



**ENGEL TEKNOLOJİSİNİN TAZE DİLİMLENEREK
PAKETLENMİŞ PATLİCANLARA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Muammer AYDIN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

İkinci Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ağustos 2019

Bu tez çalışması 15.FEN.BİL.06 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENGEL TEKNOLOJİSİNİN TAZE DİLİMLENEREK
PAKETLENMİŞ PATLİCANLARA UYGULANMASI**

Muammer AYDIN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

İkinci Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ağustos 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Muammer AYDIN tarafından hazırlanan “Engel Teknolojisinin Taze Dilimlenerek Paketlenmiş Patlıcanlara Uygulanması” adlı tez çalışması lisanüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 27/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

İkinci Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi M. Nizam NİZAMLIOĞLU
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. A. Fatih FİDAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Veterinerlik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özgür TARHAN
Uşak Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

İmza



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

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/08/2019


Muammer AYDIN

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

ENGEL TEKNOLOJİSİNİN TAZE DİLİMLENEREK PAKETLENMİŞ
PATLICANLARA UYGULANMASI

Muammer AYDIN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ

Bu çalışmanın amacı taze olarak dilimlenmiş patlıcanlar için engel teknolojisinin kullanımının araştırılması ve mikrobiyal, fiziksel ve fizikokimyasal kalite kriterlerindeki değişimlerin depolama sürecinde incelenmesidir. Bu kapsamda patlıcanlar 2 cm kalınlığında olacak şekilde dilimlenmiş ve hipoklorit veya askorbik asit çözeltilerine daldırma işlemlerine tabi tutulduktan sonra polisitren (PS) ambalajlarda streç film kaplanarak 0-7 gün süreyle oda sıcaklığı (20 ± 2 °C) ve buzdolabı sıcaklığında (4 ± 2 °C) muhafaza edilmiştir. Deneyde herhangi bir işlem uygulanmamış örnekler kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

Sonuçlara göre depolama zamanı boyunca oksidasyon ve enzim varlığı nedeniyle özellikle oda koşullarında depolanmış ürün yüzeylerinde kararma gözlenmiş ve L^* değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Bunun yanında askorbik asit kullanımı ile örneklerdeki rengin özellikle depolamanın ilk 3 gününde korunması sağlanmıştır. Tüm örneklerdeki klorojenik asit miktarı uygulanan ön muameleye bağlı olmaksızın 7 gün sonunda düşmüştür. Kullanılan ambalajın nem geçirgenliğine bağlı olarak depolama sürecinde ağırlık kaybı oluşmuş bu kayıp oda sıcaklığında depolanan örneklerde % 8.89 seviyesine ulaşmıştır. Ağırlık kaybına örneklerin sertlik değerlerinde de artışa neden olmuş ve en düşük sertlik oda koşullarında 7 gün süreyle depolanmış kontrol örneğinde tespit edilmiştir (2690.3 Newton). Gerçekleştirilen toplam canlı ve maya-küf sayımlar ise patlıcanların mikrobiyal yükünün bütün örnekte kabul edilebilir seviyede

olduğunu ve depolama sırasında hafif düzeyde arttığını göstermiştir. Duyusal analiz ile örneklerin kalite kriterlerinden birinin koku olduğunu klor ve askorbik asit uygulamasının depolama başında tüketici açısından olumsuz algılandığını ortaya koymuştur. Depolama sonucunda ise renk tüketici kabulünde önemli parametre olarak ortaya çıkmıştır.

2019, xi + 80 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Patlıcan, Engel Teknolojisi, Minimal İşlem, Depolama



ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**APPLICATION OF HURDLE TECHNOLOGY ON FRESH CUT PACKAGED
EGGPLANTS**

Muammer AYDIN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dilek DEMİRBÜKER KAVAK

Co-Supervisor: Asst. Prof. Bilge AKDENİZ

Aim of this study was to investigate the use of hurdle technology for freshly sliced eggplants and to investigate changes in microbial, physical and physicochemical quality criteria during storage. In this context, fresh eggplants were sliced into 2 cm, soaked into ascorbic acid and chlorinated solutions and packaged using polystyrene (PS) packages eggplants for 0-7 days storage periods at room temperatures (20 ± 2 °C) and refrigeration conditions (4 ± 2 °C).

According to the results, especially for the samples which were stored at room conditions; surface darkening were observed due to the enzymatic activity and oxidation and L^* values were decreased. In addition, ascorbic acid preserved the color in the samples, especially during the first 3 days of storage. The amount of chlorogenic acid in all samples decreased after 7 days regardless of the pretreatment applied. Due to the moisture permeability of the packaging used, weight loss occurred in the storage process and this loss reached 8.89 % in samples stored at room temperature. The weight loss caused an increase in the hardness values of the samples and the lowest hardness was determined in the control sample stored for 7 days at room conditions (2690.3 Newton). Total live and yeast-mold counts showed that the microbial load of eggplants was acceptable in all samples and increased slightly during storage. It was revealed that one of the important quality criteria of sensory analysis was odor where chlorine and ascorbic acid application was perceived negatively for the consumers at the beginning

of storage. As a result of storage, color has emerged as an important parameter in consumer acceptance.

2019, xi + 80 Pages

Keywords: Eggplant, Hurdle Technology, Minimal Processing, Storage



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması 15.FEN.BİL.06 numaralı proje ile desteklenmiş olup Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü ve yönetim kuruluna teşekkür ederim.

Araştırma konusunun seçimi, analiz çalışmalarının yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve tez yazımı aşamasında her sorunuma çözüm bulan tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK'a, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamın şekillenmesine katkı sunan ikinci danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bilge AKDENİZ'e teşekkürü borç bilirim.

Eğitim sürecim ve hayatımın her anında maddi ve manevi desteklerini bir an olsun esirgemeyen aileme, teşvik edici tutumuyla beni ayakta tutan annem Zekiye AYDIN'a, gölgesini her daim üzerimde hissettiğim babam Ali AYDIN'a ve tez yazım aşamasında sevgi, muhabbet ve yardımlarıyla yanımda olan hem meslektaşım hem yol arkadaşım Emine AYDIN'a sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Muammer AYDIN

AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Fiziksel Engeller:	3
2.1.1 Isıl İşlemler	3
2.1.1.1 Sterilizasyon.....	3
2.1.1.2 Pastörizasyon	4
2.1.1.3 Haşlama.....	4
2.1.2 Depolama Sıcaklığı	5
2.1.2.1 Soğutma	5
2.1.2.2 Dondurma	6
2.1.3 Radyasyon	6
2.1.4 Elektromanyetik Enerji (EME).....	8
2.1.4.1 Mikrodalga Enerji (MW)	9
2.1.4.2 Radyofrekans Enerjisi (RF)	10
2.1.4.3 Ohmik Isıtma	12
2.1.4.4 Darbeli Elektrik Alan	12
2.1.5 Yüksek Basıncılı İşleme (Ultra Yüksek Basıncı)	12
2.1.6 Paketleme	14
2.1.6.1 Vakum Paketleme	14
2.1.6.2 Yenilebilir Kaplama.....	14
2.1.7 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)	14
2.1.8 Kontrollü Atmosferde Depolama	17
2.2 Fizikokimyasal Engeller	18
2.2.1 Su Aktivitesi (a_w).....	18

2.2.2 pH	18
2.2.3 Redoks Potansiyeli (Eh)	19
2.2.4 Nitrit (NaNO ₂), Nitrat (NaNO ₃ , KNO ₃), Tuz (NaCl)	19
2.2.5 Karbondioksit (CO ₂).....	20
2.2.6 Oksijen (O ₂).....	20
2.2.7 Ozonlama (O ₃).....	21
2.2.8 Organik Asitler	23
2.2.8.1 Propionik Asit	23
2.2.8.2 Fumarik Asit	23
2.2.8.3 Benzoik Asit.....	24
2.2.8.4 Monoasilgliseroller	25
2.2.8.5 Laktik Asit, Laktat	26
2.2.8.6 Asetik Asit, Asetat	27
2.2.9 İnorganik Asitler.....	28
2.2.9.1 İnorganik Nitratlar	28
2.2.9.2 Fosforik Asit	29
2.2.10 Askorbik Asit.....	30
2.2.11 Sülfidler	30
2.2.12 Baharatlar ve Şifalı Bitkiler.....	31
2.3 Mikrobiyal Engeller	32
2.3.1 Rekabet Halindeki Flora.....	32
2.3.2 Starter Kültürler	32
2.4 Doğal Engel Tipleri	33
3. MATERYAL VE METOT	35
3.1 Materyal	35
3.2 Örneklerin Hazırlanması.....	35
3.3 Renk Analizi	36
3.4 HPLC ile Klorojenik Asit Analizi	36
3.5 Tekstür Analizi	37
3.6 Ağırlık Kaybı	37
3.7 Mikrobiyolojik Analizler	37
3.8 Duyusal Analiz	38
3.9 İstatistiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39

4.1 Renk Analizi Sonuçları	39
4.2 Klorojenik Asit Analizi.....	43
4.3 Tekstür ve Ağırlık Kaybı Analizleri Sonuçları	46
4.4 Mikrobiyolojik Analizler	50
4.5 Duyusal Analiz Sonuçları	52
5. SONUÇ	58
6. KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ.....	79
EKLER	80



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

pH	Asitlik
N	Besin
t	Depolama sırasındaki sıcaklık
°C	Derece Santigrat
F	İşleme Sırasındaki yüksek sıcaklık
CO ₂	Karbondioksit
KGy	Kilogray
P	Koruyucular
MHz	Megahertz
Eh	Redoks Potansiyeli
cm	Santimetre
aw	Su aktivitesi
V	Vitaminler

Kısaltmalar

ABD	Amerika Bileşik Devletleri
EME	Elektromanyetik Enerji
DEH	Dielektrik Isıtma
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
HTST	Yüksek Sıcaklık Kısa Süreli
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
MW	Mikrodalga Enerji
RF	Radyo Frekans Enerjisi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Engel Parametreleri.....	34
Şekil 2.2 Aynı yoğunluktaki altı farklı engelin bir gıdaya uygulanması.....	34
Şekil 4.1 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu parlaklık (L*) değerinde meydana gelen değişimler.	40
Şekil 4.2 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu kırmızılık-yeşillik (a*) değerinde meydana gelen değişimler.	41
Şekil 4.3 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu sarılık-mavilik (b*) değerinde meydana gelen değişimler.	42
Şekil 4.4 Patlıcan numunesi için HPLC analizinde klorojenik asit kromatogramı (pik no:1, C4 örneği)	44
Şekil 4.5 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucunda klorojenik asit miktarında meydana gelen değişim.	45
Şekil 4.6 Patlıcan numunesi için TPA analizi sonucu (C4 örneği; 0. Gün)	46
Şekil 4.7 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucundaki sertlik değişimleri.....	47
Şekil 4.8 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucunda ağırlık kaybı sonuçları.....	47
Şekil 4.9 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonundaki toplam canlı sayısındaki değişimler (log 10 kob/g)	51
Şekil 4.10 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (0.gün, +4°C depolama).....	55
Şekil 4.11 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (0.gün, +20°C depolama)....	55
Şekil 4.12 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (7.gün, +4°C depolama).....	56
Şekil 4.13 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (7.gün, +20°C depolama)....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Gıda ürünleri, patojenler ve ısınlama kaynağı için kullanılan gama ısınlaması (EC 2015)	8
Çizelge 3.1 Deney tasarımı	35
Çizelge 4.1 Patlıcan örneklerinin panelistler tarafından oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonundaki duyusal analiz değerlendirmeleri	53



1. GİRİŞ

Son yıllarda zamanı daha tasarruflu kullanmanın, tüketim alışkanlıkları açısından ortaya çıkardığı yeni bir tüketici grubu bulunmaktadır. Bu tüketiciler genel olarak ekonomik anlamda iyi düzeyde olmaları ve ayrıca günümüz hayatının hızlı olmasından kaynaklı vakitlerinin çok kısıtlı olması nedeniyle hazır gıdalara yönelmişlerdir. Ancak hazır gıdaya olan yönelimle beraber insanlarda sağlıklı beslenme bilinci ve ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tüketici davranışlarında ortaya çıkan bu değişimler minimal işlenmiş meyve ve sebze sektörünü hızla büyötmektedir (Martin-Diana et al. 2008). Bu işleme teknolojisinde esas amaç ürünün taze haline en yakın düzeyde kalarak temel kalite kriterlerini korumasıdır. Taze işlenmiş meyve ve sebzelerin en önemli özelliği ise taze ve bütün haldeyken yıkanıp temizlenip yenilmeyen kısımlarının (kabuk, çekirdek, vb.) çıkartılıp gerekiyorsa doğrama ve dilimleme yapıldıktan sonra %100 yenilebilir bir ürün halinde ambalajlanması ve soğukta muhafaza edilmesidir (Ergun vd. 2008).

Hurdle (Engel Teknolojisi), genel olarak “engel, güçlük, halledilmesi gereken problem” anlamındayken; gıda muhafazasında farklı yöntemlerin ve/veya maddelerin, gıdanın bozulması sürecinde birer engel olarak kullanılmasıdır. Kullanılan bu engeller biyokimyasal ve özellikle mikrobiyolojik bozulmaların önüne geçebilmek için kullanılır. Mikrobiyolojik bozulmaların daha çok önemsinmesinin nedeni, bu tip bozulmaların enzimatik veya biyokimyasal bozulmalara kıyasla insan hayatı açısından daha riskli olmalarındandır.

Esasen gıdaların mikrobiyal açıdan stabil olmasının yanında duyusal, besin içeriği ve ekonomik karakteri de önemlidir. Bu yüzden engelleri tek başlarına kullanmak yerine birçok teknolojinin en etkili ve asgari düzeylerdeki kombinasyonu şeklinde uygulanır.

Engeller; karakteristik özellikleri dikkate alındığında fiziksel, fizikokimyasal, mikrobiyal ve diğer engeller olmak üzere dört grup altında incelenebilmektedir.

Bu çalışmada taze olarak dilimlenmiş ve paketlenmiş patlıcanlar için engel teknolojisinin kullanımı araştırılmış ve örneklerin mikrobiyal, fiziksel, fizikokimyasal kalite kriterlerindeki değişimler depolama süreci boyunca incelenmiştir.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Fiziksel Engeller

2.1.1 Isıl İşlemler

Gıdalarda bozulmalara sebep olabilecek mikroorganizmaları ısı yardımıyla inaktive etmek suretiyle, gıdalara sürekli bir dayanıklılık kazandırma işlemine “ısı uygulayarak muhafaza” yöntemi denir. Bu tekniğin temel amacı, patojenik ve bozulma yapan mikroorganizmaları inaktive etmek ve raf ömrünü uzatan güvenli bir ürün üretmektir. Bu amaçla uygulanan ısıtmaya ise “ısıl işlem” denir. Haşlama, pişirme, kızartma ve benzer işlemlerde de ısıdan yararlanılmaktadır. Ancak bunlarda amaç mikroorganizmaları öldürerek gıdaları dayanıklı hale getirmeye yönelik değildir. Bu nedenle bunların “ısıl işlem” olarak tanımlanması yanlıştır (Cemeroğlu 2000).

Esasında termal inaktivasyon, mikroorganizmaları hücre zarı, nükleik asitler ve ribozomların yapısını bozma yoluyla inaktive ederek gıda ürünlerinin gereğinden fazla işlenmesini önler, bunun yanında, bu makromoleküler değişikliklerin mekanizmaları bilinmemektedir. Termal işleme yine de "ideal" bir gıda koruma tekniği olarak gösterilmektedir. Bununla birlikte, gıdalardaki mikroorganizmaların ve belirli enzimlerin ısıya dayanıklı olması nedeniyle, gıdanın organoleptik ve besleyici özelliklerini değiştiren yoğun ısı tedavileri uygulamak çok önemlidir (Raso and Barbosa-Canovas 2003).

2.1.1.1 Sterilizasyon

Gıdalarda yüzeyden en uzak olan nokta en geç ısınan bölüm olarak kabul edilir ve bu nokta 100 °C'nin üzerindeki bir sıcaklığa çıkarılıp bakteri sporlarının öldürülmesi amaçlanır. Sterilizasyon, gıda ürünlerinin depolama süresini ve güvenliğini arttırmaya yardımcı olur (Sun 2011). Bu işlemin uygulanacağı ürünün seçiminde genellikle pH derecesi dikkate alınır. Bunun nedeni, pH derecesi 4.5 üzeri (düşük asitli) olan gıdalarda

ısıya daha dirençli mikroorganizmaların bulunmasıdır. Bu işlemle gıdanın en az 1 yıllık bir raf ömrüne sahip olması sağlanır.

2.1.1.2 Pastörizasyon

Gıdadan gıdaya değişmekle beraber 60-80 °C arasındaki bir sıcaklıkta vejetatif hücrelerin yok edilmesi ve enzim inaktivasyonunu amaçlayan geleneksel bir ısıtma işlemidir. Pastörize edici sıcaklıklar, 60 °C ila 80 °C arasında, suyun kaynama noktasının altındadır (Silva and Gibbs 2012). Sterilizasyon ve pastörizasyon arasındaki fark, sıcaklıktır. Pastörizasyon, vejetatif mikropları inaktive etmek için 100 °C'nin altında çalışır, sterilizasyon ise, gıda ürünlerinde sporları veya spor oluşturuca patojenleri inaktive etmek için 100 °C'nin üzerinde çalışır (Lund 1977). Sterilizasyon ayrıca gıda ürünlerinde bulunan canlı hücrelerin yok edilmesini de içerir.

Pastörizasyon tüm patojenik mikroorganizmaları ortadan kaldırmaz, ayrıca spor oluşturuca ısıya dirençli bakterileri de ortadan kaldırmaz (Yahia 2011). Bu nedenle, termal pastörize edilmiş gıdalar raf ömrüne dayanıklı değildir ve er ya da geç gıda bozulmasına yol açacak, ürünlerde hala mevcut olan canlı mikropların büyümesini geciktirmek için gıdalar düşük sıcaklıklarda depolanmalıdır (Thayer *et al.* 1996).

pH derecesi 4.5'in altında olan gıdalarda ısıya dirençli mikroorganizma bulunmaz veya bulunsada ısı dirençleri bu pH düzeylerinde çok azaldığından bu gıdalara pastörizasyon gibi ılımlı bir ısı işlem yeterli gelmektedir. Pastörizasyondan sonra soğutma; benzer şekilde sterilizasyondan sonra da hermetik kapamanın yapılması gibi diğer engel teknolojileri kullanılır (Cemeroğlu 2000).

2.1.1.3 Haşlama

Haşlama; genellikle kurutma ve dondurma gibi yollarla muhafaza edilecek meyve ve sebzelerine, bu işlemlerden önce 70-100 °C sıcaklıklarda uygulanan ve depolama sırasında ürünlerde kalite kaybına yol açabilecek enzimlerin inaktivasyonu sağlayan bir yöntemdir. Esasen haşlama işleminde de sterilizasyon ve pastörizasyondaki gibi ısıdan

yararlanılır. Fakat haşlamadaki esas hedefin mikroorganizmaların inaktivasyonu olmadığı ve bir ısı işlem olarak kabul edilmemesi gerektiği yönünde de görüşler mevcuttur.

2.1.2 Depolama Sıcaklığı

Gıdaları oda sıcaklığında depolamanın engel teknolojisi açısından bir etkisi bulunmaz. Diğer bir ifadeyle, eğer sıcaklığın engel teknolojisi etkenlerinden birisi olması isteniyorsa sıcaklığın ürüne ve amaca göre düşürülmesi gerekir.

2.1.2.1 Soğutma

Meyve ve sebzelerin taze saklanması için türüne göre -1 °C ile 14 °C arasında değişen sıcaklıklardaki soğuk depolarda muhafaza edilmesidir (Savaş 2000). Sadece meyve ve sebzeler değil tüm gıdalar, donma noktasının üzerinde uygun düşük bir sıcaklıkta depolanarak uzunca, fakat sınırlı bir süre muhafaza edilebilmektedir. Bu yöntemin temelini, soğukun; mikrobiyolojik, kimyasal ve biyokimyasal olayları yavaşlatma ve sınırlaması oluşturmaktadır (Cemeroğlu 2004). Soğutma bozulmayı tamamen durdurmaz, fakat belirli bir süre geciktirilmesini sağlamış olur (Gökoğlu 2004). Temel olarak sıcaklığın bu derecelerde tutulmasındaki amaç; gıdanın bazı patojenik bakterilerin minimum gelişme sıcaklıklarının altında bir depolama ile gıdanın ömrünün uzatılmasıdır.

Dünyadaki tüketici tercihi besinlerin doğal durumlarına en yakın şekilde olma yönünde gelişmektedir. Bu durum soğuk koşullarda besinlerin depolanmasını daha da yaygınlaştırmakta ve bu alanda teknolojinin sürekli gelişmesini sağlamaktadır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Düşük sıcaklık dereceleri sadece mikroorganizma gelişimini engelleme açısından değil, raf ömrünü uzatıcı diğer etkileri açısından da önemlidir. Nitekim düşük sıcaklık meyve ve sebzelerin solunum hızını yavaşlatmak suretiyle raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Ayrıca düşük sıcaklık, ortamdaki CO₂'in çözünürlüğünü

artırmak suretiyle bu gazın bakteriostatik etkisini yükseltmektedir (Dennis and Stringer 1992).

Sıcaklıkların düşük tutulması sırasında ürün tipine dikkat etmek büyük önem taşımaktadır. Birçok taze meyve için 0 °C gibi düşük sıcaklıklarda depolama raf ömrünü uzatır ancak genellikle tropik kökenli ürünlerde “soğuk hasarı” riski olduğundan bu sıcaklıklar daha yüksek seviyelere çekilmek zorundadır. Örneğin; olgunlaşmamış muz 12-14 °C, olgunlaşmamış domates 8-10 °C, salatalık 8 °C, bazı portakallar 5 °C sıcaklıklarda depolanır. Esasen ürünün raf ömrünün uzatılması amacı güdülürken diğer taraftan renk oluşumunun da düzgün olması istenmektedir.

Patlıcanın bozulma olasılığını azaltmak için depolanacak patlıcanların sapları uzun olmalıdır. Depolamada +8 °C ile +10 °C sıcaklık ve %90-95 bağıl nem uygulanır. Patlıcanlarda +8 °C'nin altındaki sıcaklıklarda, meyve etinin yumuşaması şeklinde soğuk zararlanması görülür. Verilen koşullarda patlıcanlar 15 gün kadar depolanabilirler (Cemeroğlu 1986).

2.1.2.2 Dondurma

Dondurma, sıcaklığın -18 °C gibi bir seviyeye düşürülmesidir. Ancak bazı enzimler -30 °C'de bile aktif kalabileceği için daha öncesinde haşlama gibi engeller uygulanır. Sebzelerin dondurularak muhafazasında, ön işlemler dışında genellikle hiçbir fark yoktur. Dondurulacak her sebze, sanki hemen sofraya gelecekmiş gibi hazırlanır (Cemeroğlu 2000). Buna göre ön işlemler belirlenir. Bazı istisna sebzeler dışında genellikle dondurulacak tüm sebzeler haşlamaya tabi tutulur.

2.1.3 Radyasyon

Bu bölümde organik molekülleri yok edebilecek frekanslardaki (10⁶ MHz) radyasyon uygulamaları ele alınmıştır. Gıdaların muhafazasında farklı amaçlarla değişik dozda ışınlama uygulanmaktadır.

Birçok gıda işleme teknolojisi geliştirilmiştir, bununla birlikte gıda ışınlanması muhtemelen en çok araştırılan teknolojidir (Ic et al. 2007). Gıda ve tarımsal malzemelerde kullanılan ışınlama proseslerinde, patojenlerden arındırmak için iyonize radyasyon kullanılır. Gıda ışınlamasında, radyoaktif izotop veya hızlandırılmış elektronlar (elektron pastörize etme/elektron ışını) kullanılır. Yani esasında iyonize radyasyonun kaynakları; elektromanyetik radyasyon (Gamma Işınları ve X ışınları) ve taneciklerden kaynaklanan radyasyon (α , β , pozitron ve nötron) olarak sınıflandırılabilir.

Gıda ışınlama işleme teknolojisi ve gama ışınlaması, gıda ürünlerinin korunması için dünya çapında güvenilir ve kanıtlanmış bir yöntem olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıklar, gıdalardaki patojen mikroorganizma gelişiminin sonucudur. Örneğin *Campylobacter*, *E. coli* O157: H7, *Listeria*, *Toxoplasma*, *Trichinella* gibi mikroorganizmalar ve ayrıca mikotoksinler de dahil toksin üretimi, bakteri kaynaklı enterotoksin ve eksotoksinler, ciddi bir sorun olmaya devam etmektedirler. Gıda ışınlaması FAO/IAEA/WHO tarafından 1981'de maksimum 10 Kgy'e kadar olan ışınlama dozları için onaylanmıştır (Lacroix and Ouattara 2000). Ayrıca dünya çapında 50'den fazla ülke 60'tan fazla gıda ürününün ışınlanmasını onaylamıştır (EC 2015). Işınlama dozu, kullanılan ışınlama kaynağı ve ürüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Çizelge 2.1). Ayrıca, hükümetlerin düzenlemeleri ülkeden ülkeye oldukça değişiklik göstermektedir. Her ülkenin, gıda üretiminde bu teknolojinin tanıtılması, onaylanması ve düzenlenmesi aşamasında kendine özgü yaklaşımları vardır. Çoğu ülke, gıda ışınlamalarını vakanın durumuna göre onaylamaktadır (FDA 2016). Uygulanacak doz sadece ulaşılmak istenen amaca değil, o gıdanın duyuşal özelliklerinin ışınlamaya olan duyarlılığına da bağlıdır (Cemeroğlu 2000).

Çizelge 2.1 Gıda ürünleri, patojenler ve ısınlama kaynağı için kullanılan gama ısınlaması (EC 2015).

Gıda Ürünleri	Hedef patojenler	KGy
Böcekler	Gıdayı bozan patojenler	>1
Kümes hayvanları, tavukçuluk ürünleri	<i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> ve diğer gıda kaynaklı zehirli bakteriler	3-4.5 (taze), 7 (donmuş)
Kırmızı et	<i>E. coli</i> O157:H7 ve diğer gıda zehirlenmesine neden olan bakteriler	4.5 (taze), 7 (donmuş)
Kurbağa bacağı	<i>Salmonella</i> ve diğer fekal kaynaklı organizmalar	5
Kan ürünleri	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	5 - 10
Kurutulmuş otlar ve baharatlar	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	10
Deniz ürünleri (bodur karidesler / İri karidesler ve diğer kabuklu deniz ürünleri)	<i>E. coli</i> , <i>Vibrio</i> spp.	1.5 - 3
Yumurta akı	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	3
Meyveler	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	2
Sebzeler	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	2
Ampuller ve yumrular	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	1
Hububat ve tahıllar	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	1
Özel tıbbi diyetler, acil veya uzay diyetleri	Gıda bozulmasına neden olan bakteriler	45

2.1.4 Elektromanyetik Enerji (EME)

Elektromanyetik Enerji (EME) yüksek voltajdaki elektrik alan uygulamaları neticesinde oluşur. Son on yılda, harici ısıtma kaynaklarından ohmik ısıtma ve mikrodalgalara kadar birkaç örnek sunmak üzere bir dizi dekontaminasyon tekniği benimsenmiştir (Shaheen *et al.* 2012). Dielektrik ısıtma (DEH) gıdalarda hızlı ve düzgün ısıtma modelleri vaat eder ve gıda ürünlerinin emniyetini ve kalitesini garantiler (Zhao *et al.* 2000). DEH,

gıda ürününde bulunan iyonik yüklerin ve dipollerin, ürünün hacimce ısıtılmasını sağlayan elektromanyetik dönüşümlü alanlarla etkileşimini gerektirir (Pereira and Vicente 2010). Dielektrik sistemi kullanarak hızlı ve tekdüze ısıtmanın uygulanması, farklı gıda sektörlerinin ilgisini çekmiştir (Leadley 2008).

2.1.4.1 Mikrodalga Enerji (MW)

Elektromanyetik enerjiyi taşıyan mikrodalgalar yansiyabilir, iletilebilir veya absorblanabilir. Gıdadaki organizma aktivitelerinde etkili olan kısmı absorblanan kısımdır. Genellikle su gibi polar moleküllerin titreşen moleküllerinin arasındaki sürtünme ile gıdada hızlı bir iç ısınma görülür.

Mikrodalga sistemi gıda endüstrisinde pastörizasyon, kurutma, çözündürme ve haşlama gibi işlemlerde kullanılır. Pişirme süresine, güvenli kullanıma, devamlı üniform ısıtmaya, düşük bakıma ve kolay çalıştırmaya göre RF ile aynı avantajlara sahiptir (Chandrasekaran *et al.* 2013). Hem MF hem de RF, seçici ısıtma, elektroporasyon, hücre zarı yırtılması ve manyetik alan bağlanması yoluyla mikroorganizmaları ölümcül derecedeki sıcaklıklarda yok eder (Kozempel *et al.* 1998). MW gıda işleme birçok avantajı olmasına rağmen, çoğunlukla yaygın kullanımı yüksek nem ve yağ içerikli gıdalar ile sınırlıdır. Son zamanlarda işleme süresini azaltmak, gıda güvenliğini sağlamak ve ürünlerin kalitesini artırmak amacıyla MW'yi diğer gıda işleme teknikleriyle birleştirmek ilgi görmektedir.

Artık MW gıda işlemenin konvansiyonel ısıtma sistemine göre avantajlı olduğu iyi bilinmektedir. Pastörizasyon ve sterilizasyon proseslerinde MW uygulaması yarım yüzyılı aşkın süredir üzerinde çalışılmış ve ticari amaçla başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Konvansiyonel ısıtmayı MW ile değiştirmeden önce, çok katmanlı gıdalardaki inaktivasyon mekanizmalarını ve sıcaklık dağılımını tam olarak anlamak gerekir. Buna ek olarak, yüksek maliyet, ısıtmanın homojen olmayan ünite yapısı, karmaşıklık, uygun ambalajlama materyali eksikliği ve ambalajın tamamının dezenfeksiyonunu sağlayamaması da dâhil olmak üzere MW'nin gıda maddelerinde ticari olarak kabul edilmesini engelleyen birkaç faktör tespit edilmiştir. Mikrodalga

uygulandığı işlemler içerisinde sterilizasyonun çok fazla dâhil edilememesinin nedeni genellikle gıdaların içeriğinin homojen olmaması ve bunun neticesinde üniform olmayan bir ısınma profili gözlenmesidir. Gıdanın içyapısında farklı farklı sıcaklıklara sahip alanların oluşması, istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, MW ile ilgili bu konulara cevap bulmak için bu alanda daha ileri araştırmalar yapılmaktadır. Bu proses, mikrodalgaları bir sterilizasyon yaklaşımı olarak kullanırken aynı zamanda geçmişte karşılaşılan birçok sorunun da üstesinden gelmektedir (Barbosa-Canovas *et al.* 2014).

MW ve termal enerjinin bir kombinasyonu, nispeten daha kısa periyotlarla kahverengi ve kabuklu somun ekmeği üretimi için kullanılmıştır. Schiffmann (1982) geleneksel bir termal kaynak ile MW enerjisini birleştiren bir ekmek pişirme tekniğinin patentini almıştır. Mikrodalga (MW) pastörizasyon ve haşlama ile birlikte uygulanan diğer engeller genellikle soğutma, dondurma ve paketlemedir.

2.1.4.2 Radyofrekans Enerjisi (RF)

Mikrodalga 500 ile 1000 MHz arasında karakterize edilirken radyofrekans enerjisi 1 ile 500 MHz arasında karakterize edilir. Gıdaların ısıtılması amacıyla kullanılmasına rağmen düşük frekans seviyelerinde protein ve biyolojik membranlar spesifik fakat termal olmayan etkileri vardır. Çözündürme işlemi için uygulanabilir. Yalnız başına engel olarak kullanılmaz.

Radyofrekans Enerjisi (RF), jambon gibi tüm et ürünlerinin iyileştirilmesi için kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Bansal and Chen 2006). Dahası otlar, sebzeler, baharatlar, patates ürünleri, makarna ve atıştırmalık yiyecek ürünleri gibi gıdaların kurutulmasında RF'nin uygulanması konusu iyi bilinmektedir (Pereira and Vicente 2010). RF ısıtma, şu anda fırıncılık endüstrisinde, pişirme öncesi ısıtma işlemi sırasında fazla nemi uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. RF teknolojisi ayrıca etleri çözmek için yaygın olarak kullanılır. Sosis emülsiyonlarının RF kullanılarak pastörize edilmesi, enerji verimliliği, penetrasyon derinliği ve ürün kalitesi açısından umut verici bir teknik olduğu kanıtlanmıştır (Laycock *et al.* 2003). RF işlemi (60 MHz) işleme sürelerini % 75 düşürmüştür, meyve suyu kayıplarını azaltmış ve etin duyusal niteliklerini geliştirmiştir.

Dahası RF, gıda kalitesini olumsuz yönde etkileme gibi bir durum ortaya çıkarmamaktadır. Tang vd. (2005), RF ve buharla pişirilen hindi göğsünde protein, yağ, nem, kül ve sodyum klorür içeriğinde önemli bir farklılığın olmadığını belirtmiştir. RF, potansiyel olarak umut verici bir gıda işleme tekniği olmasına rağmen, teknik bilgiye dayalı olarak bazı sınırlamaları vardır. Dielektrik sistemin RF ısıtma özelliği, tuz içeriği, sıcaklık, yoğunluk, nem içeriği, uygulanan alternatif alanın frekansı ve diğer faktörlerden etkilenmektedir, ancak nem içeriği genellikle en kritik faktör olarak kabul edilir (Sosa-Morales *et al.* 2010). İki veya daha fazla yeni muhafaza teknolojisini birleştirmek sinerjik antimikrobiyal etkiler üretirken, aynı zamanda gerekli enerji ihtiyacını ve uygulama yoğunluğunu da azaltması mümkündür. Elma suyundaki *E. coli* hücrelerine RF uygulanması hasarlı hücreleri içeren patojenlerin popülasyonunu azaltmaktadır (Ukuku *et al.* 2008). Başka bir çalışmada ise RF tek başına uygulandığında elma suyunda *E. coli* K-12'nin 2 ila 4 aralığında azaldığını bildirilmiştir. Sağ kalan bakteri hücreleri arasında yaralı *E. coli* hücrelerinin popülasyonu % 70 ila % 80 arasında değişiklik göstermektedir.

Bununla birlikte, RF'yi UV ışığı ile birleştirmek, hücre inhibisyonunu ve yaralanmayı, RF'nin tek başına uygulanmasından daha fazla arttırmaktadır (Ukuku and Geveke 2010). Son zamanlarda, yeşil çay özütü, taze kesilmiş ejder meyvesinde *E. coli*, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* bakteriyel patojenlere karşı RF ile kombinasyon halinde uygulanmıştır. Sonuçlar, RF ve yeşil çay ekstraktlarının kombinasyonunun test edilen bakteri patojenlerini başarıyla inhibe ettiğini ve taze kesilmiş ejder sıvısının raf ömrünü artırdığını göstermektedir (Matan *et al.* 2015). Birlikte ele alındığında, RF'nin diğer tekniklerle kombine uygulamalarının raf ömrünü uzattığı ve gıda kalitesini koruduğu söylenebilir.

MW ve RF, bir ortamda hızlı ve tek biçimli ısıtmayı mümkün kılan aynı prensiplerle kontrol edilen dielektrik ısıtma teknolojileridir (Piyasena *et al.* 2003). Her ne kadar hem Mikrodalga Enerji (MW) hem de Radyofrekans Enerjisi (RF) potansiyel olarak hızlı, düzgün ve temassız volumetrik ısıtma sunsa da, elektrik alanı üretimi ve elektromanyetik dalgaların derinliği temelinde birbirinden ayrılırlar (Wang *et al.* 2003).

2.1.4.3 Ohmik Isıtma

Joule ısıtma, elektro-iletken ısıtma ve elektro-ısıtma olarak da bilinen ohmik ısıtma, 1980'den beri gıda bilimlerinde uygulanan bir sterilizasyon tekniğidir. "Bir elektrik akımı, gıda maddelerini ısıtmak için bu maddelerden geçirilen bir işlem" olarak tanımlanabilir. Isıtma, elektrik enerjisi veya termal enerji gibi iç enerji dönüşümü şeklinde materyal içinde oluşur. Ohmik ısıtma katı, sıvı veya katı gıda parçacıkları içerisinde ısı iletimini gerektirmez, enerji yayılır. Ohmik ısıtma, ağartma, dehidrasyon, buharlaştırma, ekstraksiyon, fermentasyon, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi pek çok potansiyel uygulamaya sahiptir (Knirsch *et al.* 2010). Ohmik ısıtma, elektrolit ve su içeren gıda maddelerinde kullanılabilir; çünkü bunlar, elektrik akımının geçmesine izin verirler. Bu işlem için gerekli süre birkaç saniyeden birkaç dakika arasında olacak kadar çok düşüktür (Sastry 2005).

2.1.4.4 Darbeli Elektrik Alan

Yüksek voltaj puls uygulaması olarak da bilinen bu uygulama mikroorganizmaların inaktivasyonu için güçlü elektrik alanları uygulamaktadır. Dışarıdan uygulanan elektrik alan hücre membranı boyunca transmembran potansiyel denilen bir elektrik potansiyel farkı oluşturur. Bu potansiyel kritik bir değere ulaştığında (vejetatif bakteri için 15 kV/cm²), hücre membranında por oluşumu veya elektroporasyon başlar ve geçirgenlik artar. Böylece, hücre membranının koruyucu özelliği ortadan kalkar ve hücre içindeki yaşam materyalleri kaybolur (Coimbra and Teixeira 2010).

2.1.5 Yüksek Basıncılı İşleme (Ultra Yüksek Basınç)

Son yıllarda tüketiciler daha iyi tat, daha uzun bir raf ömrü ve katkı içermeyen gıdaları tercih etmeye başlamışlardır. Yüksek Basıncılı İşleme (HPP) yöntemi hem araştırmacıların hem de tüketicilerin gereksinimlerini karşılayabilir. HPP aynı zamanda, ultra yüksek basınçlı işleme veya yüksek hidrostatik basınçlı işleme olarak tanımlanmaktadır. 50 yıldır HPP adlandırmasından bağımsız olarak, gıda endüstrisinde en iyi teknolojilerden biri olarak düşünülmüştür. HPP'nin gıda endüstrisinde

uygulanmaya başlanması 19. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır (Medina-Meza *et al.* 2014). Gıda uygulamaları için, HPP'nin minimum ve maksimum limitleri sırasıyla 200 MPa ve 600 MPa'dır. Gıda boyutları, uygulanan basınç miktarı ile orantılı şekilde küçültülür, yine de gıda orijinal şeklini korur. HPP'nin termal işlemeye göre üstünlükleri; ısı kaybının azaltılması, işlem süresinin kısaltılması, tazelik, doku ve rengin korunması, C vitamininin tutulmasının yanında ayrıca; dondurma işlemi boyunca basınç değişimi nedeniyle gıda materyalinde istenmeyen fonksiyon değişiklikleri ve çoklu buz fazı formları ihmal edilebilir seviyeye indirgeme gibi avantajları kapsar (Vega-Galvez *et al.* 2011).

Mikroorganizmaların inaktivasyon seviyeleri ürünün pH, su aktivitesi (a_w) ve sıcaklık gibi özelliklerine bağlıdır. Öldürme mekanizması yüksek basıncın hücre membran fonksiyonunu yok ederek hücre sıvısının dışarıya sızmasına dayanır. Deneysel verilere göre Gr (-) bakteriler 3 kBar, maya ve küfler 4 kBar ve Gr (+) bakteriler de 6 kBar'da inaktive olmaktadır. Bu teknik, basıncın sıvıda daha iyi iletilmesi nedeniyle daha çok meyve bazlı gıdalara uygulanır. Bakteri sporları inaktive edilmediği için baharatlar, kakao tozu gibi kuru gıdalara uygulanmaz.

HPP işleminin antimikrobiyal aktivitesi, basınç büyüklüğü, mikrobiyal tipler, muamele süresi ve sıcaklık gibi çeşitli faktörlerden oldukça etkilenir (Kalchayanand *et al.* 1998, Ting and Balasubramaniam 2002, Xu *et al.* 2009). HPP'nin antimikrobiyal mekanizmaları nispeten karmaşıktır ve inaktivasyon kinetiği her zaman birinci dereceden bir kinetiği takip etmez (Chung and Yousef 2010). Yapılan çalışmalar, *E. coli* ve *L. monocytogenes*'in basınç direncinin belirgin bir değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir (Alpas *et al.* 1999, Benito *et al.* 1999). Bu gıda kaynaklı patojenler elimine edilirken aşırı basınç veya uzun muamele sürelerini gerektirir, dolayısıyla bu da ticari açıdan kabul edilebilir değildir (Chung and Yousef 2010).

HPP ile etkin koruma, orta dozda iki veya daha fazla uygun antimikrobik faktörün katkı veya sinerjik etkilerine dayanan engelleyici teknolojisi ile birlikte orta basınçlarda elde edilebilir (Leistner 1985).

2.1.6 Paketleme

2.1.6.1 Vakum Paketleme

Bu yöntemde, temizlenip, dilimlenen meyve ve sebzeler poleofin torbalar veya filmler ile ambalajlanmaktadır. Ambalajlama öncesi ortamdaki hava vakumla alınmakta ve ambalaj içerisindeki atmosfer uzaklaştırılmaktadır. Vakum ambalajlama modifiye atmosferde ambalajlamadan daha düşük maliyetlidir. Nedeni ise özel ambalajlama materyalleri ve gazları gerektirmemesidir (Engindeniz 2010).

Duyar vd. (2016), yenilebilir mısır (*Zea mays*) zeini filmiyle kaplama ve vakum paketlemenin buzdolabında depolanan palamut balığının, raf ömrüne etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada; KV (kontrol vakum) grubu hiçbir işlem uygulanmaksızın vakumlanmış, Z (zein) grubu zein ile kaplanmış ve ZV (zein+vakum) grubu ise zeinle kaplandıktan sonra vakumlanmış gruplardır. Deneme sonunda, raf ömrünün Z grubu için 6 gün, KV grubu için 9 gün ve ZV grubu için ise 13 gün olduğu belirtilmiştir.

2.1.6.2 Yenilebilir Kaplama

Yenilebilir kaplamalar gıdalarda kalite kayıplarının önlenmesi ve raf ömrünün artırılması için kullanılmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar polisakkarit, lipid, protein ve kompozit film ve kaplamalar olmak üzere dört farklı grup altında sınıflandırılabilir (Campos *et al.* 2011). Kaplama işleminde vakslar gıda maddelerinin yüzeyine sürülerek uygulanmakta böylece hem gıda bozulmaya karşı korunmakta hem de kalite kaybı önlenmektedir.

2.1.7 Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)

Modifiye atmosfer paketleme, paket içinde hava ortamından farklı bir gaz kompozisyonu oluşturmak demektir. Paketteki gıdanın hacmi ile havanın hacmi aynıdır. En önemli gazlar O₂ ve CO₂'dir. Solunum yapmayan gıdaların MAP'ında yüksek

oranda CO₂ (>%20) ve düşük sıcaklık (<5 °C) istenir. Bunun nedeni CO₂'nin etkisinin düşük sıcaklıkta daha fazla olmasıdır. Solunum yapan meyve ve sebze gibi gıdaların MAP'ında ise anaerobik solunumun önlenmesi için O₂ konsantrasyonu yüksek tutulmalıdır. Bütün bu açıklamalar; gerçekte MAP tekniğinin bağımsız bir uygulama olmadığı, mutlaka düşük sıcaklıkla birlikte uygulanması gerektiği ve bu iki tekniğin birbirini tamamladığını açıkça göstermektedir (Sander and Soo 1978, Oraikul and Stiles 1992).

Ambalajlama ve kontrollü atmosfer depolamanın meyvelerin dış görünümünü önemli derecede etkilediği bildirilmiştir (Umiecka 1985, Halloran *et al.* 1995, Akbudak vd. 2007). Küçükbasmacı Sabır vd. (2008), Çengelköy hıyarlarını modifiye atmosferde (10 °C sıcaklık ve %90-95 nem içeren depoda) 21 gün süreyle kalite ve gıda güvenliği açısından incelemişlerdir. Hıyarda kontrollü atmosferde depolamanın kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, belirledikleri muhafaza süresi sonunda tüm uygulamalarda sertliğin azaldığını, ancak bu azalmanın en hızlı kontrol meyvelerinde meydana geldiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre hem modifiye atmosfer (MAP) hem de polietilen poşetleri içerisinde muhafaza edilen meyvelerde, açıkta muhafaza edilen meyvelere oranla ağırlık kaybı önemli derecede düşük çıkmıştır. Adamicki (1985), Skierniewicki hıyarlarında meyve yüzeyinin kaplanması kalitenin korunması üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, plastik film ile kaplanmış hıyarlarda ağırlık kaybının %0.5'i geçmediğini ancak kaplanmamış meyvelerde bu oranının %8.4'e ulaştığını bildirmiştir.

Thompson (2001) ve Suslow vd. (2006), oksijen seviyesinin düşürülmesi ile klorofil parçalanmasının ve dolayısıyla meyve kabuğunda sararmaların geciktirilebileceğini bildirmiştir. Ayrıca hıyarlarda kontrollü atmosfer ve modifiye atmosfer paketlemenin çürümeyi geciktirebileceğini bildirmişlerdir. Taze ürünlerin muhafazası sırasında korunması gereken en önemli özelliklerden birisi de elastikiyet (veya sertlik)'tir. Taze meyve ve sebzelerin depolanma aşamasında uygun ambalaj içerisinde tutulmasının kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu söylenebilir. Özellikle elastikiyet ve rengin korunması, çürümenin azaltılması ve meyvelerin muhafaza süresince genel görünümünde modifiye atmosfer paketlerin kaliteli bir muhafaza için tavsiye edilebilir

(Küçükbasmacı Sabır vd. 2008). MAP ile gıdanın bozulmasına neden olacak etkenleri en aza indirmenin yanında tüketici açısından kabul edilebilirliğini de muhafaza etmek mümkün görünmektedir.

MAP tekniğinde ortam atmosferinin modifikasyonu; “pasif” veya “aktif” olmak üzere iki yolla gerçekleştirilmektedir. Pasif modifikasyon, meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerde, aktif modifikasyon ise her türlü üründe uygulanabilmektedir (Yemenicioğlu ve Cemeroğlu 1996).

Pasif modifikasyon uygulamasında meyve ve sebze, plastik bir folyo içinde ambalajlanmaktadır. Bu özel plastik film ürünün solunumu için yeterli O_2 'i içeri geçirirken, oluşan CO_2 'i ortamda belli bir düzeyin üzerine çıkmasını engelleyecek şekilde dışarı bırakabilmektedir. Bunun yanında filmin su buharı geçirginliği de belli bir düzeyde ve su kaybını önleyebilmektedir (Smith *et al.* 1988). Meyve ve sebzeler hasattan sonra da canlı materyal olarak solunumlarına devam ederler. Böylece ürünler dışarıdan ambalaj içerisindeki gaz bileşimine müdahale olmadan ortamdaki oksijeni harcayarak ortama karbondioksit vermektedir. Solunumda alınan oksijen, öncelikle içerdikleri şekerlerin yavaş bir hızla oksidasyonu için kullanılırken, çevreye CO_2 , H_2O ile etilen gibi bazı uçucu metabolizma ürünleri ve bir miktar da ısı vermektedirler (Cemeroğlu ve Acar 1986, Elhadi and Rivera 1992). Bu nedenle meyve ve sebzelerin düşük O_2 ve yüksek CO_2 konsantrasyonu bulunan atmosfer altında saklanması sağlanan faydaları sıralamak gerekirse: Solunum hızı ve etilen üretimi yavaşlar, bunun sonucu olarak olgunlaşma yavaşlayarak gecikir, bileşimde bulunan şeker ve asitlerin harcanması sınırlanır, solunuma bağlı olarak gelişen nem ve ısı oluşumu azalır, enzimatik esmerleşmeler sınırlanır veya sona erer, mikroorganizma gelişmesi sınırlanır (Smith *et al.* 1987, Ballantyne *et al.* 1988; Ooraikul and Stiles 1991, Kuyper *et al.* 1993).

Aktif modifikasyon; solunum yapan taze meyve ve sebzeler yanında ayrıca solunum olayının söz konusu olmadığı kırmızı et ve ürünleri, kanatlı etleri, deniz ürünleri, süt ürünleri, hazır yemekler vb. sayısız gıdalara uygulanmakta olan bir tekniktir (Brody 1989, Ooraikul and Stiles 1991, Dennis and Stringer 1992). Bu teknikte “denge gaz

bileşiminin” oluşumu, pasif modifikasyondaki gibi yavaş yavaş ve kendiliğinden değil, müdahale ile kısa sürede gerçekleştirilmektedir (Floros 1990). Bu yöntemin önemli bir avantajı da, modifikasyonun kısa sürede oluşturulması sonucunda denge gaz bileşimi oluşana kadar ürünün uygun olmayan bileşimdeki bir gaz atmosferinde kalmasının doğuracağı olumsuzluklar önlenmektedir. Bazı pasif modifikasyon uygulamalarında da, uygun gaz bileşiminin oluşmasını beklemenin neden olduğu olumsuzlukları önlemek için, aktif modifikasyonda olduğu gibi başlangıçta ve ancak bir defaya mahsus müdahale edilmekte ve sonra “denge bileşim” ambalaj geçirgenliği ile sağlanmaktadır (Cemeroğlu 2004). Bütün bu açıklamalar; gerçekte MAP tekniğinin bağımsız bir uygulama olmadığı, mutlaka düşük sıcaklıkla birlikte uygulanması gerektiği ve bu iki tekniğin birbirini tamamladığını açıkça göstermektedir (Sander and Soo 1978, Ooraikul and Stiles 1992).

2.1.8 Kontrollü Atmosferde Depolama

Modifiye atmosferdeki depolamaya benzer ancak onun kadar uzun süreli bir kullanımı yoktur. Meyve ve sebzelerin solunum hızını kısıtlamada en etkin yol, depo sıcaklığının düşürülmesidir. Ancak bazı ürünler düşük sıcaklık derecelerinde soğuk zararlanmasına uğradıkları için, bunlarda istenen soğutma uygulanamamaktadır. Bu durumda ise depolanan ürünün, depolanma süresi kısa olmaktadır. Bu yüzden, solunumun başka yollarla sınırlandırılması olanaklarından yararlanılması bu hususta bir çözüm olarak görülmüştür. İşte kontrollü atmosferde depolama (CA depolama) bu ihtiyaçtan doğmuştur. Depo atmosferindeki CO₂ oranının yükselmesi ile solunum hızı yavaşlamaktadır. Mademki CO₂ solunum sonucu oluşan bir üründür, o halde çevre atmosferinde bu ürünün konsantrasyonunun artması ile solunum hızının yavaşlaması doğaldır (Merodio 1994). Aynı şekilde solunum hızı oksijen konsantrasyonunun düşmesiyle de yavaşlamaktadır. Depo atmosferinde karbondioksit konsantrasyonunun % 10’a yükseltilmesinin solunum hızını yavaşlatma etkisi, oksijen konsantrasyonunu % 2’ye düşürmekle aynı düzeydedir. Depo atmosferinde % 2 O₂ + % 10 CO₂ kombinasyonunun solunum hızını yavaşlatma etkisi, her ikisinin tek tek gösterdiği etkinin iki katı düzeyindedir (Herragods 1994).

2.2 Fizikokimyasal Engeller

2.2.1 Su Aktivitesi (a_w)

Bir gıdanın su aktivitesi içerdği suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır (Pala 1983). Bozulmaya neden olan biyokimyasal reaksiyonlar ile mikrobiyolojik faaliyetler yüksek su aktivitesi değerlerinde daha kolay gerçekleşir. Bu nedenle, meyve ve sebzelerin bozulmalarını önlemek için su aktivitesini düşürecek işlemler uygulanmalıdır (Demiray ve Tülek 2010). Gıdaların su aktivitesi kurutma, dondurma, konsantre etme, tuz ve şeker gibi maddelerin eklenmesiyle düşürülebilir. Su aktivitesi 1.00- 0.90 arasında olan gıdalar sulu gıdalar olarak tanımlanır. Su aktivitesi 0.70 – 0.90 arasında olan besinler orta nemli gıdalar olarak bilinir. Bu tip gıdalar %20-50 arasında su içerirler (Karel 1973). Su aktivitesi 0.6'nın altında olan gıdalar kurutulmuş olan gıdalardır (Loncin and Weisser 1977). Genel olarak bakteriler su aktivitesine en az duyarlı olanlarıdır. Mayalar ve özellikle de küfler düşük su aktivitesine dayanıklıdır. Sert kabuklu meyvelerin raf ömrünü kısaltan etkenlerden en önemlisi küflenme olduğu için, meyvelerde küf gelişimi ve aflatoksin oluşumunun en önemli nedeni olan yüksek su aktivitesi ve sıcaklık kontrol edilmelidir (Kibar ve Öztürk 2008).

2.2.2 pH

Birçok işlenmemiş gıdada pH değeri 5.6-6.6 arasında iken, meyvelerde bu değer asit içermeleri nedeniyle daha düşük ve yumurta akında ise 7'nin üzerindedir. Fermantasyon uygulamaları veya asitlendirici kullanarak pH'nın düşürülmesi mikrobiyolojik stabiliteyi artırmaya yardımcı olur. Daha önce yapılan çalışmalar, pH düşürülmesinin ve koruyucu kullanmanın *E. coli*'nin inhibisyonunda kısa sürede etkili olduğunu göstermiştir (Zhao *et al.* 1993). Birçok mikroorganizma spesifik bir pH'nın altında gelişemez (örneğin; *Cl. botulinum* için sınır 4,6'dır). pH düşürülmesi, *E. coli* ve *S. cerevisiae* gibi mikroorganizmaların inhibisyonunda önemli bir faktördür, bu mikroorganizmaların optimum büyüme için 4.6 üzerinde bir pH gerektirmektedir. Buna rağmen, *S. cerevisiae* daha düşük pH seviyelerinde hayatta kalabilmekte ve hatta pH'sı

3.5 olan meyvelerde bile hayatta kalabilmektedir (Jay 2002). Esasında pH düşürülerek mikrobiyal gelişimin önüne büyük oranda geçilebilir. Ancak; pek az gıda maddesi bu kadar düşük bir pH değerinde kabul edilebilir duyuşal karakteristik özelliklerini koruyabilir. Geleneksel gıda muhafaza işlemlerine alternatif olarak geliştirilen yeni kombine yöntemlerde pH'nin düşürölmesi ile birlikte a_w azaltılması, hafif ısıtma, koruyucu kullanımı vb. gibi koruyucu etkenlerin bir arada ve düşük oranda kullanılmasıyla gıdanın orijinal niteliklerinin çok az değıştiğı ürünler elde edilmektedir (Leistner 1985). Bunun yanında pH genellikle paketleme, tuz (NaCl), organik asitler, soğutma veya ısıtma gibi engellerle birlikte de kullanılabilir.

2.2.3 Redoks Potansiyeli (Eh)

Redoks potansiyeli gıda sisteminin yükseltgeme veya indirgeme potansiyelini belirtir ve mili volt (mV) ile belirlenir. Gıdaların genellikle +300 ile -200 mV aralığında ve farklı yoğunluklarda redoks potansiyelleri vardır. Gıdaların redoks potansiyeli havanın (O_2) ve ışığın ortamdan uzaklaştırılmasından, indirgen maddelerin eklenmesinden (askorbik asit gibi), bakteri gelişimi, nitratin katılması, sıcaklık ve özellikle pH'tan etkilenir. Gıdanın pH ve su aktivite (a_w) değerleri ile bileşimi (yağ, protein, tuz vb. bileşenler) antimikrobiyal sistemlerin etkinliğı üzerinde önemli rol oynamaktadır (Leistner and Gorris 1995). Ayrıca redoks potansiyeli gıdada anaerob veya aerob bakterilerin gelişip gelişemeyeceğini belirler ve gıda maddesinin rengini ve özellikle aromasını etkiler. Ancak redoks potansiyeli de tek başına engel olarak kullanılamadığı için kürtleme, soğutma ve paketleme sistemleriyle birlikte kullanılır.

2.2.4 Nitrit ($NaNO_2$), Nitrat ($NaNO_3$, KNO_3), Tuz (NaCl)

Nitrit; ulusal ve/veya uluslararası gıda mevzuatlarının izin verdiği ölçülerde ticari olarak kullanılması durumunda, mikroorganizma yoğunluğu ve bu mikroorganizmaların tipi gibi bazı faktörlere bağılı olarak birçok organizmanın gelişimini engeller. Nitratin en önemli etkisi özellikle *clostridia* gibi spor oluşturan bakteriler üzerinedir. Nitrit, gıda zehirlenmesine neden olan *Clostridium botulinum* gelişimini önlemek amacıyla çok az miktarda et ürünlerine katılmaktadır. Konuyla ilgili

gerçekleştirilen bir çalışmada laboratuvar ortamında ısıtım işlem ve nitrit uygulamasının 30 *Clostridium* suşunu inhibe ettiği ifade edilmiştir (Cammack *et al.* 1999). Nitrit aynı zamanda kürlenmiş ete karakteristik renk, lezzet ve aromayı vermektedir (Birch *et al.* 1985). Nitrit ayrıca kürlenmiş etlerde pembe bir renk vermede, sıcaklıktan kaynaklanan bozuk aromanın azaltılıp giderilmesinde kullanılmaktadır.

Tuzun genel olarak temel etkisi de su aktivitesinin düşürülmesi doğrultusundadır, fakat bunun yanında kendisi de bazı bakteriyostatik etkilere sahiptir. Su içinde tuz (g NaCl/100g H₂O) veya salamura içinde tuz (g NaCl/100g H₂O+gNaCl) “efektif tuz içeriği” için kullanılan terimlerdir. Kürlenme; tuz ve nitrit gibi diğer kürlenme maddelerinin eklenmesi işlemidir. Dayanıklı (stabil) bir ürün elde etmek için 100 gr suda en az 27g NaCl ($a_w < 0,7$) içermelidir.

2.2.5 Karbondioksit (CO₂)

CO₂ içeren ortamın, mikroorganizmalar üzerinde depolamanın sonuna kadar inhibe edici etkiye sahip olduğu ve uzun süreli koruma sağladığı bildirilmiştir (İncedayı 2014). Düşük O₂ seviyesi ve yüksek CO₂ seviyesinin olduğu MAP atmosferinde esmerleşme reaksiyonlarının oranının azaltılabileceği bildirilmiştir (Herner 1987). Kader (1986) CO₂'nin, modifiye atmosferde asitliğin artırılmasına neden olduğunu bildirmiştir. CO₂'nin çözünürlüğü, dolayısıyla etkinliği, düşük sıcaklıklarda arttığı için soğutma, paketlenme gibi engellerle birlikte kullanılır. CO₂'nin bu olumlu etkilerine rağmen anaerobik solunum yapan bakteriler için uygun bir ortam sağlamaktadır. Bu nedenle anaerob bakterilerden kaynaklanabilecek bozulmaları da unutmamak gerekir.

2.2.6 Oksijen (O₂)

Taze meyve ve sebzelerin hasat sonrasında da solunum süreci devam etmektedir. Ürünlerin solunumu ile bozulma süreci arasında bir ilişki söz konusudur. Hasat sonrasında solunum hızı ise ürünlerin muhafaza edildiği ortamın sıcaklığına, ortamdaki oksijen, karbondioksit ve etilen gazlarının oranına bağlıdır (Erkan 2004).

Atmosferde %21 konsantrasyonda bulunan O₂'nin bir engel olarak kullanılması genel olarak ürünün bulunduğu ortamdaki konsantrasyonun düşürülmesi ile sağlanabilmektedir. Düşük konsantrasyonlardaki O₂'nin kullanılması esasında; birçok mikroorganizmanın gelişiminin engellenmesini ve solunum yapan gıdanın solunum hızının düşürülmesi neticesinde oksidasyon gibi bazı kalite bozucu reaksiyonların yavaşlatılmasını sağlar. Ancak her zaman O₂'in azaltılması doğru değildir. Örneğin çiğ etin normal şartlarda bir kalite parametresi olan pembe renginin korunması için O₂ ile teması gerekmektedir. Ayrıca O₂'nin azaltılması bazı ürünlerde *Cl. botulinum* gibi anaerob bakterilerin gelişmesine neden olmaktadır.

2.2.7 Ozonlama (O₃)

Ozon (O₃), yıldırım veya UV ışınlama reaksiyonları sırasında oksijenden doğal olarak üretilen allotropik bir oksijen formudur (César *et al.* 2012). Ozon güçlü oksidasyon özelliklerine sahip ve suda çözünür bir gazdır. Bu form, bakterileri yok etmek için iki farklı mekanizma ile hareket eder. Birinci mekanizma sırasında ozon enzim, amino asitler, sülfhidril grupları, proteinler ve peptidleri oksitlemektedir; ikinci mekanizma sırasında ozon çoklu doymamış yağ asitlerini asitlere ve peroksitlere oksidize eder (Sarron *et al.* 2013). Hücre kılıfındaki doymamış yağ asitlerinin yıkımından sonra hücresel içerik hücre dışına doğru sızmaya başlar ve hücre ölümüne yol açar. Gram-negatif bakterilerde, lipopolisakkarit ve lipoproteinler saldırı için ilk hedef bölgelerdir. Bu da hücre zarının erimesine ve sonuçta hücrenin ölümüne neden olur (Alwi and Ali 2012).

Ozonun gıda sektörü dışındaki birçok alanda da dezenfektan olarak kullanılmasının yanında; 1860'ta suyun dezenfeksiyonunda, 1909'da etlerin soğuk depolanması sırasında koruyucu olarak, 1939'da meyvelerin depolanması sırasında maya ve küfleri baskılanmada kullanılmış olup 2000 yılından sonra, başta su fabrikaları olmak üzere birçok gıda işletmesinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Ozonun gıda ürünlerinin depolanması ve işlenmesi sırasında gaz ve sıvı formlarının antimikrobiyal ajan olarak kullanımının onaylanması, 2001 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından gerçekleştirilmiştir (Khadre *et al.* 2001). Bu onayın ardından gıda

endüstrisinde ozon kullanımı, gıda kaynaklı patojenlerin inaktivasyonu için katlanarak artmıştır (Vojdani *et al.* 2008).

Ozon, herhangi bir kalıntı bırakmadan oksijene ayrışma avantajına sahiptir. Ozon muamelesinin diğer bazı avantajları da şunlardır (a) otomatik olarak ve hızlı bir şekilde üç atomlu allotropi oksijeni ayrıştırır ve gıda ürünlerinde hiçbir kalıntı bırakmaz (b), alkali çözeltisinde yüksek oksidasyon potansiyeline sahip etkili bir antimikrobiyal ajandır (Fisher *et al.* 2000, Graham 1997) (c), bu orandan nispeten daha düşük konsantrasyonlarda da birçok farklı mikroorganizmayı yok eder (d), hücre zarı (doymamış yağ asidinin oksidasyonu), nükleik asitler ve sitoplazmadaki enzimler gibi hücre bileşenlerinin birçoğunu etkiler (Das *et al.* 2006). Ancak bu avantajlarının yanında suya tutulduğunda hemen O₂'ye dekompoze olması kullanımını sınırlandıran başka bir etkidir.

Ozonun öldürücü etkisi kuvvetli oksidasyon aktivitesinden gelmektedir. Ozon ile muamele özellikle Gr(-) bakterilere karşı etkili olup maya ve küfler ise ozon karşısında daha dayanıklıdır. Bununla birlikte, sporlar, virüsler ve kistler gibi bazı mikroorganizmalara karşı yüksek maliyeti ve düşük etkinliği nedeniyle ozon kullanımı sınırlıdır. Düşük etkinlik, gıda maddelerinde yoğun olarak bulunabilen organik bileşenlerin ozon kullanımı sırasında mikroorganizmalarla rekabet ettiği gerçeği ile açıklanabilir. Buna ek olarak, ozonun yüksek konsantrasyonlarda kullanılması korozif etki göstermesine yol açacağı için gıdalardaki duyuşal nitelikleri de değiştirmekte ve gıda ürünlerinin kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Akbaş ve Özdemir 2006).

Ozon, ısı ile muamele ettirildiği andan itibaren hızla bozunabilir. Bunun önüne geçebilmek için, ozon ve sıcaklık etkenlerini gıda ürünlerine aynı anda değil, sıralı şekilde vermek daha etkili olacaktır. Çünkü ısıl işlem ve ozon muamelesi bireysel olarak etki eder ve böylelikle ilgili sorunların üstesinden daha etkin şekilde gelinecektir (Kim *et al.* 2003).

2.2.8 Organik Asitler

2.2.8.1 Propionik Asit

Propionik asit, gıdaları korumak için kullanılan zayıf bir organik asittir. 4.5 pH'daki, propiyonik asit (pKa 4.87), ayrışmamış formda bulunan güçlü bir bakterisit ve fungusittir. Mani-Lopez vd. (2012)'nin yaptığı bir çalışmada propiyonik asit, 5 pH'da, küflerin ve sporlu bakterilerin büyümesini etkin bir şekilde inhibe ettiğini tespit etmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki propionik asit, gıdaların bozulmasına neden olan patojenler üzerinde farklı etkilere sahiptir. %0.20 veya daha düşük propionik asit konsantrasyonlarının *Aspergillus spp.*, *Geotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* ve *Scopulariopsis spp.*'in büyümesini %50 oranında azalttığı bildirilmiştir (Higgins and Brinkhaus 1999). Propiyonik asit %0.15 konsantrasyonda *Penicillium expansum*'un büyüme oranını %70'ten fazla oranda azalttığı bildirilmiştir. Sonuçlar, %0.12 oranında propionik asidin, *Cladosporium gloeosporioides*'in çimlenmesini ve miselyumun büyümesini inhibe ederek, mangolardaki hasat sonrası hastalıkları azalttığını doğrulamıştır. Yapılan bir çalışma, propiyonik asitin antraknoz hastalığını kontrol etmek için diğer meyvelere uygulanabileceğini düşündürmektedir (Kunasakdakul 2013, Larous *et al.* 2007). Propionik asit buharı ile fumigasyonun, şeftali, elma ve kiraz gibi çeşitli meyvelerde *Rhizopus stolonifer*, *P. expansum* ve *Monilinia fructicola*'yı kontrol etmek için kullanılabileceği bulunmuştur (Liu *et al.* 2014).

2.2.8.2 Fumarik Asit

Fumarik asitin, *C. jejuni*, *S. Typhimurium*, *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* gibi bozulma yapan patojenlere karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Kim *et al.* 2001, Molatová *et al.* 2010). Fumarik asit ve onun magnezyum, kalsiyum, sodyum ve potasyum tuzlarının kullanımı FDA (ABD) tarafından onaylanmıştır (He *et al.* 2013). Fumarik asite (% 1), 55 °C'de 5 saniye boyunca daldırılmış olan sığır kaslarında *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157: H7'ye karşı laktik asit veya asetik asitten daha etkili olduğu bildirilmiştir (He *et al.* 2013).

Fumarik asit ve zayıf organik asitlerin farklı pH değerlerinde mide florası (koliform ve laktik asit bakterileri) üzerindeki etkisinin incelenmesi sonucu koliform ve laktik asit bakterilerinin sayısının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Mroz 2005).

Fumarik asidin sulu klorin dioksit veya UV-C ışınımı ile kombinasyonu, *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes*'in kaba yonca filizlerindeki toplam sayısını sırasıyla 4.06, 3.57 ve 3.69 log CFU / g'dan 3.18 log CFU/g'a indirdiği bildirilmiştir (Kim *et al.* 2009). Fumarik asit ve hafif asidik elektrolize su kombinasyonu kullanılarak yapılan muameleler sadece *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157: H7 ve *S. Typhimurium*'un bakteriyel popülasyonlarını azaltmamış, aynı zamanda 4 °C'deki raf ömrünü 9 güne kadar uzattığı bildirilmiştir. (Tango *et al.* 2014).

2.2.8.3 Benzoik Asit

Benzoik asit ve tuzu sodyum benzoat, antimikrobiyal aktivitesi ve güvenliği nedeniyle bir gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır (Al-Juhni and Newby 2006). Son zamanlarda, benzoik asit ve sodyum benzoatın, paketlenmiş portakal suyunda *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Micrococcus* sp. izolatlarına karşı güçlü antimikrobiyal potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir.

2003 yılında Avrupa Birliği, büyüyen/yetişkin domuzlar için bir yem katkı maddesi olarak benzoik asidi onaylamıştır (EFSA 2007). Benzoik asit, metabolik yapısı ve antibakteriyel aktivitesi nedeniyle domuzların, bağırsaklarındaki koliformlara karşı büyüme performansını arttırmaktadır. Bu antimikrobiyal aktivitenin, sütten kesildikten sonraki domuz yavrularında ishal vakalarını da azaltabileceği belirtilmiştir (Gheler *et al.* 2009). Bununla birlikte, organik asit karışımları genel olarak bu asitlerin ayrışma özelliklerine bağlı olarak domuzların sindirim kanallarındaki çeşitli yerlerde ayrı ayrı olarak kullanılan asitlerden daha iyi performans göstermektedir (Franco *et al.* 2005, Hardy 2002).

2.2.8.4 Monoasilgliseroller

Monoasilgliseroller (MAG'ler) (monogliseritler olarak da bilinir), gliserolün yağ asidi monoesterleridir. MAG ve türevleri, gıda endüstrisinde emülsifiye edici maddeler ve antimikrobiyal maddeler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Sadiq *et al.* 2016). Normal olarak sütte bulunan MAG'lar genellikle nontoksik ve güvenli olarak kabul edilir (Bergsson *et al.* 1998, Bergsson *et al.* 2001). MAG'lar dondurma, margarin, yoğurt ve dondurulmuş tatlıların üretiminde kullanılmıştır. MAG'lar ekmek yapımında kullanılırlar, çünkü ekmeğin stabilitesini artırırlar ve hamurun reolojik özellikleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptirler (Doležálková *et al.* 2013).

Thormar vd. (2006), 1-monogliserid kaprik asitin (monocaprin) *C. jejuni*, *Salmonella* spp. ve *E. coli*'ye karşı etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, monokaprin emülsiyonlarının (200 mM), insanlarda ve kümes hayvanlarında *Campylobacter* izolatlarını oda sıcaklığında 60 saniyeden sonra 6 log olarak düşürdüğünü ve ayrıca *Campylobacter coli* ve *Campylobacter lari* suşlarını öldürerek geniş anti-kampilobakter aktivitesi gösterdiğini ortaya koymuştur. 1.25 mM monokaprinin emülsiyon formülasyonları, *Salmonella* spp. ve *E. coli*'nin canlı bakteriyel sayılarını 10 dakikada 6 log dolaylarına indirgemesine neden olmuştur. Wang vd. (1993), hindistancevizi yağından sentezlenen MAG'lerin *L. monocytogenes*'e karşı potansiyel antibakteriyel aktivite gösterdiklerini göstermiştir. *L. monocytogenes*, MAG'lar tarafından pastörize yağsız sütte 250-400 mg/mL'de, % 2 yağ oranındaki sütte 500-750 mg/mL'de ve tam yağlı sütte 750-1000 mg/mL'de inaktive edilmiştir. MAG'ların, özellikle monokaprin ve monolaurin kombinasyonlarının, *L. monocytogenes*'e karşı sinerjik aktivite gösterdiklerini göstermişlerdir. MAG türevi monolaurin/laurik asidin alkalikle (pH 10.5) ve ozmotik (% 10 NaCl) mücadelelerinde *L.monocytogenes* ve *Pseudomonas* spp. ile kombinasyon halinde gıda işleme tesislerinden izole edilmesi, her iki bakteride de 5 ila 8 log azalma göstermiştir (Vasseur *et al.* 2001). Tangwatcharin ve Khopaibool (2012) tarafından yapılan bir başka çalışmada, monolaurinin laurik ve laktik asitle kombinasyon halinde bakterisidal etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, kombine uygulamanın domuz filetosunda *S. aureus*'a karşı sinerjik aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur. Domuz filetosunun rengi, kokusu ve genel kabul edilebilirliği bireysel

olarak uygulanan işlemlerden olumsuz yönde etkilenmiştir; Bununla birlikte, bu ajanların kombinasyonları kullanıldığında duyu kalitenin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir.

2.2.8.5 Laktik Asit, Laktat

Her ne kadar laktik asidin koruyucu olarak kullanılan yağ asitlerinden bile daha az etkili olduğu gözlemlense de laktat, *Mycobacterium tuberculosis* veya *Listeria monocytogenes* gibi patojen bakteriler karşısında tuz, nitrit ve asitlendiricilerin kullanıldığı etlerde etkilidir. Laktat pH 5'te spor oluşturan bakterilere karşı mükemmel bir inhibitördür. Ayrıca hem aside toleranslı mayaların gelişimini hem de bazı durumlarda mikotoksinlerin oluşumunu inhibe etmektedir.

Laktik asit, fermente gıdaları doğal olarak korumak için kullanılan bir organik asittir ve etin dezenfekte edilmesinde kullanılabilir (Yuan 2014). Laktik asit, gıdalarda nüfuz ettirici olarak da kullanılabilir. Domuz karkaslarının laktik asit ile muamele edilmesi koliform sayılarını azaltır (Tan *et al.* 2015). Domuz derisi ve karkasları, *Campylobacter jejuni* ve *Salmonella Typhimurium*'a karşı laktik asit (% 1) süspansiyonu ile dekontamine edilebilmiştir (Netten *et al.* 1994). Bazı patojenler (*Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157: H7, *Staphylococcus aureus*, *S. Typhimurium* ve *C. jejuni*) etin dekontaminasyonu sırasında mezbahalarda bulunan laktik aside karşı bağışıklık kazanmış olabilmekte, ancak sağlık açısından taşıdıkları riskin eskisi kadar fazla olmayacağı belirtilmektedir. Sıcak laktik asit muamelesinin (%2-5) domuz derisinde koliform sayısını azalttığı bildirilmiştir (Van Netten *et al.* 1997). Buhar ve laktik asit kullanılarak yapılan kombine uygulamalar da domuz karkaslarının raf ömrünü uzatmaktadır. Bu özel kombine uygulama ile bozulmaya neden olan patojenlerin cfu (koloni oluşturan birim) sayısının etkili bir şekilde düşürüldüğü ve depolama sırasında patojenlerin büyümelerini geciktirdiği bildirilmiştir. Bu muamele, kontamine olmuş karkaslar üzerinde daha etkili ve sığır karkaslarında daha belirgindir (Pipek *et al.* 2006). Gıdaların raf ömrü ve güvenliği, örneklerin laktik asitle birlikte bakırdan yapılmış antimikrobiyal ortamlarda işlenmesiyle artırılabilir. Askorbik asit ile

bir laktik asit formülasyonu, *E. coli* O157: H7'ye karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Gyawali *et al.* 2011).

2.2.8.6 Asetik Asit, Asetat

Asetik asidin etki şekli diğer yağ asitleriyle aynıdır ve engelleyici etkisi maya ve küflere oranla bakterilere karşı daha fazladır. Asetik asidin en önemli karakteristik özelliği yüksek pKa'sıdır. Asetat ise etlerde *Listeria monocytogenes* gibi bakterilere karşı etkilidir. Asetik asit binlerce yıldır gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır. *Salmonella* ve *E. coli*'ye karşı asetik asit kullanımı kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Asetik asit aynı zamanda, kümes hayvanlarının etinde, raf ömrünü uzatmak ve gıda bozulmasına neden olan patojenlerin büyümesini engellemek için bir antimikrobiyal madde olarak kullanılmıştır (Jimenez *et al.* 2007). *L. monocytogenes*'e ve *Staphylococcus aureus*'a karşı asetik asitin antimikrobiyel etkisinin laktik asite oranla daha yüksek olduğu açıklanmıştır (Nunheimer and Fabion 1940).

Etin bozulmasına neden olan patojenlerin kontrolünde asetik asitin etkinliği, farklı çalışmalara göre değişmektedir. Asit yoğunluğundaki varyasyonlar, muamele yöntemi, asitin sıcaklığı, örnekleme tekniği, temas süresi, doku tipi ve organizma yapısı bu farklılıkların oluşmasına katkıda bulunmuş olabilir (Greer and Dilts 1992). Asetik asit, *L. monocytogenes*'e karşı laboratuvar ortamında, kuzu ve sığır etinde umut verici sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Cunningham *et al.* 2009, Vermeulen *et al.* 2007).

Gonzalez-Fandos ve Herrera (2014)'nın yaptığı bir çalışmada % 1 veya % 2 oranında asetik asit içeren su ile yıkanmış kanatlı butlarının raf ömrü, distile su ile yıkanmış şahit numunelerine göre en az iki gün artmıştır. *L. monocytogenes*, şahit butlara kıyasla asetik asitle yıkanmış kanatlılarda önemli ölçüde inhibe edilmiştir ($p<0.05$). Asetik asit muamelesinden sonra örneklerin duyu kalitesi değişmemiştir. Bu çalışma, asetik asitin, bozulmaya neden olan patojeni tamamen etkisiz hale getiremediği sonucunu akıllara getirmektedir, ancak % 2 asetik asit ile yapılan muamelenin, *L. monocytogenes* sayısını etkili bir şekilde azalttığı belirtilmiştir. Asidik ortamın *E. coli* O157: H7 ve *L. monocytogenes*'in büyümesini sınırlandırdığı ve ayrıca az miktarda asetik asitin (% 0.5)

sayıyı hardalla etkili bir şekilde azalttığı bildirilmiştir (Rhee *et al.* 2003). Asetik asidin, pişirilmiş pirinçte allil izotiyosiyanat ile kombine muamelesi, önemli bir antimikrobiyal aktivite göstermiş, bununla birlikte, duyuşal değeriendirme, pişirilen pirincin kabul edilebilirliğinin, uygulama tipinden etkilendiğini göstermiştir (Kim *et al.* 2002).

2.2.9 İnorganik Asitler

2.2.9.1 İnorganik Nitratlar

İnorganik nitratlar yüzyıllar boyunca gıda koruyucusu olarak kullanılmıştır. Genel olarak, nitrat organik moleküller ile reaktif değildir. Etkili bir antimikrobiyal madde olabilmesi için inorganik nitratların enzimatik veya kimyasal olarak nitrit (NO_2^-)'e indirgenmesi gerekmektedir. Nitrit en çok etin kürlenmesinde ve muhafazasında kullanılır ve *Clostridium botulinum* dâhil çeşitli mikroorganizmaların büyümesini sınırlar (Kurćubić *et al.* 2014). Sodyum nitrit ve lizozime izin verilen maksimum nitrat konsantrasyonunun (150 mg/kg) eklenmesinin peynir üretimi sırasında *Clostridium*'un büyümesini kontrol ettiğini iyi bilinmektedir. Peynir olgunlaştıkça, nitratın nitrite dönüşümü peynirde bulunan ksanten-oksidad enzim ile gerçekleşmektedir (Stadhouders 1990). Ávila vd. (2014) sodyum nitritin *C. tyrobutyricum*, *C. butyricum*, *C. beijerinckii* ve *C. sporogenes* üzerindeki etkisini araştırmış ve bu suşların büyümesini engellemek için 300 µg/ml'lik yüksek MIC değeriilerinin gerekli olduğu sonucuna varmışlardır. 6 ve 7'lik bir pH'ta *C. perfringens* sporlarının büyümesini engellemesi için sırasıyla 200-400 µg/ml ve 3000-4000 µg/ml arasında değışen minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değeriilerinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitli çalışmalarda, kürlenmiş ve konserve etlerde sodyum klorür, etilendiamintetraasetik asit, sorbat / sorbik asit, askorbat ve izoaskorbat ile birlikte nitritin bir arada kullanılmasıyla *C.botulinum*'un önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Duranton *et al.* 2012). Son zamanlarda kurutulmuş/kürlenmiş sosislerde nitritin çaydaki kateşinlerle kombine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, kombinasyon muamelesinin, çekici kırmızı renk ve düşük nitrit kalıntısı açısından kalite ve güvenliği sağlamada bireysel tedaviden daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır (Moawad *et al.* 2012). Ayrıca, sodyum nitritin yüksek hidrostatik basınç (HHP) ile *E. coli* BW25113 ve *L. monocytogenes* NCTC 11994'e

karşı 4.0 pH'da bakteri sayısında sinerjik bir azalma gösterdiği bildirilmiştir (Moawad *et al.* 2012). Jofré vd. (2010), *S. aureus*'a karşı nitrit ve HPP'nin bakterisit etkisini incelemişlerdir. Çünkü önceki bulgular ışığında, nispeten düşük nitrit konsantrasyonlarının (17-34 µg/ml), HPP'nin *L. monocytogenes* üzerindeki bakterisit etkilerini arttırmaya yeterli olduğu görülmüştür.

2.2.9.2 Fosforik Asit

Fosforik asit, gıda endüstrisinde bir asitlendirici, tamponlayıcı ajan, pH kontrol maddesi, tatlandırıcı ajan, aroma arttırıcı, stabilizatör, koyulaştırıcı ve sinerjist olarak kullanılmıştır (Register 1994). Fosforik asit, çeşitli gıda ürünlerinin pH değerini düşürür ve antimikrobiyal ajanların daha etkili olmasını sağlar (Burdock 1997). Fosforik asit, gıda endüstrisinde kullanılan birçok dezenfektan formülasyonunun önemli bir maddesidir (Bagge-Ravn *et al.* 2003, USDA-FSIS 2016, USFDA 2016). Fosfatlar, gıda kaynaklı patojenlerin popülasyonlarını azaltmak, bozulmaya neden olan mikroorganizmalarını inhibe etmek ve taze kümes hayvanlarının raf ömrünü uzatmak için antimikrobiyal yüzey ajanı olarak kullanılmıştır (Sallam and Samejima 2004, Sarjit and Dykes 2016). Spesifik olarak, trisodyum fosfat (TSP) ile olan uygulamaların diğer fosfatlara kıyasla üstün antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu görülmüştür (Yoon and Oscar 2002). TSP, ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından GRAS (Generally Recognized As Safe – genel olarak güvenli kabul edilir) olarak kabul edilir ve kullanımı, ABD'nin Tarım-Gıda Güvenliği ve Denetleme Departmanı (USDA-FSIS) tarafından, % 8-12 oranında çiğ soğutulmuş kümes hayvanları karkaslarında sıhhatlilik için antimikrobiyal ajan olarak onaylanmıştır. Yüksek pH (pH 12) değerlerinde TSP, yağ filmini çözmeye yardımcı olur ve yüzey aktif madde veya deterjan etkisi gösterir. Sampathkumar vd. (2003), 10 ila 11 arasında bir pH'ta farklı konsantrasyonlarda TSP ile yapılan uygulamanın hücre canlılığını ve membran bütünlüğünü azalttığını ve *S. enteritidis* suşlarının sitoplazma ve dış zarlarını bozduğunu göstermiştir. TSP'nin *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli* O157: H7, *Listeria*, *S. aureus* ve *Pseudomonas* ve *Lactobacillus* dahil olmak üzere bozulmaya neden olan bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Sallam and Samejima 2004). Brifisol K™ (ticari bir sodyum asit pirofosfat ve ortofosforik asit karışımı)'nın % 1.5'lik çözeltisinin, soğutma

sonrasındaki piliçlerde aerobik plaka sayısını önemli ölçüde azalttığı ve piliçlerin raf ömrünün 4.4 ° C'de 1-2 gün kadar arttırıldığı bildirilmiştir (Rathgeber and Waldroup 1995).

2.2.10 Askorbik Asit

Askorbik asit (C Vitamini) genellikle esmerleşme gibi oksidasyon reaksiyonlarını önlemek için kullanılan bir indirgeyici ajandır; ancak, kesilen dokulardaki diğer fizyolojik süreçler üzerinde etkiler olabilir (Toivonen and DeEll 2002).

Yapılan bir çalışmanın sonucunda, askorbik asit muamelelerinin havuç parçalarının yüzeyinde beyaz renk oluşumunu engellediği bulunmuştur. Görsel kalite puanlarında da askorbik asit ile muamele edilmiş havuç parçaları, kontrol grubundan daha parlak, daha taze ve iyi bir görünüme sahip olmuştur (Kasım ve Kasım 2014). Askorbik asite daldırma işlemi % 0 O₂ atmosferinde depolanan “Fuji” elma dilimlerinin solunumunu azalttığı bildirilmiştir (Gil *et al.* 1998).

2.2.11 Sülfidler

Sülfidler ve SO₂, polifenol oksidaz, askorbat oksidaz, lipoksigenaz, peroksidaz gibi enzimleri içeren, birçok enzimatik reaksiyonu inhibe etmektedir. Özellikle polifenol oksidaz enziminin inhibe edilmesi, enzimatik esmerleşmenin kontrolü açısından önemlidir. Sülfidler, enzimatik esmerleşme reaksiyonu esnasında karbonil ara ürünleri ile reaksiyona girerek esmerleşmeyi önlemektedir (Taylor *et al.* 2009).

Seçici antimikrobiale ajan olarak sülfidler; küfler, laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterilerini daha çok inhibe eder Sülfidler, karsinojenik mitotoksinleri, özellikle, aflatoksin B1 ve G1'i etkisiz hale getirirler. Mısırdaki bulunan aflatoksin B1'in tamamen yıkılması için, 72 saat, %10'luk bisülfitle muamele edilmelidir. Sütte kendiliğinden oluşan aflatoksin M1'in de yok edilmesinde sülfidler kullanılmaktadır (Taylor *et al.* 1986).

Sülfidler gıda katkı maddeleri olarak uzun zamandır kullanılmaktadır, çünkü gıdalarda oksidasyon ve bakteriyel büyümeyi ve enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonları etkili bir şekilde önlerler. Sülfidler, SO₂'i serbest bırakabilen inorganik sülfid tuzları olarak tanımlanır ve sodyum ve potasyumun metabisülfitleri, bisülfitleri ve sülfatlarını içerirler. Sülfidlerin gıda ürünlerine katılması sonucunda taze meyveler, sebzeler, karidesler ve çiğ patateslerde enzimatik esmerleşmenin önlenmesi ve kurutulmuş meyvelerde ve dehidre edilmiş sebzelerde enzimatik olmayan esmerleşmenin önlenmesi gibi arzu edilen etkiler yaratır (Metcalf *et al.* 2011). Kükürt dioksit fümigasyonu hala ejderha gözü, üzüm ve kivi meyvesinde çürümeye neden olan mantarlara karşı kullanılır (Sivakumar *et al.* 2008).

L. monocytogenes'in sülfidler tarafından inhibisyonu iyi bilinmektedir ve taze soyulmuş patateslerin yüzeyindeki farklı sıcaklıklarda sülfidler etkileri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışma neticesinde 4 °C'de 12 gün sonunda herhangi bir büyüme görülmediği, 15 °C'de yaklaşık 7 log₁₀ CFU/g gözlemlendiği belirtilmiştir (Juneja *et al.* 1998). Brandt vd. (2011), asidik kalsiyum sülfat ve oktanik asidin kombine etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, gıda patojeni olan *L. monocytogenes*'lerin önemli ölçüde inhibe olduğunu göstermiştir. 4 °C'de ve 24 güne kadar, düşük sülfid (170 ppm) ve kitosan (% 0.6) kombinasyonunda, yüksek konsantrasyonlarda sülfid (340 ppm) kullanan uygulamalara kıyasla, *L. monocytogenes* toplam sayısını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Blackburn *et al.* 2006).

2.2.12 Baharatlar ve Şifalı Bitkiler

Baharat ve şifalı bitkilerin en aktif bileşenleri fenolik maddeler ve esansiyel yağlardır. Esansiyel yağların kimyasal yapılarında en büyük grubu terpenler oluşturmaktadır. Terpenlerin dışında yapılarında alkoller, aldehitler, esterler, fenoller, azot ve kükürt içeren bileşikler de bulundurmaktadır (Ceylan 1983). Fenolik bileşikler gıda endüstrisinde antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, antiobezite, antidiyabetik ve antimutajenik madde olarak kullanılmaktadırlar (Kunyang *et al.* 2012). Fenolik bileşik içeriği olarak zengin olan biberiye bitki ve ekstraktları; antibakteriyel ve antioksidan

etkiye sahip olup, bu amaçla et ve yağ oksidasyonuna karşı kullanıldığı bilinmektedir (Simon *et al.* 1984, Oluwatuyi *et al.* 2004, Kırpık 2005).

2.3 Mikrobiyal Engeller

2.3.1 Rekabet Halindeki Flora

Bir gıda ortamında rekabet özelliği kuvvetli mikroorganizma hızla üreyerek baskın kültür haline geçebilmektedir. Bir besin maddesi ortamda en hızlı olan canlı tarafından tüketilmektedir. Bir canlının metabolizması sırasında ortama verdiği ürünler (antibiyotik vs) veya pH değişikliği başka canlıların gelişmesini engelleyebilmektedir. Örneğin çeşitli parazit mikroorganizmalar bakteri ve mantarların yaşamına asalak olarak girmekte ve sonuçta onların yok olmalarına bile neden olabilmektedirler (Rheinheimer 1975). *Aspergillus flavus* depolanmış buğday, mısır, fındık, arpa, un, yer fıstığı, soya fasulyesi, kırmızı pul biber ve kuru incir yaygın olarak bulunduğu gıdalardır ve aflatoksin gibi insan ve hayvan sağlığı için tehdit oluşturan toksik metabolitler ortaya çıkarmaktadırlar. *Aspergillus flavus*, rekabetçi florayı oluşturan *Penicillium* ve *Fusarium* türlerinin elimine olduğu düşük bağıl nem ortamında depolanan ürünlerde gelişebilmektedir (Park *et al.* 2000).

2.3.2 Starter Kültürler

Starter kültürler gıda ortamında gelişerek ortamın koşullarını değiştirir ve bu yolla diğer mikroorganizmaların gelişimine antagonistik etki yaparlar. Örneğin laktik asit bakterileri gıda ortamının pH değerini düşürerek veya bakteriyosinler gibi maddeler üreterek antimikrobiyal etki gösterirler. Bakteriyosinler; bakteriler tarafından sentezlenerek salgılanan, protein yapısındaki antimikrobiyal bileşenlerdir (Riley 1998). Farklı özelliklere sahip birçok çeşitlerinin olmasına rağmen, gıdalarda güvenli bir şekilde ve yaygın olarak daha çok laktik asit bakterilerinden elde edilen nisin kullanılmaktadır (Yıldırım ve Yıldırım 2000).

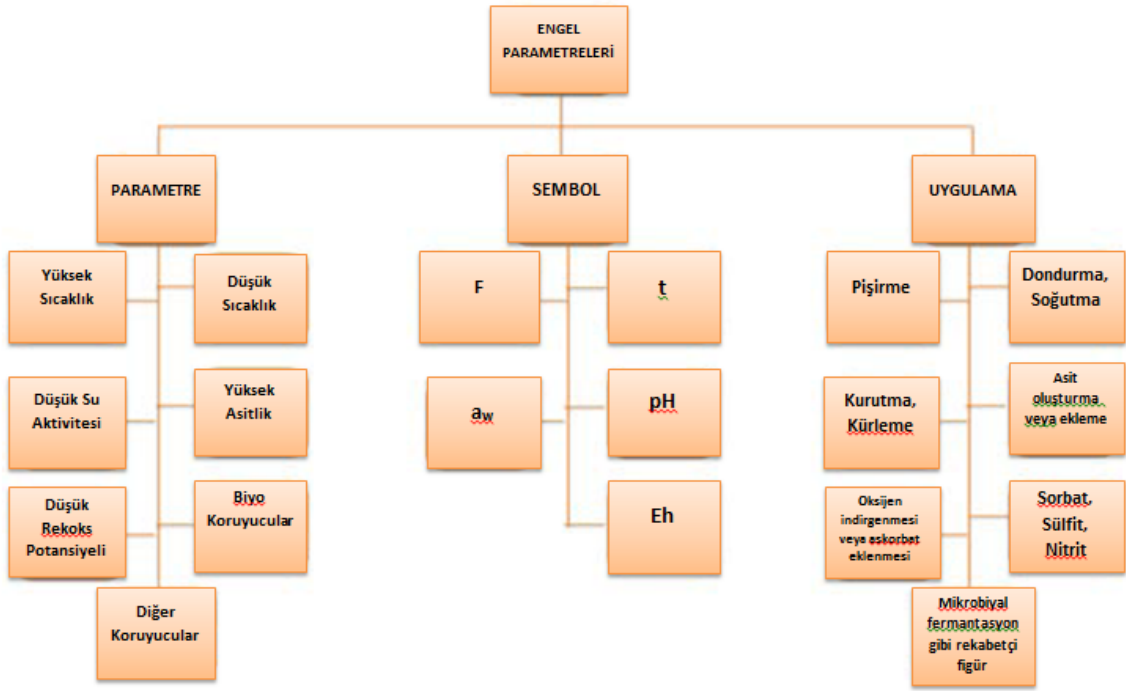
2.4 Doğal Engel Tipleri

Monolaurin (gliserol monolaurat), yağ asidi türevleri arasında en etkili antimikrobiyal madde olarak kullanılan Genel Olarak Güvenli Olarak Kabul Edilen (GRAS) bir emülgatördür (Jay *et al.* 2005, Trotter and Marshal 2003). Monolaurin, hücre yapısını lipofilik özellikleri ile tahrip eder (Branen and Davidson 2004, Delamare *et al.* 2007). Monolaurinin etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ile kombinasyon halinde kullanıldığında *E. coli* üzerinde güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Zare *et al.* 2014). Yapılan çalışmalar monolaurinin antimikrobiyal spektrumunun ve aktivitesinin, organik asitler (Oh and Marshall 1994), EDTA ve NaCl (Razavi Rohani and Griffiths 1994) varlığında artabileceği belirtilmiştir.

Gıdalara klorin uygulaması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Sodyum hipoklorit (NaOCl)'in yüksek pH'sı bakterilerin stoplazmik membranında, hücre metabolizması ve lipid peroksidasyonunda bozulmalara yol açmaktadır (Estrela 2002).

Bu kısımdaki engeller, etkileri tam olarak kesinlik kazanmadığı için tek başlarına kullanılmazlar.

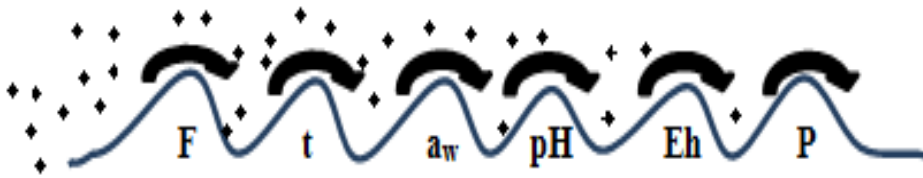
Gıda muhafazasında kullanılan engellerin amacı; gıdanın mikrobiyal yükünü, çeşitli kimyasal ve enzimatik bozulma reaksiyonlarını azaltarak raf ömrünü uzatmak ve gıdayı dayanıklı kılmak; ancak aynı zamanda da gıdanın doğasından gelen renk, aroma gibi duysal kalite kriterlerini de en az etkilemektir. Amaç en az işlemle en fazla kriterin başarılmaması olmalıdır. Çünkü uygulanan her muhafaza işlemi ek bir maliyete ve duysal kalitede ve besleyici nitelikte bir kayba neden olmaktadır. Örneğin, konserveye işlenecek ürünlerde haşlama ile mikrobiyal yük azaltılarak enzimatik bazı reaksiyonlar engellenip çiğ tat giderilse de son ürününün ihtiva ettiği vitaminlerde ciddi kayıplar olmaktadır. Dolayısıyla her gıda için optimum engeller ve bu engellerin optimum yoğunlukları belirlenmelidir.



Şekil 2.1 Engel Parametreleri.

Şekil 2.1’de gıda muhafazasında kullanılan beş engelin etkilerine dayalı örnekler sembolize edilmiştir (Leinster 1995).

Şekil 2.2’de altı farklı engel aynı yoğunluklarda uygulanmış ve gıdadaki mikroorganizmanın ancak son engelde üstesinden gelinmiştir (Leinster 1995). Teorik olarak uygulansa da pratikte bu şekilde 6 engelin de aynı yoğunluklarda uygulandığı bir sistemden söz etmek zordur.



Şekil 2.2 Aynı yoğunluktaki altı farklı engelin bir gıdaya uygulanması.

Semboller şu anlama gelmektedir: F: İşleme sırasındaki yüksek sıcaklık, t: Depolama sırasındaki düşük sıcaklık, a_w : Düşük su aktivitesi, pH: Asitlendirme, Eh: Düşük redoks potansiyeli, P: Koruyucular

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Patlıcanlar (*Solanum melongena L.*) Afyonkarahisar'da yerel marketlerden temin edilmiştir. Kullanılan askorbik asit ve hipoklorit gıda sınıfı (Applichem, food grade) özelliktedir. HPLC de kullanılan organik sitlerden askorbik asit standardı Sigma (St. Louis, MO, USA) temin edilmiştir. Mikrobiyolojik analizler için plate count agar (PCA) ve potato dextrose agar (PDA) Merck (Almanya) temin edilmiştir. Diğer tüm kullanılan kimyasallar analitik veya teknik özelliktedir.

3.2 Örneklerin Hazırlanması

Örnek hazırlamada patlıcanlar öncelikle yıkanmış, sap kısmı temizlenmiştir. Örneklerin baş ve ucundan olmamak şartıyla patlıcanlar 2 cm kalınlığında paslanmaz çelik bıçakla dilimlenmiş ve çizelge 3.1'de belirtildiği şekilde hipoklorit ve askorbik asit ile işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra tüm numuneler, üzerleri streç film kaplı polistiren (PS) ambalajlarda paketlenmiş ve her paket ~200g miktarda patlıcan alacak şekilde $+4 \pm 2$ °C ve 20 ± 2 °C' de 0-7 gün süreyle muhafaza edilmişlerdir. Çizelge 3.1'de deneysel tasarım ve örneklerin kodları verilmiştir. Depolama koşullarına bağlı olarak oda koşullarında depolanan örneklerin harf kodlarının sonuna "20", buzdolabı koşullarında depolanan örnekler "4" ilave kodu verilmiştir. Deneme iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1 Deney tasarımı.

Örnekler	Kodları	Proses
Kontrol	C	Ön işlem uygulanmadı
10 ppm hipoklorit çözeltisiyle muamele edilmiş örnek	HP	10 ppm hipoklorit çözeltisine daldırma (1:4 katı/sıvı t=15 dk.)
%4 askorbik asit çözeltisiyle muamele edilmiş örnek	AS	%4 askorbik asit çözeltisine daldırma (1:4 katı/sıvı t=15 dk.)

3.3 Renk Analizi

Patlıcan örneklerinin renk analizi Minolta (CR-A70, Japan) marka renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. CIE $L^*a^*b^*$ sisteminde L^* değeri aydınlık-karanlık derecesi (lightness) olarak tanımlanmakta ve bu değer 0- 100 (siyah ve beyaz) arasında değişmektedir. CIE a^* değeri, 0 - 60 arasında değişmekte olup, + a^* değerleri kırmızı, - a^* değerleri ise, yeşil rengi göstermektedir. CIE b^* değerleri de, 0 ile 60 arasında değişmektedir. Buradaki + b^* değerleri sarı, - b^* değerleri ise mavi rengi belirtmektedir. Bunun yanında a^* ve b^* değerlerinin 0 olması, cismin renksiz (akromatik) olduğunu belirtmektedir. L^* değeri gıdalarda esmerleşme indeksi olarak kullanılmaktadır (Aguilera *et al.* 1987). Her iki paralelden alınan 3 er örnek için analizler 3 ayrı nokta için 3'er çakma olarak gerçekleştirilmiştir.

3.4 HPLC ile Klorojenik Asit Analizi

Patlıcanlarda bulunan klorojenik asidin karakterizasyonu amacıyla Shimadzu model HPLC sistemi (Shimadzu Corp. Kyoto, Japan) kullanılmıştır. Bu amaçla Caponio vd. (1999) tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır. 10 gram numune tartılıp, 30 mL %80 metanol ile homojenizatörde homojenize edilmiştir. Karışım süzülüp, süzütünün 20 μ L'si HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Analizde kullanılan HPLC cihazının özellikleri ve bileşenler için gerçekleştirilen analiz koşulları ise şöyledir. Kullanılan kolon fırını ve kolon CTO-10Avp. 250x4.6 mm i.d, 5 μ m; Agilent Eclipse XDB-C18 (Wallborn, Germany) kolondur. Kullanılan dedektör; DAD dedektör (λ_{max} ;278nm). Auto sampler: SIL-10AD vp, Mobil Faz: A:3% asetik asit, B: Metanol. Akış hızı: 0.8 ml/dk, enjeksiyon miktarı 20 μ L, kolon sıcaklığı 30°C ye ayarlanmıştır. Elde edilen verilerin analizlenmesi işlemi sisteme entegre Shimadzu Class-VP Chromatography Laboratory Automated Software ile yapılmıştır.

3.5 Tekstür Analizi

Tekstür profili analizleri depolamanın 0. ve 8. günlerinde yapılmıştır. Analiz öncesi tüm örnekler oda sıcaklığına bırakılmış ve sıcaklıkları 21 ± 2 °C'ye ulaşması sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri TA.XT2 (Texture Analyzer Teksture Technologies Corp., Scarsdale, NY/ Stable Microsystems, Godalming, UK) tekstür cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları: P/25 alüminyum silindir prob (25 mm çapında); test hızı 1 mm/s; ilk test hızı 1 mm/s; son test hızı 1 mm/s; sıkıştırma oranı % 45'dir. (Kahyaoğlu 2002, Kahyaoğlu ve Kaya 2003). Her iki paralelden alınan 3'er örnek için analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama değer olarak verilmiştir.

3.6 Ağırlık Kaybı

Örneklerin depolama süreci boyunca ağırlık kayıpları gravimetrik olarak yapılmıştır. Analiz öncesi tüm örnekler oda sıcaklığına bırakılmış ve sıcaklıkları 21 ± 0.5 °C'ye ulaşması sağlanmıştır. 0.001g hassasiyette terazi ile örnekler tartılarak ağırlık kayıpları (AK) % olarak verilmiştir. Hesaplama şu şekildedir:

$$\% AK = 100 \times \frac{(W_i - W_o)}{W_i}$$

W_i : depolama öncesi tartım (g)

W_o : depolama sonrası tartım (g)

3.7 Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerdeki mikrobiyal yükün analizi amacıyla toplam canlı sayımı ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Örnekler ambalajından steril bir spatül ile alınarak karıştırıcının (Stomacher Lab Blender 400) özel plastik torbasına 10 g. olarak tartılmıştır. Örneklerin üzerine 90 ml peptonlu su ilave edilmiş ve bu karışım stomacher'de ezilerek 10^{-1} dilusyonu hazırlanmıştır. Seyreltme işlemi peptonlu su ile 10^{-4} 'e kadar gerçekleştirilmiştir. Dökme plaka yöntemi her iki paralel için üç seri halinde ekim yapılmış ve ortalama sonuçlar log10 kob/g olarak verilmiştir.

3.8 Duyusal Analiz

Çalışmada kullanılan patlıcan örneklerinin duyusal analizleri 13 kişiyle gerçekleştirilmiştir. Her analiz depolama süreci boyunca tekrarlanmıştır. Panelistler patlıcan örneklerinin görünüş, koku, doku, renk ve genel beğeni kriterlerini 1-5 arasında puan vermek suretiyle değerlendirmişlerdir. Bu amaçla hedonik test kullanılmıştır. Panelistlere örnekler kendi beyaz polistren tabaklarında ve oda sıcaklığında (21 ± 1 oC) sunulmuştur. Duyusal değerlendirmede kullanılan form EK-1’de verilmiştir.

3.9 İstatistiksel Analiz

Çalışmada deney gruplara ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı varyans analizi (One-way ANOVA) Duncan yöntemi ile SPSS 23.0 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerdeki anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

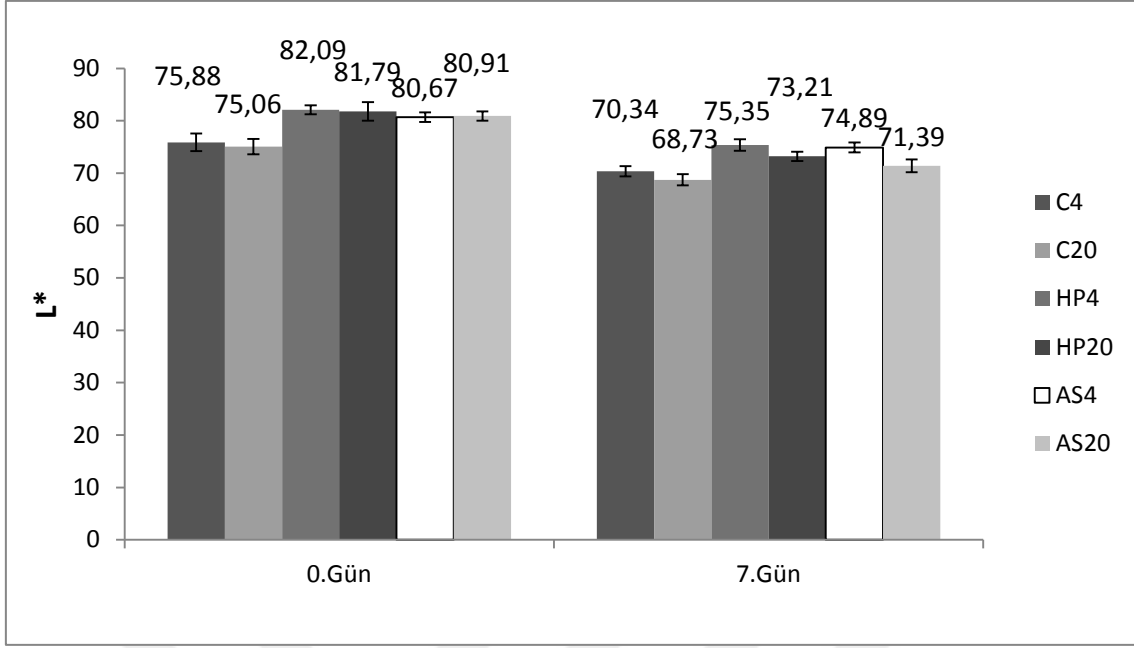
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Renk Analizi Sonuçları

Minimal işlenmiş gıdalarda önemli bir kalite kaybı sebebi enzimatik esmerleşmedir. Renklerdeki değişimin incelenmesi amacıyla CIE renk alanında L*, a* ve b* değerleri incelenmiştir. L* değeri ne kadar yüksekse, yüzeyin o kadar aydınlık (kararmamış) olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

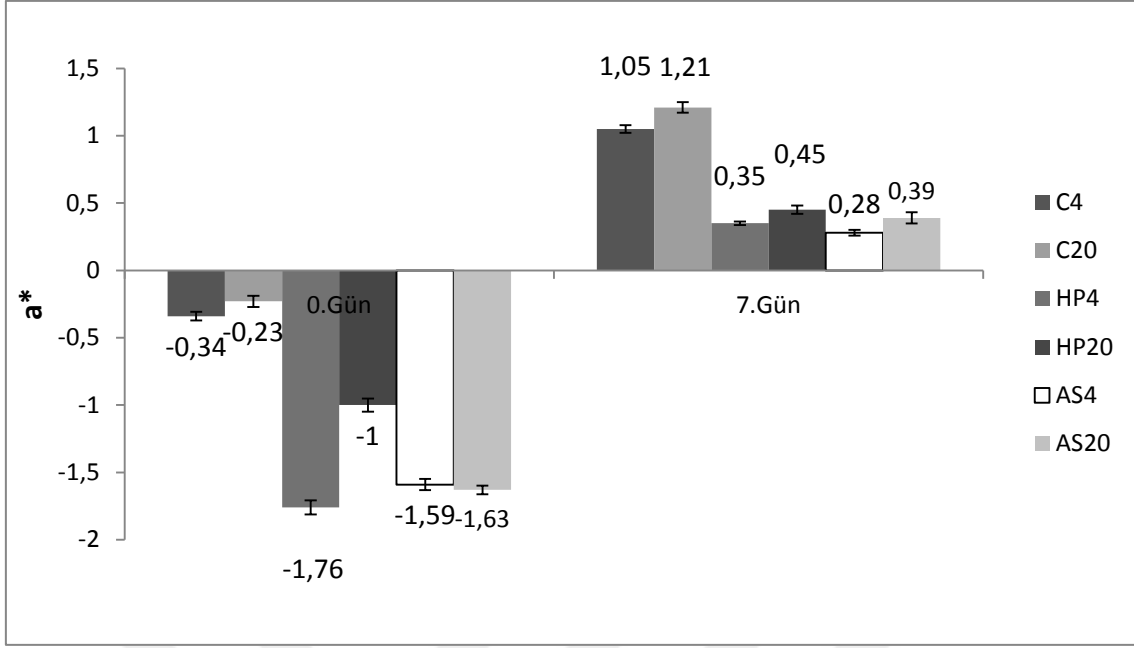
Şekil 4.1'deki sonuçlara göre L* değerleri depolama zamanı boyunca azalma eğilimindedir. Bunun sebebi oksidasyona ve kararmaya neden olan polifenol oksidaz gibi enzimlerin varlığıdır. Enzimatik esmerleşmenin engellenmesi için esmerleşme reaksiyonunu katalizleyen polifenol oksidaz enzimini engelleyici ajanlar kullanılmaktadır (Rojas-Graü *et al.* 2010). Esasında patlıcana uygulanan kesme, soyma veya doğrama gibi minimal işlemler, dokuların bütünlüğünü bozulduğu için enzimlerin oksijenle teması daha kolay hale gelmektedir. Dolayısıyla kesme işleminden sonra solüsyona (hipoklorit veya askorbik asit) daldırarak muamele, enzimlerin yüzeyden yıkayarak uzaklaştırılmasını sağladığı için örneklerin kararmasının engellenmesine katkı sağlamaktadır. Laurila vd. (1998)'nin yaptığı bir çalışmaya göre; dilimlenmiş patateslerin kalite kontrolünün soyulmuş bütün haldeki patateslerden daha zor olduğu belirtilmiştir. İdeal koşullarda soyulmuş bütün haldeki patatesler esmerleşmeyi önleyici kimyasallar kullanılmadan 7 gün süre ile depolanabilmişken, dilimlenmiş patatesler kalitesini muhafaza etmiş şekilde bu kadar süre depolanamamıştır.

Hipoklorit ve askorbik asitin ilk etapta renge oldukça olumlu bir etkisinin olduğu görülmektedir. Fakat zaman geçtikçe bu kimyasalların degradasyonu ve klorün uzaklaşması gibi nedenlerle (7. gün) kararma düzeyleri kontrol örneklerine yaklaşmaktadır. Kontrol grubu örneklerindeki kararma diğer örneklerle göre anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Kontrol da dahil örneklerin hepsinde zamanla artan kararma olmasına rağmen, soğukta depolanmış gruplardaki kararma düzeyi oda koşullarındaki gruplara kıyasla sınırlı kalmış, kontrol hariç diğer muameleler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$).



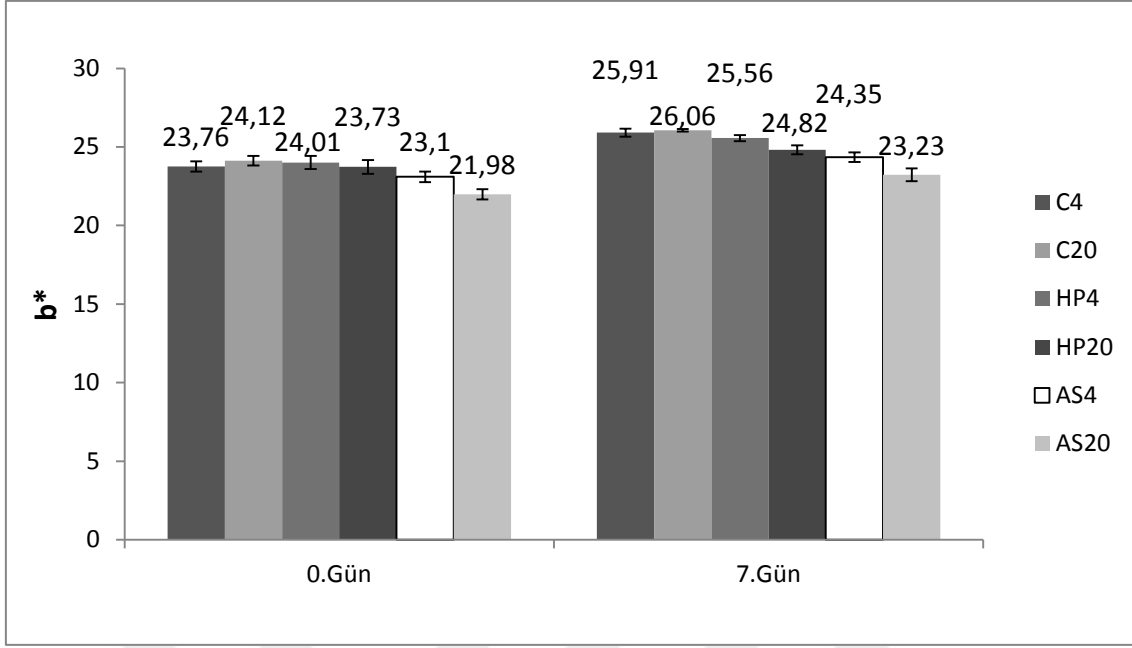
Şekil 4.1 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu parlaklık (L*) değerinde meydana gelen değişimler.

Şekil 4.2'deki sonuçlara göre a* değeri patlıcanda karakteristik renkler olarak yeşillik-kırmızılık değeridir. Kontrol grubu örnekleri ile diğer örnekler arasındaki a* farkı anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Genel olarak tüm örneklerde ilk anda az da olsa var olan yeşillik zaman geçtikçe azalmış ve yerini eser orandaki kırmızılığa bırakmıştır. Burada olgunlaşma belirtisi olan yeşilin azalıp az miktarda da olsa kırmızının ortaya çıkması durumu, patlıcanların olgunlaşma sürecinin devam ettiğini düşündürmektedir.



Şekil 4.2 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu kırmızılık-yeşillik (a^*) değerinde meydana gelen değişimler.

Şekil 4.3’de sarılık değeri (+b) tüm gruplarda zaman geçtikçe artmıştır. Askorbik asitli örnekler hariç diğer örneklerin değerleri arasında fazla belirgin bir fark yoktur ($p>0.05$). Hipoklorit (10 ppm) ve askorbik asit (%4) çözeltisine daldırılan gruplardaki +b değerlerinin artışı, kontrol grubuna oranla daha sınırlı olmuştur.



Şekil 4.3 Patlıcan örneklerinin oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolanması sonucu sarılık-mavilik (b^*) değerinde meydana gelen değişimler.

Soğukta depolama minimal işlenmiş ürünlerde büyük ölçüde enzimatik aktiviteyi baskılayarak olumlu sonuçlar vermiştir (Aguayoa *et al.* 2010, Demirbükür vd. 2004). Literatürde taze kesilmiş meyve ve sebzelerin minimal işlenmesinde önemli bir sorun olan esmerleşmeyi önlemek için önerilen temel yaklaşımlar arasında indirgeyici ajanların kullanımı ile birlikte düşük sıcaklıkta depolama yer almaktadır (Sapers *et al.* 1990, Luo and Barbosa-Canovas 1996). Dilimlenmiş meyve ve sebzelerde meydana gelebilecek enzimatik olmayan esmerleşmeler yüzeyde görülmekte ve ısı etkisiyle artış göstermektedir. Bu nedenle de depo sıcaklığı önemli bir etken olmaktadır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Esmerleşmenin önlenmesi için yaygın olarak kullanılan bileşenlerden biri de askorbik asittir (AA) (Aguilar *et al.* 2005). Askorbik asit kullanımının yüzey kararmasına karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir benzer bir araştırmada da taze kesilmiş patlıcanlarda askorbik asit - kalsiyum klorür ve soğukta depolama uygulamasının 0-2°C de depolama ile birlikte 8 hafta boyunca rengin korunmasına yardımcı olduğu ortaya konmuştur (Anese *et al.* 1997). Minimal işlenmiş gıda üretiminde genellikle kullanılan indirgen ajanlar; askorbik asit, izoaskorbik asit, sodyum eritorbat, tiol içeren aminoasitler (N-asetilsistein, glutatyon vb.)'dir (Oliu *et al.* 2010).

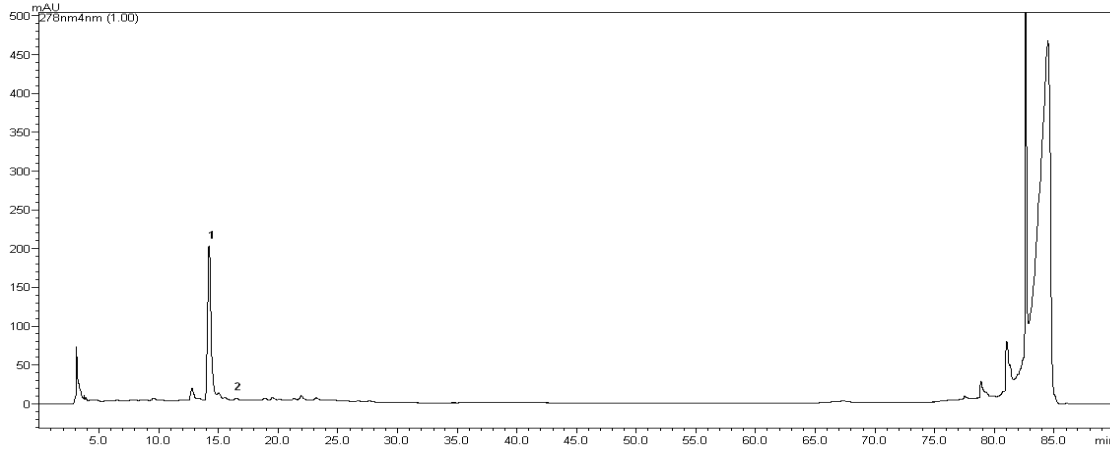
Saper ve Miller (1998), yaptıkları bir çalışmada; minimal işlenmiş armutlarda esmerleşmenin önlenmesi ve kaliteyi muhafaza etmek amacıyla örnekleri, sodyum eritorbat (%4), kalsiyum klorür(%0.2) ve 4-hexyresorcinol (100 ppm) içeren solüsyona daldırılmış, %14 O² ve %3 CO² içeren modifiye atmosferde 4°C’de 12-14 gün muhafaza etmiştir. Neticede ‘d’Anjou’ cinsi armut dilimlerinin esmerleşme reaksiyonları kontrol altına alınmış ve kalitenin korunması sağlanmıştır.

Pizzocaro vd (1993) elmadaki polifenoloksidaz (PPO) enzimini inaktif etmek için AA kullanılmış ve başarılı olduğu rapor edilmiş, ancak kayısı, muz ve ayvada yapılan çalışmalarda olumlu sonuç alınamamıştır (Demir vd. 2000, Odabaşı vd. 2002, Demir vd. 2001).

Yapılan başka bir araştırmada ise; askorbik asit, askorbik asidin bir izomeri olan eritorbik asit, L-sistein, 4-Hekzilresorsinal (4-HR) ve ananas suyunun taze kesilmiş elmalarda esmerleşmeyi önlediği belirtilmiştir. Bu araştırmada; % 0,005 4-HR + % 0,5 askorbik asit kombinasyonunun armut dilimlerine uygulandığında ise 20 gün boyunca esmerleşmeyi önlediği belirtilmektedir (Dong *et al.* 2000).

4.2 Klorojenik Asit Analizi

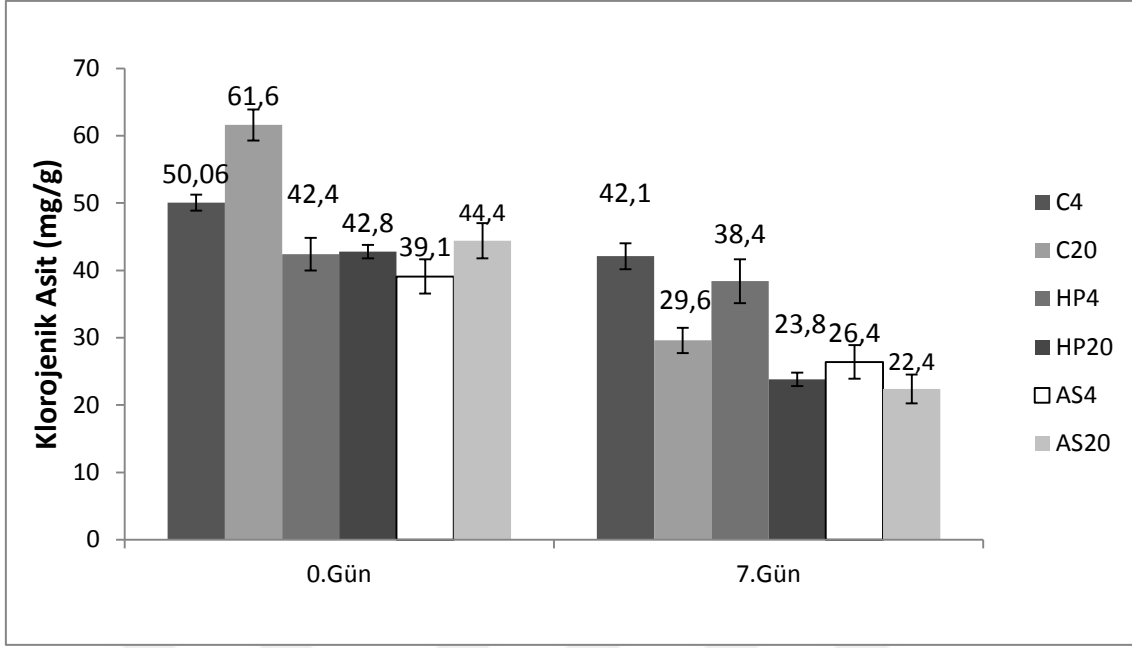
Patlıcan olarak da bilinen *Solanum melongena* L., yaygın olarak tüketilen bir sebze olmasının yanında, yapısında birçok fenolik bişelen bulunmaktadır. Bu özelliği patlıcanın antioksidan özelliğe sahip olmasını sağlamaktadır. Patlıcanda bulunan temel fenolik bileşenler arasında klorojenik asit bulunmaktadır (Şekil 4.4). Patlıcanın genellikle bir sebze olduğu düşünülse bile, botanik açıdan bir meyvedir.



Şekil 4.4 Patlıcan numunesi için HPLC analizinde klorojenik asit kromatogramı (pik no:1, C4 örneği).

Patlıcan içerdiği fenolik bileşikler sebebiyle antioksidan aktivitesi ile de bilinir (Cao *et al.* 1996) ve bunlardan klorojenik asit (5-O-kaffeoilkinik asit) en yoğun olanıdır (Whitaker 2003, Alarcon-Flores 2015). Kenger gibi patlıcanla akraba olan sebzelerde de, 5 mg/g gibi yüksek miktarda klorojenik asit türevi bulunmuştur (Juániz 2016). Antioksidan aktiviteye ek olarak, klorojenik asit; anti-enflamatuar, antimutagenik ve antiproliferatif gibi birçok farklı biyolojik aktiviteye de sahiptir (Huang *et al.* 2010). Bu bileşikler ayrıca tripsin, amilaz ve diğer enzimlerin aktivitesini de etkileyebilmektedir (Zhu *et al.* 1997, Ong *et al.* 2013).

Şekil 4,5'te elde edilen sonuçlara göre klorojenik asit miktarında bütün gruplarda zamanla azalma meydana gelmiştir. Başlangıçta (0. gün) askorbik asit ve hipoklorit uygulamaları fenolik bileşeni etkilemiş görünmektedir Özellikle başlangıçta (0. Gün) kontrol örneklerinde klorojenik asit miktarı diğer örneklere göre fazla bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu fark 7. günde kontrol örnekleriyle beraber ise klora daldırılmış örneklerde yine belirgindir.



Şekil 4.5 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucunda klorojenik asit miktarında meydana gelen değişim.

Klorojenik asit kaybındaki en önemli etkenlerin depolama sıcaklığı ve zaman olduğu görülmektedir. Kontrol örneği hariç diğer bütün örneklerde oda sıcaklığında depolanan gruplarda meydana gelen kayıp (düşüş) soğukta depolananlara göre daha fazladır. C20 grubu için 0. gündeki bu yüksek klorojenik asit değerinin, patlıcanın yapısına bağlı olarak organik asitteki bölgesel bir miktar farklılığından ya da muhtemel analiz hatasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak kayıplar incelendiğinde iki farklı sıcaklıkta meydana gelen kayıp miktarları arasındaki fark, hipoklorit uygulanmış grupta yaklaşık % 35 iken askorbik asit uygulanmış grupta %17 olmuştur. Bu da soğukta depolamanın, askorbik asit uygulanmış örneklerle diğer iki gruptakiler kadar etki etmediğini göstermektedir.

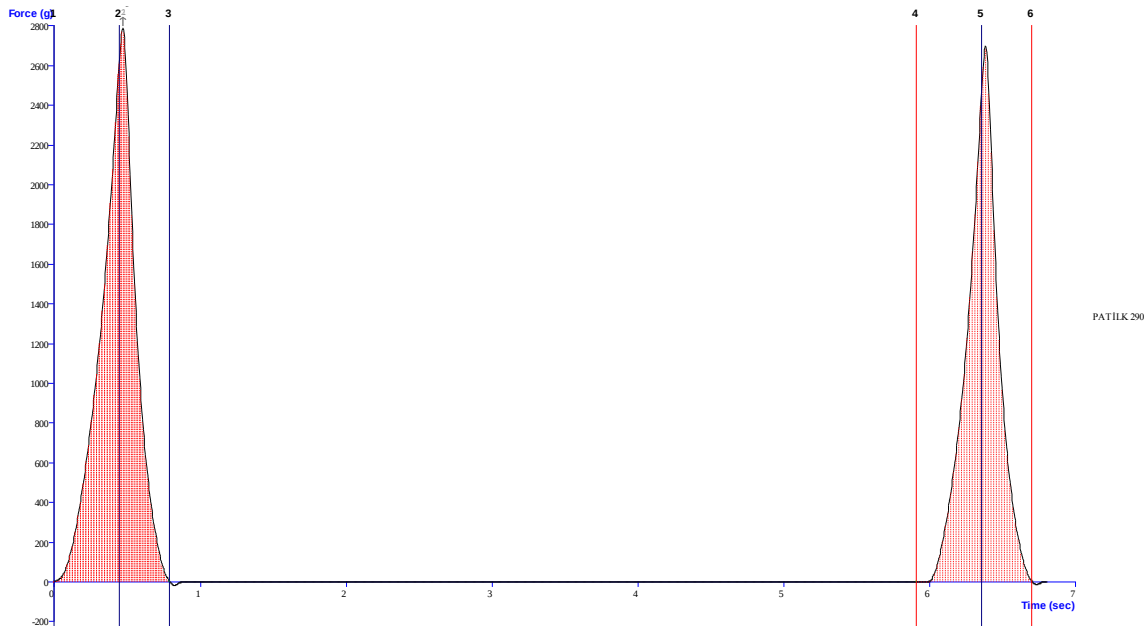
Taze olarak depolanan patlıcanlarda zaman ve yüksek sıcaklık (oda sıcaklığı) etkisiyle klorojenik asit miktarında kayıplar yaşanırken yapılan bazı çalışmalarda patlıcanda bulunan klorojenik asit miktarının ısıtma işlemleriyle arttığı görülmüştür. Çoğu durumda, ısıtma fenolik bileşiklerin azalmasına neden olur, ancak bazen fenoliklerin konsantrasyonunu taze bitki materyaline göre artabilir (Bunea *et al.* 2008, Arkoub-Djermoune *et al.* 2016).Tüketimden önce ısıtma işlem uygulamanın hem polifenol profilini

hem de antioksidan kapasiteyi etkileyerek bitkisel bileşimi önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir.

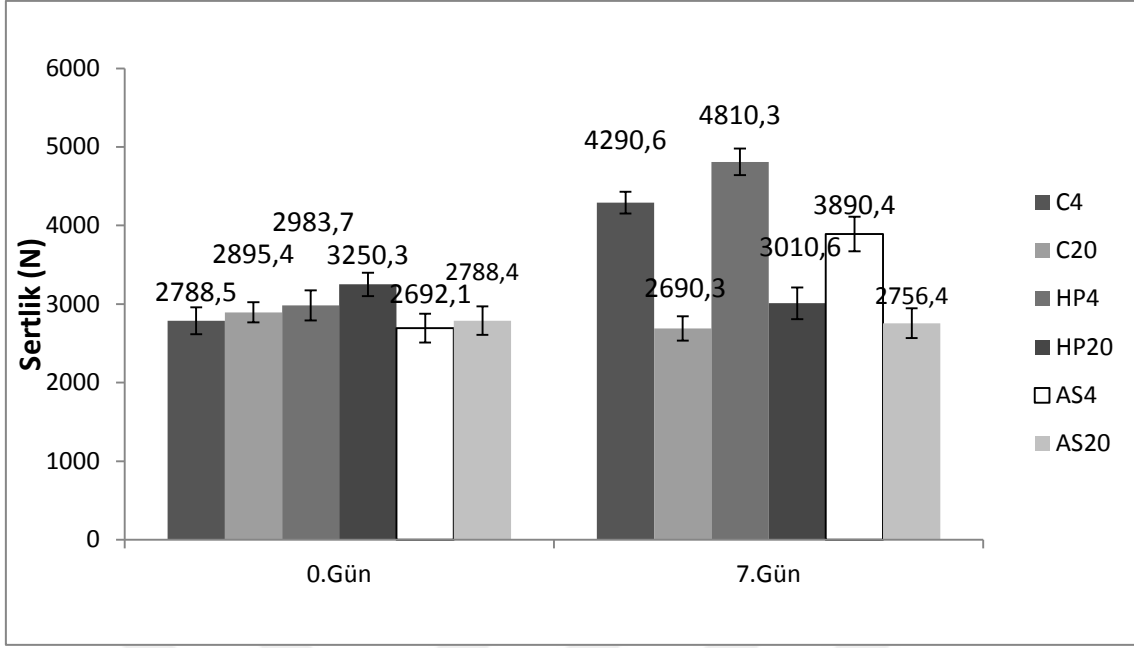
Šilarová vd. (2019)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, farklı pişirme prosedürlerinin klorojenik asit muhtevası üzerindeki etkisi, HPLC ile farklı coğrafi kökenli patlıcan örneklerinde değerlendirilmiştir. Isıl işlem görmüş her patlıcan örneğinde klorojenik asit içeriği; pişirme prosedürü sırasında uygulanan sıcaklığa bağlı olarak farklı çıkmıştır. Özellikle, artan sıcaklıkta klorojenik asit içeriğinde bir artış gözlenmiştir. Aynı çalışmada depolamanın klorojenik asit içeriği üzerindeki etkisi de izlenmiş ve taze numunelerdeki klorojenik asit seviyesi dört haftalık depolama boyunca düşerken, aynı süre içinde ısıtılmış işlem görmüş patlıcan içeriğinde bir artış gözlenmiştir.

4.3 Tekstür ve Ağırlık Kaybı Analizleri Sonuçları

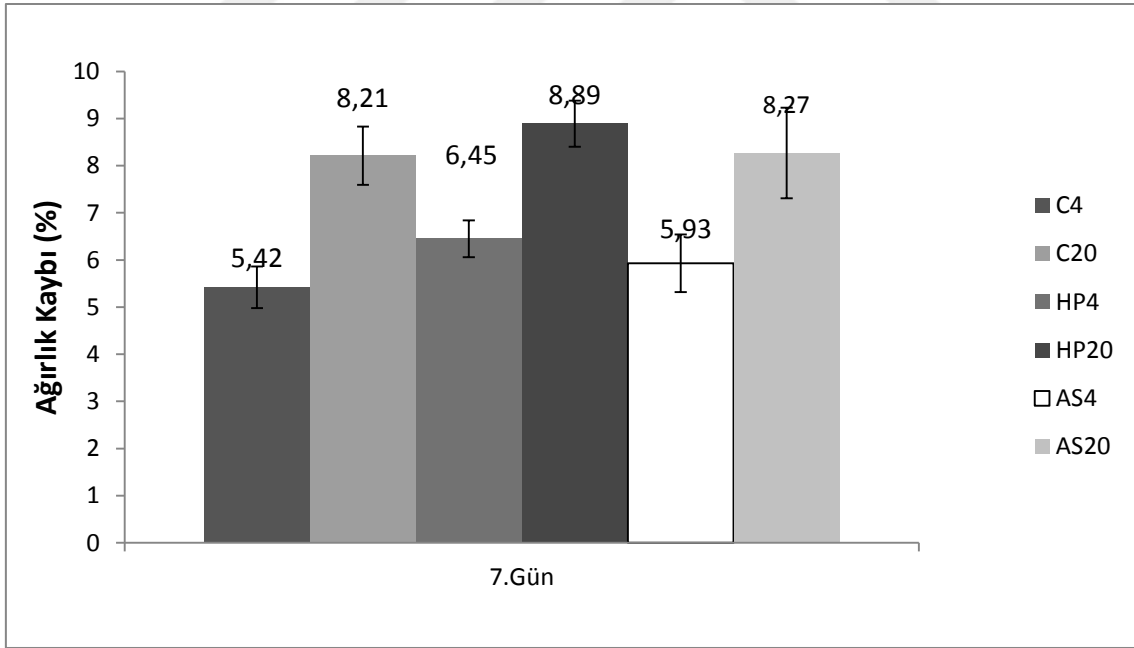
Örneklerin depolama süresi sonucunda tekstür profili analizine (Şekil 4.6) göre sertlik değerleri ve ağırlık kaybı değerleri ölçülmüş, sonuçlar Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.6 Patlıcan numunesi için TPA analizi sonucu (C4 örneği; 0. Gün).



Şekil 4.7 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucundaki sertlik değişimleri.



(*) Başlangıç olduğu için ağırlık kaybı yoktur

Şekil 4.8 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonucunda ağırlık kaybı sonuçları.

Sonuçlara göre düşük sıcaklıkta (+4 °C) bekletilen tüm gruplarda sertlik değerleri zamanla artış göstermiştir. Ancak oda sıcaklığında (20 °C) depolanan gruplarda sertlik değerlerinde az da olsa düşüşler gözlenmiştir. Askorbik asit ile muamele edilen gruplarda ilk anda (0. gün) sertliğin diğer gruplardan daha fazla olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Klorun ve askorbik asit, dokularda yaptıkları muhtemel değişiklikten dolayı sertlik üzerine etkileri buzdolabı koşullarında depolanan HP4 ve AS4 örneklerinde daha belirgin olmuştur ($p<0.05$). Oda sıcaklığında depolananlarda görülen muhtemel enzimatik aktiviteye bağlı olan yumuşamadan kaynaklı sertlik değerleri düşük kalmıştır.

Meyve ve sebze canlılıklarının en önemli belirtilerinden biri de su kaybıdır. Meyve ve sebzeler ortalama olarak %75-95 arasında su içerirler. Meyvelerde %4-6, sebzelerde %3-5 su kaybı ticari değerlerini düşürmektedir. Su kaybı ortamın sıcaklığına, meyve ve sebzelerin solunum hızına, çeşidine ve özellikle dış dokuların morfolojik yapısına bağlı olarak değişmektedir (Cemeroğlu 2011). Ağırlık kaybı burada nem kaybı olarak dikkate alınmıştır (Şekil 4.8). Burada oda sıcaklığında depolanan gruplardaki nem kaybı, soğuktakilere kıyasla daha fazladır. Bu anlamda minimal işlenmiş patlıcanlarda düşük depolama sıcaklığının ağırlık kaybını azaltıcı yönde etki ettiği görülmüştür.

Nem kaybı 20 °C’de fazla olmasına rağmen bunun sertlik üzerinde etkisi ilginç bir şekilde görülmemektedir. Normal şartlarda nem kaybeden bir örneğin sertleştiği kabul edilir. Fakat burada muhtemelen patlıcanın dokusunda yumuşamaya neden olan enzimlerin oda sıcaklığında daha aktif hale gelmesi nedeniyle yüzeyde kuruma gerçekleşse bile dokunun iç kısımlarında yumuşamaya neden olmuştur. Bu da sertlik değerlerinin, 20 °C’de depolanan gruplarda bariz bir şekilde düşmesine neden olmuştur.

Meyve ve sebzelerde minimal işlemenin temeli olan soyma, kesme, doğrama gibi işlemleri sırasında hücre altı bölümler bozularak enzim ve substratın bir araya gelmesine yol açmaktadır. Böylece pektolitik enzimler pektik bileşenlerle reaksiyona geçerek, tekstürde yumuşamaya yol açmaktadır. Bunun önüne geçmek için bazı kalsiyum tuzları kullanılmaktadır. Kalsiyum iyonları, pektik bileşikler ile çapraz bağlar oluşturarak fizyolojik bozulmanın önüne geçmektedir (Rojas-Graü *et al.* 2009). Tekstürel bozulmaların önlenmesi için en çok kullanılan kalsiyum tuzu kalsiyum

klorürdür. Ancak kalsiyum klorürün acı tat vermesi nedeniyle son yıllarda kalsiyum propiyonat ve kalsiyum askorbat kullanımı üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır (Oliu *et al.* 2010).

Luna-Guzman ve Barrett (2000) minimal işlenmiş kantaloop kavunlarında saklama sırasında meydana gelen yumuşamanın önüne geçmek üzere bazı çözeltilerin etkinliğini araştırmışlardır. Kalsiyum klorür (%2.5) ve kalsiyum laktat (%2.5) çözeltilerine 1 dakika boyunca daldırılıp muamele edilen kavunların, 5 °C'de % 95 bağıl neme sahip ortamda 12 gün boyunca tekstürünü muhafaza ettiği bildirilmiştir. Ancak, kalsiyum klorür ile muamele edilen kavunlarda istenmeyen acı bir tat meydana geldiği bildirilmiştir.

Barbagallo vd. (2012), minimal işlenmiş patlıcanlar üzerinde kalsiyum askorbat ve kalsiyum sitratın yumuşamayı engelleyici etkisini araştırmışlardır. Patlıcan dilimleri, 60 °C'deki %0.4'lük çözeltilere daldırılmış ve 4 ± 0.5 °C'de 10 gün muhafaza edilmiştir. İki çözelti de yumuşamaya neden olan pektinmetilesteraz ve poligalakturanaz aktivitesini düşürdüğü ancak tüketiciler tarafından beğenilen grubun kalsiyum askorbat çözeltisine daldırılan olduğu bildirilmiştir.

Silveria vd. (2011), 'Galia' tipi kavunlarında yumuşamayı engelleme amacı ile kavun dilimlerini 60 °C'deki kalsiyum klorür, sitrat, laktat, askorbat, tartarat, silikat, propiyonat içeren hidrojen peroksit çözeltilerine (50mg L^{-1}) 1 dakika boyunca daldırmışlardır. 5 °C'de 10 gün sonunda, 4.5 kPa O₂ ve 14.7 kPa CO₂ birleşiminde oluşan pasif modifiye atmosfer koşullarında, kalsiyum laktat, askorbat ve klorür, tatta bozulmaya neden olmadan solunumu düşürdüğü ve dokunun sertliğini koruduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada; 4°C'de 8 gün boyunca hava sızdırmaz PVC kapaklı polivinil klorür (PVC) kaplarda saklanan taze kesilmiş papaya dilimlerinde; % 2 gliserol + % 1 askorbik asit veya % 1 gliserol + %1 askorbik asit içeren kaplamalar, su bariyerinin özelliklerini ve sıklığını hafifçe iyileştirmiş ve yapılan askorbik asit ilavesi, depolama

boyunca beslenme kalitesinin korunmasına yardımcı olmuştur (Tapia *et al.* 2008). Ancak, duyuşal veya aroma özelliği ile ilgili hiçbir bildirim olmamıştır.

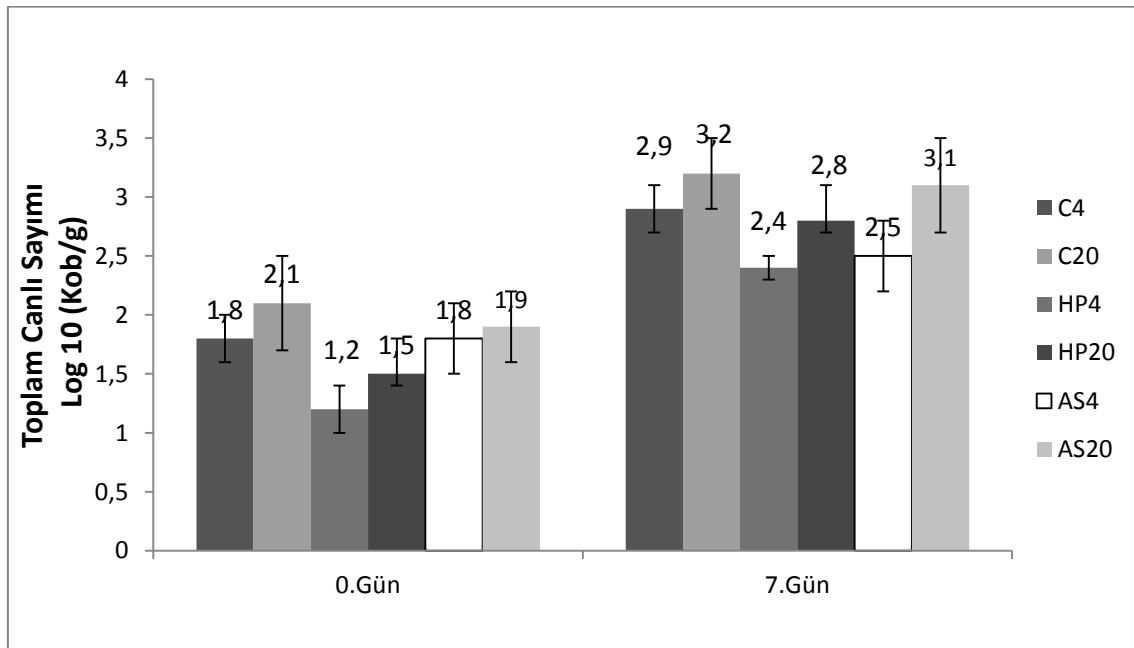
Bitki dokuları, % 99-99.5 bir bağıl nem (RH) ile aynı sıcaklıkta bir atmosfer ile dengededir (Burton 1982). Dokuyu çevreleyen atmosferde su buharı basıncının düşmesi durumunda su kaybı meydana gelecektir. Bütün meyve veya sebzelerde, hücreler arası alanlarda su doğrudan dış ortama maruz kalmaz. Bununla birlikte, bir meyve veya sebzenin kesilmesi veya soyulması iç dokuları açığa çıkarır ve su buharlaşma oranını büyük ölçüde artırır (Brecht 1995). Daha sonra mümkün olan en düşük su buharı basıncı açığını korumak için, minimal işlenmiş ürünler, su buharı geçirgenlik oranlarının düşük olduğu yarı geçirgen film paketlerinde rutin olarak kullanılır. Paket içindeki yoğunlaşma, ürün depolama atmosferinden daha yüksek bir sıcaklıktayken en şiddetlidir; bu, genellikle ürünün ilk soğuk depo odasına veya taşıma aracına yerleştirildiği zamandır (Brecht 1995).

Çalışmada kullanılan ambalaj materyali (polisitren tabak + streç film)'nin fazla nem kaybına neden olduğu görölmüştür. Nem ve dolayısıyla ağırlık kaybının önlenmesi için nem geçirgenliği düşük olan daha uygun bir ambalaj materyaline ihtiyaç olabilir. Nem kaybı, ürünlerindeki yüksek ağırlık kaybı nedeniyle önemli ekonomik kayıplara neden olan istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir (Tesfay and Magwaza 2017). Ağırlık kaybının önlenmesine ve dokusal kalitenin korunmasına yönelik zararlı etkilerin azaltılması için uygun ambalajlamanın önemli bir faktör olduğu görölmektedir.

4.4 Mikrobiyolojik Analizler

Hasat sonrası meyve ve sebzelerde görölen metabolizma olaylarının en önemlileri etilen oluşumu, solunum, enzimatik esmerleşme, besin kaybı, su kaybı ve mikrobiyolojik bozulmadır (Brecht *et al.* 2004). Bu sebeple çalışmada minimal işlenmiş patlıcanların depolama süreci sonunda mikrobiyal yüklerindeki değışim incelenmiş ve sonuçlar Şekil 4.9'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin depolama sürecinin başında düşük bir mikrobiyal yüke sahip oldukları görölmektedir. Hipokloritin ilk anda belirgin bir etkisinin olduğu görölmektedir. Ancak bu durum zamanla klorun kimyasal etkisini

kaybetmesi ile azalmıştır. Askorbik asit ve hipokloritin maya ve küf sayısı üzerindeki baskılama etkisi soğukta depolanan gruplarda oda sıcaklığındakilere oranla daha belirgin olsa da istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir ($p < 0.05$). Yine benzer şekilde kontrol örnekleri ile asit ve klor uygulaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu da uygulanan işlemler arasında özellikle soğukta depolama işleminin mikrobiyal yük açısından taze kesilmiş meyve ve sebzelerde uygun bir saklama koşulu olduğunu ortaya koymaktadır. Tüm gruplardaki mikrobiyel yüklerde zamanla artış olmuş ancak kabul edilebilir düzeyde kalmıştır.



Şekil 4.9 Patlıcan örneklerinde oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonundaki toplam canlı sayısındaki değişimler (log 10 kob/g).

Literatürde de bazı kimyasal uygulamaları ile meyve ve sebzelerde mikrobiyal yükün incelenmesine yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Roberts vd. (1998) yaptıkları bir çalışmada *E. coli* O157: H7'nin 10°C'de sitrik ve malik asit ile asetik, laktik veya tartarik asit ile olduğundan daha hızlı inaktif olduğunu belirtmişlerdir.

Fallik vd. (1994), tarafından patlıcan ve kırmızıbiber üzerinde yapılan bir çalışmada %0.24 H₂O₂ içeren çözelti ile muamelenin *Botrytis cinerea* ve *Alternaria alternata*'yı baskıladığı, numunelerin depolama sırasında bozulmalarını önlediği bulunmuştur. Ayrıca Bhagwat (2006), taze doğranmış kavun dilimlerinin H₂O₂ çözeltisiyle dezenfekte

edilmesinin, klorla dezenfekte edilmesine göre raf ömrünü 4-5 gün uzattığını tespit etmiştir.

Yapılan bir çalışmada 80 mg/L peroksi asetik asit kullanımının taze doğranmış elmalarda *E. coli* O157:H7 popülasyonunu azaltmada klor-askorbat çözeltisinden daha etkili olduğu bulunmuştur (Wang *et al.* 2007).

Cemeroğlu (2011), meyve ve sebzelerin yüksek O₂ ve CO₂ geçirgenliğine sahip bir filmle kaplanması ve ayrıca 3°C'den daha düşük sıcaklıklarda depolanmasının *Clostridium* sporlarının gelişmesini önleneceğini belirtmiştir.

Roberts vd. (1998) yaptıkları bir çalışmada *L. monocytogenes*'i kontrollü atmosfer şartlarında inhibe ederek brokoli ve kuşkonmazın raf ömrünü uzatmışlardır. *L. monocytogenes* gelişimini önlemek için klor gibi kimyasal dezenfektanlar veya nisin gibi antimikrobiyel etkiye sahip bakteriyosinler de kullanılabilir.

Minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde klor uygulaması yaygın bir kullanıma sahip olmasının yanında, etkisini hızla kaybetme ve klor gazının çevreye yayılması gibi olumsuzlukları sebebiyle kullanım alanında daralma söz konusudur. Son yıllarda klorun ultrasonik yöntemlerle kombine edilmesi ile ilgili çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Cemeroğlu 2011).

4.5 Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analizler birçok gıda ürününün pazarlamasında önemli olduğu kadar, taze kesilmiş ürünlerin pazarlanmasında da yararlı bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Laurila vd. (1998)'ne göre duyusal özellikler tüketici kabulünü etkileyen çok önemli bir faktördür. Duyusal değerlendirme; kişinin görme, duyma, tat ve koku alma ile dokunma duyuları aracılığıyla aldığı verilerin değerlendirilmesidir. Başka bir deyişle, duyu organlarının dış uyaranlardan beyne besin özellikleri hakkında bilgi aktarmasına yardımcı olan algılayıcılar olarak görülebilir (Ottoson and Shepherd 1967). Duyusal

değerlendirme esnasında, duyu özellikler sırasıyla: görünüm, koku/aroma, lezzet ve doku olarak ele alınır (Anonim 2018).

Minimum işlem görmüş gıdalarda, işlem basamağı çok az olmasının yanında doğal bütünlüğün bozulması nedeniyle kimyasal ve mikrobiyal değişimler açısından savunmasız hale gelmekte ve dolayısıyla çok kısa sürede bozulma eğilimindedir. Bu yüzden yapılan bazı uygulamalar mikrobiyal güvenliğini sağlamak, besin değerlerini ve duyu kaliteyi korumak amacı taşımaktadır (Oliu *et al.* 2010).

Çizelge 4.1 Patlıcan örneklerinin panelistler tarafından oda sıcaklığı (C20, HP20 ve AS20) ve soğukta (C4, HP4 ve AS4) depolama sonundaki duyu analiz değerlendirmeleri.

Örnekler	C4		C20		HP4		HP20		AC4		AC20	
Gün	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
Görünüm	4,87	3,5	4,93	2,11	4,89	3,89	4,93	2,34	4,82	2,3	4,89	2,1
Renk	4,78	3,3	4,89	1,8	4,85	3,57	4,85	2,45	4,87	2,9	4,82	2,32
Koku	4,95	3,7	4,98	2,5	4,35	2,54	4,41	2,32	4,34	2,5	4,41	2,35
Tekstür	4,92	3,5	4,83	2,72	4,97	3,5	4,98	2,5	4,89	2,32	4,82	2,65
Genel Kabul	4,92	3,4	4,92	2,32	4,78	3,4	4,8	2,4	4,73	2,67	4,75	2,42

Depolama sürecinin başında ve sonunda patlıcan örneklerinde renk, doku, görünüş, koku ve genel beğeni gibi duyu analizler yapılmıştır (Çizelge 4.1). Askorbik asit ve hipoklorite daldırma işlemleri patlıcanın rengini açması nedeniyle ilk anda kontrol grubuna oranlatüketici açısından daha iyi bulunmuştur. Ancak zamanla (7. gün), askorbik asitin renk koruyucu etkisi ve klorun renk açıcı etkisinin kaybolduğu görülmüştür.

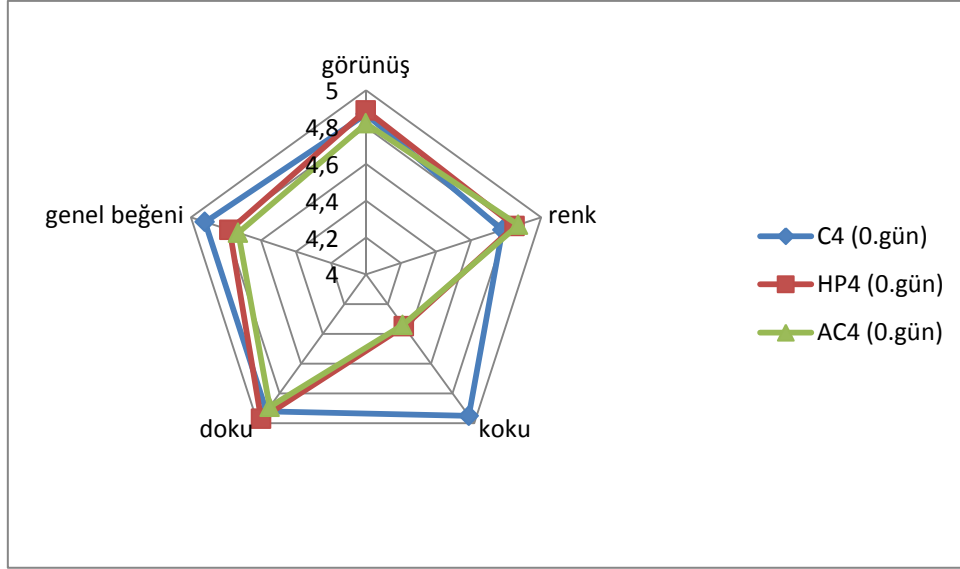
İlk anda (0. gün), hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamış olan kontrol grubu örneklerinin kokusu, askorbik asit ve hipoklorit uygulanmış olan örneklerden daha çok beğenilmiştir. Burada patlıcanın kendine has doğal kokusunun kimyasallarca değiştirilmesi gerekçe gösterilebilir. Depolama süreci sonunda kendine has kokusunu diğerlerine göre en fazla muhafaza edebilen grup +4 °C’de depolanmış kontrol grubu olmuştur. Koku faktörü, genel beğeniye en fazla olumsuz katkıyı yaparken tekstür faktörü, en fazla olumlu katkıyı sunmuştur.

Hipokloritin ilk anda (0. gün) klor etkisiyle patlıcanın yapısını sıkılaştırması, HP4 ve HP20 gruplarının tekstür için oldukça yüksek skorlar almalarını sağlamıştır. Ancak klorun zamanla etkisini kaybetmesi bu grupların genel ortalamaya yaklaşmasına neden olmuştur.

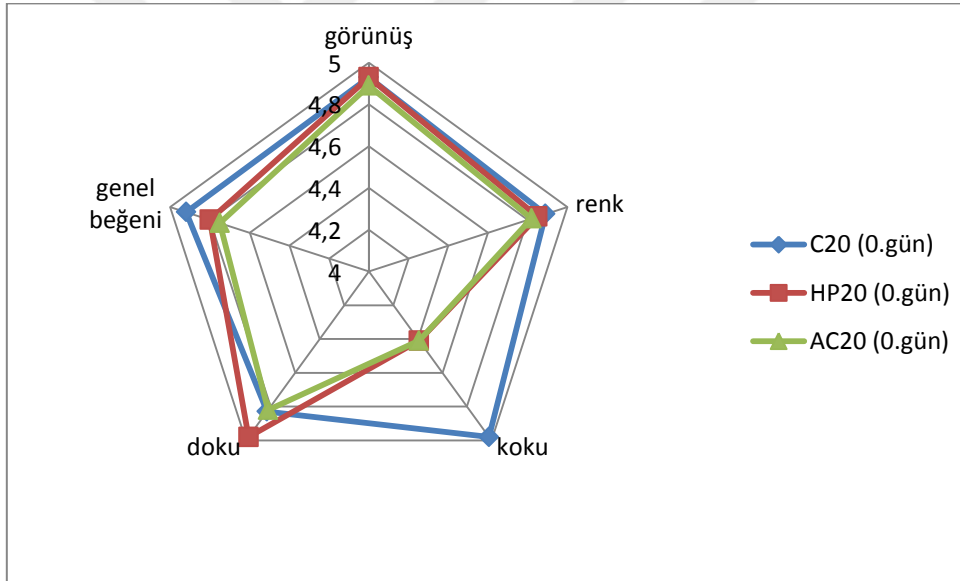
+4 °C’de saklanan tüm gruplar neredeyse tüm kriterlerde 20 °C’dekilere kıyasla daha yüksek skorlar almıştır. Burada yüksek depolama sıcaklığının olumsuz etkisinden bahsedilebilir ve minimal işlenmiş taze meyve ve sebzelerde depolama sıcaklığının düşük tutulması (+4 °C), tüketici beğenisini arttırmada önemli bir etken olmuştur (Şekil 4.10 ve Şekil 4.12).

Zamanın, taze meyve ve sebzeler için saklama koşulları ne olursa olsun olumsuz bir etkisinin olduğu genel bir kabuldür. Yapılan bu çalışmada bir kez daha görülmüştür. Tüm grupların ilk andaki (0. gün) tüm kriter skorları, depolama sürecinin sonundaki (7. gün) skarlardan oldukça yüksektir. Bu da zaman faktörünün her şartta taze meyve ve sebzeler üzerinde olumsuz etkisinin olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla taze meyve ve sebzelerde depolama süresi 7 günü geçmemeli ve mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tüketiciye sunulmalıdır.

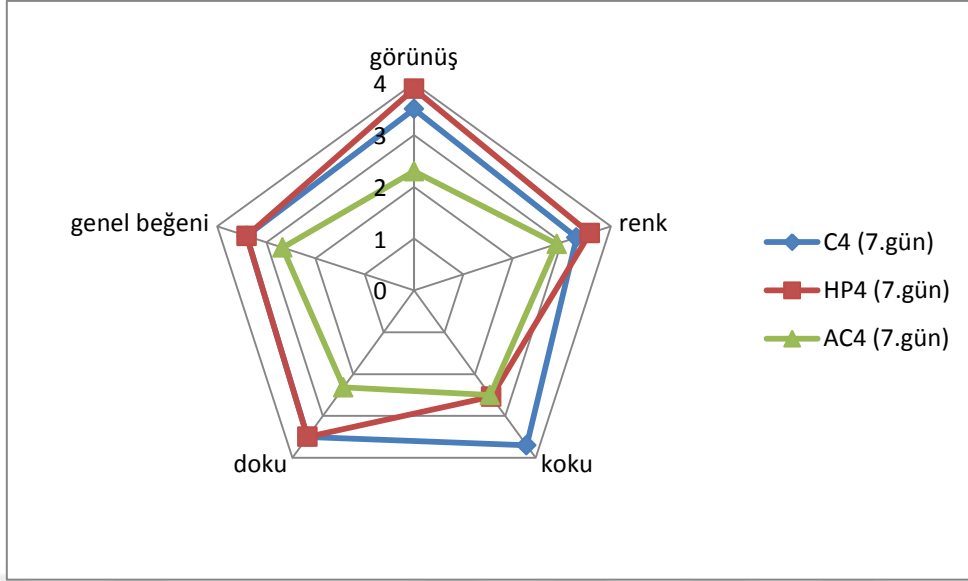
Genel beğeni, depolama süresince azalmış, bunda da en önemli etkenlerden biri örneklerin uygulanan yüzey kurumaları ve kararma olmuştur.



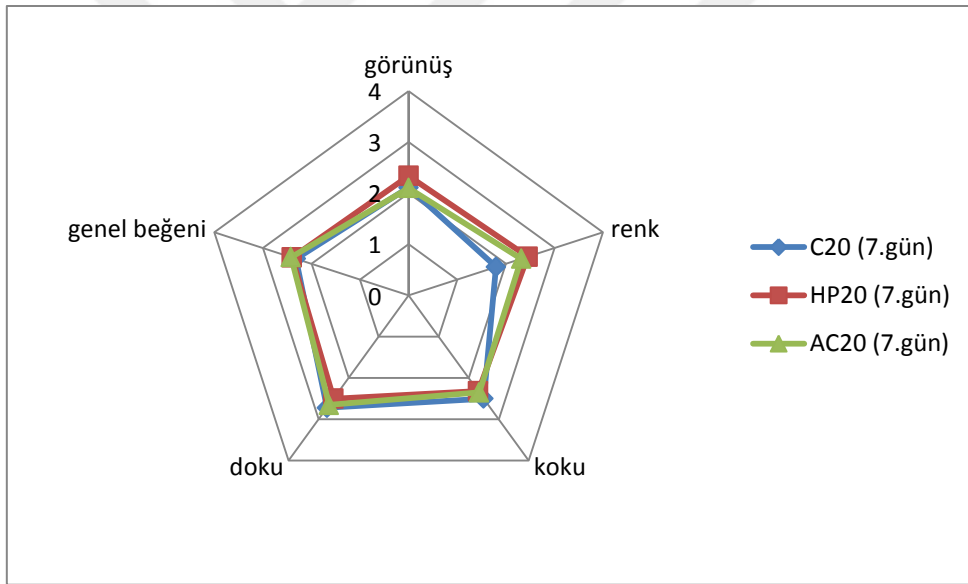
Şekil 4.10 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (0.gün, +4°C depolama).



Şekil 4.11 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (0.gün, +20°C depolama).



Şekil 4.12 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (7.gün, +4°C depolama).



Şekil 4.13 Patlıcan örneklerine ait duyu analizi skorları (7.gün, +20°C depolama).

Literatürde de minimal işlenmiş, taze kesim meyve ve sebzelerle ilgili duyu analizi çalışmaları mevcuttur. Oms-Oliu vd. (2007) yaptıkları bir çalışmada, % 1'lik askorbik asit ve % 0.5'lik kalsiyum klorürün; alkol birikimini, renk kaybını, yarı saydamlığı ve etin yumuşamasını önleyerek raf ömrünü 10 güne kadar uzattığını bildirmişlerdir.

Taze kesilmiş ananas 2 dakika boyunca % 0.25 askorbik asit ve % 10 sukroz içine daldırılmış ve aktif MAP (4 kPa O₂ + 10 kPa CO₂) altında, 4 ° C'de depolanmış ve 7 günün sonunda duyusal kaliteyi korumuştur (Liu *et al.* 2007).

Çeşitli çalışmalar; askorbik asit, kalsiyum laktat, sistein veya 4-heksilresorsinolün, elma ve armutun uzun süreli taze kesilmiş depolanmasında kızarmayı etkin bir şekilde kontrol etmede tek başlarına kullanıldıkları zaman yetersiz olduğunu göstermiştir (Gorny *et al.* 2002). Bununla birlikte, bu tedavilerin çeşitli kombinasyonları, başka uygulamalar ile (azaltılmış glutatyon, N-asetil-L-sistein) kullanıldığında, PPO üzerinde doğrudan etki yaparak esmerleşmeyi kontrol etmede oldukça etkili olduğu belirtilmiş (Rojas-Graü *et al.* 2008) ve bu durumda, tüketici panelistleri koruyucu işlem görmüş dilimler ile kontrol meyvesi arasında ayırım yapamadıkları için olumlu duyusal sonuçlar ortaya çıktığı bildirilmiştir (Gorny *et al.* 2002).

5. SONUÇ

Sonuçlar göz önüne alındığında taze dilimlenmiş patlıcanların raf ömürlerinin uzatılması için patlıcanlar için soğukta muhafaza, ambalajlama, askorbik asit ve klor uygulaması gibi engeller uygulandığında; depolama zamanı boyunca oksidasyon ve enzim varlığı nedeniyle örnekler kararmış, parlaklık (L^*) değerlerinin tüm örneklerde azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Soğukta depolamanın enzim aktivitesini baskılama etkisi büyük oranda olumlu sonuç vermiştir. Bunun yanında askorbik asit (%4) ve hipoklorit (10 ppm) kullanımının ilk etapta ürün parlaklığına oldukça olumlu bir etkisi görülmektedir. Zaman geçtikçe (7. gün) bu kimyasalların degradasyonu ve klorün uzaklaşması gibi nedenlerle kararma düzeyleri kontrol örneklerine yaklaşmaktadır ancak buna rağmen bu örneklerde parlaklık kabul edilebilir düzeyde kalmıştır.

Patlıcanda bulunan temel fenolik bileşenler arasında klorojenik asit bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre klorojenik asit miktarında bütün gruplarda zamanla azalma meydana gelmiştir. Klorojenik asit kaybındaki en önemli etkenlerin depolama sıcaklığı ve zaman olduğu görülmektedir. Bütün örneklerde oda sıcaklığında depolanan gruplarda meydana gelen kayıp soğukta depolananlara göre daha fazladır.

Muhafaza süreci sonunda sonuçlara bakıldığında sertlik değerinin soğukta zamanla arttığı oda sıcaklığında ise az da olsa azaldığı tespit edilmiştir. Ağırlık kayıpları soğukta depolamada, oda sıcaklığındakine kıyasla büyük oranda önlenmişse de kullanılan kimyasalların ağırlık kaybını önlemede belirgin bir etkisi gözlenmemiştir. Bu anlamda minimal işlenmiş patlıcanlarda düşük depolama sıcaklığının ağırlık kaybını azaltıcı yönde etki ettiği görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre örneklerin depolama sürecinin başında düşük bir mikrobiyal yüke sahip oldukları görülmektedir. Hipokloritin ilk anda kısmen etkili olduğu görülmüştür. Ancak bu durum zamanla klorun kimyasal etkisini kaybetmesi ile azalmıştır. Askorbik asit (%4) ve hipokloritin (10 ppm) maya ve küf sayısı üzerindeki baskılama etkisi, soğukta depolanan gruplarda oda sıcaklığındakilere oranla daha

belirgin olmuştur. Bu da soğukta depolama işleminin mikrobiyal yük açısından taze kesilmiş meyve ve sebzelerde uygun bir saklama koşulu olduğunu ortaya koymaktadır. Tüm gruplardaki mikrobiyal yüklerde zamanla artış olmuş ancak kabul edilebilir düzeyde kalmıştır.

Duyusal analizde ise askorbik asitin kararmayı önleyici etkisi sayesinde tüketici açısından olumlu bir tercih olarak görülmüştür. Hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmamış ve soğukta bekletilmiş olan kontrol grubu örneklerinin kokusu, askorbik asit ve hipoklorit uygulanmış olan örneklerden daha çok beğenilmiştir. Dolayısıyla koku faktörü, genel beğeniye etkilemiştir. Ancak genel beğeni faktörüne bakılacak olursa, hipoklorite daldırma işlemi uygulanıp soğukta depolanmış veya hiçbir işlem uygulanmayıp soğukta depolanmış gruplar daha fazla tercih edilenlerdir.

Tüketicilerce bir gıdanın tercih edilebilmesi genellikle daha doğal, daha taze, görünüş, besin içeriği ve aroma açısından daha kaliteli olmasına bağlıdır. Bunun yanında günümüz dünyasında yemeklerin hazırlığı için ayrılacak sürenin kısıtlı olması nedeniyle bu gıdaların en az hazırlık işlemi gerektirmeleri istenmektedir. Gıda endüstrisi bu beklentileri karşılamak için gıdaların doğal hallerine en yakın olacak şekilde az işlem uygulanması, daha az katkı maddesi ilavesi ve tüm bu işlemler neticesinde daha az atığın ortaya çıkması için çalışmaktadır. Normalde her birinin farklı şekilde de olsa muhafaza etkisi olan ısıtma, soğutma, paketlenme vb. işlem engel basamaklarının çoğu minimal işlem sırasında uygulanmamaktadır. Bu ürünler, taze oldukları ve sadece fiziksel ayıklama-temizleme gibi çok az işlem gördükleri için besin değerleri yüksek ve kullanıma hazır olarak tüketicinin karşısına çıkmaktadırlar. Hazır yemek tüketiminin daha çok olduğu günümüz gıda sanayisinde mümkün olan en az işleminden geçirilmiş gıda üretimlerinin sağlanması için uygun engel teknolojilerinin seçilmesi gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile minimal işlemin genel olarak taze kesilmiş patlıcanların temel kalite kriterlerine ve raf ömürlerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Tüketici yaşam biçimlerindeki değişiklikler nedeniyle, mümkün olduğunca işlenmemiş dolayısıyla taze ve besleyici özelliğini kaybetmemiş, hazırlanması kolay veya yemeye hazır ürünler, gıda sektöründe önemli bir yer oluşturmaya devam edecektir.

6. KAYNAKLAR

- Adamnicki, F. 1985, Effects of Storage Temperature and Wrapping on the Keeping Quality of Cucumber Fruits. XII Working Party on Greenhouse Cucumbers, Acta Hort. 156.
- Aguilar G, Cruz S, Valdez H, Ortiz F, Aguilar R, Wang C. 2005, Biochemical Changes of Fresh-Cut Pineapple Slices Treated With Antibrowning Agents. *International Journal of Food Science and Technology*, **40**, 377-383.
- Akbas, M. Y., & Ozdemir, M. 2006, Effect of different ozone treatments on aflatoxin degradation and physicochemical properties of pistachios. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **86**, 2099-2104.
- Akbudak, B., Özer, M.H., Uyalsar, V., Karaman, B. 2007, The Effect of Low Oxygen and High Carbon Dioxide on Storage and Pickle Production of Pickling Cucumber cv. “Octobus”, *Journal of Food Engineering*, **78**, 1034-1046.
- Alarcon-Flores, M.I. Romero-González, R.; Vidal, J.L.M. 2015, Frenich, A.G. Systematic Study of the Content of Phytochemicals in Fresh and Fresh-Cut Vegetables. *Antioxidants*, **4**, 345–358.
- Al-Juhni, A. A, & Newby, B.-m. Z. 2006, Incorporation of benzoic acid and sodium benzoate into silicone coatings and subsequent leaching of the compound from the incorporated coatings. *Progress in Organic Coatings*, **56**, 135-145.
- Alpas, H, Kalchayanand, N., Bozoglu, F., Sikes, A., Dunne, C., & Ray, B. (1999). Variation in resistance to hydrostatic pressure among strains of food-borne pathogens. *Applied and Environmental Microbiology*, **65**, 4248-4251.
- Alwi, N, & Ali, A. 2012, In vitro and microscopic analysis of ozone fumigation effects on Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes. In VII international postharvest symposium 1012 (pp. 1247-1254).
- Arkoub-Djermoune, L. Boulekbache-Makhlouf, L.; Zeghichi-Hamri, S.; Bellili, S.; Boukhalifa, F. Madani, K. 2016. Influence of the thermal processing on the physicochemical properties and the antioxidant activity of a solanaceae vegetable: Eggplant. *Journal of Food Quality*, **39**, 181–191.

- Ávila, M., Gómez-Torres, N., Hernández, M., & Garde, S. 2014. Inhibitory activity of reuterin, nisin, lysozyme and nitrite against vegetative cells and spores of dairyrelated Clostridium species. *International Journal of Food Microbiology*, **172**, 70-75.
- Bagge-Ravn, D., Ng, Y., Hjelm, M., Christiansen, J. N., Johansen, C., & Gram, L. 2003, The microbial ecology of processing equipment in different fish industriesanalysis of the microflora during processing and following cleaning and disinfection. *International Journal of Food Microbiology*, **87**, 239-250.
- Barbagallo, R.N., Chisari, M., Caputa G. 2012, Effects of calcium citrate and ascorbate as inhibitors of browning and softening in minimally processed 'Birgah' eggplants. *Postharvest Biology and Technology*, **73**: 107–114.
- Benito, A., Ventoura, G., Casadei, M., Robinson, T., & Mackey, B. 1999, Variation in resistance of natural isolates of Escherichia coli O157 to high hydrostatic pressure, mild heat, and other stresses. *Applied and Environmental Microbiology*, **65**, 1564-1569.
- Bergsson, G., Arnfinnsson, J., Karlsson, S. M., Steingrímsson, O., & Thormar, H. 1998, In vitro inactivation of Chlamydia trachomatis by fatty acids and monoglycerides. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **42**, 2290-2294.
- Bergsson, G., Arnfinnsson, J., Steingrímsson, O., & Thormar, H. 2001, In vitro killing of Candida albicans by fatty acids and monoglycerides. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **45**, 3209-3212.
- Bhagwat, A.A. (2006). Microbiological safety of fresh-cut produce: where are we now? Editor Matthews, K. R. Book Microbiology of fresh produce. pp. 121-165.
- Birch, G.G., Lindley M.G. 1985, Interactions of Food Components, Elsevier Sc. Publ., Reading, 117-130.
- Blackburn, R. S., Harvey, A., Kettle, L. L., Payne, J. D., & Russell, S. J. 2006, Sorption of poly (hexamethylenebiguanide) on cellulose: Mechanism of binding and molecular recognition. *Langmuir*, **22**, 5636-5644.
- Brandt, A. L., Castillo, A., Harris, K. B., Keeton, J. T., Hardin, M. D., & Taylor, T. M. 2011, Synergistic inhibition of Listeria monocytogenes in vitro through the

- combination of octanoic acid and acidic calcium sulfate. *Journal of Food Protection*, **74**, 122-125.
- Branen J.K., Davidson P.M. 2004, Enhancement of nisin, lysozyme, and monolaurin antimicrobial activities by ethylene diamine tetraacetic acid lactoferrin. *International Journal of Food Microbiology*. **90**, 63-74.
- Brecht, J. (1995). Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Horticultural Science*, **30**, 18–22.
- Bunea, A. Andjelkovic, M.; Socaciu, C.; Bobis, O.; Neacsu, M.; Verhe, R.; Van Camp, J. 2008, Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Food Chemistry*, **108**, 649–656.
- Burdock, G. A. 1997, Encyclopedia of food & color additives. CRC Press.
- Burton, W.G. 1982, Post-Harvest Physiology of Food Crops. Longman, London.
- Cammack, R., Joannou, C.L., Cui, X.Y., Martinez, C.T., Maraj, S.R., Hughes, M.N., 1999, Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochimica et Biophysica Acta* **1411**, 475-488.
- Cao, G.H. Sofic, E.; Prior, R.L. 1996, Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **44**, 3426–3431.
- Cemeroğlu, B. Acar J. 1986, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 70-84s, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2011, Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Nobel Yayınevi, Ankara. 1.cilt 250-315s.
- Cemeroğlu, B. 2004, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara. 1. Cilt 191-198s.
- Cemeroğlu, B. ve Soyer, A. 2005, Gıdaların soğutulması ve Dondurulması. Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler. B. Cemeroğlu (ed.). *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, **29**, Ankara
- Ceylan, A. 1983, Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir

- Chung, H.-J. & Yousef, A. E. 2010, Synergistic effect of high pressure processing and *Lactobacillus casei* antimicrobial activity against pressure resistant *Listeria monocytogenes*. *New Biotechnology*, **27**, 403-408.
- Coimbra, J.S.R. Teixeira J.A. 2010, Engineering Aspects of Milk and Dairy Products, CRC Press.
- Cunningham, E. O'Byrne, C., & Oliver, J. D. 2009, Effect of weak acids on *Listeria monocytogenes* survival: Evidence for a viable but nonculturable state in response to low pH. *Food Control*, **20**, 1141-1144.
- Das, E. Gürakan, G. C., & Bayındırlı, A. 2006, Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella Enteritidis* on cherry tomatoes. *Food Microbiology*, **23**, 430-438.
- Delamare, A.P.L., T-Moschen-Pistorello I., Artico L., Atti-Serafini L., Echeverrigaray S. 2007, Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, **100**, 603-608.
- Demir, N, Erdogdu F, Balaban MO. 2000, Machine Vision Quantification of Enzymatic Browning in Banana Slices Treated with Different Solutions. IFT annual meeting. In Proc'of IFT Annual Meeting Abstract Book. Dallas, TX, June 11-14, P 63.
- Demir, N. Odabası AZ, Balaban MO. 2001, Machine Vision Quantification of Color Changes in Blanched, Treated and Dried Apricots (*Prunus armenica* L.). In Proc'of IFT Annual Meeting Abstract Book, IFT annual meeting. New Orleans, LA, June 23-27, P 232.
- Demiray E., Tülek Y. 2010, "Donmus Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelerde Olusan Kalite Değişimleri", Cilt:8, Sayı:2 Akademik Gıda, İzmir, Türkiye.
- Dennis, C. and Stringer, M. 1992, Chilled Foods. Ellis Harwood Ltd., England.
- Doležalková, I., Janiš, R., Buňková, L., Slobodian, P., & Vícha, R. 2013, Preparation, characterization and antibacterial activity of 1-monoacylglycerol of damantane- 1-carboxylic acid. *Journal of Food Biochemistry*, **37**, 544-553.

- Dong, X., Wrolstad, R.E. and Sugar, D. 2000, Extending shelf life of fresh-cut pears. *Journal Food Science*. **65**, 181-187.
- Duranton, F., Guillou, S., Simonin, H., Chéret, R., & de Lamballerie, M. 2012, Combined use of high pressure and salt or sodium nitrite to control the growth of endogenous microflora in raw pork meat. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **16**, 373-380.
- EFSA. 2007, European Food Safety Authority. Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed on the safety and efficacy of VevoVital® (benzoic acid) as feed additive for pigs for fattening. *The EFSA Journal*, **457**, 1-14.
- Elhadi, M.Y. and Rivera, M. 1992, *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*, **25**, 38.
- Engindeniz, S., 2010, Meyve ve Sebzelerde Ambalajlama Malzemeleri ve Yöntemleri, *Tarım Türk Dergisi*, **23**, 52-54.
- Ergun, M., Ergun N., ve Sütyemez M. 2008, Bazı Kiraz Çeşitlerinin Taze Kesme İşlemine Uygunluğu. *Ksü Fen Ve Mühendislik Dergisi*, **11**, 92-96.
- Erkan, M. 2004, Taze meyve ve sebzelerin kontrollü atmosferde muhafazası, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **8**, 72-79.
- Estrela, C., Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan M, Pecora J. 2002, Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 113-7.
- Fallik, E., Aharoni, Y., Grinberg, S., Copel, A. & Klein, J. D. 1994, Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. *Crop Protection*, 451-454.
- Fisher, C. W., Lee, D., Dodge, B.-A., Hamman, K. M., Robbins, J. B., & Martin, S. E. 2000, Influence of catalase and superoxide dismutase on ozone inactivation of *Listeria monocytogenes*. *Applied and Environmental Microbiology*, **66**, 1405-1409.
- Franco, L., Fondevila, M., Lobera, M., & Castrillo, C. 2005, Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents

- and their response on digestibility. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **89**, 88-93.
- Gheler, T. R., Araújo, L. F., Silva, C. C. d., Gomes, G. A., Prata, M. F., & Gomide, C. A. 2009, Use of benzoic acid for piglets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38**, 2182-2187.
- Graham, D. M. 1997, Use of ozone for food processing. *Food Technology*, **51**: 72-75.
- Greer, G. G., & Dilts, B. D. 1992, Factors affecting the susceptibility of meatborne pathogens and spoilage bacteria to organic acids. *Food Research International*, **25**, 355-364.
- Gonzalez-Fandos, E., & Herrera, B. 2014, Efficacy of acetic acid against *Listeria monocytogenes* attached to poultry skin during refrigerated storage. *Foods*, **3**, 527-540.
- Gorny J.R., B. Hess-Pierce, R.A. Cifuentes, and A.A. Kader. 2002, Quality changes in freshcut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biology Technology*, **24**, 271–278.
- Göğüş, K., Kolsarıcı, N. 1992, Su Ürünleri Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, (358), Ankara, 261s.
- Gökoğlu, N. 2004, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Antalya, 157 s.
- Gyawali, R., Ibrahim, S. A., Abu Hasfa, S. H., Smqadri, S. Q., & Haik, Y. 2011, Antimicrobial activity of copper alone and in combination with lactic acid against *Escherichia coli* O157: H7 in laboratory medium and on the surface of lettuce and tomatoes. *Journal of Pathogens*.
- Hardy, B. 2002, The issue of antibiotic use in the livestock industry: What have we learned? *Animal Biotechnology*, **13**, 129-147.
- He, C.-L., Fu, B.-D., Shen, H.-Q., Jiang, X.-L., & Wei, X.-B. 2013, Fumaric acid, an antibacterial component of *Aloe vera* L. *African Journal of Biotechnology*, **10**, 2973-2977.

- Herner, R.C. 1987, High CO₂ effects on plant organs. In Postharvest physiology of vegetables, (J. Weichmann, ed.), pp. 239-254. Mercel Dekker, Inc., New York and Basel.
- Higgins, C., & Brinkhaus, F. 1999, Efficacy of several organic acids against molds. *The Journal of Applied Poultry Research*, **8**, 480-487.
- Huang, W.Y.; Cai, Y.Z.; Zhang, Y.B. 2010, Natural Phenolic Compounds from Medicinal Herbs and Dietary Plants: Potential Use for Cancer Prevention. *Nutrition Cancer*, **62**, 1–20.
- İncedayı, B., Tamer, C. E., Suna, S. ve Çopur, Ö. U. 2014, Minimal İşlem Görmüş Agria Patates Çeşidi Üretiminde Raf Ömrünü Arttıran Engeller Teknolojisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **1**, 29-42.
- Ic, E., Kottapalli, B., Maxim, J., & Pillai, S. D. 2007, Electron beam radiation of dried fruits and nuts to reduce yeast and mold bioburden. *Journal of Food Protection*, **70**, 981-985.
- Jay, J. 2002, Microbiologia Moderna de los Alimentos, 4 edn. Zaragoza, Espana: Editorial Acribia.
- Jay, J.M., Loessner M.J., Golden D.A. 2005, Modern food microbiology. 7th edition. Springer Science Business Media, Inc, New York. pp: 304-325.
- Jiménez, S., Caliusco, M., Tiburzi, M., Salsi, M., & Pirovani, M. 2007, Predictive models for reduction of Salmonella Hadar on chicken skin during single and double sequential spraying treatments with acetic acid. *Journal of Applied Microbiology*, **103**, 528-535.
- Jofré, A., Aymerich, T., Bover-Cid, S., & Garriga, M. 2010, Inactivation and recovery of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* and *Staphylococcus aureus* after high hydrostatic pressure treatments up to 900 MPa. *International Microbiology*, **13**, 105-112.
- Juneja, V. K., Martin, S. T., & Sapers, G. M. 1998, Control of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged pre-peeled potatoes. *Journal of Food Science*, **63**, 911-914.

- Juániz, I. Ludwig, I.A.; Huarte, E.; Pereira-Caro, G.; Moreno-Rojas, J.M.; Cid, C.; De Peña, M.P. 2016, Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly)phenolic compounds of selected vegetables. *Food Chemistry*, **197**, 466–473.
- Kader, A.A. 1986, Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, **40**, 99-104.
- Kalchayanand, N., Sikes, A., Dunne, C., & Ray, B. 1998, Interaction of hydrostatic pressure, time and temperature of pressurization and pediocin AcH on inactivation of foodborne bacteria. *Journal of Food Protection*, **61**, 425-431.
- Karel, M. 1973, Recent research and development in the field of low-moisture and intermediate-moisture foods. *CRC Critical Reviews in Food Technology*, **3**, 329-373.
- Kasım, R. and Kasım M.U. 2014, Ascorbic Acid Treatments For Preventing Lignification On Ready-To-Use Carrot. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, **2**.
- Kılıç, A. 2008, Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, cilt:10, sayı:13, 37-45.
- Kırpık, M. 2005, Çukurova Bölgesi Kıraç Ve Taban Arazi Kosullarında Yetistirilen Biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) Çesitlerinin Verim ve Kalitesi Üzerine Arastirmalar Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Adana.
- Kibar, H. ve Öztürk T., 2008, Sert Kabuklu Meyvelerin Depolanması (Derleme). *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **23**, 77-84.
- Kim, J.-G., Yousef, A. E., & Khadre, M. A. 2003, Ozone and its current and future application in the food industry. *Advances in food and nutrition research*, **45**, 167-218.
- Kim, K. Y., Davidson, P. M., & Chung, H. J. 2001, Antibacterial activity in extracts of *Camellia japonica* L. petals and its application to a model food system. *Journal of Food Protection*, **64**, 1255-1260.

- Kim, Y., Ahn, E., & Shin, D. 2002, Extension of shelf life by treatment with allyl isothiocyanate in combination with acetic acid on cooked rice. *Journal of Food Science*, **67**, 274-279.
- Kim, Y., Kim, M., & Song, K. B. 2009, Combined treatment of fumaric acid with aqueous chlorine dioxide or UV-C irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* inoculated on alfalfa and clover sprouts. *LWT-Food Science and Technology*, **42**, 1654-1658.
- Khadre, M., Yousef, A., & Kim, J. 2001, Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. *Journal of Food Science Chicago*, **66**, 1242-1253.
- Kozempel, M. F., Annous, B. A., Cook, R. D., Scullen, O., & Whiting, R. C. 1998, Inactivation of microorganisms with microwaves at reduced temperatures. *Journal of Food Protection*, **61**, 582-585.
- Kunasakdakul, K. 2013, Inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and control of postharvest anthracnose disease on mango fruit using propionic acid combined with bee-carnauba wax emulsion. *Journal of Agricultural Science*, **5**, 110.
- Kunyanga, C.N., Imungi, J.K., Okoth, M.W., Biesalski H.K., Vadivel V. 2012, Total Phenolic Content, Antioxidant and Antidiabetic Properties of Methanolic Extract of Raw and Traditionally Processed Kenyan Indigenous Food Ingredients. *LWT - Food Science and Technology*, **45**, 269-276.
- Kurćubić, V. S., Mašković, P. Z., Vujić, J. M., Vranić, D. V., Vesković-Moraćanin, S. M., Okanović, Đ. G., et al. 2014, Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. *Meat Science*, **97**, 459-467.
- Küçükbasmacı, Sabır F. ve Açar İ. T. 2008, Modifiye Atmosferde Muhafazanın Çengelköy Hıyar Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, **7**: 29-35
- Larous, L., Hendel, N., Abood, J., & Ghoul, M. 2007, The growth and production of Patulin mycotoxin by *Penicillium expansum* on apple fruits and its control by the

use of propionic acid and sodium benzoate. *Arab Journal of Plant Protection*, **25**, 123-128.

Laurila, E., Kervinen, R., Ahvenainen, R. 1998, The Inhibition of Enzymatic Browning in minimally processed vegetables and fruits. Review article. *Postharvest News and Information*, **9**, 53-66.

Laycock, L., Piyasena, P., & Mittal, G. 2003, Radio frequency cooking of ground, comminuted and muscle meat products. *Meat Science*, **65**, 959-965.

Leadley, C. 2008, Novel commercial preservation methods. *Food Biodeterioration and Preservation*, 211-245.

Leistner L. 1985, Hurdle Technology Applied to Meat Products of the Shelf Stable Product and Intermediate Moisture Food Type. Editors: Simatos D, Multon JL. *Properties of Water in Foods*. 309-329, Netherlands, Springer.

Leistner L and Gorris LGM. 1995, Food Preservation by hurdle technology. *Trend in Food Science and Technology*, **6**, 35-37.

Leistner, L. and Gorris, L.G.M., 1995, Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science and Technology*, **6**, 41-46.

Leistner L., 1995, Principles and Applications of Hurdle Technology. In Gould, G.W., ed. *New Methods of Food Preservation*, pp. 1-21. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland.

Liu C.-L., C.-K. Hsu ve M.-M. Hsu. 2007, Improving the quality of fresh-cut pineapples with ascorbic acid/sucrose pretreatment and modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, **20**, 337-343.

Liu, T., Li, L., Zhan, G., Li, T., Zhang, F., & Wang, Y. 2014, Postharvest propionic acid and hot water treatment for the control of black spot disease in chinese ya pears. *Advance Journal of Food Science & Technology*, **6**, 265.

Loncin, M. and Weisser, H., 1977, Water activity and its importance in food. *Engineering Chemistry*, **49**, 312-319.

- Luna-Guzmán, I., Barrett, D.M. 2000, Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of minimal işlenmiş cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*, **19**, 61-72.
- Lund, D. B. 1977, Design of thermal processes for maximizing nutrient retention. *Food Technology*, **31**, 71.
- Mani-Lopez, E., García, H. S., & Lopez-Malo, A. 2012, Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Research International*, **45**, 713-721.
- Martin-Diana, A.B., Rico D., Frias J.M., Barat J.M., Hennehan , G.T.M., Barry- Ryan C., 2008, Calcium For Extending The Shelf Life Of Fresh Whole And Minimally Processed Fruits And Vegetables. *Trends in Food Science And Technology*, **18**, 210-218.
- Matan, N., Puangjinda, K., Phothisuwan, S., & Nisoa, M. 2015, Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit. *Food Control*, **50**, 291-296.
- Medina-Meza, I. G., Barnaba, C., & Barbosa-C_arnovas, G. V. 2014, Effects of high pressure processing on lipid oxidation: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **22**, 1-10.
- Merodio, C. 1994, Cost 94. Comission of the European Communities, 25.
- Metcalf, D. D., Sampson, H. A., & Simon, R. A. (2011). Food allergy: Adverse reactions to foods and food additives.
- Moawad, R., Abozeid, W. M., & Nadir, A. 2012, Effect of nitrite level and tea catechins on residual nitrite and quality indices of raw-cured sausages. *Journal of Applied Sciences Research*, **8**, 815-822.
- Molatová, Z., Skřívanová, E., Macias, B., McEwan, N., Brezina, P., & Marounek, M. 2010, Susceptibility of *Campylobacter jejuni* to organic acids and monoacylglycerols. *Folia Microbiologica*, **55**, 215-220.
- Mroz, Z. 2005, Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. *Advances in Pork Production*, **16**, 169-182.

- Netten, P. V., Veld, J., & Mossel, D. 1994, The immediate bactericidal effect of lactic acid on meat-borne pathogens. *Journal of Applied Bacteriology*, **77**, 490-496.
- Nunheimer, TD. Fabion FW. 1940, Influence of organic acids, sugars, and sodium chloride upon strains of food poisoning *Staphylococci*, *American Journal of Public Health*, **30**, 1040–1049.
- Odabası, AZ, Demir N, Balaban MO. 2002, Machine Vision Quantification of Color Changes in Quince Slices Treat ed with Di fferent Solutions. In Proc'of IFT Annual Meeting Abstract Book, Anaheim, CA, June 15-19, P. 180.
- Oh, D., Marshall D.L. 1994, Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurate with organic acids. *Journal of Food Science*, **59**, 1258-1261.
- Oluwatuyi, M., Kaatz, G.W., and Gibbons, S. 2004, Antibacterial and Resistance Modifying Activity of *Rosmarinus Officinalis*. *Phytochemistry*, **65**, 3249–3254.
- Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M.A., Gonzalez, L.A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M.I.H., Munuera, I.P., Fiszman, S., Martín-Belloso, O. 2010, Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of minimal processed fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, **57**, 139-148.
- Oms-Oliu, G., R.C. Soliva-Fortuny, and O. Martín-Belloso. 2007, Effect of ripeness on the shelf-life of fresh-cut melon preserved by modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, **225**: 301–311.
- Ong, K.W. Hsu, A. 2013, Tan, B.K.H. Anti-diabetic and anti-lipidemic e_ects of chlorogenic acid are mediated by ampk activation. *Biochemical Pharmacology*, **85**, 1341–1351.
- Ooraikul, B. and Stiles, M.E. 1991, Modified Atmosphere of Food. Ellis Harwood Ltd., England.
- Ottoson, D. & Shepherd, G. 1967, Experiments and Concepts in Olfactory Physiology. In Y. Zotterman (Ed.), *Progress in Brain Research*, **23**, 83-138.
- Pala, M. ve Saygı Y. B. 2015, “Su Aktivitesi ve Gıda İşletmedeki Önemi” *Gıda*, **1**.

- Park, D.P., Ayala, C. E., Guzman-Perez, S. E., Lopez-Garcia, R. and Trujillo, S., 2000, Microbial Toxins in Foods: Algal, Fungal, and Bacteria. In Halferich, W. and Winter, C. K., ed. Food Toxicology, Chapter 5, CRC Press, Boca Raton.
- Pereira, R. Martins, J., Mateus, C., Teixeira, J., & Vicente, A. 2007, Death kinetics of *Escherichia coli* in goat milk and *Bacillus licheniformis* in cloudberry jam treated by ohmic heating. *Chemical Papers*, **61**, 121-126.
- Pipek, P., Houska, M., Hoke, K., Jeleníková, J., Kýhos, K., & Sikulova, M. 2006, Decontamination of pork carcasses by steam and lactic acid. *Journal of Food Engineering*, **74**, 224-231.
- Piyasena, P., Dussault, C., Koutchma, T., Ramaswamy, H., & Awuah, G. 2003, Radio frequency heating of foods: Principles, applications and related properties a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **43**, 587-606.
- Raso, J., & Barbosa-Canovas, G. V. 2003, Nonthermal preservation of foods using combined processing techniques.
- Rathgeber, B. M., & Waldrup, A. L. 1995, Antibacterial activity of a sodium acid pyrophosphate product in chiller water against selected bacteria on broiler carcasses. *Journal of Food Protection*, **58**, 530-534.
- Razavi Rohani, S.M., Griffiths M.W. 1994, The effect of mono and polyglycerollaurate on spoilage and pathogenic bacteria associated with foods. *Journal of Food Safety*. **14**, 131–151.
- Register, F. 1994, Use of trisodium phosphate on raw, chilled poultry carcasses. *Federal Register*, **59**, 551-554.
- Riley, M. A. 1998, Molecular mechanisms of bacteriocin evolution. *Annual Review of Genetics*, **32**, 255- 278.
- Rhee, M.-S., Lee, S.-Y., Dougherty, R. H., & Kang, D.-H. 2003, Antimicrobial effects of mustard flour and acetic acid against *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Applied and Environmental Microbiology*, **69**, 2959-2963.
- Rheinheimer, G. 1975. Mikrobiologie der Gewässer. 2nd ed. Stuttgart, Fischer,

- Roberts, T. A., Pitt, J. I., Farkas, J. & Graw, F. H., 1998, Microorganisms in food. Microbial ecology of food commodities. Blackie Academic and Professional, UK.
- Rojas-Graü M.A., R. Soliva-Fortuny, and O. Martín-Belloso. 2008, Effect of natural antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut Fuji apples as an alternative to the use of ascorbic acid. *Journal of Food Science*, **73**, 267–S272.
- Sadiq, S., Imran, M., Habib, H., Shabbir, S., Ihsan, A., Zafar, Y., et al. 2016, Potential of monolaurin based food-grade nano-micelles loaded with nisin Z for synergistic antimicrobial action against *Staphylococcus aureus*. *LWT - Food Science and Technology*, **71**, 227-233.
- Sallam, K. I., & Samejima, K. 2004, Effects of trisodium phosphate and sodium chloride dipping on the microbial quality and shelf life of refrigerated traypackaged chicken breasts. *Food Science and Biotechnology*, **13**, 425.
- Sampathkumar, B., Khachatourians, G. G., & Korber, D. R. 2003, High pH during trisodium phosphate treatment causes membrane damage and destruction of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Applied Environmental Microbiology*, **69**, 122-129.
- Sander, G.H. and Soo, H.M. 1978, *Journal of Food Science* **43**, 1519.
- Sapers, G. M. and Miller, R. L. 1998, Browning inhibition in minimal işlenmiş pears. *Journal of Food Science*, **63**, 342–346.
- Sarjit, A., & Dykes, G. A. 2016, Antimicrobial activity of trisodium phosphate and sodium hypochlorite against *Salmonella* biofilms on abioticsurfaces with and without soiling with chicken juice. *Food Control*, **73**.
- Sarron, E., Cochet, N., & Gadonna-Widehem, P. 2013, Effects of aqueous ozone on *Pseudomonas syringae* viability and ice nucleating activity. *Process Biochemistry*, **48**, 1004-1009.
- Sastry, S. K. 2005, Advances in ohmic heating and moderate electric field (MEF) processing. *Novel Food Processing Technologies*.
- Savaş S., Bayboz B. 2000, Soğuk Depoculukta Enerji Tasarrufu, ULIBTK'99 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Sakarya, 522-527.

- Schiffmann, R. 1982, Method of baking firm bread. U.S. Patent 4,318,931.
- Silva, F. V., & Gibbs, P. A. 2012, Thermal pasteurization requirements for the inactivation of Salmonella in foods. *Food Research International*, **45**, 695-699.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Chisari, M., Artés, F. 2011, Calcium salts and heat treatment for quality retention of minimal işlenmiş ‘Galia’ melon. *Postharvest Biology and Technology*, **62**, 77–84.
- Simon, J.E., Chadwick A.F. and Craker, L.E. 1984, Herbs: An Indexed Bibliography.1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone. Archon Books, 770 pp., Hamden, CT.
- Sivakumar, D., Arrebola, E., & Korsten, L. 2008, Postharvest decay control and quality retention in litchi (cv. McLean’s Red) by combined application of modified atmosphere packaging and antimicrobial agents. *Crop Protection*, **27**, 1208-1214.
- Shaheen, M. S., El-Ghorab, A. H., Anjum, F. M., & El-Massry, K. F. 2012, Microwave applications in thermal food processing. INTECH Open Access Publisher.
- Smith, S.M., Geeson, J.D. and Genge, P.M. J. 1988, *Food Science of Technology*, **23**, 81.
- Stadhouders, J. 1990, Prevention of butyric acid fermentation by the use of nitrate. *Bulletin of the International Dairy Federation*, **251**, 40-46.
- Sun, D.-W. 2011, Handbook of food safety engineering. John Wiley & Sons.
- Tan, S. M., Lee, S. M., & Dykes, G. A. 2015, Acetic acid induces pH-independent cellular energy depletion in Salmonella enterica. *Foodborne Pathogens and Disease*, **12**, 183-189.
- Tango, C. N., Mansur, A. R., Kim, G. H., & Oh, D. H. 2014, Synergetic effect of combined fumaric acid and slightly acidic electrolysed water on the inactivation of food-borne pathogens and extending the shelf life of fresh beef. *Journal of Applied Microbiology*, **117**, 1709-1720.

- Tangwatcharin, P., & Khopaibool, P. 2012, Activity of virgin coconut oil, lauric acid or monolaurin in combination with lactic acid against *Staphylococcus aureus*. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine & Public Health*, **43**, 969-985.
- Tapia M.S., M.A. Rojas-Grau, A. Carmona, F.J. Rodriguez, R. Soliva-Fortuny, and O. Martin- Belloso. 2008, Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. *Food Hydrocolloids*, **22**, 1493–1503.
- Taylor, S.L., Bush, R.K., Nordlee, J.A., 2009, Sulfites, Food Allergy: Adverse Reactions to Foods and Food Additives, Fourth Edition, Blackwell Publishing Chapter 29.
- Tesfay, S.Z. and Magwaza, L.S., 2017, Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging Shelflife*, **11**, 40–48.
- Thayer, D. W., Josephson, E. S., Brynjolfsson, A., & Giddings, G. 1996, Radiation pasteurization of food (Vol. 7). Ames, IA: Council for Agricultural Science and Technology.
- Thompson, A.K., 2001, Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables. CAB International
- Thormar, H., Hilmarsson, H., & Bergsson, G. 2006, Stable concentrated emulsions of the 1-monoglyceride of capric acid (monocaprin) with microbicidal activities against the food-borne bacteria *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* spp. *Escherichia coli*. *Applied Environmental Microbiology*, **72**, 522-526.
- Ting, E., & Balasubramaniam, V. 2002, Determining thermal effects in highpressure processing. *Food Technology*, **56**, 31-35.
- Toivonen, P.M.A., DeEll, J.R., 2002, Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. Fresh-Cut Fruit and Vegetables. Science, Technology and Market. (Ed. Olusulo Lamiranka), CRC Press, Boca Raton, London.
- Trotter T.N., Marshal L.D. 2003, Influence of pH and NaCl on monolaurin inactivation of *Streptococcus iniae*. *Food Microbiology*. **20**, 187-192.

- Ukuku, D. O., Geveke, D. J., Cooke, P., & Zhang, H. Q. 2008, Membrane damage and viability loss of *Escherichia coli* K-12 in apple juice treated with radio frequency electric field. *Journal of Food Protection*, **71**, 684-690.
- Ukuku, D. O., & Geveke, D. J. 2010, A combined treatment of UV-light and radio frequency electric field for the inactivation of *Escherichia coli* K-12 in apple juice. *International Journal of Food Microbiology*, **138**, 50-55.
- Umiecka, L., 1985, Comparasion of the Suitability of Several Cultivars of Greenhouse Cucumbers for Short Term Storage. XII Working Party on Greenhouse Cucumbers, Acta Hort. 156.
- Van Netten, P., Valentijn, A., Mossel, D., & Huis in't Veld, J. 1997, Fate of low temperature and acid-adapted *Yersinia enterocolitica* and *Listeria monocytogenes* that contaminate lactic acid decontaminated meat during chill storage. *Journal of Applied Microbiology*, **82**, 769-779.
- Vasseur, C., Rigaud, N., Hebraud, M., & Labadie, J. 2001, Combined effects of NaCl, NaOH, and biocides (monolaurin or lauric acid) on inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas spp.* *Journal of Food Protection*, **64**, 1442-1445.
- Vega-Galvez, A., Miranda, M., Aranda, M., Henriquez, K., Vergara, J., Tabilo-Munizaga, G., et al. 2011, Effect of high hydrostatic pressure on functional properties and quality characteristics of Aloe vera gel (*Aloe barbadensis* Miller). *Food Chemistry*, **129**, 1060-1065.
- Vermeulen, A., Gysemans, K. P., Bernaerts, K., Geeraerd, A., Van Impe, J., Debevere, J., et al. 2007, Influence of pH, water activity and acetic acid concentration on *Listeria monocytogenes* at 7 °C: Data collection for the development of a growth/no growth model. *International Journal of Food Microbiology*, **114**, 332-341.
- Vojdani, J. D., Beuchat, L. R., & Tauxe, R. V. 2008, Juice-associated outbreaks of human illness in the United States, 1995 through 2005. *Journal of Food Protection*, **71**, 356-364.

- Wang, H., Feng, H. & Luo, Y. 2007, Control of Browning and Microbial Growth on Fresh-Cut Apples by Sequential Treatment of Sanitizers and Calcium Ascorbate. *Journal of Food Science*, **72**, M1.
- Wang, L. L., Yang, B. K., Parkin, K. L., & Johnson, E. A. 1993, Inhibition of *Listeria monocytogenes* by monoacylglycerols synthesized from coconut oil and milkfat by lipase-catalyzed glycerolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **41**, 1000-1005.
- Wang, Y., Wig, T. D., Tang, J., & Hallberg, L. M. 2003, Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. *Journal of Food Engineering*, **57**, 257-268.
- Whitaker, B.D.; Stommel, J.R. 2003, Distribution of hydroxycinnamic acid conjugates in fruit of commercial eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 3448–3454.
- Xu, H., Lee, H.-Y., & Ahn, J. 2009, High pressure inactivation kinetics of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in milk, orange juice, and tomato juice. *Food Science and Biotechnology*, **18**, 861-866.
- Yahia, E. M. 2011, Postharvest biology and technology of tropical and subtropical Fruits: Fundamental issues (Vol. 2). Elsevier.
- 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.
- Yoon, K., & Oscar, T. 2002, Survival of *Salmonella Typhimurium* on sterile ground chicken breast patties after washing with salt and phosphates and during refrigerated and frozen storage. *Journal of Food Science*, **67**, 772-775.
- Yuan, J. 2014, Evaluation of multiple temperatures of lactic acid and sodium metasilicate on microbial parameters of fresh beef. In 2014 annual meeting. Indiana: International Association for Food Protection.
- Zare, M. Amin, Rohani S.M. Razavi, Raeisi M., Hosseini SH. Javadi, Hashemi M. 2014, Antibacterial Effects of Monolaurin, Sorbic Acid and Potassium Sorbate on

Staphylococcus aureus and *Escherichia coli*. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, **1**, 52-55

Zhao, T., Doyle, M.P. and Besser, R.E. 1993, Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservatives. *Applied and Environmental Microbiology*, **59**, 2526–2530.

Zhao, Y., Flugstad, B., Kolbe, E., Park, J. W., & Wells, J. H. 2000, Using capacitive (radio frequency) dielectric heating in food processing and preservation: a review. *Journal of Food Process Engineering*, **23**, 25-55.

Zhu, M., Phillipson, J.D.; Greengrass, P.M.; Bowery, N.E.; Cai, Y. 1997, Plant polyphenols: Biologically active compounds or non-selective binders to protein. *Phytochemistry*, **44**, 441–447.

İnternet Kaynakları

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out15_en.html, 16.08.2015

<https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/24346cbd-ad28-4223-8db1-55f067ce3879/antimicrobial.pdf?MOD=AJPERES>, 13.09.2019

<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=178.1010>, 21.10.2016

<http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Cucumber>, 19.02.2016

<https://www.ifst.org/resources/information-statements/food-irradiation>, 21.06.2015

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muammer AYDIN
Doğum Yeri ve Tarihi : Nusaybin - 1988
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : (539) 384 0072 /
muammeraydin@windowslive.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Göynücek Çok Programlı Lisesi (2002-2003),
Amasya Atatürk Lisesi (2003-2004), Turgutlu
Lisesi, (2004-2005)
Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, (2006-2010)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2014-2019)

Çalıştığı Kurum ve Yıl : Turgutlu Sedat Özcan Yurt Müdürlüğü (2015-
2016)
Manisa Tarım ve Orman İl Müdürlüğü (2016-
Devam ediyor)

EKLER

EK 1. Duyusal Analiz Formu

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Lütfen size sunulan örnekleri inceleyerek aşağıdaki formu doldurunuz.

Tarih:
Panelist:

	Değerlendirme				
Kriterler	1	2	3	4	5
RENK					
KOKU					
DOKU					
GÖRÜNÜŞ					
GENEL BEĞENİ					

AÇIKLAMA:

1	2	3	4	5
Hiç beğenmedim	Biraz beğenmedim	Emin değilim	Biraz beğendim	Çok beğendim