

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**DONDURMA YÖNTEMİ VE DEPOLAMANIN
DONDURULMUŞ KİRAZ DOMATESİN KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Atiye YAYĞAZ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 614.02.00

Sunuş Tarihi : 02.07.2015

Bornova-İZMİR

2015

Atiye YAYĞAZ tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak sunulan “Dondurma yöntemi ve depolamanın dondurulmuş kiraz domatesin kalitesi üzerine etkileri” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 02.07.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK	
Raportör Üye	: Prof. Dr. Yekta GÖKSUNGUR	
Üye	: Yrd. Doç.Dr. A. Zeki HEPÇİMEN	

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Dondurma yöntemi ve depolamanın dondurulmuş kiraz domatesin kalitesi üzerine etkileri” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

02/ 07/ 2015

Atiye YAYĞAZ

ÖZET**DONDURMA YÖNTEMİ VE DEPOLAMANIN DONDURULMUŞ
KİRAZ DOMATESİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YAYĞAZ, Atiye

Yüksek Lisas Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Temmuz 2015, 65 sayfa

Bu çalışmada dondurma yöntemi ve dondurarak depolamanın kiraz domatesin kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Kiraz domateslere aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma olmak üzere 4 farklı dondurma işlemi uygulanmıştır. Bireysel hızlı dondurma dondurulmuş kiraz domates üretiminde sanayide hâlihazırda kullanılmaktadır. Aşamalı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma ise sanayide dondurulmuş kiraz domates üretiminde kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları düşünülerek seçilmiştir. Statik dondurma ve bireysel hızlı dondurmada kiraz domatesler -20 °C’de dondurulurken, aşamalı dondurma işlemi sırasıyla 0, -10 ve -20 °C’de gerçekleştirilmiştir. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmada kiraz domatese 11 psi (22 inHg) basınçta 10 dakika vakum uygulanmış ardından -20 °C’de bireysel hızlı dondurma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Taze hammadde ve farklı yöntemlerle dondurulmuş örneklerin -20 °C’de depolanması süresince 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. aylarda pektin metilesteraz (PME) aktivitesine bağlı olarak oluşan metanol miktarı, poligalakturonaz (PG), lipoksigenaz (LOX) aktiviteleri, pH, titrasyon asitliği, likopen, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde, renk değerleri ile kabuk çatlama oranı incelenmiştir.

Depolama süresince titrasyon asitliği, pH, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde içeriğinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Kiraz domates örneklerinin 1. ay sonundaki PME aktivitesine baēlı olarak oluşan metanol miktarında taze hammaddeye göre artış belirlenmiştir. Benzer şekilde, 1. ay sonunda PG aktivitesinde aşamalı dondurma hariē diēer 3 yōntemde taze hammaddeye göre artış saptanmıştır. En fazla kabuk çatlaması, metanol üretimi ve PG aktivitesi bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde görōlmüřtür. Aşamalı ve statik dondurma uygulanan örneklerin kabuk çatlama oranları benzer bulunmuştur. Dondurarak depolama süresince metanol üretimi ve PG aktivitelerinde 1. aydan itibaren azalma belirlenmiştir. Kiraz domates örneklerinin LOX aktivitesinde 1. ayda taze hammaddeye göre önemli bir azalma meydana gelmiş, 2., 3., 4., 5. ve 6. aylarda enzimin aktivitesinde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Anahtar Kelime: Kiraz domates, aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma, statik dondurma, vakum, enzim.

ABSTRACT**EFFECT OF FREEZING METHOD AND STORAGE ON FROZEN
CHERRY TOMATO QUALITY**

YAYĞAZ, Atiye

MSc in Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Seda ERSUS BİLEK

July 2015, 65 pages

In this study, the effects of freezing methods and frozen storage on cherry tomato quality were studied.

Four different freezing treatments; progressive freezing, individual quick freezing, static freezing and individual quick freezing after vacuum treatment were applied to the cherry tomatoes. Individual quick freezing has already been used in the industry for frozen cherry tomato production. Because of usability potentials for frozen cherry tomato production, progressive, static and individual quick freezing after vacuum treatment were chosen. While tomatoes were frozen at -20 °C in static and individual quick freezing, progressive freezing was done respectively at 0, -10 and -20 °C. 11 psi (22 inHg) vacuum applied for 10 minutes, then individual quick freezing was done at -20 °C in individual quick freezing after vacuum treatment.

Samples were analyzed for methanol production related with pectin methylesterase (PME), polygalacturonase (PG), lipoxygenase (LOX) activities, lycopene, pH, titratable acidity, total dry matter, skin cracking ratio and color at raw material, 1., 2., 3., 4., 5. and 6. months of storage at -20 °C.

During storage period, titratable acidity, pH, soluble solid and total dry matter were not shown great change.

First month of frozen storage caused increase in methanol production related with PME activity. Similarly, first month of storage caused increase in PG activity except progressive freezing. Tomatoes frozen by individual quick freezing had the highest methanol production, PG activity and skin cracking ratio. Skin cracking

ratio of tomatoes frozen by progressive and static freezing was found similar. Methanol production and PG activity decreased from first month of storage. LOX activity in first month decreased significantly compared to raw material. Statistically significant difference between LOX activities of tomatoes in 2., 3., 4., 5. and 6. months of storage was not found.

Keywords: Cherry tomato, progressive freezing, individual quick freezing, static freezing, vacuum, enzyme.

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimin son yılında bana hedeflediğim yolda ilk adımı atma fırsatını vererek yaşamımda yepyeni bir kapı açan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak yetişmemi sağlayan, sadece akademik çalışmalarında değil karşılaştığım her zorlukta beni sabırla dinleyerek yol gösteren, mesleğindeki başarılarını ve hayata yaklaşımını her zaman örnek alacağım danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK'e,

İki yıl süresince birlikte çalıştığım ekip arkadaşlarım Ezgi ARSLAN, Gülay ÖZKAN, Fatih Mehmet YILMAZ ve İdil TEKİN'e,

Farklı şehirlere ve geçen yıllara rağmen hiç kopmadığım, birlikte büyüdüğüm dostlarım Esra Nur ŞAHİNALP, Neslinur COŞANDAL ve Pelin SEPTEKİN'e,

Tez çalışmam sırasında kaybettiğim benim için her zaman büyük fedakarlıklarda bulunan, adı benimle yaşayan canım babaannem Atiye YAYĞAZ'a ve ikinci ailem halalarım,

Kilometrelerce uzaktan bana her zaman destek olan canım annem Sevim YAYĞAZ ve canım babam Hasan YAYĞAZ'a,

Çalışmalarım boyunca yanımda olan canım kardeşim Gizem Gül YAYĞAZ ve sevgili arkadaşım Merve TURKUT'a,

Varlığıyla yaşamıma anlam katan M.Ferhat DEĞİRMENCİ'ye,

Sonsuz teşekkür ederim.

Atiye YAYĞAZ

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1.GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
2.1 Dondurma Yöntemleri	6
2.1.1 Soğuk hava ile dondurma	6
2.1.2 İndirekt kontakt (temas) metoduyla dondurma	8
2.1.3 Daldırarak dondurma	8
2.1.4 Kriyojenik sıvılarla dondurma	9
2.1.5 Yeni dondurma teknolojileri	9
2.2 Domates Kalitesine Etki Eden Teknolojik Anlamda Önemli Enzimler	11
2.3 Kabuk Çatlaması	15

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1 Materyal	19
3.1.1 Hammadde	19
3.2 Yöntemler	19
3.2.1 İşleme yöntemleri	19
3.2.2 Enzim analiz yöntemleri	20
3.2.3 Fiziksel analiz yöntemleri	22
3.2.4 Kimyasal analiz yöntemleri	23
3.2.5 Veri toplama ve istatistiksel analiz	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1 Dondurulmuş Kiraz Domates Örneklerine Ait Araştırma Bulguları	25
4.1.1 Enzim analizleri	25
4.1.2 Fiziksel analizler	32
4.1.3 Kimyasal analizler	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	49

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

KAYNAKLAR DİZİNİ52

ÖZGEÇMİŞ65

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Pektin molekülünün demetilasyon reaksiyonu	12
2.2. Yüksek esterleşme dereceli pektin	13
2.3. Düşük esterleşme dereceli pektin	13
3.1. Dondurulmuş kiraz domates üretimi	19
4.1. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince PME aktivitesine bağlı olarak oluşan metanol miktarı	25
4.2. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince PG aktivitelerindeki değişim	29
4.3. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince LOX aktivitelerindeki değişim	31
4.4. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince L* değerlerindeki değişim	32
4.5. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince a*/b* değerlerindeki değişim	34
4.6. Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin kabuk çatlama oranı	36
4.7. Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü	37

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.8. Bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü	38
4.9. Statik dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü	38
4.10. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü	39
4.11. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin likopen içeriğinin depolama süresince değişimi	41
4.12. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişim	45
4.13. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince toplam kuru madde içeriklerindeki değişim	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Ülkelere göre domates üretimi	2
1.2. Dondurulmuş domatese ait ihracat verileri	2
4.1. Kiraz domates örneklerinde dondurma işleminin ardından belirlenen kabuk çatlama oranları	37
4.2. Dondurulmuş kiraz domateslerin depolama süresince titrasyon asitliğindeki değişim	40
4.3. 6 aylık depolama periyodunun sonunda kiraz domates örneklerinin likopen içeriği	44
4.4. Dondurulmuş kiraz domateslerin depolama süresince pH değerlerindeki değişim	44
4.5. 1 aylık depolama periyodunun sonunda kiraz domates örneklerinin toplam kuru madde içeriği	48

1. GİRİŞ

Dondurma işlemi gıda muhafazasında en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Dondurarak muhafaza ile besin kayıpları yaklaşık %1-3 gibi minimum düzeyde tutulabilmektedir (Karabağlı ve Alpkent, 1998). Besin kaybının az olmasının yanında, kolay hazırlanması, her zaman standart biçimde bulunabilmesi, çalışan bayanların mutfakta zaman kaybetmek istememeleri, hazır yiyecekleri ve özellikle de dondurulmuş ürünleri aranan ürünler haline getirmiştir (Yönlü, 2004). Gıda maddeleri dondurma yöntemiyle işlendiğinde raf ömrü uzun, her mevsim tüketilme imkanı olan, belli bir standartta ve kolay hazırlanabilen ürünlere dönüşmektedir (ISO, 2006). Değişen yaşam koşullarına ve sağladığı avantajlara paralel olarak 1930'lu yıllardan bu yana dondurulmuş gıda üretimi hem sayı hem de çeşit bakımından önemli bir büyüme göstermiştir (Archer, 2004).

Türkiye'de yıllık kişi başı dondurulmuş gıda tüketimi 2004 yılı itibariyle 1 kg'ı aşmazken (Yönlü, 2004), günümüze gelindiğinde, kişi başı yıllık tüketim 2-3 kg'a yükselmiştir. Fakat bu değerler, ABD'de 60 kg/yıl, AB'de ise, 30 kg/yıl'ın üzerindedir (Aksakal, 2011). Diğer ülkelerle kıyaslandığında her daim taze ürünlere ulaşabilme imkanı olması nedeniyle dondurulmuş gıda tüketimi ülkemizde oldukça düşük düzeydedir.

Birçok gıda dondurularak muhafaza edilmesine karşın, dondurulmuş gıda denildiğinde tüm dünyada ve Türkiye'de akla ilk olarak dondurulmuş meyve ve sebzeler gelmektedir. Dondurulmuş meyve ve sebzelerin üretim ve tüketimi, toplam dondurulmuş gıda sektöründen yaklaşık %70-80 oranında pay almaktadır (Yurtman, 2003).

Günlük beslenme modelinin önemli bir parçası olan meyve ve sebzelerden dünyada ve ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan ve tüketilenlerden biri domatestir. 2010 yılı verilerine göre dünyada üretilen 965 milyon ton yaş sebzenin 146 milyon tonunu 4,3 milyon hektar alanda ekimi yapılan domates oluşturmaktadır (Ocaklı, 2013). Ülkemizde Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri domates üretiminde önemli potansiyele sahip bölgelerimizdir. Yıllara bağlı olarak üretim miktarları değişmekle birlikte yaklaşık 26-27 milyon ton sebze üretilmekte ve bu üretimin 10 milyon tonunu domates oluşturmaktadır (Dursun, 2013). Birleşmiş Milletler Gıda

ve Tarım Örgütü (FAO)'nın 2013 yılı verilerine göre domates üretimi yapan ilk 5 ülke ve bu ülkelerin domates üretim miktarları Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkelere göre domates üretimi (FAO, 2013).

Ülke	Domates üretimi (ton)	Değer (1000 \$)
Çin	50.552.200	18.682.273
Hindistan	18.227.000	6.736.043
ABD	12.574.550	4.647.101
Türkiye	11.820.000	3.712.971
Mısır	8.533.803	3.153.786

Ülkemizde dondurulmuş meyve sebze üretimi ihracata dayalı bir sektör olup, yüksek kapasiteli üretim yapılmaktadır. Türkiye'de üretilen dondurulmuş meyve ve sebzenin yaklaşık %70'i ihraç edilmektedir. Başlıca ihraç pazarı Avrupa Birliği ülkeleridir. ABD, Japonya ve Orta Doğu ülkeleri ise diğer önemli alıcılar arasında yer almaktadır. Doğu Avrupa ülkelerine, Balkanlara, Türk Cumhuriyetleri'ne ve Uzak Doğu ülkelerine de son yıllarda ihracat yapılmaya başlanmıştır. Japonya ve ABD diğer önemli pazarlar arasındadır (Aydın, 2010).

2010 yılı verilerine göre domates ihraç edilen yaş meyve-sebze ürünleri arasında yaklaşık 477 milyon dolarlık ihracat kapasitesi ile ilk sırada yer almaktadır (Ocaklı, 2013). Dondurulmuş domates, ülkemizde özellikle ihraç edilmek üzere üretilmektedir (Ayhan ve Coşansu, 2013). 2007, 2008 ve 2009 yıllarında dondurulmuş domatese ait ihracat verileri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Dondurulmuş domatese ait ihracat verileri (Aydın, 2010).

Yıllar	2007	2008	2009
Domates (ton)	8459	5829	5634

Dondurulmuş gıda sektörünün tüm dünyada güçlü bir büyüme göstereceği ve 2015 yılı itibariyle 142 milyar Euroluk satışa ulaşması beklenmektedir. Büyümenin itici gücü kabul edilen yaşam biçimlerindeki değişiklik ve yerel mutfaklara artan

ilgi ile birlikte söz konusu büyümenin devam edeceği öngörülmektedir (Bord Bia, 2013). Öngörülen rakamlara ulaşılmasında dondurulmuş gıda üretiminde maliyetin ve kayıpların azaltılması, yüksek kalitede dondurulmuş ürün elde edilmesi önem taşıyan bir diğer konu olarak karşımıza çıkmakta bu da dondurulmuş gıda üretiminde karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik çalışmaların yapılmasını gerekli hale getirmektedir. Donma sırasında sebze kabuğunda çatlama, renkte meydana gelen değişimler ve tekstürel kayıplar dondurarak muhafaza işleminde karşılaşılabilecek sorunlar arasında yer almaktadır.

Dondurulmuş gıda üretiminde dondurma işleminin hızı ve gerçekleştirildiği sıcaklık son ürün kalitesi açısından önemlidir. Gerek bitkisel, gerekse hayvansal kaynaklı hücreleri, hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek oluşturduğu için, hücre zarının çatlatılmadan ve sitoplazma içeriğinin yani hücre özsuynunun dışarı çıkmasına izin verilmeden, hücre yapısını bozmadan, hızlı bir şekilde dondurmak gerekmektedir (Çetin vd., 2003). Genel olarak donma hızı yüksek olduğunda küçük buz kristalleri oluşurken, yavaş dondurmada daha büyük ve daha az sayıda buz kristalleri oluşmakta ve bu nedenle hücrede daha fazla zararlanma söz konusu olmaktadır. Ancak bazen donma hızının yüksek olması veya ürünün doğrudan düşük sıcaklıklara maruz kalması “Freeze-cracking” “Donmada çatlama” olarak nitelendirilen zedelenmelere neden olabilmektedir (Erickson and Hung, 2012).

Yavaş hızda bütün halde dondurulan ürünler ise depolama esnasında düşük sıcaklıklara maruz bırakılırsa hacim genişlemesi, büzülme ve iç basınç gibi faktörlerden dolayı çatlamalar meydana gelebilmektedir (Sablani et al., 2009; Rahman, 2006; Reid, 1996). Ürün kabuklu ise ve dondurma sırasında kabuk toplam hacim artışı engelliyorsa veya üründeki iç stres, dondurulan ürünün esneme özelliğinden fazla ise donmada çatlama ortaya çıkabilmektedir (James and James, 2003; Mascheroni, 2012).

Kabuk çatlamasının önlenmesinde ön soğutma, donma hızının optimizasyonu ve aşamalı dondurma uygulamalarının etkili olduğu belirtilmektedir (Hung, 1997). Ancak literatürde kabuk çatlamasının önlenmesinde uygun dondurma yönteminin araştırıldığı, farklı dondurma yöntemlerinin ürün kalitesine etkisinin incelendiği bir

Çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, hangi yöntem ve teknik uygulanırsa uygulansın domates dondurmada günümüze kadar başarı sağlanamamıştır (Cemeroğlu, 2011).

Yukarıda belirtilen eksiklikler göz önünde bulundurularak ölkemiz ihracatında önemli bir ürün olan kiraz domates için uygun dondurma yönteminin belirlenmesi ve bu yöntemin belirlenmesi ile kabuk çatlamasının önlenmesi amaçlanmıştır. Dondurulmuş kiraz domateslerin Akdeniz tipi hazır yemeklerde, yarım kesilmiş veya halkalar halinde yurt dışındaki pizza üreticilerinde ve Almanya’da bazı salça üreticileri tarafından sos olarak kullanıldığı bilinmektedir. Dondurulmuş ürünlere artan tüketici talebi ve dondurulmuş domatesin ölkemiz açısından önemli bir ihracat sektörü olduğu da göz önünde bulundurularak sanayide karşılaşılan kabuk çatlaması ve renk kaybı problemlerinin çözümüne katkı sağlanması açısından söz konusu araştırma sonucunun önemli olduğu düşünölmüştür. Kiraz domateslerin dondurularak depolanması süresince enzim aktivitesindeki değişimin ve farklı dondurma yöntemlerinin enzim aktivitesine etkisinin incelendiği bir çalışma bulunmaması nedeniyle araştırmanın kabuk çatlaması ve renk kaybı problemlerinin çözümüne katkıda bulunmasının yanı sıra literatüre katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Tez alışması kapsamında kiraz domates (*Solanum lycopersicum*, A.) yıkama, seçme, ayıklama, boyutlandırma aşamalarının ardından 4 farklı yöntemle dondurulmuştur. Çalışmada kabuk çatlamasına etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan dondurma yöntemleri aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma (IQF), statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmadır. Bireysel hızlı dondurma ve statik dondurmada kiraz domateslere -20 °C’de dondurma işlemi uygulanmıştır. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmada kiraz domatese öncelikle 11 psi (22 inHg) basınçta 10 dakika vakum uygulanmış ardından -20 °C’de bireysel hızlı dondurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Aşamalı dondurma uygulamasında ise son sıcaklık olan -20 °C’ye üç aşamada ulaşılması için 3 farklı sıcaklık programlaması yapılmıştır. Bunun için ürün sırası ile 0, -10 ve -20 °C’de bekletilmiştir. Dondurma yöntemlerinden bireysel hızlı dondurma dondurulmuş kiraz domates üretiminde hâlihazırda kullanılan yöntem olup aşamalı, statik ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulamaları ise sanayide kullanılabilirliği düşünölerek seçilmiştir.

Taze hammaddenin ve farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domateslerin 6 aylık depolama süresi boyunca pektin metilesteraz (PME) aktivitesine baēlı olarak metanol üretim miktarı, poligalakturonaz (PG) ve lipoksigenaz (LOX) aktivitesindeki deēişimlerin yanı sıra fiziksel ve kimyasal deēişimleri de bulgulanmıştır. Bu doērultuda kiraz domateslerin pH, titrasyon asitliēi, likopen, suda çözünür kuru madde, toplam kuru madde ve renk deēerleri ile kabuk çatlama oranı incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde; dondurma yöntemleri ile ilgili bilgiler, domates kalitesine etki eden teknolojik anlamda önemli enzimler ve dondurma işleminin söz konusu enzimler üzerine etkisi, kabuk çatlaması, kabuk çatlaması sorununun çözümüne yönelik yapılan çalışmalar ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1 Dondurma Yöntemleri

Bir gıdanın dondurulması, gıdadaki ısı enerjisinin bir soğutucuya aktarılarak uzaklaştırılması suretiyle sağlanır (Cemeroğlu, 2013). Dondurma işlemi ile gıdadan uzaklaştırılan hissedilir ısı ve faz değişim ısısı ürünün sıcaklığının düşmesine ve gıdanın bünyesindeki suyun katı hale dönüşmesine neden olur. Çoğunlukla gıdanın içerdiği suyun yaklaşık %10'u dondurulamamakta ve dondurulan ürünün depolama sıcaklığında sıvı fazda kalmaktadır (Singh and Heldman, 2009).

Uygun dondurma yönteminin seçilebilmesi için gıdaya özgü nitelikler, ürünün ambalajlı olup olmadığı, ulaşılmak istenen donma hızı ve maliyet gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Dondurma yöntemleri:

- Soğuk hava ile dondurma
- İndirekt kontakt (temas) metoduyla dondurma
- Daldırarak dondurma
- Kriyojenik sıvılarla dondurma (Singh and Heldman, 2009) olarak 4 gruba ayrılabilir. Bu yöntemlerin yanında gıdaların dondurulmasında etkisi araştırılan yeni teknolojilere de değinilecektir.

2.1.1 Soğuk hava ile dondurma

Dondurma işleminde soğutucu gaz olarak genellikle, bir soğutma ekipmanının evaporatörü yardımıyla soğutulan soğuk hava kullanılır. Bu tip soğutma yöntemine soğuk hava ile dondurma denir (Cemeroğlu, 2013).

Günümüzde de en yaygın şekilde kullanılan, değişik cihazların çeşitli modifikasyonlarla kullanılabildiği en eski yöntemdir. Durgun havada dondurma ve hava akımında dondurma olmak üzere iki farklı şekilde uygulaması mevcuttur (Sun, 2012).

Durgun hava ile dondurma uygulamasında hareketsiz veya doğal konveksiyondan dolayı sağlanan çok düşük hava hızı sebebiyle soğutma odasına yerleştirilen gıda maddesinin donması çok uzun süre alır. Donma süresi, dondurulan materyalin büyüklüğüne, kullanılmış olan ambalaj materyalinin niteliğine, dondurulan üniteler arası boşluğa gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişir (Singh and Heldman, 2009).

Tez çalışması kapsamında uygulanan statik ve aşamalı dondurma yöntemleri soğuk hava ile dondurma yöntemleri arasında yer almaktadır. Uygulanan dondurma işlemlerinden statik dondurmada hammadde domatesin sıcaklığı dondurma işlemi süresince izlenmiş, hammaddenin sıcaklığının $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşması hedeflenmiştir. Aşamalı dondurma yönteminde ise son sıcaklık olan $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye üç aşamada ulaşılması için 3 farklı sıcaklık programlaması yapılmıştır. Bunun için ürün sırası ile 0, -10 ve $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilmiştir.

Hava akımında dondurma yönteminde kullanılan dondurucuların temel ilkesi ise; dondurma amacıyla kullanılan havanın, dondurulan gıda maddesi ile evaporatör arasında hızla hareket etmesidir. Fanlar yardımıyla hareket ettirilen hava evaporatör üzerinden geçerken soğur ve dondurulan ürün üzerinden hızla geçerek durgun hava ile dondurma sistemlerinde görülen yavaş donmanın aksine daha hızlı dondurulmuş ürün eldesi sağlar. Hava akımında dondurma yönteminde değişik tipte birçok dondurucu kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; tünel dondurucular, akışkan yatak dondurucular, tünel dondurucu sistemiyle çalışan spiral bantlı donduruculardır (Cemeroğlu, 2013).

Akışkan yatak dondurucularda hava akımında dondurma söz konusu olduğundan hızlı bir donma sağlanmaktadır. Her parça ayrı ayrı donduğu için ürünün blok haline dönüşmesi önlenmektedir. Bu özelliğinden dolayı bu tip dondurma işlemi bireysel hızlı dondurma (Individually Quick Freezing, IQF) olarak adlandırılmaktadır.

Bireysel hızlı dondurma uygulaması sağladığı avantajlar nedeniyle meyve ve sebzelerin dondurulmasında en çok kullanılan yöntemdir.

Bireysel hızlı dondurma, bamya ve bezelye gibi bütün haldeki sebzelerle doğranmış her türlü sebze, örneğin doğranmış yeşil fasulye küp şeklinde kesilmiş havuç ve patateslerle, halka şeklinde doğranmış soğan ve havuçların dondurulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2011).

2.1.2 İndirekt kontakt (temas) metoduyla dondurma

İndirekt kontakt (temas) metoduyla dondurma yönteminde ambalajlı ya da ambalajsız ürün soğutucu akışkan tarafından soğutulan bir ortam ile temas halinde olup, gıdanın ya da ambalajın soğutucu akışkan ile teması söz konusu değildir (Potter and Hotchkiss, 1995).

Plakalı dondurucular olarak da bilinen bu yöntem, kesikli ve sürekli olarak uygulanabileceği gibi plakaların yerleşimine göre yatay ve dikey plakalı olarak da isimlendirilebilmektedir (Aslan,1995).

2.1.3 Daldırarak dondurma

Daldırarak dondurma işleminde sıvı soğutucu olarak, bir soğutma ekipmanında soğutulmuş şeker şurubu, salamura veya gliserol çözeltisinden yararlanılır. Gıda maddeleri bu sıvılara daldırılarak dondurulduğundan, bu yönteme daldırarak dondurma denir. Dondurmada sıvılaştırılmış azot veya sıvılaştırılmış karbondioksit gibi sıvılar da kullanılmakta ve gıda maddesi bunlara da daldırılarak dondurulabilmektedir (Cemeroğlu, 2013).

Daldırarak dondurma işleminde ısı transfer ortamı olarak sıvı soğutucu kullanılması (Lucas and Raoult-Wack, 1998; Zarkadas and Mitrakas, 1999) sıvı ortamın yüksek ısı transfer katsayısı nedeniyle (Lucas et al., 1999) donma hızını arttırmaktadır (Sun and Li, 2003; Boonsumrej et al., 2007; Ribero et al., 2009; Liang et al., 2015). Daldırarak dondurma ile sızıntı kaybı azalmakta, renk ve mikroyapının bütünlüğü daha iyi korunmaktadır (Liang et al., 2015).

2.1.4 Kriyojenik sıvılarla dondurma

Kaynama noktası çok düşük olan sıvılaştırılmış gazlar kriyojenik sıvılar olarak adlandırılır. Gıdaların dondurulmasında en fazla kullanılan kriyojenik sıvılar; sıvı azot ve sıvı karbondioksittir. Çilek ve bazı üzüksü meyveler, dilimlenmiş domates ve mantar gibi bazı duyarlı gıdalardan, çok hızlı bir dondurma ile kusursuz bir ürün elde edilebilmektedir (Tamer ve ark., 2012).

2.1.5 Yeni dondurma teknolojileri

Bu bölümde yüksek basınç altında dondurma, ultrases destekli dondurma, dehidrodondurma, antifriz proteinlerin kullanımı gibi yeni teknolojiler açıklanmış ve bu teknolojilerin tek başına veya geleneksel dondurma yöntemleriyle birlikte kullanımının dondurulmuş gıdanın kalitesine etkilerinin incelendiği çalışmalara yer verilmiştir.

2.1.5.1 Yüksek basınç altında dondurma

Yüksek basınçta gerçekleştirilen dondurma işleminde yoğunluğu sıvı fazdaki sudan daha yüksek olan buz kristalleri oluşmaktadır. Faz değişimi boyunca bu buz kristallerinin hacminde artış meydana gelmemekte ve böylece dokudaki zararlanma azaltılabilmektedir (Sun and Li, 2002).

Hızlı dondurma işleminde -20 °C’de 200 MPa’lık bir basınç uygulanarak soğutma gerçekleştirilmekte ve basıncın aniden kaldırılmasıyla ürünün tamamında homojen ve hızlı buz kristalleri çekirdeklenmesi ve büyümesi kolaylaşarak çok küçük buz kristalleri oluşmaktadır (Martino et al., 1998; Kalichevsky-Dong et al., 2000; Özlü ve Atasever, 2007). Yüksek basınç uygulanarak dondurulan ürünlerde hava akımında veya kriyojenik sıvılarla dondurma işlemi uygulanan ürünlerin aksine küçük ve homojen buz kristallerinin oluştuğu rapor edilmiştir (Martino et al., 1998). Literatürde hava akımında dondurmaya kıyasla yüksek basınçta dondurma ile mikroyapının daha iyi korunduğunun belirtildiği bir çalışma da mevcuttur (Chevalier et al., 2000). Yüksek basınç (200 MPa, 300 MPa ve 400 MPa) ile dondurulan havuç örneklerinin dokusal özelliklerinin geliştirilmesinde uygulamanın etkili olduğu bildirilmiştir (Fuchigami et al., 1997a; 1997b).

Literatürde yüksek basınç uygulamasının buz kristallerinin homojen dağılımının gerektiği ve standart dondurma işlemleri kullanılarak dondurulduğunda çatlak oluşumunun görülebileceği ürünlerde kullanılabileceğinin belirtildiği çalışmalar bulunmakla birlikte (Martino et al., 1998; Otero et al., 2000) basıncın etkisiyle meyve ve sebzelerin tekstür ve su tutma özelliğinin gelişip gelişmediğinin kesin olmadığını belirten bir çalışma da mevcuttur (Cheftel et al., 2002).

2.1.5.2 Ultrases destekli dondurma

Ultrases çekirdeklenmenin başlangıcında ve daha sonraki kristal büyüme aşamasında etkin bir rol oynamakta ve çok daha hızlı bir çekirdek oluşumu sağlamaktadır. Ultrases uygulamasının etkisiyle kristalizasyonun başlangıcı ile buz kristali oluşumunun tamamlanması arasında geçen süre kısaltarak hücre yapısında meydana gelen zararlanma azalmaktadır. Ultrases destekli dondurma işleminin (düşük frekans ve yüksek gerilim) kristalizasyonun kontrolünde etkili olduğu kanıtlanmıştır (Li and Sun, 2002) .

Ultrases destekli dondurma işleminin uygulandığı bir çalışmada ultrasonun patatesin daldırarak dondurulmasında donma hızına etkisi araştırılmış ve 15,85 W'luk 2 dakikalık ultrason uygulaması ile en yüksek hızın elde edildiği bildirilmiştir. Dondurma işlemi süresince faz değişimi periyodunda ultrason uygulaması ile donma hızında artış tespit edilmiştir (Li and Sun, 2002).

2.1.5.3 Dehidrodondurma

Gıdadan dondurma işlemi öncesinde bir miktar su uzaklaştırılması ardından dondurma işlemi uygulanması dehidrodondurma olarak adlandırılmaktadır. Dondurma öncesi gıdanın içerdiği su miktarının azaltılması ile taşıma, ambalajlama giderleri azalırken, daha az sayıda ve daha küçük (viskozite artışı nedeniyle) buz kristalleri oluşmakta, donma süresi kısaltmakta ve böylece gıdanın dokusu daha az zarar görmektedir (Pham, 2008).

2.1.5.4 Antifriz (donma önleyici) protein kullanımı

Antifriz proteinler ilk olarak buzullarla kaplı göllerde yaşayan balıkların kanında saptanmış (DeVries and Wohlschlag, 1969; Scholander et al., 1957;

Scholander et al., 1953) ardından bazı böcek, bitki ve mikroorganizma türlerinde de benzer fonksiyona sahip proteinlerin bulunduğu (Griffith and Ewart, 1995) tespit edilmiştir (Gaukel et al., 2014).

Antfriz proteinlerin depolama sırasındaki sıcaklık dalgalanmaları nedeniyle meydana gelen kristal büyümesinin önlenmesinde gıda endüstrisinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir (Warren et al., 1992). Ancak yöntemin maliyetinin yüksek oluşu ve gıdalarda kullanımında ne gibi etkiler yaratacağı ile ilgili kapsamlı çalışmalar bulunmadığından bu konuda daha detaylı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

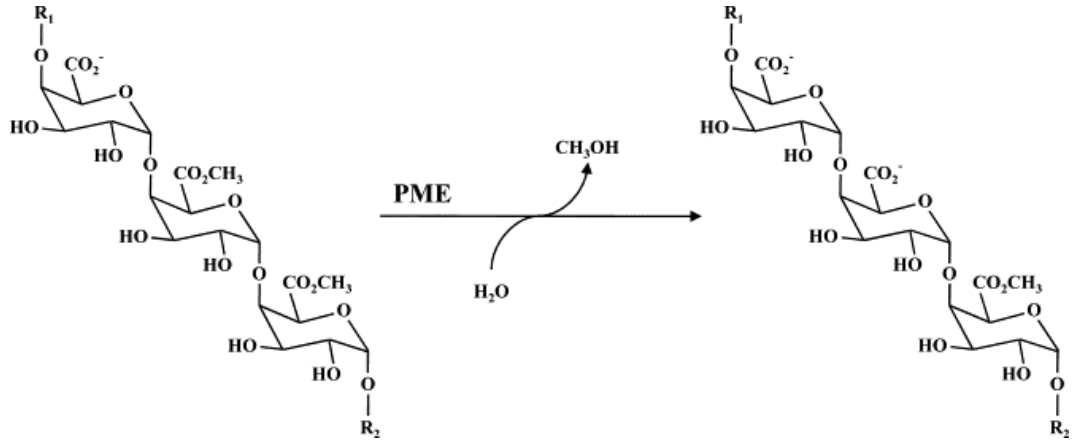
2.2. Domates Kalitesine Etki Eden Teknolojik Anlamda Önemli Enzimler

Enzimlerin çok azı hücrede serbest halde, çoğu ise hücre içi elemanlarının membranlarına veya hücre duvarlarına zayıf iyonik veya güçlü kovalent bağlarla bağlı olarak bulunmaktadır. Bu durum enzim ve substratların bir araya gelişini belirli ölçüde kısıtlayan ve hücredeki enzim aktivitesini kontrol altında tutmaya yarayan bir mekanizmadır. Ancak gıda işleme yöntemlerinin etkisiyle enzimler substratlarıyla serbest ve kontrolsüz bir şekilde bir araya gelmektedirler (Cemeroğlu, 2011; Yemenicioğlu ve Cemeroğlu, 1998). Söz konusu yöntemlerden biri olan dondurma işlemi süresince kalite üzerine etkili birçok enzimin aktivitesi devam etmektedir (Zaritzky, 2000). Bu nedenle dondurarak depolama süresince meydana gelen lipid oksidasyonu, enzimatik esmerleşme, tat bozuklukları, protein denatürasyonu, pigmentlerin ve vitaminlerin degradasyonu gibi kimyasal değişiklikler büyük ölçüde enzimlerin katalizlediği reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır (Hendrickx et al., 2006).

Taze domateste (*Solanum lycopersicum*) bulunan ve teknolojik anlamda en önemli enzimler pektin metilesteraz (PME), poligalakturonaz (PG) ve lipoksigenaz (LOX) dır (Shook et al., 2001). Pektik bileşiklerin parçalanmasını katalizleyen enzimler olan PME ve PG, domates ve domates ürünlerinde tekstürel ve reolojik değişikliklere neden olmaktadır. LOX enzimi tarafından katalizlenen oksidasyon reaksiyonları ise renk ve lezzeti önemli ölçüde etkilemekte domates ve domates ürünlerinde istenmeyen lezzet oluşturmaktadır (Ersus Bilek ve Yayğaz, 2014).

Bitki hücrelerinin hücre duvarının başlıca bileşeni olan pektin, α -D-galakturonik asit moleküllerinin α -1,4 glikozidik bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluşan poligalakturonik asit zinciridir (Yener, 2007). Pektin molekülünün yapısında poligalakturonik asit, ramnogalakturonik asit, galaktanlar ve arabinogalaktanlar bulunmaktadır (Celestino et al., 2006). Pektin molekülü bitkinin golgi cisimciğinde sentezlenmektedir.

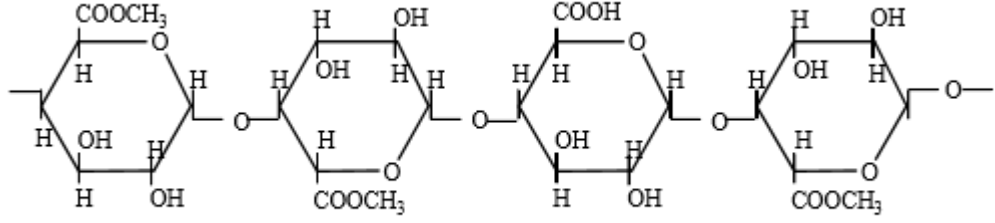
PME enziminin aktivite göstermesi ile meydana gelen bölgesel pH düşüşü otoliz ve büyümede rol oynayan enzimleri aktive ederek hücre duvarının genişlemesini sağlar. Reaksiyonun ilerlemesi halinde tüm metoksil grupları hidrolizlenir ve bu reaksiyonların sonucunda poligalakturonik asit ve metanol meydana gelir (Özler, 2009). PME enzimi tarafından katalizlenen demetilasyon reaksiyonu Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



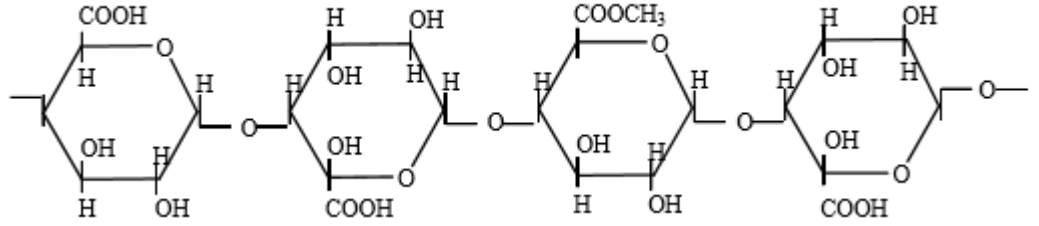
Şekil 2.1. Pektin molekülünün demetilasyon reaksiyonu (Jolie et al., 2010).

PME enzimi sertlik, viskozite, renk stabilitesi, berraklık ve son ürün verimi üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir (Giner et al., 2000). Ayrıca, PME enzimi domateste bulunan ısıya en dirençli pektolitik enzim olduğundan ısı uygulaması ile gerçekleştirilen inaktivasyon çalışmalarında indikatör enzim olarak kabul edilmektedir (Yıldız and Baysal, 2006). Domateste diğer birçok meyve ve sebzelerde olduğu gibi pektin, yüksek esterleşmiş formda (Şekil 2.2) sentezlenmiştir. PME enziminin aktivitesi sonucu pektin molekülünün esterleşme derecesi değişmektedir.

PME enzimi ile oluşan düşük esterleşme derecesine sahip pektin (Şekil 2.3) dokuda bulunan poligalakturonaz enzimi ile depolimerize edilir (Yemenicioğlu ve Cemeroğlu, 2004). Bunun sonucunda intraselüler yapışkanlık ve doku sertliği azalmaktadır (Alonso et al., 1995).



Şekil 2.2. Yüksek esterleşme dereceli pektin (%75) (Acar ve Gökmen, 2004; Özler, 2009)



Şekil 2.3. Düşük esterleşme dereceli pektin (%25) (Acar ve Gökmen, 2004; Özler, 2009)

PME açısından zengin domateste enzimin çeşitli izoformları mevcuttur (Anthon and Barrett, 2010; Gaffe et al., 1994; Warrilow et al., 1994; Lee and Macmillan, 1968). İşlem görmemiş üründe PME ve esterleşmiş pektinin bir arada bulunduğu ancak enzim ile substratını birbirinden ayıran farklı hücresel bölgelerin olduğu belirtilmiştir. Domatesin dokusu herhangi bir nedenle zarar gördüğünde enzim ve substrat bir araya gelmektedir (Anthon and Barrett, 2010).

Pektin molekülünü PG enziminin substratı haline getiren ve dolayısı ile yumuşama olayının temelini oluşturduğu belirtilen PME (Yemenicioğlu ve Cemeroğlu, 2004) bazı ürünlerde yetersiz haşlama işlemi sonucu sertleşmeye neden olabilmektedir. Sertleşme yetersiz ısı işlem nedeniyle inaktive edilemeyen PME'nin metil gruplarını parçalaması sonucu oluşan karboksil gruplarının divalent metal iyonları yardımıyla çapraz bağlar oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Yetersiz haşlama işleminin ardından dondurularak muhafaza edilen ürünlerde sert bir doku

problemi ile karşılaşılmaktadır (Cemeroğlu, 2011). Dolayısıyla son ürün özelliklerinde istenen dokusal özelliklerin optimize edilebilmesi için pektin metilestereaz ve poligalakturonaz enzimlerinin aktivitesinin kontrollü bir şekilde sağlanması veya enzimlerin tamamen inaktivasyonu gereklidir (Ersus Bilek ve Yayğaz, 2014).

Domates ve domates ürünlerinde kalite üzerine etkili bir diğer enzim grubu olan lipoksigenazlar demir içeren dioksijenazlar olup; cis,cis-1,4 pentadien yapısına sahip linoleik asit gibi çoklu doymamış yağ asitlerini konjuge cis, trans-dienoik hidroperoksitlere katalize etmektedirler (Yüksel vd., 2011; Baysal and Demirdöven, 2007).

Domates ve diğer birçok gıdada aroma bileşikleri uçucu aldehytlerdir. Karakteristik domates lezzetinden sorumlu bileşen olan linoleik asitin (ya da diğer ω -3 yağ asitlerinin) yıkıma uğraması ile oluşan cis-3-hekzanaldır (Tandon et al., 2001; Buttery et al., 1987). Lipit kökenli uçucu aldehytler bütün haldeki domatesteki düşük miktarda bulunmakta olup domatesin homojenizasyonu ile cis-3-hekzanal miktarı artmaktadır (Buttery et al., 1987). LOX enzimi domates homojenizatında uçucu aldehytlerin oluşumundan sorumlu enzimlerden birisidir (Hatanaka, 1993; Galliard et al., 1977). Lipoksigenaz enzimi varlığında yağ asitleri okside olarak hidroperoksi türevlerine dönüşmektedir.

LOX karotenoidlerin oksidatif parçalanmasını teşvik etmektedir. Ancak bu etkinin doğrudan olmadığı, lipoksigenazın öncelikle yağ asidinin oksidasyonunu katalizlediği ve oluşan peroksitlerin karotenoidlerle reaksiyona girdiği belirtilmiştir (Schwartz and Von Elbe, 1996). Enzimin oksijen, su aktivitesi, ısı ve bazı metaller, peroksit radikal oluşumunu katalizlemesi nedeniyle bu faktörlerin, karotenoid oksidasyonunda rol oynadığı bildirilmektedir (Simpson, 1985).

Domates suyunun depolaması sürecinde LOX aktivitesi ile esansiyel yağ asitlerinin yıkıma uğraması sonucu istenmeyen lezzet oluşabilmektedir. Ayrıca, reaksiyon sonucunda oluşan hidroperoksitler ve serbest radikaller vitamin ve proteinlerin parçalanmasına neden olabilmektedir. Domates suyunda LOX aktivitesi son üründe istenen özelliklere bağlıdır. Eğer ürünün uzun raf ömrüne sahip olması isteniyorsa LOX aktivitesi minimum olmalıdır. Taze domates

lezzetine sahip ve buzdolabı sıcaklığında kısa bir süre muhafaza edilecek domates suyu üretiminde ise LOX aktivitesi uzun raf ömrüne sahip domates suyundan daha yüksek olabilmektedir (Min et al., 2003).

Baysal ve Yıldız (2006) tarafından yapılan çalışmada LOX aktivitesinin dondurulmuş küp şeklindeki domateslerde renk kaybına yol açtığı bildirilmiştir. LOX enziminin aktivitesi dondurarak depolama süresince araştırılmış ve enzimin aktivitesinin depolama süresince arttığı tespit edilmiştir. Renk kaybını önlemek için küp şeklindeki domates modifiye nişasta ile kaplanmış, nişasta ile kaplanmış örneklerde LOX aktivitesinin azaldığı böylece domates örneklerinin renginin kontrol örneklerine göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada haşlama işlemi uygulanmadan üretilen domates püresi -7 ve -18 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Bu örneklerde 130 günlük depolama boyunca LOX enzimin aktivitesinin gittikçe azaldığı ve bu süre uzatıldığında herhangi bir kalıntı aktivite tespit edilmediği bildirilmiştir (Calligaris et al., 2002).

Barrett ve Theerakulkait (1995) tarafından yapılan çalışmada ise tane mısırın LOX aktivitesinin donma noktasının altındaki sıcaklıklarda depolama süresince azaldığı ancak çok uzun süreli depolamada bile kalıntı enzim aktivitesinin gözlemlendiği saptanmıştır.

Çeşitli araştırmalarda dondurarak depolama süresince LOX enziminin aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir (Barrett et al., 2000; Lisiewska and Kmiecik, 2000; Barret and Theerakulkait, 1995; Hemeda and Klein, 1991).

2.3. Kabuk Çatlaması

Su yönünden zengin bir gıda dondurulduğunda sertliği artmakta ve büyük bir hacim artışı meydana gelmektedir. Her iki değişiklik gıdada strese neden olmakta ve çatlamalar oluşabilmektedir (Pham et al., 2006).

Dondurma işleminde hücre içerisinde oluşmuş buz kristallerinin hacimlerinin artışı hücrede gerilime neden olmaktadır. Böylece hücre, yer yer büzüşme yer yer gerilim etkisinde kaldığından mekanik bir zedelenmeye uğrayıp çatlamaktadır.

Donma hızının yüksek olması veya ürünün doğrudan düşük sıcaklıklara maruz kalması “Freeze-cracking” “Donmada çatlama” olarak nitelendirilen zedelenmelere neden olabilmektedir (Erickson and Hung, 2012).

Yavaş hızda bütün halde dondurulan ürünler depolama esnasında düşük sıcaklıklara maruz bırakılırsa hacim genişlemesi, büzülme ve iç basınç gibi faktörlerden dolayı çatlamalar meydana gelebilmektedir (Sablani et al., 2009; Rahman, 2006; Reid, 1996). Ürün kabuklu ise ve dondurma sırasında kabuk toplam hacim artışını engelliyorsa veya ürünlerdeki iç stres, dondurulan ürünün esneme özelliğinden fazla ise donmada çatlama ortaya çıkabilir (James and James, 2003; Mascheroni, 2012). Mevcut literatür çalışmalarında kabuk çatlaması problemi genellikle suyun faz değişimine bağlı olarak meydana gelen hacim değişimi ile açıklanmıştır. Çatlamaların muhtemelen katılaşmanın ardından meydana gelen düzensiz kontraksiyondan kaynaklandığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Reeve and Brown, 1968; Wolford and Brown, 1965).

Sebok et al. (1994) çatlamaların büyük oranda hacim artışından kaynaklandığını, düzensiz kontraksiyonun ikincil bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Kim and Hung (1994) tarafından yapılan çalışmada ise 22 farklı üründe yoğunluk, Poisson katsayısı, esneklik modülü, ağırlık, porozite, şekil (eksenel oran) ve nem içeriğinin kabuk çatlaması üzerine etkisini incelenmiştir. Ağırlık, nem içeriği, yoğunluk, porozite, Poisson katsayısı ve esneklik modülünün kabuk çatlaması üzerine belirgin bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında kabuk çatlamasının görülmesinde nem içeriğinin en etkili değişken olduğu bildirilmiştir. Gıdanın nem içeriğinin yüksek olması durumunda dondurma ile meydana gelen hacim artışı da fazla olmakta ve ürün çatlamalara daha duyarlı hale gelmektedir (Erickson and Hung, 2012). Ancak %87 nem içeriğine sahip elma kriyojenik dondurma işlemi ile çatlamazken elmadan daha düşük nem içeriğine sahip mozzarella peyniri (%45 nem) ve margarin (%35 nem) çatlamıştır. Bu durum kabuk çatlamasında birbiriyle bağlantılı birden çok fiziksel faktörün etkili olması ile açıklanmıştır (Erickson and Hung, 2012).

Joy and Lada (2006) tarafından dondurulmuş, kabuğu soyulmuş, kesilmiş havuç üretiminde bireysel hızlı dondurma ardından dondurarak depolamanın sonucunda çatlak oluşumunun meydana geldiği ve bu problemin ürünün kabul edilebilirliğinde, kalitesinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Ürünün boyutunun kabuk çatlamasında etkili olduğu ve büyük havuç parçalarının çatlamaya daha duyarlılığı olduğu saptanmıştır. Söz konusu durumun nedenini tam olarak bilinmemekle beraber, büyük parçaların aşırı olgunlaşmış, daha az elastik olabileceği ve bu nedenle dokunun genişlemesini engellemiş olabileceği, bu nedenle daha fazla çatlak oluşmuş olabileceği üzerinde durulmuştur. Nem içeriğinin yüksek olmasının kabuk çatlamasını arttırdığı ve bu nedenle ürünün işlenme sürecinde kabuk çatlamasının azaltılabilmesi için daha etkili bir kurutma işlemine ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir.

Hacim artışı ve mikro yapıdaki boşlukların miktarı dondurma işlemi ile meydana gelen mekanik zararın derecesini etkileyen ana faktörlerdir (Fennema and Powrie, 1964). Üründe oluşan çatlağın derecesi gıdanın nem içeriği, kompozisyonu ve bağlı su miktarı gibi birçok faktöre göre değişiklik göstermektedir (Hung and Kim, 1996).

Dondurma işleminin neden olduğu çatlaklar sadece yüzeyde oluşabilmekte veya ürünün iç kısmının çatlayıp çatlağın yüzeye doğru ilerlemesi şeklinde meydana gelebilmektedir. Yüzeyde meydana gelen çatlaklar temel olarak dondurma ortamı ve ürünün yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çatlak tipi genellikle yüzeyde çok sayıda küçük çatlak şeklinde oluşmaktadır. Pürüzlü yüzeye sahip dondurulmuş ürünler (örneğin sığır etinden yapılmış köfte) ve dondurma işleminin ardından kaplanan ürünlerde görülen yüzey çatlakları ekonomik açıdan önem taşımayabilmektedir. Dondurulan gıdanın iç kısmında oluşan çatlaklar ise genellikle az sayıda olup büyüme eğilimindedir. Üniform ürünlerde rastgele gelişir ve genellikle gıdanın en dayanıksız bölgesinden başlayan çatlak oluşumu görülür (Erickson and Hung, 2012).

Literatürde ön soğutma (James and James, 2003; Mascheroni, 2012), donma hızının optimizasyonu ve aşamalı dondurma (Shi et al., 1995) uygulamalarının kabuk çatlamasının önlenmesinde etkili olabileceği belirtilmiştir (Erickson and

Hung, 2012). Ön soğutma uygulamasının etkisi, ürün sıcaklığı ile dondurma sıcaklığı arasındaki farkın azalmasını sağlaması ve ürünün merkezi ile yüzeyi arasındaki donma süresi farkını azaltması ile açıklanmıştır (James and James, 2003; Mascheroni, 2012).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

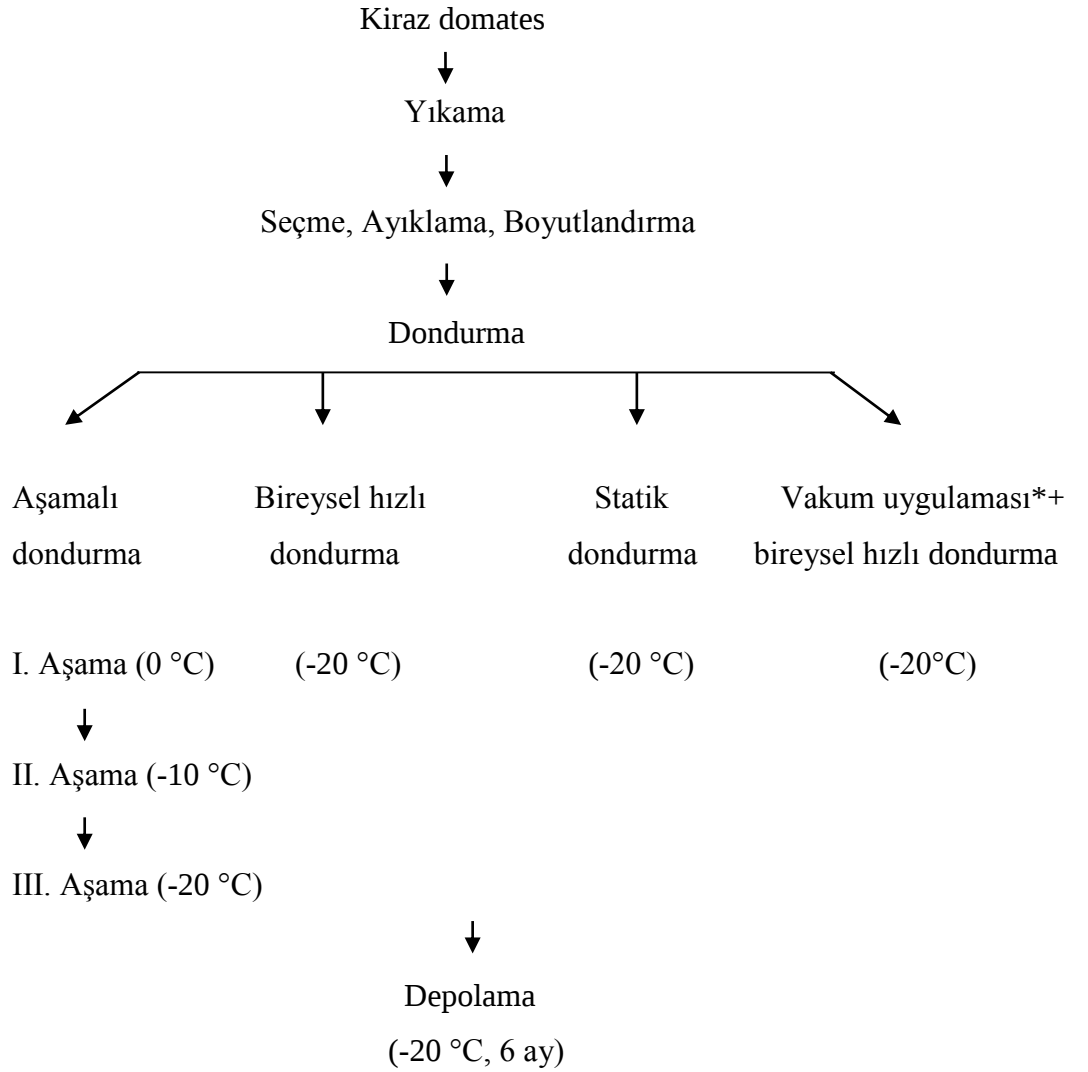
3.1 Materyal

3.1.1 Hammadde

Dondurma işleminde hammadde olarak kullanılan kiraz domates (*Solanum lycopersicum*, A.) Özgörkey Gıda Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş., İzmir firmasından Ağustos ayında tedarik edilmiştir.

3.2 Yöntemler

3.2.1 İşleme yöntemleri



Şekil 3.1 Dondurulmuş kiraz domates üretimi

*Vakumlu etüvde 11 psi (22 inHg) basınçta, 10 dakika vakum uygulaması

Aşamalı dondurma için gerekli ortam sıcaklıkları Beko (7121Y) marka buzdolabı ve Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Pilot Tesisi'nde bulunan soğuk hava deposu ile sağlanmıştır.

Kiraz domateslerin bireysel hızlı dondurulmasında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Tesisi'nde bulunan Frigoscandia (İsveç) markalı IQF kullanılmıştır.

Statik dondurma işlemi Bosch Nofrost (KDN53NW20N) marka buzdolabında gerçekleştirilmiştir.

Kiraz domateslere vakum uygulamasında Nüve (EV018) marka vakumlu etüv kullanılmıştır.

Örnekler Bosch Nofrost (KDN53NW20N) marka buzdolabında depolanmıştır.

Kiraz domatesler 6 aylık dondurarak depolama süresince PET/PET/PE (12/12/75 µm) toplam kalınlığı 110 µm olan ambalaj içerisinde muhafaza edilmiştir.

3.2.2 Enzim analiz yöntemleri

Hammaddede (işlem görmemiş) ve altı aylık depolama süresi boyunca tüm örnek gruplarında pektin metilesteraz (PME) aktivitesine bağlı olarak metanol üretim miktarı, poligalakturonaz (PG) ve lipoksigenaz (LOX) aktivitesi belirlenmiştir. Dondurulmuş örnekler buzdolabı sıcaklığında çözündürülmüş, örnek hazırlama aşamalarında ise örnekler buz içerisinde muhafaza edilmiştir.

3.2.2.1 Metanol üretim miktarı tayini

Pektin metilesteraz (PME) aktivitesine bağlı olarak belirlenen metanol üretim miktarı, Anthon and Barrett (2004)'te verilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. PME aktivitesi sonucu metanol oluşmakta ve bu yöntem

metanol üretiminden yola çıkılarak enzimin aktivitesinin saptanmasına dayanmaktadır (Anthon and Barrett, 2004).

Metanol üretim miktarının belirlenmesinde domates örneği 0,1 M sodyum fosfat tamponu (pH 2,0) ve 1 g/L SDS ile homojenize edilmiştir. Domates homojenatı 16,000xg'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve elde edilen supernatant analizde kullanılmıştır. 90 µl 0,1 M fosfat tamponu (pH 7,5), 10 µL alkol oksidaz ve supernatant ile inkübe edilmiştir. Ardından purpald eklenerek inkübasyona devam edilmiştir. Son hacim 1 ml'ye tamamlanarak 550 nm'deki absorbans ölçülmüştür.

3.2.2.2 Poligalakturonaz (PG) aktivitesi tayini

Poligalakturonaz (PG) aktivitesi, Gross (1982) tarafından geliştirilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir.

Örneklerin homojenizasyonunda 0,1 M fosfat tamponu ve 2 M NaCl içeren homojenizasyon tamponu kullanılmıştır. Eşit miktarda örnek ve homojenizasyon tamponu içeren karışım 16,100xg'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiş ardından elde edilen berrak supernatant tuz giderme işlemine tabi tutulmuştur.

Substrat çözeltisi 0,1 M sodyum asetat ve 2 mg/ml etanolle yıkanmış poligalakturonik asit içermektedir. 200 µl poligalakturonik asit substratı ve örnek 30 °C'de inkübe edilmiştir. Standart kurve için 4 mM galakturonik aside aynı işlemler uygulanmıştır. Standartlar ve örneklerin 276 nm'de kuvars küvette absorbansı ölçülmüş ve standart kurveden ne kadar galakturonik asit üretildiği hesaplanmıştır.

3.2.2.3 Lipoksigenaz aktivitesi tayini

Lipoksigenaz aktivitesinin belirlenmesinde Anthon and Barrett (2003)'te verilen yöntem bazı modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır.

LOX aktivitesi tayininde substrat olarak linoleik asit kullanılmış, substrat çözeltisi linoleik asit ve Tween-20 eklenerek hazırlanmıştır. Ardından 0,6 ml 1N

NaOH eklenmiş ve son hacim 25 ml'ye distile su ile tamamlanmıştır. Substrat küçük hacimlere ayrılarak -20 °C'de depolanmıştır.

Örneklerin homojenizasyonunda 0,1 M fosfat tamponu ve Triton X-100 içeren homojenizasyon tamponu kullanılmıştır. Kiraz domatesten enzim ekstraksiyonunda eşit miktarda örnek ve soğuk (+4 °C) homojenizasyon tamponu ile karıştırılmış ve 10000xg'de santrifüj edilmiştir.

Supernatant 0,1 M sodyum fosfat tamponu kullanılarak tuz giderme işlemine tabi tutulmuştur. 20 µl linoleik asit substratı ve 1 ml 0,1 M fosfat tamponu (pH 6,5) içeren kuvars küvet içerisine tuzu giderilmiş örnekten eklenerek reaksiyon başlatılmış ve 234 nm dalga boyundaki absorbans artışı izlenmiştir. Yöntem 234 nm'de linoleik asitten konjuge dien oluşumunun tespit edilmesine dayanmaktadır (Axelrod et al., 1981). Absorbans-zaman grafiğinin eğiminden hesaplanan enzim aktivitesi µmol/g taze ağırlık/dakika olarak gösterilmiştir.

3.2.3 Fiziksel analiz yöntemleri

3.2.3.1 Renk tayini

Hammadde ve dört farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama süresi boyunca CIELAB renk değerleri (L*, a*, b*) HunterLab ColorFlex model renk ölçüm cihazı (Management Company, USA) kullanılarak ölçülmüştür.

L*, a*, b* CIE (Comission Internationale de L. Clairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından kabul edilen uluslararası renk uzayıdır. CIE Lab değerlerinden L* parlaklığı temsil etmekte olup 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. a*değeri, -a* ile yeşil +a* ile kırmızılığı gösterirken; b* değeri, -b* ile mavi +b* ile sarılığı göstermektedir.

3.2.3.2 Kabuk çatlama oranı

Dondurma işlemi sonrası belirli sayıda kiraz domates örneğinden kabuk çatlaması görülenlerin sayılması ile bulunan çatlak domates sayısının örnek sayısına oranlanması ile tespit edilmiştir.

3.2.4 Kimyasal analiz yöntemleri

3.2.4.1 Asitlik tayini

Örnekler titrasyon asitliğinin belirlenmesi için öncelikle miktarı belirli saf su ile homojenize edilmiştir. Ayarlı 0,1 N NaOH ile pH 8,1'e gelene kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliği, seyreltme faktörü de göz önünde bulundurularak susuz sitrik asit cinsinden "g/100 g" olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.2 Likopen tayini

Hekzan:etanol:aseton (2:1:1) kullanılarak kiraz domatesten likopen ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş ve ekstraktın absorbansı spektrofotometrede 503 nm'de okunarak likopen içeriği belirlenmiştir (Pieper and Barrett, 2009; Sadler et al., 1990).

3.2.4.3 pH tayini

Örneklerin pH değerleri WTW-Inolab markalı pH-metre kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.4 Suda çözünür kuru madde tayini

Örneklerin suda çözünür kuru madde (°Briks) içeriği dijital refraktometre (RFM 330 Bellingham+Stanley Limited, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.5 Toplam kuru madde tayini

Homojen olarak küçük parçalara ayrılan kiraz domates örneklerinin kuru madde içeriği gravimetrik olarak AOAC'de yer alan 934.06 no'lu metoda göre vakumlu etüv (Nüve EV 018, Türkiye) kullanılarak belirlenmiştir. Sabit tartıma gelen örnekler 0,0001 g hassasiyetteki analitik terazi kullanılarak tartılmış ve kuru madde miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

3.2.5 Veri toplama ve istatistiksel analiz

Tüm analizler tekrarlar halinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler SPSS 13.0 programı kullanılarak istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Önemli olan farklılıklar için Duncan çoklu testi kullanılarak $\alpha=0,05$ önem düzeyinde inceleme yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde materyal olarak kullanılan kiraz domatesin taze hammadde, 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domatesin depolama süresince 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. aylarda gerekli örneklemeler yapılarak uygulanmış olan enzim analizleri ile kimyasal ve fiziksel analizlerin sonuçları verilmiştir.

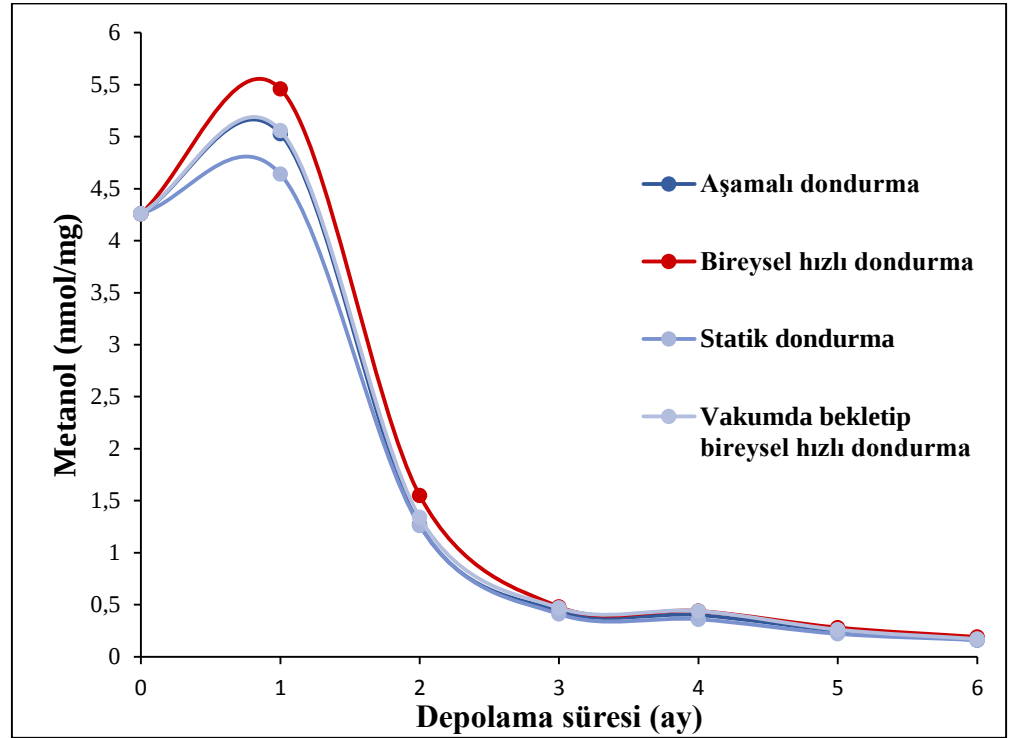
4.1 Dondurulmuş Kiraz Domates Örneklerine Ait Araştırma Bulguları

4.1.1 Enzim analizleri

4.1.1.1 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin metanol üretim miktarlarındaki değişimler

Taze kiraz domates hammaddesinde PME aktivitesine bağlı olarak oluşan metanol miktarı $4,26 \pm 0,2$ nmol/mg'dır.

Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca PME aktivitesine bağlı olarak oluşan metanol miktarı Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince PME aktivitesine bağlı olarak oluşan metanol miktarı

Depolamanın 1. ayının sonunda 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin PME aktivitesine bağlı olarak oluşturduğu metanol miktarı taze kiraz domates hammaddesi ile kıyaslandığında metanol oluşumunda dolayısı ile PME aktivitesinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. 1 aylık depolama sonunda aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin PME aktivitesine bağlı olarak oluşturduğu metanol miktarı taze hammaddeye göre %18,1 artmıştır. Bireysel hızlı dondurma uygulanan örnekler için metanol oluşumunda %28,16 artış görülürken, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde sırasıyla %8,92 ve %18,78 artış söz konusudur. 1 aylık depolama süresi boyunca 4 yöntem için belirlenen metanol üretim miktarları ile taze kiraz domatesin metanol üretim miktarı arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Tez çalışması kapsamında kullanılan 4 farklı dondurma yöntemi ile dondurulan kiraz domateslerin 1 aylık depolama sonundaki metanol üretim miktarları kıyaslandığında ise dondurma yönteminin metanol üretimi dolayısı ile enzim aktivitesi üzerine belirgin bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Literatürde dondurma yönteminin, dondurma hızının enzim aktivitesine etkisinin incelendiği bir çalışma bulunmamakla birlikte bu konudaki bilgiler hücresel olmayan model sistemler kullanılarak donma hızının enzim aktivitesine etkisinin belirlenmesi ile sınırlıdır (Parkin, 2013). Hücresel olmayan model sistemde invertaz enziminin aktivitesinin donma hızı düşük olduğunda daha yüksek olduğu, buna karşın myosin ATPaz enziminin donma hızı yüksek olduğunda daha stabil olduğu bildirilmiştir (Fennema, 1975). Bu farklılığın enzimlerin makromoleküler yapıdaki organizasyonundan ve mikroçevresel faktörlerden kaynaklanıyor olabileceği belirtilmiştir (Parkin, 2013; Fennema, 1975).

Kiraz domates örneklerinin metanol üretim miktarı 1 aylık depolama sonunda azalmaya başlamıştır. 2. ayda aşamalı ve statik dondurma uygulanan domates örneklerinin metanol üretim miktarı taze hammaddeye göre yaklaşık %70 azalmıştır. Bireysel hızlı dondurma uygulanan domates örneklerinde söz konusu azalma yaklaşık %64, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde ise %68 olarak belirlenmiştir. 3. ay sonunda metanol üretim miktarı aşamalı dondurmada $0,44 \pm 0,004$ nmol/mg, bireysel hızlı dondurmada $0,48 \pm 0,025$ nmol/mg, statik dondurmada $0,41 \pm 0,016$ nmol/mg, vakumda bekletip bireysel hızlı

dondurmada $0,47 \pm 0,013$ nmol/mg'a düşmüştür. 6. ayda 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domateslerin metanol üretim miktarları kıyaslandığında yöntemler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama süresi boyunca ölçülen metanol üretim miktarları ile taze hammaddenin metanol üretim miktarı kıyaslandığında depolamanın metanol üretimi dolayısı ile PME aktivitesi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma ve statik dondurma işlemleri uygulanan kiraz domates örneklerinin depolamanın 1., 2. ve 3. aylarındaki metanol üretim miktarları birbirinden farklı olup, 3. ay ile 4. ay, 4. ay ile 5. ay, 5. ay ile 6. aydaki metanol üretim miktarları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmada ise taze hammadde, 1. ay ve 2. aydaki metanol üretimi dolayısı ile PME aktiviteleri birbirinden farklı iken ($p \leq 0,05$) 3. ay ile 4. ay ve 5. ay ile 6. ay için PME aktivitelerindeki değişim istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Enzim aktivitesinin pH değerleriyle ilişkili olduğu bilinmektedir (Bisswanger, 2014). Dondurarak muhafaza işleminde ürünün donmayan kısmında çözünür madde konsantrasyonu artmakta pH düşüşü meydana gelmektedir. Düşük pH protein denatürasyonuna neden olduğundan (Belitz and Grosch, 1987) enzim inaktivasyonu söz konusu olabilmektedir (Molinari and Silva, 1998). Bu çalışmada 4 farklı dondurma yönteminin örneklerin pH değerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Bununla birlikte aşamalı ve statik dondurma işlemi uygulanan örneklerin pH değerinin bireysel hızlı dondurma uygulanan domateslere göre nispeten daha düşük olduğu görülmüştür. Düşük pH protein denatürasyonuna neden olduğundan (Belitz and Grosch, 1987) bu durumun bireysel hızlı dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerin PME aktivitesinin aşamalı dondurma ve statik dondurma uygulanan örneklerin PME aktivitesinden daha yüksek olmasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. Dikkate alınması gereken bir diğer önemli değişiklik mekaniksel zararlanmadır. İşlem görmemiş domateste PME ve esterleşmiş pektinin birarada bulunduğu ancak enzim ile substratını birbirinden ayıran farklı hücresel bölgelerin olduğu belirtilmiştir. Domatesin dokusu herhangi bir nedenle zarar

gördüğünde enzim ve substrat bir araya gelmektedir (Anthon and Barrett, 2010). Tez çalışması kapsamında kiraz domates örneklerinde meydana gelen mekaniksel zararlanmanın tespit edilmesi amacıyla kabuk çatlama oranı belirlenmiştir. Dondurma işleminden hemen sonra gerekli örneklemeler yapılarak 4 farklı yöntem için kabuk çatlama oranı belirlenmiştir. En fazla zararlanma %80 kabuk çatlama oranı ile bireysel hızlı dondurma işlemi uygulanan kiraz domateslerde görülmüştür. Bu oran vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmada %63,33; statik dondurmada %56,67; aşamalı dondurmada ise %53,33 olarak bulunmuştur. 6 aylık depolama sonunda ise bireysel hızlı dondurma için kabuk çatlama oranı %100'e ulaşmıştır. Bu noktadan hareketle bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin daha yüksek PME aktivitesine sahip olmasının nedeni en fazla mekanik zararlanmanın bireysel hızlı dondurmada gerçekleşmesi olarak düşünülmüştür.

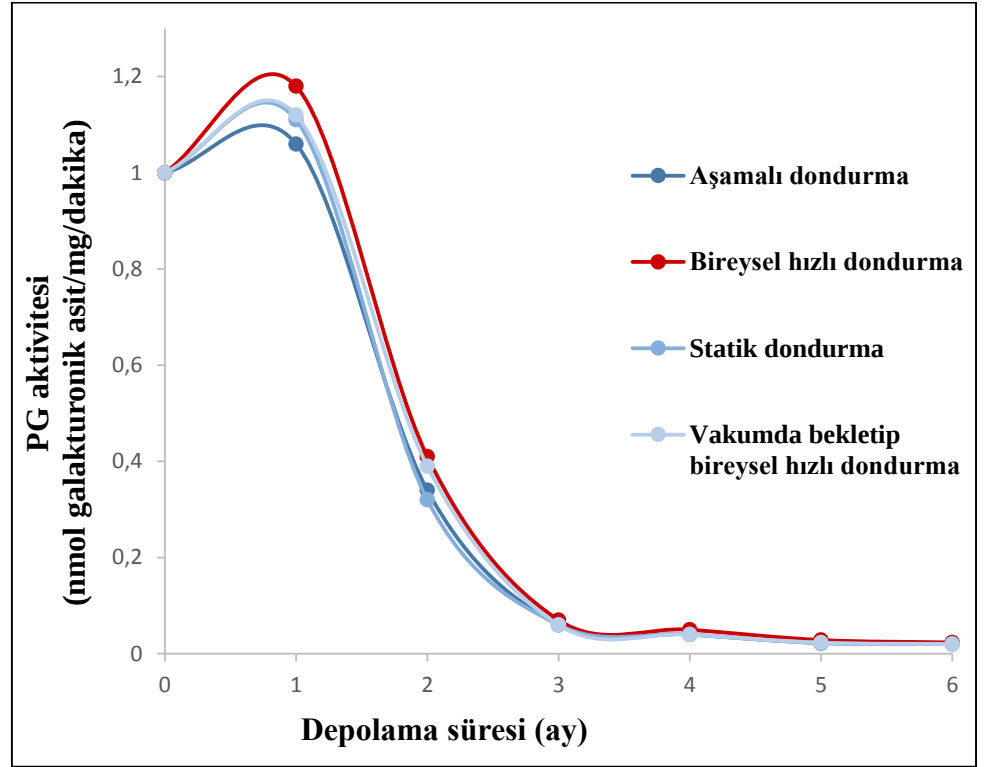
Dondurarak depolamanın PME aktivitesinde azalmaya neden olduğunu belirten çeşitli çalışmalar mevcuttur. Portakal suyu konsantrelerinde PME inaktivasyonunun sağlanması amacıyla -20 °C'de depolama işleminin kullanılabileceği bildirilmiştir (Versteeg et al., 1980). Literatürde üzüm suyunun dondurularak depolanması ile PME aktivitesinde bir miktar azalma sağlandığını belirten bir çalışma da bulunmaktadır (Seymour et al., 1991). Molinari and Silva (1998) tarafından yapılan çalışmada ise portakal suyu (Valensiya portakalı) ve portakal/kavun (Kantalup) suyu (1:1) dondurulmuş ve 120 gün boyunca -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Dondurma işleminin ardından PME aktivitesinin artış gösterdiği, 120 günlük depolama süresinin sonunda ise PME aktivitesinde portakal suyu için %28, portakal/kavun suyu için %9'luk bir azalma tespit edilmiştir.

Begum and Brewer (2001) tarafından yapılan çalışmada PME aktivitesi taze domateste $1144,67 \pm 8,5$ g/dk olarak bulunmuştur. Domates örnekleri 6 hafta süresince -18 °C'de depolanmış ve PME aktivitesi depolama sonucunda $743 \pm 8,89$ g/dk değerine düşmüştür. PME enzimi pektik bileşenlerin yıkımına neden olmakta ve domatesin yapısal bütünlüğü bozularak daha yumuşak ve pelte gibi olmaktadır. PME aktivitesinin dondurarak depolama sonucunda azaldığı ancak enzimin tamamen inaktivasyonunun sağlanmadığı ve PME aktivitesi devam ettiğinden enzimin haşlama işlemi uygulanmadan dondurulan domateslerin dokusal özelliklerinin zayıf olmasına neden olmuş olabileceği belirtilmiştir.

4.1.1.2 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin poligalakturonaz (PG) aktivitesindeki değişimler

Taze kiraz domates hammaddesinde PG aktivitesi $1,00 \pm 0,02$ nmol galakturonik asit/mg/dakika olarak bulunmuştur.

Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca PG aktivitesindeki değişim Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince PG aktivitelerindeki değişim

Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin depolamanın 1. ayının sonunda PG aktivitesi $1,06 \pm 0,09$ nmol/mg/dakika olarak bulunmuş, taze hammadde ile kıyaslandığında örneklerin PG aktivitesinde anlamlı bir değişim olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerin 1. ayın sonunda PG aktivitesi %18 artarak, $1,18 \pm 0,19$ nmol/mg/dakika değerine ulaşmıştır. Statik dondurmada ise %11 artış göstermiş ve $1,11$ nmol/mg/dakika olarak belirlenmiştir. Söz konusu artış vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz

domatesler için %12 olup PG aktivitesi $1,12 \pm 0,03$ nmol/mg/dakika'dır. Bu 3 yöntemde 1 aylık depolama periyodunun sonunda PG aktivitesinde taze hammaddeye göre meydana gelen artış istatistiksel açıdan önemlidir ($p \leq 0,05$).

Dondurarak depolamanın 2. ayında tüm dondurma yöntemleri için enzim aktivitesinde azalma belirlenmiştir. 2. ayda aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin PG aktivitesi $0,34 \pm 0,01$ nmol/mg/dakika değerine düşmüştür. Bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin bu aydaki PG aktivitesi $0,41 \pm 0,04$ nmol/mg/dakika'dır. PG aktivitesi statik dondurma uygulanan örneklerde $0,32 \pm 0,01$ nmol/mg/dakika, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde ise $0,39 \pm 0,01$ nmol/mg/dakika olarak tespit edilmiştir. Bu değişimlerin her biri taze hammaddeye göre önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

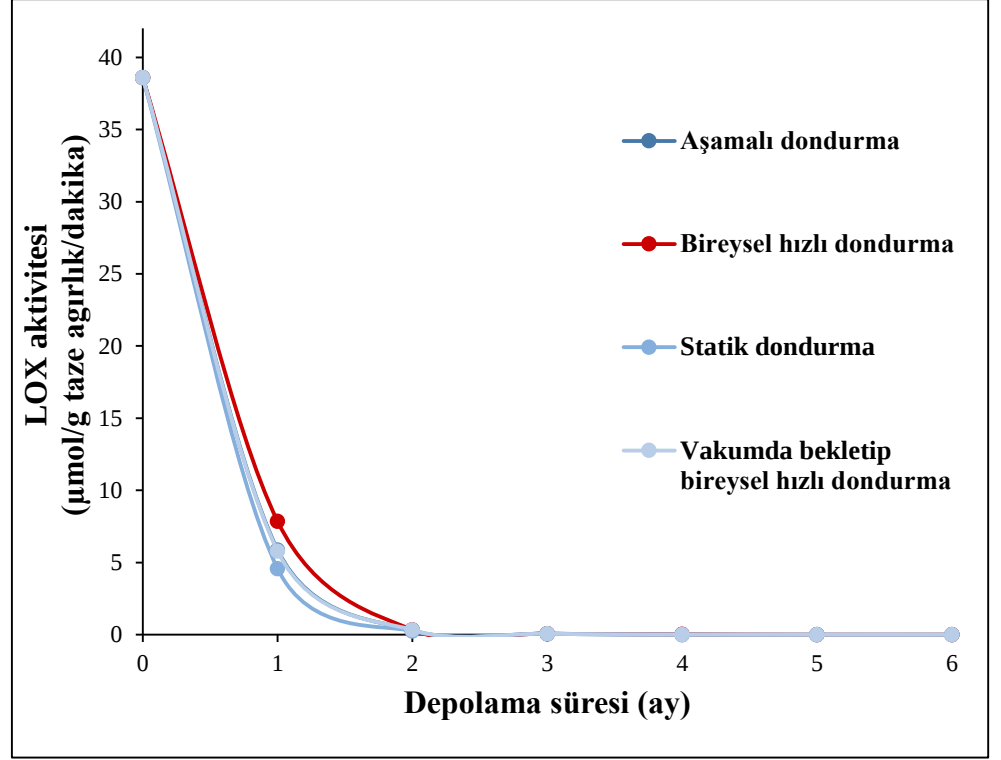
Kullanılan 4 farklı dondurma yönteminde depolamanın PG enziminin aktivitesi üzerine belirgin bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). PG enzimin aktivitesi depolama süresince azalmış, 4 yöntemde de depolamanın 6. ayının sonunda enzimin aktivitesinin oldukça düşük olduğu ancak devam ettiği görülmüştür.

Genel olarak depolamanın 3., 4., 5. ve 6. aylarında kiraz domates örneklerinin PG aktiviteleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

4.1.1.3 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin lipoksigenaz (LOX) aktivitesindeki değişimler

Taze kiraz domates hammaddesinde LOX aktivitesi $38,60 \pm 1,83$ μ mol/g taze ağırlık/dakika olarak belirlenmiştir.

Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca LOX aktivitesindeki değişim Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince LOX aktivitelerindeki değişim

4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domateslerin LOX aktivitesinde 1 aylık depolama periyodunun sonunda azalma tespit edilmiştir. Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin LOX aktivitesi %84,8 azalarak $5,87 \pm 0,08$ $\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık/dakika olarak belirlenmiştir. LOX aktivitesi, bireysel hızlı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma için sırası ile $7,85 \pm 0,72$; $4,57 \pm 0,53$; $5,79 \pm 0,08$ $\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık/dakika bulunmuştur. Bu sürede taze hammaddeye göre LOX aktivitesinde meydana gelen azalma bireysel hızlı dondurmada %79,67; statik dondurmada %88,2; vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulamasında ise %85'tir. 1 aylık depolama periyodunun sonunda 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin LOX aktivitesinde taze hammaddeye göre meydana gelen azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Kiraz domateslerin dondurulmasından kullanılan 4 farklı yöntemde depolamanın 2. ayında kiraz domates örneklerinin LOX aktivitesi, taze hammadde ve 1. aydaki LOX aktivitesi ile kıyaslandığında enzimin aktivitesindeki azalmanın devam ettiği belirlenmiştir. 4 farklı dondurma işlemi için bu azalmanın istatistiksel

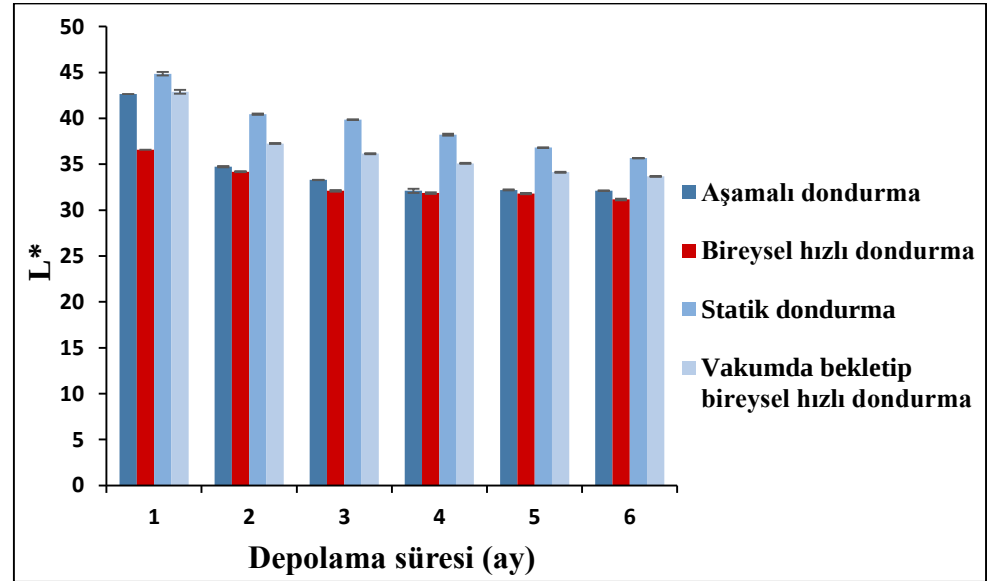
açından önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Depolamanın ileriki aşamalarında ise enzimin aktivitesinde anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiş olup her 4 yöntem için kiraz domates örneklerinin 2., 3., 4., 5. ve 6. aylardaki LOX aktiviteleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Calligaris et al. (2002) tarafından yapılan çalışmada haşlama işlemi uygulanmadan üretilen domates püresinin LOX aktivitesinde -7 ve -18 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta 130 günlük depolama boyunca azalma tespit edilmiştir. Benzer şekilde Barrett ve Theerakulkait (1995) tarafından yapılan çalışmada da tane mısırın LOX aktivitesinin dondurarak depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. Literatürde çeşitli araştırmalarda dondurarak depolama süresince LOX enziminin aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir (Barrett et al., 2000; Lisiewska and Kmiecik, 2000; Barret and Theerakulkait, 1995; Hemeda and Klein, 1991).

4.1.2 Fiziksel analizler

4.1.2.1 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin renk değerlerindeki değişimler

Taze hammaddeye ait L^* değeri $46,41 \pm 0,01$ olarak tespit edilmiştir. 6 aylık depolama süresi boyunca belirlenen L^* değerleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince L^* değerlerindeki değişim

Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 1 aylık depolama periyodu sonundaki L^* değeri $42,66 \pm 0,01$ 'e düşmüştür. Bireysel hızlı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin 1 aylık depolama sonundaki L^* değerleri ise sırası ile $36,59 \pm 0,01$; $44,86 \pm 0,2$; $42,9 \pm 0,22$ olarak bulunmuştur. 1 aylık depolama sonunda taze hammaddeye göre L^* değerlerindeki kayıp incelendiğinde en fazla kaybın %21,16 azalma ile bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde meydana geldiği, bunu %8,08 azalma ile aşamalı dondurmanın izlediği görülmüştür. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin L^* değerindeki kayıp %7,56 olarak tespit edilirken en az kayıp %3,34 ile statik dondurma uygulanan örneklerde meydana gelmiştir. 4 farklı yöntemle dondurulmuş tüm domates örneklerinin 1 aylık depolama periyodunun sonunda L^* değerlerindeki azalma hammaddeye göre istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domatesin L^* değeri 2 aylık depolama sonunda $34,74 \pm 0,08$ 'e düşmüş taze hammaddeye göre %25,14'lük parlaklık kaybı saptanmıştır. 3. ayın sonunda $33,29 \pm 0,02$ olarak bulunmuştur. Depolamanın 1., 2. ve 3. aylarında aşamalı dondurma uygulanan örneklerin L^* değerleri birbirinden farklı olup, 4. 5. ve 6. ayda ölçülen L^* değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Bireysel hızlı dondurmada ise L^* 2 aylık depolama sonunda %26,35 azalarak $34,18 \pm 0,05$ olarak bulunmuştur. Bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerin depolama süresince L^* değerleri arasında belirgin bir farklılık bulunurken ($p \leq 0,05$) 4. ve 5. aydaki L^* değişimleri önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$).

Statik dondurma için 2 ay sonunda L^* değerindeki kayıp %12,82 iken, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurmada %19,72'lik bir parlaklık kaybı söz konusudur. Statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin depolama süresince L^* değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

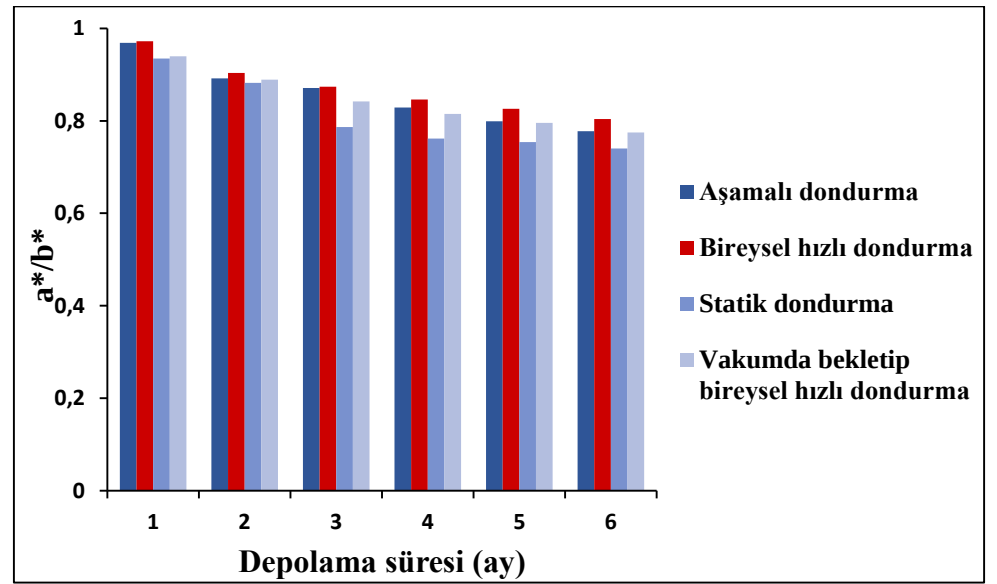
Depolama süresince L^* değerlerindeki kayıp ile enzim aktivitesi incelendiğinde enzim aktivitesinin yüksek olduğu durumda parlaklık kaybının da daha fazla olduğu belirlenmiştir. Literatürde dilimlenmiş mango örneklerinin

dondurarak depolanması süresince parlaklık değerinde meydana gelen kaybın muhtemelen enzimatik reaksiyonların neden olduğu renk koyulaşmasından kaynaklandığının belirtildiği bir çalışma da bulunmaktadır (Mulyawanti et al., 2010).

Vidrih et al. (2011) tarafından taze kiraz domatesin L^* değeri $42,0 \pm 0,5$ olarak tespit edilmiştir. Taze kiraz domatesin L^* değeri bir başka çalışmada $32,0 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür (Selli et al., 2014). Carbonell-Barrachina et al. (2006) tarafından İspanya'nın yerel domates çeşitleri ile yapılan çalışmada 3 farklı çeşidin L^* değerleri $36,53 \pm 0,58$; $33,10 \pm 0,38$; $35,57 \pm 0,39$ bulunmuştur.

Domateste a^* değeri kırmızılığı ifade ettiğinden olgunluk derecesinin önemli bir ölçütü iken, b^* değeri domatesteki sarılığın yani renk kaybının göstergesidir (Artes et al., 1999). Tez çalışması kapsamında kiraz domateslerde kırmızı renk ile ilişkili olarak a^* ve b^* değerlerinin birbirine oranlanması ile tespit edilen a^*/b^* değeri hammaddede 1,03 olarak bulunmuştur. Vidrih et al. (2011) tarafından yapılan çalışmada taze kiraz domates örneklerinin a^*/b^* değeri 1,0 olarak bulunmuştur.

Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca a^*/b^* değerlerindeki değişim Şekil 4.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince a^*/b^* değerlerindeki değişim

Depolamanın 1. ayının sonunda aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin a^*/b^* değeri 0,969 iken bireysel hızlı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma için sırasıyla 0,972; 0,935 ve 0,94 olarak bulunmuştur. 1 aylık depolama sonucunda kiraz domates örneklerinin a^*/b^* değeri taze kiraz domates örnekleri ile kıyaslandığında en az kayıp %5,63 ile bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde meydana gelmiştir. Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinde hammaddenin a^*/b^* değerine göre %5,92'lik bir azalma söz konusudur. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma işlemi uygulanan örneklerde %8,73'lük bir azalma görülürken statik dondurma uygulanan örneklerin a^*/b^* değeri 1 ayda %9,22 azalmıştır.

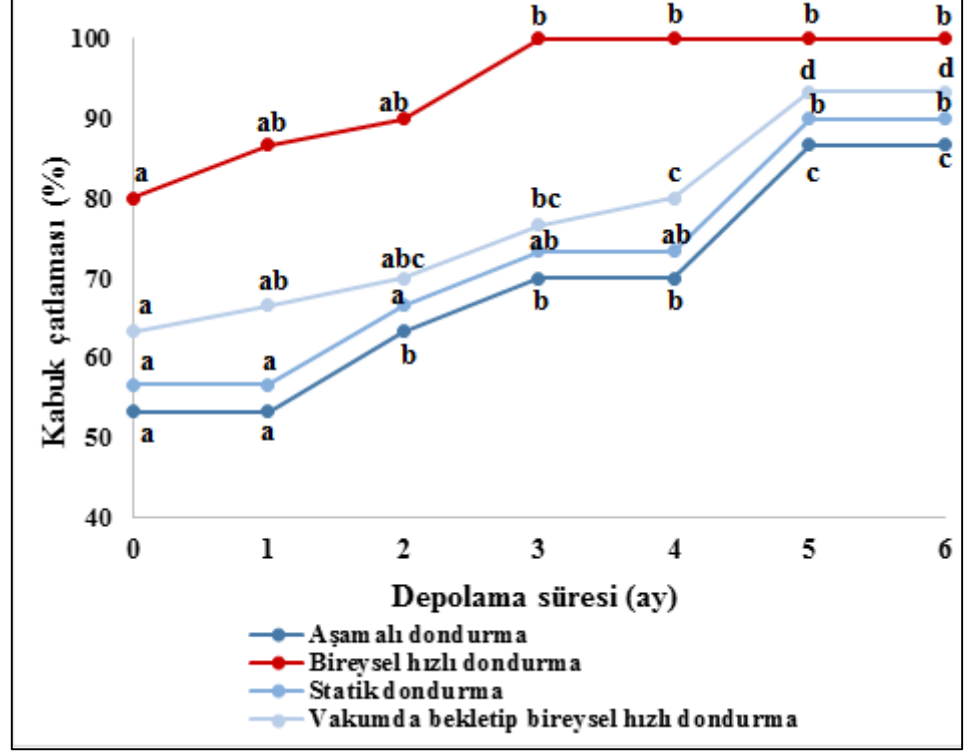
Kırmızı renk ile ilişkili olarak tespit edilen a^*/b^* değeri 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinde depolama süresi boyunca azalma göstermiştir. Benzer olarak, Urbanyi and Horti (1989) hızlı dondurma işlemi uygulanmış küp doğranmış domates örneklerinin $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1 yıl süre ile depolanması süresince a^* (kırmızılık) değerinin azaldığını, b^* (sarılık) değerinin ise arttığını tespit etmişlerdir.

6 aylık depolama süresi sonunda bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin a^*/b^* değeri 0,804 olarak tespit edilmiştir. Bu değer aşamalı dondurma, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma ve statik dondurma için sırasıyla 0,778; 0,775 ve 0,774 olarak bulunmuştur. Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca ölçülen a^*/b^* değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Davis et al. (2003) tarafından likopen miktarları ile a^*/b^* değerleri arasında doğrusal ilişki olduğu bildirilmiştir. Kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca likopen içerikleri karşılaştırıldığında 6 aylık depolama süresi boyunca en yüksek likopen içeriğine bireysel hızlı dondurma ile dondurulan örneklerin sahip olduğu bunu sırası ile aşamalı dondurma, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma ve statik dondurma uygulanan örneklerin izlediği görülmüştür. 6 aylık depolama süresi boyunca a^*/b^* değerinin bireysel hızlı dondurma için en yüksek olduğu ve likopen içeriğinde olduğu gibi bireysel hızlı dondurmaya aşamalı dondurma, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma ve statik dondurma uygulanan örneklerin izlediği tespit edilmiştir.

4.1.2.2 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin kabuk çatlama oranı

Kiraz domateslerde dondurma işleminden hemen sonra ve depolama süresi boyunca meydana gelen mekanik zararlanmanın tespit edilmesi amacıyla belirlenen kabuk çatlama oranı (%) Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin kabuk çatlama oranı (%)

Dondurma işleminin ardından bireysel hızlı dondurma uygulanan domateslerdeki kabuk çatlama oranı %80 iken, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde %63,33; statik dondurma uygulanan örneklerde %56,67; aşamalı dondurma uygulanan örneklerde ise %53,33 olarak bulunmuştur. Sanayide dondurulmuş kiraz domates üretiminde hali hazırda kullanılmakta olan bireysel hızlı dondurma işlemi %80 çatlama oranı ile kiraz domateslerde en fazla çatlamaya neden dondurma yöntemidir. 4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin dondurma işleminin ardından belirlenen kabuk çatlama oranı (%) Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kiraz domates örneklerinde dondurma işleminin ardından belirlenen kabuk çatlama oranları (%)

Kabuk çatlama oranı (%)	Aşamalı dondurma	Bireysel hızlı dondurma	Statik dondurma	Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma
	53,33 ^a	80 ^b	56,67 ^a	63,33 ^{ab}

^{a-b} Farklı harflerle işaretlenen gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p \leq 0,05$).

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi bireysel hızlı dondurmanın neden olduğu kabuk çatlama oranı diğer 3 yöntemden farklı olup aşamalı dondurma ve statik dondurma uygulanan örneklerin kabuk çatlama oranı arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). Kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun ardından görüntüleri Şekil 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.7. Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü



Şekil 4.8. Bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü



Şekil 4.9. Statik dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü



Şekil 4.10. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama periyodunun sonundaki görüntüsü

6 aylık depolama süresi sonunda bireysel hızlı dondurma işlemi uygulanan kiraz domates örneklerinin kabuk çatlama oranı %100, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerde %93,33; statik dondurma ve aşamalı dondurmada sırası ile %90 ve %86,67 olarak tespit edilmiştir. 6. ayda belirlenen kabuk çatlama oranları dondurma işleminden hemen sonraki kabuk çatlama oranları ile kıyaslandığında 4 farklı yöntem için de istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmuş olup ($p \leq 0,05$) depolamanın kabuk çatlaması üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

4.1.3 Kimyasal analizler

4.1.3.1 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler

Taze kiraz domates hammaddesinde titrasyon asitliği susuz sitrik asit cinsinden $0,37 \pm 0,05$ g/100 g olarak tespit edilmiştir. George et al. (2004) tarafından 12 farklı domates çeşidinde titrasyon asitliğinin sitrik asit cinsinden 0,25-0,7 g/100 g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen 33 farklı domates çeşidinin kullanıldığı bir diğer çalışmada domateslerin titrasyon

asitliği sitrik asit cinsinden %0,22-0,4 aralığında bulunmuştur (Turhan and Şeniz, 2009). Hammadde olarak kullanılan taze kiraz domatesin titrasyon asitliği değeri belirtilen çalışmalarda tespit edilen değerlerle paralellik göstermektedir.

4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca titrasyon asitliğindeki değışim Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Dondurulmuş kiraz domateslerin depolama süresince titrasyon asitliğindeki (g/100 g) değışim

Titrasyon asitliği (g/100 g)	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay
Aşamalı dondurma	0,38±0,01 ^a	0,38±0,03 ^a	0,38±0,03 ^a	0,41±0,04 ^a	0,39±0,07 ^a	0,39±0,08 ^a
Bireysel hızlı dondurma	0,38±0,02 ^a	0,39±0,01 ^a	0,37±0,03 ^a	0,40±0,03 ^a	0,38±0,03 ^a	0,38±0,03 ^a
Statik dondurma	0,38±0,01 ^a	0,4±0,01 ^a	0,37±0,04 ^a	0,40±0,04 ^a	0,39±0,05 ^a	0,41±0,04 ^a
Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma	0,38±0,01 ^a	0,4±0,04 ^a	0,37±0,04 ^a	0,37±0,08 ^a	0,38±0,04 ^a	0,38±0,09 ^a

^aAynı satırda aynı harflerle işaretlenen gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamaktadır (p>0,05).

4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domateslerin titrasyon asitliğinde 6 aylık depolama süresince taze hammaddeye göre önemli bir değışiklik meydana gelmemiştir (p>0,05).

Benzer bir çalışmada bütün haldeki domateslerin dondurularak depolanması sürecinde çeşitli bileşenlerin değışimi incelenmiş, birçok bileşenin konsantrasyonunun sabit kaldığı ve titrasyon asitliğinde önemli bir değışiklik meydana gelmediği saptanmıştır (Buret et al., 1983).

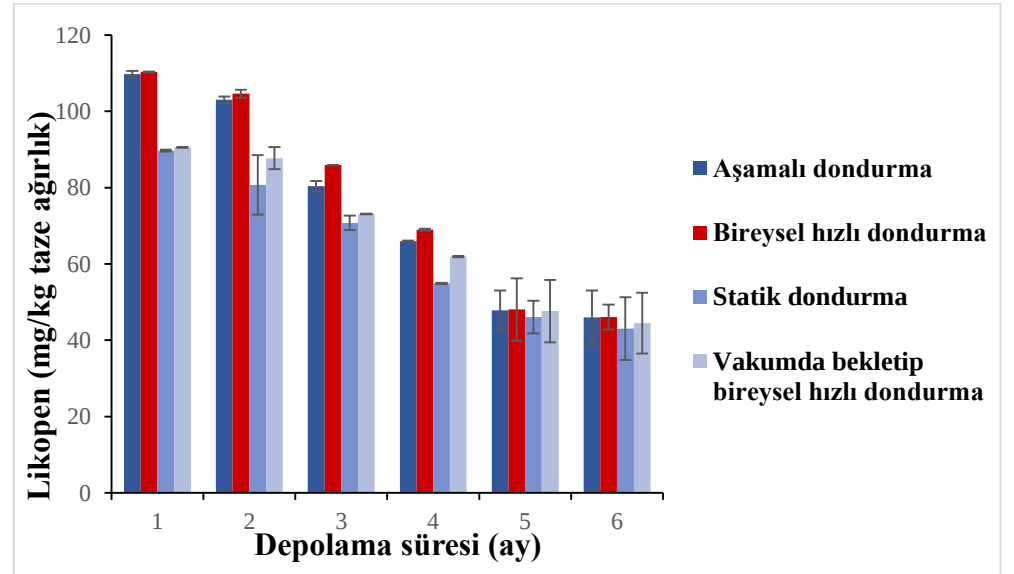
Bir diğer çalışmada mango pulunun -18 °C’de 14 ay depolanması süresince asitlikte belirgin bir değışiklik görülmediği belirtilmiştir (Ramana et al., 1984).

Bushway et al. (1992) tarafından yapılan çalışmada ise beş farklı ahududu cinsinin -30 °C’de dondurulması, polietilen ambalajlarla paketlenmesi ve -20 °C’de depolanması ile titrasyon asitliğinde meydana gelen değişim incelenmiştir. Farklı cinslerin titrasyon asitliği değerlerinin birbirinden farklı olduğu, fakat dondurarak depolamanın zamana bağlı olarak titrasyon asitliği üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir.

4.1.3.2 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin likopen içeriğinde meydana gelen değişimler

Dondurma işleminde hammadde olarak kullanılan kiraz domatesin likopen miktarı $110,84 \pm 0,99$ mg/kg taze ağırlık olarak bulunmuştur. Garcia and Barrett (2005) tarafından yapılan çalışmada Kaliforniya’nın 9 farklı bölgesine ait domateslerin likopen içeriğinin 55 mg/kg ile 181 mg/kg arasında değiştiğini belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada 40 farklı domates çeşidi ile çalışılmış, likopen içeriğinin domates çeşitlerine göre değişiklik gösterdiği ve incelenen domates çeşitleri arasında kiraz domatesin en yüksek likopen içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Kuti and Konuru, 2005).

4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domates örneklerinin likopen içeriğinin depolama süresince değişimi Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin likopen içeriğinin depolama süresince değişimi

1 aylık depolama periyodunun sonunda aşamalı dondurma ve bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin likopen içeriği taze hammadde ile kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli bir değişim tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin likopen içeriğinde depolamanın 2., 3., 4. aylarında taze hammaddeye göre sırası ile yaklaşık %7, %28, %40 azalma tespit edilmiştir. Bireysel hızlı dondurmada bu aylardaki azalma sırası ile %6, %23 ve %38'dir. Her iki yöntemde de bu aylarda örneklerin likopen içeriğinde meydana gelen değişim istatistiksel açıdan önemlidir ($p\leq 0,05$). Aşamalı dondurma uygulamasında depolamanın 5. ve 6. aylarında likopen içeriği azalmaya devam etmiş, 6. ayda dondurulmuş kiraz domates örneklerinin likopen içeriği $45,99\pm 7,06$ mg/kg taze ağırlık değerine düşmüştür. Bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin ise 6. ayda $46,07\pm 3,25$ mg/kg taze ağırlık likopen içerdiği tespit edilmiştir. Her iki yöntem için örneklerin 5. ve 6. aylardaki likopen içerikleri birbiri ile kıyaslandığında bu aylar arasında kiraz domateslerin likopen değerlerinde önemli bir farklılık meydana gelmediği belirlenmiştir ($p>0,05$).

Statik dondurma uygulanan kiraz domateslerin likopen içeriğinde 1 aylık depolama sonucunda taze hammaddeye göre yaklaşık %19 azalma tespit edilmiş, bu değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p\leq 0,05$). Statik dondurma işlemine tabi tutulan domateslerin likopen içeriği depolama süresince azalmaya devam etmiş ve bu değişimlerin her biri taze hammaddeye göre istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p\leq 0,05$). 5. ayda statik dondurma uygulanan örneklerin likopen içeriği $46,05\pm 4,30$ mg/kg taze ağırlık olarak tespit edilmiştir. Bu değer 6. ayda $43,05\pm 8,26$ mg/kg taze ağırlık değerine düşmüş, örneklerin 5. ve 6. aydaki likopen içerikleri arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulamasında 1 aylık depolama sonucunda likopen içeriğinde meydana gelen azalma yaklaşık %18'dir ve bu azalma istatistiksel açıdan önemlidir ($p\leq 0,05$). 5. ayda örnekler $47,63\pm 8,2$ mg/kg taze ağırlık likopen içeriğine sahipken, 6. ayda likopen miktarı $44,46\pm 7,95$ mg/kg taze ağırlık olarak bulunmuştur. Örneklerin 6 aylık depolama süresi boyunca likopen içerikleri taze hammadde ile kıyaslandığında depolamanın likopen içeriği üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ($p\leq 0,05$). Ancak vakumda bekletip bireysel hızlı

dondurma uygulanan kiraz domateslerin depolama sürecinde 2. ve 3. ay ile 5. ve 6. aydaki likopen içerikleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Ürünün oksijene maruz kalması ve buz kristallerinin oluşumu dondurulmuş gıdalarda likopen kaybına neden olabilmektedir (Collins and Perkins-Veazie, 2006). Literatürde dondurma işleminin ve/veya dondurarak depolamanın gıdaların likopen içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda gıdanın likopen içeriğinde meydana gelen kaybın depolama sıcaklığı ve depolama süresine bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca gıdanın formu (dilimlenmiş, püre vb.) likopen kaybında belirleyici faktörlerden bir diğeridir. Fish and Davis (2003) tarafından yapılan çalışmada $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de püre halinde depolanan karpuz örneğinde meydana gelen likopen kaybının aynı sıcaklıkta depolanan küp şeklindeki karpuz dilimlerinden daha az olduğu bildirilmiştir. Bu durum püre haline getirilmiş karpuzda dilimlenmiş karpuzla göre daha az sayıda buz kristali oluşması ile açıklanmıştır (Collins and Perkins-Veazie, 2006; Fish and Davis, 2003).

Lisiewska and Kmiecik (2000) tarafından yapılan çalışmada ise küp şeklinde doğranmış domatesin 12 ay süre ile iki farklı sıcaklıkta (-20 ve $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) depolanması sonucunda likopen kaybı sırası ile %48 ve %26 olarak bulunmuştur. Bir diğer çalışmada dilimlenmiş papaya örneklerinin $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 ay süre ile depolanması sonucunda likopen kaybı %34 olarak belirlenmiştir (Cano, 1996).

Tez çalışması kapsamında 6 aylık depolama sonucunda taze hammaddeye göre likopen kaybı aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma, statik dondurma, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma için sırası ile %58,5; %58,43; %61 ve %59,9 olarak tespit edilmiştir. Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin 6. aya ait likopen içerikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. 4 farklı yöntem için 6. ayda kiraz domates örneklerine ait likopen içerikleri karşılaştırıldığında kiraz domateslerin likopen içeriği benzer bulunmuş, istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.3. 6 aylık depolama periyodunun sonunda kiraz domates örneklerinin likopen içeriği (mg/kg taze ağırlık)

Likopen (mg/kg taze ağırlık)	Aşamalı dondurma	Bireysel hızlı dondurma	Statik dondurma	Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma
	45,99±7,06 ^a	46,07±3,25 ^a	43,05±8,26 ^a	44,46±7,95 ^a

^aAynı satırda aynı harflerle işaretlenen gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamaktadır (p>0,05).

4.1.3.3 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin pH değerlerindeki değişimler

Taze kiraz domatesin pH değeri 4,16±0,17 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Şat ve Turhan (2006) tarafından yapılan çalışmada 10 farklı domates çeşidinin kalite özellikleri incelenmiş ve pH değerlerinin 4,14-4,78 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca pH değerlerindeki değişim Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Dondurulmuş kiraz domateslerin depolama süresince pH değerlerindeki değişim

pH	1. ay	2. ay	3. ay	4. ay	5. ay	6. ay
Aşamalı dondurma	4,15±0,06 ^a	4,15±0,05 ^a	4,13±0,03 ^a	4,17±0,05 ^a	4,18±0,02 ^a	4,18±0,06 ^a
Bireysel hızlı dondurma	4,16±0,04 ^a	4,16±0,1 ^a	4,15±0,09 ^a	4,16±0,04 ^a	4,17±0,09 ^a	4,17±0,07 ^a
Statik dondurma	4,15±0,04 ^a	4,15±0,03 ^a	4,13±0,02 ^a	4,16±0,02 ^a	4,17±0,02 ^a	4,17±0,04 ^a
Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma	4,14±0,09 ^a	4,14±0,05 ^a	4,13±0,1 ^a	4,15±0,06 ^a	4,16±0,01 ^a	4,15±0,04 ^a

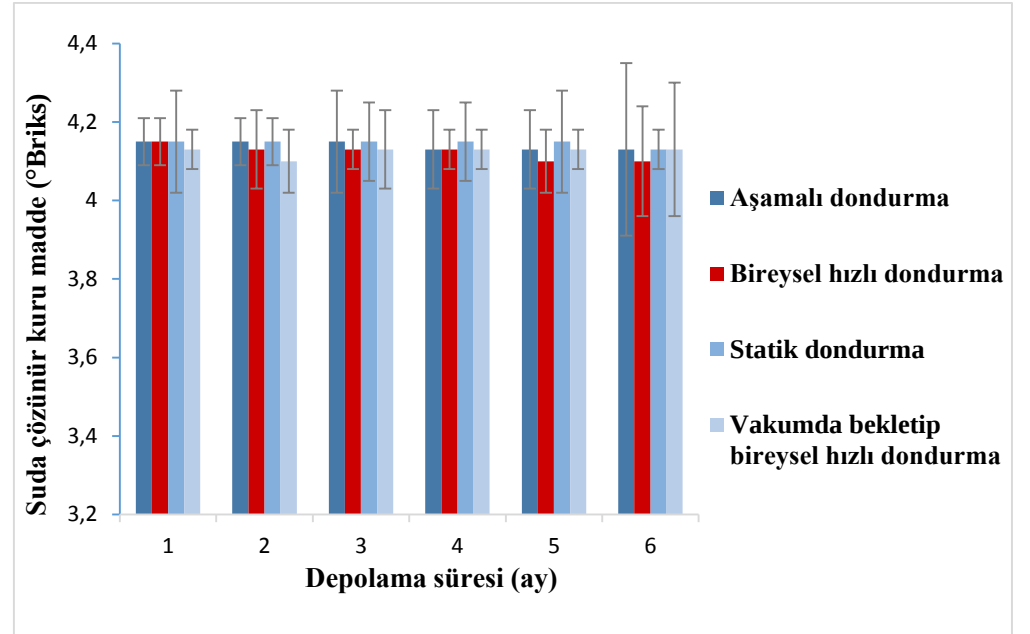
^aAynı satırda aynı harflerle işaretlenen gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamaktadır (p>0,05).

4 farklı yöntemle dondurulan kiraz domateslerin 6 aylık depolama süresi boyunca pH değerleri taze hammaddenin pH değeri ile kıyaslandığında istatistiksel açıdan önemli bir pH değişimi tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.1.3.4 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin suda çözünür kuru madde ($^{\circ}$ Briks) içeriğindeki değişimler

Taze kiraz domatesin suda çözünür kuru madde değeri $4,26\pm0,35$ $^{\circ}$ Briks olarak tespit edilmiştir. Turhan and Şeniz (2009) tarafından 33 farklı domates çeşidinin çeşitli kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada domateslerin suda çözünür kuru madde içeriğinin %3,40 ile %5,50 arasında değiştiği bildirilmiştir. Benzer iki çalışmada domatesin suda çözünür kuru madde içeriği %2,5-6,5 (Şat ve Turhan, 2006) ve %2,02-4,57 (Aoun et al., 2013) olarak verilmiştir. Tez çalışması kapsamında kiraz domates için belirlenen $4,26\pm0,35$ $^{\circ}$ Briks olarak belirlenen suda çözünür kuru madde değeri literatürde çeşitli çalışmalarda verilen sınırlar arasında yer almaktadır.

6 aylık depolama süresi boyunca kiraz domates örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişim Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişim

Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerin 6 aylık depolama süresi boyunca suda çözünür kuru madde değerleri incelendiğinde taze hammaddeye göre önemli bir değişim meydana gelmediği ($p>0,05$) belirlenmiş ve depolamanın örneklerin suda çözünür kuru madde içeriğine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Benzer şekilde, Lisiewska and Kmiecik (2000) küp doğranmış domates örneklerinin $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de hava üfleli dondurucu kullanılarak dondurulması ve iki farklı sıcaklıkta (-20 ve $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) 12 ay süre ile depolanmasının sonucunda çözünür kuru madde içeriğinde istatistiksel açıdan önemli bir değişim meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Marin et al. (1992) tarafından yapılan çalışmada dilimlenmiş mango örnekleri $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de dondurulmuş, ardından $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4 ay süreyle depolanmıştır. Belirtilen şekilde dondurulan ve depolanan örneklerin nem ve çözünür kuru madde içeriğinde önemli bir değişimin söz konusu olmadığı bildirilmiştir. Bir diğer çalışmada dilimleniş ananas $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 12 ay süreyle depolanmış ve 1 yıllık depolama sonucunda çözünür kuru madde içeriğinde minimal bir azalmanın gerçekleştiği belirtilmiştir.

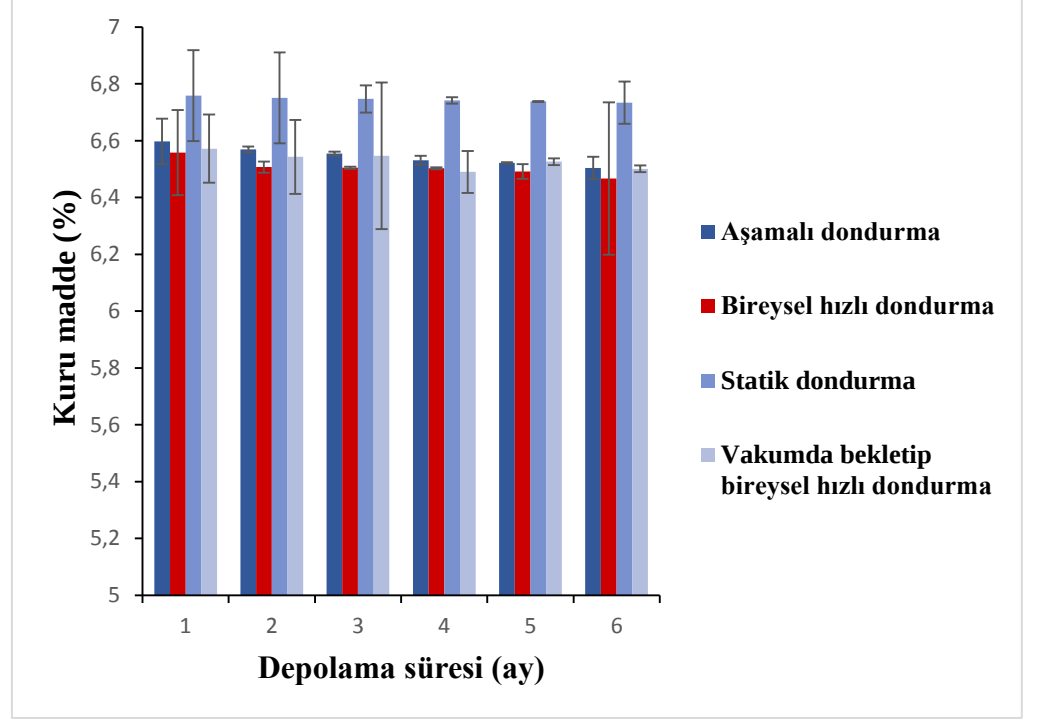
Dondurulmuş kiraz domates örneklerin depolama süresince çözünür kuru madde içeriğinde önemli bir değişiklik tespit edilmemesi yukarıda verilen literatür çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

4.1.3.5 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin toplam kuru madde içeriğindeki değişimler

Çalışmada hammadde olarak kullanılan taze kiraz domates örneğinin toplam kuru madde içeriği $6,778\pm0,85$ olarak bulunmuştur. Çeşitli araştırmacılar domatesteki toplam kuru madde miktarını $5-7$ (Cemeroğlu ve Acar, 1986), $7-8,5$ (Özkarahan, 1990) olarak belirtmektedirler (Nas, 2013). Literatürde toplam kuru madde içeriğinin çok daha geniş bir aralığı kapsadığı domates çeşitleri ile yapılan araştırmalar da mevcuttur. Örneğin 33 farklı domates çeşidinin kalite özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada incelenen 33 domates çeşidinin toplam kuru madde içeriğinin $3,83-7,0$ aralığında değiştiği belirtilmiştir (Turhan and Şeniz, 2009). Taze kiraz domates örnekleri için bulunan $6,778\pm0,85$ toplam kuru

madde içeriği literatürde verilen toplam kuru madde sınırları içerisinde yer almaktadır.

4 farklı yöntemle dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresi boyunca toplam kuru madde içeriğindeki değişim Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin depolama süresince toplam kuru madde içeriklerindeki değişim

1 aylık depolama periyodunun sonunda aşamalı dondurma uygulanan örneklerin toplam kuru madde içeriği $6,6 \pm 0,08$; bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin $6,56 \pm 0,15$; statik dondurma uygulanan örneklerin $6,76 \pm 0,16$; vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin ise $6,57 \pm 0,12$ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. 1 aylık depolama periyodunun sonunda kiraz domates örneklerinin toplam kuru madde içeriği (%)

Toplam kuru madde (%)	Aşamalı dondurma	Bireysel hızlı dondurma	Statik dondurma	Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma
	6,6±0,08 ^a	6,56±0,15 ^a	6,76±0,16 ^a	6,57±0,12 ^a

^aAynı satırda aynı harflerle işaretlenen gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmamaktadır (p>0,05).

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi 1 aylık depolama periyodunun sonunda farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin toplam kuru madde içerikleri karşılaştırıldığında yöntemler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiş, dondurma yönteminin toplam kuru madde içeriği üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0,05).

6 aylık depolama periyodunun sonunda kiraz domates örneklerinin toplam kuru madde içeriği aşamalı dondurma için %6,5±0,04; bireysel hızlı dondurma için %6,47±0,27; statik dondurma için %6,73±0,07; vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma için %6,5±0,012 bulunmuştur. Farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domates örneklerinin 6 aylık depolama süresi boyunca belirlenen toplam kuru madde içerikleri ile taze hammaddenin toplam kuru madde içeriği kıyaslandığında depolamanın toplam kuru madde içeriği üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Bu sonuca paralel olarak, Lisiewska and Kmiecik (2000) tarafından yapılan çalışmada küp doğranmış domates örneklerinin -40 °C'de hava üfleli dondurucu kullanılarak dondurulması ve iki farklı sıcaklıkta (-20 ve -30 °C) 12 ay süre ile depolanmasının sonucunda toplam kuru madde içeriğinde istatistiksel açıdan önemli bir değişim meydana gelmediği bildirilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

1. Kiraz domates örneklerinin 1. ay sonundaki metanol üretim miktarları 4 yöntemde de taze hammaddeye göre artış göstermiştir. Domatesin dokusu zarar gördüğünden enzim ve substrat bir araya gelmekte ve enzimin aktivitesi artmaktadır. 4 yöntem için dondurma işleminden sonra meydana gelen kabuk çatlama oranları incelendiğinde en fazla çatlak oluşumunun bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinde meydana geldiği belirlenmiştir. 1 aylık depolama süresi sonunda farklı yöntemlerle dondurulan kiraz domateslerin metanol üretim miktarlarında belirgin bir farklılık bulunmuş, en yüksek metanol üretim miktarına bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 1. ayında kiraz domates örneklerinin metanol üretim miktarlarında meydana gelen artışın dondurma işleminin neden olduğu mekanik zararlanma ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

2. Metanol üretim miktarının depolamanın 2. ayında 4 yöntem için azaldığı belirlenmiştir. Dondurarak depolama süresince aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma ve statik dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 1., 2. ve 3. aylarda metanol üretim miktarlarında önemli bir azalma belirlenmiş, söz konusu yöntemler için 3. ve 4. ay, 4. ve 5. ay, 5. ve 6. aylardaki metanol üretim miktarları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

3. Dondurarak depolamada 1. aydan itibaren metanol üretim miktarında azalma belirlenmiştir. Ancak metanol üretiminin tamamen durması söz konusu değildir.

4. Bireysel hızlı dondurma, statik dondurma ve vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerin PG aktivitesinde, PME enzimine benzer olarak depolamanın 1. ayında artış görülmüştür. Ancak aşamalı dondurma uygulanan kiraz domates örneklerinin 1. ayın sonundaki PG aktivitesinde taze hammaddeye göre önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durumun en az kabuk çatlama oranının dolayısı ile mekanik zararlanmanın aşamalı dondurma uygulanan

kiraz domateslerde meydana gelmesinden kaynaklandığı, domates dokusu diğer yöntemlere kıyasla daha az zarar gördüğünden 1. aydaki PG aktivitesinin taze hammadde ile benzer olmasını sağladığı düşünülmektedir.

5. PG aktivitesi 4 yöntem için 2. ayda belirgin bir azalma göstermiştir. Genel olarak kiraz domates örneklerinin depolamanın 3., 4., 5., ve 6. aylarındaki PG aktiviteleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

6. Kiraz domates örneklerinin LOX aktivitesinde depolamanın 1. ayında taze hammaddeye göre belirgin bir azalma belirlenmiştir. Örneklerin 2., 3., 4., 5. ve 6. aylardaki LOX aktiviteleri benzer bulunmuştur.

7. Dondurma işleminin ardından bireysel hızlı dondurma uygulanan domateslerdeki kabuk çatlama oranı %80; vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerde %63,33; statik dondurma uygulanan örneklerde %56,67; aşamalı dondurma uygulanan örneklerde ise %53,33 olarak bulunmuştur. Sanayide dondurulmuş kiraz domates üretiminde hali hazırda kullanılmakta olan bireysel hızlı dondurma işleminin %80 çatlama oranı ile diğer 3 yöntemle kıyaslandığında kiraz domateslerde en fazla çatlamaya neden dondurma yöntemi olduğu belirlenmiştir.

8. Depolamanın 4 yöntem için de kabuk çatlaması üzerine etkili olduğu, 6 ay sonunda bireysel hızlı dondurma uygulanan örneklerin kabuk çatlama oranının %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. Vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma uygulanan kiraz domateslerde 6 ay sonunda kabuk çatlama oranı %93,33; statik dondurma ve aşamalı dondurmada sırası ile %90 ve %86,67 olarak belirlenmiştir.

9. Örneklerin pH değeri, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde ve toplam kuru madde içeriğinde 4 yöntem için de belirgin bir farklılık saptanmamıştır.

10. 6 aylık depolama sonucunda taze hammaddeye göre likopen kaybı aşamalı dondurma, bireysel hızlı dondurma, statik dondurma, vakumda bekletip bireysel hızlı dondurma için sırası ile %58,5; %58,43; %61 ve %59,9 olarak tespit edilmiştir. 4 yöntem için depolamanın likopen içeriği üzerine etkili olduğu belirlenmiştir.

11. 6 aylık depolama süresi boyunca en yüksek likopen içeriğine bireysel hızlı dondurma ile dondurulan örneklerin sahip olduğu bunu aşamalı dondurma ve statik dondurma uygulanan örneklerin izlediği görülmüştür.

12. Dondurulmuş kiraz domates örneklerinin L^* değeri hammadde ile kıyaslandığında depolama süresince giderek azalmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda dondurma işleminin domates kalitesine etki eden önemli enzimlerin tamamen inaktivasyonuna neden olmadığı, dondurma işlemi ve depolamanın enzim aktivitesinde azalma sağladığı belirlenmiştir. Enzimin aktivitesindeki azalmanın işlem koşulları, depolama şartları ve hammadde çeşidine göre değişiklik göstereceği hatta aynı cins kiraz domateste bile enzimin farklı fizikokimyasal özelliklere sahip izoenzimlerinin varlığında aktivitesinde farklılıklar meydana gelme olasılığı göz ardı edilmemelidir.

Kiraz domates için en uygun dondurma yönteminin seçiminde renk ve likopen içeriği gibi kalite özelliklerinin yanı sıra endüstride karşılaşılan kabuk çatlaması probleminin de göz önünde bulundurulması gerekmekte, donma hızının optimizasyonu ve/veya çeşitli ön işlemlerin etkisinin kabuk çatlamasına etkisinin incelendiği daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, J. ve Gökmen, V.**, 2004, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Meyve ve Sebze Suları Üretimi, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 674 s.
- Aksakal, A.T.**, 2011, Dondurulmuş Gıda, *Capital*, 4, 11-297 s.
- Alonso, J., Rodriguez, T. and Canet, W.**, 1995, Effect of calcium pretreatments on the texture of frozen cherries, role of pectinesterase in the changes in the pectic materials, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1011-1016 pp.
- Anonymous**, 1995, AOAC Official Methods of Analysis of the Association Agricultural Chemists Committee on Editing Methods of Analysis, 10th ed, Washington.
- Anonim**, 2011, <http://www.sogutma.net/soguk-hava-deposu/51-soguk-hava-deposu.html?start=6>, Son Erişim Tarihi: 24 Mart 2015.
- Anthony, G.E. and Barrett, D.M.**, 2003, Thermal inactivation of lipoxygenase and hydroperoxytrienoic acid lyase in tomatoes, *Food Chemistry*, 81, 275–279 pp.
- Anthony, G. E. and Barrett, D. M.**, 2004, Comparison of three colorimetric reagents for the determination of methanol with alcohol oxidase. Application to the assay of pectin methylesterase, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3749–3753 pp.
- Anthony, G.E. and Barrett, D.M.**, 2010, Changes in pectin methylesterification and accumulation of methanol during production of diced tomatoes, *Journal of Food Engineering*, 97, 367–372 pp.
- Aoun, A.B., Lechiheb, B., Benyahya, L. and Ferchichi, A.**, 2013, Evaluation of fruit quality traits of traditional varieties of tomato (*Solanum lycopersicum*) grown in Tunisia, *African Journal of Food Science*, 7 (10), 350-354 pp.
- Archer, D.L.**, 2004, Freezing: an underutilized food safety technology?, *International Journal of Food Microbiology*, 90 (2), 127-138 pp.
- Artes, F., Conesa, M.A., Hernandez, S. and Gill, M.I.**, 1999, Keeping quality of fresh-cut tomato, *Postharvest Biology and Technology*, 17, 153-162 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aslan, A.N.**, 1995, Bursa İlinde Dondurulmuş Gıda Sanayinin Ekonomik Yapı ve Sorunları, Uludağ Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Axelrod, B., Cheesbrough, T.M. and Laakso, S.**, 1981, Lipoxygenase from soybeans, *Methods in Enzymology*, 71, 441–451 pp.
- Aydın, İ.S.**, 2010, Dondurulmuş Meyve ve Sebze, İGEME, 1-8s.
- Ayhan, K. ve Coşansu, S.**, 2013, Domates ve Domates Ürünlerinin Mikrobiyolojisi, Domates ve Domates Ürünleri, (Ed. Nas, S. ve Kadakal, Ç.), Sidas Medya, İzmir, 299 s.
- Barrett, D.M. and Theerakulkait, C.**, 1995, Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables, *Food Technology*, 49,62, 64–65 pp.
- Barrett, D.M., Garcia, E.L., Russell, G.F., Ramirez, E. and Shirazi, A.**, 2000, Blanch time and cultivar effects on quality of frozen and stored corn broccoli, *Journal of Food Science*, 65,3, 534-540 pp.
- Baysal, T., and Demirdöven, A.**, 2007, Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review, *Enzyme and Microbial Technology*, 40, 4, 491-496 pp.
- Begum, S. and Brewer, M.S.**, 2001, Chemical, nutritive and sensory characteristics of tomatoes before and after conventional and microwave blanching and during frozen storage, *Journal of Food Quality*, 24, 1-15 pp.
- Belitz, H.D. and Grosch, W.**, 1997, Food Chemistry, Spring-Verlag, Germany, 1070 p.
- Bisswanger, H.**, 2014, Enzyme assays, Perspectives in Science, 1, 41–55 pp.
- Boonsumrej, S., Chaiwanichsiria, S., Tantratiana, S., Suzuki, T. and Takaib, R.**, 2007, Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing, *Journal of Food Engineering*, 80 (1), 292-299 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bord Bia** , “The Future of Frozen Food, Frozen food is uniquely placed to turn these trends into opportunities”,
<http://www.bordbia.ie/industry/manufacturers/insight/publications/bbreports/Documents/Future%20of%20Frozen%20Report.pdf> (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2015).
- Buret, M., Gormley, R. and Roucoux, P.**, 1983, Analysis of tomato fruit: effect of frozen storage on compositional values an inter-laboratory study, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 755-760 pp.
- Bushway, A.A., Bushway, R.J., True, R.H., Work, T.M., Bergeron, D., Handley, D.T. and Perkins, L.B.**, 1992, Comparison of the physical, chemical and sensory characteristics of five raspberry cultivars evaluated fresh and frozen, *Fruit Var. J.*, 46, 229 pp.
- Buttery, R.G., Teranishi, R. and Ling, L.C.**, 1987, Fresh tomato volatiles: a quantitative study, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 540–544 pp.
- Calligaris, S., Falcone, P. and Anese, M.**, 2002, Color changes of tomato purees during storage at freezing temperatures, *Journal of Food Science*, 67, 6, 2432-2435 pp.
- Cano, M.P.**, 1996, Vegetables, Freezing Effect on Food Quality, L.E. Jeremiah (Ed.), Marcell Dekker, New York, 520p.
- Carbonell-Barrachina, A.A., Agusti, A. and Ruiz, J.J.**, 2006, Analysis of flavor volatile compounds by dynamic headspace in traditional and hybrid cultivars of Spanish tomatoes, *European Food Research and Technology*, 222, 536-542 pp.
- Celestino, S.M.C., Freitas, S.M., Medrano, F.J., Sousa, M.V. and Filho, E.X.F.**, 2006, Purification and characterization of a novel pectinase from *Acrophialophora nainiana* with emphasis on its physicochemical properties, *Journal of Biotechnology*, 123, 1, 33-42 pp.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, S.**, 1986, Meyve ve Sebze İşleme teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No 6, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cemeroğlu, B.**, 2010, Gıda Analizleri, Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B.S.**, 2011, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Sti., Ankara, Türkiye.
- Cemeroğlu, B.S.**, 2013, Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler, Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara, Türkiye.
- Cemeroğlu, B.S.**, 2013, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt I. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Sti., Ankara, Türkiye.
- Cheftel, J. C., Thiebaud, M. and Dumay, E.**, 2002, Pressure-assisted freezing and thawing of foods: a review of recent studies, *High Pressure Research*, 22(3-4), 601–611 pp.
- Chevalier, D., Sentissi, M., Havet, M. and Le Bail, A.**, 2000, Comparison of air-blast and pressure shift freezing on Norway lobster quality, *Journal of Food Science*, 65(2), 329–333 pp.
- Collins, J.K. and Perkins-Veazie, P.**, 2006, Lycopene: From Plants to Humans, *HortScience*, 41(5): 1135-1144 pp.
- Çetin B., Tipi B., Turhan Ş. ve Akbudak N.**, 2003, Türkiye’de Dondurulmuş Sebze-Meyve Sanayiinin Ekonomik Yapısı ve Pazarlama Sorunları, 16-92s.
- Davis A.R., Fish, W.W. and Veazie, P.P.**, 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products, *Postharvest Biology and Technology*, 28, 425-430 pp.
- DeVries, A.L. and Wohlschlag, D.E.**, 1969, Freezing resistance in some antarctic fishes, *Science*, 163, 1073-1075 pp.
- Dursun, A. ve Ekinci, M.**, 2013, Domates Yetiştiriciliği, Domates ve Domates Ürünleri, (Ed: Nas, S. ve Kadakal, Ç.), İzmir, Sidas.
- Erickson, M. and Hung, Y.C.**, 2012, Quality in Frozen Food, Freeze-Cracking, Chapman&Hall, New York, 92-100p.
- Ersus Bilek, S. and Yayğaz, A.**, 2014, Domateste bulunan enzimlerin önemi ve ısı/ısı olmayan teknolojilerle inaktivasyonu, *Akademik Gıda*, 12(4), 58-67 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fennema, O. and Powrie, W.D.**, 1964, Fundamentals of Low-Temperature Food Preservation, *Advances in Food Research*, 13, 219-347 pp.
- Fennema, O.**, 1975, Activity of enzymes in partially frozen aqueous systems, Water Relations in Foods (ed. Duckworth, B.B.), Academic Press, New York, 397-413p.
- Fish, W.W. and Davis, A.R.**, 2003, The effects of frozen storage conditions on lycopene stability in watermelon tissue, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3582-3585 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division**, “Food and Agricultural commodities production / Countries by commodity”, http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/E (Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2015).
- Fuchigami, M., Kato, N. and Teramoto, A.**, 1997a, High-pressure freezing effects on textural quality of carrots, *Journal of Food Science*, 62(4), 804–808 pp.
- Fuchigami, M., Miyazaki, K., Kato, N. and Teramoto, A.**, 1997b, Histological changes in high-pressure-frozen carrots, *Journal of Food Science*, 62(4), 809–812 pp.
- Gaffe, J., Tieman, D.M. and Handa, A.K.**, 1994, Pectinmethylesterase isoforms in tomato (*Lycopersicon esculentum*) tissues, Effects of expression of a pectinmethylesterase antisense gene, *Plant Physiology*, 105, 199-203p.
- Galliard, T., Matthew, J.A., Wright, A.J. and Fishwick, M.J.**, 1977, The enzymatic breakdown of lipids to volatile and non-volatile carbonyl fragments in disrupted tomato fruits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28, 863-868p.
- Garcia, E. and Barrett, D.M.**, 2005, Assessing lycopene content in California processing tomatoes, *Journal of Food Processing and Preservation*, 30 (530), 56-70 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gaukel, V., Leiter, A. and Spieß, W.E.L.**, 2014, Synergism of different fish antifreeze proteins and hydrocolloids on recrystallization inhibition of ice in sucrose solutions, *Journal of Food Engineering*, 141, 44-50 pp.
- George, C., Kaur, D.S. and Khurdiya, H.C.**, 2004, Kapper antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype, *Food Chemistry*, 84, 45–51 pp.
- Giner, J., Gimeno, V., Espachs, A., Elez, P., Barbosa Canovas, G.V. and Martin, O.**, 2000, Inhibition of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pectinmethylesterase by pulsed electric fields, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1, 57-67 pp.
- Griffith, M. and Ewart, K.V.**, 1995, Antifreeze proteins and their potential use in frozen foods, *Biotechnology Advances*, 13(3): 375-402 pp.
- Gross, K.C.**, 1982, A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide, *HortScience*, 17, 933-934 pp.
- Hatanaka, A.**, 1993, The biogenesis of green odour by green leaves, *Phytochemistry*, 34, 1201-1218 pp.
- Hemeda, H.M. and Klein, B.P.**, 1991, Inactivation and regeneration of peroxidase activity in vegetable extracts treated with antioxidants, *Journal of Food Science*, 56, 68-71 pp.
- Hendrickx, M., Buggenhout, S.V., Messagie, I. and Van der Plancken I.**, 2006, Influence of high-pressure–low-temperature treatments on fruitand vegetable quality related enzymes, *European Food Research and Technology*, 223, 475-485 pp.
- Hung, Y.C.**, 1997, Freeze-Cracking, Quality in Frozen Food, (Ed: Erickson, M.C. and Hung, Y.C.), USA, Chapman & Hall.
- Hung, Y.C., and Kim, N.K.**, 1996, Fundamental Aspects of Freeze-Cracking, *Food Technology*, 50, 12, 59-61 pp.
- ISO.**, 2006, Dondurulmuş Gıda Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT, Gıda Sektörü, İSO Araştırma Şubesi, İstanbul, 75-88s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- James, C. and James, S. J.**, 2003, Freezing, Cryogenic Freezing, *Encyclopaedia of Food Sciences and Nutrition*, (ed. Caballero, B. and Trugo, L.), Academic Press, 2725-2732 p.
- Jolie, R.P., Duvetter, T., Van Loey, A.M. and Hendrickx.**, 2010, Pectin methylesterase and its proteinaceous inhibitor: a review, *Carbohydrate Research*, 345, 2583-2595 pp.
- Joy, P. and Lada, R.**, 2006, Crack development in individually quick frozen cut and peel carrots, *Journal of Food Science*, 71, 392-397 pp.
- Kalichevsky-Dong, M.T., Ablett, S., Lillford, P. and Knorr, D.**, 2000, Effect of pressure-shift freezing and conventional freezing on model food gels, *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 163–172 pp.
- Karabağlı A. ve AlpKent N.**, 1998, Türkiye ve AB’de Dondurulmuş Gıda Sanayinin Durumu ve Dış Ticaretinde Gelişmeler, Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:628.
- Kim, N.K. and Hung, Y.C.**, 1994, Freeze-Cracking in Foods as Affected by Physical Properties, *Journal of Food Science*, 59, 669-674p.
- Kuti, J.O. and Konuru, H.B.**, 2005, Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2021-2026 pp.
- Lee, M. and Macmillan, J.D.**, 1968, Mode of action of pectin enzymes, Purification and certain properties of tomato pectinesterase, *Biochemistry*, 7, 4005–4010 pp.
- Li, B. and Sun, D.W.**, 2002, Effect of power ultrasound on freezing rate during immersion freezing of potatoes, *Journal of Food Engineering*, 55(3), 277–282 pp.
- Liang, D., Lin, F., Yang, G., Yue, X. and Zhang, Q.**, 2015, Advantages of immersion freezing for quality preservation of litchi fruit during frozen storage, *Food Science and Technology*, 60, 948-956 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lisiewska, Z. and Kmiecik, W.,** 2000, Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes, *Food Chemistry*, 70, 167-173p.
- Lucas, T. and Raoult-Wack, A.,** 1998, Immersion chilling and freezing in aqueous refrigerating media: review and future trends, *International Journal of Refrigeration*, 21(6), 419-429 pp.
- Lucas, T., Francois, J., Bohuon, P. and Raoult-Wack, A.L.,** 1999, Factors influencing mass transfer during immersion cold storage of apples in NaCl/Sucrose solutions, *Food Science and Technology*, 32 (6), 327-332 pp.
- Mascheroni, R.H.,** 2012, Operations in food refrigeration, CRC Press, Boca Raton, 301 p.
- Marin, M. A., Cano, M. P. and Fuster, C.,** 1992, Freezing preservation of four Spanish mango cultivars (*Mangifera indica*, L.): chemical and biochemical aspects, *Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 194, 566-569 pp.
- Martino, M. N., Otero, L., Sanz, P.D. and Zaritzky, N.E.,** 1998, Size and location of ice crystals in pork frozen by high-pressure-assisted freezing as compared to classical methods, *Meat Science*, 50 (3), 303–313 pp.
- Min, S., Min, S.K. and Zhang, Q.H.,** 2003, Inactivation kinetics of tomato juice lipoxygenase by pulsed electric fields, *Journal of Food Science*, 68, 6, 1995-2001 pp.
- Molinari, A.F. and Silva, C.L.M.,** 1998, Freezing and storage of orange and orange/melon juices, effects on pectinesterase activity and quality, Proceedings: II Congresso Íbero-Americano de Engenharia de Alimentos: Tecnologias para el Procesamiento y conservacion de los Alimentos, Bahia Blanca, Argentina, 24 to 27 March.
- Mulyawanti, I., Dewandari, K.T. and Yulianingsih,** 2010, Effects of freezing and storage periods on characteristics of frozen sliced arumanis mango, *Indonesian Journal of Agriculture*, 3 (1), 32-38 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nas, S.**, 2013, Domatesin bileşimi, Domates ve Domates Ürünleri, (Ed. Nas, S. ve Kadakal, Ç.), Sidas Medya, İzmir, 299 s.
- Ocaklı, I.**, 2013, Yaş Meyve Sebze Pazar Araştırması, <http://investinedirne.org.tr/uploads/docs/06112013tmdEb4.pdf>, Son Erişim Tarihi: 6 Mart 2015.
- Otero, L., Martino, M., Zaritzky, N., Solas, M. and Sanz, P.D.**, 2000, Preservation of microstructure in peach and mango during high pressure-shift freezing, *Journal of Food Science*, 65 (3), 466–470 pp.
- Özkarahan, Ü.**, 1990, Domates Salçasında Kalite Kontrol Akfa, Akpınar Zirai İstihsal ve Konservecilik A.Ş. Eğitim Yayınları.
- Özler, A.**, 2009, Malatya kayısısından (*Prunusarmeniaca L.*) pektinesteraz enziminin saflastırılması ve karakterizasyonu, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye, 74s.
- Özlü, H. and Atasever, M.**, 2007, Gıdalara yüksek basınç uygulaması, *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 7-27 s.
- Parkin, K.L.**, 2013, Environmental effects on enzyme activity, *Enzymes in Food Processing*, (Ed. Nagodawithana, T., Reed, G.), Elsevier, 39-70 pp.
- Pham, Q.T., Le Bail, A. and Tremeac, B.**, 2006, Analysis of stresses during the freezing of solid spherical foods, *International Journal of Refrigeration*, 29, 125-133 pp.
- Pham, Q.T.**, 2008, Advances in food freezing/thawing/freeze concentration modelling and techniques, *Japan Journal of Food Engineering*, 9 (1), 21 – 32 pp.
- Pieper, J. R. and Barrett, D.M.**, 2009, Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 2, 177-194 pp.
- Potter, N.N. and Hotchkiss, J.H.**, 1995, Food Science, Chapman&Hall, New York, 593p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rahman, M. S.**, 2006, State diagram of foods: Its potential use in food processing and product stability, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 129-141 pp.
- Ramana, K.V.R., Ramaswamy, H.S., Aravinda Prasad, B., Patwardhan, M.V. and Ranganna, S.**, 1984, Freezing preservation of Totapuri mango pulp, *Journal of Food Science and Technology*, 21, 282 pp.
- Reeve, R.M. and Brown, M.S.**, 1968, Histological development of the green bean pod as related to culinary texture, *Journal of Food Science*, 33, 321-326 pp.
- Reid, D.**, 1996, Fruit Freezing in Processing Fruits, Science and Technology, Editör: Somogyi L.P., Ramanswamy, H.S. and Hui, Y.H., USA, Lancaster, Technomics Publishing Company.
- Ribero, G.G., Rubiolo, A.C. and Zorrilla, S.E.**, 2009, Microstructure of Mozzarella cheese as affected by the immersion freezing in NaCl solutions and by the frozen storage, *Journal of Food Engineering*, 91 (4), 516-520 pp.
- Sablani, S.S., Bruno, L., Kasapis, S. and Symaladevi M.R.**, 2009, Thermal transitions of rice: Development of a state diagram, *Journal of Food Engineering*, 90 (1), 110-118 pp.
- Sadler, G., Davis, J. and Dezman, D.**, 1990, Rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates, *Journal of Food Science*, 55, 1460-1461 pp.
- Scholander, P.F., Van Dam, L., Kanwisher, J.W., Hammel, H.T. and Gordon, M.S.**, 1957, Supercooling and osmoregulation in northern fishes, *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, 49, 5-24 pp.
- Scholander, P.F., Flagg, W., Hock, R.J. and Irving, L.**, 1953, Studies on the physiology of frozen plants and animals in the arctic, *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, 42, 1-56 pp.
- Sebok, A., Csepregi, I. and Baar, C.**, 1994, Causes of freeze cracking in fruits and vegetables, *Food Technology International Europe*, 1994, 66-68 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Seymour, T.A., Preston, J.F., Wicker, L., Lindsay, J.A. and Marshall, M.R.,** 1991, Purification and properties of pectinesterases of Marsh white grapefruit pulp, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 39, 6, 1080-1085 pp.
- Shi, X., Data, A.K. and Mukherjee, Y.,** 1995, Stress analysis of foods during freezing, *Institute of Food Technologists*, Chicago, 87, 4-260 pp.
- Shook, C.M., Shellhammer, T.H. and Schwartz, S.J.,** 2001, Polygalacturonase, pectinesterase, and lipoxygenase activities in high pressure-processed diced tomatoes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 664-668 pp.
- Simpson, K.L.,** 1985, Chemical changes in natural food pigments, In: Chemical changes in food during processing, (Ed. Richardson, T., Finley, J.W.), New York, 409-443p.
- Singh, R.P. and Heldman, D.R.,** 2009, Food Freezing, Introduction to Food Engineering, USA, Lincoln, 864p.
- Sun, D.W.,** 2012, Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, USA: Taylor & Francis Group.
- Sun, D.W. and Li, B.,** 2002, Novel methods for rapid freezing and thawing of foods-a review, *Journal of Food Engineering*, 54, 175-182 pp.
- Sun, D. and Li, B.,** 2003, Microstructural change of potato tissues frozen by ultrasound-assisted immersion freezing, *Journal of Food Engineering*, 57 (4), 337-345 pp.
- Şat, İ.G. and Turhan, N.,** 2006, Erzurum yöresinde yetiştirilen bazı domates çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri , Türkiye 9. Gıda Kongresi, 615-616s.
- Tamer, C.E., Çurkan, A. ve Çopur Ö.U.,** 2012, Dondurulmuş meyve-sebze ihracatının analizi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 73-82s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tandon, K.S., Baldwin, E.A. and Shelwfelt, R.L.**, 2001, Aroma perception of individual volatile compounds in fresh tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) as affected by the medium of evaluation, *Postharvest Biology and Technology*, 2, 261-268 pp.
- Turhan, A. and Şeniz, V.**, 2009, Estimation of certain chemical constituents of fruits of selected tomato genotypes grown in Turkey, *African Journal of Agricultural Research* , 4 (10), 1086-1092 pp.
- Urbanyi, G. and Horti, K.**, 1989, Colour and carotenoid content of quick-frozen tomato cubes during frozen storage, *Acta Alimentaria*, 18, 247-267 pp.
- Vidrih, R., Marsic Kacjan, N., Gasperlin, L. and Abram, V.**, 2011, Quality parameters and total phenolic content in tomato fruits regarding cultivar and microclimatic conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35, 185-194 pp.
- Warren, C.J., Mueller, C.M. and Mckown, R.L.**, 1992, Ice crystal growth suppression polypeptides and methods of preparation, US Patent 5,118,792.
- Yemenicioğlu, A. ve Cemeroğlu, B.**, 1998, Enzimlerin inaktivasyon ve rejenerasyonunun gıdaların kalitesi üzerine etkileri, *Gıda*, 23(6), 415-423s.
- Yemenicioğlu, A. ve Cemeroğlu, B.**, 2004, Kornison (*Cucumis sativus*) pektinmetilesteraz enziminin bazı nitelikleri, *Gıda*, 29, 1, 51-55s.
- Yener, F.**, 2007, Pektinaz enziminin farklı iki destek üzerine immobilizasyonu ve karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, 47s.
- Yıldız, H. and Baysal, T.**, 2006, Effects of alternative current heating treatment on *Aspergillus niger*, pectin methylesterase and pectin content in tomato, *Journal of Food Engineering*, 75, 327–332 pp.
- Yönlü, T.**, 2004, Türkiye’de Dondurulmuş Gıda Sektörü: Yapı, Davranış, Performans Analizi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Yurtman, A.**, 2003, Dondurulmuş Gıda Sektör Raporu, İTO Etüt ve Araştırma Şubesi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yüksel, F., Koyuncu, M. ve Sayaslan, A.,** 2011, Makarnalık Buğday (*Triticum durum*) Kalitesi, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4, 25-31s.
- Versteeg, C., Rombouts, F.M., Spaansen, C.H. and Pilnik, W.,** 1980, Thermostability and orange juice cloud-destabilizing properties of multiple pectinesterases from orange, *Journal of Food Science*, 45, 969-972 pp.
- Von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J.,** 1996, Colorants, Food Chemistry, (Ed: Fennema, O.R., Marcel, D.), New York, 651-765p.
- Warrilow, A.G.S., Turner, R.J. and Jones, M.G.,** 1994, A novel form of pectinesterase in tomato, *Phytochemistry*, 35, 863-868 pp.
- Wolford, E.R. and Brown, M.S.,** 1965, Liquid-nitrogen freezing of green beans, *Food Technology*, 19, 1133-1135 pp.
- Zaritzky, N.E.,** 2000, Factors affecting the stability of frozen foods, Managing Frozen Foods, (Ed. Kennedy, C.J.), Woodhead Publishing, London, 304p.
- Zarkadas, D.M. and Mitrakas, M.,** 1999, On the applicability of a plug flow immersion freezer: theoretical considerations, *Food Science and Technology*, 32 (8), 548-552 pp.

ÖZGEÇMİŞ

Atiye YAYĞAZ, 14.01.1991 tarihinde Şanlıurfa’da doğmuştur. Lise eğitimini Şanlıurfa Fen Lisesi’nde tamamlamış, 2009 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne başlamıştır. 2013 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden dereceyle mezun olmuştur. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Meyve-Sebze İşleme ve Mühendisliği Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.