



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

MEYAN KÖKÜ (*Glycyrrhiza glabra* L.) ŞERBETİNİN ASİTLENDİRME VE
YÜKSEK BASINÇ TEKNOLOJİSİ İLE RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI

Serpil ADAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

MEYAN KÖKÜ (*Glycyrrhiza glabra* L.) ŞERBETİNİN
ASİTLENDİRME VE YÜKSEK BASINÇ TEKNOLOJİSİ İLE RAF
ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI

Serpil ADAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 30/07/2018

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem UYSAL PALA

ÇANAKKALE

Serpil ADAY tarafından Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem UYSAL PALA yönetiminde hazırlanan ve **30/07/2018** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra L.*) Şerbetinin Asitlendirme ve Yüksek Basınç Teknolojisi ile Raf Ömrünün Arttırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem UYSAL PALA

Başkan

Prof. Dr. Cengiz CANER

Üye

Doç. Dr. Hilal ŞEHİTOĞLU

Üye

Doç. Dr. Hasan TANGÜLER

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Adnan BOZDOĞAN

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu tez çalışması, TÜBİTAK tarafından, 114O087 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



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

Serpil ADAY

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, sahip olduğu bilgi, beceri ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan; maddi-manevi yardımını, desteğini ve sonsuz anlayışını çalışmam boyunca benden bir an olsun esirgemeyen, saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem UYSAL PALA'ya;

Yardımını, desteğini ve bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan ve çalışmamın önemli bir kısmını gerçekleştirdiğim Trakya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümünde bulunan değerli hocam Doç. Dr. Sami BULUT'a ve duyuusal analizlerin yapılmasında yapmış olduğu yardımlardan dolayı, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (GAPUTAEM) çalışanı Gıda Yük. Müh. Belgizar AYANA ÇAM'a;

Çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, yardımlarını, desteklerini ve anlayışlarını eksik etmeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Cengiz CANER'e ve Doç. Dr. Hilal ŞEHİTOĞLU'na;

Çalışmamın aroma analizi kısmında, analizlerin yapılmasında bana yardım eden ve sorularıma sıklıkla cevap veren değerli hocam Prof. Dr. Yonca YÜCEER'e;

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini eksik etmeyen Semih Yaşar GENİŞ'e ve Aygül CAN'a;

Bugüne kadar yaşamımın her döneminde olduğu gibi bu tez çalışmam boyunca da, gösterdikleri özveriye hiçbir zaman yitirmeyen ve verdikleri desteklerle hep yanımda olan, benim bu konuma gelmemi sağlayan babam Eyüp DEMİRYILMAZ, annem Ayten DEMİRYILMAZ ve abim Serkan DEMİRYILMAZ'a;

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, küçük olmalarına karşın büyük fedakârlık ve anlayış gösteren kızım Azra ADAY'a ve aramıza bir sene önce katılan oğlum Ali Atakan ADAY'a;

Desteği, anlayışı ve istatistiksel analizlerin yapılmasında katkısı ile sürekli yanımda olan, eşi olmaktan gurur duyduğum hayat arkadaşım Doç. Dr. Mehmet Seçkin ADAY'a, kısaca bana destek olan değerli ailem, hocalarım ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Serpil ADAY
Çanakkale, Temmuz 2018

SİMGELER VE KISALTMALAR

MKŞ	Meyan kökü şerbeti
MKŞ:K	Kontrol meyan kökü şerbeti
MKŞ:P	Basınçlanmış meyan kökü şerbeti
AMKŞ	Asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti
AMKŞ:K	Kontrol asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti
AMKŞ:P	Basınçlanmış asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti
YB	Yüksek basınç
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
MPa	Megapascal
UV	Ultraviyole
g	Gram
dk	Dakika
s	Saniye
cm	Santimetre
m	Metre
TC	Toplam canlı
TK	Toplam koliform
Kob	Koloni oluşturan birim
mL	Mililitre
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
a/h	Ağırlık/Hacim
ppm	Milyonda bir
ppb	Milyarda bir
RSM	Yanıt yüzey metodolojisi

ÖZET

MEYAN KÖKÜ (*Glycyrrhiza glabra* L.) ŞERBETİNİN ASİTLENDİRME VE YÜKSEK BASINÇ TEKNOLOJİSİ İLE RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI

Serpil ADAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem UYSAL PALA

30/07/2018, 105

Bu tez çalışmasında, Yüksek Basınç (YB) teknolojisinin, meyan kökü şerbeti (MKŞ) kalite özelliklerine (mikrobiyolojik, fizikokimyasal, biyoaktif bileşenler, duyu ve aroma) ve raf ömrüne etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, MKŞ'nin daha geniş kitleler tarafından beğenilmesinin oluşturulması amacıyla, asitlendirilerek yeni bir meyan içeceği (AMKŞ) de geliştirilmiştir. YB optimizasyon denemeleri sonucunda, MKŞ ve AMKŞ için en uygun parametre; 10°C'de, 450 MPa- 5 dk olarak belirlenmiştir. Buna ilaveten, AMKŞ için ise 355 MPa- 5 dk uygulamasının da alternatif parametre olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. MKŞ'ye YB uygulaması (450 MPa-5 dk) sonucunda toplam canlı sayısında 2,9 log azalma, maya&küf ve toplam koliform sayısında ise tamamen inaktivasyon (<1 log kob/mL) gerçekleşmiştir. MKŞ ve AMKŞ'ye inoküle edilen *E. coli* ATCC 25922 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 sayılarında ise 5 log'dan fazla inaktivasyon sağlanmıştır. YB'nin, MKŞ ve AMKŞ örneklerinin fizikokimyasal kalite parametreleri (toplam fenol, toplam flavonoid, glisirrik asit, antioksidan kapasite, pH ve suda çözünür kuru madde) üzerine olası etkileri de araştırılmış olup, renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) dışında, genel olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir. Tüketici beğeni testinde, YB uygulanmış (450 MPa-5 dk) MKŞ örnekleri, kontrol grubu MKŞ örnekleri ile benzer puanlar almış olup, hedonik skalanın "beğendim" kısmında yer almıştır. Depolama çalışması sonucunda, 450 MPa-5 dk YB uygulamasının hem MKŞ hem de AMKŞ örneklerinin, mikrobiyal ve fizikokimyasal stabilitelerini 4°C'de 4 hafta boyunca koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Meyan Kökü Şerbeti, Yüksek Basınç, Asitlendirme, Glisirrik Asit, Raf Ömrü.

ABSTRACT

EXTENDING THE SHELF LIFE OF LIQUORICE ROOT (*Glycyrrhiza glabra L.*) SHERBET BY USING HIGH HYDROSTATIC PRESSURE AND ACIDIFICATION

Serpil ADAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Food Engineering

Advisor: Assist. Prof. Dr. Çiğdem UYSAL PALA

30/07/2018, 105

In this thesis, the major purpose was to investigate the effect of High Hydrostatic Pressure (HHP) technology on quality characteristics (microbial, physicochemical, bioactive compounds, sensory properties and aroma analysis) and shelf life of liquorice root sherbet (LRS). Acidified form of LRS as a new liquorice beverage (ALRS) was also developed to improve its taste for wider audience. The best HHP parameters for LRS and ALRS were determined as 10°C, 450 MPa pressure and 5 min according to HHP optimization treatments. In addition 355 MPa pressure and 5 min treatment can be used as an alternative method for ALRS sample. After the HHP treatment (10°C, 450 MPa-5 min), the initial total aerobic count reduction was 2,9 log, while the yeast&mould and the total coliform counts were totally inactivated (<1 log kob/mL). More than 5 log reductions were achieved for *E. coli* ATCC 25922 and *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 counts inoculated to LRS and ALRS. Also, no significant changes occurred in terms of total phenol, total flavanoid, glycyrrhizic acid, antioxidant capacity, pH and soluble solids of LRS and ALRS samples except color values (L^* , a^* and b^*) after HHP treatment. According to consumer liking test, HHP treated (10°C, 450 MPa-5 min) LRS samples had similar scores compared to untreated LRS samples and both products (HHP treated and untreated) were at the same place in terms of the hedonic scale of 'liking'. Also, HHP treated (10°C, 450 MPa-5 min) LRS and ALRS samples maintained the microbial and physicochemical stability during storage at refrigerated condition (4°C) for 4 weeks.

Keywords: Liquorice Root Sherbet, High Hydrostatic Pressure, Acidification, Glycyrrhizic Acid, Shelf Life.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Meyan Kökü.....	4
2.1.1. Meyan Kökü Şerbeti.....	6
2.2. Gıdaların Raf Ömrünün Uzatılmasında Kullanılan Yöntemler	8
2.2.1. Asitlendirme	8
2.2.2. Yüksek Basınç Teknolojisi.....	9
2.2.2.1. Yüksek Basınç Teknolojisinin Etkinliğini Değiştiren Faktörler.....	10
2.2.2.1.1. İç Faktörler	10
2.2.2.1.1.1. Mikroorganizmanın Formu ve Hücre Membranı	10
2.2.2.1.2. Dış Faktörler	10
2.2.2.1.2.1. Gıda Matrisi.....	10
2.2.2.1.2.2. Sıcaklık.....	11
2.2.2.1.2.3. Yüksek Basınç Sistemleri.....	11
2.2.2.1.3. Basınç Parametreleri	12
2.2.2.1.3.1. Basınç Seviyesi ve Tutma Süresi	12
2.2.2.2. Yüksek Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi	12
2.2.2.3. Yüksek Basıncın Gıda Bileşenleri Üzerine Etkisi	13
2.2.2.4. Yüksek Basınç Sistemlerinde Maliyet Analizi ve Ticari Uygulamalar	15
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal	17
3.2. Meyan Kökü Şerbeti Üretimi	17

3.3. Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Üretimi	17
3.3.1. Sitrik Asit ile Asitlendirme.....	17
3.3.2. Askorbik Asit ve Sitrik Asit Kombinasyonu ile Asitlendirme.....	18
3.4. Yüksek Basınç Uygulaması	19
3.4.1. Örneklerin Yüksek Basınç Uygulamasına Hazırlanması	20
3.5. Deneme Planı	21
3.5.1. Birinci Bölüm	21
3.5.2. İkinci Bölüm.....	21
3.5.3. Üçüncü Bölüm.....	22
3.5.4. Dördüncü Bölüm	22
3.6. Mikrobiyolojik Analizler	22
3.6.1. Toplam Canlı Sayımı.....	22
3.6.2. Maya Küf Sayımı	22
3.6.3. Toplam Koliform Sayımı	22
3.6.4. <i>E. coli</i> Sayımı	23
3.6.5. <i>Salmonella</i> spp. Sayımı	23
3.7. Fizikokimyasal Analizler	23
3.7.1. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	23
3.7.2. pH Tayini.....	23
3.7.3. Renk Analizleri.....	24
3.7.4. Toplam Fenolik Madde Tayini (Folin Yöntemi).....	24
3.7.5. Toplam Flavonoid Madde Tayini	24
3.7.6. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini.....	25
3.7.7. Glisirrizik Asit Tayini.....	25
3.8. Duyusal Analizler.....	26
3.8.1. Tüketici Tercih Testi	26
3.8.2. Üçgen Testi.....	26
3.8.3. Tanımlayıcı Duyusal Analiz Tekniği	26
3.9. SPME/GC-O Aroma Analizi.....	28
3.9.1. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri Koşulları	29
3.9.2. Karakteristik Aroma- Aktif Bileşenlerin Belirlenmesi.....	30
3.10. İstatistiksel Analizler.....	31

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	32
4.1. Meyan Kökü Şerbetinin Kalite Özellikleri ve Asitlendirme İşleminin Şerbetin Kalite Özelliklerine Etkisi	32
4.1.1. Meyan Kökü Şerbetinin ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	32
4.1.2. Meyan Kökü Şerbetinin ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Lezzet Profili	34
4.1.3. Meyan Kökü Şerbeti ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetine Özgü Aroma Profili	36
4.2. Meyan Kökü Şerbetinin Yüksek Basınç Teknolojisi ile Muhafazası	41
4.2.1. Yüzey Yanıt Metodolojisi ile Çalışma Parametrelerinin Optimizasyonu	41
4.2.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinde Doğal Mikrobiyal Floraya Etkisi	44
4.2.3. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinde Patojenler Üzerine Etkisi	47
4.2.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	49
4.2.4.1. Biyoaktif Bileşenler	49
4.2.4.2. Renk	50
4.2.4.3. Suda Çözünür Kuru Madde ve pH	51
4.2.5. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi	52
4.3. Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Yüksek Basınç Teknolojisiyle Muhafazası	54
4.3.1. Meyan Kökü Şerbeti için Asitlendirme Koşullarının Seçimi	54
4.3.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Doğal Mikrobiyal Floraya Etkisi	55
4.3.3. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Patojenler Üzerine Etkisi	58
4.3.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	60
4.3.4.1. Biyoaktif Bileşenler	60
4.3.4.2. Suda Çözünür Kuru Madde ve pH	61
4.3.4.3. Renk	62
4.4. Yüksek Basınç Uygulanmış Meyan Kökü Şerbetinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması	64

4.4.1. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbetinde Mikrobiyal Kalite Üzerine Etkisi	64
4.4.2. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	67
4.4.2.1. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi	67
4.4.2.2. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Renk Parametreleri Üzerine Etkisi	70
4.4.2.3. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti pH ve Suda Çözünür Kuru Madde Üzerine Etkisi	72
4.5. Yüksek Basınç Uygulanmış Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması.....	73
4.5.1. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Mikrobiyal Kalite Üzerine Etkisi	74
4.5.2. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	76
4.5.2.1. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi	76
4.5.2.2. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Renk Parametreleri Üzerine Etkisi.....	78
4.5.2.3. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti pH ve Suda Çözünür Kuru Madde Üzerine Etkisi	80
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. A) <i>Glycyrrhiza glabra</i> (Meyan), B) Kurutulup liflerine ayrılan meyan kökü.....	4
Şekil 2.2. Glisirrizin.....	5
Şekil 2.3. Yüksek basınç sistemi	11
Şekil 2.4. 1990-2014 yılları arasında üretilen yüksek basınç sistemleri ve kıtalara göre dağılımı	15
Şekil 2.5. Ticari olarak yüksek basınç sistemiyle işlenen gıda gruplarının payları.....	16
Şekil 3.1. Sitrik asit ile asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti (pH 3,0-4,5).....	18
Şekil 3.2. Sitrik asit+Askorbik asit ile asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti (pH 3,0-4,5)	18
Şekil 3.3. Yüksek basınç cihazı ve kısımları	19
Şekil 3.4. Örneklerin yüksek basınç uygulamasına hazırlanması.....	20
Şekil 3.5. Gallik asit standart eğrisi	24
Şekil 3.6. Kuersetin standart eğrisi	25
Şekil 3.7. Glisirrizik asit standart eğrisi.....	25
Şekil 3.8. Tanımlayıcı duyu analizi tekniğinde panel eğitimi	28
Şekil 3.9. Şerbet örneklerinin GC-O analizi için hazırlanması.....	28
Şekil 3.10. SPME ile desorpsiyon aşaması.....	29
Şekil 3.11. Gaz kromatografisi (GC-O) sisteminin şematik gösterimi.....	30
Şekil 4.1. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de toplam canlı sayıları	45
Şekil 4.2. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de maya&küf sayıları.....	46
Şekil 4.3. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de toplam koliform sayıları.....	46
Şekil 4.4. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de <i>E. coli</i> ATCC 25922 sayıları.....	47
Şekil 4.5. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de <i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC 14028 sayıları.....	48
Şekil 4.6. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de toplam canlı sayıları .	56
Şekil 4.7. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de maya&küf sayıları	57
Şekil 4.8. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de toplam koliform sayıları.....	58
Şekil 4.9. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de <i>E. coli</i> ATCC 25922 sayıları.....	59
Şekil 4.10. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de <i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC 14028 sayıları.....	60
Şekil 4.11. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam canlı sayılarındaki değişim	65
Şekil 4.12. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin maya&küf sayılarındaki değişim	66
Şekil 4.13. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam koliform sayılarındaki değişim	66
Şekil 4.14. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam canlı sayılarındaki değişim	74
Şekil 4.15. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin maya&küf sayılarındaki değişim	75
Şekil 4.16. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam koliform sayılarındaki değişim	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Sitrik asit ile asitlendirilen meyan kökü şerbetine eklenen sitrik asit miktarı ve pH değerleri.....	18
Çizelge 3.2. Sitrik asit+Askorbik asit ile asitlendirilen meyan kökü şerbetine eklenen sitrik asit miktarı ve pH değerleri	19
Çizelge 3.3. Üçgen testinde örneklerin sunuluş sıralaması	26
Çizelge 3.4. Duyusal değerlendirme öncesi panel eğitimi için hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonları ve algılanan tadın skalaya karşılık gelen değerleri.....	27
Çizelge 3.5. Duyusal değerlendirme öncesi panel eğitimi için hazırlanan aroma standartları.....	27
Çizelge 4.1. MKŞ ve AMKŞ'nin fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyal yükleri	33
Çizelge 4.2. MKŞ ve AMKŞ'nin tanımlayıcı duyusal analiz tekniği sonucu elde edilen lezzet profili	34
Çizelge 4.3. MKŞ:K örneğine ait aroma profili.....	37
Çizelge 4.4. MKŞ:P örneğine ait aroma profili	38
Çizelge 4.5. AMKŞ:K örneğine ait aroma profili.....	39
Çizelge 4.6. AMKŞ:P örneğine ait aroma profili	40
Çizelge 4.7. Yüzey yanıt metodu sırasında sıcaklık değişimleri	42
Çizelge 4.8. Merkezi kompozit dizayn sırasında kullanılan basınç seviyeleri ve uygulama zamanlarının mikrobiyal popülasyona etkisi	43
Çizelge 4.9. Merkezi kompozit dizayn sırasında kullanılan basınç seviyeleri ve uygulama zamanlarının fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi.....	44
Çizelge 4.10. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin fizikokimyasal özelliklerine etkisi	49
Çizelge 4.11. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin renk parametreleri üzerine etkisi	50
Çizelge 4.12. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin pH ve SÇKM üzerine etkisi	52
Çizelge 4.13. MKŞ:P ve MKŞ:K örneklerine ait tüketici testi sonuçları	53
Çizelge 4.14. Farklı asitlendirme işlemlerine ait tüketici testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.15. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin fizikokimyasal özelliklerine etkisi	61
Çizelge 4.16. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin pH ve SÇKM üzerine etkisi..	62
Çizelge 4.17. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin renk parametreleri üzerine etkisi	63
Çizelge 4.18. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite (TEAC) değerlerinde meydana gelen değişimler.....	68
Çizelge 4.19. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin glisirrizik asit değerlerinde meydana gelen değişimler.....	69
Çizelge 4.20. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin renk parametrelerinde meydana gelen değişimler.....	71
Çizelge 4.21. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler.....	73
Çizelge 4.22. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin SÇKM değerlerinde meydana gelen değişimler.....	73
Çizelge 4.23. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite (TEAC) değerlerinde meydana gelen değişimler	77

Çizelge 4.24. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin glisirrizik asit değerlerinde meydana gelen değişimler.....	78
Çizelge 4.25. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin renk parametrelerinde meydana gelen değişimler	80
Çizelge 4.26. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler.....	81
Çizelge 4.27. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin SÇKM değerlerinde meydana gelen değişimler.....	82



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Meyan bitkisi, Türkiye, İtalya, İspanya, Çin ve Suriye gibi bazı Akdeniz ve Asya ülkelerinde yetiştirilmektedir (Anilkumar ve ark., 2012). Meyan köklerinin tıbbi amaçlar için Eski Mısır, Roma ve Çin’de kullanımı 6000 yıllık bir süreci kapsamaktadır (Liu ve ark., 2016). Meyan kökleri saponin, flavonon, flavonoid, amin, glikoz, sükroz, amino asit, gam, esansiyel yağ ve nişasta içermektedir. Triterpenoid saponinler ve flavonoidler meyandaki başlıca bileşenlerdir (Zhang ve Ye, 2009). Glisirrizin ve türevleri ise en önemli biyoaktif komponentlerdir (Kozai ve ark., 2016).

Saponin grubu altında değerlendirilen glisirrizik asit, bir molekül glisiretinik asit ve iki molekül glikuronik asit içermekte olup, sükrozdan 50-60 kat tatlıdır (Khalesi, 2015; You ve ark., 2016). Glisirrizinin amonyum tuzu; şekerleme ürünlerine, içeceklere ve ilaçlara istenilen lezzeti vermek için eklenmektedir (Anilkumar ve ark., 2012; Basar ve ark., 2016).

Türkiye’nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, meyan kökü ekstraktları genellikle, meyan kökü şerbeti (MKŞ) olarak kullanılmakta ve sokak satıcıları tarafından yazın soğuk olarak satılmaktadır (Maskan, 1999). Şerbet üretiminde kökler parçalanmakta ve suyla ekstrakte edilmektedir (Arino ve ark., 2007). Tüketicilerin bu içeceğe karşı talebi fazla ise de üretim sırasında pastörizasyon kullanılmaması nedeniyle raf ömrü kısa kalmaktadır. Buna ek olarak düşük asitliğe ve yüksek su aktivitesine sahip olması nedeniyle, mikrobiyal gelişim için uygun koşulları içermektedir (Aday ve ark., 2018). Bu nedenle üretimden sonra birkaç gün içerisinde mikrobiyolojik değişimler gözlenmektedir. Meyan kökü şerbetinde tüm bu sayılan olumsuzlukları gidermek için, yüksek basınç ve asitlendirme gibi birden fazla sayıdaki koruma metodlarının kombinasyonunu içeren engel teknolojilerinin (Singh ve Shalini, 2016) kullanılması gerekmektedir.

Son yıllarda gıda endüstrisinde yüksek basınç (YB) teknolojisinin kullanılmasına yönelik artan bir eğilim vardır. Bu teknoloji; Japonya, Avrupa ve Kuzey Amerika’da meyve ve sebze suları, deniz ürünleri ve işlenmiş etlerde ticari olarak kullanılmaktadır (Huang ve ark., 2017). YB teknolojisi; bozulma yapan mikroorganizmaları inaktive etmek, patojenleri öldürmek, enzimlerin etkisini azaltmak, duyuusal ve besinsel kaliteyi korumak amacıyla uygulanmaktadır (Chaikham ve ark., 2017). Raf ömrünü arttırmak için gerekli olan basınç seviyesi ve uygulama zamanı; ürünün asitliği, sıcaklığı, bileşimi, üründeki mikroorganizma tipi ve mikroorganizmanın fizyolojik durumuna göre belirlenmektedir (Yordanov ve Angelova, 2010).

Vejetatif hücreler, 200 ve 700 MPa arasında inaktif olurken, bakteri sporları ise 1000 MPa üzerinde basınç düzeylerinde bile yaşamlarını devam ettirebilmektedir (Arroyo ve ark., 1999). Bu nedenle YB düşük asitli ($pH > 4,6$) gıdaların raf ömrünü arttırmada istenilen etkiyi gösteremeyebilmektedir. Bu tür ürünlerde YB teknolojisinin soğukta muhafaza uygulamasıyla birlikte kullanılması önerilmektedir. YB teknolojisinin içeceklerde bozulma yapan mikroorganizmalara etkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Bayindirli ve ark., 2006; Lee ve ark., 2006; Wang ve ark., 2012; Hartyani ve ark., 2013; Zhao ve ark., 2013; Li ve ark., 2015; Andres ve ark., 2016; Hurtado ve ark., 2017a). Jayachandran ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada YB'nin (500-600 MPa, 60-70°C, 10-20 dk) ısıl uygulamayla (95°C-10 dk) karşılaştırıldığında litçi bazlı meyve içeceklerinde, biyoaktif bileşenler ve antioksidan kapasite üzerine olumlu etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Varela-Santos ve ark. (2012), nar sularında YB'nin (450 MPa, 90-150 s) fenolik madde içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Hurtado ve ark. (2017b) kırmızı meyve bazlı smoothie içeceklerde YB'nin (350 MPa-5 dk-10°C) kantitatif tanımlayıcı analiz sonuçlarına göre lezzeti etkilemediğini ortaya çıkarmışlardır. Çünkü, YB'nin lezzet bileşenleri gibi küçük moleküller üzerindeki etkisinin az olması, sıvı gıdalarda duyu kaliteyi korumaktadır (Cullen ve ark., 2012).

Gıdaların asitliğinin yükseltilmesiyle raf ömrünün arttırılması; stabiliteyi sağlamak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan engellerden diğer bir tanesidir. Asitli gıdalar pH derecesi 4,6'dan düşük olan gıdaları tanımlamak için kullanılmakta olup, asitlendirme işlemi asidik gıda bileşenlerinin veya asitin gıdaya eklenmesi işlemleriyle gerçekleştirilebilmektedir (Theron ve Lues, 2010). Bakterilerin vejetatif formları basınç ve düşük pH derecelerine daha duyarlıdır ve ayrıca asitlik YB sırasında mikroorganizmaların inaktivasyonunu arttırmaktadır (Smelt, 1998). Çünkü asidik gıdalarda, basınçtan zarar gören hücrelerin kendilerini tamir etmesi zorlaşmaktadır (Linton ve ark., 1999).

Literatürde MKŞ konusunda yapılan çalışmalar ise kısıtlıdır. Uzuner ve Evrendilek (2017) tarafından yapılan çalışmada vurgulu elektrik alan (PEF) (30 kV/cm ve 148 μ s) uygulamasının MKŞ'de *E. coli* ve endojen mikrobiyal yükü azalttığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, PEF uygulaması ısıl işleme (90°C- 3 dk) göre ürünün fiziksel ve duyu özelliklerini daha iyi korumuştur. Çam ve ark. (2014) ise, UV-C uygulamasının MKŞ'nin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmediğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada, toplam maya-küf ve aerobik mikroorganizma sayısının MKŞ'nin UV-C reaktördeki akış hızına bağlı olarak değiştiiği belirlenmiştir.

Özetlenen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, YB hakkında birçok çalışma bulunsa da şerbet gibi özel ürünlerde bu teknolojinin kullanımına dair çalışma bulunmamaktadır.

Aynı zamanda asitlendirme işleminin de etkisi ortaya konulmamıştır. Bu nedenle çalışmanın birincil amacı; YB'nin ticari olarak kullanılması durumunda proses parametrelerinin belirlenmesidir. İkincil amaç; şerbet için optimal asitlendirme koşullarının ortaya konulmasıdır. Üçüncül amaç ise geleneksel olarak üretilen meyan kökü şerbetinin raf ömrü boyunca gıda güvenliğinin sağlanmasıdır. Çalışmadaki amaçlara ulaşmak için, kontrol ve uygulama gruplarında mikrobiyolojik, duyu (tüketici beğenisi, üçgen testi ve tanımlama testi), kimyasal (suda çözünür kuru madde (brix), pH, renk), biyoaktif bileşik (toplam fenol, toplam flavonoid madde, glisirrik asit içeriği, antioksidan aktivite) tayini ve aroma analizi gerçekleştirilmiştir.

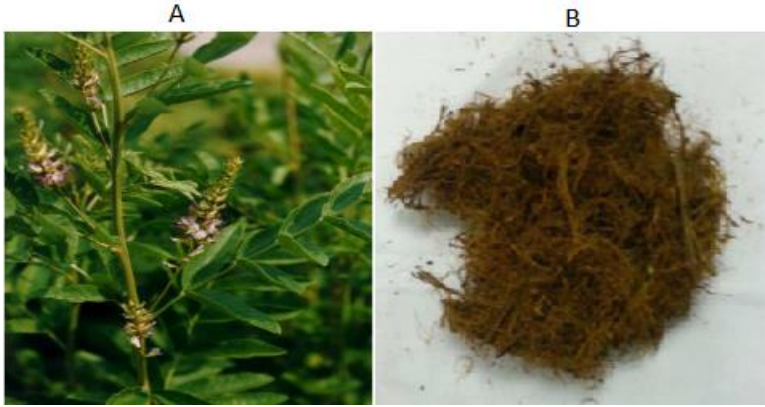


BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

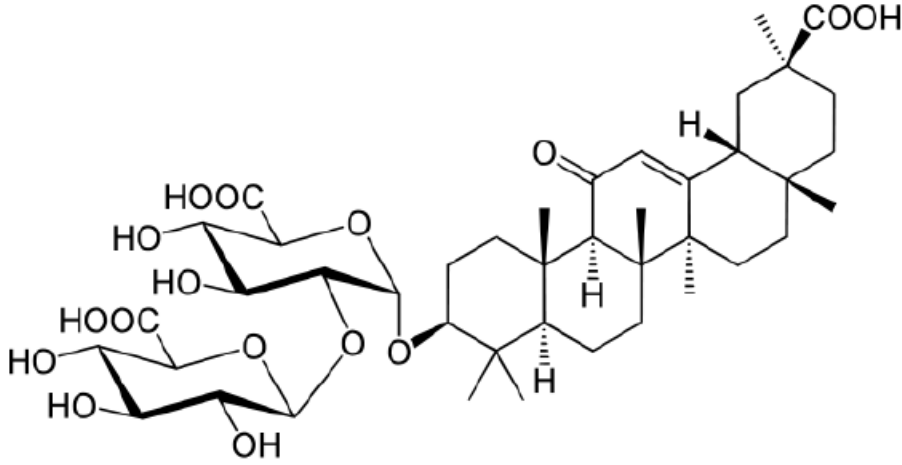
2.1. Meyan Kökü

Fabaceae familyasına ait ve çok yıllık bir bitki olan *Glycyrrhiza* cinsinin bütün türlerine genel olarak meyan adı verilmektedir. *Glycyrrhiza* cinsinin dünyada yaklaşık olarak 30 türü bulunmaktadır. Ülkemizde bunlardan 8 türü bulunmakta ve 4'ü endemik özellik göstermektedir. Dünyada İran, Rusya, Amerika, Pakistan, Suriye, Çin ve Afganistan gibi ülkelerde yayılış göstermektedir. Ülkemizde özellikle Güney, Orta ve Doğu Anadolu'da yetişen meyanın tıbbi ve endüstriyel olarak kullanılan en önemli türü *Glycyrrhiza glabra*'dır (Şekil 2.1A). Yabani olarak dere ve nehir kenarlarında yetişmektedir. Boyu; 30-60 cm arasında olup, Haziran-Temmuz ayında çiçek açmaktadır. Meyveleri ve kökleri esmer kırmızı renklidir (Haksel, 2008; Çınar, 2012; Kılınç ve ark., 2014).



Şekil 2.1. A) *Glycyrrhiza glabra* (Meyan), B) Kurutulup liflerine ayrılan meyan kökü

Meyan köklerinden birçok bileşen izole edilmiştir (Şekil 2.1B). Toplam kuru madde ağırlığının %40-50'sini suda çözünür özellikte biyoaktif bileşenler meydana getirmektedir. Meyan kökünün bileşiminde şeker, nişasta, pektin, polisakkaritler, gamlar, amino asitler, triterpen saponinler, sterol, flavonoid, zamk, reçine, mineral tuzlar, tanninler, proteinler, uçucu yağlar ve glikozitler gibi maddeler bulunmaktadır. En aktif bileşen olan glisirrizin (glisirrizik asit) meyan kökü ekstraktının %10-25'lik bölümünü oluşturmaktadır olup, sükrözdan 50-60 kat daha tatlıdır. Glisirrizik asit, oleanan tipi saponin bileşiğidir ve hidrofilik kısımda iki molekül glikuronik asit, hidrofobik kısımda ise glisiretinik asit bulunmaktadır (Şekil 2.2) (Sharma ve Agrawal, 2013; Badkhane ve ark., 2014; Damle, 2014).



Şekil 2.2. Glisirrizin

Meyanın kendine has sarı rengi flavonoid içeriğinden meydana gelmektedir ve likuiritin, isolikuiritin, likuiritigenin ve ramnolikuiritin flavonoid bileşenlerinden bir kısmıdır. Glisirrizik asit, flavonlar ve kumarin bileşikleri serbest radikal tutucu özelliği göstermekte olup, antioksidan özelliğini meydana getirmektedir. Bunlara ek olarak isoflavonlar, glabridin ve hispaglabridin A ve B bileşenleri de yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Uçucu bileşen olarak; geraniol, pentanol ve hekzanol içermektedir. Propiyonik asit, benzoik asit, furfuraldehit ve trimetilpirazin ise içerdiği esansiyel yağlara örnek bileşiklerdir (Badkhane ve ark., 2014; Damle, 2014).

Meyan kökü antik çağlardan itibaren medikal anlamda da en geniş kullanıma sahip olan bir bitki olup, birçok ülkede tıp literatüründe likoris adıyla anılmaktadır. Meyan kökü, bronşit ve üst solunum yolu hastalıklarında mukolitik etki gösteren ekspektorandır. Aynı zamanda bileşiminde bulunan saponinlerden glisirrizik asit, bakteriyostatik ve antiviral aktivite göstermektedir. Bunun yanında gastrit ve mide ülseri tedavisinde de kullanılmakta olup, antifilojistik özelliğe sahiptir. Bu özellikler glisirrizik asit ve aglikonu olan glisiretinik asitten kaynaklanmaktadır. Bu maddeler prostaglandin sentezini etkilememektedir. Meyan kökü; karın ağrılarının iyileştirilmesinde, bağırsak iltihabının kurutulmasında, solunum güçlüğüünün iyileştirilmesinde ve kabızlığın giderilmesinde de kullanılmaktadır. Bu olumlu özelliklerinin yanında, meyan kökünde bulunan glisirrizin ve glisiretinik asit, yüksek dozlarda uzun süre alınınca mineralokortikoid aktivitesi sebebiyle potasyum kaybına sebep olarak, sodyum-potasyum dengesini bozmaktadır. Bunun sonucunda sodyum konsantrasyonu ve su miktarı artarak, diürez konsantrasyonu düşmekte ve bu da tansiyonun

yükselmesine ve ödeme neden olmaktadır. Meyan kökünün karaciğer ve böbrek problemi olan kişilerde ve hamilelerde kullanımı önerilmemektedir (Haksel, 2008; Ay ve ark., 2014).

Meyan kökü ayrıca; tütün ürünlerinde koku verici, şeker ve meşrubat sanayisinde tat arttırıcı, tekstil ürünlerinde kadife boyamada, yangın söndürmede köpük oluşturma ajanı ve içecek olarak ise şerbet formunda kullanılmaktadır (Arlı ve ark., 2002; Zengin ve ark., 2013; Kılınç ve ark., 2014).

2.1.1. Meyan Kökü Şerbeti

Geleneksel içeceklerimizden bir tanesi olan şerbet; serinletici, susuzluğu azaltıcı, iştah açıcı ve hazmı kolaylaştırıcı olarak tüketilmektedir. Meyan şerbeti ise; ülkemizde Trakya, Marmara ve Karadeniz bölgeleri hariç olmak üzere ‘pijan’, ‘poyan’, ‘miyan’ ve ‘boyam’ olmak üzere farklı isimlerle anılmaktadır. Bitki kökleri genel olarak Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında toplanarak şerbete dönüştürülmektedir. Susuzluğu giderici özelliğinden dolayı özellikle Ramazan ve yaz aylarında tüketimi artmaktadır (Tokuz, 2002; Özdoğan ve Işık, 2008; Kızıl ve Tonçer, 2014). Meyan köklerinde tatlı kök olarak anılan ve suda eriyip, kendine has koku ve lezzetteki madde glisirrik asittir ve bu asitin potasyum ve kalsiyum tuzları ile sakkaroz ve mannit gibi bileşenler, şerbetin tatlılığını sağlamaktadır (Arlı ve ark., 2002; Hennell ve ark., 2008; Kılınç ve ark., 2014; Pala ve ark., 2017).

Meyan şerbetinin hazırlanmasında kökler yaklaşık olarak 20 cm boyunda kesildikten sonra toprak ve bazı kirlilikleri gidermek için su ile yıkanmaktadır. Daha sonra güneş altında kuruma gerçekleştirilerek, kuruyan kökler lif haline getirilmek üzere dövülmektedir. Kabın içerisine alınan bu liflerin üzerine su konularak yoğrulmakta ve bu şekilde mayalanması sağlanmaktadır. Kabın altındaki çeşmelerden alınan su tekrardan liflerin üzerine konulmakta ve bu sayede şerbetin acılığı alınarak, köpüklerinden arındırılmaktadır. Sulu kısmın istenilen renk ve tadı alması durumunda süzülerek satışa hazır hale getirilmektedir (Haksel, 2008; Özdoğan ve Işık, 2008).

Diğer bir şerbet hazırlama yönteminde ise, 10 g civarında meyan kökü bir kap içerisine konularak, tarçın ve tane karanfil eklenmektedir. Daha sonra bu kaba 2 litre içme suyu ilave edilerek, buzdolabında veya serin bir yerde 8-10 saat bekletilmektedir. Sonra kap içindeki şerbet tülbent yardımıyla süzülmemektedir. Kabın tabanında kalan kök sıkılarak bir daha süzülmemekte ve şerbet üzerine eklenerek servis edilmektedir (Sarioğlan ve Cevizkaya, 2016).

Coğrafi işaret almak için başvurulmuş Urfa Meyan Şerbeti (Biyabalı) yapımına, lif haline getirilen 100 g meyan kökünün yıkanması, süzgeç içerisine konulması ve bunun üzerine küçük parçalar halindeki buzun eklenerek 2,5 litre su içeren derin bir kaptaki

bekletilmesiyle başlanmaktadır. Şerbet bu halde 3 saat bekletilerek, meyan kökü kokusunu ve rengini suya vermekte ve süzgecin altında bulunan kapta şerbet biriktirilmektedir. Yoğun bir kıvama sahip bu ürün daha sonra başka bir sürahiye tülbent yardımıyla süzülerek aktarılmaktadır. Şerbetin bulanık olmasını engellemek için demlenen şerbetin altında kalan tortu atılmaktadır. Köpük oluşumunu sağlamak için ise şerbet birkaç kez bir sürahidenden diğerine boşaltılmakta ve buz konularak servis edilmektedir (Anonim, 2018).

Meyan kökü şerbetinin hazırlanmasında veya glisirrizik asitin eldesinde literatürde sıcak su, alkol, amonyum tuzları gibi farklı solventlerin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte ekstraksiyon verimini arttırmak amacıyla ultrases, mikrodalgayla kombine edilmiş sokselet sistemleri ve yüksek sıcaklıkta basınçlı su gibi yöntemler de kullanılmaktadır (Pan ve ark., 2000; Baek ve ark., 2008).

Çınar (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sıcaklık ve sürenin meyan kökü ekstraksiyonu üzerindeki etkisi araştırılmış olup, en yüksek verimin 90 dk ve 60°C’de suyla gerçekleştiği bildirilmiştir. Meyan kökü şerbeti üzerindeki diğer bir çalışmada ise, farklı sıcaklık derecelerinin ürünün mikrobiyolojik kalitesi ve biyoaktif bileşenlerine etkisi incelenmiştir. Aynı çalışmaya göre; 40-75°C arasındaki ekstraksiyon sıcaklıklarının şerbetin mikrobiyal stabilitesini artırdığı ve biyoaktif bileşenlerin de şerbete geçişini kolaylaştırdığı belirlenmiştir (Pala ve ark., 2017).

Meyan kökü şerbetinin içimi sonucunda glisirrizin, β -D-glukuronidaz içeren bakteriler tarafından glisiretinik aside dönüştürülmekte ve bu da kortizolün kortizona çevrilmesini sağlayan 11 beta hidroksisteroid dehidrogenaz tip-2 enziminin çalışmamasını sağlamaktadır. Eğer aşırı miktarda meyan şerbeti tüketilirse, mineralokortikoid etkiyle birlikte hipernatremi, hipokalemi ve hipertansiyon meydana gelebilmektedir. Aşırı tüketim sonucunda semptomlar kendini 3-10 gün içerisinde göstermektedir. Bu nedenle meyan kökünün günlük olarak 60 gramdan fazla tüketilmemesi önerilmektedir (Ay ve ark., 2014).

Meyan şerbetini, sokak satıcıları sırtlarındaki tuluktan tasa dökerek satmaktadır. Meyancılar, müşterilerin ilgilerini çekmek için üst üste konulan iki tası birbirine vurmaktadır. Bazen hayırseverler meyan şerbetini sebil yaptırarak dağıtmaktadır. Sebil denilen kavram; hayırseverin tuluk içindeki tüm şerbetin parasını meyancıya ödemesi ve daha sonra ise meyancının “Haydi sebil” diye bağırmasıyla gerçekleşmektedir. Bu adeti bilen müşteriler meyancının yanına hızla gitmekte ve tuluk çok çabuk boşalmaktadır (Aydoğan, 2010).

2.2. Gıdaların Raf Ömrünün Uzatılmasında Kullanılan Yöntemler

Gelişmekte olan ülkelerde tarım, ekonominin en önemli ayağını oluşturmakta olup, tarımsal ürünlerden elde edilen ekonomik çıktı, ülke kazancında büyük pay sahibidir. Bu nedenle gıdalarda kayıpların önlenmesi ve tüketici isteklerinin karşılanması gerekmektedir. Günümüzde geleneksel koruma metotlarından olan kurutma, dondurma, tütsüleme ve asitlendirme hâlâ kullanılmakta ise de, gıdanın besinsel, duyuşal ve mikrobiyal kalitesini daha fazla koruyan yüksek basınç gibi yeni muhafaza yöntemlerine de ilgi artmaktadır (Aday, 2011).

2.2.1. Asitlendirme

Gıdaların korunmasında dikkate alınan en önemli özellik ürünün asitlik durumu olup, gıdanın asitliği yapay veya doğal yollarla sağlanabilmektedir. Doğal yolla asitlik artışı fermantasyon ile gerçekleştirilirken, yapay yolla ise ortama dışarıdan antimikrobiyal aktivitesi yüksek olan laktik, asetik ve sitrik asit gibi organik asitlerin eklenmesiyle sağlanmaktadır (Çon ve Gökalp, 1997).

Özellikle düşük asitliğe sahip havuç suyu gibi ürünlerde, mikrobiyal gelişim hızlanmakta ve bunun sonucunda da ürünün raf ömrü azaldığından pazarlamada sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle düşük asitliğe sahip içeceklerde, sitrik asidin (Sharma ve ark., 2009) ve asetik asidin (Shivhare ve ark., 2009) eklenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

İçeceklerin asitlendirilmesi sadece mikrobiyal gelişim üzerinde etkili olmayıp, bulanıklığın engellenmesi ve enzimlerin inaktive edilmesinde de kullanılmaktadır. Domates suyu üzerinde yapılan bir çalışmada, asitlendirme işleminin pektin esteraş inaktivasyonunu sağladığı ve bulanıklığı azalttığı rapor edilmiştir (Sarr ve Tsai, 2008).

Asitlendirmede en yaygın kullanılan organik asitlerden bir tanesi olan sitrik asit, asitliği düzenleyici özelliğe sahiptir. Aynı zamanda, lipofilik karakterde olup, intrasellüler asitlenmeyi sağlayarak düşük pH'larda mikrobiyal stabiliteyi sağlamaktadır (Akarca ve ark., 2014).

Diğer bir asitlendirme ajanı olan askorbik asit ise, sudaki çözünürlüğü yüksek olan ve kuvvetli indirgen özelliğe sahip bir vitamindir. Aynı zamanda doğal bir antioksidan olup, oksidasyon sorunlarına çözüm olmaktadır (Kırca ve Cemeroğlu, 2001; Baladura ve Şimşek, 2015). Askorbik asidin (%0,4) tek başına havuç sularında koruma amaçlı kullanıldığı bir çalışmada, kontrol grubuna göre *E. coli* gelişimini azalttığı rapor edilmiş olup, en yüksek etkinin bir gün bekletildikten sonra ortaya çıktığı belirtilmiştir (Tajkarimi ve Ibrahim, 2011).

Asitlendirme tek başına koruma metodu olarak kullanılacağı gibi, yüksek basınç işleminin etkinliğini arttırmak amacıyla da kullanılmaktadır. Genel olarak mikroorganizmalar, düşük pH ortamlarında basınca daha hassas olup, basınçtan zarar gören hücrelerin asidik ortamdaki yaşama olasılığı düşüktür. Doğan ve Erkmen (2004) tarafından yapılan çalışmada, *Listeria Monocytogenes*'in portakal veya şeftali suyu gibi yüksek asitli örneklerdeki inaktivasyonu, sütteki inaktivasyonuna göre daha fazladır. Bununla birlikte ortam pH'nın nötralden asidik değerlere çekilmesi durumunda *L. monocytogenes*'in inaktivasyonunun da arttığı diğer bir çalışmayla desteklenmiştir (Koseki ve Yamamoto, 2006).

2.2.2. Yüksek Basınç Teknolojisi

Gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan geleneksel muhafaza metotlarından bir tanesi olan ısı işlemin gıdaların besinsel öğelerinde, tekstüründe, renk ve duyu özelliklerinde olumsuz değişimlere yol açması nedeniyle tüketici isteklerine paralel olarak, ısı işleme alternatif yöntemler geliştirilmektedir (Tülek ve Filizay, 2006a). Bu yöntemlerden birisi de YB teknolojisi olup, ambalajlı ve ambalajsız olarak katı veya sıvı gıdaların 100-1000 MPa arasındaki basınca maruz bırakılmasını kapsamaktadır. Bu yöntem soğuk pastörizasyon olarak da adlandırılmaktadır (Alpas ve Bozoğlu, 2000b; Arıcı, 2006). Yüksek basınç yönteminin temelini *Le Chatelier* prensibi oluşturmaktadır. Buna göre dengede olan bir sisteme, çevreden bir müdahale yapıldığında, ortam bu etkiden en az etkilenecek şekilde kendini değiştirmektedir. Eğer dışarıdan gelen etki basıncın uygulanması şeklinde ise, sistem bu değişime hacmini küçülterek tepki vermektedir. Bu sırada yoğunluk artmakta ve denge mol sayısı ise az olan tarafa doğru kayarak sistemin dengesi farklılaşmaktadır. *Pascal* prensibine göre ise yüksek basınç; ürün hacmi ve şeklinden bağımsız olarak etki göstermektedir. Çünkü uygulanan basınç, ortamdaki sıvı aracılığıyla sıvıyla temas halindeki tüm noktalara aynı büyüklükte, eşit ve dik olarak iletilmektedir (Mertens ve Deplace, 1993; Arıcı, 2006; Sayın ve Tamer, 2014).

Yüksek basınç doğrudan veya dolaylı yöntem olmak üzere iki biçimde uygulanabilmektedir. Dolaylı yöntemde, basınç kabındaki tüm hava çıkarılmakta ve sonra bu kaba basıncı ileten bir madde konularak veya doğrudan gıdanın basınç pompası aracılığıyla kaba basılmasıyla istenilen basınca ulaşılmaktadır. Doğrudan yöntemde ise kaptaki bulunan piston sıkıştırılarak gıda basınç işlemine tabi tutulmaktadır (Mertens ve Deplace, 1993; Özcan ve Obuz, 2006). Yüksek basınç sırasında adyabatik ısınmadan dolayı sıcaklık her 100 MPa artış için yaklaşık olarak 3°C artmaktadır. Bu değer özellikle yağ içeriği

yüksek olan gıdalarda daha fazladır (Muntean ve ark., 2016). Yüksek basıncın kullanım amacı olarak mikroorganizma ve enzimlerin inaktivasyonu, proteinlerin denatürasyonu, jel oluşturma, ekstraksiyon veriminin yükseltilmesi ve tekstürel özelliklerin değiştirilmesi verilebilir (Tülek ve Filizay, 2006a).

2.2.2.1. Yüksek Basıncı Teknolojisinin Etkinliğini Değiştiren Faktörler

Yüksek basıncın etkinliği birçok iç ve dış faktör ile basınç parametrelerinden etkilenmektedir. İç faktörler, mikroorganizmanın formu ve hücre membranının özellikleridir. Dış faktörler ise gıda matrisi ve sıcaklıktır. Basınç parametreleri ise basıncın seviyesi ve tutma zamanından oluşmaktadır (Ferreira ve ark., 2016).

2.2.2.1.1. İç Faktörler

2.2.2.1.1.1. Mikroorganizmanın Formu ve Hücre Membranı

Mikroorganizmaların vejetatif formundaki hücreler, durağan fazda üssel faza göre basınca daha dayanıklıdır. Yapılan bir çalışmada, durağan fazda *L. innocua*'nın 400 MPa-15 dk altındaki inaktivasyonu 6 log iken, üssel fazda ise bu değer 7 log'dur (Saucedo-Reyes ve ark., 2009). Bakteri sporlarının direnci ise vejetatif formdaki hücrelere göre daha yüksek olup, 1000 MPa'da bile faaliyet gösterebilmektedirler. İbanoğlu (2002), bakteri sporlarının yüksek basınç ile tamamen inaktive edilemediğini, fakat 0,1-600 MPa aralığındaki basınç uygulamalarının ise *B. stearothermophilus* sporlarında 10^6 oranında azalmaya yol açtığını bildirmektedir. Bakteri sporları 50-300 MPa arasında uyarılarak, vejetatif forma geçmesi teşvik edilebilmektedir. Bu şekilde uygun ısı ve çevre koşullarında mikroorganizma hücreleri daha duyarlı hale gelebilmektedir (Tülek ve Filizay, 2006a).

Hücre membranının bileşimi de, vejetatif hücrelerde basıncın etkisini değiştiren diğer bir faktördür. Membran yapısı ve akışkanlık bu etkinin en önemli parametreleridir. Membran akışkanlığını sağlayan fosfolipitler likit-kristalin yapıda olmak zorundadır ve bu durumu yağ asidi kompozisyonu etkilemektedir (Ferreira ve ark., 2016).

2.2.2.1.2. Dış Faktörler

2.2.2.1.2.1. Gıda Matrisi

Gıdanın kimyasal bileşimi önemli olup, gıdaları oluşturan yağlar, proteinler, mineral ve karbonhidratlar koruyucu olarak davranmakta ve basınca karşı mikrobiyal direnci arttırmaktadır. Yüksek basıncın etkinliğini değiştiren diğer bir faktör ise su aktivitesidir ve düşük su aktivitelerinde mikrobiyal hassasiyet çok düşüktür.

Yapılan çalışmalar düşük su aktivitesinin protein stabilizasyonunu sağlayarak, protein denatürasyonunu ve böylelikle de basınç karşısında hücre ölümünü azalttığını ortaya koymaktadır (Farkas ve Hoover, 2000; Hayman ve ark., 2008; Syed ve ark., 2016).

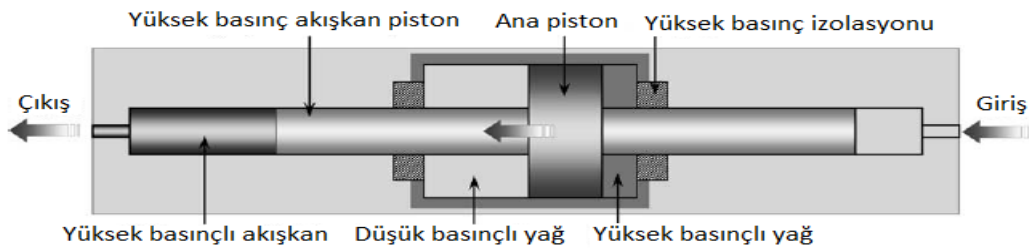
Asitliğin mikroorganizmalar üzerinde yarattığı stres önemli olup, yüksek basınçla birlikte kullanılmasının 'engel teorisini' oluşturduğunu ve bu şekilde basıncın ölümcül etkisini arttırdığı çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır (Linton ve ark., 1999; Ritz ve ark., 2006; Syed ve ark., 2016).

2.2.2.1.2.2. Sıcaklık

Vejetatif hücrelerin inaktivasyonunu etkileyen diğer bir faktör sıcaklıktır. Ürünün ve basıncı ileten sıvının sıcaklığı mikrobiyal direnci etkilemekte olup, oda sıcaklığının az altındaki ve üstündeki sıcaklıkların inaktivasyonu arttırdığı belirtilmektedir. 30-50°C arasındaki sıcaklıklar inaktivasyonu hızlandırır da 20°C altındaki sıcaklıkların etkisi tam olarak anlaşılmamaktadır. Bakteri hücreleri 20-35°C arasındaki sıcaklıklarda basınca hassas olup, 35°C'den yüksek sıcaklıklarda ise membran lipidlerinin faz geçişi nedeniyle hassasiyeti daha da artmaktadır (Farkas ve Hoover, 2000; Syed ve ark., 2016).

2.2.2.1.2.3. Yüksek Basınç Sistemleri

Yüksek basınç sistemi, genel olarak basınç kabini, basınç oluşturma ünitesi, sıcaklık kontrol düzeneği ve gıdanın basınçlandığı işleme ünitesinden meydana gelmektedir. Basınç kabini, yüksek gerilime dayanacak şekilde, paslanmaz çelikten yapılmış olup, şekli silindirikdir (Şekil 2.3). Duvar kalınlığı ise kapasite ve basıncın büyüklüğüne göre değişmektedir. Böyle bir sistemde yaklaşık olarak 20 MPa'daki yağ; pistonunda bulunan yüksek basınçlı yağ kısmına basılmaktadır. Ana piston kullanılarak, yağdaki basınç tanka gönderilecek sıvının basıncını artırmak için kullanılmaktadır. Bu şekilde gıda ile temas eden sıvının basıncı 600 MPa'a kadar çıkabilmektedir (Ensoy ve Coşar, 2006; Tülek ve Filizay, 2006; Baysal ve İçier, 2012).



Şekil 2.3. Yüksek basınç sistemi

Yüksek basınç sistemleri kesikli, yarı kesikli ve sürekli olmak üzere üç kısımda incelenebilmektedir. Kesikli sistemde, ambalajlı ürünler basınç kabine yerleştirildikten sonra kabinin kapağı kapatılmaktadır. Daha sonra kabin, basıncı iletecek sıvı ile doldurulmakta ve bu sıvının basıncı istenen seviyeye geldiğinde pompalama durdurulmaktadır. Genellikle ürünler 600 MPa'da 3-5 dk tutulmaktadır. Yarı kesikli sistemlerde ise işlem düşük basınçta sıvı ürünün kabine pompalanmasıyla başlamaktadır. İstenilen miktarda gıda konulduğunda, piston gıdayı sıkıştırmaya başlamaktadır. İstenilen zaman ve basınçta gıda tutulduktan sonra, piston orijinal formuna geri dönmekte ve basınçlanmış gıda sistem dışına alınarak aseptik olarak ambalajlanmaktadır. Sürekli sistemler ise sadece sıvı gıdalara uygulanan sistemler olup, yüksek basınç kabine basınç pompası aracılığıyla yollanan sıvı gıda, işlem sonrasında steril tanklara yollanmakta ve buradan dolun istasyonlarına gönderilmektedir (Elamin ve ark., 2015).

2.2.2.1.3. Basınç Parametreleri

2.2.2.1.3.1. Basınç Seviyesi ve Tutma Süresi

Basınç şiddeti ve uygulama zamanı YB işleminin etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerdendir. Genel olarak artan basıncın, inaktivasyon hızını yükselttiği bilinmektedir. Basıncın 400-600 MPa'da uygulanması durumunda bakterilerin vejetatif formlarının inaktivasyonu 4 log'a kadar ulaşmaktadır. Uygulama zamanının ise belirli bir süreye kadar inaktivasyonu artırıcı etkisi bulunsa da, ürüne ve mikroorganizma tipine bağlı olarak belirli bir süreden sonra etkinliği değişmemektedir. Yapılan çalışmalar *L. monocytogenes* veya *L. innocua*'nın inaktivasyonunun 500 MPa üzerindeki basınçlarda süreye bağlı olmadığını ortaya koymaktadır (Yuste ve ark., 1999; Barba ve ark., 2014; Ferreira ve ark., 2016). Yüksek basınçta önemli olan diğer faktörler ise istenen basınç seviyesine çıkmak için gereken çıkış süresi, basıncın kesilme zamanı ve sıcaklıktaki değişimlerdir (Arıcı, 2006).

2.2.2.2. Yüksek Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Yüksek basıncın etkisi; mikroorganizma tipi, özelliği, spor veya vejetatif formda olması, basıncın büyüklüğü ve süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Maya ve küfler basınca en dayanıksız mikroorganizma türüken, gram negatiflerin dayanımı gram pozitiflere göre düşüktür. Bakteri sporlarının, vejetatif forma göre yüksek basınca daha fazla direnç gösterdiği belirlenmiştir (Hugas ve ark., 2002; İbanoğlu, 2002; Trujillo ve ark., 2002).

Yüksek basınç uygulaması mikroorganizmaların hücre zarlarına, duvarlarına, metabolizmalarına ve genetik materyallerine zarar vermekte ve bu şekilde inaktivasyon gerçekleşmektedir (He ve ark., 2002).

Basınç uygulanan hücre zarlarında geçirgenlik değişmekte ve fosfolipit moleküllerin hacminde bir azalma meydana gelmektedir. Membran proteinleri denatürasyona uğrayarak, aminoasit alımı yavaşlamaktadır. Basınç sonrası hücre içi bileşenleri, zarar gören hücre zarından sızmakta ve inaktivasyon artmaktadır (Russell, 2002; Arıcı, 2006).

Basınç uygulamasıyla birlikte gaz kofulları sıkışmakta, hücre bölünmesi yavaşlamakta, hücre uzaması gerçekleşmekte ve protoplazma viskozitesi değişmektedir. Buna ek olarak, hücre duvarı hücre zarından ayrılmakta ve daha sonra hücre duvarı kalınlaşmakta ve kıvrılmaktadır (Hoover, 1989; İbanoğlu, 2002; Arıcı, 2006).

Basınç, mikroorganizmaların enzimleri ile zara bağlı ATPaz'ları önemli derecede etkilemektedir. Molekül içi yapılar değişmekte ve enzim aktif bölgeleri deformasyona uğramaktadır. Basınç sırasında hacim değişimleri meydana gelerek, reaksiyon için gerekli olan moleküler boşluklar azalmakta ve tepkimelerde zincirler arası etkileşimler artmaktadır (Hoover, 1989; Tülek ve Filizay, 2006a).

Basınç, mikroorganizmaların nükleik asitlerini, proteinlere göre daha az etkilemektedir. Bu farkın nedeni, DNA yapısındaki intermoleküler hidrojen bağları sayısının proteinlere göre daha fazla olmasıdır (Hoover, 1989; Arıcı, 2006; Tülek ve Filizay, 2006a).

Meyve ve sebze sularında YB işleminin mikroorganizmalar üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda, yüksek basınç seviyesi, uygulanma süresi ve sıcaklık göz önüne alınmaktadır. Elma suyuna, 25°C'de 500 MPa ve 3 dk uygulanan YB işlemi toplam aerobik bakteri sayısını 3 log oranında azaltmıştır (Kim ve ark., 2012). Havuç suyunda ise 250 MPa ve 15 dk uygulanan YB işlemi, 35°C'de toplam aerobik bakteri sayısında 5,5 log'luk bir azalmaya neden olmuştur (Dede ve ark., 2007). Salatalık suyunda 25°C'de 500 MPa ve 2 dk uygulanan YB uygulaması ise maya&küf sayısında 4 log'luk azalma meydana getirmiştir.

2.2.2.3. Yüksek Basıncın Gıda Bileşenleri Üzerine Etkisi

Yüksek basınç uygulamaları hidrojen bağlarını kuvvetlendirmekte, hidrofobik ve iyonik bağlarda ise kırılmaya yol açmaktadır. Kovalent bağlar ise yüksek basınca dayanıklıdır. Basıncın artırılması ile R gruplarındaki asit grupları ayrılmakta ve 300 MPa üzerindeki basınçlarda ise ortamda S-S bağları oluşmaya başlamaktadır. Daha yüksek basınç değerlerinde ise heliksel yapıyı oluşturan hidrojen bağları kırılmakta ve geri dönüşümsüz

değişimler meydana gelmektedir (İbanoğlu, 2002; Ko ve ark., 2006; Tülek ve Filizay, 2006a).

Askorbik asit gıda işlemede üzerinde durulan en önemli vitamin olup, basınca dayanıklı olduğu ve 50°C altındaki sıcaklıklardan etkilenmediği bilinmektedir. Fakat ortamdaki oksijen seviyesi yükseldikçe ve sıcaklık derecesi arttıkça askorbik asidin parçalanması da artmaktadır. Karotenoidler ise meyve ve sebzelerde bulunan sarı-turuncu renkli bileşikler olup, 100-400 MPa arasında basınca dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Balasubramaniam ve ark., 2016). Yüksek basıncın meyve ve sebze sularında vitaminler ve karotenoidler üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda ise yüksek basınç seviyesi, uygulama süresi ve sıcaklık parametreleri önem kazanmaktadır. Papaya/mango/portakal suyu karışımına uygulanan 15°C'de 500 MPa ve 15 dk YB işlemi, vitamin C miktarının %92 oranında korunmasına neden olmuştur (Carbonell-Capella ve ark., 2013). Havuç suyunda ise 250 MPa ve 15 dk uygulanan YB işlemi, 35°C'de vitamin C miktarının %90 korunmasını sağlamaktadır (Dede ve ark., 2007). Karotenoid bakımından ise, domates suyuna uygulanan 500 MPa ve 10 dk YB işlemi, 30°C'de %25'lik bir kayıp meydana getirmektedir (Gupta ve ark., 2011).

Biyoaktif bileşenlerin yüksek basınç karşısındaki stabilitesi, ısı ile işleme karşılaştırıldığında, yüksek basınç işleminin sadece kovalent olmayan bağları (hidrojen, iyonik ve hidrofobik bağ) etkilemesinden kaynaklanmaktadır (Balasubramaniam ve ark., 2016). Bununla birlikte yüksek basıncın düşük molekül ağırlıklı bileşenler üstündeki etkisi sınırlı olup, bu nedenle vitaminler, aroma bileşenleri ve pigmentlerin yüksek basınca karşı dayanımı fazladır (Muntean ve ark., 2016). Farklı sıcaklık, basınç seviyeleri ve uygulama sürelerinde meyve ve sebze sularına uygulanan yüksek basıncın, biyoaktif bileşenler ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Papaya/mango/portakal suyu karışımına uygulanan 15°C'de 500 MPa ve 15 dk YB işlemi, toplam antioksidan aktiviteyi %94, toplam fenol içeriğini ise %93 oranında korumaktadır (Carbonell-Capella ve ark., 2013). Yaban mersini suyuna uygulanan 600 MPa ve 15 dk YB işlemi, 25°C'de toplam antioksidan aktiviteyi %53 oranında korumaktadır (Barba ve ark., 2013). Greyfurt suyunda ise 25°C'de 550 MPa ve 10 dk uygulanan YB, antioksidan kapasiteyi değiştirmezken, fenol içeriğini ise %99 seviyesinde korumaktadır (Gao ve ark., 2015). Linton ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek basıncın protein ve lipidler gibi büyük molekülleri etkilediği, fakat saponin ve flavonoidler gibi küçük molekülleri ise etkilemediği saptanmıştır. Plaza ve ark. (2011) tarafından yapılan 400 MPa-1 dk YB uygulamasının portakal sularında toplam flavonon içeriğini artırdığına yönelik

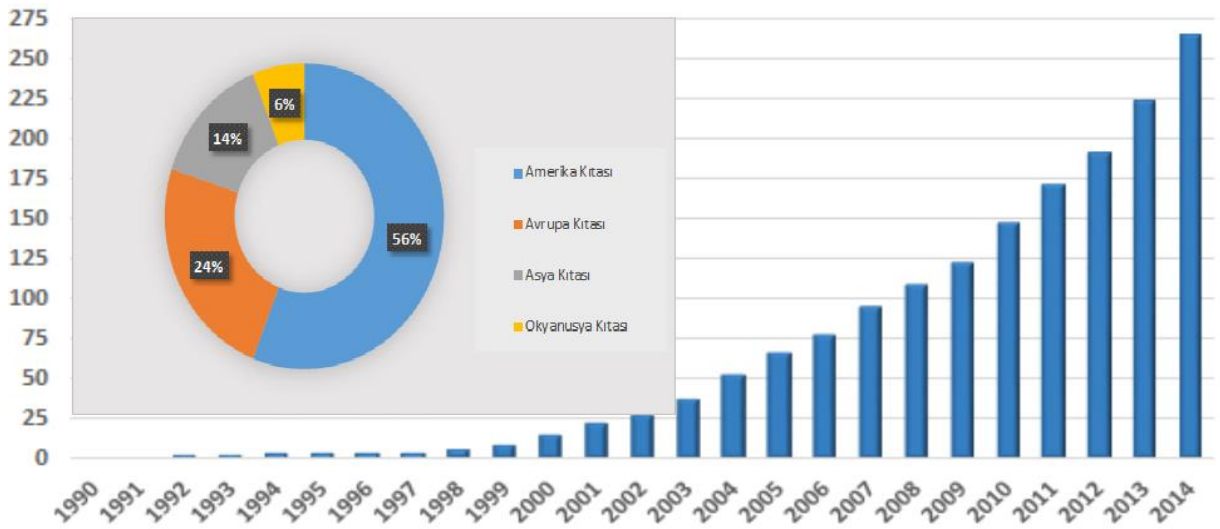
çalışmada ise yüksek basınç işleminin fenolik bileşenlerin ekstraksiyon oranını arttırdığı tespit edilmiştir.

2.2.2.4. Yüksek Basınç Sistemlerinde Maliyet Analizi ve Ticari Uygulamalar

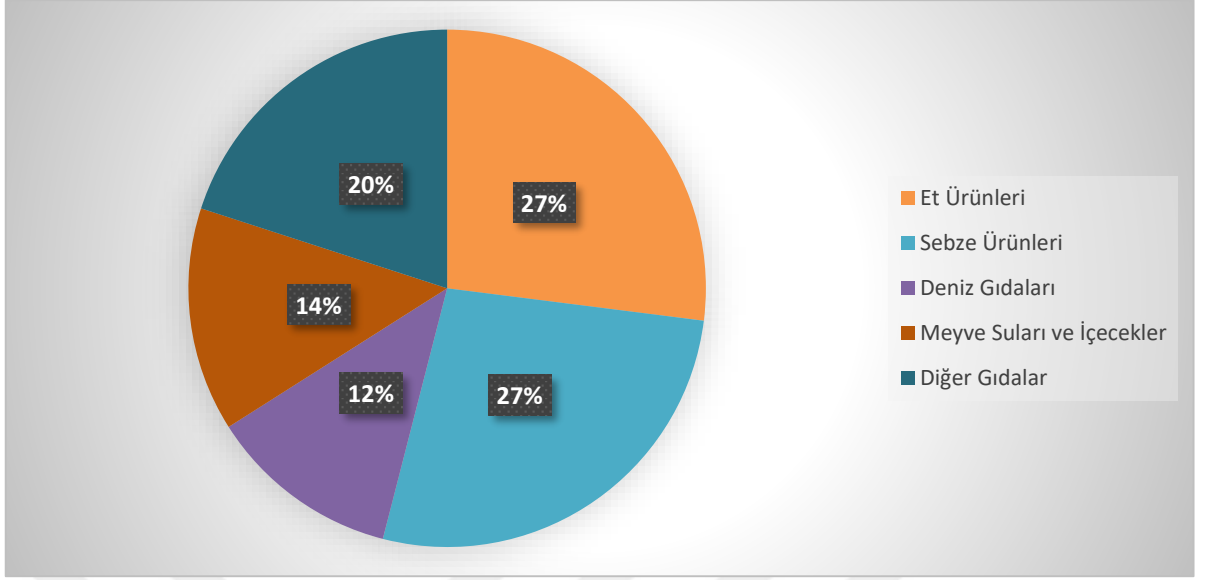
Isıl işleme alternatif olarak geliştirilen yüksek basınç sistemleri, maliyet olarak bazı parametreler bakımından farklılıklar göstermektedir. Toplam elektrik tüketimi ısıl işlemde 38.100 kW/yıl iken, yüksek basınç sisteminde bu değer 1.000.000 kW/yıl'a kadar çıkabilmektedir. Yüksek basınç sistemlerinde yıllık 16.500.000 litre olarak işlenen bir üründe maliyet litre başına 10,7 sent olarak belirlenmiştir. Bu değer %59'luk kısmını yatırım maliyeti, %37'lik kısmını işçilik maliyeti ve %4'lük kısmını ise diğer maliyetler oluşturmaktadır. Toplam CO₂ emisyonu ısıl işlemde 90,000 kg iken, yüksek basınç sistemlerinde ise 773,000 kg'dır. Genel olarak ısıl işlemde litre başına 1,5 sent olan toplam maliyet, yüksek basınç sistemlerinde 7 kat daha fazladır (Sampedro ve ark., 2014).

Ticari olarak yüksek basınç sistemleri en fazla Japonya, ABD ve Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır. 2014 yılına kadar olan bir veri setinde toplam olarak üretilen yüksek basınç makinaları 2004 yılına kıyasla 10 kat artmıştır. ABD, üretilen yüksek basınç cihazlarının %56'lık bir kısmını üretirken, Avrupa ülkelerinde bu oran %24, Asya ülkelerinde %14 ve Okyanusya ülkelerinde ise %6'dır (Şekil 2.4).

Yüksek basınç uygulanmış gıda gruplarında et ve sebze ürünleri %27'lik bir paya sahipken, meyve suları ve içecekler %14, deniz gıdaları ise %12'lik bir paya sahiptir (Şekil 2.5) (Elamin ve ark., 2015).



Şekil 2.4. 1990-2014 yılları arasında üretilen yüksek basınç sistemleri ve kıtalara göre dağılımı



Şekil 2.5. Ticari olarak yüksek basınç sistemiyle işlenen gıda gruplarının payları

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Doktora tez çalışmasında kullanılan meyan kökleri, Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (GAPUTAEM) tarafından temin edilmiştir. Kökler, Diyarbakır ilindeki doğal yayılış alanlarından toplanmıştır. Hasat edilen taze kökler, suyla temizlenerek toprak kalıntıları giderilmiş, sonra yaklaşık olarak 20 cm uzunluğunda kesilerek, oda sıcaklığında 1 gün boyunca kurutulmuştur. Kurutulan kökler tokmakla dövülerek, meyan kökü lifleri elde edilmiştir. Elde edilen meyan lifleri çalışma boyunca serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmiştir.

3.2. Meyan Kökü Şerbeti Üretimi

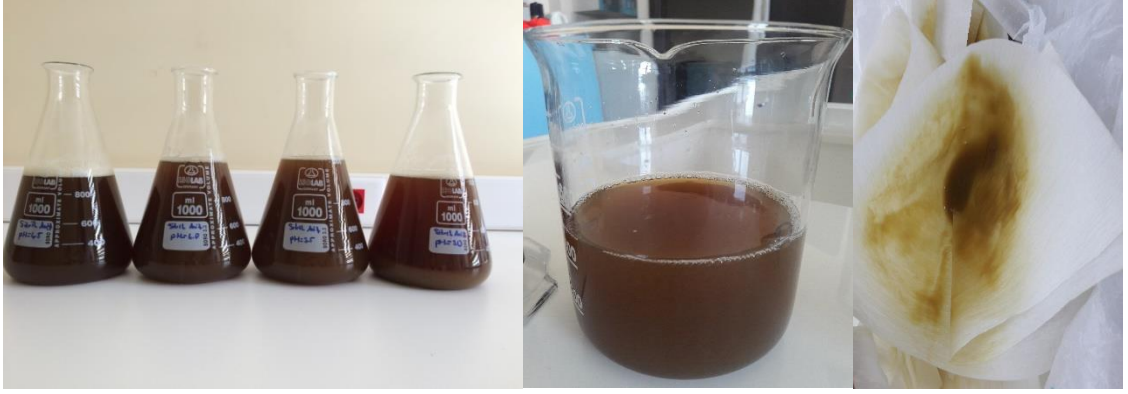
Meyan kökü şerbeti, meyan kökü liflerinin su ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilmiştir. Bu amaçla meyan kökü lifi/su oranı 1:20 (a/h) oranında olacak şekilde, oda sıcaklığında, 1 saat boyunca ekstrakte edilmiştir. Buharlaşmayı engellemek için şerbetin üstü parafilm ile kapatılmıştır. Ekstraksiyon sonrasında şerbet kaba kirlerinden arındırılması amacıyla filtre kağıdı kullanılarak filtre edilmiştir (Çınar, 2012).

3.3. Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Üretimi

Asitlendirme işlemi amacıyla üretilen MKŞ'ler iki farklı yöntem kullanılarak pH 3,0-4,5 aralığında, sitrik asit ve sitrik asit+askorbik asit kombinasyonu kullanılarak asitlendirilmiştir. pH 3,0-4,5 aralığında iki farklı yöntem ile asitlendirilen meyan şerbetlerinin beğeni durumu 7 noktalı hedonik skala kullanılarak, Diyarbakır GAPUTAEM'de çalışan personel (15 kişi) ile belirlenmiştir. AMKŞ örneklerinin duyu analizi sonucunda elde edilen skorlar değerlendirilerek en yüksek beğeni toplayan asitlendirme yöntemi seçilmiştir.

3.3.1. Sitrik Asit ile Asitlendirme

Meyan kökü şerbetleri üretildikten sonra pH'ları ölçülmüş ve 6 civarında olan pH değerleri 2 M sitrik asit çözeltisi ile düşürülmüştür. Asitlikte meydana gelen değişimlere bağlı olarak oluşan bulanıklıklar nedeniyle şerbetler kaba filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür (Şekil 3.1). Eklenen sitrik asit miktarları ve elde edilen pH değerleri Çizelge 3.1'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Sitrik asit ile asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti (pH 3,0-4,5)

Çizelge 3.1. Sitrik asit ile asitlendirilen meyan kökü şerbetine eklenen sitrik asit miktarı ve pH değerleri

Ürün pH değeri (50 mL)	Eklenen sitrik asit (2 M) miktarı
4,5	70 µl
4,0	150 µl
3,5	300 µl
3,0	620 µl

3.3.2. Askorbik Asit ve Sitrik Asit Kombinasyonu ile Asitlendirme

Askorbik asit ile zenginleştirilmiş meyve suyu içeceklerinin askorbik asit içerikleri dikkate alınarak, 100mg askorbik asit/100mL MKŞ olacak şekilde askorbik asit ilave edilmiştir. Askorbik asit ilave edilmiş MKŞ'nin pH değeri 4,82 olarak ölçülmüş ve bundan sonraki pH ayarlamalarına 2 M sitrik asit çözeltisiyle devam edilmiştir (Çizelge 3.2). pH değişimlerinin yarattığı bulanıklığı gidermek için meyan şerbetleri tekrar kaba filtre kağıdından süzülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Sitrik asit+Askorbik asit ile asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti (pH 3,0-4,5)

Çizelge 3.2. Sitrik asit+Askorbik asit ile asitlendirilen meyan kökü şerbetine eklenen sitrik asit miktarı ve pH değerleri

Ürün pH değeri (50 mL)	Eklenen Sitrik asit (2 M) miktarı
4,5	25 µl
4,0	110 µl
3,5	290 µl
3,0	640 µl

3.4. Yüksek Basınç Uygulaması

YB denemeleri, GıdaTech Ar-Ge Eğitim ve Danışmanlık Firmasına ait YB cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Soğutucu bir sistemle donatılmış olan bu cihaz -15°C ile 50°C arasında sıcaklıklarda ve en yüksek 450 MPa basınçta çalışabilmektedir. Örneklere YB uygulanması amacıyla 50 mm iç çap ve 0,7 L çalışma hacmi bulunmaktadır. Basıncın iletilmesi amacıyla bir basınçlama sıvısı (katkılı su) kullanılmış ve basınç kabininin içerisinde bulunan basınçlama sıvısı sıcaklığı, sirkülasyonlu bir soğutucu (RE1050S, Lauda Dr. R. Wobser GmbH & Co. KG., Almanya) ile kontrol edilmiştir. Basınç kabininin üst kapak merkezine monte edilen K-tipi bir termokupl yardımı ile basınçlama sırasında sıcaklık değişimi izlenmiştir. Basınçlama ile sıcaklık artışı (3-4°C/100 MPa) göz önünde bulundurularak başlangıç test sıcaklığı ayarlanmıştır.

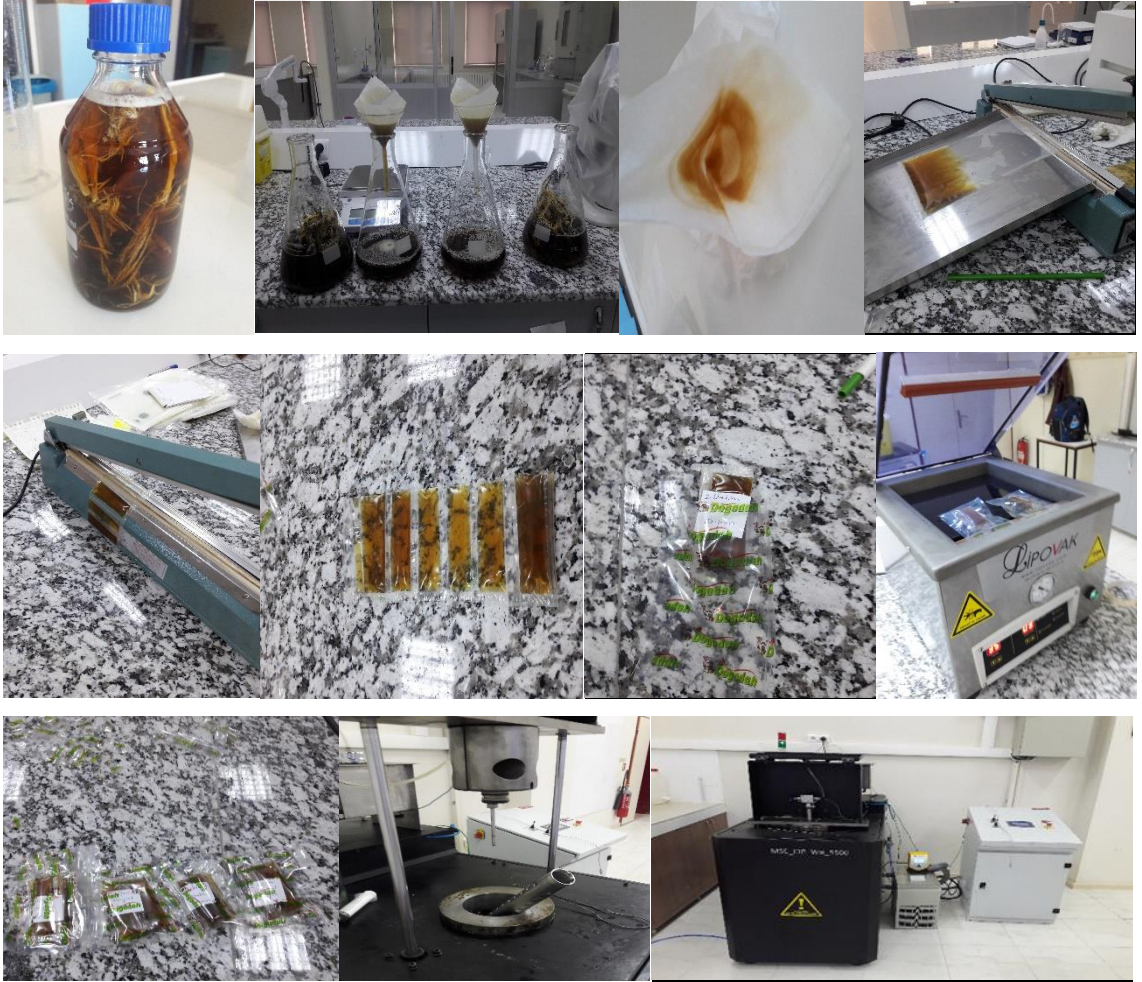


Şekil 3.3. Yüksek basınç cihazı ve kısımları

3.4.1. Örneklerin Yüksek Basınç Uygulamasına Hazırlanması

YB uygulanacak MKŞ ve AMKŞ örnekleri, poşet yapıştırma makinesi ile şekillendirilmiş (yaklaşık 4×10 cm) steril poşetler (Interscience BagFilter® bags) içerisinde 5 mL'lik saşeler halinde hazırlanmıştır. Bu işlem poşetlerin içerisinde hava boşlukları kalmayacak şekilde özenle gerçekleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra, basınçlama sürecinde ambalajlarda oluşabilecek olası çatlaklardan basınçlama sıvısının kontaminasyonunu önlemek amacıyla saşeler, ikinci kez bir vakum paketlenme cihazı (MV-20, Lipovak Ltd., Gebze, Türkiye) kullanılarak ambalajlanmıştır (Şekil 3.4).

Daha sonra ambalajlanmış örnekler yüksek basınç çemberine konulmuştur (MSE-CIP-WB-5500, MSE Technology Ltd., Türkiye). Basıncı ileten sıvının sıcaklığı soğutmalı çeviriciyle ayarlanmıştır. Uygulama sırasındaki sıcaklık değişimleri, yüksek basınç çemberinin merkezine konulan, K-tip termokupl ile ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Örneklerin yüksek basınç uygulamasına hazırlanması

3.5. Deneme Planı

MKŞ ve AMKŞ ürünlerinin bir kısmına YB uygulanmış diğer herhangi bir işlem uygulanmamış kısmı ise kontrol örneği olarak analiz edilmiştir. Söz konusu çalışmada, YB uygulamasının etkileri dört aşamada incelenmiştir.

3.5.1. Birinci Bölüm

İlk olarak MKŞ'nin kalite özellikleriyle ve asitlendirme işleminin şerbet kalite özelliklerine etkisi fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak belirlenmiştir. Ayrıca MKŞ ve AMKŞ örneklerinin duyuşal lezzet profili çıkarılmış ve aroma bileşenleri de olfaktometre yöntemiyle saptanmıştır.

Daha sonra, geleneksel yöntemle üretilen MKŞ'nin mikrobiyolojik kalitesi üzerine YB uygulamasının etkinliğini ortaya koymak amacıyla -5°C ile 20°C aralığında, 3-10 dakika ve 250-450 MPa aralığındaki basınç koşullarında denemeler gerçekleştirilmiştir. YB uygulamasından sonra MKŞ'nin doğal mikroflorasında bulunan toplam canlı, maya&küf, toplam koliform ile birlikte yüksek miktarlarda inoküle edilen *E. coli* ATCC 25922 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 sayımında meydana gelen değişimler selektif besiyerlerine yapılan ekimlerle incelenmiştir. Şerbet içerisindeki toplam aerobik ve maya&küf sayısına göre, yüzey yanıt metodolojisi (RSM) kullanılarak, merkezi kompozit dizayn sistemiyle, Design-Expert V7 programı (Stat-Ease Inc., USA) aracılığıyla basınç seviyeleri (249-450 MPa) ve uygulama zamanları (3-17 dk) 10°C'de belirlenmiştir. Yüzey yanıt metodolojisi sonuçlarına göre, 10°C sıcaklıkta basınç seviyeleri 250, 355 ve 450 MPa, uygulama zamanları ise 1 ve 5 dk olarak tezde kullanılmıştır.

YB uygulamasının, meyan kökü şerbetine ait (MKŞ) fizikokimyasal (glisirrizik asit içeriği, renk, toplam fenol, toplam flavonoid madde, antioksidan aktivite, briks, pH), mikrobiyolojik ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkileri ortaya konulmuştur.

3.5.2. İkinci Bölüm

Şerbet ürünlerinin farklı yöntemlerle asitlendirilmesi (AMKŞ) sonrasında, örnekler Diyarbakır GAPUTAEM'de çalışan 15 kişi tarafından 7'li hedonik skala kullanılarak duyuşal değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. En yüksek beğeni alan AMKŞ'lere bağılı olarak asitlendirme cinsi ve miktarı belirlenmiştir. Daha sonra bu örneklerin fizikokimyasal (glisirrizik asit içeriği, renk, toplam fenol, toplam flavonoid madde, antioksidan aktivite, briks, pH), mikrobiyolojik ve duyuşal kalite özellikleri üzerine etkisi birinci bölümde kullanılan YB parametreleri kullanılarak belirlenmiştir.

3.5.3. Üçüncü Bölüm

Mikrobiyal inaktivasyon verileri ve YB'nin MKŞ ve AMKŞ'nin kalite özellikleri üzerine etkilerini içeren veriler istatistiksel olarak değerlendirildikten sonra en uygun basınçlama parametresi ve süresi belirlenmiştir. Belirlenen parametreler doğrultusunda YB uygulanmış ürünlerinin depolama stabilitesinin ortaya konması amacıyla oda koşullarında (20°C) ve 4°C sıcaklıklarda depolama çalışması 4 hafta süreyle yürütülmüştür. Depolama süresince hem kontrol grubu hem de yüksek basınç uygulanmış şerbet örneklerine 0., 2., 5., 7., 10. günler ile 2., 3. ve 4. haftalarda mikrobiyolojik (toplam canlı sayısı, maya&küf sayısı ve toplam koliform sayısı) analizler uygulanmış, haftalık olarak ise fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

3.5.4. Dördüncü Bölüm

Üçüncü bölümde belirlenen parametreler doğrultusunda AMKŞ ürünlerine yüksek basınç uygulanmış, daha sonra raf ömürlerinin belirlenmesi amacıyla oda koşullarında (20°C) ve 4°C sıcaklıklarda 4 hafta süreyle analizler gerçekleştirilmiştir. Depolama boyunca asitlendirilmiş şerbet örneklerine ve kontrol grubuna 0., 2., 5., 7., 10. günler ile 2., 3. ve 4. haftalarda mikrobiyolojik (toplam canlı sayısı, maya&küf sayısı ve toplam koliform sayısı) analizler uygulanmış, haftalık olarak ise fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

3.6. Mikrobiyolojik Analizler

3.6.1. Toplam Canlı Sayımı

Toplam canlı sayısı, Plate Count Agar (PCA, Merck) içeren ikili petri setleri kullanılarak, dökme plak yöntemine göre belirlenmiştir. Petriler 37°C'de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. Oluşan koloniler belirlenerek, sonuçlar "log kob/mL" olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.6.2. Maya Küf Sayımı

Toplam maya ve küf sayıları Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC, Merck) agarda 25°C'de 5 gün (AOAC, 2000) tutularak, dökme plak yöntemine göre belirlenmiştir. Oluşan koloniler sayılarak, sonuçlar "log kob/mL" olarak ifade edilmiştir.

3.6.3. Toplam Koliform Sayımı

Toplam koliform sayısı, Violet Red Bile (VRB)-MUG agar besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemine göre çift kat besiyeri dökülerek belirlenmiştir. Petriler 37°C'de 18-

24 saat inkübe edildikten sonra kırmızımsı bir presipitat zonu ile çevrili kırmızı koloniler, Enterobacteriaceae familyasının laktoz pozitif üyeleri olan koliform grubu bakterileri olarak değerlendirilmiştir. Örnekteki miktar “log kob/mL” olarak hesaplanmıştır (Halkman ve Sağdaş, 2011).

3.6.4. *E. coli* Sayımı

Patojen bir mikroorganizma olan *E. coli* O157:H7’yi temsilen, patojen olmayan *E. coli* ATCC 25922 inokülasyonu, Bulut (2014)’a göre hazırlanarak örneklerin her 1 mL’si için yaklaşık 9 log düzeyinde *E. coli* olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. YB uygulanmış ve kontrol grubu örneklerin, uygun seyreltilerinden EMB Agar (EMB agar, Merck) besiyerine dökme plak yöntemine göre ekim yapıldıktan sonra petriyerler 37°C’ de 1 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petriyerlerde gelişen koloniler sayılarak, örnekteki miktarı “log kob/mL” olarak hesaplanmıştır.

3.6.5. *Salmonella* spp. Sayımı

Kontrol grubu ve YB uygulanmış örneklerde *Salmonella* spp. aranması amacıyla standart bir yöntem olan ISO 6579:2002 metodu takip edilmiştir. Bununla birlikte, *S. Typhimurium* ATCC 14028 inoküle edilen örneklerin uygun seyreltilerinden Xylose Lysine Deoxycholate (XLD, Merck) agar besiyerine yayma plak yöntemine göre ekim yapılarak 37°C’ de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen merkezi siyah pembe koloniler veya siyah koloniler sayılarak, örnekteki miktarı “log kob/mL” olarak hesaplanmıştır.

3.7. Fizikokimyasal Analizler

3.7.1. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Oda sıcaklığında, el refraktometresiyle (Atago PAL1, Japonya) şerbet örneklerinin briks değeri belirlenmiştir (Pala ve ark., 2017).

3.7.2. pH Tayini

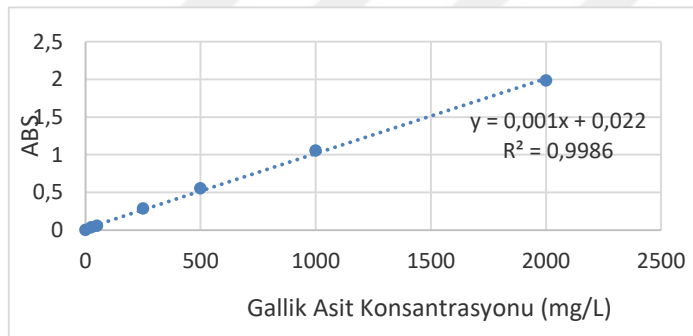
Örneklerin pH’sı, oda sıcaklığında pH metre (Ohaus Starter 3100, ABD) ile ölçülmüştür (Mukhopadhyay ve ark., 2017).

3.7.3. Renk Analizleri

Örneklerin renk değerleri, renk ölçüm cihazı (Minolta CR 400, Japonya) ile belirlenmiştir. Sonuçlar CIE Lab sistemi ile L^* , a^* ve b^* renk değerleri olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar parlaklığı gösteren L^* , kırmızılık-yeşilliği gösteren a^* ve mavilik-sarılığı gösteren b^* değerleri verilerek belirlenmiştir (Chen ve ark., 2010).

3.7.4. Toplam Fenolik Madde Tayini (Folin Yöntemi)

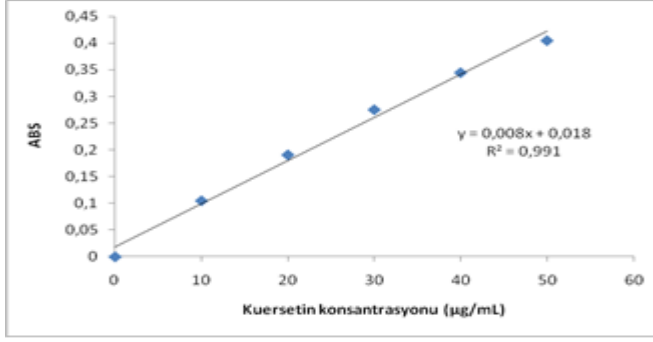
Toplam fenol analizi; Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen ve fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgeyip, kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanan Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin folin ayıracı ile muamelesinden sonra oluşan mavi renk, spektrofotometrede (Shimadzu UV-1280, Japonya) 720 nm dalga boyunda şahide karşı absorbanslar ölçülerek belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenol değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin regresyon eşitliğinden hesaplanmıştır (Şekil 3.5) ve miktarı "mg gallik asit/ L" cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. Gallik asit standart eğrisi

3.7.5. Toplam Flavonoid Madde Tayini

Toplam flavonoid içeriği Tohma ve Gulçin (2010) tarafından uygulanan metoda göre belirlenmiştir. Örneklerin ve standart madde olarak kullanılan kuersetinin (Sigma-Aldrich, Almanya) absorbans değerleri 415 nm'de kaydedilmiş ve "mg kuersetin (QE)/L" olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



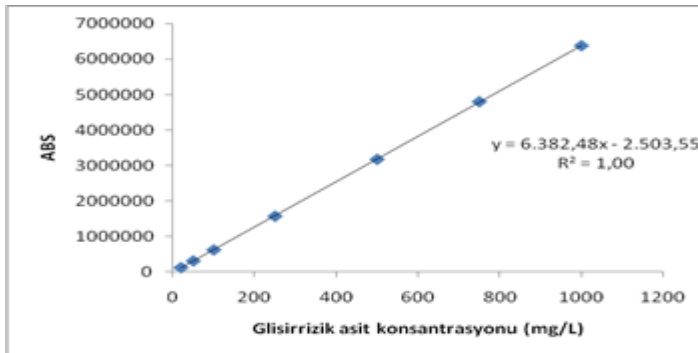
Şekil 3.6. Kuersetin standart eğrisi

3.7.6. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

Örneklerdeki antioksidan kapasite Re ve ark. (1999) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlenmiştir. ABTS radikali, PBS çözeltisi (pH:7,4) kullanılarak absorbans değeri 734 nm’de 0,7 (±0,2) oluncaya kadar seyreltilmiştir. Farklı miktarlardaki örnekler (10, 20 ve 30 µL) bu çözeltiliye eklenerek 6 dk sonrasında absorbans okumaları kaydedilmiştir. Yüzde inhibisyon değerleri, örnek hacimlerine karşılık grafiğe aktarılmış ve daha sonrasında TEAC değerleri “µmol trolox/mL” şerbet olarak verilmiştir.

3.7.7. Glisirrizik Asit Tayini

Örnek içeriğindeki glisirrizik asit miktarları HPLC (Shimadzu, Japonya) kullanılarak, Helmy ve ark. (2013) tarafından önerilen yöntemle göre analiz edilmiştir. Ayırma işlemi izokratik akışta Phenomenex Gemini C18 (250 mm, 4,6 ID, 5µ) kolonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz %40 asetonitril, %60 ultra saf su ve %1 asetik asit içermektedir. Enjeksiyon hacmi 20 µL, akış hızı 1,0 ml/dk olarak seçilmiş, kolon sıcaklığı ise 30°C’ye ayarlanmıştır. Glisirrizik asit içeriği 254 nm’de DAD dedektör kullanılarak “mg glisirrizik asit /L” olarak regresyon analizi yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Glisirrizik asit standart eğrisi

3.8. Duyusal Analizler

3.8.1. Tüketici Tercih Testi

MKŞ ve AMKŞ örneklerinin genel, lezzet (tat&aroma) ve görünüş bakımından tüketiciler tarafından beğeni durumu, 7 puanlı hedonik skala kullanılarak belirlenmiştir (Meilgaard ve ark., 1999). Skalada 1 en az tercihi, 7 ise en fazla tercihi göstermektedir.

3.8.2. Üçgen Testi

Kontrol grubu ve YB uygulanmış MKŞ örnekleri arasında lezzet bakımından önemli bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi amacıyla üçgen testi uygulanmıştır. Bu analiz yönteminde 32 paneliste 2'si aynı ve 1'i farklı olan toplam 3 şerbet örneği Çizelge 3.3'de verilen sıralamaya göre verilmiştir. Panelistlerin, 3 şerbet örneğinden farklı olan örneği değerlendirme formunda işaretlemeleri istenmiştir. Değerlendirme formlarındaki sonuçlara göre, toplam doğru ve yanlış sayıları belirlenerek, $\alpha=0,01$ önemlilik düzeyine göre değerlendirme yapılmıştır (Meilgaard ve ark., 1999).

Çizelge 3.3. Üçgen testinde örneklerin sunuluş sıralaması

Panelist	Sıralama	Kodlar	Panelist	Sıralama	Kodlar
1.	AAB	107-563-211	17.	BBA	300-074-822
2.	ABB	822-300-074	18.	ABA	107-211-563
3.	BAB	300-822-074	19.	ABB	822-074-300
4.	AAB	563-107-211	20.	ABA	563-211-107
5.	BBA	300-074-822	21.	BAA	211-107-563
6.	ABA	107-211-563	22.	BBA	074-300-822
7.	ABB	822-074-300	23.	BAA	211-563-107
8.	ABA	563-211-107	24.	BAB	074-822-300
9.	BAA	211-107-563	25.	AAB	107-563-211
10.	BBA	074-300-822	26.	ABB	822-300-074
11.	BAA	211-563-107	27.	BAB	300-822-074
12.	BAB	074-822-300	28.	AAB	563-107-211
13.	AAB	107-563-211	29.	BBA	300-074-822
14.	ABB	822-300-074	30.	ABA	107-211-563
15.	BAB	300-822-074	31.	BAB	300-822-074
16.	AAB	563-107-211	32.	ABB	822-074-300

3.8.3. Tanımlayıcı Duyusal Analiz Tekniği

MKŞ ve AMKŞ örneklerinin karakteristik duyu özelliklerini belirlemek amacıyla tanımlayıcı duyu analiz tekniği kullanılmıştır (Meilgaard ve ark., 1999). Lezzet profillerinin elde edilmesi amacıyla uygulanan duyu değerlendirmeler, eğitilmiş ve

yaşları 25-49 arasında değişen 6 panelistle (5 bayan, 1 erkek) gerçekleştirilmiştir. Öncelikle panelistlere şerbet örnekleri sunulmuş ve örneklerin lezzetlerinin değerlendirilmesi için tanımlayıcı terimler belirlenmiştir (Şekil 3.8). Terimler belirlendikten sonra eğitim aşamasına geçilmiş ve panelistlere çeşitli konsantrasyonlarda çözeltiler (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5) sunularak, çözeltilerin 15 puanlık ölçek üzerinde hangi değere karşılık geldiğini saptamaları sağlanmıştır. Eğitim oturumlarını, şerbet örneklerinin değerlendirildiği oturumlar izlemiş ve örnekler oda sıcaklığında panelistlere sunularak, terimlerin yoğunluklarını belirtmeleri istenmiştir.

Çizelge 3.4. Duyusal değerlendirme öncesi panel eğitimi için hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonları ve algılanan tadın skalaya karşılık gelen değerleri (Meilgaard ve ark., 1999)

Çözelti Konsantrasyonu (%)	Hazırlanış Materyali	Algılanan Tad	Skala Dereceleri
%2-%5-%10	Stevia	Tatlı	2-5-10
%0,05-%0,065-%0,08	Sitrik asit	Ekşi	2-3,5-5
%0,05-%0,08-%0,15	Kafein	Acı	2-5-10
%0,5	Alum	Buruk	4,5

Çizelge 3.5. Duyusal değerlendirme öncesi panel eğitimi için hazırlanan aroma standartları

Algılanan Aroma	Hazırlanış Şekli
Islak Karton Kokusu	Karton su ile ıslatılarak bir gece bekletilmiştir.
Çam/Reçine	Çam ağacının gövdesinden toplanan reçineler kullanılmıştır.
Lastiğimsi	Paket lastikleri kullanılmıştır.
Taze Patates Kokusu	Toprak altından taze çıkarılmış patates kesilerek kullanılmıştır.
Toprağımsı	Bir miktar toprak alınmış ve su ile ıslatılarak kullanılmıştır.
Çimenimsi	Taze çimen kesilerek kullanılmıştır.
Karamel Kokusu	Hazır paket karamel kullanılmıştır.

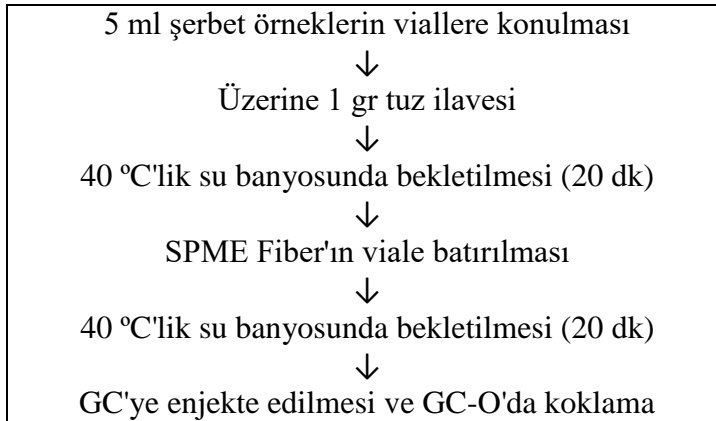


Şekil 3.8. Tanımlayıcı duyu analizi panel eğitimi

3.9. SPME/GC-O Aroma Analizi

Meyan kökü şerbetlerinin aroma bileşenleri gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O) cihazı ve SPME tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Karagül-Yüceer ve ark., 2001). Çalışmada SPME fiber olarak polidimetilsiloksan/divinilbenzen/karboksen (PDMS/DVB/CAR) faz kaplanmış ergimiş silika fiber kullanılmıştır.

SPME tekniğinin uygulanması aşamasında 5 ml şerbet örneği, amber rengindeki viallere konulmuş, daha sonra üzerine 1 g tuz ilave edilerek 40°C'lik su banyosunda (GFL, Model 1103, Burgwedel, Almanya) 20 dk bekletilmiştir. Daha sonra SPME aygıtının (2 cm-50/30 µm DVB/ Carboxen/PDMS stable flex, Supelco, Bellafonte, ABD) iğnesi vialden batırılmış ve fiber vial içerisindeki tepe boşluğuna indirilmiştir. Bileşenlerin fiber üzerindeki faza absorbe olmaları için tekrar 40°C'lik su banyosunda 20 dk daha tutulmuştur. Fiber tekrar iğneye çekilerek vialden çıkarılmış, GC'ye enjekte edilmiş ve GC-O'da koklama yapılmıştır. Şerbette bulunan aroma maddelerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan aşamalar ve SPME ile desorpsiyon aşaması Şekil 3.9 ve 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Şerbet örneklerinin GC-O analizi için hazırlanması



Şekil 3.10. SPME ile desorpsiyon aşaması

3.9.1. Gaz Kromatografisi-Olfaktometri Koşulları

Aroma aktif bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılan gaz kromatografisi; alev iyonlaştırma dedektörü (FID), koklama ünitesi ve enjeksiyon bloğundan (split/splitless) oluşmaktadır. Şerbetlerin lezzet bileşenlerinin ayrımı ve teşhisi için kullanılan GC-O çalışma koşulları aşağıda belirtilmektedir.

Model: Agilent 6890N, Palo Alto, Kalifornia, ABD

Kolon: Agilent DB-5, 30 m uzunluk \times 0,32 mm iç çap (i.d.) \times 0,25 μ m film kalınlığı; J&W Scientific

Enjeksiyon sıcaklığı: 250°C

Enjeksiyon modu: Splitless

Taşıyıcı gaz: Helyum

Taşıyıcı gaz akış hızı: 1 ml/dk

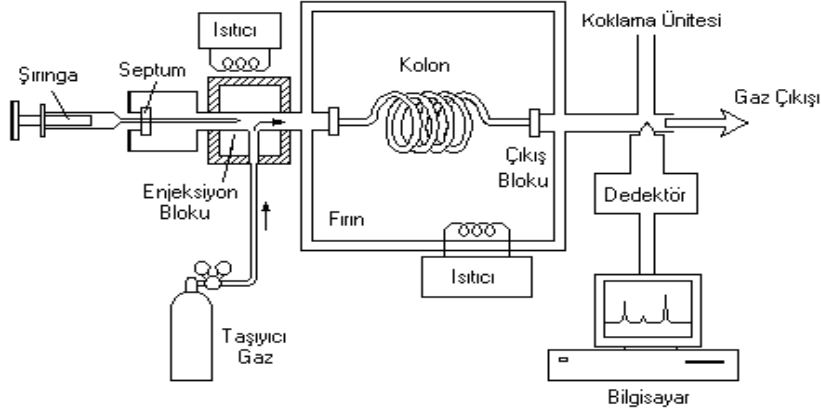
Fırın sıcaklık programı: Başlangıç sıcaklık 40°C' olup bu sıcaklıkta 3 dakika bekletilir. Sıcaklık 10°C/dk artırılarak 200°C'ye getirilir. 200°C'de 20 dk tutulur.

Dedektör sıcaklığı: 250°C

Hidrojen akışı: 40 ml/dk

Hava akışı: 450 ml/dk

Örnekler SPME metodu ile GC-O'ya enjekte edilmiştir. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi sistem analitik kolondan sonra ikiye ayrılmıştır. Eşit uzunlukta (100 cm) aktif olmayan (fused silika materyal kullanılan) kısımlardan biri FID'ye diğer kısım ise olfaktori dedektöre bağlanmıştır. Koklama ünitesinin sıcaklığı ise ısıtıcı bant kullanılarak 200°C'de tutulmuştur.



Şekil 3.11. Gaz kromatografisi (GC-O) sisteminin şematik gösterimi

3.9.2. Karakteristik Aroma-Aktif Bileşenlerin Belirlenmesi

Koklama işlemi polar olmayan DB-5 kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle gaz kromatografisine n-alkan standart serisi ($C_6, C_7, C_8, \dots, C_{23}$) enjekte edilerek alıkonma zamanları belirlenmiştir. Şerbet örneklerindeki aroma maddelerinin ve alkan serisinin alıkonma zamanları kullanılarak, alıkonma indeksleri (RI-Kovats Retention Index) aşağıda belirtilen formül (3.1) yardımıyla hesaplanmıştır (Dool ve Kratz, 1963). Herbir aroma maddesi aynı koşullar altında (kolon iç çapı, kolon uzunluğu ve seçilen ısı programı) ve aynı kolon materyali üzerinde sabit bir alıkonma indeksine sahiptir. Aroma standartları gaz kromatografisine enjekte edilerek alıkonma indeksleri ve aroma kaliteleri şerbet örneğinde belirlenen aroma maddeleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

$$RI = 100n + 100 \frac{(t_{Ra} - t_{Rn})}{(t_{R_N} - t_{Rn})} \quad (3.1)$$

RI: Alıkonma indeksi

N: Küçük alkanın karbon sayısı

t_{Ra} : İlgilenilen aroma maddesinin alıkonma zamanı

t_{Rn} : Küçük alkanın alıkonma zamanı

t_{R_N} : Büyük alkanın alıkonma zamanı

3.10. İstatistiksel Analizler

Çalışmada, şerbet içerisindeki toplam aerobik ve maya&küf sayısına göre, yüzey yanıt metodolojisi (RSM) kullanılarak uygulanacak basınç seviyeleri ve uygulama zamanları belirlenmiştir. Merkezi kompozit dizayn sistemiyle Design-Expert V7 programı (Stat-Ease Inc., USA) kullanılarak önemli faktörler: basınç seviyeleri (249-450 MPa) ve uygulama zamanı (3-17 dk) 10°C'de belirlenmiştir. Çalışmanın birinci ve ikinci bölümlerinde faktör olarak basınç seviyesi ve uygulama zamanı kullanılmıştır. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde ise faktör olarak depolama sıcaklığı, depolama süresi ve ürünlerin basınçlanma durumu seçilmiştir. Analizlerde, ANOVA testi kullanılarak, ortalamalar arasındaki fark; Tukey çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir ($P<0,05$). Sonuçların değerlendirilmesinde SAS istatistik programından yararlanılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Meyan Kökü Şerbetinin Kalite Özellikleri ve Asitlendirme İşleminin Şerbetin Kalite Özelliklerine Etkisi

4.1.1. Meyan Kökü Şerbetinin ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Meyan kökü şerbetinin (MKŞ) ve asitlendirilmiş meyan kökü şerbetinin (AMKŞ) fizikokimyasal özellikleri (pH, SÇKM, renk, glisirrizik asit, toplam fenol, toplam flavonoid, antioksidan kapasite) ile doğal mikrobiyal florası (toplam aerobik canlı, maya&küf, toplam koliform, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* ve *Listeria spp.*) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, asitlendirme işleminin etkisi ile MKŞ ve AMKŞ örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri arasında önemli bir fark meydana gelmiştir ($P<0,05$). Asitlendirme işlemi sonucunda oluşan çökelti ile meyan şerbetindeki fenolik bileşenlerin ve önemli bir biyoaktif bileşen olan glisirrizik asitin yüksek düzeyde uzaklaştığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.1’den görüldüğü üzere, MKŞ düşük asitli bir içecek olup (pH=6,09) bundan dolayı mikrobiyal gelişime açık bir üründür. Taze hazırlanmış MKŞ’nin doğal florasında yaklaşık 5 log düzeyinde bir toplam aerobik canlı, 2,6 log düzeyinde maya&küf ve 3,5 log düzeyinde ise toplam koliform yükü belirlenmiştir. Gıda patojenleri (*Escherichia coli*, *Salmonella spp.* ve *Listeria spp.*) ise meyan kökü şerbetinde tespit edilmemiştir.

MKŞ yüksek miktarda glisirrizik asit (1172,44±391,10 mg/L) içermektedir. Glisirrizik asit şerbetin sıradışı tadının en önemli kaynağıdır. Meyan kökü şerbetinin TEAC değeri (6,45 µmol trolox /mL) beyaz üzüm suyundan (0,6 µmol trolox /mL) fazla (Pala ve Toklucu, 2013), nar suyundan (18,6 µmol trolox/mL) ise düşüktür (Pala ve Toklucu, 2011).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) federal düzenlemelerine göre (Theron ve Lues, 2010) pH 4,6’dan düşük gıdalar asitlendirilmiş gıdalar olarak kabul edilmekte olup, AMKŞ bu sınıflandırmada yer almaktadır. Meyan kökü şerbetiyle karşılaştırıldığında, beklenildiği gibi asitlendirme işlemi meyan kökü şerbetinin doğal mikrobiyal yükünü azaltmıştır. Asitlendirme işlemi sonrasında toplam aerobik canlı ve maya&küf sayısında istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmezken, toplam koliform yükündeki değişimin yaklaşık 1,3 log azalma ile önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Bu sonuçlar; International ve ark. (2009) tarafından da rapor edildiği üzere düşük pH derecelerinin mikroorganizmaların

intraselüler proteinleri denatürasyona uğratmasından kaynaklanabilmektedir. AMKŞ örneklerinde, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* ve *Listeria spp.* tespit edilmemiştir.

Asitlendirme işlemi, glisirrizik asit bakımından (174,57 mg/L), meyan kökü şerbetiyle (1172,44 mg/L) kıyaslandığında yaklaşık olarak 7 kat bir azaltma sağlamıştır. Glisirrizik asit, meyan kökü şerbetine kalıcı tadı veren bileşen olup, ürünün karakteristik lezzetinden sorumludur (Komes ve ark., 2016). Asitlendirme işlemi neticesinde, asidik ortamda glisirrizik asitteki glikon ve aglikon arasındaki bağlar kırılmakta (Visht, 2014) ve böylece glisirrizik asit miktarı azalmaktadır. Bu azalmayla özellikle glisirrizik aside karşı hassasiyeti bulunan kişilerin ve genel tüketicilerin beğenisinin artması sağlanabilecektir.

Asitlendirilmiş meyan kökü şerbetinde diğer biyoaktif bileşenler ise toplam fenolikler (308,28 mg GA/L) ve flavonoidler (6,56 mg QE/L) olup, bu bileşenler meyan kökü şerbetiyle karşılaştırıldığında (sırasıyla, 379,72 mg GA/L ve 25,18 mg QE/L değerleriyle) daha düşük seviyede bulunmuştur.

Çizelge 4.1. MKŞ ve AMKŞ'nin fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyal yükleri

Fizikokimyasal Özellikler ve Mikrobiyal Yük	Meyan Kökü Şerbeti	Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti
pH	6,09±0,36a	4,21±0,09b
SÇKM (°Bx)	0,70±0,17a	0,50±0,00b
<i>L</i> *	65,01±14,86a	72,30±4,42a
<i>a</i> *	3,95±7,85a	-0,76±1,66b
<i>b</i> *	37,54±5,30a	37,46±2,77a
Glisirizik asit içeriği (mg/L)	1172,44±391,10a	174,57±38,17b
Toplam Fenolik Madde (µg GA/mL)	379,72±81,80a	308,28±42,71b
Toplam Flavonoid (µg QE/mL)	25,18±9,17a	6,56±4,29b
Antioksidan Kapasite (TEAC)(µmol Troloks/mL)	6,45±2,21a	3,49±1,10a
Toplam Aerobik Canlı (Log kob/mL)	5,19±0,47a	3,91±0,58a
Maya ve Küf (Log kob/mL)	2,54±0,47a	2,03±0,47a
Toplam Koliform (Log kob/mL)	3,51±0,34a	2,15±0,37b
<i>Escherichia coli</i>	<10	<10
<i>Salmonella spp.</i>	0/25 mL	0/25 mL
<i>Listeria spp.</i>	0/25 mL	0/25 mL

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir (n=3). Farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen sıra değerleri birbirinden farklıdır (P< 0,05)

4.1.2. Meyan Kökü Şerbetinin ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Lezzet Profili

Şerbet örneklerinin karakteristik duyusal özelliklerinin belirlenmesinde tanımlayıcı duyusal analiz tekniği kullanılmıştır (Çizelge 4.2). Tanımlayıcı duyusal analiz, bir ürünün lezzet veya dokusunun, eğitimli panelistler tarafından detaylı olarak ortaya konmasını sağlayan yöntemdir. Bu analiz yöntemi genel olarak, ürünlerin lezzet ve doku profillerinin belirlenmesinde ve dolayısıyla ürünün tanımlanmasında, raf ömrünün belirlenmesi ve ambalaj çalışmalarında depolama süresi ile ürün özelliklerindeki değişimlerin izlenmesinde, bir ürüne tüketici testi uygulamadan önce ürün özelliklerinin dökümanite edilmesinde, yeni bir ürün geliştirmede, kalite güvence/kalite kontrol veya Ar-Ge uygulamalarında standart veya kontrol için spesifikasyon belirlemede ve özellik haritalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır (Çopanoğlu ve Boyacıoğlu, 2006).

Çizelge 4.2. MKŞ ve AMKŞ'nin tanımlayıcı duyusal analiz tekniği sonucu elde edilen lezzet profili

Örnek	TEMEL TATLAR						
	Tatlı (Stevia)	Ekşi	Acı	Burukluk			
MKŞ	9,16±0,86 A	0,12±0,31 A	7,58±1,24 A	3,08±0,51 A			
AMKŞ	3,50±1,52 B	1,75±0,78 B	3,41±0,84 B	1,20±0,78 B			
AROMATİK TERİMLER							
	Islak Karton	Çam/Reçine	Çimen	Lastiğimsi	Taze Patates	Toprağimsi	Karamel
MKŞ	4,95±1,09 A	4,91±1,31 A	2,00±1,18 A	3,04±0,86 A	2,75±1,48 A	4,08±1,36 A	2,79±0,89 A
AMKŞ	6,04±1,54 A	3,37±1,33 B	2,66±1,15 A	2,95±1,38 A	2,29±1,42 A	3,00±1,36 A	1,45±0,49 B
TADIM SONRASI							
	Tatlı (Stevia)	Acı					
MKŞ	5,83±0,93 A	5,33±1,37 A					
AMKŞ	3,25±1,21 B	2,54±0,78 B					

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir.
Farklı harflerle gösterilen sütun değerleri birbirinden farklıdır (P < 0,05)

Çizelge 4.2 incelendiğinde, MKŞ ile AMKŞ örnekleri arasında temel tatlar yönünden fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Örnekler tatlılık, acılık ve burukluk bakımından değerlendirildiğinde; MKŞ örneği, AMKŞ örneğine göre daha yüksek skorlar almıştır. Tatlı tat iyonize olmayan alifatik hidroksi bileşikler, özellikle de alkoller,

glikozitler, şekerler ve şeker türevleri tarafından oluşturulurken, acılık ise birkaç kimyasal madde (fenolik bileşikler ve tuzlar) ile ilgilidir. Burukluk, acılıkla ilgili olan bir algılamadır ve pek çok insan tarafından acılıkla karıştırılmaktadır. Ancak burukluk sadece dil üzerinde değil aynı zamanda burun boşluğunda da hissedilmektedir (Karadeniz, 2000). Gıdalarda acılık ve burukluğun kaynağı olan saponinler ve fenolik bileşikler gıdaların lezzetinin oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar (Ali, 2017). Meyan bitkisinin en aktif bileşeni glisirrizin (glisirrizik asit), oleanan tipi saponin bileşiğidir ve meyanın % 10-25'lik bölümünü oluşturmaktadır. Sükrozdan 50-60 kat daha tatlıdır (Sharma ve Agrawal, 2013; Badkhane ve ark., 2014; Damle, 2014).

Meyan köküne tatlılık, acılık ve burukluk veren bileşenin glisirrizik asit olduğu düşünüldüğünde, kimyasal sonuçlardan da görüleceği üzere asitlendirme işlemi glisirrizik asit bakımından (174,57 mg/L), normal şerbetle (1172,44 mg/L) kıyaslandığında yaklaşık olarak 7 kat bir azaltma sağlamıştır. Asitlendirme işlemi neticesinde, asidik ortamda glisirrizik asitteki glikon ve aglikon arasındaki bağlar kırılmakta (Visht, 2014) ve böylece glisirrizik asit miktarı azaldığından, tüketicilerin AMKŞ ürünündeki tatlılığı, acılığı ve burukluğu daha az hissetmesine yol açmaktadır.

Ürünler ekşilik bakımından değerlendirildiğinde ise AMKŞ örneğinin ekşiliği MKŞ örneğine göre daha fazladır. MKŞ'nin pH derecesi 6,09 iken, AMKŞ'nin pH değeri ise 4,21 olduğundan dolayı, asitlendirme işlemi şerbetin ekşiliğini arttırarak, tüketicilerin AMKŞ örneklerine daha yüksek ekşilik skorları vermesine neden olmuştur.

Şerbetler aromatik terimler bakımından değerlendirildiğinde ıslak karton kokusu, çimenimsi, toprağımsı, taze patates kokusu ve lastiğımsi terimleri açısından MKŞ ve AMKŞ örnekleri arasında fark istatistiksel açıdan önemsiz iken, çam/reçine ve karamel aromaları bakımından fark önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Karamel aromasının MKŞ örneğinde daha yüksek olmasının ($2,79 \pm 0,89$) glisirrizik asit içeriğinin daha fazla (1172,44 mg/L) olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Wagner ve ark. (2016) tarafından meyan kökü üzerine yapılan çalışmada da en fazla hindistan cevizi, karamel, vanilya benzeri, patlamış mısır ve yağ kokusuna rastlanılmıştır. Yine çam/reçine aromasının AMKŞ örneğinde daha az olması asitlendirme işlemiyle beraber üründe çökelti oluşmasından ve ikinci bir süzme işlemiyle ürünün bu çökeltiden uzaklaştırılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ürünler tadım sonrasında boğazda meydana gelen tatlılık ve acılık bakımından değerlendirildiğinde, yüksek glisirrizik asit içeceğine sahip olan MKŞ örneğinin AMKŞ örneğine göre daha yüksek puan aldığı görülmektedir.

4.1.3. Meyan Kökü Şerbeti ve Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetine Özgü Aroma Profili

Gıdalarda aroma maddeleri, bitki ve hayvan dokusundaki normal metabolik aktiviteler sonucunda oluşabileceği gibi, ürünün oluşumu veya depolanması sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar ve gıdaların işlenmesi sırasında uygulanan teknolojik işlemler (ısıtım işlem vb.) sonucunda da oluşabilmektedir.

Gıdaların aroması yüzlerce değişik uçucu bileşenin ortak etkileşimi sonunda oluşmaktadır. Bu bileşenlerin ürünün aroma profiline katkısı farklı düzeylerde olmaktadır. Aromadan sorumlu olan ve düşük konsantrasyonlarda bulunan bu uçucu maddelere “aroma aktif bileşenler” denir. Bu bileşenler, gıdalarda düşük konsantrasyonlarda (ppm, ppb) bulunmalarına rağmen insan burnu tarafından algılanabilmektedir. Aroma aktif bileşenlerinin aroma belirleme eşik değerleri de farklı olmaktadır. Bundan dolayı bu bileşenlerin, gıdanın yapısında bulunan diğer uçucu bileşenlerden ayırt edilmesi aroma analizleri açısından önem taşımaktadır (Güneşer ve Yüceer, 2010).

MKŞ:K, MKŞ:P, AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerine ait aroma profili sonuçları Çizelge 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6’da gösterilmiştir. Şerbet örneklerinin aroma analizi sonucunda 42 aroma maddesi belirlenmiş olup, bu aroma maddelerinden 13 tanesi bütün şerbet örneklerinde tespit edilmiştir. Bu aroma maddeleri Hekzanal (çimen), (Z)-4-heptenal (okside yağ), 2-asetil-1-pirolin (patlamış mısır), 1-okten-3-ol (mantar), Asetofenon (toz biber/beton), 2-etil-3,5-dimetilpirazin (toz), Nonanal (okside yağ), (E,Z)-2,6-nonadienal (salatalık), (E)-2-nonenal (saman/kuru ot), 2-isobütil-3-metoksiprazin (toz), α -terpineol (bitki/ot), (E,E)-2,4-nonadienal (okside yağ) ve γ -nonalakton (parfüm/şekerli) aroma maddeleridir. Belirlenen diğer aroma maddeleri örnek çeşidine göre değişmekte olup, bazı örneklerde belirlendiği halde bazı örneklerde ise belirlenememiştir.

Şerbet ürünlerinde aroma yoğunlukları en yüksek olan aroma bileşeni ürüne göre farklılık göstermektedir. Örnek verilecek olunursa, MKŞ:K ve MKŞ:P ürünlerinde en yüksek aroma yoğunluğu 8 yoğunlukla 2-asetil-1-pirolin (patlamış mısır) iken, AMKŞ:K’da 7 yoğunlukla bilinmeyen 2 (kirli/toz) ve AMKŞ:P’de ise 8 yoğunlukla 2-etil-3,5-dimetilpirazin (toz) bulunmuştur. Wagner ve ark. (2016) tarafından meyan kökü üzerine yapılan çalışmada da en fazla hindistan cevizi, karamel, vanilya benzeri, patlamış mısır ve yağ kokusuna rastlanılmıştır. Aynı çalışmada γ -nonalakton, 4-hidroksi-2,5-dimetilfuran-3(2H)-on, 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehit, 2-asetil-1-pirolin, 2-metoksifenol, 2-aminoasetofenon, fenilasetik asit, linalool ve (E,E)-2,4-nonadienal en yüksek aroma yoğunluğuna sahip bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. MKŞ:K örneğine ait aroma profili

No	Bileşik	RI ^a		Aroma Yoğunluğu ^c
		DB-5	Aroma ^b	
1	Hekzanal	797	Çimen	4
2	3-metilbütonoik asit	862	Şekerli sakız	3
3	(Z)-4-heptenal	894	Okside yağ	7
4	Bilinmeyen1	913	Bitki	3
5	2-asetil-1-pirolin	923	Patlamış mısır	8
6	1-okten-3-ol	976	Mantar	5
7	Asetofenon	1053	Toz biber/beton	4
8	2-etil-3,6-dimetilpirazin	1080	Toprak	1
9	2-etil-3,5-dimetilpirazin	1085	Toz	1
10	2-metoksifenol	1090	Beton	2
11	Bilinmeyen 2	1096	Kirli /toz	5
12	2-feniletanol	1113	Krem/parfüm	5
13	Nonanal	1142	Okside yağ	5
14	(E,Z)-2,6-nonadienal	1154	Salatalık	5
15	(E)-2-nonenal	1165	Saman/kuru ot	6
16	2-isobütil-3-metoksipirazin	1171	Toz	5
17	Terpinen-4-ol	1177	İlaç/vitamin	4
18	α -terpineol	1183	Bitki/ot	6
19	2-isopropil-3-metoksipirazin	1188	Kirli toz	4
20	(E,E)-2,4-nonadienal	1213	Okside yağ	3
21	3-metil-2,4-nonanedion	1250	Baharat/kekik	1
22	(E,E)-2,4-dekadienal	1321	Okside yağ	1
23	γ -nonalakton	1368	Parfüm/şekerli	4
24	b-karyofillen	1423	Yosun,odunsu	4

^a Alıkonma indeksi DB-5 kolonda belirlenmiştir. ^b GC-O sırasında olfaktometri portunda belirlenen aroma tarifleridir. ^c Olfaktometreden geçen aroma maddelerin DB-5 kolon üzerindeki koku yoğunluğudur.

MKŞ:K örneğinde yapılan aroma analizi sonucunda toplamda 24 aroma maddesi belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Belirlenen bu aroma maddelerinden 17 tanesi diğer şerbet ürünleriyle ortak iken, geri kalan 7 aroma maddesinin ise ürüne özgü olduğu tespit edilmiştir. Bu aroma maddeleri; 3-metilbütonoik asit (şekerli sakız), bilinmeyen1 (bitki), 2-etil-3,6-dimetilpirazin (toprak), 2-feniletanol (krem/parfüm), terpinen-4-ol (ilaç/vitamin), 2-isopropil-3-metoksipirazin (kirli toz) ve 3-metil-2,4-nonanedion (baharat/kekik)'dur. Aroma yoğunluğuna en fazla sahip olan bileşenler ise sırasıyla 2-asetil-1-pirolin, (Z)-4-heptenal, (E)-2-nonenal ve α -terpineol'dur.

Çizelge 4.4. MKŞ:P örneğine ait aroma profili

No	Bileşik	RI ^a		Aroma Yoğunluğu ^c
		DB-5	Aroma ^b	
1	Hekzanal	797	Çimen	2
3	(Z)-4-heptenal	894	Okside yağ	3
5	2-asetil-1-pirolin	923	Patlamış mısır	8
6	1-okten-3-ol	976	Mantar	4
25	Oktanal	995	Ekşi/asit	2
26	1,8-sineol	1027	Ekşi	3
27	Bilinmeyen 3	1043	Gül/pudra	1
7	Asetofenon	1053	Toz biber/beton	2
28	1-oktanol	1075	Kirli toz	1,5
9	2-etil-3,5-dimetilpirazin	1085	Toz	2
10	2-metoksifenol	1090	Beton	3
13	Nonanal	1142	Okside yağ	2
14	(E,Z)-2,6-nonadienal	1154	Salatalık	3
15	(E)-2-nonenal	1165	Saman/kuru ot	3
16	2-isobütil-3-metoksiprazin	1171	Toz	3
18	α -terpineol	1183	Bitki/ot	4
20	(E,E)-2,4-nonadienal	1213	Okside yağ	3
29	Heksil 2-metilbütanoat	1238	Okside yağ	2
30	5-isopropil-2-metilfenol	1301	Baharat	1
31	Bilinmeyen4	1341	Kuru ot	1,5
23	γ -nonalakton	1368	Parfüm/şekerli	2
24	b-karyofillen	1423	Yosun,odunsu	1
32	β -iyonen	1480	Tatlı	1

^a Alıkonma indeksi DB-5 kolonda belirlenmiştir. ^b GC-O sırasında olfaktometri portunda belirlenen aroma tarifleridir. ^c Olfaktometreden geçen aroma maddelerin DB-5 kolon üzerindeki koku yoğunluğudur.

MKŞ:P örneğinde toplamda 23 aroma maddesi belirlenmiş olup, bunlardan 3 aroma bileşenin ürüne özgü olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bu aroma maddeleri; 1,8-sineol (ekşi), bilinmeyen 3 (gül/pudra) ve bilinmeyen 4 (kuru ot)'dür. Aroma yoğunluğuna en fazla sahip olan bileşen ise 2-asetil-1-pirolin olup, diğer bileşenlerin aroma yoğunlukları 4'ten küçüktür. MKŞ:K ve MKŞ:P örnekleri kendi aralarında karşılaştırıldığında basınçlama işleminin aroma maddeleri üzerine etkisi görülmemiştir. Yüksek basıncın düşük molekül ağırlıklı bileşenler üstündeki etkisi sınırlı olup, bu nedenle vitaminler, aroma bileşenleri ve pigmentlerin YB'ye karşı dayanımı fazladır (Muntean ve ark., 2016).

Çizelge 4.5. AMKŞ:K örneğine ait aroma profili

No	Bileşik	RI ^a		Aroma Yoğunluğu ^c
		DB-5	Aroma ^b	
1	Hekzanal	797	Çimen	4
33	2-heptanon	890	Ekşi/asit	1,5
3	(Z)-4-heptenal	894	Okside yağ	4
5	2-asetil-1-pirolin	923	Patlamış mısır	1,5
6	1-okten-3-ol	976	Mantar	6
34	b-mirsen	986	Ekşi/asit	3
7	Asetofenon	1053	Toz biber/beton	2
28	1-oktanol	1075	Kirli toz	3
9	2-etil-3,5-dimetilpirazin	1085	Toz	2
11	Bilinmeyen 2	1096	Kirli /toz	7
35	3-hidroksi-2-metil-4H-piran-4-on	1107	Kahve	3
13	Nonanal	1142	Okside yağ	1
14	(E,Z)-2,6-nonadienal	1154	Salatalık	4
15	(E)-2-nonenal	1165	Saman/kuru ot	3
16	2-isobütil-3-metoksiprazin	1171	Toz	5
18	α -terpineol	1183	Bitki/ot	4
20	(E,E)-2,4-nonadienal	1213	Okside yağ	4
36	Bilinmeyen5	1219	Kirli/toz	2
29	Heksil 2-metilbütanoat	1238	Okside yağ	3
37	3-metil-2,4-nonanedion	1257	Baharat/kekik	2
30	5-isopropil-2-metilfenol	1301	Baharat	1
22	(E,E)-2,4-dekadienal	1321	Okside yağ	1
23	γ -nonalakton	1368	Parfüm/şekerli	2
32	β -iyonen	1480	Tatlı	1

^a Alıkonma indeksi DB-5 kolonda belirlenmiştir. ^b GC-O sırasında olfaktometri portunda belirlenen aroma tarifleridir. ^c Olfaktometreden geçen aroma maddelerin DB-5 kolon üzerindeki koku yoğunluğudur.

AMKŞ:K örneğinde toplamda 24 aroma maddesi belirlenmesine karşın bunlardan 4 aroma maddesi ürüne özgüdür (Çizelge 4.5). Bu aroma maddeleri; 2-heptanon (ekşi/asit), b-mirsen (ekşi/asit), 3-hidroksi-2-metil-4H-piran-4-on (kahve), bilinmeyen 5 (kirli/toz)'tir. Aroma yoğunluğuna en fazla sahip olan bileşenler ise sırasıyla; bilinmeyen 2 (kirli/toz), 1-okten-3-ol (mantar) ve 2-isobütil-3-metoksiprazin (toz)'dir. AMKŞ:K örneğinde MKŞ:K örneğine göre daha fazla ekşi/asit aromanın algılandığı görülmektedir. Bunun nedeninin ise asitlendirmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. AMKŞ:P örneğine ait aroma profili

No	Bileşik	RI ^a		Aroma Yoğunluğu ^c
		DB-5	Aroma ^b	
38	Bilinmeyen 6	752	Şekerli sakız	2
1	Hekzanal	797	Çimen	0,5
39	o-ksilen	881	Petunya	2
3	(Z)-4-heptenal	894	Okside yağ	4
40	Heptanal	899	Meyve/ester	5
5	2-asetil-1-pirolin	923	Patlamış mısır	1,5
41	Benzaldehit	952	Meyve/ester	1
6	1-okten-3-ol	976	Mantar	6
25	Oktanal	995	Ekşi/asit	4
7	Asetofenon	1053	Toz biber/beton	2
9	2-etil-3,5-dimetilpirazin	1085	Toz	8
11	Bilinmeyen 2	1096	Kirli /Toz	5
13	Nonanal	1142	Okside yağ	1
14	(E,Z)-2,6-nonadienal	1154	Salatalık	3
15	(E)-2-nonenal	1165	Saman/kuru ot	5
16	2-isobütil-3-metoksiprazin	1171	Toz	5
18	α -terpineol	1183	Bitki/ot	4
20	(E,E)-2,4-nonadienal	1213	Okside yağ	3
29	Heksil 2-metilbütanoat	1238	Okside yağ	2
37	3-metil-2,4-nonanedion	1257	Baharat/kekik	2
42	2-isopropil-5-metilfenol	1294	Baharat	1
23	γ -nonalakton	1368	Parfüm/şekerli	3

^a Alıkonma indeksi DB-5 kolonda belirlenmiştir. ^b GC-O sırasında olfaktometri portunda belirlenen aroma tarifleridir. ^c Olfaktometreden geçen aroma maddelerin DB-5 kolon üzerindeki koku yoğunluğudur.

AMKŞ:P örneğinde toplamda 22 aroma maddesi belirlenmiş ve bunlardan 5 tanesinin ürüne özgü olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6). Bu aroma maddeleri; bilinmeyen 6 (şekerli sakız), o-ksilen (petunya), heptanal (meyve/ester), benzaldehit (meyve/ester), 2-isopropil-5-metilfenol (baharat)'dur. Aroma yoğunluğuna en fazla sahip olan bileşenler ise sırasıyla; 2-etil-3,5-dimetilpirazin (toz) ve 1-okten-3-ol (mantar)'dur. AMKŞ:P örneği, AMKŞ:K ile karşılaştırıldığında meyvemsi aromanın daha fazla olduğu, basınçlamanın ise aroma maddeleri üzerine etkili olmadığı gözlenmiştir.

Ham meyana kokusunu veren en önemli bileşenler (E,Z)-2,6-nonadienal, (E,E)-2,4-nonadienal ve (E,E)-2,4-dekadienal olup, (E,Z)-2,6-nonadienal ve (E,E)-2,4-nonadienal tüm örneklerde tespit edilmiştir. (E,E)-2,4-dekadienal ise AMKŞ:K ve MKŞ:K örneklerinde belirlenmiştir. Bu bileşenler doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında meydana gelen parçalanma ürünleridir. (E,E)-2,4-nonadienal ve (E,E)-2,4-dekadienal linoleik asidin parçalanma bileşenleriyken, (E,Z)-2,6-nonadienal ise linolenik asidin parçalanmasıyla meydana gelmektedir. Hekzanal, 1-okten-3-on ve (E)-2-nonenal da linoleik asidin otooksidasyonu ile oluşmakta ve meymanın anahtar aroma bileşenlerini meydana getirmektedir. Bitkilerde ikincil bileşen olarak nitelendirilebilecek monoterpeneoid karvakrol (5-isopropil-2-metilfenol) ve timol (2-isopropil-5-metilfenol) da meyana köküne karakteristik koku sağlamaktadır. Son olarak 2-isobütil-3-metoksiprazin de meyana da önemli bir aroma bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Wagner ve ark., 2016).

4.2. Meyan Kökü Şerbetinin Yüksek Basınç Teknolojisi ile Muhafazası

4.2.1. Yüzey Yanıt Metodolojisi ile Çalışma Parametrelerinin Optimizasyonu

Bu metot matematiksel ve istatistiksel tekniklerin bir karışımı olup, deneysel olarak elde edilen değerlerin analiz sonucundaki modellere uyumunun ölçülmesine dayanmaktadır (Bezerra ve ark., 2008). Zhu ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, bu metot *Phaffia rhodozomy*'den astaksantin ekstaksiyonunu sağlamak için proses parametrelerinin optimizasyonunda kullanılmıştır. Denemeler sırasındaki sıcaklık değişimleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında basınç şiddeti ve uygulama süresi arttırıldığında sıcaklık yükselişi daha fazla gözlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yüzey yanıt metodu sırasında sıcaklık değişimleri

Deneme	Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	Sıcaklık (°C)					
			Ts	Tp	Ti	Tii	Tiii	Tf
1	280	15	11,0	13,9	14,9	10,2	9,5	4,6
2	249	10	11,2	12,8	11,1	10,1	9,5	5,2
3	355	3	10,0	15,1	14,7	14,0	13,1	6,1
4	355	10	9,8	15,9	13,3	11,1	9,8	3,5
5	355	10	8,9	14,0	12,5	10,7	9,5	3,5
6	450	10	9,0	16,1	12,7	10,4	9,6	1,1
7	355	17	9,0	13,8	10,6	9,8	9,3	2,8
8	355	10	9,1	12,9	12,5	10,7	9,6	3,9
9	355	10	10,0	16,0	14,0	13,0	12,0	7,0
10	355	10	10,0	16,0	13,0	12,0	12,0	6,0
11	430	15	8,7	16,3	11,4	10,4	10,2	2,4
12	430	5	10,0	16,0	15,0	14,0	13,0	5,0
13	280	5	10,0	15,0	14,0	13,0	13,0	6,0

Ts:Başlangıç Sıcaklığı, Tp: Basınç başlangıcında sıcaklık, Ti :Uygulama zamanının üçte birindeki sıcaklık, Tii: Uygulama zamanının üçte ikisindeki sıcaklık, Tiii: Uygulama sonundaki sıcaklık, Tf: Son Sıcaklık

Çalışmada 10°C’de, 249-450 MPa basınç ve 3-17 dk zaman aralığında iki faktörlü merkezi kompozit dizayn sistemi kullanılarak 13 analiz gerçekleştirilmiştir. Yüksek basınç uygulaması yapılmadan önce şerbetin başlangıç yükü 37°C’de 18 saat bekletilerek arttırılmıştır. Toplam canlı (TC) ve maya&küf sayısı üzerine YB uygulamalarının etkisi dökme plak yöntemi ile uygun seyreltilerden, sırasıyla PCA ve DRBC agar besiyerlerine ekim yapılarak incelenmiştir. İnoküle örneklerin hazırlanmasında, taze hazırlanmış MKŞ kullanılmıştır. *E. coli* ATCC 25922 saf kültürünün stok süspansiyonu hazırlanmış ve MKŞ’nin her bir mL’si için yaklaşık 9 log düzeyinde inokülasyon gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda, MKŞ’nin doğal florasında *E. coli* belirlenememiş olup, YB uygulanmış inoküle örnekler hem *E. coli* için seçici bir besiyeri olan EMB agar kullanılarak, hem de PCA besiyeri kullanılarak damla plak yöntemine göre sayımlar gerçekleştirilmiştir.

Başlangıç yük TC ve maya&küf için, sırasıyla 8,30 ve 2,85 log CFU/mL olarak belirlenmiştir. Yüksek basınç uygulaması sonrasında mikrobiyal yükler Çizelge 4.8’de, fizikokimyasal özellikler ise Çizelge 4.9’da gösterilmektedir. TC sayıları birbirine çok yakın olup, maya&küf inaktivasyonu (<1 CFU/mL) ise tüm koşullarda gerçekleşmiştir.

Meyan şerbetinde maya&küf yükü, YB uygulamaları sonucunda tamamen inaktivasyona uğramamıştır. MKŞ içerisinde 2,1 ile 2,5 log kob/mL arasında yaklaşık yarım log değişen dirençli bir bakteriyel yükün bulunduğu, tüm çalışma parametrelerinde de

yaklaşık aynı düzeyde bir yükün kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, bu kalan aktivitenin MKŞ’de bulunabilecek muhtemel sporlu bakteri yükü olabileceğini göstermektedir (Geniş ve ark., 2016).

Çizelge 4.8. Merkezi kompozit dizayn sırasında kullanılan basınç seviyeleri ve uygulama zamanlarının mikrobiyal popülasyona etkisi

Deneme	Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	TC <i>Log kob/mL</i>	Maya-Küf <i>Log kob/mL</i>	<i>E. coli</i> ATCC 25922 <i>Log kob/mL</i>
1	280	15	2,42	<1	2,52
2	249	10	2,35	<1	3,22
3	355	3	2,33	<1	2,52
4	355	10	2,28	<1	2,82
5	355	10	2,27	<1	<2,52*
6	450	10	2,08	<1	<2,52
7	355	17	2,24	<1	2,52
8	355	10	2,28	<1	2,82
9	355	10	2,49	<1	<2,52
10	355	10	2,30	<1	<2,52
11	430	15	2,30	<1	<2,52
12	430	5	2,36	<1	<2,52
13	280	5	2,40	<1	<2,52
Kontrol	0	0	8,30	2,85	8,61

* 1. dilüsyondan damla plak yöntemine göre ekim yapılan ve gelişme görülmeyen petrilere ilişkin muhtemel sonuçlar

E. coli ATCC 25922 ile inokülasyon sonuçlarını incelendiğinde, damla plak analiz yönteminin çok pratik olması ve çok küçük hacimlerde çalışılması ile birlikte daha az besiyeri, petri kutusu, dilüsyon sıvısı kullanılması nedenleriyle cazip görünmesine karşın sonuçlar bu yöntemin tez çalışması için çok hassas olmadığı yönünde bir karar alınmasına neden olmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda *E. coli* ATCC 25922 inoküle örnekler, yayma plak yöntemine göre uygun dilüsyonlardan ekim yapılarak gerçekleştirilmiş ve inaktivasyon etkisi daha net görülmüştür. Yine de RSM sonuçlarına göre tüm deneme koşullarında 5 log’dan fazla bir inaktivasyon gözlenmektedir (Çizelge 4.8).

MKŞ örneklerinin biyoaktif bileşenleri üzerine YB’nin etkisinin incelenmesi amacıyla yürütülen RSM denemelerinde, kimyasal analiz örnekleri toplamda 50 mL olacak şekilde 5-10 mL’lik saşeler içerisinde hazırlanmış ve sonrasında basınçlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 4.9’da görülmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, biyoaktif bileşenlerin basınçlama işleminden önemli bir düzeyde

etkilenmediğini göstermektedir. Bununla birlikte, biyoaktif bileşenlere ilişkin verilerin, Design-Expert V7 software (Stat-Ease Inc., ABD) doğrusal model prosedürü kullanılarak gerçekleştirilen varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre, modelin, model faktörlerinin (basınç ve süre) ve lack of fit değerinin de önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Merkezi kompozit dizayn sırasında kullanılan basınç seviyeleri ve uygulama zamanlarının fizikokimyasal özellikler üzerine etkisi

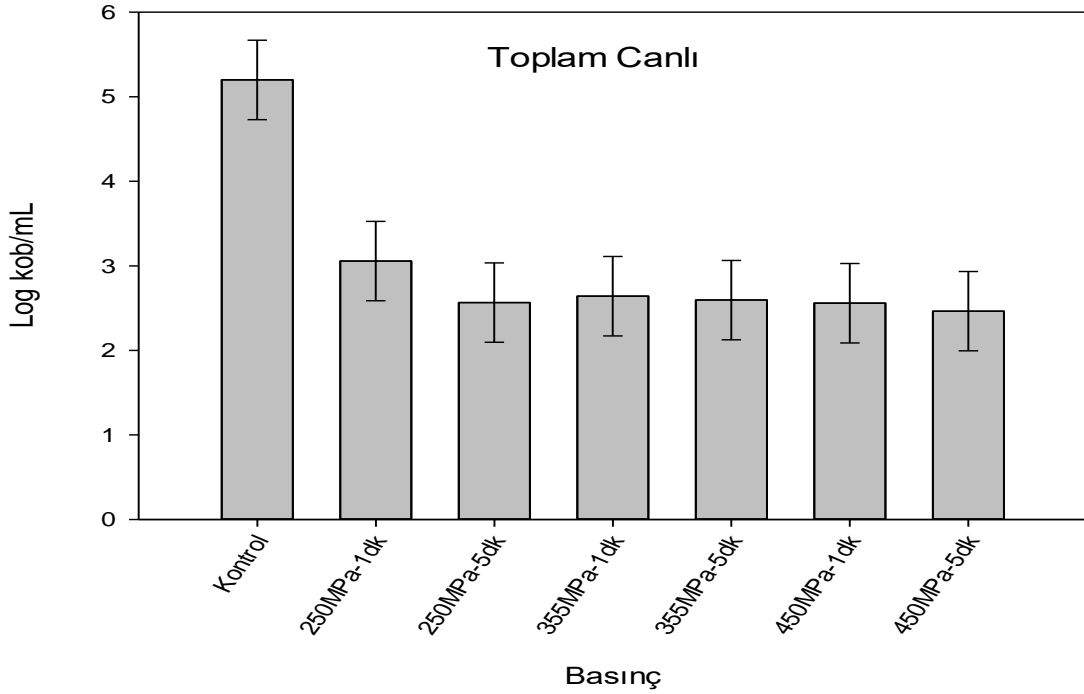
Deneme	Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	Toplam Fenolik Madde ($\mu\text{g GA/mL}$)	Toplam Flavonoid ($\mu\text{g QE/mL}$)	Glisirizik Asit İçeriği (mg/L)	Antioksidan Kapasite (TEAC) ($\mu\text{mol Troloks /mL}$)
1	280	15	379,50	15,00	1124,68	4,54
2	249	10	379,83	15,13	1111,56	4,57
3	355	3	363,50	14,00	1111,28	4,63
4	355	10	367,50	14,13	1112,40	4,54
5	355	10	367,00	13,88	1098,36	4,64
6	450	10	365,17	13,75	1091,68	4,69
7	355	17	371,00	14,44	1169,52	4,65
8	355	10	371,00	14,69	1179,40	4,69
9	355	10	364,50	13,63	1084,96	4,50
10	355	10	373,00	15,88	1115,32	4,65
11	430	15	380,50	15,19	1079,72	4,40
12	430	5	382,00	14,38	1079,40	4,63
13	280	5	364,50	13,25	1013,20	4,47
Kontrol	0	0	378,00	15,56	1109,60	4,39

RSM sonuçları değerlendirilerek hem doğal flora hem de patojenler (*E. coli* ATCC 25922 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028) üzerine YB uygulamasının etkisinin araştırılacağı çalışma parametrelerinin 10°C sıcaklıkta, 250 MPa, 355 MPa ve 450 MPa basınçlarda 1'er ve 5'er dakika olmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

4.2.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinin Doğal Mikrobiyal Florası Üzerine Etkisi

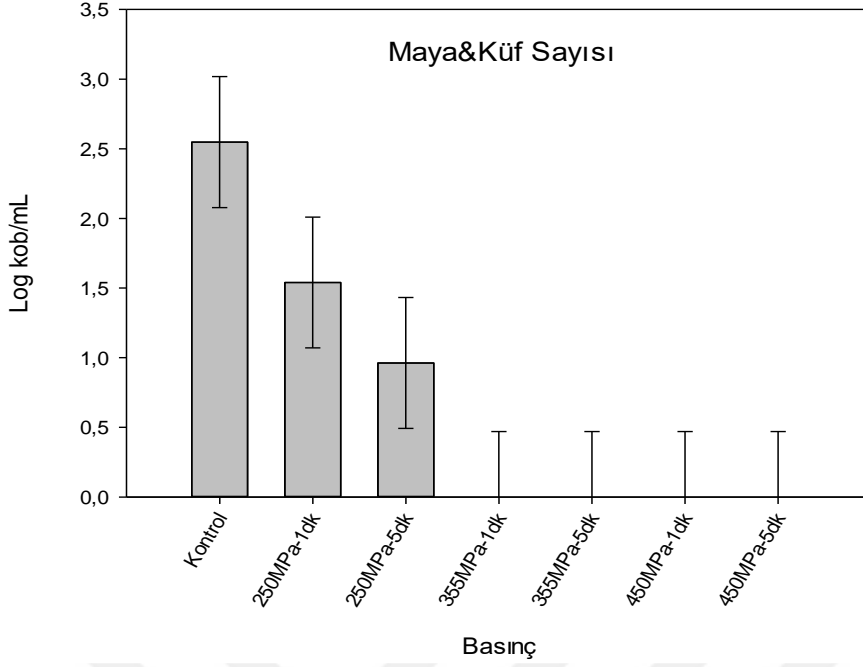
Taze olarak hazırlanmış şerbette başlangıç toplam canlı (TC) sayısı $5,20 \pm 0,47$ log olarak belirlenmiştir. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra TC değerlerindeki değişim ise Şekil 4.1'de gösterilmiştir. 450 MPa-5 dk uygulamasından sonra, 2,70 log'luk bir azalış sağlanırken, 250 MPa-1 dk uygulaması için ise azalma 2,20 log seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Rendueles ve ark. (2011) tarafından yapılan ve yüksek basıncın etkinliğinin, basınç seviyesi ve uygulama zamanına bağlı olarak

değiştiğini gösteren çalışmayla benzerlik göstermektedir. Buna ek olarak, Mukhopadhyay ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, 400 MPa-5 dk uygulamasının kavun püresinde toplam aerobik canlı popülasyonunu etkin olarak azalttığı rapor edilmiştir. Çalışmada, seçilen basınç seviyeleri ve uygulama zamanlarında, TC yükünde yaklaşık olarak 2,5 log'luk bir kısmın inaktive edilemediği görülmüştür.



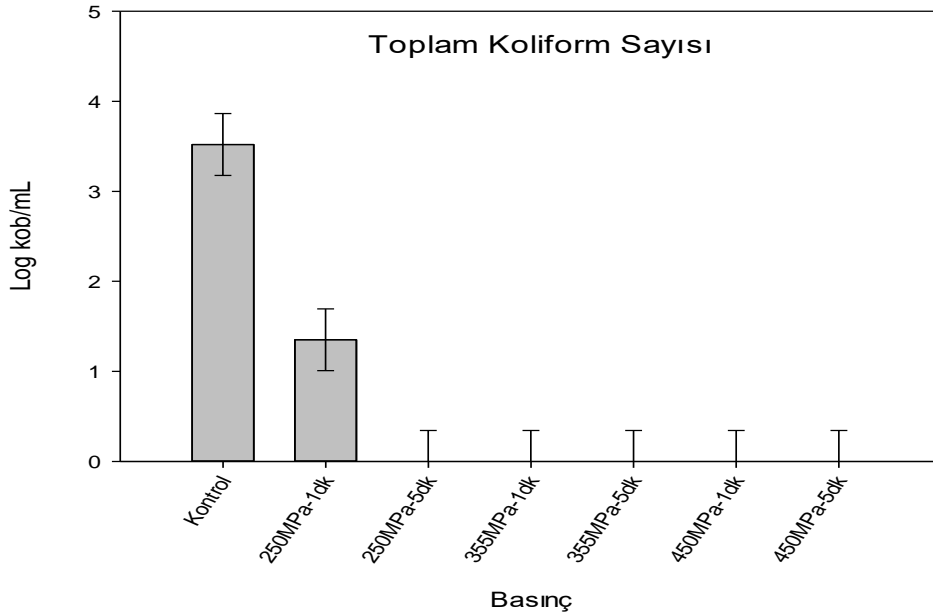
Şekil 4.1. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de toplam canlı sayıları

MKŞ örneğinin başlangıç maya&küf sayısı $2,55 \pm 0,47$ log olarak belirlenmiştir. Yüksek basınç uygulaması sonrasında elde edilen sonuçlar Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, maya&küf bakımından tamamıyla inaktivasyonun gerçekleşmesi için 355 MPa-1 dk'dan yüksek uygulamalar gerekmektedir. Bulduğumuz sonuçlar, Mukhopadhyay ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen ve kavun püresinde maya&küf sayısının 1 log CFU/ml seviyesinin altına inmesi için 300 MPa-5 dk uygulama gerektiğini belirten çalışmayla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Huang ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen ve çilek püresinde maya&küf sayısının 1 log CFU/ml seviyesinin altına inmesi için 300 MPa-2 dk uygulamasının gerektiğini belirten çalışmayla da paralellik göstermektedir.



Şekil 4.2. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ’de maya&küf sayıları

Yüksek basınç uygulaması sonrasında toplam koliform sayısındaki farklılıklar Şekil 4.3’de gösterilmektedir. Şerbet örneklerinde başlangıç koliform yükü $3,51 \pm 0,34$ log olup, 250 MPa-5 dk ve üzerindeki uygulamalarda petrilere herhangi bir gelişim gözlenmemiştir.



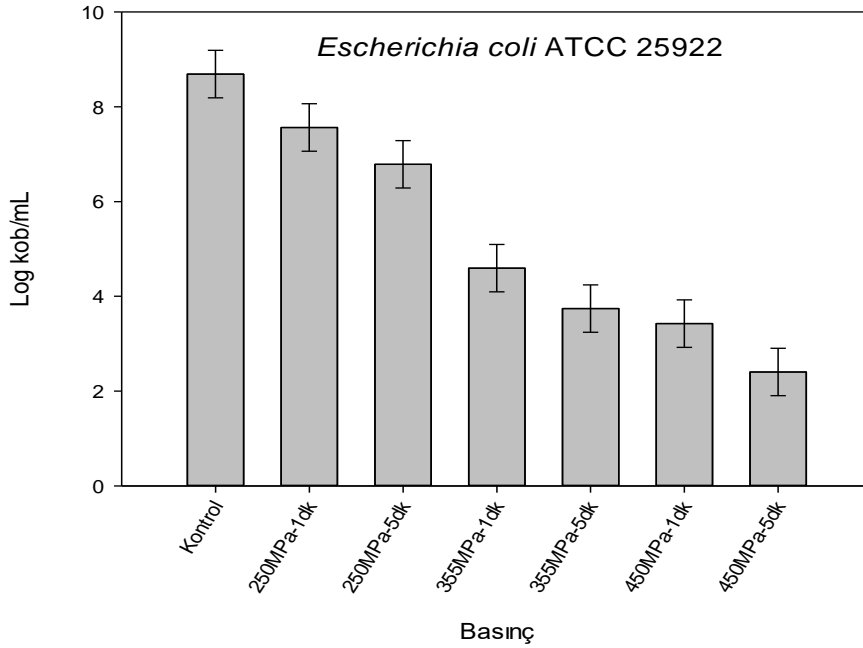
Şekil 4.3. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ’de toplam koliform sayıları

Bu sonuçlar Huang ve ark. (2015) ve Chakraborty ve ark. (2015a) tarafından yapılan ve sırasıyla şeker kamışında 600 MPa-6 dk, ananas suyunda ise 300 MPa-15 dk uygulaması

sonrasında koliform sayısının inaktive edilebildiğine yönelik çalışmalardan farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin içeceklerin bileşiminden ve uygulama zamanlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

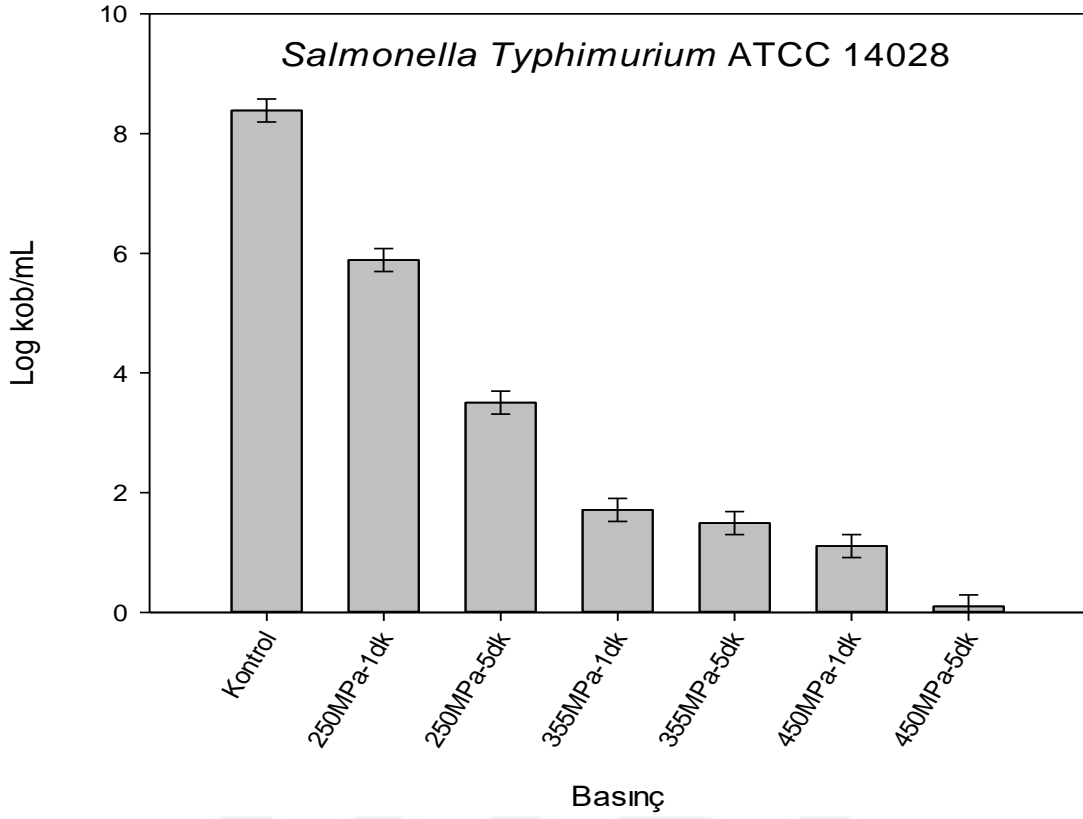
4.2.3. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinde Patojenler Üzerine Etkisi

Farklı yüksek basınç uygulamaları sonrasında *E. coli* ATCC 25922 sayısındaki değişim Şekil 4.4'te gösterilmiştir. En yüksek inaktivasyon değeri 6 log ile 450 MPa-5 dk uygulaması sonrasında elde edilmiştir. Bu sonuç; Huang ve ark. (2013) ve Hiremath ve Ramaswamy (2012) tarafından, sırasıyla çilek püresinde 450 MPa-2 dk ve mango suyunda 400 MPa-10 dk uygulama sonrasında *E. coli* sayısındaki 6 log'luk azalmanın sağlandığına yönelik çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.4. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ'de *E. coli* ATCC 25922 sayıları

Diğer bir patojen olan *S. Typhimurium* ATCC 14028' in başlangıç yükü $8,39\pm 0,19$ olarak belirlenmiştir. Şekil 4.5'te farklı uygulamalar sonrasında *S. Typhimurium* ATCC 14028 sayıları karşılaştırılmıştır. 450 MPa-5 dk uygulaması sonrasında mikrobiyal gelişim gözlenmemiştir ($P<0,05$). Elde edilen bu sonuç, Tholozan ve ark. (2000) tarafından gerçekleştirilen ve *S. Typhimurium* sayısının fosfat tamponunda 400 MPa-10 dk uygulaması sonrasında inaktive edildiğini gösteren çalışmayla paralellik göstermektedir.



Şekil 4.5. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra MKŞ’de *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 sayıları

Özet olarak, 450 MPa-5 dk uygulamasının vejetatif hücrelerin inaktivasyonunda optimum parametreleri içerdiği, fakat bu uygulama sonrasında bile yaklaşık 2 log’luk dirençli bakteri sporlarının olduğu gözlenmiştir. İbanoğlu (2002), bakteri sporlarının yüksek basınç ile tamamen inaktive edilemediğini, fakat 0,1 MPa-600 MPa aralığındaki basınç uygulamalarının ise *B. stearothermophilus* sporlarında 10^6 oranında azalmaya yol açtığını bildirmektedir. İnaktive edilemeyen bakteri sporları 50-300 MPa arasında uyarılarak, vejetatif forma geçmesi teşvik edilebilmektedir (Tülek ve Filizay, 2006a). Bu şekilde uygun engel teknolojileri uygulanarak mikroorganizma hücrelerinin daha duyarlı hale gelebilmesi sağlanabilir.

4.2.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinin Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

4.2.4.1. Biyoaktif Bileşenler

Biyoaktif bileşenlerden olan fenolik ve flavonoidler bitkisel ürünlerde doğal antioksidan olarak davranmakta ve hastalıklara karşı koruma sağlamaktadır (Pellegrini ve ark., 2003). Glabridin, glabren ve glabrol meyan kökünde bulunan spesifik fenoliklerden olup, 300'den fazla flavonoidin yanında likuiritin, likuiritigenin, glabrol ve likoflavonol da bulunmaktadır (Zhang ve Ye, 2009). Bu çalışmada toplam fenol ve flavonoid içeriği bakımından yüksek basınç uygulanmış örneklerle kontrol örnekleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$; Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin fizikokimyasal özelliklerine etkisi

Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	Toplam Fenolik Madde ($\mu\text{g GA/mL}$)	Toplam Flavonoid ($\mu\text{g QE/mL}$)	Glisirizik Asit İçeriği (mg/L)	Antioksidan Kapasite (TEAC) ($\mu\text{mol Troloks/mL}$)
0	1	379,72±81,80	25,18±9,17	1172,44±391,10	6,45±2,21
0	5	379,72±81,80	25,18±9,17	1172,44±391,10	6,45±2,21
250	1	400,67±96,40	28,50±12,02	1303,00±433,89	6,77±2,95
250	5	385,50±81,42	24,92±9,42	1173,51±389,06	6,19±2,10
355	1	388,83±90,08	25,22±8,96	1173,21±389,86	6,13±1,98
355	5	383,94±79,29	25,73±9,60	1178,85±394,46	6,14±1,91
450	1	385,72±84,99	25,15±9,31	1177,59±394,53	6,22±2,07
450	5	383,61±80,16	24,72±9,88	1177,64±393,18	6,27±2,00

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.10'da görülen toplam fenolik madde ve flavonoid sonuçları, Chakraborty ve ark. (2015b) tarafından ananas suyunda gerçekleştirilen ve yüksek basınç işleminin flavonoid ve toplam fenol içeriğini değiştirmediğini tespit ettikleri sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, yüksek basınç işleminden etkilenmeyen bir diğer parametre ise toplam antioksidan kapasitedir ($P>0,05$). Patras ve ark. (2009) ile Wang ve ark. (2012) tarafından havuç, portakal püresi ve mor tatlı patates nektarı üzerine yüksek basıncın toplam antioksidan kapasiteyi etkilemediğinin gösterildiği çalışmalar, Çizelge 4.10'da görülen antioksidan kapasite sonuçlarını desteklemektedir.

Glisirizik asit, şerbetteki en önemli triterpenoid saponin glikozid olup, şerbete tatlı tadını veren bileşiktir (Izutani ve ark., 2014). Yüksek basınç uygulamaları, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında GA içeriğindeki değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Linton ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, yüksek basıncın protein ve lipidler gibi büyük molekülleri etkilediği fakat saponin ve flavonoidler gibi küçük molekülleri ise etkilemediği gösterilmiştir. Bu nedenle, yüksek basınç uygulamalarının şerbetin biyoaktif bileşenlerini etkilemediği düşünülmektedir.

4.2.4.2. Renk

Renk, gıdaların kabul edilebilirliğini belirleyen en önemli kalite parametresidir. MKŞ'nin sarıya yakın renginden sorumlu olan bileşikler flavonoidlerdir (Vibha ve ark., 2009). Yüksek basınç uygulanmış örneklerin parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri Çizelge 4.11'de gösterilmektedir. Genel olarak basınç seviyeleri yükseldikçe örneklerin parlaklık değerleri (L^*) azalmakta olup, kırmızılık değeri (a^*) ise artmaktadır. Şerbet örneklerinin sarılık (b^*) değerinin kontrol örneğine göre yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin renk parametreleri üzerine etkisi

Basınç Seviyeleri (MPa) / L^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	65,01±14,86Aa	64,50±5,85Aa	68,37±1,96Aa	58,11±7,85Aa
5	65,01±14,86Aa	65,46±3,75Aa	70,79±5,20Aa	44,67±5,14Bb
Basınç Seviyeleri (MPa) / a^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	3,95±7,85Aa	4,29±4,27Aa	2,20±1,70Aa	7,54±4,60Aa
5	3,95±7,85Aa	3,42±2,73Aa	1,16±3,13Aa	13,27±2,70Ab
Genel	3,94±7,67A	3,77±3,55A	1,68±2,52A	10,41±4,70B
Basınç Seviyeleri (MPa) / b^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	37,54±5,30Aa	44,32±1,75Ba	44,32±1,81Ba	42,21±1,89ABa
5	37,54±5,30ACa	43,77±2,23Ba	42,44±3,80ABa	33,57±5,72Cb

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir.

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$)

İstatistik analiz sonuçlarına göre, yüksek basınç seviyeleri ile uygulama zamanları arasındaki interaksiyon L^* değeri için önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Uygulama zamanları arasındaki fark sadece 450 MPa uygulamasında önemlidir. Buna ek olarak 450 MPa uygulaması sonucunda örneklerdeki L^* değerleri, diğer yüksek basınç değerlerinden ve kontrol grubundan farklılık göstermektedir ($P<0,05$). Sonuçlarımıza benzer olarak, Keenan ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada meyve pürelerinin 450 MPa-5 dk uygulaması sonrasında L^* değerlerinin 450 MPa-1 dk uygulamasına göre daha düşük değerlere sahip olduğunu rapor etmiştir.

Kırmızılık (a^*) değerleri göz önüne alındığında, yüksek basınç seviyelerinin ana etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). Buna karşılık, ANOVA sonuçları basınç seviyesi ile uygulama zamanları arasındaki interaksiyonun önemli olmadığını göstermektedir ($P>0,05$). Çalışmada, 250 MPa ve 355 MPa uygulamaları arasında farklılık görülmemektedir ($P>0,05$). Elde edilen sonuçlar, Carbonell-Capella ve ark. (2013) tarafından papaya/mango/portakal suyuna uygulanan 300 MPa-5 dk basıncın renk değerini değiştirmediği gösteren çalışmayla paralellik göstermektedir. Buna ek olarak, Torres ve ark. (2011) kan portakalı suyunda 600 MPa-15 dk uygulamasının a^* değerini artırdığını tespit etmiştir.

Örneklerin sarılık (b^*) değerleri göz önüne alındığında, sadece 450 MPa uygulamasının farklılık yarattığı belirlenmiştir ($P<0,05$). Uygulama zamanı olarak 1 dk seçildiğinde ise farklı yüksek basınç seviyeleri arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). 450 MPa-5 dk uygulaması diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında daha düşük b^* değerlerine sahiptir.

4.2.4.3. Suda Çözünür Kuru Madde ve pH

Hem suda çözünür kuru madde, hem de pH değerleri farklı yüksek basınç uygulamalarından istatistiksel olarak etkilenmemektedir ($P>0,05$; Çizelge 4.12). Bu durum, Barba ve ark. (2013) ile Bull ve ark. (2004) tarafından sırasıyla yaban mersini ve portakal suyuna uygulanan yüksek basıncın pH ve SÇKM değerlerini değiştirmediğini gösterdiği çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.12. Farklı yüksek basınç koşullarının MKŞ'nin pH ve SÇKM üzerine etkisi

Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	pH	SÇKM
0	1	6,09±0,36	0,70±0,17
0	5	6,09±0,36	0,70±0,17
250	1	6,07±0,51	0,80±0,14
250	5	6,10±0,35	0,70±0,17
355	1	6,09±0,35	0,73±0,15
355	5	6,08±0,35	0,77±0,15
450	1	6,09±0,35	0,73±0,15
450	5	6,10±0,34	0,73±0,15

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir.

4.2.5. Yüksek Basınç Teknolojisinin Meyan Kökü Şerbetinin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

Mikrobiyal inaktivasyon verileri ve YB'nin MKŞ'nin kalite özellikleri üzerine etkilerini içeren veriler istatistiksel olarak değerlendirildikten sonra 10°C'de 450 MPa basınç altında 5 dk YB uygulaması optimum çalışma parametresi olarak değerlendirilmiştir. 10°C'de 450 MPa altında 5 dk YB uygulanmış MKŞ ve kontrol grubu (hiçbir işlem görmemiş) MKŞ örneklerinin genel, lezzet (tat&aroma) ve görünüş bakımından tüketiciler tarafından beğeni durumu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kontrol grubu ve YB uygulanmış MKŞ örnekleri arasında lezzet bakımından önemli bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için de üçgen testi uygulanmıştır. Bu amaçla MKŞ örnekleri, basınçlamayı takiben soğuk koşullarda (yaklaşık 4°C'de) Diyarbakır'a 18 saat içerisinde ulaştırılmış ve duyusal analiz GAPUTAEM'de çalışan personel ile gerçekleştirilmiştir.

Tüketici testi için, 7 puanlı hedonik skala kullanılmıştır. Testte 20-56 yaş aralığında olan 50 kişi (35 bay ve 15 bayan) katılmış ve 10°C'de 450 MPa-5 dk basınçlanan MKŞ ile kontrol grubu arasındaki tercih edilme derecelerini belirlenmişlerdir. Örneklere ait tüketici testi sonuçları Çizelge 4.13'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. MKŞ:P ve MKŞ:K örneklerine ait tüketici testi sonuçları

Gruplar	Cinsiyet	Genel Beğeni	Lezzet	Görünüş
MKŞ:K	Bay&Bayan	4,52±0,24	4,51±0,26	4,58±0,24
MKŞ:P	Bay&Bayan	4,65±0,24	4,64±0,26	4,65±0,24
MKŞ:K	Bay	4,91±0,27	4,97±0,29	4,77±0,26
MKŞ:K	Bayan	4,13±0,41	4,06±0,44	4,40±0,40
MKŞ:P	Bay	4,31±0,27	4,22±0,29	4,37±0,26
MKŞ:P	Bayan	5,00±0,41	5,05±0,44	4,93±0,40

Sonuçlar “Ortalama ±Standart hata” şeklinde verilmiştir.

Çizelge 4.13’de görülen sonuçlara göre, genel, lezzet ve görünüş özellikleri bakımından MKŞ:P örnekleri çok hafif yüksek puana sahip olmakla beraber kontrol grubu ve YB uygulanmış örnekler arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$). MKŞ:P ile MKŞ:K örnekleri hedonik skalanın “beğendim” kısmında yer almışlardır. MKŞ:P örneklerinin MKŞ:K grubuna göre çok az da olsa daha yüksek puan almasının sebebi bayanların MKŞ:P’ye kontrolden daha yüksek puan vermeleriyle açıklanabilir (Çizelge 4.13). Baylarda tam tersi bir durum gözlenmiştir. Bayanlar MKŞ:K ve baylar da MKŞ:P’ye sırasıyla 4,13 ve 4,31 puan vererek hedonik skalanın “ne beğendim ne beğenmedim” bandında yer almışlardır. Kontrol grubunu baylar ve basınçlanmış grubu ise bayanlar verdikleri puanlarla “beğendim” bandına çekmişlerdir. Duyusal analize katılan baylar kontrol grubunda daha keskin bir tadın hakim olduğunu belirtmişler fakat basınçlanmış örneklerde tadın arzu edilen bu keskinliğini azalttığını ifade etmişlerdir. Buradan çıkan sonuç bayanların bu keskin tadı beğenmedikleri yönündedir. Basınçlama prosesi ile MKŞ’nin duyusal özelliklerinin bayanlar tarafından daha da tercih edilir hale geldiği söylenebilir.

“MKŞ:K” ve “MKŞ:P” örnekleri arasındaki farklılığın belirlenmesi amacıyla da, 32 kişi ile üçgen testi uygulanarak ikili karşılaştırma yapılmıştır. Bu teste 14 kişi doğru, 18 kişi ise yanlış cevap vermiştir. MKŞ:K ile MKŞ:P arasında önemli bir farkın olmadığı $\alpha=0,01$ önemlilik düzeyine göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, panelistler kontrol grubu ve basınçlanmış MKŞ örneklerini birbirlerinden ayıramamışlardır.

4.3. Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Yüksek Basınç Teknolojisi ile Muhafazası

4.3.1. Meyan Kökü Şerbeti için Asitlendirme Koşullarının Seçimi

İki farklı yöntem kullanılarak pH 3,0-4,5 aralığında üretilen AMKŞ örneklerinin beğeni durumu, Diyarbakır GAPUTAEM’de çalışan, yaşları 18-56 arasında değişen, 15 kişi (3’ü bayan, 12’si bay) tarafından tüketici testi uygulanarak ortaya konulmuştur. Bu amaçla 7 noktalı hedonik skala kullanılmış olup, beğeni durumu genel, lezzet ve renk olarak değerlendirilmiştir. Farklı asitlendirme işlemlerine tabi tutulan meyan kökü şerbetlerinin tüketici testi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Sitrik asit ve sitrik asit+askorbik asitin birlikte kullanımını neticesinde farklı pH derecelerinde elde edilen meyan kökü şerbetlerinin genel kabul edilebilirlik ve renk özelliklerinde istatistiksel olarak bir farklılık ortaya çıkmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.14. Farklı asitlendirme işlemlerine ait tüketici testi sonuçları

pH Değerleri	Sadece Sitrik Asit ile Asitlendirme		
	Genel Kabul Edilebilirlik	Renk	Lezzet
3,0	3,06±2,12a	3,40±2,09a	2,86±2,44b
3,5	3,20±1,97a	2,73±1,62a	2,73±2,15b
4,0	3,26±1,53a	2,80±1,26a	2,66±1,71b
4,5	4,40±1,72a	3,00±1,46a	4,53±2,09a
pH Değerleri	Sitrik Asit ve Askorbik Asit Kombinasyonu ile Asitlendirme		
	Genel Kabul Edilebilirlik	Renk	Lezzet
3,0	3,13±2,16a	3,06±2,37a	3,00±2,10a
3,5	2,26±1,27a	2,20±1,26a	2,40±1,35a
4,0	2,66±1,49a	2,86±1,40a	2,60±1,76a
4,5	3,40±1,80a	2,80±1,56a	3,53±2,03a

Sonuçlar “Ortalama ±Standart hata” şeklinde verilmiştir.

a-c Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P< 0,05$).

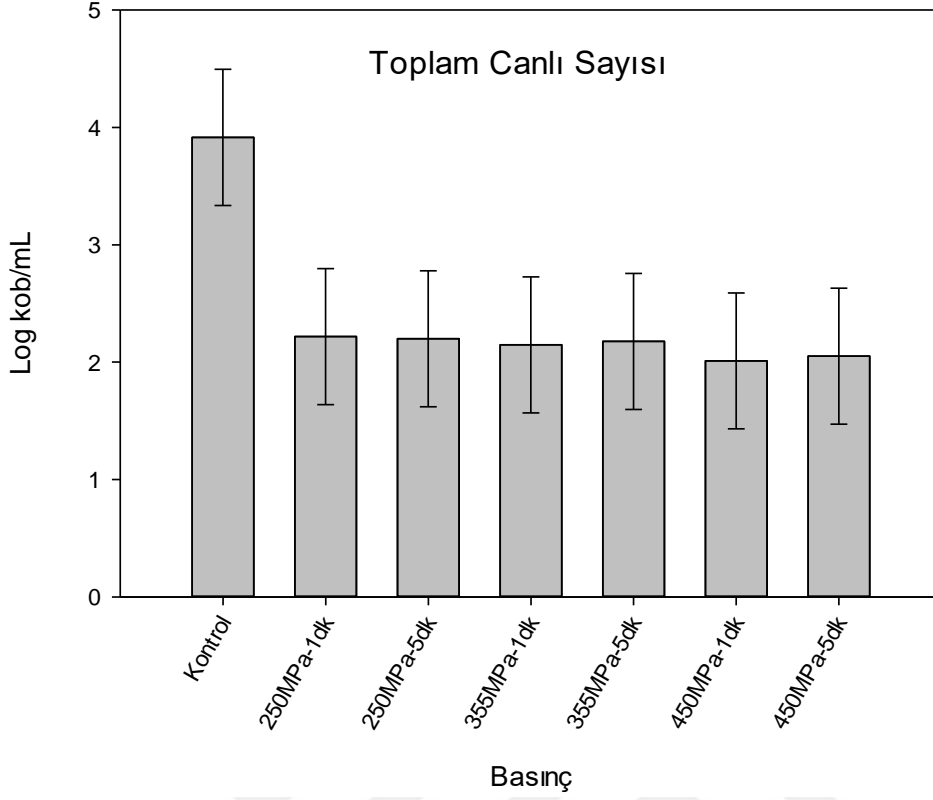
Sadece, sitrik asit kullanılarak asitlendirilen meyan kökü şerbetlerinde genel kabul edilebilirlik ve renk bakımından farklılık bulunmamışsa da, lezzet bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Sadece sitrik asit kullanılarak pH 4,5 değerine getirilen örneklerin lezzet skorları istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Askorbik+sitrik asit kombinasyonu ile asitlendirilen meyan içeceklerinde ise genel, lezzet ve renk bakımından örnekler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Yapılan duyusal analiz sonucunda panelistler tarafından en çok beğenilen örnek sitrik asit ile asitlendirilmiş meyan içeceği olup, pH değeri ise “pH 4,5” olarak belirlenmiştir. Fakat pH 4,5 değeri pastörizasyon ve sterilizasyon uygulamalarında kritik değer olarak kabul edildiğinden, çalışmada yüksek basıncın asitlendirilmiş meyan kökü şerbeti üzerine etkilerinin tespit edilmesinde, sadece sitrik asit ile asitlendirilmiş ve pH değeri de güven sınırı nedeniyle 4,2 olan örnekler kullanılmıştır.

4.3.2. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Doğal Mikrobiyal Floraya Etkisi

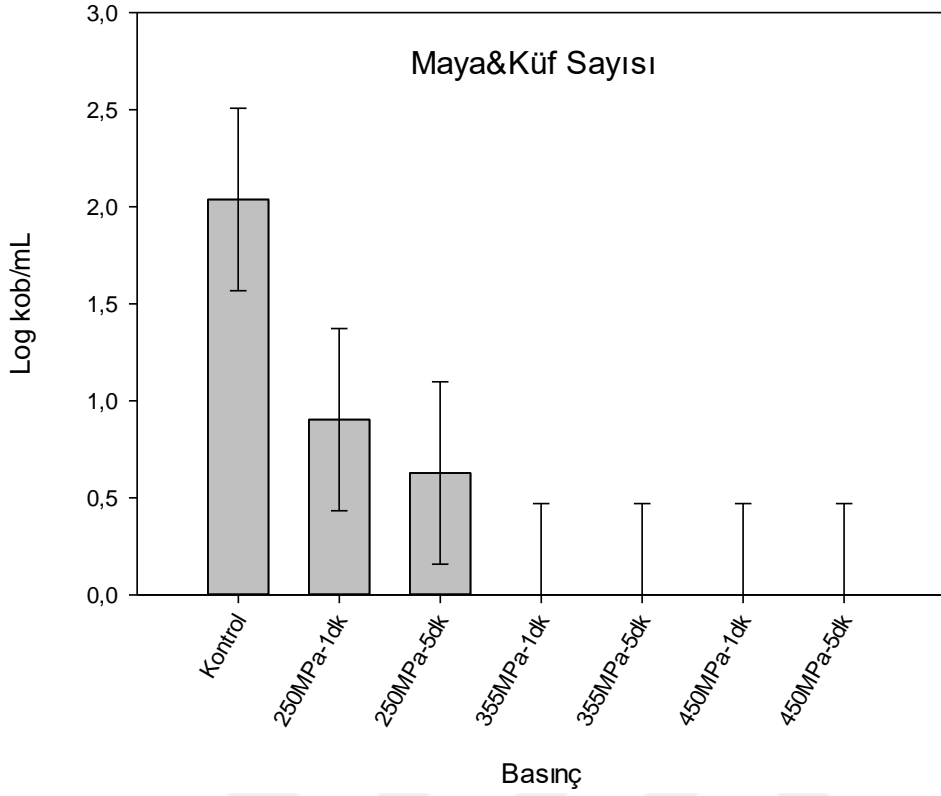
RSM sonuçları değerlendirilerek hem doğal flora hem de patojenler (*E. coli* ATCC 25922 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028) üzerine YB uygulamasının etkisinin araştırılacağı çalışma parametrelerinin 10°C sıcaklıkta, 250 MPa, 355 MPa ve 450 MPa basınçlarda 1'er ve 5'er dakika olmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Farklı yüksek basınç seviyeleri ve uygulama zamanları kullanılarak basınçlanan asitlendirilmiş meyan kökü şerbetlerindeki toplam canlı sayısına ait inaktivasyon sonuçları Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Başlangıç yükü $3,91 \pm 0,58$ log kob/mL olarak belirlenen örneklerde, 355 MPa altındaki basınç seviyeleri 1,70 log, 450 MPa üstündeki basınç seviyeleri ise 1,80 log'luk bir azalma sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar, Manas ve Mackey (2004) ve Tewari ve Juneja (2008) tarafından rapor edilen ve inaktivasyonun basınç seviyesi, uygulama zamanı ve mikroorganizma tipine bağlı olarak değiştiğini gösteren çalışmalarla uyum göstermektedir. AMKŞ örneğine uygulanan tüm basınçlama parametreleri sonucunda, ortalama 2,13 log civarında dirençli bir bakteriyel yükün olduğu söylenebilmektedir.



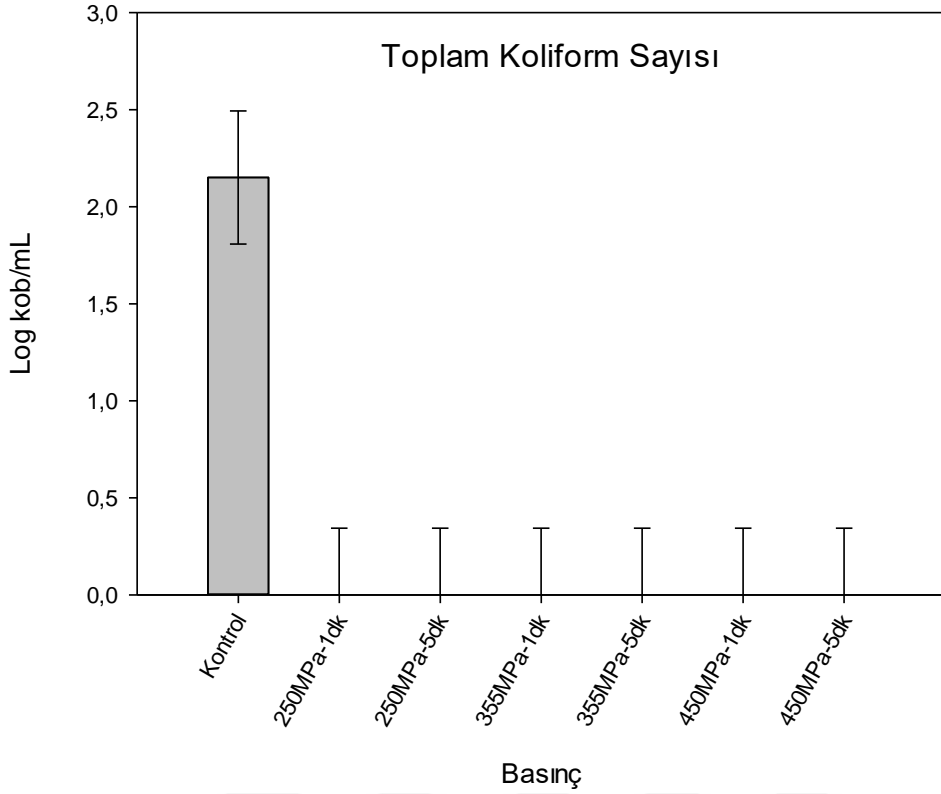
Şekil 4.6. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ’de toplam canlı sayıları

Başlangıç maya&küf sayısı $2,03 \pm 0,47$ log kob/mL olarak belirlenen AMKŞ örneğinin, 250, 355 ve 450 MPa, 1 ve 5’er dakika YB uygulaması sonucunda maya ve küf sayısındaki değişim Şekil 4.7’de verilmiştir. 355 MPa üstündeki basınç seviyeleri maya ve küf populasyonunun tamamının inaktive edilmesinde olumlu sonuçlar vermiştir. Elde edilen sonuçlar; Mukhopadhyay ve Panja (2008) ve Huang ve ark. (2013) tarafından sırasıyla kavun ve çilek püresinde 300 MPa üstündeki basınç seviyelerinin maya ve küf sayısını belirleme limiti olan 1 log CFU/mL altına çektiğinin gösterildiği çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.7. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ’de maya&küf sayıları

Toplam koliformda başlangıç yükü $2,15 \pm 0,37$ log kob/mL olarak belirlenen örneğin, yüksek basınç uygulamaları sonrasında elde edilen sonuçlar Şekil 4.8’de gösterilmiştir. AMKŞ örneğine uygulanan farklı basınç parametreleri, toplam koliformları tamamıyla elimine etmiştir. Bunun sebebinin, yüksek basıncın mikroorganizmaların morfolojisi, hücre membranı ve kovalent olmayan bağlar üzerindeki etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Casadei ve ark., 2002; Patterson, 2005; Tewari ve Juneja, 2008). Ayrıca tez sonuçları; Sreedevi ve ark. (2017) tarafından rapor edilen ve 300 MPa üzerindeki basınç seviyelerinin şeker kamışı suyunda toplam koliformun tamamıyla elimine edildiğini gösterdiği çalışmayla benzerlik göstermektedir.



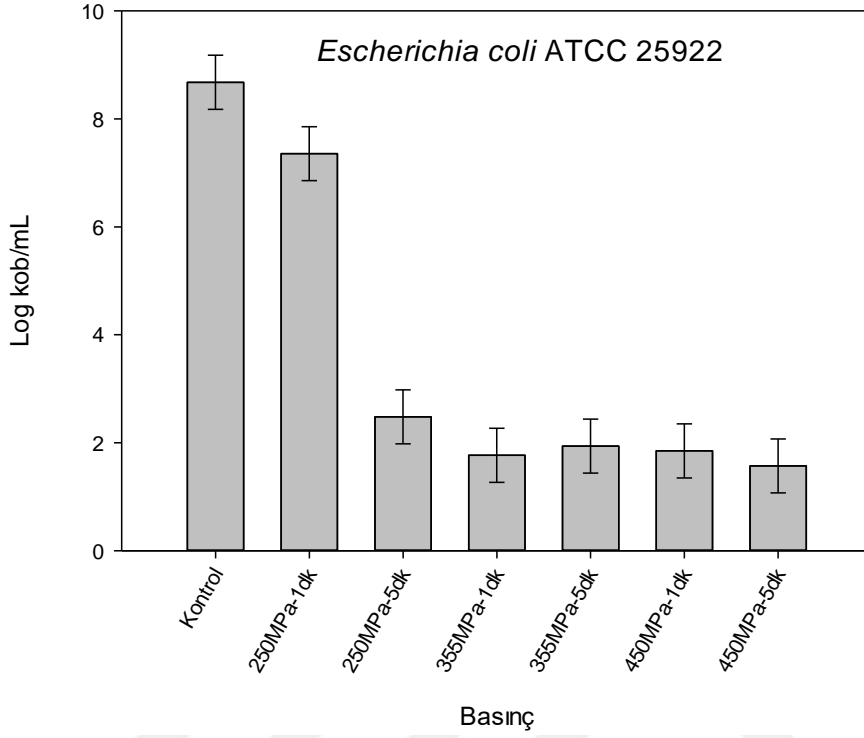
Şekil 4.8. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ’de toplam koliform sayıları

4.3.3. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Patojenler Üzerine Etkisi

Tüm patojen analizleri, yayma plak yöntemi esas alınarak, örneğin kendisinden 500 μ L ve 100 μ L, -1., -2. ve -3. dilüsyonlardan 100 μ L inokulum seçici besiyerlerine yayma yapılarak inkübasyona bırakılmıştır. Bu amaçla, *E. coli* ATCC 25922 analizinde EMB agar (Eosin Metilen Blue, Merck, Almanya) ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 analizinde XLD agar (Xylose-Lysine-Desoxycholate Agar, Merck, Almanya) besiyerleri kullanılmıştır.

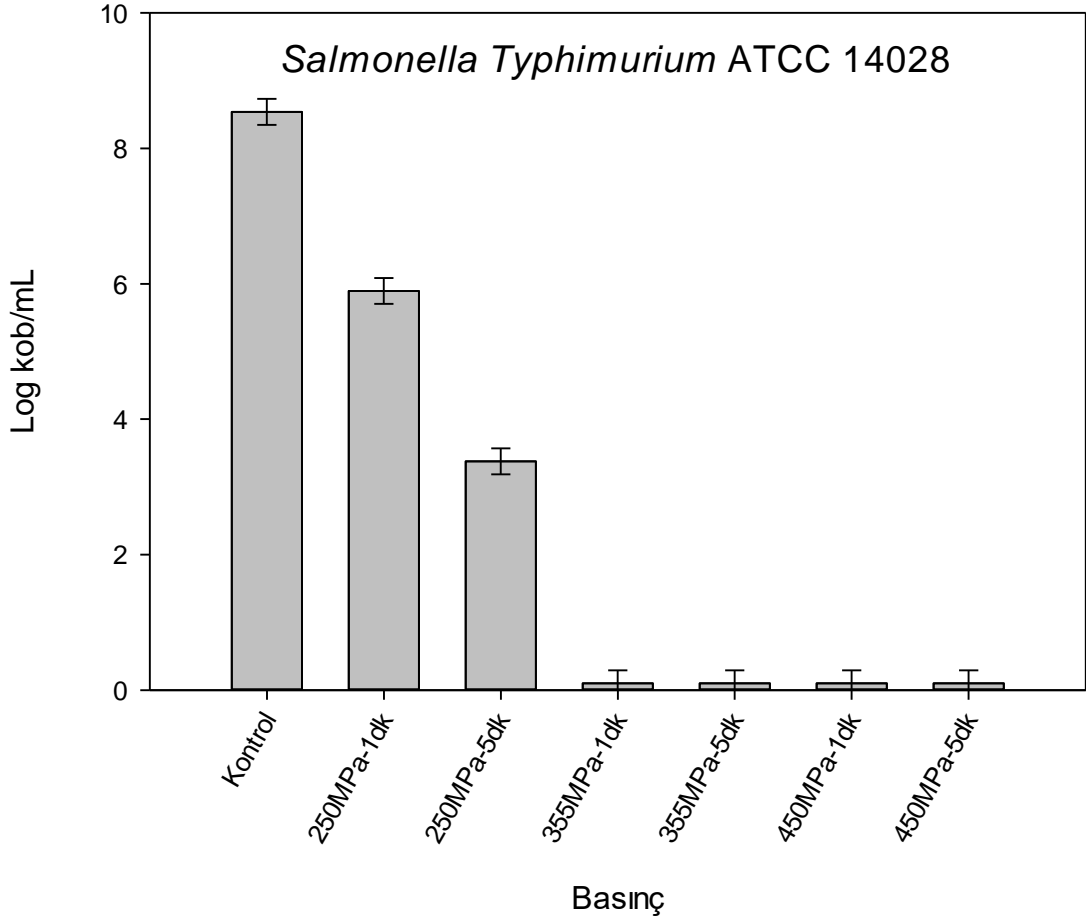
250, 355 ve 450 MPa, 1 ve 5’er dakika YB uygulaması sonrasında AMKŞ örneğinde inokülasyonu gerçekleştirilen *E. coli* ATCC 25922 sayısında meydana gelen değişimler Şekil 4.9’da verilmiştir. AMKŞ örneğinin başlangıç *E. coli* ATCC 25922 yükü, $8,68 \pm 0,14$ log kob/mL olup, 355 MPa üzerindeki basınçlar ve 250 MPa-5 dk uygulaması *E. coli* inaktivasyonu üzerinde daha etkiliyken, 250 MPa-1 dk uygulamasının etkisi ise sınırlı kalmıştır. 355 MPa ve 450 MPa basınç uygulamaları *E. coli* sayısını sırasıyla 6 ve 7 log azaltmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, Bayindirli ve ark. (2006) tarafından yayınlanan ve elma/kayısı suyunda 350 MPa-5 dk YB uygulamasının 7 log’luk azalma sağladığını

gösterdiği çalışmayla benzerdir. Çalışmada 250 MPa-1 dk uygulaması, sadece 1 log'luk azalma sağlamış olup, bu sonuç Duong ve ark. (2015) tarafından feijoa püresinde 200 MPa-2 dk uygulamasının 1 log inaktivasyon sağladığı çalışmayla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.9. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ'de *E. coli* ATCC 25922 sayıları

Başlangıç *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 yükü $8,53 \pm 0,14$ log kob/mL olarak belirlenen AMKŞ örneğinde, tamamen inaktivasyon 355 MPa üzerindeki basınç seviyelerinde elde edilmiştir (Şekil 4.10). Bu sonuçlar; Alpas ve Bozoglu (2000a) tarafından yayınlanan ve 300 MPa-5 dk uygulamasının *Salmonella* Typhimurium bakımından portakal suyunda 8 log'luk azalma sağladığını gösteren çalışmayla uyumludur. Çalışmada 250 MPa-5 dk uygulamasında 5 log'luk, 250 MPa-1 dk uygulamasında ise 3 log'luk azalma sağlanmıştır.



Şekil 4.10. Farklı yüksek basınç uygulamalarından sonra AMKŞ’de *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028 sayıları

4.3.4. Yüksek Basınç Teknolojisinin Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

4.3.4.1. Biyoaktif Bileşenler

Meyan kökü türlerinde 400’den daha fazla kimyasal bileşen saptanmış olup, bunlardan bazıları triterpenoid saponinler, kalkonlar, flavanonlar ve onların glikozitleridir (Ji ve ark., 2016). Kökler aynı zamanda önemli miktarda flavonoid ve fenolikte içermektedir. Meyan kökünde esas bileşenler ise glisirizin, isolikuiritin ve aglikonlardır (Cheel ve ark., 2010). Bu tez çalışmasında, toplam fenol ve flavonoid içeriğinin basınca bağlı olarak değişmediği belirlenmiştir ($P>0,05$; Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin fizikokimyasal özelliklerine etkisi

Basınç (MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	Toplam Fenolik Madde ($\mu\text{g GA/mL}$)	Toplam Flavonoid ($\mu\text{g QE/mL}$)	Glisirrizik Asit İçeriği (mg/L)	Antioksidan Kapasite (TEAC)($\mu\text{mol Troloks /mL}$)
0	1	308,28±42,71	6,56±4,29	174,57±38,17	3,49±1,10
0	5	308,28±42,71	6,56±4,29	174,57±38,17	3,49±1,10
250	1	312,83±39,28	7,13±3,76	221,80±68,18	3,47±0,88
250	5	309,39±41,88	7,28±3,29	216,21±57,49	3,45±0,97
355	1	313,17±57,78	7,36±3,51	214,55±73,92	3,44±1,15
355	5	312,28±50,97	7,00±3,06	216,00±85,56	3,62±1,31
450	1	320,67±35,12	7,21±4,18	270,12±89,32	3,55±1,88
450	5	308,28±29,35	7,74±3,00	220,91±84,18	3,38±1,31

Sonuçlar "Ortalama ±Standart hata" şeklinde verilmiştir.

Bununla birlikte, kontrol grubu ise yüksek basınç uygulanan örneklerle kıyaslandığında daha düşük flavonoid içeriğine sahiptir. Plaza ve ark. (2011) 400 MPa-1 dk YB uygulamasının portakal sularında toplam flavonon içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Çünkü yüksek basınç işlemi fenolik bileşenlerin ekstraksiyon oranını arttırmaktadır. Diğer yandan, yüksek basınç işlemi AMKŞ örneklerinin de antioksidan kapasitesini etkilememiştir ($P>0,05$). Bu sonuç ise Del Pozo-Insfran ve ark. (2007) ve Dede ve ark. (2007) tarafından sırasıyla üzüm suyu ve havuç suyunda yapılan, 400 MPa-15 dk ve 250 MPa-15 dk işlemlerinin antioksidan aktiviteyi azalttığını gösteren çalışmalarla farklılık göstermektedir. Bu tutarsızlık, işlem parametreleri veya ürünlerin kimyasal kompozisyonlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Diğer önemli bir sonuç ise yüksek basınç uygulanmış örnekler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında glisirrizik asit bakımından herhangi bir farklılığa sahip değildir. Bu sonuç, meyan kökü şerbetindeki saponin gibi küçük moleküllü maddelerin yüksek basınçtan etkilenmemesinden kaynaklanabilmektedir.

4.3.4.2. Suda Çözünür Kuru Madde ve pH

Suda çözünür kuru madde ve asitlik gıda kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici tercihinde önemli rol oynamaktadır (Aday ve ark., 2013). Çizelge 4.16'da görüldüğü üzere, pH ve SÇKM içeriği yüksek basınç uygulamalarından etkilenmemektedir ($P>0,05$).

Çizelge 4.16. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin pH ve SÇKM üzerine etkisi

Basınç(MPa)	Uygulama Zamanı (Dk)	pH	SÇKM
0	1	4,21±0,09	0,50±0,00
0	5	4,21±0,09	0,50±0,00
250	1	4,21±0,09	0,53±0,06
250	5	4,23±0,11	0,53±0,06
355	1	4,24±0,13	0,50±0,00
355	5	4,23±0,12	0,53±0,06
450	1	4,29±0,06	0,55±0,07
450	5	4,22±0,11	0,53±0,06

Sonuçlar “Ortalama ±Standart hata” şeklinde verilmiştir.

Bulduğumuz sonuçlar; Varela-Santos ve ark. (2012) ve Barba ve ark. (2013) tarafından sırasıyla nar suyu (350-550 MPa ve 30-150 s) ve yaban mersini suyunda (200-600 MPa ve 5-15 dk) asitlik ve SÇKM'nin yüksek basınçtan etkilenmediğini gösteren çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.3.4.3. Renk

Yüksek basınç uygulanmış ve kontrol grubuna ait örneklerin L^* , a^* ve b^* parametrelerine ait sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, L^* parametresi değerlendirildiğinde, basınç seviyeleri ve uygulama zamanı arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 4.17. Farklı yüksek basınç koşullarının AMKŞ'nin renk parametreleri üzerine etkisi

Basınç Seviyeleri (MPa) / L^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	72,30+4,42Aa	78,99+2,52Ba	77,65+3,69ABa	72,39+2,74ABa
5	72,30+4,42Aa	77,76+3,76ABa	77,96+5,19ABa	82,04+5,35Bb
Basınç Seviyeleri (MPa) / a^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	-0,76+1,66Aba	-2,79+0,99Aa	-2,57+1,12Aba	-0,14+1,05Ba
5	-0,76+1,66Aa	-2,30+1,39ABa	-1,99+1,30ABa	-3,08+1,16Bb
Basınç Seviyeleri (MPa) / b^* değeri				
Uygulama Zamanı (Dk)	0	250	355	450
1	37,46+2,77Aa	32,26+3,06Aa	31,70+2,72Aa	38,93+1,77Aa
5	37,46+2,77Aa	33,97+3,70ABa	28,37+11,85ABa	27,98+8,38Ba

Sonuçlar "Ortalama \pm Standart hata" şeklinde verilmiştir.

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$)

250 MPa-1 dk uygulanan örneklerin L^* değeri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır fakat yüksek basınç uygulanan örneklerin kendi aralarındaki fark önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$). Sadece 450 MPa uygulanan örneklerdeki uygulama zamanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$). Bulduğumuz sonuçlar, Keenan ve ark. (2012)'nin rapor ettiği gibi meyveli smoothie örneklerine uygulanan 450 MPa-5 dk yüksek basıncın L^* değerinin 450 MPa-1 dk uygulanan örneklere göre daha düşük çıktığı çalışmayla tutarsızlık göstermektedir. Bunun sebebi, meyveli smoothielerin farklı meyvelerden (çilek, elma, muz ve portakal) oluşması ve pH değerinin (3,78) ise meyan kökü şerbetine göre daha yüksek asitliliğe sahip olmasından kaynaklanabilir.

İstatistiksel analizler a^* değerleri için yapıldığında, basınç seviyeleri ve uygulama zamanı arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). 450 MPa-5 dk basınç uygulanan örneklerin a^* değeri kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni ise, basıncın artırılması ve uygulama süresinin uzatılmasının antosiyanin bileşiklerinde parçalanmaya neden olmasıdır (Su ve ark., 2016).

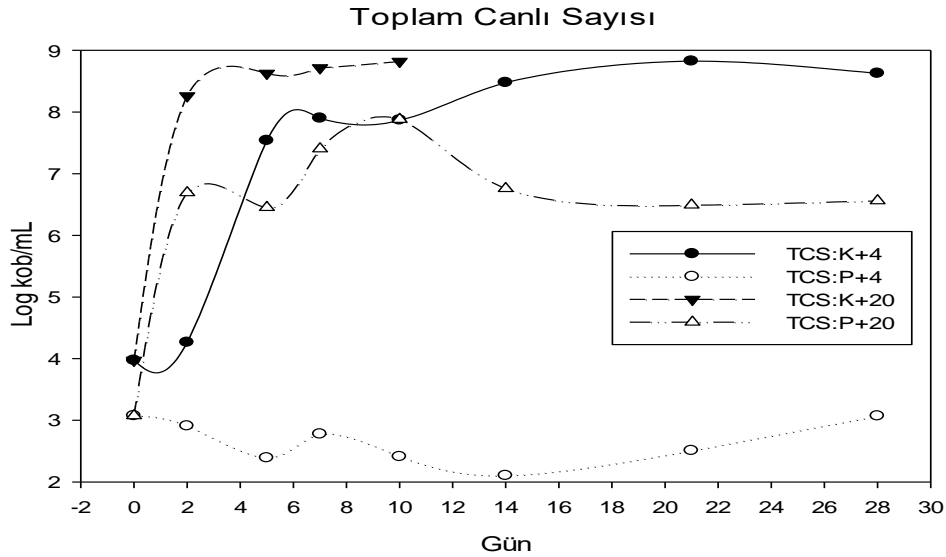
Şerbete sarı rengini veren flavonoidler için de basınç seviyeleri ve uygulama zamanları arasındaki interaksiyon önemlidir ($P < 0,05$). Fakat tek başına uygulama süresinin etkisi b^* değerleri üzerine etkisizdir ($P > 0,05$).

4.4. Yüksek Basınç Uygulanmış Meyan Kökü Şerbetinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması

450 MPa'da 10°C sıcaklıkta 5 dk YB uygulanmış MKŞ ve kontrol grubu örnekleri, 4°C ve 20°C olmak üzere iki farklı sıcaklık derecesinde, dört hafta süre ile depolanmıştır. Depolama süresince: (1) Kontrol grubu ve YB uygulanmış MKŞ örneklerinin mikrobiyolojik stabilitesi (toplam canlı sayısı, maya&küf ve toplam koliform sayılarındaki değişim) ile (2) Fizikokimyasal özelliklerindeki (glisirizik asit, toplam fenol ve toplam flavonoid içerikleri, antioksidan kapasite, renk değerleri, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve pH) değişimler incelenmiştir. Kontrol grubu MKŞ örneklerinde depolamanın ikinci haftasından itibaren meydana gelen yoğun mikrobiyolojik üreme ve buna bağlı olarak üründe görülen bulanıklıklar ve kötü koku oluşumu nedeniyle ürün bozulmuş olup, depolamanın diğer safhalarında aynı grup ürünlerde ölçüm yapılamamıştır.

4.4.1. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbetinde Mikrobiyal Kalite Üzerine Etkisi

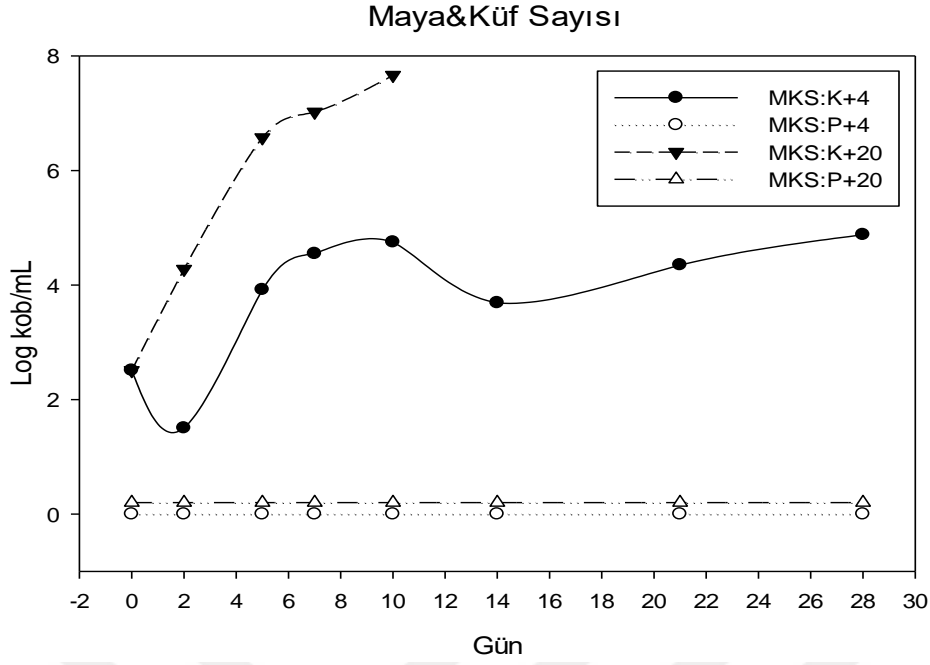
4°C ve 20°C sıcaklıklarda dört hafta süre ile depolanan kontrol (K) grubu ve basınçlanmış (P) meyan kökü şerbeti (MKŞ) örneklerinin toplam canlı (TC), maya&küf ve toplam koliform (TK) sayılarındaki değişimler logaritmik olarak sırasıyla Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'de görülmektedir. Depolama süresince mikrobiyal değişimin daha sağlıklı izlenebilmesi açısından örnekleme, 0. (başlangıç değeri), 2., 5., 7., 10., 14., 21, 28. günlerde olmak üzere iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.11 incelendiğinde, kontrol grubu MKŞ örneklerinin $3,97 \pm 0,35$ log kob/mL olan başlangıç TC yüklerinin, 20°C'de depolama ile ikinci günde ve 4°C'de depolama ile beşinci günde 8 log düzeyine ulaştığı görülmektedir. Buna karşın, 4°C'de depolanan basınçlanmış MKŞ örneklerinin dört hafta sonunda da TC bakımından başlangıç yükü ($3,07 \pm 0,35$ log kob/mL) ile depolama sonundaki yükü ($3,07 \pm 0,35$ log kob/mL) arasında istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Diğer yandan, basınçlanmış MKŞ örneklerinin TC sayısı, 20°C'de depolanmaları sonucunda ilk bir hafta içerisinde yaklaşık 7 log düzeyine ulaşmıştır.



K+4: 4°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği

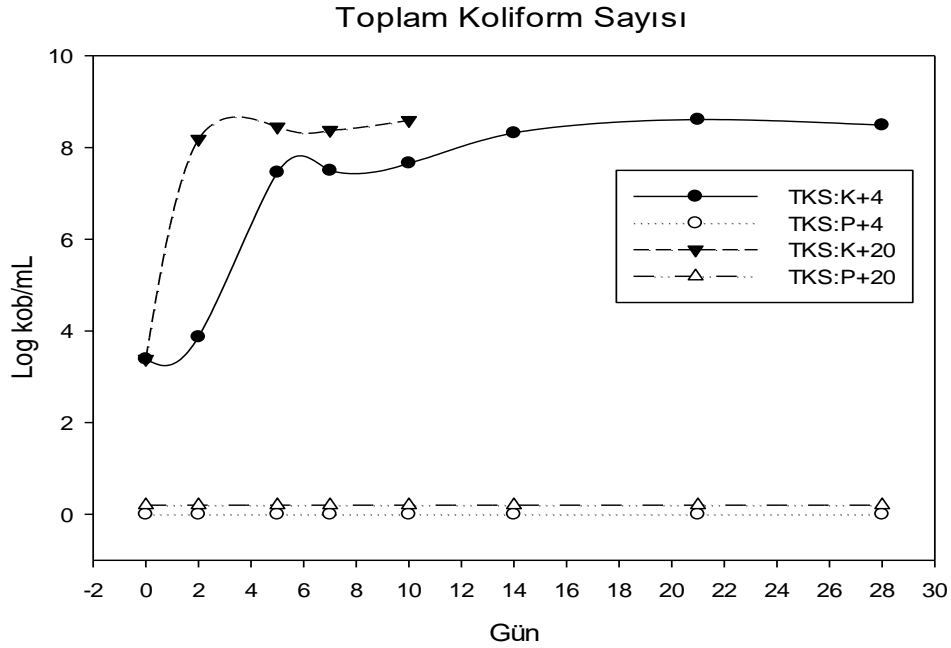
Şekil 4.11. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam canlı sayılarındaki değişim

Örnekler, toplam maya&küf ve koliform sayıları bakımından değerlendirildiğinde basınçlanmış örneklerde, 0. dilüsyondan yani örneğin kendisinden yapılan ekimler sonucunda petrilere herhangi bir üreme gözlenmezken (<1 log kob/mL), dört hafta depolama sonunda da herhangi bir gelişim gerçekleşmemiştir (Şekil 4.12 ve 4.13). Buna karşın kontrol grubu MKŞ örneklerinde ise, başlangıç yükü $2,5 \pm 0,51$ log kob/mL olan maya&küf sayısı, 20°C'de depolamada 4°C'ye göre hızla artmıştır (Şekil 4.12). Benzer şekilde, kontrol grubu MKŞ örneklerinin toplam koliform yükleri de depolamanın ilk haftasında hızla artış göstermiş ve yaklaşık 8 log düzeyine ulaşarak ürünü bozmuştur (Şekil 4.13). Buradan, MKŞ örneklerinde ürünün mikrobiyal bozulmasına sebebiyet verecek kadar anlamlı düzeyde bulunan maya&küf ve toplam koliform grubu bakterilerin, YB uygulaması ile geri dönüşümsüz olarak hasarlanarak inaktivasyona uğradığı sonucu ortaya çıkmaktadır.



K+4: 4°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği

Şekil 4.12. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin maya&küf sayılarındaki değişim



K+4: 4°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol MKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan MKŞ örneği

Şekil 4.13. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam koliform sayılarındaki değişim

Elde edilen bu veriler ışığında, 10°C’de 450 MPa’da 5 dk basınçlanan MKŞ örneklerinin, 4°C’de dört hafta depolama sonucunda başlangıç mikrobiyal stabilitesini koruduğu görülmektedir. Aynı zamanda bu sonuçlar da, 450 MPa’da 5 dk basınçlama ile MKŞ ürününde aerobik sporlu bakterilerin kaldığını ancak bu bakterilerin buzdolabı koşullarında çimlenemediklerini göstermektedir.

4.4.2. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Çalışmanın bu aşamasında, kontrol grubu ve YB uygulanmış MKŞ örneklerinin fizikokimyasal parametrelerinde (pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), renk (L^* , a^* ve b^*), toplam fenol, toplam flavonoid, glisirrizik asit ve antioksidan kapasite (TEAC)) depolama süresince meydana gelen değişimler ortaya konmuştur.

4.4.2.1. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi

Fenolikler, meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tadını ve renklerini veren bileşiklerdir. Bazı fenolik bileşikler ise acı tadın oluşmasında da rol almaktadırlar. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar. Ayrıca, bitkilerde bol miktarda bulunan fenolik bileşiklerin içeriği, antioksidan kapasitenin oluşumunda en önemli katkıyı yapan bileşenlerdendir. Flavonoidler, bitkilerin büyük bir çoğunluğunda bulunan polifenolik bileşenlerdir. Kimyasal yapılarına göre 4000’den fazla flavonoid tanımlanmıştır. Bunlar, flavonoller, flavononlar, flavonlar, izoflavonlar, kateşinler, antosiyaninler ve proantosiyaninler olarak sınıflandırılabilir. Flavonoidler, serbest radikal süpürme ve antioksidan özellikleri sayesinde kanser ve yaşlanmayı önlemede oldukça kullanışlı farmakolojik özelliklere sahiptirler (Sharma, 2006).

Antioksidan bileşikler, radikal zincir reaksiyonlarının gerçekleşmesine engel olarak serbest radikallerin oluşmasını engellemekte ve böylelikle raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır. Triterpenoid, fenolik ve flavonoid bileşenler meyan kökünün antioksidan aktivitesine katkıda bulunan bileşiklerdir. Glabridin ve hispoglabridin A ve B ise meyan kökünde antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Chin ve ark., 2007; Zhang ve Ye, 2009; Meena

ve ark., 2010). *Glycyrrhiza glabra* kuersetin içermemekte olup, likuiritin ve glisirrizik asit bu bileşenden daha düşük radikal süpürücü aktiviteye sahip olduğundan diğer *Glycyrrhiza* türlerine göre daha düşük antioksidan aktivite göstermektedir (Liao ve ark., 2012)

Dört hafta boyunca depolanan Kontrol Meyan Kökü Şerbeti (MKŞ:K) ve Basınçlanmış Meyan Kökü Şerbeti (MKŞ:P) örneklerinde, farklı depolama sıcaklıklarının ve sürelerinin toplam fenol ve toplam flavonoid üzerine etkisi üçlü interaksiyon kapsamında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18; P>0,05). Ürünlerin antioksidan kapasite üzerine etkisi incelendiğinde, depolama süresince 4°C’de depolanan MKŞ:K ve MKŞ:P örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P>0,05). 20°C’de depolanan MKŞ:P örneklerinde ise depolama süresince fark oluşmakta ve ürünün bozulmasına paralel olarak ikinci haftadan sonra artış gözlenmektedir.

Çizelge 4.18. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite (TEAC) değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün Sıcaklık (°C) Depolama Süresi	Toplam Fenol Miktarı (µg GA/mL)			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
0 Hafta	444,75±16,61AaI	444,75±16,61AaI	453,25±25,10AaI	453,25±25,10AaI
1 Hafta	504,25±80,25AaI	480,50±13,43AaI	456,25±25,80AaI	430,50±48,08AaI
2 Hafta	557,00±50,20Aa	-	443,50±21,21AaI	596,25±72,47aI
3 Hafta	523,75±19,44Aa	-	448,00±16,97AaI	561,50±114,55aI
4 Hafta	514,90±18,95Aa	-	451,00±13,43AaI	580,75±48,43aI
Ürün Sıcaklık (°C) Depolama Süresi	Toplam Flavonoid Miktarı (µg QE/mL)			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
0 Hafta	26,96±0,73AaI	26,96±0,73AaI	28,7±1,79AaI	28,7±1,79AaI
1 Hafta	29,33±2,49AaI	25,36±2,75AaI	26,17±3,45AaI	27,59±5,75AaI
2 Hafta	30,26±9,6Aa	-	30,43±1,73AaI	22,61±0,89aI
3 Hafta	34,68±3,67Aa	-	22,14±5,03AaI	26,80±2,75aI
4 Hafta	28,58±2,91Aa	-	26,85±1,89AaI	18,55±2,99aI
Ürün Sıcaklık (°C) Depolama Süresi	Antioksidan Kapasite (µmol Troloks /mL)			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
0 Hafta	3,64±0,09AaI	3,64±0,09AaI	3,93±0,04AaI	3,93±0,04AaI
1 Hafta	3,58±0,27AaI	3,71±0,27AaI	3,74±0,23AaI	3,57±0,01AaI
2 Hafta	3,84±0,18Aa	-	3,52±0,01AaI	4,62±0,46abI
3 Hafta	3,48±0,13Aa	-	2,84±0,15AaI	4,57±0,65abI
4 Hafta	3,25±0,09Aa	-	3,33±0,16AaI	5,72±0,36bII

Sonuçlar “Ortalama ±Standart sapma” şeklinde verilmiştir.

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Flavonoid bileşenlerinden olan antosiyanin miktarı üzerine yüksek basınçla ilgili olan çalışmalar, yüksek basınç uygulamasında işlem süresinin ve sıcaklığının artırılmasının, antosiyaninlerin parçalanmasına sebep olduğunu göstermektedir. Çilek suyunda ve frambuazlarda 200-800 MPa ve 15 dk uygulamanın, antosiyanin miktarını değiştirmedığı (Zabetakis ve ark., 2000; Suthanthangjai ve ark., 2005), frambuaz ve böğürtlen pürelinde de 400-600 MPa ve 15 dk uygulamanın antosiyaninler üzerinde etkisiz olduğu belirlenmiştir (Patras ve ark., 2009). Yukarıdaki çalışmalar ışığında, bulduğumuz veriler literatürle uyum göstermektedir.

MKŞ:P ve MKŞ:K örneklerin glisirrizik asit değerlerindeki değişimler Çizelge 4.19'de gösterilmiştir. 4°C'de depolanan MKŞ:P örneklerinde, depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemsizken ($P>0,05$), 20°C'de depolanan ürünlerde ise fark ikinci haftadan itibaren önemlidir ($P<0,05$). Kontrol örneklerinin buzdolabı sıcaklığında depolanması süresince glisirrizik asit içerikleri depolamanın sonlarına doğru değişmezken, oda sıcaklığında depolanması durumunda meydana gelen azalmanın nedeni, MKŞ örneklerinin mikrobiyal yüklerindeki artıştan dolayı oluşan asidik ortamda hidrolize olmasından kaynaklanabilmektedir. Nitekim, saponinlerin kompleks kimyasal yapısı depolama ve işleme sırasında değişebilmektedir. Saponinlerin glikozidik bağları (şeker ile aglikon arasındaki) ve interglikozidik bağları (şekerler arası) mikrobiyal veya enzimatik aktivitelerden dolayı asit/alkali varlığında hidrolize olabilmektedir (Güçlü-Üstündağ ve Mazza, 2007).

Çizelge 4.19. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin glisirrizik asit değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	Glisirrizik Asit (mg/L)			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	1263,69±66,66AaI	1263,69±66,66AaI	1268,46±112,99AaI	1268,46±112,99AaI
1 Hafta	1249,17±92,90AaI	1060,23±81,41AaI	1276,70±111,87AaI	1255,61±134,78AaI
2 Hafta	1250,33±84,14Aa	-	1259,51±108,37AaI	856,93±277,87bI
3 Hafta	1226,97±123,20Aa	-	1269,26±83,23AaI	1225,76±49,48aI
4 Hafta	1240,21±147,05Aa	-	1243,46±73,21AaI	722,26±32,63cII

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir.

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan a, b, c harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

4.4.2.2. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti Renk Parametreleri Üzerine Etkisi

Bir gıda maddesinin kabul edilebilirliği açısından renk önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Renk bir ürünün beğenisini artırırken, aynı zamanda ürünün raf ömrü hakkında da bizi bilgilendirmektedir. Çoğu gıda ürününde meydana gelen mikrobiyolojik ve/veya kimyasal bozulmalar, gıdalarda istenilmeyen renk değişimlerine ve bulanıklıklara neden olmaktadır. Bugün en yaygın kullanılan renk parametreleri CIELAB sistemindeki L^* , a^* ve b^* değerleridir. Burada L^* değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) aralığında olup, a^* değeri kırmızı-yeşil ve b^* değeri ise sarı-mavi skalayı göstermektedir. Diğer yandan, meyan kökünde bulunan flavonoidler ve isoflavonoidler, meyan köküne sarı rengi vermektedir. Bunlar: likuiritin (temel flavonoid), isolikuiritin, likuiritigenin, ramnolikuiritin, neolikuiritin, likoflavonol, likoisoflavonlar A ve B, likoisoflavon, formononetin, glabrol, glabron, glisarin, glabridin, glabrene, 3- hidroksiglabrol, 4'-O-metilglabridin A ve hispaglabridin B'dir (Akan ve Balos, 2008). Meyve ve sebze de bulunan birçok renk bileşeni oda sıcaklıklarında ve düşük basınç uygulamalarında stabil kalabilmektedir (Balasubramaniam ve ark., 2016).

MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin parlaklık değerlerini belirten L^* değerlerinin değerlendirilmesi için üçlü interaksiyon tablosuna bakıldığında (Çizelge 4.20), her bir depolama süresi ve farklı depolama sıcaklığında uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0,05$). Sadece depolamanın başlangıcında MKŞ:K örneklerinde, farklı depolama sıcaklıklarından kaynaklanan değişimler önemli olup, diğer depolama sürelerinde ve uygulama gruplarında ise depolama sıcaklığı, L^* değerini etkileyen önemli bir faktör olarak gözlenmemiştir. Depolama süresince, aynı sıcaklıkta depolanan MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin L^* değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Bu farkın nedeninin de ürünün mikrobiyolojik bozulması sonucu bulanıklıkların oluşması ve ürünün parlaklığını kaybetmesinden olduğu düşünülmektedir.

Kırmızılık değerini gösteren a^* değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.20), birinci hafta 20°C'de depolanan MKŞ:K ve MKŞ:P ürünleri arasındaki fark önemli iken ($P<0,05$), 4°C'de depolanan ürünler arasındaki fark ise önemsizdir ($P>0,05$). Üçüncü hafta ve dördüncü haftada ise 4°C'de depolanan kontrol ve basınçlanmış ürünler de birbirinden farklı bulunmuştur. MKŞ:K örneklerinde birinci haftada farklı depolama sıcaklıklarından kaynaklanan fark önemli olup, MKŞ:P ürünlerinde ise ikinci ve üçüncü haftada farklı depolama sıcaklıkları arasındaki farkın önemli olduğu gözlenmiştir ($P<0,05$). MKŞ:P

örneklerde depolama süresince değişim istatistiksel olarak önemsiz olup ($P>0,05$), 20°C 'de depolanan MKŞ:K örneklerinde ise fark önemlidir ($P<0,05$).

MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin sarılık değerlerini belirten b^* değerlerine ilişkin veriler Çizelge 4.20'de görülmektedir. Buradan, her bir depolama süresi ve farklı depolama sıcaklıklarında uygulamaların b^* değeri üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir ($P>0,05$). Sadece MKŞ:P örneklerinde, depolamanın üçüncü haftasında depolama sıcaklığından kaynaklanan değişim önemli olup, diğer depolama sürelerinde önemsizdir. Depolama süresi ilerledikçe, hem MKŞ:K ve hem de MKŞ:P basınçlanmış örneklerde b^* değeri değişmektedir.

Çizelge 4.20. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin renk parametrelerinde meydana gelen değişimler

Ürün	L^* Değeri			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$
Depolama Süresi				
0 Hafta	45,77±2,57AaI	37,22±1,32AaII	38,39±1,75AaBI	40,62±2,57AaI
1 Hafta	39,47±2,57AaBI	42,47±9,05AaI	42,24±3,22AaI	39,64±4,22AaI
2 Hafta	33,10±3,76Acd	-	35,45±1,88AbI	32,32±1,38bI
3 Hafta	31,02±0,87 Ad	-	34,13±2,21AbI	32,10±3,95bI
4 Hafta	37,95±3,31Abc	-	35,50±2,26AbI	33,41±1,63bI
Ürün	a^* Değeri			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$
Depolama Süresi				
0 Hafta	12,10±0,92AaI	14,71±0,30AaI	14,37±0,34AaI	13,85±0,59AaI
1 Hafta	12,29±0,61AaI	9,07±2,52AbII	13,18±0,97AaI	13,02±0,80BaI
2 Hafta	12,50±0,18 Aa	-	14,97±0,21AaI	12,19±0,09aII
3 Hafta	12,26±0,45Aa	-	15,35±0,30BaI	11,49±5,03aII
4 Hafta	11,55±0,48Aa	-	15,40±0,25BaI	12,82±0,17aI
Ürün	b^* Değeri			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$
Depolama Süresi				
0 Hafta	38,53±2,29AaI	29,08±1,73AaI	30,55±2,32AaBI	33,40±3,11AaI
1 Hafta	30,37±3,84AaI	29,10±7,36AaI	34,31±3,58AaI	30,77±5,08AaI
2 Hafta	22,22±5,58Ade	-	26,47±2,61AbI	20,73±1,98bcI
3 Hafta	18,99±1,42Ae	-	24,76±3,14AbI	14,50±8,09bII
4 Hafta	28,16±4,21Abcd	-	26,65±3,18AbI	22,22±2,19cI

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir.

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan a, b, c, d harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

4.4.2.3. Depolama Sıcaklığının Meyan Kökü Şerbeti pH ve Suda Çözünür Kuru Madde Üzerine Etkisi

MKŞ:P ve MKŞ:K örneklerine ilişkin pH değişimleri Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. 4°C sıcaklıkta depolanan MKŞ:K ile MKŞ:P örnekleri arasında tüm depolama süreci boyunca fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0,05$). Kontrol grubuna ait 4°C’de depolanan örneklerde, depolama süresince pH’nın değiştiği ancak birinci ile üçüncü hafta arasında herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Basınçlanmış ve 4°C’de depolanan örneklerde ise depolama süresince pH değişmezken, 20°C’de depolanan örneklerde sıfırinci ve birinci haftalarda değişim gözlenmiş, ikinci haftadan itibaren ise örneklerde fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). MKŞ:K grubunda pH değişimlerinde elde edilen sonuç, Baran ve Fenercioğlu, (1991) tarafından yapılan çalışma ile benzer özellik göstermektedir. 20°C’de ürünlerde oluşan bu farkın nedeninin, örneklerde özellikle ikinci haftadan itibaren ileri gelen mikrobiyolojik bozulma nedeniyle meydana gelen asit oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı sıcaklıkta depolamanın ürünün pH değişimine etkisine bakıldığında ise, MKŞ:K örneklerinde sıfırinci ve birinci haftada 4°C ve 20°C’de depolama arasında fark gözlenmezken, ikinci haftadan itibaren 20°C’de depolanan örnekler değerlendirmeye alınamadığından karşılaştırma yapılamamaktadır. Ancak MKŞ:P örneklerinde ise sıfırinci, birinci ve üçüncü haftalarda depolama sıcaklıkları arasında fark gözlenmezken, ikinci ve dördüncü haftalarda örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

MKŞ:P ve MKŞ:K gruplarına ilişkin suda çözünür kuru madde miktarındaki (SÇKM) değişimler Çizelge 4.22’de gösterilmiştir. Buradan, 4°C sıcaklıkta sıfırinci ve birinci haftada depolanan MKŞ:K ile MKŞ:P arasında fark istatistiksel olarak önemsizken ($P>0,05$), ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalarda ise uygulamalar arasında fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol grubunda suda çözünür kuru madde miktarında elde edilen sonuç, Baran ve Fenercioğlu (1991) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. 20°C’de depolanan örneklerde ise sıfırinci haftada uygulamalar arasında fark önemsizken ($P>0,05$), ikinci haftadan itibaren ürünün mikrobiyolojik bozulmasından dolayı fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 4°C ve 20°C’de depolanan MKŞ:P örneklerinde, depolama süresince SÇKM değeri stabil kalmıştır ($P>0,05$). Basınçlanmış örneklerde ayrıca depolama süresince farklı sıcaklıklarda depolama da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Çizelge 4.21. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	pH			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
Sıcaklık (°C)				
Depolama Süresi				
0 Hafta	6,09±0,13AaI	6,09±0,13AaI	6,00±0,07AaI	6,00±0,07AaI
1 Hafta	5,41±0,27AbI	5,66±0,17AaI	5,86±0,01AaI	5,71±0,18AaI
2 Hafta	5,49±0,07Ab	-	5,91±0,03AaI	4,95±0,11bII
3 Hafta	5,54±0,24Ab	-	5,90±0,02AaI	5,62±0,32aI
4 Hafta	5,87±0,69Aab	-	5,87±0,02AaI	4,89±0,01bII

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir.

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelge 4.22. Depolama süresince MKŞ:K ve MKŞ:P örneklerinin SÇKM değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	Suda Çözünür Kuru madde (SÇKM, °bx)			
	MKŞ:K		MKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
Sıcaklık (°C)				
Depolama Süresi				
0 Hafta	0,65±0,05AaI	0,65±0,05AaI	0,65±0,05AaI	0,65±0,05AaI
1 Hafta	0,65±0,05AaI	0,45±0,05AbII	0,75±0,05AaI	0,65±0,05BaI
2 Hafta	0,55±0,05Aab	-	0,65±0,05AaI	0,55±0,05aI
3 Hafta	0,50±0,11Aab	-	0,65±0,05AaI	0,60±0,11aI
4 Hafta	0,40±0,00 Ab	-	0,65±0,05BaI	0,50±0,00aI

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir.

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

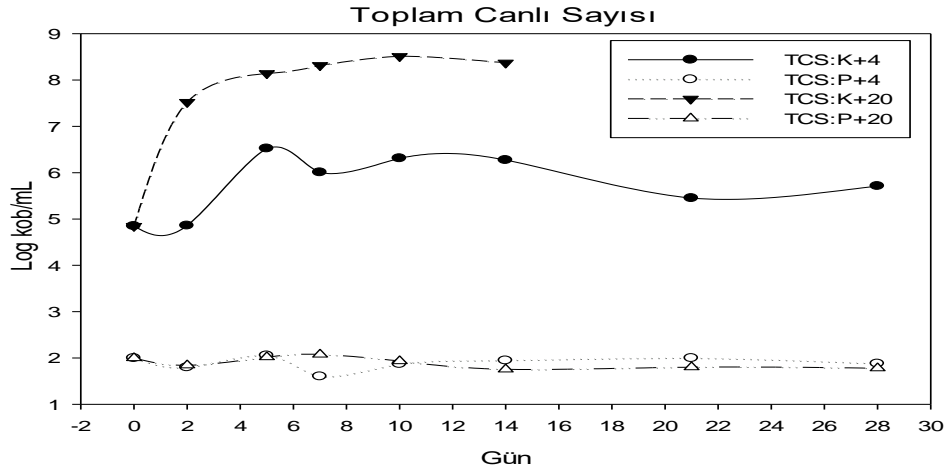
4.5. Yüksek Basınç Uygulanmış Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinin Farklı Sıcaklıklarda Depolanması

450 MPa'da 10°C sıcaklıkta 5 dk YB uygulanmış AMKŞ:P ve AMKŞ:K örnekleri, 4°C ve 20°C olmak üzere ik farklı sıcaklık derecesinde dört hafta süre ile depolanmıştır. Depolama süresince: (1) Kontrol grubu ve YB uygulanmış AMKŞ örneklerinin mikrobiyolojik stabilitesi (toplam canlı sayısı, maya&küf ve toplam koliform sayılarındaki

değişim) ile (2) Fizikokimyasal özelliklerindeki (glisirrizik asit, toplam fenol ve toplam flavonoid içerikleri, antioksidan kapasite, renk değerleri, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve pH) değişimler incelenmiştir.

4.5.1. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbetinde Mikrobiyal Kalite Üzerine Etkisi

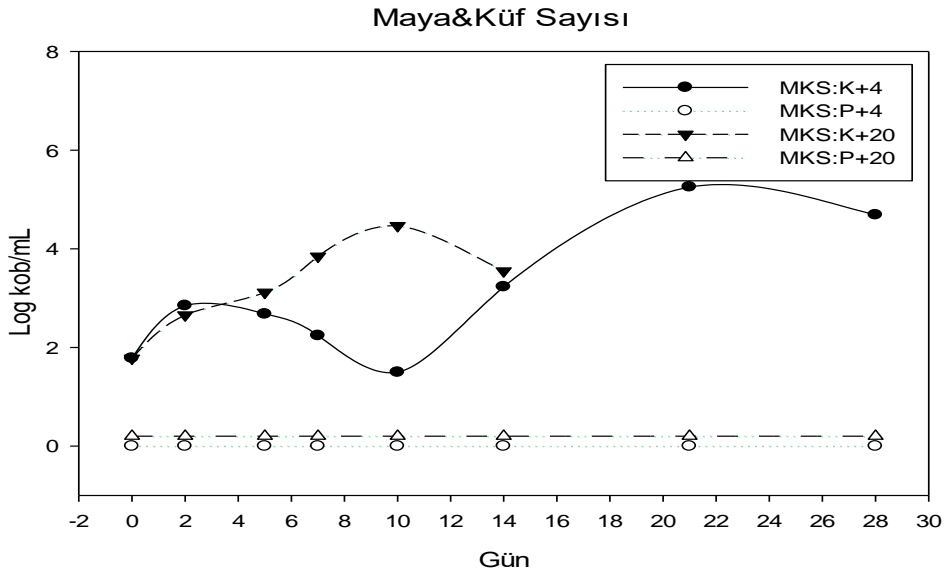
4°C ve 20°C sıcaklıklarda dört hafta süre ile AMKŞ:K ve AMKŞ:P grubu örneklerinin toplam canlı, maya&küf ve toplam koliform sayısındaki değişimler logaritmik olarak sırasıyla Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16'de görülmektedir. Şekil 4.14 incelendiğinde, AMKŞ:K örneklerinden farklı olarak, AMKŞ:P örneklerinin toplam canlı yükünde, hem 4°C ve hem de 20°C sıcaklıklarda dört hafta depolama sonucunda başlangıç yüküne göre önemli bir değişimin olmadığı görülmektedir ($P>0,05$). Burada, basınç uygulaması sonrası üründe kalan bakteriyel yük, asitlendirmenin etkisi ile oda sıcaklığında bile gelişim gösterememiştir. Kontrol grubu örneklerde ise 6 log üzerinde bir gelişim söz konusudur.



K+4: 4°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği

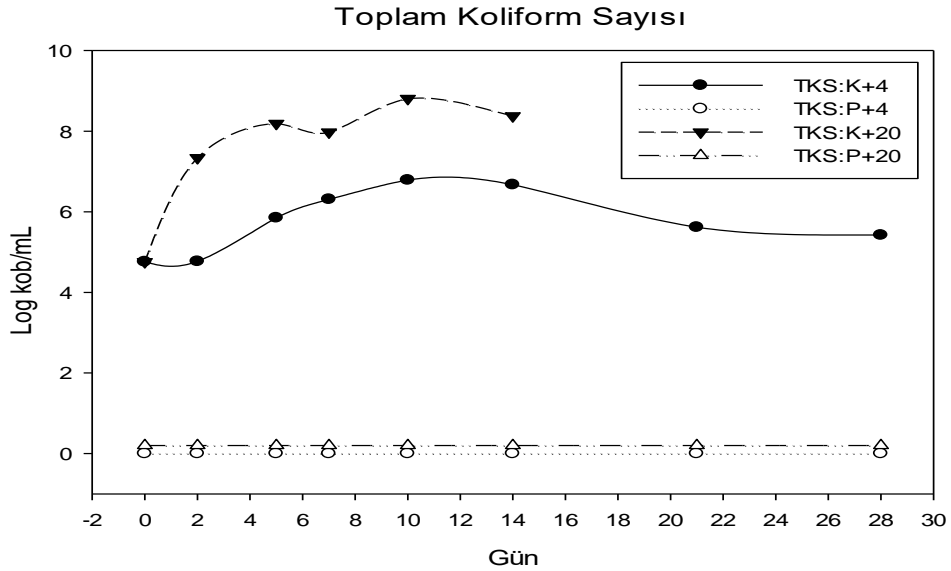
Şekil 4.14. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam canlı sayılarındaki değişim

Yine AMKŞ:K ile benzer şekilde, AMKŞ:P örneklerinin de, başlangıç toplam koliform ve maya&küf yüklerinde (<1 log kob/mL), hem 4°C ve hem de 20°C sıcaklıklarda dört hafta depolama sonunda herhangi bir değişim gerçekleşmemiştir (Şekil 4.15 ve 4.16).



K+4: 4°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği

Şekil 4.15. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin maya&küf sayılarındaki değişim



K+4: 4°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+4:** 4°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği, **K+20:** 20°C'de depolanan kontrol AMKŞ örneği, **P+20:** 20°C'de depolanan basınçlanan AMKŞ örneği

Şekil 4.16. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam koliform sayılarındaki değişim

4.5.2. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Çalışmanın bu aşamasında da, AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin fizikokimyasal parametrelerinde (pH, suda çözünür kuru madde (SÇKM), renk (L^* , a^* ve b^*), toplam fenol, toplam flavonoid, grisirizik asit ve antioksidan kapasite (TEAC)) depolama süresince meydana gelen değişimler ortaya konmuştur.

4.5.2.1. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi

Depolama süresince, asitlendirilmiş ürünlerde; basınçlamanın, depolama süresinin ve depolama sıcaklığının toplam fenol miktarı üzerine etkisi, üçlü interaksiyon kapsamında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Çizelge 4.23).

Toplam flavonoid bakımından, sadece birinci haftada 20°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Aynı şekilde sadece AMKŞ:K örneklerinde birinci hafta sonunda 4°C ve 20°C’de depolanan ürünler arasında da fark tespit edilmiştir. Depolama süresi arttıkça 4°C ve 20°C’de depolanan AMKŞ:P örneklerdeki toplam flavonoid miktarındaki değişim istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$). 4°C’de depolanmış AMKŞ:K örneklerinde depolama süresinin etkisi önemsizken, 20°C’de depolanan AMKŞ:K örneklerinde ise depolamanın etkisi önemlidir ($P<0,05$).

Depolama süresince, asitlendirilmiş ürünlerde; basınçlamanın, depolama süresinin ve depolama sıcaklığının antioksidan kapasite (TEAC) miktarı üzerine etkisi, üçlü interaksiyon kapsamında değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin toplam fenol, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite (TEAC) değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	Toplam Fenol Miktarı (µg GA/mL)			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	297,05+25,00AaI	297,05+25,00AaI	283,76+11,92AaI	283,76+11,92AaI
1 Hafta	306,34+22,13AaI	299,90+49,81AaI	274,82+5,19AaI	295,82+17,23AaI
2 Hafta	317,32+16,99AaI	296,78+26,62AaI	271,30+2,49AaI	297,02+10,14AaI
3 Hafta	323,36+15,99Aa	-	315,59+23,15AaI	292,18+35,37aI
4 Hafta	335,69+6,43Aa	-	293,31+18,23AaI	284,87+20,09aI

Ürün	Toplam Flavonoid Miktarı (µg QE/mL)			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	11,79+1,25AaI	11,79+1,25AaI	8,94+1,09AaI	8,94+1,09AaI
1 Hafta	11,41+1,19AaI	22,50+3,33AbII	11,22+1,41AaI	11,48+0,53BaI
2 Hafta	16,18+1,55AaI	12,27+2,57AaI	10,31+2,91AaI	9,98+1,73AaI
3 Hafta	9,87+2,57Aa	-	9,43,1,71AaI	9,74+1,83aI
4 Hafta	11,92+3,19Aa	-	9,95+2,17AaI	9,87+2,01aI

Ürün	Antioksidan Kapasite (µmol Troloks /mL)			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	3,09+0,32AaI	3,09+0,32AaI	3,22+0,43AaI	3,22+0,43AaI
1 Hafta	4,11+3,39AaI	3,73+0,29AaI	3,13+0,17AaI	3,29+0,18AaI
2 Hafta	3,28+0,01AaI	3,29+1,16AaI	3,56+0,10AaI	3,28+0,22AaI
3 Hafta	3,19+0,15Aa		2,95+0,24AaI	3,86+0,24aI
4 Hafta	3,35+0,21Aa		3,08+0,05AaI	3,33+0,15aI

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir (n=2).

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b, harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Meyan kökü bitkisinde bulunan en aktif bileşenler arasında yer alan glisirrizik asit; tadı tatlı olmasına karşın şeker olmayan, standart sofra şekerlerinden 50-60 kat daha tatlı olan, suda çözünebilen bir bileşiktir. Köklerde potasyum, kalsiyum ve magnezyum tuzları şeklinde triterpen saponin olarak bulunmakta ve miktarı bölgeden bölgeye değişmektedir (Sabbioni ve ark., 2005; Isbrucker ve Burdock, 2006; Akan ve Balos, 2008; Hennell ve ark., 2008).

Meyan kökü, uygulanan yöntem ve kaynaklara göre %1 ile %24 arasında değişen oranlarda glisirrizik asit içerir. Genellikle meyan kökünde glisirrizik asit miktarlarının belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar; kökte yapılmış olup, köklerdeki saponin profilinin ve miktarının coğrafik koşullara, bitki olgunluk durumuna, çevresel faktörlere ve hasat zamanına bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Diğer yandan, analiz yöntemine

bağlı olarak da glisirrizik asit miktarı önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir. Meyan kökündeki glisirrizik asitin miktarı üzerine birçok çalışma yapılmış ve yapılan bu çalışmalar daha çok glisirrizik asitin ekstrakte ve izole edilmesi, saflaştırılması amacıyla yeni metodların geliştirilmesi üzerinedir (Çakmak, 2011).

Örneklerin glisirrizik asit değerleri (Çizelge 4.24), sadece depolamanın ikinci haftasında ve AMKŞ:K örneklerinde, depolama sıcaklığından kaynaklanan glisirrizik asit miktarının farklı olduğu bulunmuştur. Depolama süresi arttıkça 4 °C ve 20 °C’de depolanan AMKŞ:P ve AMKŞ:K örneklerindeki glisirrizik asit miktarındaki değişim istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0,05$).

Çizelge 4.24. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin glisirrizik asit değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	Glisirrizik Asit (mg/L)			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
Sıcaklık				
Süre				
0 Hafta	154,20+14,70AaI	154,20+14,70AaI	153,86+25,08AaI	153,86+25,08AaI
1 Hafta	116,13+17,84AaI	171,89+7,33AaI	130,46+2,68AaI	159,89+44,31AaI
2 Hafta	88,94+21,50AaI	199,54+27,50AaII	117,93+11,37AaI	130,57+6,49AaI
3 Hafta	133,51+25,16Aa	-	183,63+2,27AaI	190,85+12,48aI
4 Hafta	136,08+31,03Aa	-	183,98+27,08AaI	178,70+19,60aI

Sonuçlar “Ortalama \pm Standart sapma” şeklinde verilmiştir ($n=2$).

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan a, b, c harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

4.5.2.2. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti Renk Parametreleri Üzerine Etkisi

AMKŞ örneklerinin depolama süresince renk değerlerindeki (L^* , a^* ve b^*) değişim Çizelge 4.25’de görülmektedir. Örneklerin parlaklık değerlerini belirten L^* değerleri bakımından, sadece ikinci haftada 20°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasında fark tespit edilmiş olup, diğer depolama sürelerinde ise uygulamalar ile kontrol arasında fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Varela-Santos ve ark. (2012) nar suyunda yüksek basıncın etkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada, kontrol grubuyla uygulama grubu arasında L^* parametresi bakımından fark olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada AMKŞ:K grubunda bulunan düşük L^* değerlerinin, antosiyaninlerin parçalanmasından

kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Sadece ikinci haftada AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünlerinde, depolamanın farklı sıcaklık derecelerinde gerçekleştirilmiş olması L^* değerlerinde değişime sebep olurken, diğer depolama sürelerinde ise sıcaklık dereceleri farkı önemsizdir. Hem 4°C’de hem de 20°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinde depolama süresince meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Kırmızılık değerini gösteren a^* değerlerinin değerlendirilmesi için üçlü interaksiyon tablosuna bakıldığında, birinci ve ikinci hafta 20°C’de AMKŞ:K ve AMKŞ:P ile dördüncü hafta 4°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$). Juarez-Enriquez ve ark. (2015), Zhang ve ark. (2011) ve Varela-Santos ve ark. (2012) yüksek basıncın kontrol örneğine göre etkisini karşılaştırdıkları çalışmalarında, sırasıyla elma suyu, karpuz suyu ve nar suyunda rengin etkilendiğini belirtmişlerdir. Sıcaklığın etkisi, sadece depolamanın ikinci haftasındaki AMKŞ:P ürünlerde görülmüştür. Depolama süresi arttıkça 4°C’de depolanan AMKŞ:K ürünlerindeki fark önemsiz iken, 4°C ve 20°C’de depolanan AMKŞ:P ürünlerde ise a^* değerindeki değişim önemlidir ($P<0,05$).

Sarılık değerini gösteren b^* değerlerindeki değişim incelendiğinde, birinci ve ikinci hafta 20°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$). Ayrıca depolamanın sonunda 4°C’de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerdeki b^* değeri farkı da istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

AMKŞ:K grubu örneklerinde birinci ve ikinci hafta depolama sonunda, sıcaklık faktörü b^* değerinde önemli bir değişime sebep olurken, AMKŞ:P örneklerde ise aynı depolama haftalarında sıcaklık faktörü önemsizdir ($P>0,05$). Depolama süresi, hem 4°C hem de 20°C’de depolanan AMKŞ:K örneklerinde b^* değerini değiştirirken, 4°C’de depolanan AMKŞ:P ürünlerde ise önemli bir etki yapmamıştır. Yüksek basınç uygulanan ve uygulanmayan avokado pürelerinde olduğu gibi, depolama sıcaklığı arttıkça renk değişikliği daha gözle görülür hale gelmiştir (López-Malo ve ark., 1998).

Çizelge 4.25. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin renk parametrelerinde meydana gelen değişimler

Ürün	<i>L*</i> Değeri			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	43,42+2,47AaI	38,30+1,31AaI	46,63+1,88AaI	43,64+1,57AaI
1 Hafta	38,21+3,02AaBI	33,63+4,54AaBI	37,15+3,47AbI	37,43+5,29AaBI
2 Hafta	38,16+4,07AaBI	29,06+3,85AbII	40,56+4,76AaBI	34,74+1,76BbII
3 Hafta	36,40+2,47Abc	-	39,13+3,85AbI	38,97+2,89abI
4 Hafta	30,77+3,26Ac	-	36,48+3,38AbI	33,54+3,46bI

Ürün	<i>a*</i> Değeri			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	8,61+1,65AaI	11,79+0,31AaI	7,56+0,91AaI	8,17+0,46AaI
1 Hafta	10,18+1,96 AaI	8,56+1,04AbI	10,81+1,81AbI	10,61+1,96 BabI
2 Hafta	9,36+1,87AaI	9,29+1,14AaBI	9,64+1,73AaBI	12,19+1,14BbII
3 Hafta	9,14+1,37Aa	-	10,80+1,16AaI	11,18+1,43abI
4 Hafta	8,60+0,72Aa	-	11,28+1,69BbI	12,14+1,45bI

Ürün	<i>b*</i> Değeri			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	33,08+1,73AaI	29,26+1,51AaI	32,91+0,92AaI	31,11+3,85AaI
1 Hafta	28,47+2,79AaBI	21,33+5,39AaII	27,48+3,66AaI	26,94+5,67BabI
2 Hafta	27,57+4,23AaBI	14,25+5,19AbII	30,48+4,60AaI	24,57+2,45BabII
3 Hafta	25,01+3,00Ab	-	29,71+4,43AaI	29,00+3,01aI
4 Hafta	17,01+4,25Ac	-	26,23+3,62BaI	22,20+4,16bI

Sonuçlar "Ortalama ±Standart sapma" şeklinde verilmiştir (n=2).

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b, c, d harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

4.5.2.3. Depolama Sıcaklığının Asitlendirilmiş Meyan Kökü Şerbeti pH ve Suda Çözünür Kuru Madde Üzerine Etkisi

Çizelge 4.26 incelendiğinde, AMKŞ örneklerinin pH değerleri bakımından birinci, ikinci ve üçüncü haftalarda 4°C'de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli iken, sadece depolamanın sonunda ürünler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Depolama süresinin sonunda örneklerin kalitesini yitirdiği tahmin edilmekte olup, bu nedenle AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasında fark olmadığı düşünülmektedir. Depolamanın ilk haftalarındaki AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasındaki

farkın ise, basınçlama işleminin düşük pH'larda daha etkili olmasından ve asitli ortamın mikrobiyal hücrelerin iyileşmesine olanak sağlamamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Balasubramaniam ve ark., 2016). 20°C'de iki hafta depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasında fark bulunmakta olup, ilk haftalardaki fark ise önemsizdir ($P>0,05$). AMKŞ:K grubunda birinci ve ikinci haftada 4°C ve 20°C'de depolanan örneklerde fark önemli olup ($P<0,05$), AMKŞ:P ürünlerde ise depolama süresi boyunca sıcaklıktan kaynaklanan değişimler önemsizdir ($P>0,05$). Basınçlanmış ve aynı sıcaklık derecesinde depolanan örneklerde ise depolama süresince pH'daki değişim istatistiksel olarak önemsiz olup, AMKŞ:K örneklerinde ise değişim depolama süresine bağlı olarak değişmektedir. Basınçlanmış ürünlerin mikrobiyal stabilitesi daha iyi olduğundan, sıcaklık farkından kaynaklanan değişimler önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.26. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	pH			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
Sıcaklık (°C)	4°C	20°C	4°C	20°C
Depolama Süresi				
0 Hafta	4,37+0,01AaI	4,37+0,01AI	4,35+0,03AaI	4,35+0,03AaI
1 Hafta	4,22+0,02AbI	4,46+0,08AII	4,35+0,01BaI	4,34+0,02AaI
2 Hafta	4,16+0,03AbI	5,22+0,17AII	4,36+0,01BaI	4,39+0,01BaI
3 Hafta	4,13+0,03 Ab		4,37+0,01BaI	4,38+0,01aI
4 Hafta	4,24+0,05 Ab		4,36+0,01AaI	4,39+0,01aI

Sonuçlar "Ortalama \pm Standart sapma" şeklinde verilmiştir ($n=2$).

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan a, b harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$)

AMKŞ örneklerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı Çizelge 4.27'de verilmiş olup, birinci haftada 20°C'de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünleri arasında fark önemli iken, 4°C'de depolanan AMKŞ:K ve AMKŞ:P ürünlerinde ise fark ikinci haftadan itibaren önem kazanmaktadır. AMKŞ:K örneklerinde birinci ve ikinci haftada 4°C ve 20°C'de depolanan örneklerde fark önemli olup, AMKŞ:P ürünlerinde ise depolama süresi boyunca farklı sıcaklıklardan kaynaklanan değişimler önemsizdir ($P>0,05$). Depolama sıcaklığının artması, AMKŞ:K örneklerinde stabilite kaybı oluşturmuştur. Bull ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, portakal suyuna 600 MPa-1 dk yüksek basınç uygulamışlar ve depolama süresince kontrol örnekleriyle SÇKM bakımından fark

bulamamışlardır. Benzer olarak, Varela-Santos ve ark. (2012) nar suyuna 350-550 MPa- 30-150 s yüksek basınç uygulamışlar ve depolama süresince kontrol grubuyla fark tespit edememişlerdir. Bu tez çalışmasında uygulanan parametrelerle ürün gruplarının farklı olması, sonuçlarımızın benzeşmemesine yol açmaktadır. Hem 4°C hem de 20°C’de basınçlanmış olan örneklerde depolama boyunca SÇKM’deki değişim istatistiksel olarak önemsiz olup, 20°C’de depolanan AMKŞ:K örneklerinde değişim birinci haftadan itibaren önemli iken, 4°C’de depolanan ürünlerde ise değişim ikinci haftadan itibaren önemlidir (P<0,05). İkinci ve üçüncü haftada 4°C’de depolanan AMKŞ:K örneklerinde SÇKM bakımından fark bulunmaz iken depolamanın sonunda fark önemli hale gelmiştir (P<0,05).

Çizelge 4.27. Depolama süresince AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinin SÇKM değerlerinde meydana gelen değişimler

Ürün	Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM, °Bx)			
	AMKŞ:K		AMKŞ:P	
	4°C	20°C	4°C	20°C
Sıcaklık (°C)				
Depolama Süresi				
0 Hafta	0,50±0,00AaI	0,50±0,00AaI	0,50±0,00AaI	0,50±0,00AaI
1 Hafta	0,50±0,00AaI	0,40±0,00AbII	0,50±0,00AaI	0,50±0,00BaI
2 Hafta	0,45±0,05AbI	0,30±0,00AcII	0,50±0,00BaI	0,50±0,00BaI
3 Hafta	0,45±0,05Ab	-	0,50±0,00BaI	0,50±0,00aI
4 Hafta	0,40±0,00Ac	-	0,50±0,00BaI	0,50±0,00aI

Sonuçlar “Ortalama ±Standart sapma” şeklinde verilmiştir (n=2).

Çizelgede bulunan A, B harfleri depolama sıcaklığı ve depolama süresi sabit iken, uygulamaların farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan a, b harfleri uygulamalar ve depolama sıcaklığı sabit iken, depolama sürelerinin farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

Çizelgede bulunan I, II rakamları uygulamalar ve depolama süreleri sabit iken, depolama sıcaklıklarının farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05)

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Meyan kökü şerbeti (MKŞ), Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde serinletici, susuzluğu giderici ve sağlığa faydalı özelliğinden dolayı talep gören geleneksel bir içecektir. Geleneksel yöntemler ile üretilen meyan kökü şerbeti, pH değerinin (ortalama pH:6,01) ve su aktivitesinin yüksek olması nedeniyle üretildikten sonra bir iki gün içerisinde fiziksel ve mikrobiyolojik değişimlere uğrayarak, içilemeyecek duruma geldiğinden, günlük olarak üretilip tüketilmektedir. Bu durum meyan kökü şerbetinin daha geniş bir tüketici kitlesi tarafından keşfedilip tüketilmesini engellemektedir. Bu çalışma ile geleneksel meyan kökü şerbetinin raf ömrü, yüksek basınç ve asitlendirme işlemleriyle güvenli hale getirilerek, şerbetin raf ömrünün uzatılması, halk sağlığının korunması ve ulusal düzeyde daha geniş kitlelere hitap edebilecek bir meyan kökü içeceğinin geliştirilmesine çalışılmıştır.

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Asitlendirilmiş meyan kökü şerbetinin üretimi için, iki farklı asitlendirme işlemi (sitrik asit ve sitrik asit+askorbik asit) kullanılarak, farklı pH derecelerinde (pH:3,0-4,5) şerbetler üretilmiştir. YB çalışmalarında kullanılacak AMKŞ örneğinin ve uygun pH derecesinin belirlenmesi için, tüketici testi yapılmış ve bunun sonucunda en yüksek puanı alan pH:4,5 ile sitrik asitle asitlendirme yöntemi seçilmiştir. Güven sınırı nedeniyle pH'nın 4,2 olmasına karar verilmiştir.
- YB çalışma parametrelerinin belirlenmesi için yüzey yanıt metodolojisi (RSM) kullanılarak 13 deneme yapılmış ve bu denemelerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizleri sonucunda çalışma parametrelerinin 10°C sıcaklıkta, 250 MPa, 355 MPa ve 450 MPa basınçlarda 1'er ve 5'er dakika olmasının uygun olacağına karar verilmiştir. MKŞ örneğine uygulanan parametrelerin etkileri hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal olarak analize alınmış ve bunların sonucunda en uygun optimum çalışma parametresinin 10°C'de 450 MPa ve 5 dk olduğu sonucuna varılmıştır.
- MKŞ:K ve MKŞ:P (10°C'de 450 MPa ve 5 dk) örneklerinde duyu analizi yapılmıştır. Yapılan tüketici testi sonucunda, MKŞ:K ve MKŞ:P örnekleri arasında genel, lezzet ve görünüş olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Bayanlar en yüksek puanı MKŞ:P'ye verirken, baylar ise MKŞ:K'ya vermişlerdir. Yapılan üçgen testine 14 kişi doğru, 18 kişi yanlış cevap vermiş bunun sonucunda da

panelistler kontrol grubu ile basınçlanmış MKŞ örneklerini birbirinden ayıramamışlardır.

- MKŞ:K, MKŞ:P, AMKŞ:K ve AMKŞ:P örneklerinde, GC-O cihazı ve SPME tekniği kullanılarak aroma analizi yapılmıştır. Şerbet örneklerinin aroma analizi sonucunda 42 aroma maddesi belirlenmiş olup, bu aroma maddelerinden 13 tanesi bütün şerbet örneklerinde tespit edilmiştir. Bunlar; Hekzanal (çimen), (Z)-4-heptenal (okside yağ), 2-asetil-1-pirolin (patlamış mısır), 1-okten-3-ol (mantar), Asetofenon (toz biber/beton), 2-etil-3,5-dimetilpirazin (toz), Nonanal (okside yağ), (E,Z)-2,6-nonadienal (salatalık), (E)-2-nonenal (saman/kuru ot), 2-isobütil-3-metoksiprazin (toz), α -terpineol (bitki/ot), (E,E)-2,4-nonadienal (okside yağ) ve γ -nonalakton (parfüm/şekerli) olarak isimlendirilen aroma maddeleridir. Belirlenen diğer aroma maddeleri örnek çeşidine göre değişmektedir.
- MKŞ:K ve AMKŞ:K örneklerinde tanımlayıcı duyu analizi tekniği kullanılarak ürünlerin aroma profilleri belirlenmiştir. Ürünler temel tat bakımından: tatlılık, ekşilik, acılık ve burukluk yönünden değerlendirilirken, aromatikler ise: ıslak karton kokusu, çam/reçine, çimenimsi, lastiğimsi, taze patates kokusu, toprağımsı ve karamel terimleri yönünden değerlendirilmiştir. Temel tatlarda, MKŞ içerdiği yüksek glisirizik asitten dolayı en yüksek tatlılık, acılık ve burukluğa sahip iken, sitrik asitle asitlendirilen AMKŞ örneğinin ise en yüksek ekşiliğe sahip olduğu bulunmuştur. Aromatik terimler bakımından iki örnek arasında fark sadece çam/reçine ve karamel kokusunda tespit edilmiştir.
- Basınçlama işlemi 10°C'de gerçekleştiğinden (ısı işlem olmadığından) ürünün renk, tat ve lezzetinde önemli bir değişiklik ortaya çıkmamıştır.
- Basınçlama ile meyan kökü şerbetinin mikroflorasında doğal olarak bulunan ve bozulmaya neden olan vejetatif mikroorganizmaların sayısında önemli bir azalma sağlanmıştır. Yine ürünlerin bozulmasında önemli bir rol oynayan maya&küfler ve koliform grubu bakteriler tamamen inaktive edilebilmiştir. Meyan kökü şerbetine inoküle edilen *Escherichia coli* ve *Salmonella Typhimurium* sayılarında 5 logdan fazla (>%99.999) azalma elde edilmiştir. Ancak basınçlamada elde edilen başarılı sonuçların yanında, basınçlama sonrasında bile yaklaşık 2 log'luk dirençli bakteri sporlarının üründe kaldığı ve uygulanan basınçlama parametresinin bu sporları inaktive etmede yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir.

- Geleneksel meyan kökü şerbeti yüksek glisirrizik asit içeriği nedeniyle boğazda tadım sonrasında tatlı ve acı bir tad bırakmakta, bu da ürünün geniş tüketici kitlesine ulaşmasını engelleyebilmektedir. Ancak sitrik asit ilavesi ile asitlendirme işlemi sonucunda glisirrizik asit içeriği yaklaşık 7 kat azaldığından, içimi daha hafif ve ferahlatıcı özelliği artırılan yeni bir ürün üretilmiştir.
- İki farklı sıcaklıkta (4°C ve 20°C) gerçekleştirilen dört haftalık depolama denemelerinde, basınçlanmış MKŞ ürünleri için en uygun depolama sıcaklığı 4°C iken, basınçlanmış AMKŞ ürünleri için ise hem 4°C hem de 20°C'nin kullanılabilir olduğu ve ürünlerin bu depolama sıcaklıklarında bir aylık depolama sürecinde hem mikrobiyal hem de fizikokimyasal stabilitelelerini koruduğu ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak; Avrupa, Amerika ve Japonya'da her geçen gün kullanımı artan YB teknolojisinin, ülkemizde henüz ticari olarak kullanımı bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmayla geleneksel bir içecek olan MKŞ'nin raf ömrü ısısal olmayan, yeni bir teknoloji olan YB kullanılarak artırılmış, böylece ısıl işlemin yaratacağı olumsuzlukların önüne geçilmiştir. Ayrıca asitlendirme ile yeni bir ürün üretilmiş olup, bu içeceğin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlayacak alt yapı oluşturulmuştur.

Yapılan bu çalışmada yaşanan sıkıntıların (üründe basınçlama sonrasında kalan dirençli bakteri sporları) önüne geçilmesi amacıyla; farklı yeni muhafaza metotları, yüksek basınç teknolojisiyle birlikte kullanılarak meyan kökü şerbetinin raf ömrü uzatılabilir.

KAYNAKLAR

- Aday M.S., 2011. Aktif Ambalajlama ve Yeni Muhafaza Yöntemleri ile Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Aday M.S., Temizkan R., Büyükcan M.B., Caner C., 2013. An Innovative Technique for Extending Shelf Life of Strawberry: Ultrasound. LWT - Food Science and Technology, 52 (2): 93-101.
- Aday S., Uysal Pala Ç., Ayana Çam B., Bulut S., 2018. Storage Quality and Microbiological Safety of High Pressure Pasteurized Liquorice Root Sherbet. LWT - Food Science and Technology, 90: 613-619.
- Akan H., Balos M.M., 2008. GAP Bölgesi'nden Toplanan Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Taksonunun İhracat Durumu, Etnobotanik Özellikleri ve Tıbbi Önemi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (2): 233-241.
- Akarca G., Gök V., Tomar O., 2014. Gıda Muhafasında Kullanılan Bazı Doğal Antimikrobiyaller. Kocatepe Veteriner Dergisi, 7 (1): 59-68.
- Ali B., 2017. Moleküler Gastronomi Bakış Açısıyla Gıdaların Tat ve Aroma Algıları. Aydın Gastronomy, 1 (1): 25-36.
- Alpas H., Bozoglu F., 2000a. The Combined Effect of High Hydrostatic Pressure, Heat and Bacteriocins on Inactivation of Foodborne Pathogens in Milk and Orange Juice. World J. Microbiol. Biotechnol., 16 (4): 387-392.
- Alpas H., Bozoğlu F., 2000b. Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Değişken Parametrelerinin *Listeria innocua* Hücrelerinin D ve Z Değerleri Üzerine Etkisi. Gıda Dergisi, 25 (3): 213-216.
- Andres V., Villanueva M.J., Tenorio M.D., 2016. Influence of High Pressure Processing on Microbial Shelf Life, Sensory Profile, Soluble Sugars, Organic Acids, and

Mineral Content of Milk- and Soy-Smoothies. LWT - Food Science and Technology, 65: 98-105.

Anilkumar D., Joshi H., Nishteswar K., 2012. Review of *Glycyrrhiza glabra* (Yastimadhu)-A Broad Spectrum Herbal Drug. Pharma Science Monitor, 3 (4): 3171-3195.

Şanlıurfa Ticaret ve Sanayi Odası, (30 Mayıs 2018). Ürünün Adı: Meyan Kökü Şerbeti, Coğrafi İşaretin Adı: Urfa Meyan Şerbeti (Biyabalı). 30 Mayıs 2018, <http://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/resources/temp/FE3170F3-646A-42C4-80CB-2060084F360C>

AOAC, 2000. Microbiological methods, Vol. I, Official Methods of Analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists, Virginia. 771 p.

Arıcı M., 2006. Gıda Muhafazasında Yüksek Hidrostatik Basıncın Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi. JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1): 41-49.

Arino A., Herrera M., Estopanan G., Juan T., 2007. High Levels of Ochratoxin A in Licorice and Derived Products. Int. J. Food Microbiol., 114 (3): 366-369.

Arlı M., Kayabaşı N., Kızıl S., 2002. Meyan (*Glycyrrhiza glabra* L.) Kökünden Elde Edilen Renkler ve Bu Renklerin Bazı Haslık Değerleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 8 (3): 227-231.

Arroyo G., Sanz P., Préstamo G., 1999. Response to High-Pressure, Low-Temperature Treatment in Vegetables: Determination of Survival Rates of Microbial Populations Using Flow Cytometry and Detection of Peroxidase Activity Using Confocal Microscopy. J. Appl. Microbiol., 86 (3): 544-544.

Ay M.O., Aktürk A., Çolakoğlu A., Çelikdemir A., Kozacı N., Açıkalın A., Avcı A., Satar S., 2014. Aşırı Meyan Kökü Şerbeti Alımına Bağlı Hipopotasemik Paralizi ve Solunum Yetersizliği. Cukurova Medical Journal, 39 (2): 387-391.

- Aydoğan B., 2010. Ülkü Tamer'in Alleben Anıları ile Alleben Öyküleri'ndeki Antep. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19 (3): 183-195.
- Badkhane Y., Yadav A., Bajaj A., Sharma A.K., Raghuwanshi D., 2014. *Glycyrrhiza glabra* L. A Miracle Medicinal Herb. Journal of Pharm Research, 4 (12): 5808-5816.
- Baek J.Y., Lee J.M., Lee S.C., 2008. Extraction of Nutraceutical Compounds from Licorice Roots with Subcritical Water. Sep. Purif. Technol., 63 (3): 661-664.
- Baladura E., Şimşek B., 2015. Doğal Antioksidanlar ve Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanımı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27 (2): 155-162.
- Balasubramaniam V.M., Barbosa-Cánovas G.V., Lelieveld H.L.M., 2016. High Pressure Processing of Food: Principles, Technology and Applications. Springer, New York. 762 p.
- Baran A., Fenercioğlu H., 1991. Meyankökünden Elde Edilen Ekstraktın Özelliklerinin Belirlenmesi ve Dayandırılması Üzerine Bir Araştırma. Gıda Dergisi, 16 (6): 391-396.
- Barba F.J., Criado M.N., Belda-Galbis C.M., Esteve M.J., Rodrigo D., 2014. *Stevia rebaudiana* Bertoni as a Natural Antioxidant/Antimicrobial for High Pressure Processed Fruit Extract: Processing Parameter Optimization. Food Chem., 148: 261-267.
- Barba F.J., Esteve M.J., Frigola A., 2013. Physicochemical and Nutritional Characteristics of Blueberry Juice after High Pressure Processing. Food Res. Int., 50 (2): 545-549.
- Basar N., Nahar L., Oridupa O.A., Ritchie K.J., Talukdar A.D., Stafford A., Kushiev H., Kan A., Sarker S.D., 2016. Utilization of the Ability to Induce Activation of the Nuclear Factor (Erythroid-derived 2)-like Factor 2 (Nrf2) to Assess Potential Cancer Chemopreventive Activity of Liquorice Samples. Phytochem. Anal, 27 (5): 233-238.

- Bayindirli A., Alpas H., Bozoglu F., Hizal M., 2006. Efficiency of High Pressure Treatment on Inactivation of Pathogenic Microorganisms and Enzymes in Apple, Orange, Apricot and Sour Cherry Juices. *Food Control*, 17 (1): 52-58.
- Baysal T., İçier F., 2012. Gıda Mühendisliğinde Isıl Olmayan Teknolojiler. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. 424 p.
- Bezerra M.A., Santelli R.E., Oliveira E.P., Villar L.S., Escalera L.A., 2008. Response Surface Methodology (Rsm) as A Tool for Optimization in Analytical Chemistry. *Talanta*, 76 (5): 965-977.
- Bull M.K., Zerdin K., Howe E., Goicoechea D., Paramanandhan P., Stockman R., Sellahewa J., Szabo E.A., Johnson R.L., Stewart C.M., 2004. The Effect of High Pressure Processing on The Microbial, Physical and Chemical Properties of Valencia and Navel Orange Juice. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 5 (2): 135-149.
- Bulut S., 2014. The Effects of High-Pressure Processing at Low and Subzero Temperatures on Inactivation of Microorganisms in Frozen and Unfrozen Beef Mince Inoculated with *Escherichia coli* Strain ATCC 25922. *Food Bioprocess Technol.*, 7 (10): 3033-3044.
- Carbonell-Capella J.M., Barba F.J., Esteve M.J., Frígola A., 2013. High Pressure Processing of Fruit Juice Mixture Sweetened with *Stevia rebaudiana* Bertoni: Optimal Retention of Physical and Nutritional Quality. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 18: 48-56.
- Casadei M.A., Manas P., Niven G., Needs E., Mackey B.M., 2002. Role of Membrane Fluidity in Pressure Resistance of *Escherichia coli* NCTC 8164. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68 (12): 5965-5972.
- Chaikham P., Rattanasena P., Phunchaisri C., Sudsanor P., 2017. Quality Changes of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) in Syrup due to Thermal and High Pressure Processes. *Lwt-Food Science And Technology*, 75: 751-760.

- Chakraborty S., Rao P.S., Mishra H.N., 2015a. Empirical Model Based on Weibull Distribution Describing the Destruction Kinetics of Natural Microbiota in Pineapple (*Ananas comosus* L.) Puree during High-Pressure Processing. *Int. J. Food Microbiol.*, 211: 117-127.
- Chakraborty S., Rao P.S., Mishra H.N., 2015b. Effect of Combined High Pressure-Temperature Treatments on Color and Nutritional Quality Attributes of Pineapple (*Ananas comosus* L.) Puree. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 28: 10-21.
- Cheel J., Onofre G., Vokurkova D., Tůmová L., Neugebauerová J., 2010. Licorice Infusion: Chemical Profile and Effects on The Activation and The Cell Cycle Progression of Human Lymphocytes. *Pharmacognosy Magazine*, 6 (21): 26-33.
- Chen Z., Zhu C., Zhang Y., Niu D., Du J., 2010. Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Enzymatic Browning and Shelf-Life of Fresh-Cut Asparagus Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Postharvest Biol. Technol.*, 58 (3): 232-238.
- Chin Y.W., Jung H.A., Liu Y., Su B.N., Castoro J.A., Keller W.J., Pereira M.A., Kinghorn A.D., 2007. Anti-Oxidant Constituents of The Roots and Stolons of Licorice (*Glycyrrhiza glabra*). *J. Agric. Food. Chem.*, 55 (12): 4691-4697.
- Cullen P.J., Tiwari B.K., Valdramidis V.P., 2012. *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods*. Academic Press, San Diego. 542 p.
- Çakmak Y.S., 2011. Türkiye'deki *Glycyrrhiza L.* Türlerinin Kromatografik Yöntemlerle Kimyasal Bileşimlerinin ve Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Türkiye.
- Çam B., Düzgün M., Efe A., Şatana E., Pala Ç., 2014. The Effect of Ultraviolet (UV)-C Light Application at Different Flow Rate on The Microbial and Physico-Chemical Properties of Licorice Root (*Glycyrrhiza glabra* L.) Sherbet. *International Mesopotamia Agriculture Congress*, Diyarbakır. 1085.

- Çınar İ., 2012. Sıcaklık ve Sürenin Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Ekstraksiyonuna Etkisi ve Ekstraksiyon Kinetiğinin Modellenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 7 (2): 21-30.
- Çon A.H., Gökalp H.Y., 1997. Gıda Mikrobiyolojisi Ders Notları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basımevi, Denizli. 102 p.
- Çopanoğlu E., Boyacıoğlu D., 2006. Tanımlayıcı Analiz ve Soslarda Uygulanması. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. 823-826.
- Damle M., 2014. *Glycyrrhiza glabra* (Liquorice)-A Potent Medicinal Herb. *International Journal of Herbal Medicine*, 2 (2): 132-136.
- Dede S., Alpas H., Bayındırlı A., 2007. High Hydrostatic Pressure Treatment and Storage of Carrot and Tomato Juices: Antioxidant Activity and Microbial Safety. *J. Sci. Food Agric.*, 87 (5): 773-782.
- Del Pozo-Insfran D., Del Follo-Martinez A., Talcott S.T., Brenes C.H., 2007. Stability of Copigmented Anthocyanins and Ascorbic Acid in Muscadine Grape Juice Processed by High Hydrostatic Pressure. *J. Food Sci.*, 72 (4): S247-S253.
- Dogan C., Erkmen O., 2004. High Pressure Inactivation Kinetics of *Listeria monocytogenes* Inactivation in Broth, Milk, and Peach and Orange Juices. *J. Food Eng.*, 62 (1): 47-52.
- Dool H., Kratz P.D., 1963. A Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Programmed Gas-Liquid Partition Chromatography. *J. Chromatogr.*, 2 (11): 463-471.
- Duong T., Balaban M., Perera C., Bi X., 2015. Microbial and Sensory Effects of Combined High Hydrostatic Pressure and Dense Phase Carbon Dioxide Process on Feijoa Puree. *J. Food Sci.*, 80 (11): E2478-E2485.

- Elamin W.M., Endan J.B., Yosuf Y.A., Shamsudin R., Ahmedov A., 2015. High Pressure Processing Technology and Equipment Evolution: A Review. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 8 (5).
- Ensoy Ü., Coşar B., 2006. Yüksek Basınç Uygulamalarının Et ve Et Ürünlerinin Duyusal, Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 1-7.
- Farkas D.F., Hoover D.G., 2000. High Pressure Processing. *J. Food Sci.*, 65 (8): 47-64.
- Ferreira M., Almeida A., Delgadillo I., Saraiva J., Cunha Â., 2016. Susceptibility of *Listeria monocytogenes* to High Pressure Processing: A Review. *Food Rev. Int.*, 32 (4): 377-399.
- Gao G., Zhao L., Ma Y., Wang Y., Sun Z., Liao X., 2015. Microorganisms and Some Quality of Red Grapefruit Juice Affected by High Pressure Processing and High Temperature Short Time. *Food Bioprocess Technol.*, 8 (10): 2096-2108.
- Geniş S.Y., Pala Ç., Bulut S., 2016. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Meyan Kökü Şerbetinin Sporlu Bakteri Yüğü ve Fizikokimyasal Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Trakya Üniversiteler Birliğı (TÜB) Lisansüstü Öğrenci Kongresi, Çanakkale*.
- Gupta R., Kopec R.E., Schwartz S.J., Balasubramaniam V., 2011. Combined Pressure–Temperature Effects on Carotenoid Retention and Bioaccessibility in Tomato Juice. *J. Agric. Food. Chem.*, 59 (14): 7808-7817.
- Güçlü-Üstündağ Ö., Mazza G., 2007. Saponins: Properties, Applications And Processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 47 (3): 231-258.
- Güneşer O., Yüceer Y.K., 2010. Gıdalarda Aroma Maddelerinin Belirlenmesinde Gaz Kromatografisi-Olfaktometri (GCO) Tekniklerinin Kullanılması. *Gıda Dergisi*, 35 (5): 371-378.

- Haksel M., 2008. Meyan Kökü. Eczacılar Odası Dergisi: 25-29.
- Halkman A.K., Sağdaş O.E., 2011. Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. Merck, Ankara. 234 p.
- Hartyani P., Dalmadi I., Knorr D., 2013. Electronic Nose Investigation of *Alicyclobacillus acidoterrestris* Inoculated Apple and Orange Juice Treated by High Hydrostatic Pressure. Food Control, 32 (1): 262-269.
- Hayman M.M., Kouassi G.K., Anantheswaran R.C., Floros J.D., Knabel S.J., 2008. Effect of Water Activity on Inactivation of *Listeria monocytogenes* and Lactate Dehydrogenase during High Pressure Processing. Int. J. Food Microbiol., 124 (1): 21-26.
- He H., Adams R., Farkas D., Morrissey M., 2002. Use of High-Pressure Processing for Oyster Shucking and Shelf-Life Extension. J. Food Sci., 67 (2): 640-645.
- Helmy W.A., El-Kheir Z.A.A., AbdelHady M.S., El-Hameid A.R.A., 2013. Biological Activities of Aqueous Extracts and Their Sulfated Derivatives from Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). J. Appl. Res., 9 (6): 3638-3645.
- Hennell J.R., Lee S., Khoo C.S., Gray M.J., Bensoussan A., 2008. The Determination of Glycyrrhizic Acid in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch Ex Dc. (Zhi Gan Cao) Root and the Dried Aqueous Extract by LC-DAD. J. Pharm. Biomed. Anal., 47 (3): 494-500.
- Hiremath N.D., Ramaswamy H.S., 2012. High-Pressure Destruction Kinetics of Spoilage and Pathogenic Microorganisms in Mango Juice. J. Food Process. Preserv., 36 (2): 113-125.
- Hoover D.G., 1989. Biological Effects of High Hydrostatic Pressure on Food Microorganisms. Food Technol., 43: 99-107.

- Huang H.W., Chang Y., Wang C.Y., 2015. High Pressure Pasteurization of Sugarcane Juice: Evaluation of Microbiological Shelf Life and Quality Evolution during Refrigerated Storage. *Food Bioprocess Technol.*, 8 (12): 2483-2494.
- Huang H.W., Wu S.J., Lu J.K., Shyu Y.T., Wang C.Y., 2017. Current Status and Future Trends of High-Pressure Processing in Food Industry. *Food Control*, 72: 1-8.
- Huang Y.X., Ye M., Chen H.Q., 2013. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in Strawberry Puree by High Hydrostatic Pressure with/without Subsequent Frozen Storage. *Int. J. Food Microbiol.*, 160 (3): 337-343.
- Hugas M., Garriga M., Monfort J., 2002. New Mild Technologies in Meat Processing: High Pressure as a Model Technology. *Meat Sci*, 62 (3): 359-371.
- Hurtado A., Guardia M.D., Picouet P., Jofre A., Ros J.M., Banon S., 2017a. Stabilization of Red Fruit-Based Smoothies by High-Pressure Processing. Part A. Effects on Microbial Growth, Enzyme Activity, Antioxidant Capacity and Physical Stability. *J. Sci. Food Agric.*, 97 (3): 770-776.
- Hurtado A., Guardia M.D., Picouet P., Jofre A., Ros J.M., Banon S., 2017b. Stabilization of Red Fruit-Based Smoothies by High-Pressure Processing. Part II: Effects on Sensory Quality and Selected Nutrients. *J. Sci. Food Agric.*, 97 (3): 777-783.
- İbanoğlu E., 2002. Gıdalarda Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması. *Gıda Dergisi*, 27 (6): 505-510.
- International L.F., Wareing P., Fernandes R., 2009. *Micro-facts: The Working Companion for Food Microbiologists*. Royal Society of Chemistry, Cambridge. 360 p.
- Isbrucker R., Burdock G., 2006. Risk and Safety Assessment on the Consumption of Licorice Root (*Glycyrrhiza* Sp.), Its Extract and Powder as a Food Ingredient, with Emphasis on The Pharmacology and Toxicology of Glycyrrhizin. *Regul. Toxicol. Pharm.*, 46 (3): 167-192.

- Izutani Y., Kanaori K., Oda M., 2014. Aggregation Property of Glycyrrhizic Acid and Its Interaction with Cyclodextrins Analyzed by Dynamic Light Scattering, Isothermal Titration Calorimetry, and NMR. *Carbohydr. Res.*, 392: 25-30.
- Jayachandran L.E., Chakraborty S., Rao P.S., 2015. Effect of High Pressure Processing on Physicochemical Properties and Bioactive Compounds in Litchi Based Mixed Fruit Beverage. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 28: 1-9.
- Ji S., Li Z., Song W., Wang Y., Liang W., Li K., Tang S., Wang Q., Qiao X., Zhou D., Yu S., Ye M., 2016. Bioactive Constituents of *Glycyrrhiza uralensis* (Licorice): Discovery of the Effective Components of a Traditional Herbal Medicine. *J. Nat. Prod.*, 79 (2): 281-292.
- Juarez-Enriquez E., Salmeron-Ochoa I., Gutierrez-Mendez N., Ramaswamy H., Ortega-Rivas E., 2015. Shelf Life Studies on Apple Juice Pasteurised by Ultrahigh Hydrostatic Pressure. *LWT-Food Science and Technology*, 62 (1): 915-919.
- Karadeniz F., 2000. Lezzet Algılama Mekanizması. *Gıda*, 25 (5): 317-324.
- Karagül-Yüceer Y., Drake M., Cadwallader K.R., 2001. Aroma-Active Components Of Nonfat Dry Milk. *J. Agric. Food. Chem.*, 49 (6): 2948-2953.
- Keenan D.F., Brunton N.P., Gormley T.R., Butler F., Tiwari B.K., Patras A., 2010. Effect of Thermal and High Hydrostatic Pressure Processing on Antioxidant Activity and Colour of Fruit Smoothies. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 11 (4): 551-556.
- Keenan D.F., Rossle C., Gormley R., Butler F., Brunton N.P., 2012. Effect of High Hydrostatic Pressure and Thermal Processing on the Nutritional Quality and Enzyme Activity of Fruit Smoothies. *LWT-Food Science and Technology*, 45 (1): 50-57.
- Khalesi M., 2015. Ochratoxin A in Licorice Products - A Review. *Food Addit Contam A*, 32 (12): 2086-2092.

- Kılınç F., Demircan F., Yıldırım Y., Yılmaz Z., Pekkolay Z., Tuzcu A.K., 2014. Meyan Kökü (likoris) Kullanımına Bağlı Hipertansiyon ve Hipokalemi İle Seyreden 5 Vakanın Değerlendirilmesi. *Sakarya Tıp Dergisi*, 4 (4): 186-190.
- Kim H.K., Leem K.H., Lee S., Kim B.Y., Hahm Y.T., Cho H.Y., Lee J.Y., 2012. Effect of High Hydrostatic Pressure on Immunomodulatory Activity of Cloudy Apple Juice. *Food Sci Biotechnol*, 21 (1): 175-181.
- Kırca A., Cemeroğlu B., 2001. Askorbik Asitin Degradasyon Mekanizması. *Gıda*, 26 (4): 233-242.
- Kızıl S., Tonçer Ö., 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Doğadan Toplanarak Tüketilen Bitkiler. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Yalova.
- Ko W.-C., Jao C.-L., Hwang J.-S., Hsu K.-C., 2006. Effect of High-Pressure Treatment on Processing Quality of Tilapia Meat Fillets. *J. Food Eng.*, 77 (4): 1007-1011.
- Komes D., Belščak-Cvitanović A., Jurić S., Bušić A., Vojvodić A., Durgo K., 2016. Consumer Acceptability of Liquorice Root (*Glycyrrhiza glabra* L.) as an Alternative Sweetener and Correlation with Its Bioactive Content and Biological Activity. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 67 (1): 53-66.
- Koseki S., Yamamoto K., 2006. pH and Solute Concentration of Suspension Media Affect the Outcome of High Hydrostatic Pressure Treatment of *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.*, 111 (2): 175-179.
- Kozai T., Niu G., Takagaki M., 2016. *Plant Factory*. Academic Press, San Diego. 432 p.
- Landl A., Abadias M., Sarraga C., Vinas I., Picouet P.A., 2010. Effect of High Pressure Processing on the Quality of Acidified Granny Smith Apple Puree Product. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 11 (4): 557-564.

- Lee S.Y., Chung H.J., Kang D.Y., 2006. Combined Treatment of High Pressure and Heat on Killing Spores of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in Apple Juice Concentrate. *J. Food Prot.*, 69 (5): 1056-1060.
- Li R.J., Wang Y.T., Wang S.Y., Liao X.J., 2015. A Comparative Study of Changes in Microbiological Quality and Physicochemical Properties of N-2-Infused and N-2-Degassed Banana Smoothies after High Pressure Processing. *Food Bioprocess Technol.*, 8 (2): 333-342.
- Liao W.C., Lin Y.-H., Chang T.-M., Huang W.-Y., 2012. Identification of Two Licorice Species, *Glycyrrhiza uralensis* and *Glycyrrhiza glabra*, Based on Separation and Identification of Their Bioactive Components. *Food Chem.*, 132 (4): 2188-2193.
- Linton M., McClements J., Patterson M., 1999. Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 in Orange Juice Using a Combination of High Pressure and Mild Heat. *J. Food Prot.*, 62 (3): 277-279.
- Linton M., Patterson M.F., Patterson M.F., 2000. High Pressure Processing of Foods for Microbiological Safety and Quality. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 47 (2-3): 175-182.
- Liu X.F., Chen H.H., Li J.K., Zhang R., Turlings T.C., Chen L., 2016. Volatiles released by Chinese liquorice roots mediate host location behaviour by neonate *Porphyrophora sophorae* (Hemiptera: Margarodidae). *Pest Manag Sci*, 72 (10): 1959-1964.
- López-Malo A., Palou E., Barbosa-Canovas G., Welti-Chanes J., Swanson B., 1998. Polyphenoloxidase Activity and Color Changes during Storage of High Hydrostatic Pressure Treated Avocado Puree. *Food Res. Int.*, 31 (8): 549-556.
- Manas P., Mackey B.M., 2004. Morphological and Physiological Changes Induced by High Hydrostatic Pressure in Exponential- and Stationary-Phase Cells of *Escherichia coli*: Relationship with Cell Death. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70 (3): 1545-1554.

- Maskan M., 1999. Rheological Behaviour of Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) Extract. J. Food Eng., 39 (4): 389-393.
- Meena A.K., Singh A., Sharma K., Kumari S., Rao M., 2010. Physicochemical and Preliminary Phytochemical Studies on The Rhizomes Of *Glycyrrhiza glabra* Linn. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2 (2): 48-50.
- Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T., 1999. Sensory Evaluation Techniques. CRC, Boca Raton. 464 p.
- Mertens B., Deplace G., 1993. Engineering Aspects of High-Pressure Technology in the Food Industry. Food Technol., 47 (6): 164-169.
- Mukhopadhyay M., Panja P., 2008. A Novel Process for Extraction of Natural Sweetener from Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) Roots. Sep. Purif. Technol., 63 (3): 539-545.
- Mukhopadhyay S., Sokorai K., Ukuku D., Fan X.T., Juneja V., 2017. Effect of High Hydrostatic Pressure Processing on the Background Microbial Loads and Quality of Cantaloupe Puree. Food Res. Int., 91: 55-62.
- Muntean M.V., Marian O., Barbieru V., Cătuşescu G.M., Ranta O., Drocas I., Terhes S., 2016. High pressure Processing in Food Industry—Characteristics and Applications. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 10: 377-383.
- Özcan D., Obuz E., 2006. Yüksek Basınç Uygulamasının Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu. 675-678.
- Özdoğan Y., Işık N., 2008. Geleneksel Türk Mutfağında Şerbet. 38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, 1059-1077.
- Pala Ç.U., Toklucu A.K., 2011. Effect of UV-C Light on Anthocyanin Content and Other Quality Parameters of Pomegranate Juice. Journal of Food Composition and Analysis, 24 (6): 790-795.

- Pala Ç.U., Toklucu A.K., 2013. Effects of UV-C Light Processing on Some Quality Characteristics of Grape Juices. *Food Bioprocess Technol.*, 6 (3): 719-725.
- Pala U.Ç., Ekşi N.C., Özçelik E., Çam A.B., 2017. Geleneksel Meyan Kökü Şerbeti Hazırlama Sürecinde Farklı Sıcaklık Uygulamalarının Şerbetin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5 (2): 276-286.
- Pan X., Liu H., Jia G., Shu Y.Y., 2000. Microwave-Assisted Extraction of Glycyrrhizic Acid from Licorice Root. *Biochem. Eng. J.*, 5 (3): 173-177.
- Patras A., Brunton N., Da Pieve S., Butler F., Downey G., 2009. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purées. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 10 (1): 16-22.
- Patras A., Brunton N.P., Da Pieve S., Butler F., 2009. Impact of High Pressure Processing on Total Antioxidant Activity, Phenolic, Ascorbic Acid, Anthocyanin Content and Colour of Strawberry and Blackberry Purees. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 10 (3): 308-313.
- Patterson M.F., 2005. Microbiology of Pressure-Treated Foods. *J. Appl. Microbiol.*, 98 (6): 1400-1409.
- Pellegrini N., Serafini M., Colombi B., Del Rio D., Salvatore S., Bianchi M., Brighenti F., 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J. Nutr.*, 133 (9): 2812-2819.
- Plaza L., Sánchez-Moreno C., De Ancos B., Elez-Martínez P., Martín-Belloso O., Cano M.P., 2011. Carotenoid and Flavanone Content During Refrigerated Storage of Orange Juice Processed by High-Pressure, Pulsed Electric Fields and Low Pasteurization. *LWT - Food Science and Technology*, 44 (4): 834-839.

- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C., 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radical Biol. Med.*, 26 (9-10): 1231-1237.
- Rendueles E., Omer M.K., Alvseike O., Alonso-Calleja C., Capita R., Prieto M., 2011. Microbiological Food Safety Assessment of High Hydrostatic Pressure Processing: A Review. *LWT-Food Science and Technology*, 44 (5): 1251-1260.
- Ritz M., Pilet M., Jugiau F., Rama F., Federighi M., 2006. Inactivation of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* Using High-Pressure Treatments: Destruction or Sublethal Stress? *Lett. Appl. Microbiol.*, 42 (4): 357-362.
- Russell N.J., 2002. Bacterial Membranes: The Effects of Chill Storage and Food Processing. An Overview. *Int. J. Food Microbiol.*, 79 (1-2): 27-34.
- Sabbioni C., Mandrioli R., Ferranti A., Bugamelli F., Saracino M.A., Forti G.C., Fanali S., Raggi M.A., 2005. Separation and Analysis of Glycyrrhizin, 18 β -Glycyrrhetic Acid and 18 α -Glycyrrhetic Acid in Liquorice Roots by Means of Capillary Zone Electrophoresis. *J. Chromatogr. A*, 1081 (1): 65-71.
- Sampedro F., McAloon A., Yee W., Fan X., Geveke D.J., 2014. Cost Analysis and Environmental Impact of Pulsed Electric Fields and High Pressure Processing in Comparison with Thermal Pasteurization. *Food Bioprocess Technol.*, 7 (7): 1928-1937.
- Sarıođlan M., Cevizkaya G., 2016. Türk Mutfak Kùltürü: Şerbetler. *Sosyal Bilimler Arastirmalari Dergisi*, (14): 237-250.
- Sarr F., Tsai P.J., 2008. Effects of Acidification on PE Activity, Color and Antioxidant Properties of Cold Break Tomato Juice. *J. Food Qual.*, 31 (1): 34-47.
- Saucedo-Reyes D., Marco-Celdrán A., Pina-Pérez M.C., Rodrigo D., Martínez-López A., 2009. Modeling Survival of High Hydrostatic Pressure Treated Stationary-and

- Exponential-Phase *Listeria innocua* Cells. Innovative Food Sci. Emerging Technol., 10 (2): 135-141.
- Sayın L., Tamer C.E., 2014. Yüksek Hidrostatik Basınç ve Ultrasonun Gıda Koruma Yöntemi Olarak Kullanımı. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (1): 83-94.
- Sharma D.K., 2006. Pharmacological Properties of Flavonoids Including Flavonolignans - Integration of Petrocrops with Drug Development from Plants. J Sci Ind Res India, 65 (6): 477-484.
- Sharma H.K., Kaur J., Sarkar B.C., Singh C., Singh B., 2009. Effect of Pretreatment Conditions on Physicochemical Parameters of Carrot Juice. Int. J. Food Sci. Tech., 44 (1): 1-9.
- Sharma V., Agrawal R., 2013. *Glycyrrhiza glabra*-A Plant for the Future. Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences: 15-20.
- Shivhare U.S., Gupta M., Basu S., Raghavan G.S.V., 2009. Optimization of Blanching Process for Carrots. J. Food Process Eng., 32 (4): 587-605.
- Singh S., Shalini R., 2016. Effect of Hurdle Technology in Food Preservation: A Review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 56 (4): 641-649.
- Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16 (3): 144-158.
- Smelt J.P.P.M., 1998. Recent Advances in the Microbiology of High Pressure Processing. Trends Food Sci. Technol., 9 (4): 152-158.
- Sreedevi P., Rao P.S., Kameswari L.P., 2017. Effect of High Pressure Processing on Enzyme Inactivation and Microbial Destruction of Sugarcane Juice. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 6 (9): 2000-2006.

- Su G., Zhu S., Xu M., Ramaswamy H.S., Lin Y., Yu Y., 2016. Pressure Degradation Kinetics of Anthocyanin Pigment and Visual Color of Chinese Bayberry Juice. *Int. J. Food Prop.*, 19 (2): 443-453.
- Suthanthangjai W., Kajda P., Zabetakis I., 2005. The Effect of High Hydrostatic Pressure on The Anthocyanins of Raspberry (*Rubus idaeus*). *Food Chem.*, 90 (1-2): 193-197.
- Syed Q.A., Buffa M., Guamis B., Saldo J., 2016. Factors Affecting Bacterial Inactivation during High Hydrostatic Pressure Processing of Foods: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 56 (3): 474-483.
- Tajkarimi M., Ibrahim S.A., 2011. Antimicrobial Activity of Ascorbic Acid Alone or in Combination with Lactic Acid on *Escherichia coli* O157:H7 in Laboratory Medium and Carrot Juice. *Food Control*, 22 (6): 801-804.
- Tewari G., Juneja V., 2008. *Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation*. Blackwell, Oxford. 288 p.
- Theron M.M., Lues J.F.R., 2010. *Organic Acids and Food Preservation*. CRC Press, Boca Raton. 340 p.
- Tholozan J.L., Ritz M., Jugiau F., Federighi M., Tissier J.P., 2000. Physiological Effects of High Hydrostatic Pressure Treatments on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium*. *J. Appl. Microbiol.*, 88 (2): 202-212.
- Tohma H.S., Gulçin I., 2010. Antioxidant and Radical Scavenging Activity of Aerial Parts and Roots of Turkish Liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). *Int. J. Food Prop.*, 13 (4): 657-671.
- Tokuz G., 2002. *Gaziantep ve Kilis Mutfak Kültürü*. Gaziantep Üniversitesi Vakfı Yayını, Gaziantep. 378 p.

- Torres B., Tiwari B., Patras A., Cullen P., Brunton N., O'donnell C., 2011. Stability of Anthocyanins and Ascorbic Acid of High Pressure Processed Blood Orange Juice during Storage. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 12 (2): 93-97.
- Trujillo A.J., Capellas M., Saldo J., Gervilla R., Guamis B., 2002. Applications of High-Hydrostatic Pressure on Milk and Dairy Products: A Review. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 3 (4): 295-307.
- Tülek Y., Filizay G., 2006. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yüksek Hidrostatik Basınç Sistemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 225-231.
- Tülek Y., Filizay G., 2006a. Gıda Endüstrisinde Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (3): 369-377.
- Uzuner S., Evrendilek G.A., 2017. Impact of Pulsed Electric Fields and Heat Treatment on Quality of Licorice Drink: A Comparative Study. *International Journal of Food and Biosystems Engineering*: 97.
- Varela-Santos E., Ochoa-Martinez A., Tabilo-Munizaga G., Reyes J.E., Pérez-Won M., Briones-Labarca V., Morales-Castro J., 2012. Effect of High Hydrostatic Pressure (HHP) Processing on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds and Shelf-Life of Pomegranate Juice. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 13: 13-22.
- Vibha J., Choudhary K., Singh M., Rathore M., Shekhawat N., 2009. A Study on Pharmacokinetics and Therapeutic Efficacy of *Glycyrrhiza glabra*: A Miracle Medicinal Herb. *Botany Research International*, 2 (3): 157-163.
- Visht S., 2014. Comparison Between Different Methods for Extraction of Glycyrrhetic Acid from Licorice Stolons. *Int. J. Pharma. Prof. Res.*, 5: 958-962.
- Wagner J., Granvogl M., Schieberle P., 2016. Characterization of the Key Aroma Compounds in Raw Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) by Means of Molecular Sensory Science. *J. Agric. Food. Chem.*, 64 (44): 8388-8396.

- Wang Y.T., Liu F.X., Cao X.M., Chen F., Hu X.S., Liao X.J., 2012. Comparison of High Hydrostatic Pressure and High Temperature Short Time Processing on Quality of Purple Sweet Potato Nectar. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 16: 326-334.
- Yordanov D.G., Angelova G.V., 2010. High Pressure Processing for Foods Preserving. *Biotechnol Biotec Eq*, 24 (3): 1940-1945.
- You J., Wu H., Li G., Xia L., Zhao M., Lu S., Kong W., 2016. Ultrasound-assisted dispersive liquid–liquid microextraction method combined with HPLC-fluorescence detection for the determination of glycyrrhetic acid in liquorice and liquorice-derived food products. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 13 (2): 359-367.
- Yuste J., Mor-Mur M., Capellas M., Pla R., 1999. *Listeria innocua* and Aerobic Mesophiles during Chill Storage of Inoculated Mechanically Recovered Poultry Meat Treated with High Hydrostatic Pressure. *Meat Sci*, 53 (4): 251-257.
- Zabetakis I., Leclerc N., Kajda P., 2000. The Effect of High Hydrostatic Pressure on the Strawberry Anthocyanins. *J. Agric. Food. Chem.*, 48 (7): 2749-2754.
- Zengin S., Oktay M.M., Behçet A., Arı Y.D., Boğan M., Yılmaz S., Yıldırım C., 2013. Dönemsel Bir Akciğer Ödemi Nedeni: Meyan Şerbeti İçimi. *Gaziantep Medical Journal*, 19 (2): 99-102.
- Zhang C., Trierweiler B., Li W., Butz P., Xu Y., Rüfer C.E., Ma Y., Zhao X., 2011. Comparison of Thermal, Ultraviolet-C, and High Pressure Treatments on Quality Parameters of Watermelon Juice. *Food Chem.*, 126 (1): 254-260.
- Zhang Q., Ye M., 2009. Chemical Analysis of the Chinese Herbal Medicine Gan-Cao (Licorice). *J. Chromatogr. A*, 1216 (11): 1954-1969.
- Zhao L., Wang S.Y., Liu F.X., Dong P., Huang W.S., Xiong L., Liao X.J., 2013. Comparing the Effects of High Hydrostatic Pressure and Thermal Pasteurization

Combined with Nisin on the Quality of Cucumber Juice Drinks. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.*, 17: 27-36.

Zhu C.H., Han W., Chen Z., Han Z.Q., 2010. Statistical Optimization of Microwave-assisted Astaxanthin Extraction from *Phaffia rhodozym*. *Int Conf Biomed*, 1: 2104-2109.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Serpil ADAY

Doğum Yeri: İstanbul

Doğum Tarihi: 04.12.1982

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Lisans Öğrenimi: Anadolu Üniversitesi, İşletme Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Aday, S.,& Karagul Yuceer, Y. (2014). Physicochemical and sensory properties of mihalic cheese. *International journal of food properties*, 17(10), 2207-2227.

Aday, S., Pala, Ç. U., Çam, B. A., & Bulut, S. (2018). Storage quality and microbiological safety of high pressure pasteurized liquorice root sherbet. *LWT*, 90, 613-619.

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Aday S., Pala, Ç. U., Ayana Çam B., "Effect of Acidification on the Physicochemical Properties of Licorice Root Sherbet", International Conference 10th Aegean Analytical Chemistry Days, ÇANAKKALE, TÜRKİYE, 29 Eylül - 2 Ekim 2016, pp.114-114

Aday S., Eser A.G., Aksu H. , "Defining The Quality Criteria Of Traditional Bosnian Soka Pickles", The 2nd International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus , Struga, MAKEDONYA, 24-26 Ekim 2013, pp.372-372

Aday S., Eser A.G., Aksu H., "Traditional Tomato Jam", The 2nd International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus , Struga, MAKEDONYA, 24-26 Ekim 2013, pp.373-373

Aday S., Bilgücü E., "Kefir Tarhanası", Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, DENİZLİ, TÜRKİYE, 15-16 Kasım 2012, ss.1-1

Aday S., Yüceer Y., "Mihaliç Peyniri Üretimi ve Karakteristik Özellikleri", 1. Uluslararası Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, TEKİRDAĞ, TÜRKİYE, 15-17 Nisan 2010, pp.575-575

Aday S., Yüceer Y., "Keçi-İnek-Koyun Sütü Karışımı Kullanılarak Yapılan Mihaliç Peynirlerinin Özellikleri", Ulusal Keçicilik Kongresi, ÇANAKKALE, TÜRKİYE, 24-26 Haziran 2010, ss.35-35

Aday S., Yüceer Y., "Coğrafi İşaret ve Ezine Peyniri", Çanakkale İli Değerleri Sempozyumu, ÇANAKKALE, TÜRKİYE, 25-31 Ağustos 2008, ss.1-1

c) Katıldığı Projeler

"Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi ile Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) Şerbetinin Raf Ömrünün Arttırılması", TÜBİTAK Projesi, 114O087, Araştırmacı, 2018.

"Mihaliç Peynirinin Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi", BAP Y.Lisans, BAP-FYL-2007, Araştırmacı, 2010.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Biga Meslek Yüksekokulu, 2010-Devam Ediyor

İLETİŞİM

E-posta Adresi: serpiladay@comu.edu.tr