geçmektedir. Sodyum

klorür, SL ya da potasyum laktat kombinasyonunun *L. monocytogenes*'i inhibe ettiği çalışmalarla ispatlanmıştır. Sodyum klorürün tek başına ancak yüksek oranlarda kullanıldığında su aktivitesini düşürebildiği; bunun sonucunda da üründe duyuşsal ve fiziksel özelliklerinde bozulmalar olduğu görölmüştür (Chen *et. al.* 1992)

Pişmiş tavuk ya da kırmızı etler *Listeria* ile kontaminasyona karşı hassastır. Bu yüzden laktat kullanımı bu gıdaları daha güvenli hale getirmiş ve raf ömrünü sağlıklı bir şekilde uzatmıştır. % 3.3'lük SL kullanımı işlenmiş et ve et ürünlerinin raf ömrünü % 30 ile % 100 oranları arasında güvenli bir şekilde uzatmaktadır (DeVegt 1999).

Mikrobiyel gelişmeyi geciktirmek veya engellemek için türetilmiş laktatlar, su aktivitesinin düşmesine ve bu bileşimlerin laktik asit kısımlarının antimikrobiyal özellikleri ile ilgilidir. Aslında pH değerini düşüren laktik asitin ayrıştırlamaz formu hücrelere nüfus etmekte ve hücre içi pH değerini düşürmektedir (Deumier and Collignan 2003).

2.2.2. Sodyum Laktat ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Shelef (1994) SL' ın antilisteriyal etkisini incelemiş; bu çalışmalarını ilk olarak sıvı besi ortamında yapmış ve bu çalışmanın sonucunda % 5 ve üzerinde kullanılan SL' ın antilisteriyal etkisinin olduğunu tespit etmiştir.

Weaver and Shelef (1993)laktatların ısıt işlem görmüş domuz karaciğer sosisinde antilisteriyal etkisini araştırmışlar;%3SL katılan sosisteki *Listeria monocytogenes* büyümesi pişirme uygulanan sosiste sterilizasyon uygulanan sosise göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Shelef and Potluri (1995) SL' ın ciğer sucuğuna uygulanan farklı ısılardaki antibakteriyal etkisini araştırmışlar; çalışmanın sonucuna göre % 3' lük sodyum ya da kalsiyum laktatın maksimum antibakteriyal etkiyi 121° C'de 15 dakika ısıt işlem uygulanan üründe, minimum etkiyi ise hiçbir ısıt işlem uygulanmayan üründe gösterdiklerini saptamışlardır.

Araştırmacılar sıcaklık derecesi ve SL' ın etkisi arasındaki ilişkiyi esansiyel nutrientlerin birleşimi ya da ısının tetiklediği bir faktörden kaynaklanabileceğini savunmuşlardır.

Bryne *et al.* (2002) sığır burgerlerinde % 4' lük SL' ın *E. coli* 0157:H7'nin üzerine inhibisyonu üzerine çalışmışlar; çalışmada mikroorganizmanın ısıya duyarlılığını arttırarak normal pişirme süresinde ve donmuş olarak muhafazasında canlı kalabilme yeteneğinin azaldığını gözlemlemişlerdir.

Scannell *et al* (1997) domuz sosisinde SL' ı nisinle birlikte kullanmışlar; bunun sonucunda *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella kentucky* türlerine karşı tek başına kullanılmasından daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Bedie *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada % 3' lük (% 60'lık ticari ürün) SL, %0.25 sodyum asetat ve %0.25 sodyum diasetatı vakum paketlenmiş ve 4° C' de muhafaza edilmiş, frankfurter sosislerde kullanmışlardır. 120 günlük depolama süresince belli periyotlarda patojen *L. monocytogenes* sayıları kontrol edilmiştir. Çalışmanın sonucunda *L. monocytogenes* üremesini % 0.25 sodyum asetat 3 gün, % 0,25 sodyum diasetatın 35-50 gün süreyle inhibe ederken, % 3'lük SL' ın 70 gün süreyle inibe ettiğini tespit etmişlerdir.

Mbandi and Shelef (2002) SL ve sodyum diasetat kombinasyonunu 5° C ve 10° C' lik depolama sıcaklıklarında 60 gün muhafaza edilen % 57 oranında nem içeren sığır eti salamlarında kullanmış ve bu kombinasyonun *L. monocytogenes* ve *Salmonella enterica* türleri üzerine inhibe edici etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda SL ve sodyum diasetatın kombinasyon şeklinde kullanıldığında ayrı ayrı SL ve sodyum diasetat kullanılmasından, daha fazla etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Nykanen *et al.* (2000) yaptıkları çalışmada soğuk tütsülenmiş gökkuşağı alabalığında *L. monocytogenes* ve mezofilik aerobik bakteriler üzerinde nisin, SL ve nisin+SL kombinasyonunun inhibe edici etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada 4000-6000 IU/ml nisin, % 60 SL ve 1:1 oranında kombinasyonunu kullandıkları örnekleri 8° C' de 17 gün ve

3° C’ de 29 gün süre muhafaza etmişlerdir. Depolama sonunda örnekler incelenmiş; SL ve nisin tek kullanıldıklarında hedef mikroorganizmalara karşı inhibitör etki göstermiş, birlikte kullanıldıklarında ise bu etki oldukça artmıştır. Farklı depolama sıcaklıklarının örnekler arasında tespit edilen farkı duyuşsal özelliklerinde daha belirgin olmuş; 3° C’ de depolanan örneğin duyuşsal özellikleri 8°C ’de depolanan örneğe göre daha iyi görölmüşür.

Debevere (1989) ciğer ezmesi üzerine yaptıkları çalışmada % 1 ve % 2 oranlarında kullandıkları SL’ ın bakteriyel gelişmeyi sınırlandırarak raf ömrünü belirgin bir şekilde uzattığını tespit etmişlerdir.

Papadoupulos *et al.* (1991) pişirilmiş, % 1, % 2, % 3, % 4 oranlarında SL ilave edilen ve vakum paketlenen sığır eti örnekleriyle kontrol grubunun oluşturulduğu deneme grubu 0° C’ de 84 gün boyunca depolanmış, depolama sonunda % 3 ve % 4 SL katılan örneklerde diğer örneklere göre bakteri sayısında 2 log azalma olduğu tespit edilmiştir.

Lamkey *et al.* (1991) buzdolabı sıcaklığında saklanan domuz sosisinde SL’ ın etkisini incelemişler; inceleme sonucunda mikrobiyal gelişmenin lag fazını 10 günden 20 güne uzattığı ve dolayısıyla raf ömrünü kontrol örneğine göre en az 2 hafta arttırdığını tespit etmişlerdir.

Wang (2000) yaptığı çalışmada ürünü kurutmak için düşük sıcaklıklar uygulanan ve çalışmada daha iyi sonuç alabilmek için nitrit eklenen vakumlanıp paketlenmiş Çin sucuğundaki laktik asit bakterileri sayımları üzerinde % 3 SL’ tan kaynaklanan bir bakteriyostatik etki rapor etmişlerdir.

Drosinos *et al.* (2006) frankfurterler (alman sosisi) ve “pariza” tek başına SL, sodyum asetat ve sorbat kombinasyonunun laktik asit bakterileri üzerine etkisini incelemişler; sonuç olarak da organoleptik karakteristiklerin, güçlü tuz tadından etkilenmesine rağmen, tek antimikrobiyal olarak SL veya sodyum asetat ve sorbat ile yaptığı birleşim 4° C ’de 40 gün

boyunca tutulan frankfurterler (alman sosisi) ve “pariza” daki laktik asit bakterileri büyümesine engel olduğunu rapor etmişlerdir.

Stekelenburg and Kant-Muermans (2001) yaptıkları çalışmada sodyum diasetik’ in pişmiş but etindeki *L. curvatus* üzerinde engelleyici etkisinin olmamasına rağmen % 2,5- 3,3 oranında eklenen SL’ ın net algısal fark olmaksızın ürünün raf ömrünü iki katına çıkardığını rapor etmiştir.

Santos *et al.* (2005) organik asit ve yüksek basınç uygulanan kan sucuğundaki mikrobiyel gelişmenin takip edildiği çalışmada, kan sucuğunun (*morcilla de burgos*) raf ömrünü arttırmak amacıyla SL ile birleştirilmiş % 3’lük potasyum laktat kullanılması ve yüksek basınç uygulaması laktik asit bakterilerinden kaynaklanan bozulmayı engellemede oldukça etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kan sucuğundaki algısal karakteristiklerin değişmeksizin raf ömrünün arttığını bildirmişlerdir.

Deumier and Collignan (2003) yaptıkları çalışmada SL ve starter kültürün kuru tavuk sucuğu içerisindeki *Listeria monocytogenes* ve *salmonella* üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda; starter kültür (*laktik asit bakterileri* ve *staphylococcus*) endüstriyel kullanımı sonucunda *L. Monocytogenes* sayısı azalırken, SL varlığında bile tavuk sucuğunda fermentasyon sürecini geliştirmiştir. Ancak SL *L. monocytogenes* üzerinde çok güçlü bir etkisinin bulunmamasına rağmen mikroorganizma büyümesini kontrol altına almıştır.

Lin and Lin (2002) SL ve trisodyum fosfatın Çin sucuğunun raf ömrü ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında; trisodyum fosfatın özellikle et yüzeyinde bakteriyel popülasyonun kaldırılmasında etkili olduğunu, ancak et ürünlerine doğrudan kullanılsa bile bakteriyel çoğalmaya karşı SL’ tan daha iyi bir engelleme sunmadığını tespit etmişlerdir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Et

Çalışmada sucuk üretiminde kullanılan et Afyonkarahisar'da bulunan İpek Et ve Et Ürünleri Ticaret A.Ş.' den sağlanmıştır. Rigor motris evresini tamamlamış 3 yaşını aşmış sığır karkaslarının kol ve döş bölgesinden alınmış et ile sert kabuk yağları kullanılmıştır. Sığır eti üretimde kullanılmadan önce soğutulmuş, yağ ise kıyma makinesinde çekilip dondurulduktan sonra donuk olarak kullanılmıştır.

3.1.2 Kılıf, Sarımsak, Tuz, Baharatlar ve Katkılar (Nisin ve Sodyum Laktat)

Çalışmada kullanılan bağırsak Afyon'da işlenilen hava kurusu sığır ince bağırsağıdır. Tuz iri sofralık iyotsuz tuz olup, Afyon tuz pazarından temin edilmiştir. Sarımsak kuru soyulmuş dondurulmuş şekilde Kayseri Reis Gıda A.Ş.' den, baharatlar ve katkıları İstanbul Selka Gıda A.Ş.'den alınmıştır. Sucuk üretiminde kullanılan et, yağ, tuz, sarımsak ve baharatların miktarları çizelge 3.1.' de, üretim akış şeması şekil 3.1. 'de verilmiştir.

3.2. Yöntem

Sucuğun üretimi Afyon İpek Sucukları tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Firmada ilk olarak üretim şartları tespit edilmiş ve üretim gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Sucuk üretiminde kullanılan Hammadde, baharatlar ve miktarları

Malzemenin cinsi	Miktarı	% miktarları
Et	10 kg	79,4
Yağ	2 kg	15,9
Kimyon	180 gr.	1,4
Kırmızı acı biber	50 gr	0,4
Kırmızı tatlı biber	30 gr.	0,2
Karabiber	50 gr	0,4
Yenibahar	5 gr	0,04
Kişniş	5 gr	0,04
Sarımsak	100 gr	0,8
Tuz	180 gr.	1,4
TOPLAM	12,6 kg	100,0

3.2.1. Sucuk Üretimi

Sucuk üretiminde kullanılacak etler rigor mortis evresini tamamlayıp, soğutulduktan sonra (2° C – 4° C) kıyma makinesinde (Arı Makine A.Ş. İstanbul) 3,5 mm çaplı deliklere sahip aynadan (ilistir) çekildikten sonra üzerine önceden çekilip dondurulmuş yağ, baharat karışımı, tuz, sarımsak çizelge 3.1’ de belirtildiği oranlarda eklenmiştir. Elde edilen karışım hamur karıştırma makinesinde (Arı Makine A.Ş. İstanbul) dakikada 10-12 devir hızda homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Karışım daha sonra her biri 2 kg olacak şekilde 6 eşit parçaya bölündükten sonra her bir örnek üzerine çizelge 3.2.’ de belirtildiği gibi nisin, SL ve nisin SL kombinasyonu ilave edilerek ayrı ayrı tekrar karışımı sağlanmıştır. Bu karışımlar doğal bağırsaklara doldurularak, askı arabalarına her biri ortalama 400 gr.(her örnekten 5 kangal) olacak şekilde pamuk iplikleriyle asılmışlardır.

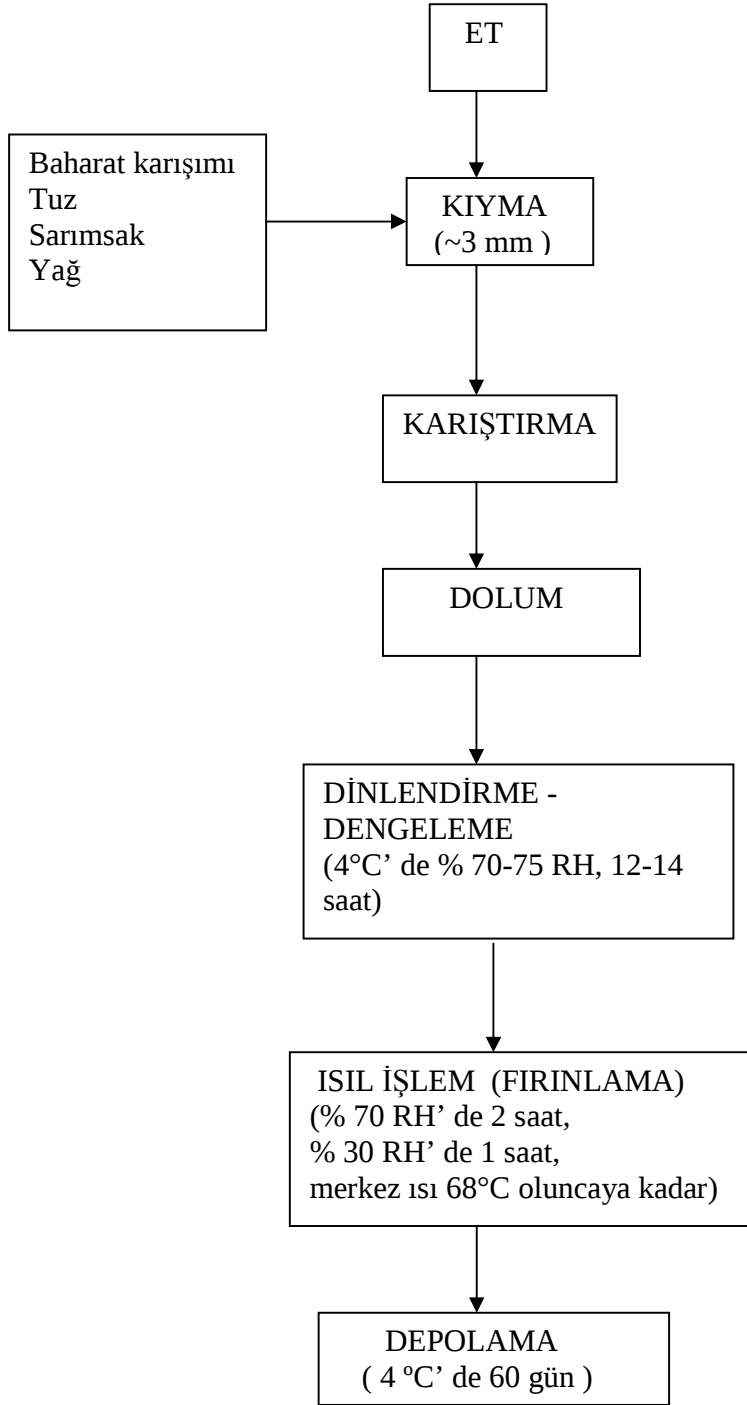
Dolumu yapıp askı arabalara asılan sucuklar 4° C' lik % 70-75 RH (bağıl nem) olan dengeleme odalarında 12-14 saat bekletilmiştir. Mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizler için her örnekten 1 adet kangal alınmıştır.

Sucuklar 12 saat sürenin sonunda ısıtma işlemi uygulanacağı özel fırınlara (Arı Makine A.Ş. İstanbul) alınmıştır. Bu fırınlar dışardan rutubetin ve sıcaklığın kontrol edildiği fırınlardır. Fırınlama 3 saat sürenin sonunda sucuğun merkez ısısı 68° C' ye ulaşınca sonlanmıştır. Dış yüzeyde kabuk oluşumunun önlenmesi ve bağırsağın elastikiyetini kaybetmemesi için fırınlama kabınınin nem kontrolü yapılmış, ilk 2 saat % 70 rutubet, son 1 saat % 30 rutubet sağlanmıştır. Fırınlamanın ardından sucuğun soğutulması için tazyikli suyla duşlama yapılmıştır. Yine bu aşamada yapılacak analizler için her örnekten birer adet kangal alınmıştır. Sucuk üretimi aynı miktarlarda ve şartlarda 2 tekerrür olarak yapılmıştır.

Üretim aşamasında ısıtma işlemi uygulamadan önce, depolama aşamasında ise 0.,15., 30. ve 60. günlerinde nem, kurumadde, yağ, protein, TBA (Tiyobarbütirik Asit), pH, mikrobiyolojik analizler (Toplam mezofil aerobik bakteri (TMAB) sayımı, enterobactereceae, maya-küf sayımı) ve renk analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.2 Kullanılan katkı ve miktarları

Örnek	Kullanılan Katkı ve Miktarı
Kontrol	-
A	Nisin 100 ppm
B	Nisin 250 ppm
C	Sodyum laktat % 1
D	Sodyum laktat % 2
E	Nisin 250 ppm + Sodyum laktat % 2



Şekil 3.1. Sucuğun Üretim Akış Şeması

3.2.2. Nisin Çözeltilisinin Hazırlanması

2.5g nisin (Sigma – N5764) 200 ml 0.02 N HCl içinde çözülmüş ve 0.22 µm membran filtreden geçirilerek steril edilmiştir (Schillinger *et al.* 2001). Nisinin düşük sıcaklıklarda çözünürlüğü ve etkisi artacağından ortam sıcaklığı düşük tutulmuştur (Losso *et al.* 2000). Hazırlanan bu nisin çözeltisinden A grubuna 100 ppm, B grubuna 250 ppm, E grubuna ise % 2 SL ile 250 ppm ilavesi yapılmıştır. Kontrol, C ve D gruplarına ise nisin ilavesi yapılmamıştır (Çizelge 3.2).

3.3. Analiz Yöntemleri

3.3.1. Nem Miktarı Tayini

Nem tayini AOAC (Anonymous 1990a)' a göre 10 gr örneğin sabit tartıma getirilmiş kurutma kaplarına konulup, 105 °C' de nemin uzaklaştırılmasıyla tespit edilmiştir.

3.3.2. Protein Miktarı Tayini

Kjeldahl yöntemine göre örneklerin % azot miktarı belirlenmiş ve 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı hesaplanmıştır. (Anonymous 1990b)

3.3.3. pH Tayini

Distile su ile 1/10 oranında karıştırılıp homojenize edilen örneklerin pH değerleri pH metrede belirlenmiştir. Okumalardan önce pH metre pH 4 ve pH 7 standart çözeltileriyle ayarlanmıştır (Gökalp vd. 1993).

3.3.4. Yağ Miktarı Tayini

Sucuk örneklerinin yağ miktarları dietil çözgeni kullanılarak Soxhelet düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç % yağ olarak belirlenmiştir (Anonymous 1990c).

3.3.5. Tiyoobarbiturik Asit (TBA) Tayini

TBA tayini depolama periyodunca gerçekleşen lipid oksidasyonunu tespit etmek amacıyla Tarladgis *et al.* (1960)' a göre yapılmıştır. 10 gr. örnek 50 °C'deki 97,5 ml. saf su homojenize edilip kjeldahl balonuna alınmıştır. Üzerine 2,5 ml 4 N HCl çözeltisi (1:2 % 37 HCl:saf H₂O) ilave edilerek hacim 100 ml' ye tamamlanmıştır. Köpük önleyici olarak parafin, kaynamayı kolaylaştırmak için ise kaynama taşları konulmuş ve sonra destilasyon düzeneğine bağlanarak, yaklaşık 50 ml destilat toplanana kadar destilasyona devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınarak üzerine 5 ml 0,02 M TBA reaktifi, kör deneme için de 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırıldıktan sonra kaynar su banyosuna konularak ve 35 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 10 dakika soğuk su içinde soğutularak, UV spektrofotometre' de 538 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. Okunan absorbans değerleri faktör 7,8 ile çarpılarak kg üründe oluşan mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır (Tarladgis *et al.* 1960, Tarladgis *et al.* 1964).

3.3.6. Renk Tayini

Örneklerin renk analizleri renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık), b* (sarılık) renk değerlerini göstermektedir. Dilimlenmiş sucuk örnekleri iki petri kabı arasında sıkıştırılarak, her bir örnek için petri kabının üzerinde 5 farklı noktada okuma yapılmıştır (Kayaardı ve Gök 2003).

3.3.7. Mikrobiyolojik Analizler

Önceden hazırlanan 90 ml' lik dilüsyon sıvılarına 10 gr örnek eklenmiş ve blender kullanılarak homojenizasyonu sağlanmıştır. Örnekler peptonlu su kullanılarak 4 defa seyreltme yapılmıştır. Örneklerin her bir dilüsyondan birer ml kullanılarak ve 3 seri halinde dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Koloni sayısı 30-300 arasında olan koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları log kob/gr olarak hesaplanmıştır.

3.3.7.1. Toplam Mezofil Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı Plate Count Agar (PCA) besiyerinde yapılmıştır. 30 ± 2 °C'de 72 saat inkübe edilen plaklarda gelişen tüm koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır. (Nortje *et al.*1990)

3.3.7.2. Maya-Küf sayımı

Maya-küf sayımında Potato Dextrose Agar (PDA) (Oxoid) besiyeri kullanılmıştır. Dökme yöntemiyle ekim yapılan petriler 20-25° C' de 5-7 gün inkübe edildikten sonra oluşan tüm koloniler sayılmıştır (Gökalp vd. 1993).

3.3.7.3. Enterobacteriaceae Sayımı

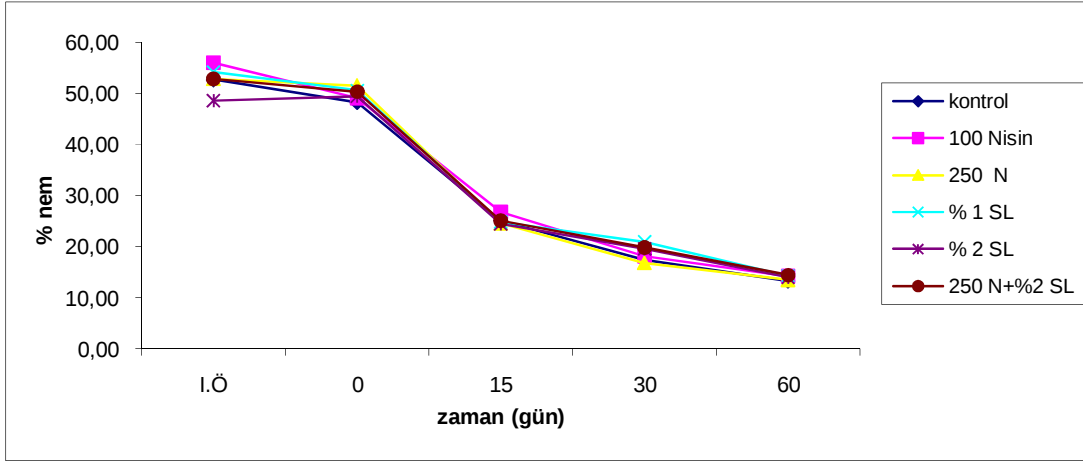
Besi yeri olarak Violet Red Bile Agar (VRBA) kullanılmıştır. 30 ± 2 ° C' de 24 saat inkübe edildikten sonra besiyerinde gelişen koyu kırmızı koloniler sayılmıştır (Silla *et al.* 1989).

3.3.8. İstatiksel Değerlendirmeler

Araştırmada örneklerin üretim ve depolama aşamalarında yapılan analizlerin sonuçları SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları varyans analiz tekniği ile değerlendirilmiştir. Farklılık görülen gruplarda farklılık düzeyi Duncan testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 % Nem Oranı



Şekil 4.1 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak % nem miktarı değişimleri

Sucuk örneklerinin zamana bağlı % nem miktarındaki değişimler şekil 4.1 ve çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Örneklerin nem miktarları ısıtma işlem öncesi örneklerde % 52,64- 54,17 oranında değişirken, depolamanın son gününde % 14,01- 15,17 oranlarına kadar düşmüştür (Çizelge 4.1). Örneklerin nem oranındaki değişimler örnek tiplerinden bağımsız, zamana bağlı değişim göstermiştir. Bu sonuçlar depolamanın 15. gününde % 24,09- 25,77; 30. gününde % 18,35- 20,15 oranlarında değişmektedir. Depolamanın 60. gününde ise % 14,01- 15,17 değerlerine kadar düşmektedir. Bu değer TS 1070 ‘ e göre sucuklar en çok % 40 nem içeriği sınırlandırılmasına uygundur (Anonim 1997a).

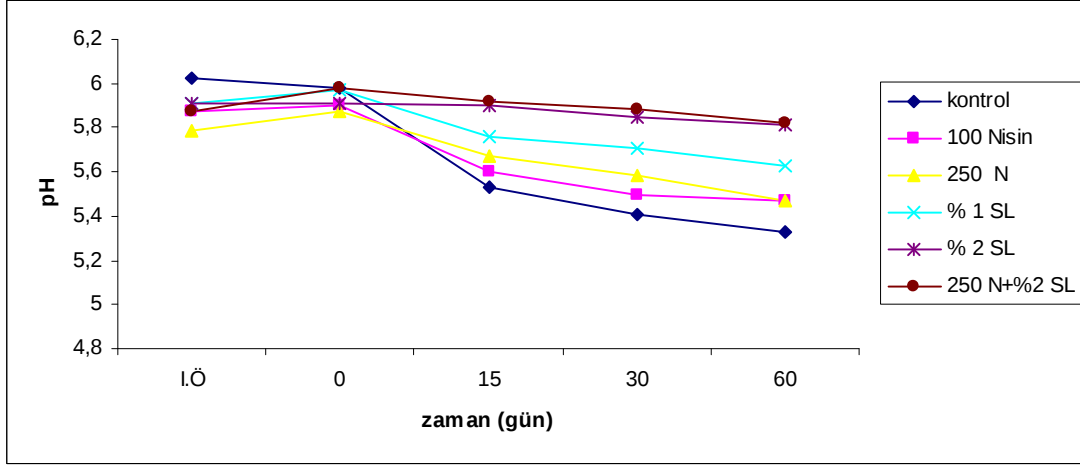
Çizelge 4.1 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin zamana bağlı yüzde nem oranları değişimi

	Kontrol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin
Isıl işlem öncesi	52,64 ± 0,35	52,96 ± 0,55	52,78 ± 0,79	54,17 ± 0,49	53,61 ± 0,2	52,86 ± 0,45
Isıl işlem sonrası 0.gün	48,20 ± 0,035	49,00 ± 0,02	50,47 ± 0,402	50,58 ± 0,303	49,42 ± 0,269	50,32 ± 0,01
15. gün	24,09 ± 0,017	25,77 ± 0,012	24,54 ± 0,25	24,79 ± 0,43	24,43 ± 0,254	25,05 ± 0,008
30. gün	18,35 ± 0,325	20,15 ± 0,85	19,81 ± 0,43	19,96 ± 0,072	19,6 ± 0,40	19,80 ± 0,040
60. gün	14,24 ± 0,327	15,17 ± 0,012	14,47 ± 0,07	14,27 ± 0,033	14,01 ± 0,006	14,40 ± 0,018

Örneklerin % nem değerlerinde en çok azalma oranının ısıtma işlem uygulandıktan sonra ve depolamanın ilk 15 gününde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Isıtma işlem uygulandıktan sonra nem değerlerindeki bu düşüş uygulanan prosesin etkili olduğunu göstermektedir. Depolamanın ilk 15 gününde nem oranındaki düşüşün fazla olması ise kurutmanın ilk günlerinde kurutma hızının fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gökalt 2002).

Gök (2006) fermente sucuklarda yaptıkları çalışmada örneklerin ilk günkü nem oranlarını %57,54- 58,63; depolamanın son günü (90. gün) % 30,21- 33,43 oranında olduğunu saptamışlardır. Ercoşkun (2006) ısıtma işlem ve fermentasyon uyguladığı sucukların ilk günkü nem değerlerini % 57,97, ısıtma işlem uygulandıktan sonraki depolamanın 6. gününde % 43,09 olarak saptamıştır. Söz konusu çalışmalardaki nem değerleri bu çalışmadaki nem değerlerinden oldukça yüksek çıkmıştır. Bu çalışmaların ilk günkü nem değerlerinin yüksek olması ya da uygulanan kurutma prosesinde kurutma odalarının daha yüksek bağıl nem, düşük hava sirkülasyonu olmasından meydana geldiği düşünülmektedir. Nitekim Gökalt (2002) numune ve ortamın bağıl nemi arasındaki fark % 5’ ten fazla ise kurumanın çok hızlı gerçekleşeceğini belirtmişlerdir.

4.2 pH Değerleri



Şekil 4.2 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak pH değişimleri

Örneklerin depolama zamanına bağlı pH değişimleri şekil 4.2 ve çizelge 4.2’ de verilmiştir. pH değerleri ısıtma işlem öncesi 5,79-6,02 arasında değişirken, ısıtma işlem sonrası yükselmiş ve 5,87- 5,98 arasında tespit edilmiştir. Isıtma işlem uygulaması az da olsa pH’ ın yükselmesine neden olabilir. Nitekim Wardlaw *et al.* (1973); ısıtma işlem protein denatürasyonuna neden olduğu için pH’ a tampon etkisi yaptığını bildirmişlerdir.

Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmada geleneksel yöntemle üretilen sucuk örneklerinde olgunlaşmanın 0. gününde ısıtma işlem öncesi pH değerlerini 5,88, ısıtma işlem sonrası 5,96 ve olgunlaşmanın 6. günü ısıtma işlem öncesi 4,96 olarak saptamış, ısıtma işlem sonrası 5,15 olarak belirlemiştir.

En yüksek pH değerleri ısıtma işlem sonrası depolamanın ilk günü 0. günde görülürken, en düşük pH değerleri 60 gün depolanmış örneklerde ölçülmüştür. Bunun nedeni kontrol örneklerinde mikrobiyel aktivitenin çok olmasına ve diğer örneklerdeki katkıların antimikrobiyal etkisine bağlanabilir. Bu görüşü TMAB, enterobacteriaceae sayımlarının sonuçları doğrulamaktadır (Çizelge 4.7).

Depolamanın 15. günü pH değerleri % 2 SL katkılı örneklerde 5,9-5,92 olup değişiklik gözlemlenmezken, diğer örneklerin pH değerleri 5,53-5,76 değerlerine düşmüştür. Depolamanın 30. günü en yüksek pH değerleri yine % 2 SL katkılı örneklerde (5,85-5,88) olmuştur. Bloukas *et al.* (1997) yaptıkları çalışmada %2 SL ve zeytinyağı ile üretilen düşük yağlı frankfurterlerinin 6 haftalık buzdolabı sıcaklıklarında muhafazasında pH değerlerinde değişiklik gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Depolamanın 60. gününde ise pH değerleri kontrol örneği 5,33; 100 ppm nisin ve 250 ppm nisin örneğinde 5,47; % 1 SL örneğinde 5,81; % 2 SL+ 250 ppm nisin örneğinde 5,82 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Nisin ve % 1 SL kullanımı pH düşüşünün geciktirilmesinde etkili olmazken, % 2 SL kullanımı oldukça etkili olmuştur.

Bingöl (2003) SL katkılı sosis örneklerinde yaptığı çalışmasında 60 gün depolama sonucunda kontrol grubu örneğinin pH değerleri 5,95' den 5,70 'e düşerken, % 1,8 SL katkılı örnekler ise 5,86'dan 5,64' e düştüğünü bulmuştur. Araştırmacı SL kullanımının depolama boyunca deneysel sosis örneklerinin mikrobiyal kalitesi üzerine etki edecek kadar pH değişikliğine neden olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.2 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin pH değerleri ortalaması

	Kontrol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin
Isıl işlem öncesi	6,02 ± 0,288	5,87 ± 0,065	5,79 ± 0,13	5,91 ± 0,086	5,91 ± 0,11	5,87 ± 0,084
Isıl işlem sonrası 0.gün	5,98 ± 0,0057	5,9 ± 0,04	5,87 ± 0,104	5,97 ± 0,166	5,91 ± 0,0152	5,98 ± 0,245
15. gün	5,53 ± 0,095	5,60 ± 0,032	5,67 ± 0,021	5,76 ± 0,078	5,90 ± 0,0057	5,92 ± 0,055
30. gün	5,41 ± 0,096	5,50 ± 0,06	5,58 ± 0,065	5,71 ± 0,141	5,85 ± 0,201	5,88 ± 0,23
60. gün	5,33 ± 0,115	5,47 ± 0,19	5,47 ± 0,303	5,63 ± 0,101	5,81 ± 0,173	5,82 ± 0,128

Sucukların pH değerleri tat, lezzet, tekstür ve kıvam gibi kalite kriterleri yanında su tutma kapasitesini de etkileyerek ve ürünün hızla kurumasını sağlamaktadır. pH değerleri et proteinlerinin izoelektrik noktası olan 5,2 değerinin altına düştüğünde, sucukların kendine özgü kıvam, yapı, tat ve aroması oluşmaktadır (Gökalp vd. 2002).

Brewer *et al.* (1995) % 2 ve % 3 oranında kullanılan SL' nin pH düşüşünü geciktirdiğini bildirmişlerdir.

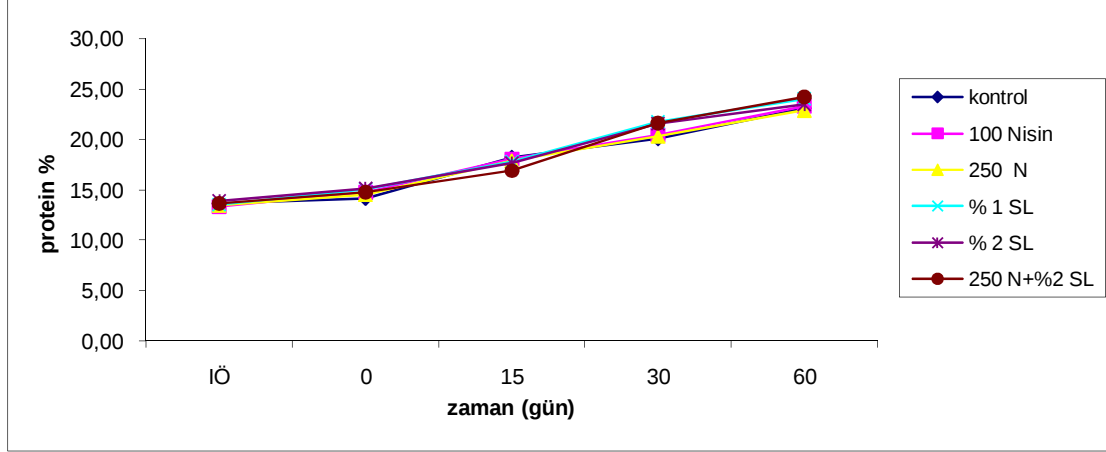
Lin and Lin (2002) ayrı ayrı % 0,2 potasyum sorbat, % 3 SL ve % 0,02 trisodyum fosfat ekledikleri vakum paketli Çin sucuklarının 12 hafta depolama boyunca pH ölçümlerinin sonucunda, depolama boyunca bütün örneklerinin pH' larında düşüş görüldüğünü, SL örneğinde ise pH değerlerinin stabil olduğunu ve bunu SL' nin pH' ı tamponlayıcı özelliğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Araştırmacının bulduğu sonuçlar yapılan bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzer başka bir çalışma olan Wang (2000) vakum paketli Çin sucuklarına ayrı ayrı olmak üzere % 3 sorbitol, % 3 SL ve 100 mg/ kg nisin ekledikleri örneklerinde pH düşüşü; sorbitol ve nisin örneklerinin depolama boyunca sürerken, SL' nin pH düşüşünü geciktirmede etkili olduğunu bulmuştur.

Gök (2006) antioksidan katkılı fermente sucuklar üzerine yaptığı çalışmasında 60 günlük depolama sonucunda pH değerlerini kontrol örneğinde 5,21; antioksidan katkılı örneklerinde ise 5,49-5,58 arasında daha yüksek değerlerde bulmuştur. Araştırmacı sözü edilen örneklerin pH değerlerinin yüksek çıkmasını; kullandığı biberiye ve biberiye ekstraktlarının antimikrobiyal bileşiklerinin, starter kültürlerin gelişmesini engellemesi sonucunda pH düşüşünün gerçekleşmemesine bağlamıştır.

Bu çalışmada elde edilen sucuk örnekleri TS 1070' e göre fermente sucukların pH' 5,4, ısıt işlemler görmüş sucuk benzeri ürünlerin pH' ı 5,8 sınırlandırmasına uygundur. (Anonim 1997a)

4.3 Protein ve Yağ Değerleri



Şekil 4.3 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak % protein oranları değişimleri

Sucuk örneklerinin zamana bağlı protein değişimleri şekil 4.3 ve çizelge 4.3’ de verilmiştir.

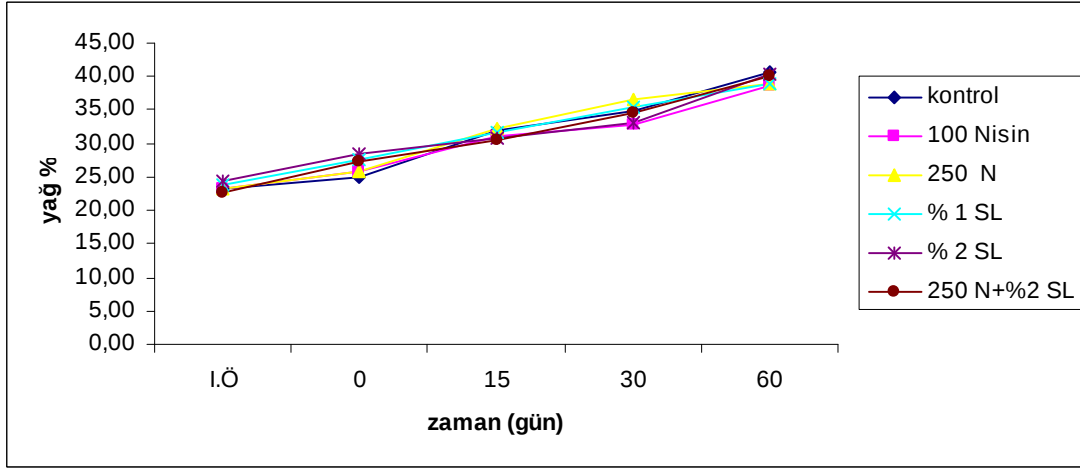
Protein miktarları bütün örnekler arasında benzer değişim göstermiştir. Protein miktarları örnek tiplerine göre değil zamana bağlı değişim göstererek artmıştır (Şekil 4.3, çizelge 4.3). Örneklerin protein değerleri ısıtıl işlem öncesi % 13,66-13,89 arasında değişirken, 60. gün değerleri ise % 22,91-24,26 arasında değişmiştir. Örneklerin protein değerleri zamanla oluşan nem kaybına ve kuru maddedeki artışa bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 4.3).

TS 1070’e göre protein içeriği kütleye en az % 22 olan sucuklar 1. sınıf, en az % 20 olan sucuklar ise 2. sınıf olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sucukların kütleye protein içerikleri en az % 22 protein içerdiği için 1. sınıf sucuk grubuna girmektedir (Çizelge 4.3) (Anonim 1997a).

Çizelge 4.3 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin % protein ve yağ değerleri ortalaması

		Kontrol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin
Isıl işlem Öncesi	protein %	13,66 ± 0,108	13,34 ± 0,092	13,48 ± 0,029	13,54 ± 0,024	13,89 ± 0,042	13,67 ± 0,11
	yağ %	23,18 ± 0,013	23,34 ± 0,054	23,12 ± 0,002	23,9 ± 0,02	24,34 ± 0,034	22,56 ± 0,1
Isıl işlem son o.gün	protein %	14,15 ± 0,065	14,78 ± 0,088	14,54 ± 0,029	15,05 ± 0,11	15,14 ± 0,151	14,78 ± 0,051
	yağ %	24,93 ± 0,091	25,98 ± 0,23	25,87 ± 0,043	27,66 ± 0,078	28,40 ± 0,067	27,34 ± 0,078
15. gün	protein %	18,25 ± 0,043	18,08 ± 0,036	17,90 ± 0,014	17,78 ± 0,016	17,68 ± 0,036	16,90 ± 0,022
	yağ %	32,00 ± 0,068	31,19 ± 0,09	32,2 ± 0,13	31,65 ± 0,089	30,65 ± 0,021	30,35 ± 0,045
30. gün	protein %	20,07 ± 0,036	20,45 ± 0,065	20,34 ± 0,078	21,76 ± 0,014	21,56 ± 0,049	21,65 ± 0,024
	yağ %	34,72 ± 0,46	32,85 ± 0,089	36,67 ± 0,047	35,35 ± 0,019	33,13 ± 0,09	34,55 ± 0,07
60.gün	protein %	23,11 ± 0,086	23,3 ± 0,008	22,91 ± 0,057	24,05 ± 0,028	23,49 ± 0,062	24,26 ± 0,037
	yağ %	40,64 ± 0,034	38,66 ± 0,12	38,80 ± 0,028	39,00 ± 0,056	40,32 ± 0,044	40,10 ± 0,087

Gök (2006) yaptığı çalışmada örneklerin ilk günlük protein değerlerini % 14,26-16,23, fermente ettikleri ve 90 gün boyunca depoladıkları sucuk örneklerindeki protein miktarlarını ise % 26,90-28,50 oranında bulmuşlardır. Araştırmacı depolama süresince protein miktarındaki artışı artan kurumadde oranına bağlamışlardır. Sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ancak adı geçen literatürdeki depolama sonundaki değerlerin bu çalışmadaki değerlerden yüksek çıkması depolamanın söz konusu çalışmada 90 gün olması nedeni ile kurumadde oranının artışı olabilir.

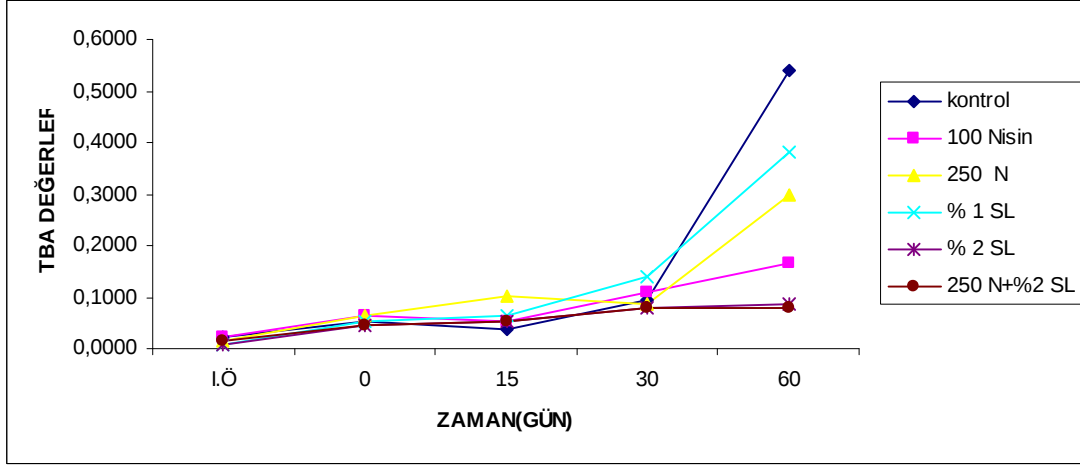


Şekil 4.4 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak % yağ değişimleri

Sucuk örneklerinin zamana bağlı % yağ oranındaki değişimler şekil 4.4 ve çizelge 4.3' de verilmiştir.

Örneklerin yağ miktarlarının depolama süresince arttığı görülmektedir. Isıl işlem öncesi örneklerde % yağ oranı 22,56- 24,34 arasında değişirken, depolamanın son günü 60. günde ise % 38,66- 40,64 oranında değişmektedir (Çizelge 4.3). Örneklerin yağ oranlarındaki bu artış depolama boyunca nem oranının azalmasına bağlı olarak kurumadde miktarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bütün örnek tipleri, zaman-% yağ grafiğinde % yağ oranının zamana bağlı değişiminde benzer eğriler göstermiştir (Şekil 4.4). Depolamanın son günü tüm örneklerin % yağ içerikleri Türk Gıda Kodeksi'nin Et Ürünleri Tebliği (Anonim 1997b)'ne ve sucuk standardı TSE 1070'nin (Anonim 1997a) belirlediği % 40 yağ limiti civarındadır.

4.4 TBA Değerleri



Şekil 4.5 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak TBA değişimleri (mg malonaldehit/kg)

Sucuk örneklerinin zamana bağlı TBA değişimleri şekil 4.5 ve çizelge 4.4' de verilmiştir.

Isıl işlem öncesi TBA değerleri 0,080-0,023 mg malonaldehit/kg arasında değişmektedir. Bu değerlere göre ısıl işlem öncesinde dinlendirme süresinde lipid oksidasyonunun başladığı görülmektedir. Gök (2006) çalışmasında olgunlaştırmanın ilk günü en yüksek TBA değerini kontrol örneğinde tespit etmiş (=0,567 mg malonaldehit/kg), lipid oksidasyonunun olgunlaştırmanın ilk günü başladığını bildirmiştir.

Isıl işlem sonrası bütün örneklerde artış olmuş, en düşük değerler % 2 oranında SL katkıli örneklerde 0,047 mg malonaldehit/ kg olarak ölçülmüştür. Ercoşkun. (2006) yaptığı çalışmada TBA değerlerini ısıl işlem öncesi 0. gün 0,264 mg malonaldehit/kg; ısıl işlem sonrası 0,575 mg malonaldehit/ kg olarak ölçmüştür.

Depolamanın 30. gününde en düşük TBA değerleri % 2 SL katkıli örneklerde (= 0,080 mg malonaldehit/kg) ölçülmüştür. Depolamanın 30. gününde kontrol örneğinde TBA değeri 0,094 mg malonaldehit/kg olarak ölçülürken, % 2 SL katkıli örneklerde 0,080 mg

malonaldehit/kg olarak ölçülmüştür. Depolamanın 30. günü ve ilk günü ölçülen TBA değerleri arasındaki fark en düşük % 2 SL katkı örneklerde ve 250 ppm nisin katkı örneklerde tespit edilmiştir. Lin and Lin (2002) yaptıkları çalışmada vakum paketlenmiş Çin suçu örneklerinde 6. hafta TBA değerlerini kontrol örneklerinde 0,300 mg malonaldehit/kg değerinin altında, % 3 SL katkı örneklerin ise 0,250 mg malonaldehit/kg değerinin altında saptamışlardır.

Çizelge 4.4 Doğal antimikrobiyal katkı sucuk örneklerinin TBA değerleri ortalaması (mg malonaldehit/kg)

	Kontrol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin
Isıl işlem öncesi	0,023 ± 0,005	0,023 ± 0,001	0,016 ± 0,005	0,008 ± 0,002	0,008 ± 0,001	0,016 ± 0,001
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Isıl işlem sonrası 0.gün	0,055 ± 0,005	0,062 ± 0,005	0,062 ± 0,005	0,055 ± 0,001	0,047 ± 0,008	0,047 ± 0,005
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
15. gün	0,040 ± 0,005	0,055 ± 0,005	0,101 ± 0,005	0,062 ± 0,005	0,051 ± 0,001	0,053 ± 0,008
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
30. gün	0,094 ± 0,009	0,109 ± 0,005	0,086 ± 0,009	0,140 ± 0,008	0,080 ± 0,008	0,080 ± 0,008
P	= 0,008	= 0,001	= 0,002	= 0,005	< 0,001	< 0,001
60. gün	0,540 ± 0,05	0,240 ± 0,02	0,300 ± 0,024	0,400 ± 0,04	0,090 ± 0,003	0,080 ± 0,007
P	= 0,042	= 0,006	= 0,01	= 0,02	= 0,001	= 0,001

Depolamanın 60. gününde TBA değerleri en yüksek kontrol örneğinde 0,540 mg malonaldehit/kg, en düşük TBA değerleri ise 0,090 mg malonaldehit/kg olarak % 2 SL katkı örnekte ve 0,080 mg malonaldehit/kg olarak 250 ppm nisin+% 2' lik SL örnekte tespit edilmiştir.

Lin and Lin (2002) vakum paketlenen Çin suçuğunun raf ömrüne % 0,2 potasyum sorbat, % 3 SL ve % 0,02 trisodyum fosfatın etkilerini araştırmışlar, araştırma sonucunda bu

sonuçlara benzer olarak en düşük TBA değerlerini % 3 SL katkılı örneklerde tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmada; depolamanın ilk günü 0,23- 0,3 mg malonaldehit/kg arasında değişen TBA değerlerini, 12 haftalık depolama sonucunda potasyum sorbat katkılı örnekte 0,5 mg malonaldehit/kg; kontrol örneğinde 0,45 mg malonaldehit/kg; trisodyumfosfat örneğinde 0,42 mg malonaldehit/kg ve SL katkılı örnekte ise 0,4 mg malonaldehit/kg olarak saptamışlardır. Adı geçen literatürdeki bulunan sonuçların yapılan çalışmanın sonuçlarından oldukça yüksek çıkmasının sebebi, araştırmacıların depolama periyodunun 12 hafta olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kontrol örneğinin TBA değeri, ısıtım işlem uygulamasının ardından 60 günlük depolama periyodunca depolamanın ilk günlük değerinin yaklaşık olarak 10 katı kadar artarken, % 2 SL katkılı örneğinde 0,043 mg malonaldehit/kg, 250 ppm nisin+% 2' lik SL örneğinde ise yalnızca 0,033 mg malonaldehit/kg değerinde bir artış olmuştur. Bu etki SL' nin antioksidan özelliğinin % 2 oranında kullanıldığında daha etkili olmasından kaynaklanabilir.

Gök (2006) depolamanın 60. gününde kontrol örneğinin TBA değerlerinin üretimin ilk gününden bu yana 4,4 kat arttığını ve en yüksek seviyeye ulaştığını bildirmiştir.

Çalışmada 250 ppm nisin; TBA artışının engellenmesinde % 2 SL kadar etkili olmasa da, kontrol ve 100 ppm nisin örnekleriyle kıyaslandığında TBA değerlerine azaltıcı etkisi olmuştur. Diğer örnek tiplerine bakıldığında 100 ppm nisinin ve % 1 oranında kullanılan SL örneklerinin TBA değerlerinin düşürülmesinde etkisiz olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

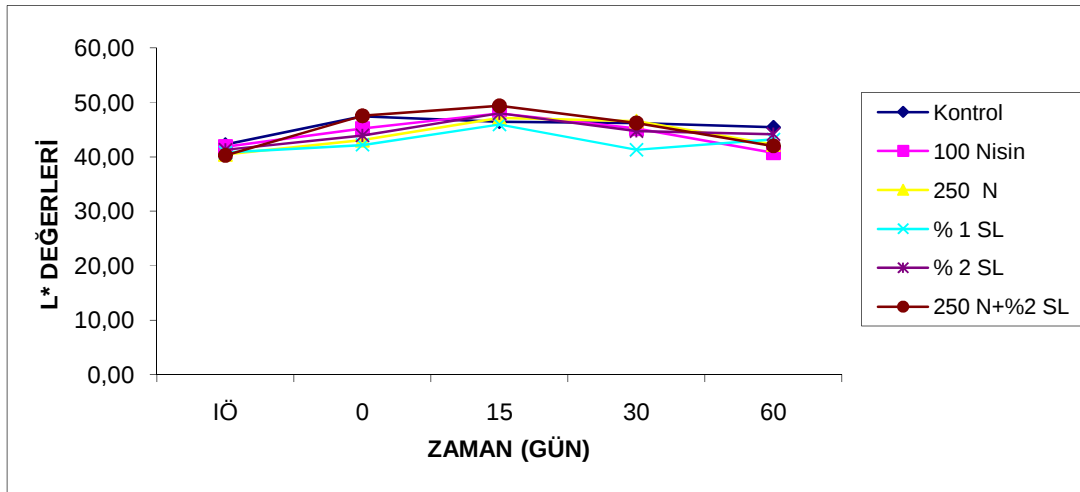
Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmada TBA değerlerinin yapılan çalışmada saptanan sonuçlara paralel olarak ısıtım işlem ve fermentasyon uygulanan sucuklarda depolama boyunca arttığını bulmuşlardır. Olgunlaştırmanın 6. gününde ısıtım işlem uygulanmayan ürünlerde TBA değerlerini 0,379 mg malonaldehit/kg; ısıtım işlem uygulanan ürünlerde 0,662 mg malonaldehit/kg, geleneksel yöntemle üretilen sucukların 6. gün sonunda TBA değerlerini

0,427 mg malonaldehit/kg olarak saptamıştır. Isıl işlem görmüş sucukların TBA değerlerinin, geleneksel yöntemle üretilen sucukların TBA değerlerinden depolama boyunca daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı bu sonucu ısıl işlemin tüm serbest yağ asitlerinin oksidasyonunu arttırmasına bağlamıştır.

4.5 Renk Değerleri

Farklı oranlarda antimikrobiyal kullanılarak hazırlanan sucuk örneklerinin üretim ve depolama periyodunca CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ölçülerek saptanmıştır.

Sucuk örneklerinin zamana bağlı L* (parlaklık) değerleri şekil 4.6 ve çizelge 4.5' de, a* (kırmızılık) değerleri şekil 4.7 ve çizelge 4.5' de, b* (sarılık) değerleri şekil 4.8 ve çizelge 4.5' de verilmiştir.



Şekil 4.6 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak L* (parlaklık) değerleri

Çizelge 4.5 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin zamana bağlı L* değeri, a* değeri, b* değeri değişimi

		Kontrol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin
Isıl İşlem Öncesi	L* değeri	42,28 ±4,68	41,86 ±3,55	40,42 ±4,38	40,77 ±3,55	41,32 ±2,55	40,28 ±2,12
	a* değeri	5,51 ±0,96	7,60 ±0,85	7,52 ±2,35	7,70 ±2,31	7,38 ±0,95	7,46 ±1,25
	b* değeri	10,32 ±0,73	11,66 ±1,49	10,34 ±1,14	11,07 ±1,14	11,88 ±0,59	10,95 ±1,38
Isıl İşlem sonrası	L* değeri	47,45 ± 2,48	45,22 ±2,81	43,06 ±2,64	42,18 ±2,60	43,92 ±2,60	47,53 ±1,90
	a* değeri	7,85 ±2,11	10,03 ±0,98	9,22 ±0,65	9,30 ±0,74	8,49 ±1,35	8,70 ±1,40
	b* değeri	10,74 ±0,60	12,31 ±0,48	11,20 ±0,49	9,70 ±1,43	9,74 ±0,44	12,91 ±0,93
15.gün	L* değeri	46,47 ±2,12	48,01 ±2,51	47,12 ±0,91	45,93 ±4,44	47,98 ±3,06	49,36 ±2,85
	a* değeri	7,02 ±1,64	7,57 ±1,04	9,47 ±0,58	8,25 ±0,91	7,48 ±1,11	8,36 ±0,75
	b* değeri	10,05 ±1,39	12,82 ±0,69	12,87 ±0,64	11,92 ±1,64	11,69 ±1,51	13,02 ±0,75
30. gün	L* değeri	46,21 ±4,23	45,21 ±4,90	46,58 ±4,69	41,30 ±2,34	44,72 ±1,49	46,21 ±4,57
	a* değeri	6,03 ±0,95	6,72 ±1,31	6,34 ±0,96	6,43 ±0,68	7,29 ±0,98	6,30 ±0,95
	b* değeri	10,08 ±2,01	11,08 ±3,43	11,11 ±2,13	7,76 ±1,54	9,96 ±0,43	10,08 ±1,76
60.gün	L* değeri	45,43 ±3,06	40,75 ±3,01	42,25 ±3,16	43,20 ±1,92	44,17 ±2,49	42,01 ±2,25
	a* değeri	5,46 ±1,25	5,89 ±1,38	6,09 ±1,86	6,09 ±0,46	6,44 ±0,50	5,52 ±0,90
	b* değeri	9,01 ±1,43	7,25 ±2,18	7,97 ±2,15	8,33 ±1,03	8,44 ±1,67	7,64 ±1,32

Sucuk örneklerinin renk analizleri objektif olarak yapılmıştır. Ölçülen L* (parlaklık) değerleri uygulanan ısıl işlemten sonra artmış ve bu artış ilk 15 gün devam etmiş, 15. günden sonra azalma göstermiştir.

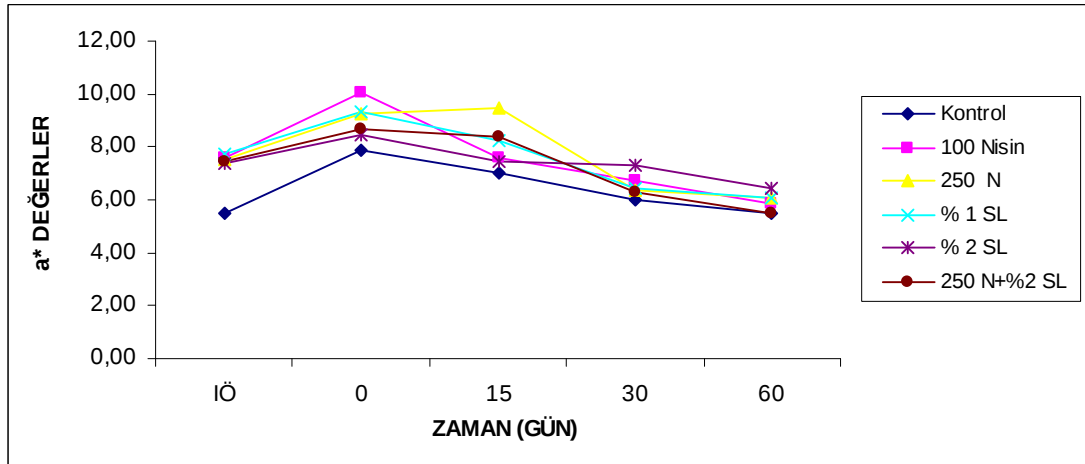
Örneklerin L* değerleri ısıl işlem öncesi 40,28- 42,28 arasında değişirken ısıl işlem sonrası depolamanın 15. günü bu değerler 49,36- 46,47' ye kadar yükselmiştir. Depolamanın son günü ise L* değerleri 40,75- 45,43' e kadar düşmüştür. Bu azalmanın nedeni kuruma sırasında oluşan nem kaybı ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyon olaylarından ileri geldiği savunulmaktadır (Zanardi *et al.* 1999). Isıl işlem nedeniyle gerçekleşen

kurumanın L^* değerinde düşüşe neden olmaması; kuruma sırasında oluşan nem kaybının ısıtma işlemde oluşan nem kaybından daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Isıtma işlem sırasında oluşan nem kaybı L^* değerini etkilememiş; bu yüzden L^* değerinde artış olmuştur. Ancak depolamayla gerçekleşen kurumadan dolayı oluşan nem kaybı L^* değerini etkilemiş ve L^* değerinde düşüşe neden olmuştur.

Oksidasyonun ve kurumanın en yüksek değerlerde olduğu depolamanın 60. gününde örneklerin L^* değerleri 45,43-40,75 olarak en düşük değerlerde kalmıştır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5).

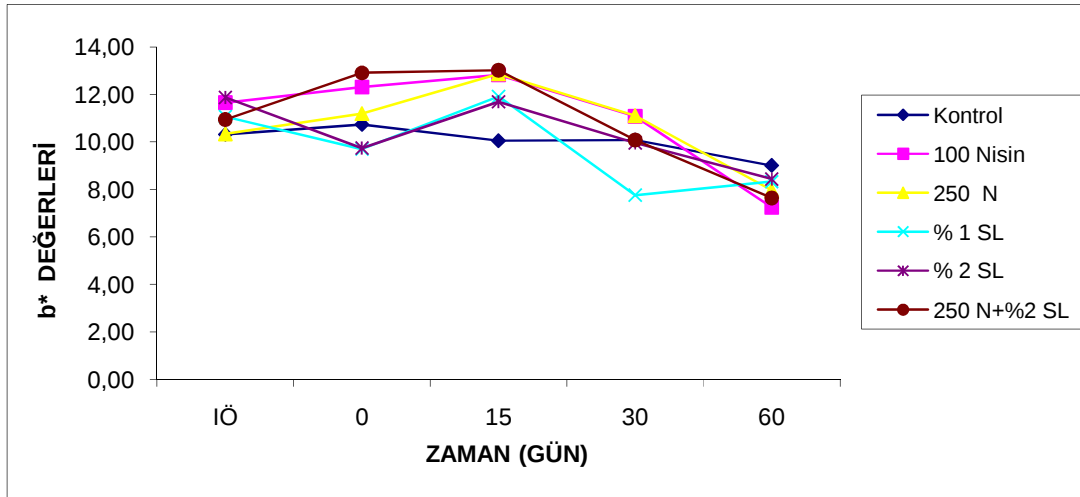
Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmada ısıtma işlem öncesi sucukların L^* değerini ısıtma işlem sonrası L^* değerlerinden daha düşük belirlemiş, ısıtma işleminin L^* değerini arttırdığını ve ısıtma işleminin L^* değerine etkisinin önemli olduğunu ($p<0,01$) ileri sürmüştür.

Lin and Lin (2002) SL ve trisodyumfosfatın Çin sucuğunun raf ömrüne etkisini araştırdıkları çalışmada ısıtma işlemle kurutma uyguladıkları örneklerin 12 haftalık depolama periyodunda Hunter L^* değerlerinde önemli bir farklılık saptamamışlardır. Hunter a^* ve Hunter b^* değerleri bütün numunelerde farklılık gösterdiğini ancak bu farklılığın önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 4.7 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak a^* (kırmızılık) değerleri

Isıl işlem öncesi yapılan ölçümlerde a* değerleri 5,51- 7,70 değerleri arasında en yüksek değer % 1 SL örneğinde, en düşük kontrol örneğinde olduğu görülmüştür. Isıl işlem sonrası depolamanın ilk günü a* değerleri 7,85-10,03 değerleri arasında en düşük kontrol örneğinde, en yüksek değer ise 100 ppm nisin örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 15. günü a* değerleri 7,02-9,47; depolamanın 30. günü 6,03-7,29; depolamanın 60. günü ise 5,46- 6,44 olarak belirlenmiştir. 15., 30. ve 60. günlerde a* değerlerinde en yüksek değerler sırasıyla 250 ppm nisin, % 2 SL ve % 2 SL içeren örneklerde tespit edilmiştir. Bütün periyotlarda en düşük a* değerleri kontrol örneklerinde ölçülmüştür. L* değerlerinde olduğu gibi örneklerin a* değerleri ısıtıl işlem sonrası en yüksek değere ulaşmış, depolamanın sonuna doğru azalma göstermiştir. Ancak a* değerlerinde saptanan azalma, L* değerlerinde saptanan azalmadan daha fazla olmuştur.



Şekil 4.8 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların zamana bağlı olarak b* (sarılık) değerleri

Örneklerin b* değerleri ısıtıl işlem öncesi 10,32-11,88 arasında, ısıtıl işlem sonrası 9,70-12,91 değerleri arasında değişmiştir. Depolamanın 15. günü b* değerleri 10,05-13,02 arasında olup artış gösterirken, depolamanın 30. günü ise 7,76- 11,11 değerleri arasında değişerek azalma göstermiştir. Depolamanın son günü (60. gün) ise b* değerleri 7,25-9,01 değerlerine düşmüştür.

Paik *et al.* (2006) nisinin Kore çeşnili sığır etinin depolanması üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada depolama sırasında a^* ve b^* değerleri başlangıç değerleri olan 8,12 ve 11,4 değerlerinde olup önemli bir değişim göstermemiştir. L^* değerleri ise nisinli örneklerde 4° C’ de depolandığında azalma gösterirken, 25° C’ de depolandığında belirgin bir azalma gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmaya benzer yapılan çalışmalarda (Gök 2006, Ercoşkun 2006) a^* değerleri bu çalışmada saptanan değerlerden daha yüksek çıkmıştır. Adı geçen literatürlerdeki sonuçların yüksek çıkması, nitrat kullanılması ve fermentasyon uygulanmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Fermentasyonda nitrat nitrite dönüşmüş, nitrit de nitrozomyoglobini oluşturarak kırmızı rengi arttırmıştır.

Gök (2006) yaptığı çalışmasında; sucukların fermentasyonun ilerlemesiyle a^* ve b^* değerinin arttığını, ancak depolama periyodunun uzamasına bağlı olarak azaldığını ve antioksidan katkılı örneklerin kontrol örneklerine göre rengini koruduğunu bildirmiştir.

Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmasında; ısıtma işlemi ve fermentasyon uygulanan örneklerde a^* değerinin önce arttığını sonra azaldığını ve sonra tekrar arttığını belirtmiştir. Örneklerin b^* değerlerinin ise ısıtma işlemiyle arttığını bildirmiştir.

Maca *et al.* (1999) vakum paketlenmiş sığır köftelerine % 3 ya da % 4 SL kullandıkları örneklerinde SL’ nin renk koruyucu etkisinin olduğu, SL içeren örneklerin kontrol örneklerine göre daha koyu ve kırmızı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar pişmiş ürünlerde myoglobinin metmyoglobine dönüşümünde pH’ın etkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Papadopoulos *et al.* (1991) pişmiş vakum paketlenmiş sığır rostolarına % 1, 2, 3 ve 4 oranlarında SL eklemişler, yapılan subjektif ölçümler sonucunda, kırmızı rengin % 2 SL kullanıldığında daha fazla olduğunu ve sarı rengin ise SL konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

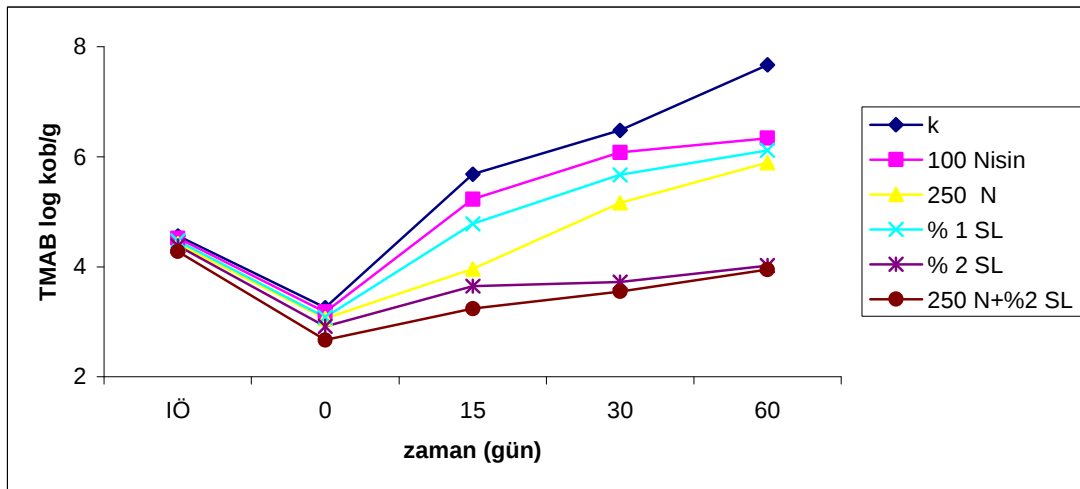
Papadoupoulos *et al.* (1991) aynı çalışmada SL' ın pişirilmiş sığır et ürünlerinde renk, tat gibi duyu özellikleri iyileştirdiğini ve pişme, depolama kayıplarını en aza indirdiğini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar % 1 SL ilavesinin tat ve aromayı arttırdığını ancak % 2 oranında SL ilavesinin tadı olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Brewer *et al.* (1991) % 1 oranında kullanılan SL' ın tuzlu tadı arttırdığı ve etin kırmızı rengi koruduğunu bildirmişlerdir.

Bloukas *et al.* (1997) % 2 oranında kullanılan SL' ın renk, tat, tekstür gibi duyu özelliklerine hiçbir olumsuz etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

4.6 Mikrobiyolojik Sonuçlar

4.6.1 TMAB Sayımları



Şekil 4.9 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen TMAB sayımları

Sucuk örneklerinin zamana bağlı değişen TMAB sayıları şekil 4.9 ve çizelge 4.6' da verilmiştir. Çizelge 4.6' da bütün örnek gruplarının her periyotta belirlenen TMAB sayımlarının toplamaları şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.6 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin üretim ve depolama periyodunda toplam canlı, enterobacteriaceae ve maya-küf ortalamaları (log kob/gr)

	Isıl işlem öncesi	Isıl işlem sonrası 0.gün	15. gün	30. gün	60. gün
TMAB	4,43 $\pm$ 0,02 ^a	3,02 $\pm$ 0,05	4,42 $\pm$ 0,21	5,36 $\pm$ 0,2	6,07 $\pm$ 0,2
Enterobacteriaceae	3,76 $\pm$ 0,06b	2,03 $\pm$ 0,07	3,45 $\pm$ 0,14	3,97 $\pm$ 0,26	5,43 $\pm$ 0,18
Maya-küf	2,48 $\pm$ 0,03c	1,43 $\pm$ 0,03	2,87 $\pm$ 0,06	2,86 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,09
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

* Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arası farklılığı gösterir (p<0,05).

Örneklerin ısıtıl işlem öncesi başlangıç TMAB sayıları kontrol örneğinde 4,43 olurken ısıtıl işlem uygulamasıyla 1 log' luk azalma göstererek 3,02 log kob/gr olmuştur. Depolamanın 15. günü ise 1 log' luk artış göstererek 4,42 log kob/gr olmuştur. Depolamanın 30. gününde 15. güne göre 1 log, depolamanın ilk gününe göre 2 log artış olmuştur. Isıl işlem uygulamasının sonrası 60 günlük depolama boyunca toplam 3 log' luk artış görülmüş ve TMAB sayısı 6,07 log kob/gr olarak belirlenmiştir. Bu değer başlangıç değerinden yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7)

Bingöl (2003) SL katkılı sosis örneklerinin TMAB sayımlarının kontrol grubunda $2,34 \times 10^3$ kob/gr, depolamanın 60. gününde $2,53 \times 10^5$ kob/gr olurken; % 1,2 SL örneğinde $3,78 \times 10^5$ kob/gr, % 1,8 SL örneğinde $2,37 \times 10^6$ kob/gr olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmada kullanılan % 1 SL örneklerinin TMAB sayıları ile araştırmacının tespit ettiği sonuçlar yakın değerlerde olmaktadır.

Çizelge 4.7 Doğal antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin üretim ve depolama periyotlarında mikrobiyal sayımları (log kob/gr)

	Kontr ol	100 ppm Nisin	250 ppm Nisin	%1 SL	% 2 SL	% 2 SL+250 ppm Nisin	P
Isıl işlem öncesi	3,78 ± 0,28	3,66 ± 0,29	3,54 ± 0,29	3,62 ± 0,29	3,43 ± 0,28	3,33 ± 0,27	= 0,901
Isıl işlem sonrası 0.gün	2,46 ± 0,23	2,31 ± 0,24	2,16 ± 0,24	2,24 ± 0,23	1,99 ± 0,24	1,82 ± 0,22	=0,467
15. gün	4,41 ^c ± 0,34	4,14 ^{bc} ± 0,3	3,31 ^{ab} ± 0,16	3,76 ^{abc} ± 0,27	3,07 ^a ± 0,15	2,8 ^a ± 0,11	< 0,001
30. gün	5,2 ^c ± 0,38	4,84 ^{bc} ± 0,36	3,61 ^{ab} ± 0,42	4,36 ^{bc} ± 0,35	3,59 ^{ab} ± 0,29	2,70 ^a ± 0,38	< 0,001
60. gün	6,36 ^c ± 0,4	5,62 ^{bc} ± 0,3	4,9 ^{ab} ± 0,28	5,4 ^{abc} ± 0,21	4,82 ^{ab} ± 0,19	4,42 ^a ± 0,19	< 0,001

* Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arası farklılığı gösterir (p<0,05).

Örneklerin toplam canlı sayıları her bir örnek için ayrı ayrı değerlendirildiğinde (Çizelge 4.7), kontrol, 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, % 1 SL, % 2 SL ve % 2 SL+250 ppm nisin örneklerinin ısıtıl işlem öncesi toplam canlı sayıları sırasıyla 3,78 log kob/gr, 3,66 log kob/gr, 3,54 log kob/gr, 3,62 log kob/gr, 3,43 log kob/gr ve 3,33 log kob/gr olarak belirlenmiştir.

Isıl işlem uygulanmasının sonucunda mikrobiyel yıkımlanma olmuş ve bütün örneklerde azalma görülmüştür. Buna göre toplam canlı sayısı en az % 2 SL+ 250 ppm nisin örneğinde olurken, en fazla kontrol örneğinde saptanmıştır. Isıl işlemle bütün örneklerde 1 log' luk azalma gerçekleşmiştir. Depolamanın 15. gününde kontrol ve nisin örneklerinde 2 log değerinde artış, 250 ppm nisin, % 1 SL, % 2 SL ve % 2 SL+ 250 ppm nisin örneklerinde ise 1 log değerinde artış görülmüştür. Kontrol örneğinde en yüksek 4,41 log kob/gr olarak ölçülen toplam canlı sayıları, en düşük % 2 + 250 ppm nisin örneğinde 2,8 log kob/gr olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzer sonuçlar gösteren Ercoşkun (2006) yaptığı çalışmasında ısıtıl işlem ve fermantasyon uyguladıkları sucuk örneklerinde ısıtıl işlemin TMAB ve koliform

grubu bakterilerin önemli seviyede yıkımını sağladığını bildirmiştir. Araştırmacı ısıtma işlemi uygulanmayan sucuklarda olgunlaştırmanın 0. günü 7,52 log kob/gr, 1. günü 8,75 log kob/gr, 6. günü 8,45 log kob/gr olarak bulurken, ısıtma işlemi uygulanan sucuklarda 0. gün 4,52 log kob/gr, 1. gün 5,37 log kob/gr, 6. gün ise 3,74 log kob/gr olarak tespit etmiştir. Buna göre ısıtma işlemi olgunlaştırmanın 0. ve 1. günlerinde 3 log, 6. günde 5 log değerinde azalma sağlamıştır. Araştırmacının çalışmasında ısıtma işlemi sağlanan bu yıkımlanma, yapılan çalışmada uygulanan ısıtma işlemi sağlanan yıkımlanmadan daha fazla olmuştur. Araştırmacı bu yıkımlanmanın fazla olmasını fermentasyon süresinde oluşan pH düşüşünün ısıtma işlemi etkinliğini arttırmasına bağlamıştır.

Depolamanın 30. gününde depolamanın ilk gününe göre kontrol örneğinde 3 log, 100 ppm nisin ve % 1 SL örneğinde 2 log, 250 ppm nisin, % 2 SL ve % 2 SL+ 250 ppm nisin örneğinde 1 log artış gözlemlenmiş ve toplam canlı sayıları en yüksek kontrol örneğinde 5,2 olarak, en düşük ise % 2 SL örneğinde 3,59 log kob/gr ve % 2 SL+ 250 ppm nisin örneğinde 2,70 log kob/gr saptanmıştır. Bingöl (2003) sosisler üzerinde yaptığı çalışmada kontrol örneği, % 0,6 ve % 1,2 SL kullandığı örneklerin sırasıyla depolamanın 30. günü, 45. günü ve 60. günü bozulma belirtileri gösterdiğini, % 1,8 ilaveli sosis örneğinde ise depolamanın 60. gününde bile bozulma belirtileri görülmediğini bildirmiştir.

Brewer *et al.* (1991) çalışmalarında kontrol ve % 1 SL örneklerinde 10. günde 10^8 kob/gr, % 2 SL içeren örneklerde ise bu sayıya 24. günde ulaştığını tespit etmişlerdir. Bu değerler yapılan çalışmada kontrol örneğinde bile bulunan 5,2 log kob/gr değerinden oldukça yüksek çıkmıştır. Araştırmacıların bulduğu sonuçların oldukça yüksek çıkmasının nedeni, çalışmada kullanılan örneklerin mikrobiyal yükün fazla olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Kontrol, 100 ppm nisin, 250 ppm nisin, % 1 SL, % 2 SL ve % 2 SL+250 ppm nisin örneklerinin 60. günü toplam canlı sayıları sırasıyla 6,36 log kob/gr, 5,62 log kob/gr, 4,9 log kob/gr, 5,4 log kob/gr, 4,82 log kob/gr ve 4,42 log kob/gr olarak belirlenmiştir. Depolamanın 60. günü örneklerin TMAB sayıları kontrol örneğine göre 100 ppm nisin, 250

ppm nisin ve % 1 SL kullanılması toplam mikrobiyal yükte 1 log' luk düşüş sağlarken, % 2 SL kullanımı 2 log' luk azalma sağlamıştır. Bütün örneklerde depolamanın 30. ve 60. günlerindeki toplam canlı sayıları başlangıç sayılarından yüksek çıkmıştır.

Gök (2006) fermantasyon uyguladıkları antioksidan ve antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinde TMAB sayılarının olgunlaştırma boyunca artarken depolama boyunca düştüğünü bildirmiştir. Araştırmacı depolamanın 90. gününde en yüksek sayının kontrol örneklerinde 5,36 log kob/gr, en düşük ise 4,8 log kob/gr olarak biberiye ekstraktları içeren örneklerde olduğunu bildirmiştir.

Nisin ve SL' nin kullanılan konsantrasyonu arttıkça antimikrobiyal etkisi de artmıştır. Depolamanın bütün periyotlarında 250 ppm nisin ve % 2 SL örneklerinin mikrobiyal yükleri daha düşük konsantrasyonların kullanıldığı 100 ppm nisin ve % 1 SL örneklerinin mikrobiyel yüklerinden düşük çıkmıştır.

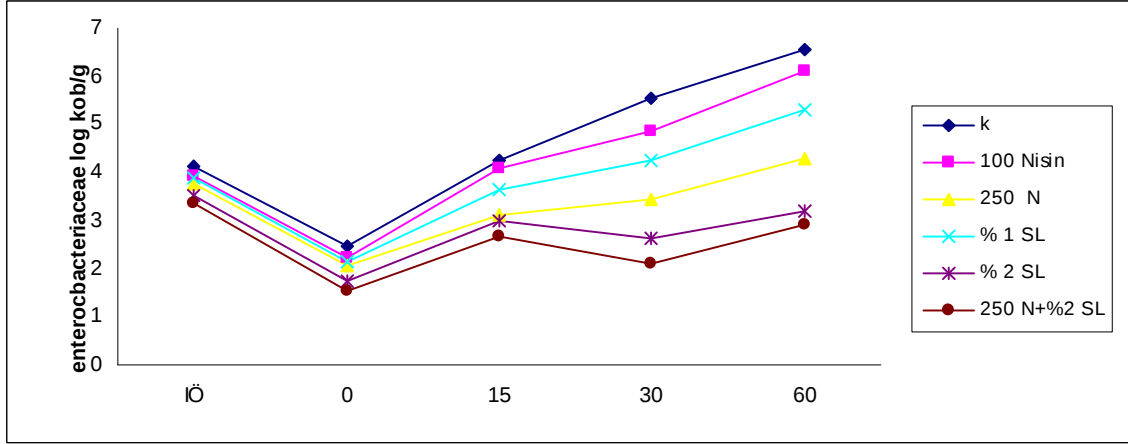
% 1 SL kullanılan örneklerde toplam canlı sayımları 100 ppm nisin kullanılan örneklerin toplam canlı sayımlarından düşük çıkarken, 250 ppm nisin örneklerinden yüksek çıkmıştır. Buna göre; 250 ppm nisin, % 1 SL' den daha iyi antimikrobiyal etki gösterirken, % 2 SL kadar etkili olamamıştır.

Çalışmanın sonucunda saptanan sonuçlara göre; % 2 SL+250 ppm nisin kullanımı, toplam canlı sayımında en fazla düşüşü sağlayarak en iyi antimikrobiyal etkiyi gösterdiği ve sucukların raf ömrünü artırdığı görülmüştür.

Paik *et al.* (2006) yaptıkları çalışmada 100 IU/gr ve 500 IU/gr nisin ilave ettikleri Kore çeşnili sığır etini (sous vide) 4° C ve 25° C'de depolamışlar, 4° C' de depolanan bütün paketlerin 60 günlük depolama süresince önemli bir değişiklik göstermediği, nisinsiz paketlerde ise 25° C' de en az 60 gün depolanması sonucunda mezofilik, psikotropik, oksijensiz mikroorganizmalar ve *Bacillus cereus* hücrelerinin tekrar aktif hale geldiğini bildirmişlerdir. Ancak 100 IU/gr ve 500 IU/gr nisin kullanımıyla Kore çeşnili sığır etlerinde

mikrobiyal ve fiziksel kalitesinde fazla bir değişiklik meydana gelmediği, buna göre nisin, *sous vide* Kore çeşnili işlenmiş sığır etindeki mikrobiyolojik bozulmanın ve renk ile dokularında meydana gelen değişimlerin geciktirildiğini bildirmişlerdir.

4.6.2 Enterobacteriaceae Sayımları



Şekil 4.10 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen enterobacteriaceae sayımları

Sucuk örneklerinin zamana bağlı değişen enterobacteriaceae sayıları şekil 4.10 ve çizelge 4.6’ de verilmiştir.

Örneklerin farklı depolama periyotlarında enterobacteriaceae sayılarına bakıldığında başlangıç sayıları 3,76 log kob/gr olurken, ısıt işlem uygulandıktan sonra 2,03 log kob/gr’ a düşmüştür, buna göre enterobacteriaceae ısıt işlem ve % 2 SL+ 250 ppm nisin uygulamasıyla yıkımlandığı söylenebilmektedir.

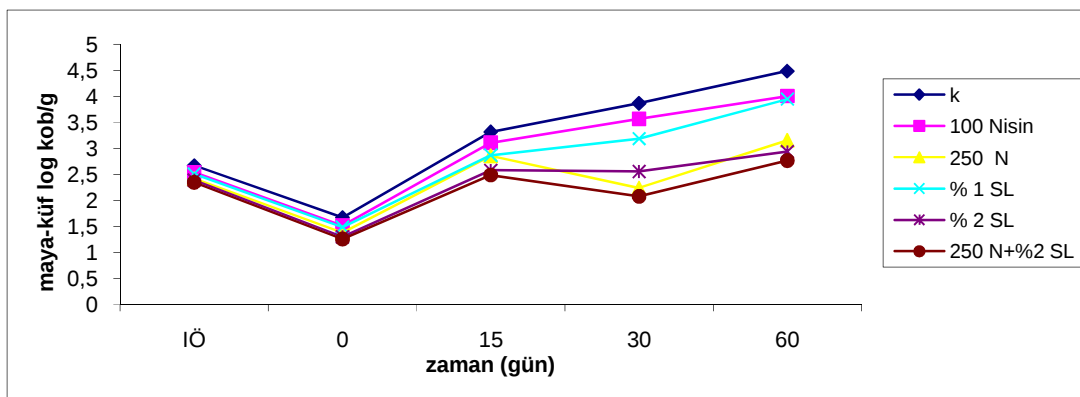
Long and Phillips (2003)’ in Sodyum sitrat, SL ve nisin tavuk eti üzerindeki Arcobakterlere etkisini inceledikleri çalışmalarında; depolamanın 6. gününde uygulanan diğer işlemlere göre SL+ nisin kombinasyonunun kullanılması en etkili faktör olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tek başına SL’ nin veya 500 IU/gr nisin ya da nisin+sodyum sitrat kombinasyonunun kullanılması *Arcobakterlerin* kontrolünde bir alternatif olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Depolamanın ilk 15. ve 30. gününde örneklerin enterobacteriaceae sayıları 1 log' luk artış göstererek, 3,45 log kob/gr ve 3,97 log kob/gr değerlerine yükselmiştir. Ercoşkun (2006) ısıtma işlem ve fermantasyon uyguladığı sucuk örneklerinde ısıtma işlemin TMAB' de olduğu gibi ve koliform grubu bakterilerin inhibe edilmesinde etkili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak başlangıç sayısı 4,55 log kob/gr olan koliformların fermantasyonun 6. gününde ve geleneksel üretilen sucukta 1 log' un altına düştüğünü, ısıtma işlem uygulanan sucukta ise hiç rastlanılmadığını bildirmiştir.

Depolamanın 60. gününde enterobacteriaceae sayıları depolamanın 30. gününden itibaren 1 log, 0. gününden itibaren ise 3 log artarak 5,43 log kob/gr değerine çıkmıştır. Bu değer başlangıç sayımından 2 log fazladır. Sonuç olarak 60 günlük depolama boyunca enterobacteriaceae sayısında artış görülmüştür.

Ettayabi *et al.* (2000) nisin ve timol kombinasyonunun *Listeria monocytogenes* ve *Bacillus Subtilis*' teki antimikrobiyal aktiviteleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; sadece nisin kullanımının etkili olmadığını, bakteriyel büyümede tam koruma sağlanması için nisin ile timolün birleşik bir biçimde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

4.6.3 Maya-Küf Sayımları



Şekil 4.11 Farklı oranlarda doğal antimikrobiyal katkılı sucukların üretim ve depolama boyunca ölçülen maya-küf sayımları

Sucuk örneklerinin zamana bağılı değişen maya-küf sayıları şekil 4.11 ve çizelge 4.6' da verilmiştir. Buna göre maya-küf sayıları bütün örneklerde enterobacteriaceae sayılarından düşük çıkmıştır. Isıl işlem etkisiyle maya-küf sayıları 2,48 log kob/gr' den 1,43 log kob/gr' e düşerken, depolamanın 15. ve 30. gününde başlangıç değerlerinin üstüne çıkarak 2,87 log kob/gr' e ulaşmıştır. Depolamanın son günü 2 log artarak 4,3 log kob/gr' e yükselmiştir.

Maya-küf sayılarına bakıldığında bütün örneklerde ısıl işlemle maya-küf yıkımlanması olmuş ancak maya-küf depolama boyunca artış göstermiştir. Kullanılan % 2 SL ve % 2 SL+250 ppm TMAB ve enterobacteriaceae üzerine etkili olduğu gibi maya-küflere çok etkili olamamıştır. Depolamanın sonundaki maya-küf sayıları Türk Gıda Kodeksi Et ürünleri Tebliği (Anonim 1997b)' nin belirlediği $1,02 \times 10^2$ limitinin üstünde çıkmıştır.

Gök (2006) fermantasyon uyguladıkları antioksidan ve antimikrobiyal katkılı sucuk örneklerinin başlangıç mikrobiyal sayımları 4,35-4,44 log kob/gr, depolamanın 30. günü 3,32-3,65 log kob/gr, depolamanın son günü olan 90. günde ise 2,47-2,88 log kob/gr olarak bulmuştur. En düşük maya-küf sayısının biberiye ekstraktlı örnekte olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre depolama süresi arttıkça maya-küf sayısı artmaktadır. Araştırmacının tespit ettiği sonuçlarda ise maya-küf sayılarının depolama süresince azalmasının nedeni, fermantasyonun süresi arttıkça örneklerin pH değerlerinin düşmesine bağlı olarak gerçekleşen antimikrobiyel etkiden kaynaklandığı düşünülebilir.

Bingöl (2003) SL katkılı sosis örneklerinin başlangıç maya-küf sayımlarını $1,71 \times 10^2$ kob/gr, 60 gün depolama sonucunda ise kontrol, % 1,8 SL ve % 1,2 SL örneklerinin maya-küf sayımlarını sırasıyla $4,61 \times 10^4$ kob/gr, $3,23 \times 10^3$ kob/gr $4,44 \times 10^3$ kob/gr olarak belirlemiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerdir.

Wang (2000) nisin (100 mg/gr) , SL (%3) ve sorbitolun (%3) 20° C' de depolanan, vakum paketlenmiş Çin sucuğunun raf ömrüne etkilerini araştırdıkları çalışmasında depolama sırasında mikrobiyel populasyon nisinli örnekte ve sorbitollu örnekte sırasıyla 5. ve 15. günde artmaya başladığını, SL katkılı örnekte ise depolamanın 30. günü 4,5 log kob/gr' dan

daha az olduğunu tespit etmiştir. *Leuconostoc* sayımları nisinli örnekte depolamanın 10. günü, sorbitollu örnekte 5. günü düşmüş ancak bakteriyel büyümeyi engellemede yetersiz kaldığını, SL katkılı örnekte ise depolama sırasında bakteri sayısında düşme gözlemlendiğini bildirmiştir. Araştırmacının bulduğu sonuçlar yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Deumier and Collignan (2003) yaptıkları çalışmalarında starter kültür ve SL' nin birlikte kullandıkları fermente tavuk sucuğu içerisinde *Listeria monocytogenes* sayısını azalttığını, tek başına SL kullanımının *L. monocytogenes* üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Ancak SL mikroorganizma büyümesinin kontrol edilmesine ve fermentasyon sürecini geliştirerek pH değerinin düşmesine imkan verdiğini belirtmişlerdir.

Scannell *et al* (1997) yaptıkları çalışmalarında organik asitler, sodyum metabisüfit ve nisin; taze domuz sucuğunun raf ömrüne mikrobiyolojik kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar söz konusu koruyucuları kullandıkları ve 4°C' de depoladıkları örneklerde nisinin sucuğa katılması ile *Staphylococcus aureus* 4×10^6 kob/gr' dan $3,8 \times 10^2$ kob/gr' luk bir düzeye indirdiği ancak bu düşüş depolama boyunca devam etmediğini, SO₂ ' nin 10 günlük depolamada 0.6 log' luk artışa neden olduğunu ve % 2 + nisin birleşiminin *Staphylococcus aureus* kontrolünde en büyük potansiyeli gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar % 2 SL +500 IU/gr nisin, kullanımı yaygın olan SO₂' den daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Diez *et al.* (2008) *Morcilla de burgos* (Kan sucuğu)' nun raf ömrünü arttırmak amacıyla organik asit tuzlarının kullanımıyla birlikte yüksek basınçlı işlemleri uyguladıkları çalışmalarında; laktik asit bakterilerinden kaynaklanan bozulmayı engellemede SL ile birleştirilmiş % 3' lük potasyum laktat eklenmesinin etkili olmadığını ancak yüksek basınçlı işlemlerin ardından uygulandığında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, doğal antimikrobiyaller olan nisin ve SL' ın, ısıt işlem görmüş sucukların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

TBA değerleri depolama boyunca artmıştır. TBA değerlerinin en yüksek olduğu depolamanın 30. ve 60. günlerinde en düşük TBA değerleri % 2 SL katkılı örneklerde tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin TBA değeri, ısıt işlem uygulamasının ardından 60 günlük depolama periyodunca depolamanın ilk günkü değerinin yaklaşık olarak 10 katı kadar artarken, % 2 SL katkılı örneklerinde yalnızca 0,033-0,043 mg malonaldehit/kg değerinde bir artış olmuştur. Bu etki SL' nin antioksidan özelliğinin % 2 oranında kullanıldığında daha etkili olmasından ileri gelmektedir. Bu sonuca göre SL en iyi antioksidant etkiyi ancak % 2 oranında kullanıldığında göstermektedir.

Örneklerin pH değerleri depolama boyunca düşmüştür. En düşük pH değerleri kontrol örneğinde ölçülürken, en yüksek pH değerleri % 2 SL katkılı örneklerde ölçülmüştür. Kontrol örneklerindeki hızlı pH düşüşü arzu edilmeyen bir asitlik oluşturmakta ve depolama boyunca gerçekleşen mikrobiyal aktiviteden kaynaklanmakta olduğu tahmin edilmektedir.

Örneklerin kurumadde, yağ ve protein miktarları ısıt işlem etkisiyle ve depolamayla gerçekleşen kurumaya bağlı olarak artmıştır.

Örneklerin L* değerleri oksidasyonun ve kurumanın en yüksek değerlerde olduğu depolamanın 60. gününde düşmüştür. a* değerleri ısıt işlem sonrası artmış, depolama boyunca düşmüştür. b* değerleri ise 30 gün depolamadan sonra düşmüştür.

Toplam canlı, enterobacteriaceae ve maya-küf sayıları depolama boyunca artmıştır. Bütün periyotlarda en düşük değerler 250 ppm nisin, % 2 SL ve 250 ppm nisin+% 2 SL katkılı

örneklerde olmuştur. 250 ppm nisin, % 1 SL' den daha iyi antimikrobiyal etki gösterirken, % 2 SL kadar etkili olamamıştır. Depolamanın 60. gününde % 2 SL+250 ppm nisin ilavesi kontrol örneğine göre toplam canlı sayımında 2 log azalma sağlayarak, en iyi antimikrobiyal etkiyi göstermiş ve sucukların raf ömrünü arttırdığı görülmüştür.

Enterobacteriaceae ve maya-küf sayılarına bakıldığında enterobacteriaceae ve maya-küflerin ısıtılma işlem ve % 2 SL+ 250 ppm nisin uygulamasıyla yıkımlandığı söylenebilmektedir. Ancak kullanılan % 2 SL ve % 2 SL+250 ppm nisin TMAB ve enterobacteriaceae üzerine etkili olduğu gibi maya-küflere çok etkili olamamıştır. Depolamanın sonundaki maya-küf sayıları Türk Gıda Kodeksi Et ürünleri Tebliği (Anonim 1997b)' nin belirlediği $1,02 \times 10^2$ limitinin üstünde çıkmıştır.

Elde edilen verilerden şu sonuçlar çıkarılabilir:

1. SL' nin en iyi antioksidant etkiyi % 2 oranında kullanıldığında gösterdiği gözlemlenmiştir.
2. SL antioksidant özelliği bakımından 60 gün depolamada yeterli olurken, aynı sürede rengin korunmasında etkili olamamıştır. Ürünün renginin iyileştirilmesi ürünü tüketici beğenisi açısından daha çekici hale getirecektir. Bunun için baharatlar üzerinde çalışılması gerekmektedir.
3. Mikrobiyal popülasyonun kontrolünün sağlanması, ürünün raf ömrünün artırılması, ürünü kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan daha güvenilir kılması için sektörde yaygın halde kullanılan nitrit, nitrat vb. gibi kimyasallar yerine nisin ve SL kullanımının insan sağlığı açısından daha uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abee T, Krockel L, Hill C 1995, “Bacteriocins: modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning”. Int Journal Food Microbiology, 28:169-85.

Anonymous. 1990a. Method 926.08, 925.09. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington,USA.

Anonymous, 1990b, Method 955.04C, 979.09. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, USA

Anonymous, 1990c, Method 922.06, 954.02. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, USA

Anonim, 1991. “Türk Sucuğu Yapım Kuralları “. TS. 9298. Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.

Anonim, 1997a. “Türk Sucuğu”. TS.1070, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.

Anonim. 1997b. Et Ürünleri Tebliği, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

Anonim, 1998a, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, İstanbul Ticaret Odası Yayımı 1998-2

Anonymous. 1998b. United States Department of Agriculture. Food Safety Inspection Service Code of Federal Regulation 318,23. Heat-processing and stabilization requirements for uncured meat patties.

Anonim, 2001, Sekizinci Bes Yıllık Kalkınma Planı. Gıda Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Et ve Et Ürünleri Sanayi Alt Komisyon Raporu, DPT: 2635, Ankara

Anonim, 2008, Renklendiriciler Ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara

Anonim, 2009, Et Ürünleri Tebliği, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

Ariyapitipun, T., Mustapha, A. and Clarke, A.D. 1999, “Microbial shelf-life determination of vacuum-packaged fresh beef treated with polylactic acid, lactic acid and nisin solutions”. Journal of Food Protection. 62(8): 913-920.

Banwart, G.J., 1981. Basic Food Microbiology. AVI Publishing Company. Westport Connecticut. 168-169.

Bedie, G.K., Samelis J., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J.A., Smith, G.C. Antimicrobials in the formulation to control *Listeria monocytogenes* postprocessing contamination on frankfurters stored at 4°C in vacuum packages. J. Food Prot. 2001, 64(12), 1949-1955

Bierbaum, G., Sahl, H. 1993, “Lantibiotics-unusually modified bacteriocin-like peptides from gram-positive bacteria”. Zbl. Bakt. 278: 1-22.

Bingöl, E., B., 2003, “Sodyum laktatın sosislerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

- Blom, H., Katla, T., Hagen, B. F., Axelsson, L. 1997. A Model Assay To Demonstrate How Intrinsic Factors Affect Diffusion Of Bacteriocins Inter. J. Of Food Microbiol. 38:103–109.
- Bloukas, J.G., Paneras, E.D., Fournitzis, G.C., 1997. Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. Meat Sci. 45, 223– 238.
- Bouttefroy, A., Mansour, M., Linder, M., Milliere, J.B., 2000, Inhibitory combination of nisin, sodium chlorid and pH on *L. monocytogenes* ATCC15313 in broth by an, experimental design approach. International Journal of Food Microbiology, 54, 109-115
- Brewer, M.S., McKeith, F., Martin, S.E., Dallmier, A.W., Meyer, J. Sodyum lactate effectecs on shelf-life sensory and physical characteristics of fresh pork sausage. J. Food Sci. 1991, 56(5), 1176-1178
- Brewer, M. S., Rostogi, B. K., Argoudelis, L., & Sprouls, G. K., 1995, “Sodium lactate/sodium chloride effects on aerobic plate counts and color of aerobically packaged ground pork”, Journal of Food Science, 60, 58–62.
- Bryne, C.M., Bolton, D.J., Sheridan, J.J., Blair, I.S., McDowell, D.A. Determination of the effect of sodium lactate on the survival and heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in two commercial beef patty formulations. Food Microbial. 2002, 19, 211-129.
- Campos, C.A., Rodriguez, O., Mata, P.C., Prado, M., Velazquez, J.B. 2006, Preliminary Characterization Of Bacteriocins From *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium* and *Enterococcus mundtii* Strains Isolated From Turbot (*Psetta Maxima*). Food Research Inter. 39: 356–364.

- Chen, H., Hoover, D.G., 2003, "Bacteriocins and their food applications". *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, 2: 82-100.
- Chen, N., Shelef, L.A., Relationship between water activity, salts of lactic acid and growth of *Listeria monocytogenes* in a meat system. *J. Food Prot.* 1992, 55(8), 574-578
- Chirife J., Ferro Fontan, C. Prediction of water activity of aqueous solutions in connection with intermediate moisture foods: experimental investigation of the aw lowering behaviour of sodium lactate and some related compounds. *J. Food Sci.* 1980, 45, 802-804
- Cleveland, J., Montville T.J., Nes, I.F, Chikindas, M.L., 2001, "Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation". *International Journal of Food Microbiology*, 71: 1–20.
- Cubina, I., 1995, "Natural lactic acid L(+) and lactates in the food industry". 5th International Congress on Food Industry "New Aspects on Food Processing". Kuşadası, Turkey, 23-28 April, Proceeding, pp.106-108
- Cutter, C.N., Siragusa, G.R., 1994 "Decontamination of beef carcass tissue with nisin using a pilot scale model carcass washer". *Food Microbiol* 11: 481-489.
- Çelikyurt G., Arıcı M., "Gıda Koruyucusu Olarak Mikrobiyal Kaynaklı Organik Asitler ve Önemi" Türkiye 10. Gıda Kongresi 21-23 Mayıs 2008, Erzurum
- Dawson, P.L., Carl, G.D., Acton, J.C., Han, I.Y. 2002, Effect of lauric acid and nisin-impregnated soy-based films on the growth of *L. monocytogenes* on turkey Bologna. *Poultry Science*, 81(5), 721-726.

- De, Martinis, E.C.P., Alves, V.F., Franco B.D.G.M., 2002, "Fundamentals and perspectives for the use of bacteriocins produced by lactic acid bacteria in meat products". *Food Reviews International*, 18(2-3): 191-208.
- Debevere, J.M., The effect of sodium lactate on the shelf-life of vacuum packaged course liver pate. *Fleischwirtsch.* 1989, 69, 223-224.
- Delves-Broughton, J., 1990, "Nisin and its uses as a food preservative". *Food Technology*. November: 100, 102, 104, 106, 111-112, 117.
- Delves-Broughton, J., Gasson, M.J., 1994, Nisin, p. 99-131. In: V.M. Dillon and R.G. Board [eds], *Natural Antimicrobial Systems and Food Preservation*. CAB International, Wallingford, Oxon.
- Den Urjil, C.H., Van Burik, A.M.C., 1990, "The preserving and lactates". *Int. Food Ing. Add.* 1990, 2, 34-38
- Deumier, F., Collignan, A., 2003, "The effects of sodium lactate and starter cultures on pH, lactic acid bacteria, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. levels in pure chicken dry fermented sausage". *Meat Science* 65 (2003) 1165–1174
- DeVegt, B., 1999, "Lactate controls *Listeria monocytogenes*", Purac, America.
- DeVuyst, L., Vandamme, E. J. 1994, "Lactic acid bacteria and bacteriosins: Their practical importance". In L. De Vuyst, & E. J. Vandamme (Eds.), *Bacteriocins of lactic acid bacteria* (pp. 1–12). Glasgow: Chapman and Hall.
- Diez, A., M., Santos, E., M., Jaime, I., Rovira, J., 2008, "Application of organic acid salts and high-pressure treatments to improve the preservation of blood sausage", *Food Microbiology* 25 (2008) 154–161

- Dinçer, B., 1980, “Yerli sucuklarda fermentasyon ve kurutma bileşimsel, lipolitik, ve organoleptik değişiklikler üzerine çalışmalar”, Doçentlik tezi, TÜBİTAK Vet. Vet. Hay. Araş. Grubu, Proje no: VHAG-457
- Drosinos, E.H., Mataragas, M., Kampani, A., Kritikos, D., Metaxopoulos, I., 2006, “Inhibitory effect of organic acid salts on spoilage flora in culture medium and cured cooked meat products under commercial manufacturing conditions”. *Meat Sci.* 73, 75–81.
- Ercoşkun, H., 2006, “Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermentasyon Süresinin Etkileri”, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Ettayabi, K., El Yamani, J., Rossi-Hassani, B.D., 2000, “Synergistic effect of nisin and thymol on antimicrobial activities in *L. monocytogenes* and *B. subtilis*”. *FEM Microbiology Letters*, 183, 191-195
- Fang T J, Tsai H-C 2003, Growth patterns of *Escherichia coli* O 157:H 7 in ground beef treated with nisin, chelators, organic acids and their combinations immobilized in calcium alginate gels. *Food Microbiology*, 20: 243-253
- Filiz, N., 1996, “Yüksek ısı uygulaması ile üretilen Türk sucuklarında starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar”, Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 63s, Bursa.
- Frazer, A.C., Sharratt, M., Hickmann, J.R. 1962, “The biological effects of food additives”. I. Nisin. *J. Sci. Food Agric.*, 13, 32-42.
- Ganzle, M.G., Weber, S., Hammes, W.P., 1999, “Effect Of Ecological Factors On The Inhibitory Spectrum And Activity Of Bacteriocins”. *Inter. J. Of Food Microbiol.* 46:207–217.

Gaze, J.E., Brown, G.D., Gaskell, D.E., Banks, J.G., 1989 "Heat Resistance of *Listeria Monocytogenes* in Non-Dairy Food Menstrua." Technical memorandum 523, Camden & Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden.

Gök, V., 2006, "Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri", Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2002, "Et Ürünleri İşleme Mühendisliği", Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 1993, "Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu", Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318, Ders Kitapları Serisi No: 69, 219-230, 236-237

Gürakan, G.C., Bozoğlu, T.F., Wiess, N., 1995, "Identification of *Lactobacillus* strains from Turkish- style dry fermented sausage." *Lebensmittel-Wissenschaft Unter-Technology*, 28, 139

Gürsel A., 1999, Laktik ve propiyonik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinler ve süt teknolojisi alanındaki uygulamaları. *Gıda*, 24(6): 399-410.

Hampikyan, H., 2006, "Fermente sucuklarda nisin kullanımının *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi". Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Henning, S., Metz, R., Hammes, W.,P., 1986, "Studies on the mode of action of nisin". *International Journal of Food Microbiology*. 3: 121-134

Ivanova, I., Miteva, V., Stefanova, T., Pantev, A., Budakov, I., Danova, S., Moncheva, P., Nikolova, I., Dousset, X., Boyaval, P., 1998, "Characterization Of A Bacteriocin Produced By *Streptococcus thermophilus*", 81. Inter. J. Of Food Microbiol. 42:147–158.

Jack, R.W., Tagg, J.R., Ray, B. 1995, "Bacteriocins of Gram-positive bacteria". Microbiological Reviews. June: 171-200.

Kayaardı, S. and Gök, V. 2003. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). Meat Science, 66;249-257

Kışla, D., Ünlütürk, A., 2003, "Nisin antimikrobiyal etkisi, taze ve islenmiş balıklarda kullanımı", Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 20(3-4), 543-550.

Klaenhammer, T.R., 1988, "Bacteriocins of lactic acid bacteria". Biochemie. 70: 337-349

Kolsarıcı N., Atıcı, H., 1995, "Geleneksel Türk Et Ürünlerinin Türkiye Ekonomisindeki Yeri". Standart Geleneksel Türk Ürünleri Özel Sayısı, Ağustos, 69-73

Koos, J.T., 1992, "Preservation of food products with natural ingredients". Food Mark. Technol. (3): 5-11.

Koponen, O., 2004, "Studies of producer self-protection and nisin biosynthesis of *Lactococcus lactis*". Institute of Biotechnology and department of applied chemistry and microbiology, Helsinki/Finland.

Kulpers, P.K., 1994, "Lactic acid and lactates, versatile food ingredients". Food Mrk. Technol

- Kumar, C.G., Anand, S.K. 1998, "Significance of microbial biofilms in food industry: a review". *International Journal of Food Microbiology* 42: 9–2.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö., 2005, "Bakteriyosinler ve Gıdalarda Kullanım Olanakları", *YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 16(1), 77-83
- Lamkey, J.W., Leak, F.W., Tuley, W.B., Johnson, D.D., West, R.L., "Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage". *J. Food Sci.* 1991, %6(1), 220-223
- Lawrie, R. A., 1998, "Lawrie's meat science" Woodhead Publishing Limited Cambridge, England.
- Lin, K. W., S.N., Lin, 2002, "Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage", *Meat Science* 60 (2002) 147–154
- Liu, W., Hansen, J.N., 1990, Some chemical and physical properties of nisin, a small-protein antibiotic produced by *Lactococcus lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56: 2551-2558
- Long C, Phillips C A (2003): "The effect of sodium citrate , sodium lactate and nisin on the survival of *Arcobacter butzleri* NCTC 12481 on chicken". *Food Microbiology*, 20: 495-502.
- Losso, J.N., Nakai, S., Charter, E.A., 2000. Lysozyme. In Naidu, A.S., ed. *Natural Food Antimicrobial Systems*, Chapter 6, CRC Press, Boca Raton
- Lücke, F.K., 1994, "Fermented meat products". *Food Research International*. 27, 299-307

- Maca, J.,V., Miller, R., K., Bigner, M., E., Lucia, L., M., Acuff, G.R., 1999, "Sodium lactate and temperature effects on shelf life vacuum packaged beef top rounds", Meat Science, 53, 23-29
- Mbandi, E., Shelef, L.A., Enhanced bacterial effects of combination of lactate and diacetate on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in beef Bologna. Int. J.Food Microbiol. 2002, 76, 191-198.
- Mızrak R., 1995, Et Balık Kurumu Genel Müdürlüğü. Standart (Özel Sayı), 34, 6-11
- Nilsson, L., Huss, H.H., Gram, L. 1997, "Inhibition of *L. monocytogenes* on cold smoked salmon by nisin and carbon dioxide atmosphere". International Journal of Food Microbiology, 38, 217-227.
- Nortje, G.L, Nel, L.,Jordoan, E., Bodenhorst, K., Goedhart, G., Hopzapfel, W.H. and Grimbeek, R.J. 1990, "A quantitative survey of a meat production chain to determine the microbial profile of the final product", Journal Food Production, 53(5); 411-417
- Nykanen, A., Weckman, K. and Lapvetelainen, A. 2000, "Synergistic inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked rainbow trout by nisin and sodium lactate". Int. J. Food Microb. 61: 63-72.
- Öztan A., 2005, "Et Bilimi ve Teknolojisi", TMMOB-Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.
- Paik, H.D., Kim H.J., Nam, K.J., Kim, C.J.,Lee, S.E., Lee, D.S, 2006, "Effect of nisin on the storage of sous vide processed Korean seasoned beef", Food Control 17 (2006) 994–1000

- Papadopoulos L.S., Miller, R.K., Acuff, G.R., Vanderzant, c., Cross, H.R., Effect of sodium lactate on microbial and chemical composition of cooked beef during storage. J. Food Sci. 1991, 56(2), 341-347.
- Parente, E., Riciardi, A., 1999, "Production, recovery and purification of bacteriocins from lactic acid bacteria". Applied Microbiology and Biotechnology, 52, 628-638.
- Pawar, D., D., Malik, S., V., S., Bhilegaonkar, K., N., Barbuddhe, S., B., 2000, "Effect of nisin and its combination with sodium chloride on the survival of *Listeria monocytogenes* added to raw buffalo meat mince", Meat Science, 56: 215-219.
- Phillips C.A, Duggan J 2001,"The effect of EDTA and trisodium phosphate, alone and in combination with nisin, on the growth of *Arcobacter butzleri* in culture". Food Microbiology,18:547-554.
- Piard, J.C., Delorme, F., Giraffa, G., Commisaire, J. and Desmazeaud, M. 1990, Evidence for a bacteriocin produced by *L. lactis* CNRZ 481. Neth. Milk Dairy J. 44: 143-158.
- Ray, B., 1992, "Nisin of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* as a food Biopreservative", In B. Ray (Ed.), Food Biopreservatives of Microbial Origin (pp. 207–264). Florida: CRC Press.
- Ray, B., Miller, K.W., 2003. "Bacteriocins other than nisin: the pediocin-like Cystibiotics of lactic acid bacteria". In Roller, S., ed. Natural Antimicrobials for Minimal Processing of Foods, Chapter 4, CRC Press, Boca Raton.
- Reunanen, J., Saris, P.,E.,J., 2004, "Bioassay for nisin in sausage; a shelf life study of nisin in cooked sausage", Meat Science 66 (2004) 515–518

- Rodriguez, J.M., Martinez, M.I., Horn, N., Dodd, H.M., 2002, "Heterologous production of bacteriocins by lactic acid bacteria". *International Journal of Food Microbiology*, 80, 101-116
- Roller, S. and Lusengo, J. 1997. Developments in natural food preservatives. *Agro- Food- Industry Hi-Tech*. July/August: 22-25.
- Santos, E.M., Jaime, I., Rovira, J., Lyhs, U., Korkeala, H., Bijörkroth, J., 2005, "Characterization and identification of lactic acid bacteria in "morcilla de Burgos" ". *Int. J. Food Microbiol.* 97, 285–296.
- Scannell, A.G.M., Hill, C., Buckley, D.J., Arendt, E.K., 1997, "Determination of the influence of organic acids and nisin on shelf-life and microbiological safety aspects of fresh pork sausage", *Journal of Applied Microbiology*, 83, 407-412
- Schillinger, U., Becker, B., Vignolo, G., Holzapfel, W.H. (2001). Efficacy of nisin in combination with protective cultures against *L. monocytogenes* Scott A in tofu. *International Journal of Food Microbiology*, 71, 159-168.
- Scott, V.N., and Taylor, S.L., 1981, "Effects of nisin on the outgrowth of *Cl. botulinum* spores". *J. Food Sci.* 46: 117-120, 126.
- Shadidi, F., 1998, "Flavour of muscle Foods- An Overview. In *Flavor of Meat, Meat Products and Seafood.*" Blackie Academic and Professional. London, p429, England
- Shelef, L.A., Antimicrobial effects of lactates: a review. *J. Food Prot.* 1994, 57(5), 445-450
- Shelef, L.A., Potluri, V., 1995 "Behaviour of foodborne pathogens in cooked liver sausage containing lactates". *Food Microbiol.* 12, 221-227

- Silla, H., Molina, I., Flores, J. and Silvestre, D., 1989, A Study of the Microbial Flora of Dry-Cured Ham, 1. Isolation and Growth. *Fleischwirtsch.* 1989; 69, 1128-1131.
- Singh, B., Falahee, M., B., Adams, M., R., 2001, "Synergistic inhibition of *Listeria monocytogenes* by nisin and garlic extract", *Food Microbiology*, 18: 133-139.
- Stekelenburg, F.K., Kant-Muermans, M.L.T., 2001, "Effects of sodium lactate and other additives in a cooked ham product on sensory quality and development of a strain of *Lactobacillus curvatus* and *Listeria monocytogenes*". *Int. J. Food Microbiol.* 66, 197–203.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, L. R. 1960, "A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods", *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37; 44–48.
- Tarladgis, B. G., Pearson, A. M., and Dugan, L. L. 1964. "Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods II Formation of the TBA–malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*", 15; 602–607.
- Taylor, L.Y., Cann, D.D and Welch, B.J. 1990, "Antibotulinial properties of nisin in fresh fish packaged in an atmosphere of carbon dioxide". *Journal of Food Protection*. 53(11): 953-957.
- Thomas, L.V., Clarkson, M. R. and Delves-Broughton, J., 2000, Nisin. In Naidu, A.S., ed. *Natural Food Antimicrobial Systems*, Chapter 18, CRC Press, Boca Raton.
- Uhlman, L., Schillinger, U., Rupnow, J.R. and Holzapfel, W.H., 1992, "Identification and characterization of two bacteriocin-producing strains of *L. lactis* isolated from vegetables". *Int. J. Food Microbiology*. 16(2): 141-151.

- Wang, F.S., 2000, "Effects of three preservative agents on the shelf-life of vacuum packaged Chinese-style sausage stored at 20° C". *Meat Sci.* 56, 67–71
- Wardlaw, F.B., Skelley, G.C., Johnjon, M.G. and Acton, J.C. 1973, "Changes in meat components during fermentation, heat processing and drying of a summer sausage". *Journal of Food Science*, 38, 1228-1231,
- Weaver, R.A., Shelef, L.A., Antilisterial activity of sodium, potassium or calcium lactate in pork liver sausage. *J. Food Saf.* 1993, 13, 133-146
- Wit, De, J.C., Rombouts, F.M., 1990, "Antimicrobial activity of sodium lactate". *Food Microbiol.* 7: 113- 120.
- Vandenbergh, P.A. 1993, "Lactic acid bacteria, their metabolic products and interference with microbial growth". *FEMS Microbiology Reviews.* 12: 221-237.
- Varnam, A.H., Sutherland, J.P., 1995, "Meat and meat products; technology, chemistry and microbiology. Chapman and Hall Inc. 430p., London, England.
- Yıldırım Y., 1996, "Et Endüstrisi", Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi.Kozan Ofset Mat. San. ve Tic. Ltd. Şti. (4. Baskı), Ankara.
- Yıldırım Z, Yıldırım M (2000): Laktik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinlerin genel karakteristikleri. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, VI. Süt ve Süt Ürünleri Tebliğler Kitabı, 247-253.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G.P., Dorigoni, V. and Chizzolini, R. 1999, Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. *Food Chemistry* 67; 163–171.

İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

İnt Kaynak 1: <http://ailehekimligi.uludag.edu.tr/>

13.03.2009

İnt Kaynak 2: www.gidacilar.com

10.12.2008

İnt. Kaynak 3: [www.mistav.com/mistav bülteni/](http://www.mistav.com/mistav_bulteni/)

Kanatlılarda Organik Asitlerin Kullanımı

20.09.2009

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sevgül DENKTAŞ

Doğum Yeri : İzmir

Doğum Tarihi : 08.07.1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	: Halil Kale Fen Lisesi	1996 - 1998
	Antalya Lisesi	1998 - 1999
Lisans	: Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	2000 - 2004
	Gıda Mühendisliği Bölümü	

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

A.K.Ü Afyon Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı	2009- D.Ediyor
Öğretim Görevlisi	
Afyon İpek Sucukları / Afyonkarahisar (Üretim Müdürü)	2006 - 2008
Bal-Et Et ve Et Ürünleri / İzmir (Üretim Şefi)	2005 - 2006

Diğer Konular

Uzmanlık Alanı: Gıda Mühendisliği ve Teknolojisi

Verdiği Dersler: Et Ürünleri Teknolojisi, Gıda Kalite Kontrol, Fermantasyon Teknolojisi

Eğitim Sertifikaları : ISO 9001, HACCP, ISO 22000

Bilgisayar Sertifikası: Office 2000 (Halk Eğitim Müdürlüğü Bilgisayar İşletmeni)

Üyelik: G.M.O Üyesi (Gıda Mühendisleri Odası)/İzmir