İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI DONDURMA VE ÇÖZÜNDÜRME METOTLARININ NAR TANELERİNİN FİZİKSEL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin ŞENGÜL

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

OCAK 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI DONDURMA VE ÇÖZÜNDÜRME METOTLARININ NAR TANELERİNİN FİZİKSEL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin ŞENGÜL

506101526

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ

OCAK 2014

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE ENGINEERING AND TECHNOLOGY

DIFFERENT FREEZING AND THAWING METHODS EFFECT ON ANTIOXIDANT AND PHYSICAL PROPERTIES OF POMEGRANATE

M.Sc. THESIS

Yasemin ŞENGÜL

506101526

Department of Food Engineering

Food Engıneering Programme

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ

JANUARY 2014

Aileme,

ÖNSÖZ

Öncelikle, tez çalışmam süresince, danışmanlığımı üstlenerek, değerli fikirleri ile beni yönlendiren, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, birlikte çalışmaktan onur ve zevk duyduğum çok değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman desteğini yanımda hissettiğim ve değerli fikirleri ile beni yönlendiren çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan nar tanesi örneklerimin temin edilmesini sağlayan firmasına teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmalarım sırasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Öyküm Bahar ESEN ve Gözde DOĞAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Destekleri ve sevgileri ile her zaman yanımda olan, varlıkları ile bana güven veren,bugünlere gelmemde büyük emek sahibi olan canım annem Taliha ŞENGÜL' e, canım babam Bekir ŞENGÜL' e ve canım kardeşlerim Semih ŞENGÜL ve Oğuzhan ŞENGÜL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam süresince beni cesaretlendirerek, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sayın Caner PEKŞEN' e teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2014

Yasemin ŞENGÜL

Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xix**
SUMMARY ..... **xxiii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR **3**
2.1 Nar ve Ürünleri 3
2.2 Narın Dünya ve Türkiye' deki Yeri 4
2.3 Nar Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Bileşenleri 6
2.4 Nar Meyvesinin Fenolik ve Antioksidan Bileşenleri 9
2.5 NarMeyvesininİnsanSağlığıÜzerindekiEtkisi 12
2.6 Meyve ve Sebzelerde Dondurma İşlemi 14
2.6.1 Dondurma işleminin temel prensibi 14
2.6.2 Dondurma yöntemleri 15
2.6.3 Dondurulmuş gıdaların depolanması 16
2.7 Çözündürme İşlemi ve Yöntemleri 17
2.8 Dondurma, Çözündürme İşlemlerinin ve Depolama Süresinin Gıda Özelliklerine Etkileri 19
3. MATERYAL VE METOT **24**
3.1 Materyal 24
3.1.1 Kimyasallar 24
3.1.2 Örnekler 24
3.2 Metotlar 25
3.2.1 Fiziksel özelliklerin tayini 25
3.2.2 Ekstrakt hazırlama 26

3.2.3 Toplam fenolik madde analizi 26
3.2.4 Toplam flavanoid analizi 27
3.2.5 Toplam antioksidan kapasitesi tayini 27
3.2.5.1 DPPH radikal yakalama yöntemi 27
3.2.5.2 ABTS radikal yakalama yöntemi 27
3.2.5.3 CUPRAC metodu (Bakır indirgeyici antioksidan kapasitesi) 28
3.2.6 HPLC ile fenolik asit, flavonoid ve antosiyanin profillerinin belirlenmesi 28
3.2.7 İstatistiksel analiz 28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 30
4.1 Fiziksel Özellikler 30
4.1.1 Su sızması 30
4.1.2 Suda çözünen kuru madde miktarı 36
4.1.3 pH ve titre edilebilir asitlik 40
4.1.4 Renk analizi 47
4.2 Fenolik Bileşen ve Antioksidan Özellikleri 55
4.2.1 Toplam Fenolik Madde 55
4.2.2 Toplam Flavonoid Miktarı 62
4.2.3 Toplam Antioksidan Aktivitesi Analizleri 67
4.3 Nar Tanelerindeki Fenolik Madde Profillerinin HPLC ile Belirlenmesi 76
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 80
KAYNAKLAR 84
EKLER 90
ÖZGEÇMİŞ 108

KISALTMALAR

ABTS : 2,2-azinobis 3-etilbenzothiazolin-6-sulfonik asit diammonium salt
ANOVA : Varyans analizi
BATEM : Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Ca :Kalsiyum
CUPRAC :Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasitesi
Cy-3-gul :Siyanidin-3-glukozit
Cy 3,5-gul :Siyanidin-3,5-glukozit
Del 3,5-dOg :Delfin 3,5-O diglukozit
DNA : Deoksiribonukleik asit
DPPH : 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
FRAP :Demir (III) indirgeyici antioksidan kapasitesi
GAE :Gallik asit eşdeğeri
HDL :Yüksek yoğunluklu lipoprtotein
HPLC : Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IQF : Bireysel hızlı dondurma
K :Potasyum
KE : Kateşin eşdeğeri
LCO_2 : Sıvı karbondioksit
LDL :Düşük yoğunluklu lipoprotein
LN_2 : Sıvı azot
Mg :Magnezyum
MEYED :Meyve Suyu Endüstrisi Derneği
MW : Mikrodalga
Na :Sodyum
P :Fosfor
Pel 3-Gul :Pelargonidin 3-glukozit
Pel 3,5-dOg :Pelargonidin 3,5-O diglukozit
SÇKM : Suda Çözünür Kuru Madde
TE :Trolox eşdeğeri
TF : Toplam flavonoid içeriği
TP :Toplam fenolikiçeriği
TUIK : Türkiye İstatistik Kurumu
VLDL : Çok düşük yoğunluklu lipoproteinler

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Narın dünyadaki üretimi (ton) 4

Çizelge 2.2 : Üzümsü meyvelerin yıllara göre üretimi (ton, TUİK) 5

Çizelge 2.3 : Nar meyvesinin yenebilir kısmının besinsel değerleri (Bayizit ve diğ.) 6

Çizelge 2.4 : Farklı nar çeşitlerinin kimyasal özellikleri 7

Çizelge 2.5 : Nar suyu ve bazı meyve sularının mineral madde içerikleri(Tüfekçi ve diğ. 2010) 8

Çizelge 2.6 : Narın şeker (g/100ml) ve organik asit içeriği (Özgen ve diğ., 2008)..... 8

Çizelge 2.7 : Farklı olgunluk düzeyinde nardaki fiziksel ve kimyasal değişimleri (Olaniyi ve diğ., 2012) 9

Çizelge 2.8 : Nar meyvesinin kısımlarının fenolik içerikleri (Bayizit ve diğ.) 10

Çizelge 2.9 : Farklı illere ait nar örneklerinin fenolik içerikleri (Poyrazoğlu ve diğ., 2002) 11

Çizelge 2.10 : Farklı nar çeşitlerinde belirlenen toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri (Özgen ve diğ., 2008) 12

Çizelge 4.1 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % su sızması miktarları..... .. 31

Çizelge 4.2 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % suda çözünen kuru madde miktarları..... 37

Çizelge 4.3 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen pH değerleri..... 41

Çizelge 4.4 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % toplam asitlik değerleri..... 41

Çizelge 4.5 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen renk değerleri..... 48

Çizelge 4.6 : Dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam fenolik madde miktarları…… 56

Çizelge 4.7 : Dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam flavonoid madde miktarları…… 63

Çizelge 4.8 : IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam antioksidan kapasitesi…… 68

Çizelge 4.9 : Ev tipi dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam antioksidan kapasitesi..... 69

Çizelge 4.10 : IQF dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen fenolik bileşen profili.. 77

Çizelge 4.11 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen fenolik bileşen profili..... 78

Çizelge D.1: Ev tipi dondurulmuşve çözündürülmüş 1. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu..... 104

Çizelge D.2: Ev tipi dondurulmuş ve çözündürülmüş 8. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu..... 105

Çizelge D.3: IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş 1. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu..... 106

Çizelge D.4: IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş 8. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu..... 107

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama % su sızması miktarlarına etkisi 32

Şekil 4.2 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi 35

Şekil 4.3 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi 35

Şekil 4.4 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama % brix değerlerine etkisi 38

Şekil 4.5 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi 39

Şekil 4.6 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi 40

Şekil 4.7 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama pH değerlerine etkisi 43

Şekil 4.8 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama (%) toplam asitlik değerlerine etkisi 43

Şekil 4.9 : Ev tipi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen pH değerlerinin depolama süresince değişimi... 45

Şekil 4.10 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen pH değerlerinin depolama süresince değişimi... 45

Şekil 4.11 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen % toplam asitlik değerlerinin depolama süresince değişimi .. 46

Şekil 4.12 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen % toplam asitlik değerlerinin depolama süresince değişimi 46

Şekil 4.13 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin 1.ay ortalama L ve a değerlerine etkisi 51

Şekil 4.14 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin 8. ay ortalama L ve a değerlerine etkisi 51

Şekil 4.15 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen parlaklık değerlerinin depolama süresince değişimi 52

Şekil 4.16 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen parlaklık değerlerinin depolama süresince değişimi 53

Şekil 4.17 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen kırmızılık değerlerinin depolama süresince değişimi 53

Şekil 4.18 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen kırmızılık değerlerinin depolama süresince değişimi 54

Şekil 4.19 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin toplam fenolik madde miktarına etkisi 58

Şekil 4.20 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam fenolik miktarlarının depolama süresince değişimi 61

Şekil 4.21 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam fenolik miktarlarının depolama süresince değişim..... 61

Şekil 4.22 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin toplam flavonoid madde miktarına etkisi 64

Şekil 4.23 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam flavonoid miktarlarının depolama süresince değişimi 66

Şekil 4.24 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam flavonoid miktarlarının depolama süresince değişimi 66

Şekil 4.25 : Farklı dondurma yöntemlerinin kontrol grubu nar tanelerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi 70

Şekil 4.26 : Farklı çözündürme yöntemlerinin IQF dondurulmuş 8. ay örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi 71

Şekil 4.27 : Farklı çözündürme yöntemlerinin ev tipi dondurulmuş 8. ay örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi 71

Şekil 4.28 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak DPPH metodu ile belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarının depolama süresince değişimi 74

Şekil 4.29 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak DPPH metodu ile belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarının depolama süresince değişimi 75

Şekil A.1: %75'lik methanol'deki toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi..... 90

Şekil A.2: %75'lik methanol'deki toplam flavonoid madde kalibrasyon eğrisi..... 90

Şekil A.3: %75'lik methanol'deki DPPH madde kalibrasyon eğrisi 91

Şekil A.3: %75'lik methanol'deki ABTS madde kalibrasyon eğrisi 91

Şekil A.5: %75'lik methanol'deki CUPRAC madde kalibrasyon eğrisi 91

Şekil B.1:HPLC için Delphin klorid (Delphinidin 3,5-Di-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi 92

Şekil B.2:HPLC için Cyanin klorid (Cyanin 3,5-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi 92

Şekil B.3:HPLC için Pelargonin klorid (Pelargonidin 3,5-Di-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi 92

Şekil B.4:HPLC için Kuromanin klorid (Cyanidin-3-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi 93

Şekil B.5:HPLC için Callistephin klorid (Pelargonidin 3-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi 93

Şekil B.6: HPLC için Gallik asit standart kalibrasyon eğrisi 93

Şekil C.1: Ev tipi dondurulmuş 1.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları(1: delfin 3,5-O diglukozit, 2: siyanin 3,5-glukozit, 3: pelargonidin 3,5-O diglukozit, 4: siyanidin 3-O glukozit, 5: pelargonidin 3-glukozit) 94

Şekil C.2: Ev tipi dondurulmuş 1.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 94

Şekil C.3: Ev tipi dondurulmuş 1.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 94

Şekil C.4: Ev tipi dondurulmuş 1.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 95

Şekil C.5: Ev tipi dondurulmuş 1.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 95

Şekil C.6:IQF dondurulmuş 1.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 95

Şekil C.7:IQF dondurulmuş 1.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 96

Şekil C.8:IQF dondurulmuş 1.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 96

Şekil C.9:IQF dondurulmuş 1.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 96

Şekil C.10:IQF dondurulmuş 1.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 97

Şekil C.11: Ev tipi dondurulmuş 4.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 97

Şekil C.12: Ev tipi dondurulmuş 4.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 97

Şekil C.13: Ev tipi dondurulmuş 4.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 98

Şekil C.14: Ev tipi dondurulmuş 4.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 98

Şekil C.15: Ev tipi dondurulmuş 4.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 98

Şekil C.16:IQF dondurulmuş 4.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 99

Şekil C.17:IQF dondurulmuş 4.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 99

Şekil C.18:IQF dondurulmuş 4.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 99

Şekil C.19:IQF dondurulmuş 4.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 100

Şekil C.20:IQF dondurulmuş 4.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 100

Şekil C.21: Ev tipi dondurulmuş 8.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 100

Şekil C.22: Ev tipi dondurulmuş 8.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 101

Şekil C.23: Ev tipi dondurulmuş 8.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 101

Şekil C.24: Ev tipi dondurulmuş 8.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 101

Şekil C.25: Ev tipi dondurulmuş 8.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 102

Şekil C.26: IQF dondurulmuş 8.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 102

Şekil C.27: IQF dondurulmuş 8.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 102

Şekil C.28: IQF dondurulmuş 8.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 103

Şekil C.29: IQF dondurulmuş 8.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 103

Şekil C.30: IQF dondurulmuş 8.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları 103

FARKLI DONDURMA VE ÇÖZÜNDÜRME YÖNTEMLERİNİN NAR TANELERİNİN FİZİKSEL VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Nar meyvesi içerdiği bileşenlerle insan beslenmesinde önemli yeri olan fonksiyonel bir gıdadır. Fenolik bileşenler ve polifenoller antioksidan aktiviteleri nedeniyle önemli antimutajenik ve antikanserojenik özelliklere sahip olup kalp ve damar hastalıklarına karşı da koruyucu etkilere sahiptir. Narın bu önemli bileşenleri ve bileşenlerinin yu□ksek antioksidan aktivitesi nar, nar u□ru□nleri ve nardan elde edilen meyve sularına olan ilgiyi son yıllarda arttırmıştır.
Dondurarak muhafaza meyvelerin, aroma ve besinsel değerinden uzun sureli yararlanmamızı sağlayan metotlardan biridir. Dondurarak muhafazanın amacıdepolama süresince kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonları ya tu□mden durdurulmakta ya da en azaindirmektir. Dondurma işlemi sırasındaki narınfiziksel ve antioksidan özelliklerinin değişimi ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlı ve yetersizdir.

Bu çalışmanın temel amacı hızlı (IQF) ve yavaş (ev tipi) dondurulan nar tanelerinin depolanarak farklı çözündürme (MW, oda sıcaklığı, dolap sıcaklığı ve sıcak suya daldıma) yöntemleri uygulaması ile ürünün fiziksel ve antioksidan özelliklerinde görülen değişimlerin incelenmesidir. Ayrıca ürünün besinsel ve fiziksel özelliklerinde depolama süresinin etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ürünün görünüş ve besinsel özelliklerinin en iyi korunduğu dondurma ve çözündürme yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Su sızması miktarı için elde edilen sonuçlar; ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde çözündürme işlemi sonrası su sızması miktarı % 10.6-24.3 arasında, IQF yöntemi ile dondurulmuş örneklerde ise bu değerler %12.4-21.8 arasında değişkenlik göstermektedir. İlk aydan sonra ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde daha yüksek su sızması değerleri görülmüştür. Her iki dondurma yönteminde de en yüksek su sızması değeri sıcak su ile çözündürülmüş örneklerde belirlenmiştir. MW ile çözündürme yöntemi ise ürünün dokusal özelliklerinin korunması için en uygun yöntem olarak belirlenmiştir. 1. ve 8. ay sonuçlarını dikkate alarak su sızması miktarında en fazla değişim oda sıcaklığında çözünen örneklerde belirlenmiştir.

Suda çözünen kuru madde miktarı (brix) değerleri ev tipi ve IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerinde 1.ay yüksek belirlenmiş iken depolama süresi boyunca bu değerlerde azalmalar görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş örneklerde brix değerleri %16.2-18.7, IQF dondurulmuş örnekler ise %15.0-17.3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yavaş dondurulan örneklerde hızlı dondurulan örnekler göre daha yüksek sonuçlar bulunmuştur. Depolama süresi sonunda en yüksek brix değeri dolap sıcaklığında çözünmüş örneklerde görülmüştür. Depolama süresince ürün brix değerlerinde 5.aydan sonra azalmalar belirlenmiştir.

Titrasyon asitliği ve pH sonuçlarına göre; ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi boyunca pH değerleri 2.2-3.3 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Titrasyon asitliği ise ev tipi dondurma yönteminde %11.3-13.7, IQF dondurulmuş üründe %10.2-12.7 değerleri arasında belirlenmiştir. Depolama süresince nar tanelerinin pH değerlerinde azalmalar görülmüşken titrasyon asitliğinde artışlar tespit edilmiştir. Nar tanelerinden elde edilen pH ve titrasyon asitliği sonuçlarına uygulanan farklı dondurma ve çözündürme yöntemlerinin etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çözündürme işlemi uygulanmamış nar tanelerinde belirlenen ortalama renk parlaklığının göstergesi olan L, kırmızı rengin göstergesi olan a ve sarı renk göstergesi olan b değerleri ise IQF yöntemi uygulanan örneklerde sırası ile 21.4, 16.7 ve -2.6; ev tipi dondurulmuş örneklerde ise bu değerler 20.2, 15.3 ve -2.9 bulunmuştur. Dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen renk değerlerinin; L değerleri 20.3-29.1, a değerleri 15.9-29.7, b değerleri ise -0.1 ile -7.9 arasında değiştiği görülmüştür. Dondurma metotları incelendiğinde 1. ay IQF dondurulan örneklerde yüksek değerler görülmüşken 8. ay ev tipi dondurulan örneklerin renk değerleri daha yüksektir. Dondurulan nar tanelerinin çözündürmesinden sonra L ve a değerlerinde artış belirlenmiştir. Ev tipi ve IQF dondurulan örneklerde çözündürme işlemi sonrasında elde edilen 5 ve 8. aylar arasında L ve a değerlerinde artış belirlenmiştir.

Depolama süresi boyunca nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarı IQF dondurulmuş örneklerde 258.5-136.1 mg GAE/100 g meyve, ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 300.6-152.6 mg GAE/100 g meyve değerleri arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Dondurulmuş örneklerin 1. ve 8.ay sonuçlarını incelediğimizde de toplam fenolik madde miktarı sıcak suda çözünen örneklerde görülmüştür. Depolama süresi sonunda toplam fenolik miktarlarında elde edilen % değişimler ev tipi ve IQF yöntemi ile dondurulmuş örneklerin çözündürme işlemi uygulanmamış kontrol gruplarında artış görülmüşken çözündürme işlemi uygulanmış nar tanelerinde ise azalma belirlenmiştir. IQF dondurulan nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarlarında kontrol grubunda %44 oranında artış, MW çözünenlerde % 12, oda sıcaklığında %24, dolap sıcaklığında %24 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %8.5 oranında azalma görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş nar örneklerinin 8.ay sonunda toplam fenolik madde miktarlarında belirlenen % değişimler incelendiğinde ise çözündürme işlemi uygulanmayan kontrol grubunda %30 oranında artış, MW çözünenlerde %6, oda sıcaklığında %24, dolap sıcaklığında %5 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %23 oranında azalma belirlenmiştir. Her iki dondurma yönteminde uygulanan çözündürme yöntemleri inceleniğinde depolama süresi boyunca en fazla değişim oda sıcaklığında çözünmüş örneklerde görülmüştür.

Depolama süresi boyunca nar tanelerinin toplam flavonoid madde miktarı IQF dondurulmuş örneklerde 74.8-19.0 mg KE/100 g nar, ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 62.5-33.9 mg KE/100 g nar değerleri arasında değişkenlik gösterdiği

belirlenmiştir. MW uygulaması ile çözündürülmüş örneklerde toplam flavonoid miktarı daha yüksek belirlenmiştir. Depolama süresince elde edilen sonuçlardaki % değişimler 1. ve 8.ay örneklerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarlarından yaralanılarak hesaplanmıştır. IQF dondurulan nar tanelerinde toplam flavonoid madde miktarları incelendiğinde kontrol grubunda %35, MW' de % 33, oda sıcaklığında %44, dolap sıcaklığında %26 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %33 oranında azalma görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen toplam flavonoid miktarlarındaki % değişimler ise kontrol grubunda %16, MW çözünenlerde %12, oda sıcaklığında %25, dolap sıcaklığında %8.5 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %27 oranında azalma olarak tespit edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasiteleri CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile çözündürme işlemi uygulanmamış nar tanelerinde IQF dondurulmuş örnekler için sırası ile 1047.3 mg TE/100 g nar tanesi, 426.2 mg TE/100 g nar tanesi ve 471.8 mg TE/100 g nar tanesi, ev tipi dondurulmuş örnekler için ise 1107.4 mg TE/100 g nar tanesi, 629.4 mg TE/100 g nar tanesi ve 805.6 mg TE/100 g nar tanesi olarak bulunmuştur. Uygulanan üç farklı antioksidan kapasitesi belirleme yöntemleri arasında CUPRAC analizinde en yüksek değerler görülmüştür. Depolama süresi boyunca ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde daha yüksek antioksidan kapasitesi sonuçları bulunmuştur. Depolma süresince örneklerin toplam antioksidan kapasitesi değerlerinde azalış gözlemlenmiştir. Dondurulmuş ve çözündürülmüş nar tanelerinde depolamanın 5.ve 6. aylarında antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşen miktarlarında ani değişimler gözlenmiştir.

HPLC ile belirlenen fenolik bileşen profilleri gallik asit, siyanin 3,5-glukozit, siyanidin 3-O glukozit, delfin 3,5-O diglukozit, pelargonidin 3,5-O diglukozit ve pelargonidin 3-glukozit IQF ve ev tipi dondurulumuş tüm nar tanelerinde bulunmuştur. Siyanin 3,5-glukozit ev tipi ve IQF dondurulan örneklerde en fazla belirlenen antosiyanindir.

DIFFERENT FREEZING AND THAWING METHODS EFFECT ON ANTIOXIDANT AND PHYSICAL PROPERTIES OF POMEGRANATE

SUMMARY

Pomegranate with its components is a functional food having an important role in human nutrition. Phenolic compounds and polyphenols have important antimutagenic and anticarcinogenic properties due to their antioxidant activity. Moreover, they have protective effects against cardiovascular diseases. High levels of phenolic compounds available in pomegranate and their high antioxidant activity have increased the interest to pomegranate and its products, especially juices obtained from pomegranate in the last years.

Freezing is one of the most important methods for retaining fruits quality during long-term storage. Its main objective is the inactivation of the enzymes, chemical and biochemical reactions responsible for the deterioration reactions during frozen storage. The intensity of this treatment has to assure the enzymatic inactivation while minimasing the possible negative effects of heat on product quality, such as degradation of texture, and vitamins and colour changes. There is limited research related to change of the physical and antioxidant properties of pomegranate during freezing.

Firstly, the present study aimed at investigating the effects of different freezing and thawing conditions on physical (drip loss, acidity, pH, colour, total soluble solid) and antioxidative (total phenolic content, total flavovoid content and total antioxidant capacity) properties of pomegranate arils. For this purpose pomegranate arils were frozen at -20°C (slow freezing) and using the IQF (quick freezing) and thawing at room temperature, refrigerator temperature, in a microwave oven and at ambient temperature of +55°C. Secondly the effect of long-term storage was investigated on nutritional and physical properties of pomegranate arils and as the result of this study and as the result of this thesis the best freezing and thawing method was determined.

The results obtained for drip loss analysis showed that, drip loss of the conventionally frozen pomegranate arils varied between %10.6-24.3 and IQF frozen pomegranate arils varied between %12.4-21.8. Conventionally frozen pomegranate arils had higher drip loss content after thawing than IQF frozen samples after the first month. In both freezing methods, the highestdrip loss value was determined in samples was dissolved in hot water and MW was the best method to preserve the textural properties of the pomegranate arils. Maximum change in drip loss value was determined the sample dissolved at room temperature during long-term storage.

The results obtained for total soluble solid (brix) analysis showed that, brix for slow frozen pomegranate arils varied between %16.2-18.7 and quick frozen pomegranate arils varied between %15.0-17.3. Slow frozen pomegranate arils had higher brix value than quick frozen samples. In both freezing methods, the highest brix values were determined in samples were dissolved at refrigerator temperature. Brix values in slow and quick frozen pomegranate arils were high in the first month even though a decrease was seen after the fifth month of storage time.

pH values ranged between 2.2-3.3 for slow and quick frozen pomegranate arils during long-term storage. Titrable acidity values of slow frozen pomegranate arils were measured to range between 11.3-13.7 and quick frozen samples were measured to range between 10.2-12.7. Quick frozen samples had lower titratable acidity value than slow frozen samples. While pH values were decreased, titratable acidity values were increased during storage time of pomegranate arils. The amount of titrable acidity values for slow freezing and quick freezing were approximately similar.

Lightness (L), redness (a) and yellowness (b) were determined for unsolved slow and quick frozen pomegranate arils. The values for slow frozen samples were 20.2, 15.3, -2.9 and 21.4, 16.7, -2.6 for quick frozen samples. Thawed samples exhibited L values ranging from 20.3 to 29.1, a values ranging from15.9 to 29.7 and b values ranging from -0.1 to -7.9 units. First month of storage the colour analysis results obtained from quick frozen were higher than slow frozen but at the end of long-term storage slow freezing results were higher. L and a values were increased after thawing.The L and a values for the samples frozen by two methods increased between 5 and 8 months of storage.

According to changes during long-term storage total phenolic content for slow frozen and unsolved samples were measured to range between 300.6-152.6 mg GAE/100 g pomegranate arils and quick frozen samples were measured to range between 258.5-136.1 mg GAE/100 g pomegranate arils. Slow frozen pomegranate arils had higher total phenolic content than quick frozen samples. In both freezing methods, the highest total phenolic content was determined in samples were dissolved in hot water. Depending on the time of storage analyzed, for conventionaly frozen samples total phenolic content suffered a increase of 30% in control group compared with total phenolic content of the first day sample, a decrease of 6% in sample thawed with MW, a decrease of 24% in sample thawed at room temperature, a decrease of 5% in sample thawed at refrigerator temperature, a decrease of 23% in sample thawed in hot water compared with control group. Total phenolic content of IQF frozen samples suffered a increase of 44% in control group compared with total phenolic content of the first day sample, a decrease of 12% in sample thawed with MW, a decrease of 24% in sample thawed at room temperature, a decrease of 24% in sample thawed at refrigerator temperature, a decrease of 8.5% in sample thawed in hot water compared with control group. Maximum change in total phenolic content was determined the sample dissolved at room temperature during long-term storage.

The results obtained for total flavonoid content showed that, total flavonoid content of the conventionally frozen pomegranate arils varied between %10.6-24.3 and IQF frozen pomegranate arils varied between %12.4-21.8 during long-term storage. In both freezing methods, the highest total flavonoid content was determined in samples were thawed with MW. Depending on the time of storage analyzed, for conventionaly frozen samples total phenolic content suffered a decrease of 16% in control group compared with total phenolic content of the first day sample, a decrease of 12% in sample thawed with MW, a decrease of 25% in sample thawed at room temperature, a decrease of 8.5% in sample thawed at refrigerator temperature, a decrease of 27% in sample thawed in hot water compared with control group. Total flavonoid content of IQF frozen samples suffered a decrease of 35% in control group compared with total flavonoid content of the first day sample, a decrease of 33% in sample thawed with MW, a decrease of 44% in sample thawed at room temperature,

a decrease of 26% in sample thawed at refrigerator temperature, a decrease of 33% in sample thawed in hot water compared with control group.

Among all three different antioxidant capacity methods performed in this study (ABTS, DPPH, and CUPRAC), CUPRAC assay provided the highest values for all frozen samples. Total antioxidant capacity in slow frozen and unsolved first day pomegranate aril was 1107.4 mgTE/100 g fresh fruit for CUPRAC, 629.4 mgTE/100 g fresh fruit for DPPH, 805.6 mgTE/100 g fresh fruit for ABTS and for quick frozen sample total antioxidant capacity was 1047.3 mgTE/100 g fresh fruit for CUPRAC, 426.2 mgTE/100 g fresh fruit for DPPH, 471.8 mgTE/100 g fresh fruit for ABTS. Slow frozen pomegranate arils had higher total phenolic content than quick frozen samples for three antioxidant capacity methods. Depending on the time of storaged, for all frozen samples total antioxidant capacity suffered a decrease of compared with total antioxidant capacity of control group. The antioxidant capacity, total phenolic content and total flavonoid content for the all frozen and thawing samples changed between 5 and 6 months of storage.

As a result of phenolic profiling by HPLC analysis, gallic acid, cyanin 3,5-glucoside, cynidin 3-O glucoside, dolphin 3,5 glucoside, pelargonidin 3,5-O diglucoside and pelargonidin 3-glucoside were found for all samples including slow and quick frozen products. Cyanin 3,5-glucoside was found the highest anthocyanin components for all frozen and thawing pomegranate arils.

1. GİRİŞ

Nar, Punicaceae familyasının Punica cinsine ait olup, en önemli tu□ru□ Punica granatum L.' dur. Nar bilinen en eski meyve tu□rlerinden olup, ku□ltu□r tarihi M.Ö. 3000 yıl öncesine kadar gitmektedir. Anavatanı Gu□ney Kafkasya, İran, Afganistan, Gu□ney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasında kalan bölgeleri kapsamaktadır (Vardin ve Abbasoğlu, 2004). Taze ve meyve suyu tüketilmesinin yanında konserve, pektin, tanen, yağ, boya, mürekkep hammaddeleri, sirke, nar ekşisi, ilaç ve hayvan yemi gibi faklı endüstriyel kullanım alanlarına sahip olması dünya pazarlarında önem kazanmasına neden olmuştur (Muradoğlu ve diğ., 2006).

Meyve ve sebzeler işlenmemiş olarak doğrudan tüketilebildikleri gibi dondurulmuş,kurutulmuş ya da meyve suyu, konserve, reçel gibi farklı ürünlere işlenmiş şekilde oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Özellikle de içerdikleri vitaminler, karotenoidler veya flavonoidlerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin birçok çalışma ile ortaya konması bu gıda grubuna olan ilgiyi arttırmıştır (Capanoglu ve diğ., 2012).

Fenolik bileşenlerce zengin olan nar ve bu meyvenden elde edilen ürünlere ilgi son yıllarda artmıştır. Nitekim ülkemizde nar yetiştirciliğinin hızla yayılması da bunu doğrular niteliktedir.

Dondurarak muhafaza uygulaması ile ürünlerdeki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik reaksiyonlar en azaindirilerek ürünün aroma ve besinsel değerleri korunmuş olur. Nar meyvesinin dondurulması ile bu üründen daha uzun süreli faydalanmak amaçlanmaktadır. Kaliteli dondurulmuş nar üretimi için hasat edilen nar meyvesinin de kaliteli olması gerekmektedir. Ayrıca donduma işlemi sonunda sıcaklığı -18°C' ye düşen meyve ve sebzelerin bu sıcaklıkta depolanması ürünlerin uzun süre dayanıklı kalmasını sağlar (De Ancos ve diğ., 2006). Dondurulmuş gıdalarda görülen kalite kayıplarına dondurulmuş gıda zincirindeki kırılmalar, suyun difüzyonu, proteinlerin yapısının bozulması ve yağların oksidasyonu sebep olur (Erickson ve diğ., 1997).

Sebze ve meyvelerin dondurulumasi sırasında gıdaların boyutları, fiziksel nitelikleri, ambalajlı olup olmaması, ulaşılmak istenen donma hızı ve üretim maliyeti gibi hususlar dikkate alınarak farklı dondurma yöntemleri uygulanmaktadır (Anonim, 2009).

Çözündürme işlemi ise dondurma işleminden daha yavaş olmalıdır. Çözündürme işlemi sırasında oluşan kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişimler üründe hasarlara sebep olur (Anonim 2; Li ve Sun, 2002). Çözdürme oranı, suyun orjinal pozisyonuna geçişi esnasında sıvı kaybından kaçınmak için yeterli yavaşlıkta olmalıdır. Gıdalarda dikkate değer bir ısı yükselmesi ve aşırı dehidrasyondan kaçınmak için düşük ısıda hızlı çözdürmek; gıda kalitesinin korunması açısından tercih edilir.

Bu çalışmada dondurma ve çözündürme yöntemi uygulanan nar tanelerinde depolama süresi boyunca fiziksel ve antioksidan özelliklerinde değişimler incelenmiştir. Nar tanelerinin fiziksel özelliklerinin ve antioksidan içerikleri açısından en uygun olan dondurma ve çözündürme yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR

2.1 Nar ve Ürünleri

Nar *Punicaceae* familyasına ait *Punica granatum Linnaeus* türüne giren çok yıllık bir bitki olup genellikle tropikal ve yarı tropikal bölgelerde yetişir. Anadolu ve Akdeniz havzasını içine alan Çin'den Hindistan'a Amerika'dan Güney Afrika'ya kadar geniş bir bölgede üretilmektedir (Çam ve diğ., 2009).

Nar, boyları 2-5 m. arasında değişen çalı formunda bir bitkidir. Narın hasadı meyve tam olgunluğa eriştikten sonra yapılır. Meyvenin olgunlaşması için sıcak ve uzun bir yaz mevsimi gerekmektedir. Tam olgun nar kabuğu rengi parlak kırmızı-sarıdır (Kulkarni ve diğ., 2005). Yetişkin bir nar ağacından yılda ortalama 150 kg ürün alınmaktadır. Kısa sürede yetişen nar ağacından, fidan dikiminden 3 yıl sonra ürün alınmaya başlanır. Nar meyveleri çok daneli ve etli tohumlardan oluşan, koyu kırmızıdan beyaza kadar değişik tonlarda renklere sahiptir.

Nar meyvesinin anavatanı Güney Asya olup Anadolu, özellikle Akdeniz havzasında ve Güney Amerika' da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Cemeroğlu 1988). Du□nyada; A.B.D.'nin Kaliforniya bölgesinde ve İsrail'de "wonderful", İspanya'da "molar" ve "tendril" İran'da "schahvar" ve "robab", Türkiye' de "hicaznar" ve "beynar" Tunus'ta ise, "zehri" ve "gabsi" nar çesitleri ticari olarak u□retilmektedir (Pekmezci ve Erkan 2003). Ülkemizde en çok yetiştirilen nar çeşidi Hicaznar'dır. Hicaznar' ı kabukları kırmızı, koyu kırmızı daneli, ekşi-mayhoş, çekirdekleri orta sert, dayanıklı ve sanayi tipi bir nar türüdür.

Nar taze olarak tu□ketilebildiği gibi aynı zamanda, nar suyu, şurup, konserve, nar tane

kurusu, reçel ve şarap şeklinde ikincil u□ru□nlere işlenebilmektedir (Poyrazoğlu ve diğ., 2002) Taze ve meyve suyu tüketilmesinin yanında konserve, pektin, tanen, yağ, boya, mürekkep hammaddeleri, sirke, nar ekşisi, ilaç ve hayvan yemi gibi faklı endüstriyel kullanım alanlarına sahip olması dünya pazarlarında önem kazanmasına neden olmuştur (Muradoğlu ve diğ., 2006). Bütün nardan elde edilen ortalama meyve

suyu verimi ortalama %40 olarak bildirilmiştir. Elde edilen nar suyu ve konsantresinin besleyici değeri yüksek olduğu belirlenmiştir (Tüfekçi ve diğ., 2005). Nar suyu ve konsantresinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir. Bu özellikler nar suyunun tüketilme oranını arttırmaktadır.

Nar suyu yan ürünleri olarak elde edilen polifenolik bileşiklerce zengin nar posası, nar çekirdeği, ve nar kabuklarının hayvan beslemede antimkrobiyal, antioksidan ve kolestrol düşürücü yem katkı maddesi olarak kullabilindiği belirtilmiştir (Sarıca, 2011).

Nar kabuklarında bulunan yüksek tanen içeriği etkisiyle deri tabaklamada, kumaş ve deri boyamacılığında kullanılmaktadır (Özkal, 1993).

Nar çekirdekleri bitkisel yemeklik yağ üretiminde ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır (Vardin ve Abbasoğlu, 2004). Kanser hastalığını tedavi etmek amacı ile nar kabuğundan elde edilen kapsül ilaçlar bulunmaktadır. Ülkemizde halk arasında nar suyu idrar arttırıcı, midevi ve kuvvet verici, tansiyon ve ateş düşürücü olarak kullanılmaktadır (Özkal, 1993).

2.2 Narın Dünya ve Türkiye' deki Yeri

Nar iklim ve toprak koşulları açısından yüksek toleranslı bir bitki olduğundan dünyada geniş bir alanda yetiştirilmektedir. İran, Kafkasya ve Kuzey Hindistan çevresi narın anavatanı olarak belirtilsede Anadolu ve bütün Akdeniz Havzası'nı içine alan bölgede nar yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır. Narın üretimi ile ilgili veriler toplanarak hazırlanan tabloda görüldüğü gibi Türkiye nar üretiminde dünyada önemli bir yere sahiptir. Bazı ülkelerin nar üretim ve ihracatı (2008-2010) batem tüik ve uluslararası istatistiklerden derlenerek Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Narın dünyadaki üretimi (ton)

Ülke	**Üretim (ton)**	**İhracat (ton)**
Hindistan	1.140.000	35.000
İran	705.000	60.000
Çin	700.000	-
Türkiye	217.572	86.271
A.B.D	120.000	17.000

İspanya	80.000	40.000

Türkiye'deki nar yetiştiriciliği yıllara göre artarak değişim göstermiştir. İnsan beslenmesindeki önemi üzerine yapılan çalışmaların artması nar üretimi artmasını olumlu yönde etkilemektedir. Ülkemizde nar üretimi 2011 yılında 217.572 ton iken 2012 yılında bu oran 315.150 tona yükselerek %44.8' lik bir artış göstermiştir. Türkiye nar ihracatı üretim artışına uygun bir seyir takip ederek sürekli bir artış göstermektedir. Nar ihracatı 2009 yılında 41.939 ton iken 2011 yılında bu değer 86.271 ton olarak belirlenmiştir (TÜİK bitkisel üretim istatistikleri 2012). Son yıllardaki bu artışa dikim alanlarının genişletilmesi ve ağaç sayısındaki ciddi artış etkili olmuştur. Nar üretiminin hızla artmasına paralel olarak meyve suyu üretiminde işlenen nar miktarıda artmaktadır. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği verilerine göre ülkemizde 2006 yılında 46.000 ton, 2010 yılında ise 78.700 ton nar meyve suyuna işlenmiştir (MEYED). Ayrıca coğrafi şartlara uygunluk gösteren türlerin geliştirilmesi ve nar alanında yapılan iyileştirme çalışmalarına bağlı olarak ağaç başına düşen verimin artışı başka bir etkendir. Yıllara göre farklı üzümsü meyvelerdeki artışı incelediğimizde en fazla artış nar üretiminde olduğu Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 : Üzümsü meyvelerin yıllara göre üretimi (ton, TUİK)

Yıllar	**Üzüm**	**Çilek**	**İncir**	**Nar**
2002	3.500.000	145.000	250.000	60.000
2009	4.264.000	291.996	240.338	170.963
2010	4.255.000	299.940	254.838	208.502
2011	4296.351	302.416	260.508	217.572
2012	4.185.126	351.834	275.002	315.150
2013	4.054.671	395.769	296.746	384.905

Ülkemizde yetiştirilen nar çeşitleri tatlıdan ekşiye, kırmızıdan sarıya, küçük meyveliden büyük meyveliye ve sert çekirdekliden yumuşak çekirdekliye kadar pek çok çeşit içermektedir (Yılmaz, 2012). Hicaznar, Fellahyemez, Ekşilik, Ernar, Katırbaşlı, Ekşi Göknar, Lefan, Erdemli Aşınar ve Silifke Aşısı nar meyvesinin bilinen çeşitleridir. Türkiye' de nar üretimi narın iklim isteklerine uygun olarak Akdeniz (%61.8), Ege (%23.3) ve Güneydoğu Anadolu (%9.1) bölgelerinde yapılmaktadır (Kelebek ve diğ., 2010). Nar üretimin iller bazındaki dağılımına

baktığımızda 2010 yılı itibariyle Antalya 71.1 tonluk üretimle ilk sırada yer almaktadır. Muğla (21.5), Denizli (13.3), Mersin (10.6), Gaziantep (8.8) nar üretiminde bu ilimizi takip etmektedir (Kurt ve diğ., 2013).

2.3 Nar Meyvesinin Fiziksel ve Kimyasal Bileşenleri

Nar meyvesi 4 ana kısımdan; kabuk, çekirdekler, taneler ve beyaz zardan oluşmaktadır. Narın toplam ağılığının yaklaşık %55-60' ı yenebilir kısmı olan meyve tanesidir. Bunun %75-85' i meyve suyundan, %15-25' i ise meyve çekirdeğinden oluşmaktadır (Tehranifar ve diğ., 2010). Nar tanelerinin %85' i su, %10' u şeker (glukoz, sükroz ve fruktoz) (Melgarejo ve Artes, 2000), %1,5'i pektin, organik asit (sitrik, malik, tartarik, sükronik fumarik ve askorbik asit) (Tezcan ve diğ., 2009), yağ asitleri (konjuge linoleik asit, linoleik asit, eleostearik asit) (Fadavi ve diğ., 2006), amino asitler (prolin, valin ve metionin) ve biyoaktif bileşenlerden (fenolikler ve flavonoidler) (Dahham ve diğ., 2010) oluşur. Nar içerdiği bileşenlerle insan beslenmesinde önemli bir yer alan fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Çam ve diğ., 2009). Narın yenebilir kısmınının 100 gr besinsel değerleri Çizelge 2.3' te verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Nar meyvesinin yenebilir kısmının besinsel değerleri (Bayizit ve diğ.)

Bileşenler	
Nem	% 72.6-86.4
Protein	% 0.05-1.6
Yağ	% 0.01-0.9
Mineral elementleri	% 0.36-0.73
Lif	% 3.4-5
Karbonhidrat	%15.4-19.6
Kalsiyum	3.0-12.0 mg
Fosfor	8.0-37.0 mg
Demir	0.3-1.2 mg
Sodyum	3.0 mg
Magnezyum	9.0 mg
Askorbik asit (C vitamini)	4.0-14.0 mg
Tiamin (B_1 vitamini)	0.01 mg
Riboflavin (B_2 vitamini)	0.012-0.03 mg
Niasin	0.18-0.3 mg

Nar meyvesinin fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri meyvenin çeşidi, yetiştiği bölge, toprak yapısı, iklim koşulları, olgunluk durumu, ku□ltu□rel uygulamalar gibi faktörlerden etkilenmektedir (Tehranifar ve diğ., 2010; Martinez ve diğ., 2012; Al-Said ve diğ., 2009; Ünal ve diğ., 1995). Gündoğdu ve diğ. (2010) Şirvan yöresinde yetiştirilen narlarda yapmış olduğu çalışmada meyve ağırlıkları 161.45-302.35 g, meyve suyu hacimi 69-121 ml, meyve yoğunluğu 0.84-1.17g/cm^3, dane ağırlığı 80.0-162.35 g, dane randımanı 48.1-67.9, suda çözünen kuru madde miktarı %12-16, pH 3.63-5.87 ve toplam asitlik %0.47-1.08 değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Ülkemizde ve farklı ülkelerde yetiştirilen nar çeşitlerinin kimyasal özelliklerine ait bulgular Çizelge 2.4' te derlenmiştir.

Çizelge 2.4 : Farklı nar çeşitlerinin kimyasal özellikleri

Çeşit	**pH**	**Toplam asitlik(%)**	**SÇKM**	**Kaynak**
Ekşi	3.24	2.2	16.8	Özgen ve diğ., 2008
Katırbaşı	3.68	1.4	17.3	Özgen ve diğ., 2008
Silifke Aşısı	2.88	1.51	15.50	Gölükcü ve Tokgöz, 2008
Hicaznar	3.11	1.78	16.82	Gölükcü ve Tokgöz, 2008
56 ŞİR 01	5.52	0.47	13.50	Gündoğdu ve diğ., 2010
Taifi	3.39-3.57	1.95-2.51	16.3-16.9	Al- Maiman ve Ahmad, 2002
Molar de Elche 14	4.28	0.27	12.90	Martinez, 2006

Nar meyvesinin yenebilir kısmı potasyum, fosfor, magnezyum, klorür, kalsiyum ve sodyum mineralleri açısından zengindir (Ekşi ve diğ., 2009). Nar meyvesinde ortalama 3.91 g/L kül, 496.38 mg/L klorür, 133.4mg/L sülfat, 270.31 mg/L fosfat, 45.39 mg/L magnezyum, 9.63mg/L sodyum ve 1209mg/L potasyum içeriği belirlenmiştir (Ünal ve diğ., 1995). Nar suyu, elma suyu, portakal suyu ve üzüm suyu mineral madde içerikleri karşılaştırılıldığı bir çalışmada nar suyundaki en yüksek mineral maddenin potasyum olduğu belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 2.5' te verilmiştir. Nar suyu elma suyu ile kıyaslandığında magnezyum, fosfor ve sodyum içerikleri açısından daha yüksek değerlere rastlanmıştır.

Çizelge 2.5 : Nar suyu ve bazı meyve sularının mineral madde içerikleri(Tüfekçi ve diğ. 2010)

Örnekler	K(mg)	Mg(mg)	P(mg)	Na(mg)	Ca(mg)
Elma suyu	925.7-726.5	74.8- 46.5	66.2-56.7	60.5-26.2	162.2-55.4
Nar suyu	1928.9-1307.6	98.0-47.3	132.3-70.7	101.9-42.9	146.5-19.2
Portakal suyu	1690.5-1510.5	126.7-95.0	176.0-148.9	44.3-19.0	169.6-89.7
Üzüm suyu	787.2-700.9	119.1-70.6	159.9-107.5	167.5-31.5	197.7-105.4

Nardaki çeşitliliğin organik asit, şeker ve uçucu bileşenlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Nar meyvesinde glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi şekerlerin yanı sıra sitrik asit, malik asit, askorbik asit, fumarik asit ve laktik asit gibi güçlü organik asitlerinde bulunduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Hicaz narlarında toplam şeker, sitrik asit, malik asit ve askorbik asit miktarları sırası ile 125.74g/L, 16.41 g/L, 2.13 g/L ve 0.92 g/L olarak belirlenmiştir (Kelebek ve diğ., 2010). Farklı nar çeşitlerinde bulunan organik asit ve şeker bileşenleri değiştiği saptanmış olup Çizelge 2.6 ve Çizelge 2.7' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.6 : Narın şeker (g/100ml) ve organik asit içeriği (Özgen ve diğ., 2008)

Çeşit	Fruktoz	Glukoz	Sukroz	Sitrikasit	Malikasit	Askorbikasit
Ekşi	7.06±0.15	6.99±0.36	0.02±0.01	1.95±0.01	0.09±0.01	0.04±0.00
Katırbaşı	6.48±0.03	7.19±0.06	0.04±0.01	1.23±0.01	0.15±0.01	0.07±0.00
Tatlı	5.80±0.08	5.80±0.03	0.03±0.01	0.2±0.01	0.13±0.01	0.02±0.00
Kan	6.60±0.05	7.62±0.05	0.02±0.01	2.16±0.01	0.1±0.01	0.03±0.00

Meyve kabukları bileşiminde mannoz, galaktoz, ramnoz, arabinoz, glukoz ve galakturonik asit gibi organik asitler bulunduğu tespit edilmiştir (Özkal ve diğ., 1993). Nar çekirdeği üzerine yapılan çalışmada nar çekirdeğinin potasyum, magnezyum, demir, çinko, mangan miktarı bakımından zengin olduğu ayrıca, palmitik, stearik, oleik, linoleik, araşidik ve punitik asit olmak üzere altı çeşit yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir (Gölükcü ve Tokgöz, 2005). Nar çekirdeğinin yağ içeriği çeşit, yetiştirme koşulları, iklim gibi bir çok faktöre bağlı olarak %6.63-19.3 arasında değiştiği bildirilmektedir (Hernandez ve diğ.,1998).

Çizelge 2.7 : Farklı olgunluk düzeyinde nardaki fiziksel ve kimyasal değişimleri (Olaniyi ve diğ., 2012)

Özellik		**Olgunlaşmamış**	**Ham**	**Yarı olgun**	**Olgun**	**Tam olgun**
Meyve ağırlığı		106.45	138.60	213.13	219.30	321.50
Tane verimi(%)		47.02	39.00	51.42	71.31	74.81
Sululuk(ml/100g)		42.29	45.50	49.82	50.49	49.29
pH		3.30	3.11	3.25	3.18	3.28
Toplam asitlik		0.39	0.37	0.33	0.33	0.31
° Brix		11.00	12.63	14.60	14.87	15.21
Renk(tane)	L	51.23	45.37	40.47	30.88	30.48
	a	1.03	8.03	11.39	16.08	23.07
Toplam şeker(mg/100ml)		799.98	1030.52	1212.00	1235.57	1288.07
Toplam asitlik(mg/100ml)		700.55	466.41	265.84	240.69	188.00

2.4 Nar Meyvesinin Fenolik ve Antioksidan Bileşenleri

Yapılan araştırmalarda nar suyunun önemli bir antioksidan gıda olduğu ve bu özelliğinin içerdiği fenol bileşiklerinden kaynaklandığı bilidirilmiştir (Cerda ve diğ., 2002). Fenol bileşiklerinin antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları ve bazı enzimleri inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (Yang ve Tsao, 2003; Çam ve diğ., 2009). Fenolik bileşikler bitkilerin ikincil metabolizma ürünleri olarak tanımlanır ve bitkilerin meyve, tohum, çiçek, yaprak gibi kısımlarında bulunabilirler. Fenolik bileşenlerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, bir kısmı ise renklerin oluşmasını sağlamaktadır. Antosiyaninler meyve ve sebzelerin pembe, kırmızı ve mor tonlardaki çeşitli renklerini veren suda çözünebilir nitelikteki renk pigmentleridir. pH, metal iyonları, işleme ve depolama koşulları da antosiyaninlerden kaynaklanan renk yoğunluğunu etkilemektedir (Nizamlıoğlu ve diğ., 2010; Coşkun, 2006; Cemeroğlu 2009). Nar meyvesinin farklı kısımlarında belirlenen fenolik içerikler Çizelge 2.8' de verilmiştir.

Çizelge 2.8 : Nar meyvesinin kısımlarının fenolik içerikleri (Bayizit ve diğ.)

Bitki kısımları	**Bileşenler**
Nar suyu	Antosiyaninler, glukoz, askorbik asit, fenolik bileşenler, mineraller, amino asitler
Nar tohumu yağı	Yağ asitleri, elajik asit, steroller
Nar kabuğu	Fenolik bileşenler(punikalaginler, gallik asit, epigallokateşin gallat, rutin, antosiyanin, kuersetin ve diğer flavonoidler)
Nar yaprağı	Punikalin ve punikafolin, flavonoller
Nar çiçeği	Gallik asit, triterpenoidler

Nar, renkli ve renksiz fenolik bileşikler bakımından oldukça zengindir. Narın, antosiyaninler (siyanidin-3-glikozit, siyanidin-3,5-diglikozit, delfindin-3-glikozit, pelargonidin), kateşinler, ellajik tannenler, punikalin, punikalagin, pedunkalagin, gallik ve ellajik asit gibi birçok fenolik bileşenleri içerdiği belirtilmiştir (Çam 2009 , Tehranifar 2010). Nar meyvesi toplam fenolik madde açısından başka ürünlerle karşılaştırıldığında; nar suyu (2566mg/L) ve kırmızı şarap (2036mg/L) yaklaşık aynı değerlerde iken yeşil çaydan (1029mg/L) yaklaşık 2 kat daha fazla sonuçalar elde edilmiştir (Gil ve ark 2000).

Farklı meyve türünün kabuk, meyve eti ve tohumunda yapılan incelemede incelendiğinde nar kabuğunun yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Guo ve diğ., 2003). Nar meyvesinin kabuğunu incelendiğinde yüksek miktarda pelargonidin-3-glukozit ve pelargonidin-3,5-diglukozit, gallik asit, kuersetin ve luteolin gibi tanen flavonları içermektedir (Nizamlıoğlu ve diğ., 2010).

Poyrazoğlu ve diğ. (2002) yapmış olduğu çalışmada Adana, Hatay, Antalya ve İçel illerinden temin edilen 13 nar çeşidinin işlenmemiş meyve suyunda toplamda 10 fenolik bileşen belirlemiş olup sonuçlar Çizelge 2.9’ da verilmiştir. Aynı zamanda nar meyve kabuğu ve tohumunda gallik asit ve kuersetin, meyve kabuğunda ise az miktarda floridzin saptanmıştır.

Çizelge 2.9 : Farklı illere ait nar örneklerinin fenolik içerikleri (Poyrazoğlu ve diğ., 2002)

Fenolik bileşenler(g/L)	**Adana**	**Antalya**	**Hatay**	**İçel**
Gallik asit	0.50	0.93	0.72	7.84
Protokateşik asit	0.45	0.73	0.86	0.97
Kateşin	0.91	3.09	6.28	3.97
Klorojenik asit	0.34	0.09	1.49	1.75
Kafeik asit	0.15	0.21	1.23	1.00
p-kumarik asit	0.02	-	0.03	0.10
Ferulik asit	0.03	-	-	-
o- kumarik asit	0.01	0.25	0.10	0.19
Floridzin	0.03	2.46	1.28	0.75
Kuersetin	4.13	3.63	3.89	1.32

Gil ve diğ. (2000) nar suyundaki fenol bileşikleri üzerine yaptıkları çalışmalarda taze nar tanelerinden elde edilmiş nar suyunda toplam fenol bileşikleri gallik asit cinsinden 2117mg/mL, dondurulmuş tanelerden elde edilen nar suyunda 1808mg/mL ve ticari nar suyunda 2566mg/ mL olarak saptanmıştır. Single-strength nar suyunda her birfenolik grubun antioksidan kapasitesi belirlenmiş olup toplam antioksidan aktivitesi trolox cinsinden 20.5mM belirlenmiştr.

Hicaz narlarında yapılmış çalışmada nar şırasında toplam antosiyanin miktarı 273.8mg/mL olarak saptanmış ve bunun %41.6 gibi büyük bir kısmını siyanidin-3,5-diglikozit (113.91mg/mL) oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu bileşiğin yanında siyanidin-3-glikozit (66.35 mg/mL), delfinidin-3,5-diglikozit (57.06 mg/mL), pelargonidin-3,5-diglikozit (25.23 mg/mL), delfinidin-3-glikozit (6.61 mg/mL) ve pelargonidin-3-glikozit (4.72 mg/mL) belirlenen diğer antosiyaninler olarak verilmiştir (Kelebek ve ark. 2010).

Yapılan araştırmalar sonucunda farklı nar çeşitlerinin farklı miktarlarda toplam fenolik bileşikler ve antosiyanin içerdiği bilgisine varılmıştır (Çalışkan ve diğ. 2012; Özgen ve diğ., 2008). Farklı 6 çeşit olgun narda toplam antosiyanin 6.1-219 mg cy-3-gluc/l, toplam fenolik içeriği 1245-2076 mg GAE/l ve toplam antioksidan kapasitesi 4.38-7.70 mmol TE/l değerleri arasında bulmuştur.

Çizelge 2.10 : Farklı nar çeşitlerinde belirlenen toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan bileşenleri (Özgen ve diğ., 2008)

Nar çeşitleri	Toplam fenolik (mg GAE/l)	Toplam antosiyanin (MG cy-3gluc/l)	Toplam antioksidan (mmol TE/l)	
			ABTS	FRAP
Ekşi	1465	37.5	5.33	7.52
Kan	2076	219.0	7.70	10.9
Katırbaşı	1326	41.2	4.38	5.37
Şerife	1532	18.0	5.64	7.80
Tatlı	1245	6.1	4.73	4.63

2.5 NarMeyvesininİnsanSağlığıÜzerindekiEtkisi

İnsan organizmasında bulunan serbest radikaller yağ, protein ve nükleik asit gibi moleküllerin oksidasyonu ile hücre içindeki yapıları bozar ve DNA yapısında biyokimyasal bozulmalara yol açarak birçok hastalığa sebep olabilir. Antioksidan bileşikler serbest radikallerin sebep olduğu reaksiyonu durdurarak, oksijeni ve metalleri bağlayarak oksidasyonun yol açtığı zararlanmaları engelleme yeteneğine sahiptir (Faria ve Calhau, Nizamlıoğlu ve diğ., 2010). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi serbest radikalleri temizlemesi ve hidrojen atomlarını vermesi ile gerçekleşmektedir (Balasundram ve diğ., 2005). Son zamanlarda yapılan araştırmalarda meyve ve sebzelerin vitamin C, E ve karatenoidler gibi antioksidan bileşikleri içerdikleri belirlenmiştir. Ayrıca antioksidan kapasitesi yüksek olan flavonoid gibi polifenol bileşiklerin de insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir (Bors ve diğ., 1990; Toit ve diğ., 2001). Antosiyaninler gıdalara sadece özelliği kazandırmadığı aynı zamanda sağlık açısından yararlı bileşikler olduğu ve farmakolojik özellikleri nedeniyle çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kırca, 2004).

Nar suyu içerdiği siyanidin, pelargonidin gibi antosiyaninler, bazı fenolik bileşikler ve punikalin, pedunkulajin, punikalajin ve ellajik asit gibi tanenler dolayısıyla insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri belirlenmiştir.

Meyvelerin meyve suyuna işlenmesiyle içerdikleri antioksidan aktivitelerinden daha fazla yararlanılabildiği açıklanmıştır (Wotton-Bread ve Ryan, 2011). Nar suyunun damar tıkanıklığı veya başka bir sebeple kalbin yeteri miktarda oksijen

yetersizliğinden koroner kalp hastalarındaki etkisini incelemek amayıcla yapılan bir çalışmada üç ay boyunca 240ml nar suyu içen hastalarda iskeminin iyileşebildiğine dair belirtiler elde edilmiştir (Mirdehghan ve Rahemi, 2007).

Nar çekirdeği, posası veya kabuğunun içerdiği polifenollerden olan kondense tanenlerin veya proantosiyanidinlerin kolestrolün taşınmasını ve safra asidi atılımını arttırarak, bağırsaktan kolestrolün emilimini azalttıkları bildirilmiştir (Nakamura ve Tonogai, 2002). Labib ve Hossin (2009) hiperkolestrolemik erkek sıçanların rasyonuna %5, 10, 15 düzeylerinde nar kabuğu tozu veya % 1, 2, 3 düzeylerinde nar kabuğu ekstraktı ilavesinin HDL hariç serum total kolestrol, trigliserid, LDL ve VLDL kolestrol düzeyini önemli derecede düşürdüğü görülmüştür.

Nar kabuğundan elde edilen kondanse tanenin antimikrobiyal etki mekanizması; patojen mikroorganizmaların membranlarında elektron taşıma sistemini engellemeleri şeklinde açıklanmıştır (Sarıca, 2011).

Nardaki bazı asit ve polifenollerin prostoglandin etki mekanizmasında faydalı olduğu du□şu□nu□lmektedir. Prostoglandinler adı verilen bir grup moleku□l metabolizmada, kanda pıhtı oluşumunu önleme ve kan damarlarının çapının ayarlanması gibi önemli etkilere sahiptir. Nar, portakal ve kırmızı u□zu□m suları karşılaştırıldığında, nar suyunun insan hu□crelerinde prostoglandin sentezini arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, nar suyunun antioksidan etkisinin de diğer meyve sularından daha fazla olduğu bulunmuştur. Laboratuvar şartlarında kanserli hu□crelerin ilaçlara karşı direncinin önlenmesinde, nardan saflaştırılan kateşin moleku□lu□nu□n olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Deney hayvanlarına azoksimetan verilerek oluşturulan kolon kanserinin, nar çekirdeği diyetiyle kontrol grubuna göre gerilediği belirlenmiştir. Nar çekirdeği yağının, kanser tu□möru□nu□n vu□cuda yayılma su□recinde yeni kan damarları meydana gelmesini (anjiogenezis) yavaşlatarak, tu□möru□n vu□cuda yayılmasının gecikmesinde rol oynadığı göru□lmu□ştu□r. Nar suyu ve çekirdeğinin hormona baglı olmayan farklı kanser hu□crelerinde seçici olarak programlı hu□cre ölu□mu□ne (apoptozis) sebep olduğu belirlenmiş, prostat kanserlerinde ise programlı hu□cre ölu□mlerini hızlandırıcı (pro-apoptotik) etkisi belirlenmiştir (Toi vd. 2003, Mirdehghan ve Rahemi 2007, Faria ve Calhau, Ismail ve diğ., 2012).

2.6 Meyve ve Sebzelerde Dondurma İşlemi

Dondurma işlemi meyve ve sebzelerin kalitesini uzun süre muhafaza edilmesi için uygulanan en yaygın yöntemlerden biridir (Sahari ve diğ., 2003). Dondurarak muhafaza ile birçok meyve ve sebzenin rengi, aroması ve besin değeri korunmuş olur. Taze meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra yapılarında kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimler devam eder. Dondurarak muhafaza ile bu tu□rreaksiyonlar ya tu□mden durdurulmakta ya da en aza indirilmektedir. Kaliteli dondurulmuş meyve sebze üretimi için hasat edilen meyve sebzenin kaliteli olması gerekmektedir. Bunun yanında ürünün türü, çeşidi, olgunluk durumu, dondurma işlemi öncesinde uygulanan bazı ön işlemler, ambalaj tipi, depolama koşulları ve dondurma derecesi de kaliteli ürün elde edilmesinde dikkat edilmesi gereken özelliklerdir. Ayrıca dondurma işlemi sonunda meyve ve sebzelerin sıcaklığı -18°C' ye düşer ve bu sıcaklıkta depolanan ürünler uzun sure dayanıklı kalır (De Ancos ve diğ., 2006). Dondurulmuş gıdalarda görülen kalite kayıplarına dondurulmuş gıda zincirindeki kırılmalar, suyun difüzyonu, proteinlerin yapısının bozulması ve yağların oksidasyonu sebep olur (Erickson ve diğ., 1997).

2.6.1 Dondurma işleminin temel prensibi

Gıdaların dondurulması, gıda sıcaklığının donma noktasının altına düşürerek içerdiği suyun önemli bir kısmının buz kristallerine dönüştüğü işlemdir. Meyve ve sebzelerde %85-90 arasında donabilir nitelikte su bulunmaktadır ve bunun buza dönüştürülmesiyle ürünlerin su aktivitesi düşer. Su aktivitesiyle sıcaklığında düşürülmüş olması kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar ile mikrobiyal faaliyetlerin hızını azaltmaktadır (Sablani ve diğ., 2009; De Ancos ve diğ., 2006). Dondurma işlemi sırasında ilk buz kristallerinin oluştuğu sıcaklık gıdanın su aktivitesine göre değişir. Meyveler daha fazla su içeriğine sahip olmasına rağmen içerdikleri şeker ve organik asit konsantrasyonunun fazla olması su aktivitelerinin düşük olmasına neden olur. Bitkisel doku dondurulurken, suyun ilk kristalizasyonu hücreler arası boşluklarda gerçekleşir (Cemeroğlu, 2009).

Dondurma işleminin tanımı genelde iki ısısal olay ile tanımlanır; bunlar buz kristallerinin oluşması ve bu kristallerin boyutundaki değişimlerdir. Oluşan kristallerin büyüme hızı ise üç ana faktör ile belirlenir. Bunlar; kristal yüzeyinde reaksiyon oranı, büyüyen kristallerdeki suyun difüzyon oranı ve ısı uzaklaşma

oranıdır (Erickson ve diğ., 1997).

Gıda maddesinin dondurulması, gıdanın cinsine, bileşimine, kütlesine, dondurma işleminde kullanılan ortam şartlarına ve ısı transfer şekline bağlı olarak farklı hızlarda gerçekleşebilir.Bitki dokusunun donması açısından donma hızıönemli bir parametredir. Genel olarak, hızlı dondurma işlemiyle daha kaliteli donmuş meyve sebze u□ru□nu□ eldeedilir. Hızlı dondurma işlemi ile oluşan küçük buz kristalleri hücre içinde ve dışında aynı oranda büyüme gösterir ve hücre yapısında daha az hasar oluşur. Gıdalara yavaş dondurma uygulanması ile hücrenin dışında yavaşca büyük ve keskin şekilde buz kristalleri oluşur. Bu buz kristalleri hücre membranında kırılmalara, hücre organellerinde çökmelere, hücrenin besinsel içeriklerinde (şeker, vitamin, renk pigmentleri, uçucu bileşenler) azalmalara ve hücre duvarında bulunan, meyve dokularının yapısını etkileyen pektin yıkımlarına sebep olur. Bu hasarlar sonucunda gıdanın yapısındaki su miktarında değişimler, aroma ve renk kaybı gibi olumsuz durumlara sebep olacak enzimatik reaksiyonlar görülebilir. Ayrıca yavaş dondurulan gıdalar düşük sıcaklıkta depolanırsa üründe hacim genişlemesi, büzülme ve iç basınç gibi faktörlerden dolayı çatlamalar meydana gelebilir (Rawson ve diğ., 2012; Rahman ve diğ., 2006; De Ancos ve diğ., 2006).

2.6.2 Dondurma yöntemleri

Sebze ve meyvelerin dondurulumasısırasında gıdaların boyutları, fiziksel nitelikleri, ambalajlı olup olmaması, ulaşılmak istenen donma hızı ve üretim maliyeti gibi hususlar dikkate alınarak farklı dondurma yöntemleri uygulanmaktadır (Anonim, 2009).

Soğuk hava ile dondurma yöntemi iki şekilde uygulanır. Bunlar durgun havada ve hava akımında dondurma işlemleridir.

Durgun havada dondurmada; dondurucular iyi izole edilmiş soğuk oda şeklindedir. Soğuk odanın sıcaklığı -15°C ile -30°C arasındadır ve kullanılan soğuk hava hareketsizdir. Hareketsiz ya da çok yavaş hareketli bu havanın ısı iletkenliği çok du□şu□ktu□r. Bu nedenle gıdanın donması uzun zaman alır.

Hava akımında dondurmada; ise dondurucularda hava, güçlü fanlar yardımıyla gıda maddesi ile evaporator arasında hızla hareket eder. Böylece hızlı ve kısa sürede gıda maddesinin dondurulması sağlanır. Bu yöntemde kullanılan havanın sıcaklığı -30°C, -45°C arasında değişmektedir. Hava akımında dondurma yönteminde tünel, akışkan

yatak ve spiral bantlı tipte dondurculardan yararlanılır. Akışkan yatak donduruculardaki donan ürünler blok halinde değil daneler halinde donar ve her bir parçacığın ayrı ayrı donmasına bireysel hızlı dondurma (IQF) denir. Akışkan yatak sisteminde ürünün dondurulabilmesi için, ürünün belli hava akımında akışkanlık kazanabilecek kadar küçük daneler veya parçalar halinde bulunması gerekir.

İndirekt kontakt metodu ile dondurma yönteminde içten soğutulan iki plaka arasına yerleştirilen ambalajlı u□ru□nler plaka ile temas ederek dondurulur. Gıdaların indirekt kontakt metoduyla dondurulmasının tek koşulu u□ru□nu□n dikdörtgen prizma şeklinde ambalajlanmasıdır. Ambalaj içine ısı iletiminin iyi olması için ambalajlar boşluk kalmayacak şekilde gıda maddesi ile doldurulmalıdır.

Daldırarak dondurma yöntemi sebze ve meyveler için oldukça sınırlı bir uygulama alanı vardır. Bu yöntemle belirgin bir şekli olmayanu□ru□nlerin başarılı şekilde dondurulması sağlanır. Çoğunlukla ambalajsız u□ru□nlerin du□şu□k derecelere kadar soğutulmuşuygun bir sıvıya (frizant) daldırılması şeklinde uygulanır.

Sıvı azot (LN_2) ve sıvı karbondioksit (LCO_2) kullanılarak soğutulan gıdalardan ısıabsorbe ederek donmanın sağlandığı bir yöntemdir. Gıdalar doğrudan LN_2, LCO_2 veyabunların buharı ile karşılaştırılarak donma -60°C veya altındaki soğuk bir atmosferdegerçekleştirilir. Pahalı bir yöntemdir ve sınırlı uygulama alanına sahiptir. Sebze meyve sektöru□nde pratikte uygulanmamaktadır (Cemeroğlu, 2009, Anonim 1).

2.6.3 Dondurulmuş gıdaların depolanması

Dondurarak muhafazda dondurma işlemi, muhafazanın sadece bir aşamasıdır. Dondurma işlemi sonrasında gıdalar uygun koşullarda en az -18°C, -20°C' lerde depolanması, muhafazanın ayrılmaz bir parçasıdır (Cemeroğlu, 2009). Dondurulmuş meyve sebzeler dondurma tesisinin üretim deposu, transit deposu ve perakende satış deposu olmak üzere üç farklı yerde depolanır. Genel olarak gıda maddelerinin tat, koku gibi karakteristik özelliklerinin tüketim aşamasına kadar bozulmalarını önleyecek soğuk ortamlarda korunması soğuk zincir olarak tanımlanmaktadır. Gıdaların depolar arasındaki taşınmalarda ürün sıcaklığı -18°C'nin üzerine çıkmamalı ve asla çözünmemelidir (Anonim 1).

2.7 Çözündürme İşlemi ve Yöntemleri

Dondurulmuş gıdaların donarken bıraktıkları ısı geriye verilerek sahip oldukları buz kristalleri eritilir. Bazı temel farklılıklarla birlikte çözündürme işlemi, dondurma sürecinin tersi bir işlem olarak kabul edilebilir. Çözündürme genel olarak dondurma işleminden daha yavaş olmalıdır. Çözündürme işlemi sırasında oluşan kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik değişimler üründe hasarlara sebep olur (Anonim 2; Li ve Sun, 2002).

Çözdürme oranı, suyun orjinal pozisyonuna geçişi esnasında sıvı kaybından kaçınmak için yeterli yavaşlıkta olmalıdır. Gıdalarda dikkate değer bir ısı yükselmesi ve aşırı dehidrasyondan kaçınmak için düşük ısıda hızlı çözdürmek; gıda kalitesinin korunması açısından tercih edilir (Li ve Sun, 2002). İstenmeyen uzun süren çözündürme işlemi (oda sıcaklığı) sonrasında gıdada renk değişimleri ve askorbik asit kayıpları (%40 oranında) görülür. Yaban mersini, ahududu, siyah ve kırmızı frenk üzümü gibi dondurulmuş küçük meyvelerin oda sıcaklığında (18-20°C/6-7saat), dolap sıcaklığında (2-4°C/18saat) ve mikrodalga ile çözündürülmesi ile C vitamin ve antosiyaninlerin tutulması açısından iyi sonuçlar elde edilmiştir (De ancos ve diğ., 2006). Yapılan çalışmalar farklı çözündürme yöntemlerinin ürünün su sızması miktarı, antosiynin miktarı ve fenolik bileşenler üzerinde farklı etkileri olduğunu belirtmiştir (Holzwarth ve diğ., 2012; Van Buggenhout ve diğ., 2005).

Çözmede uygulanan yöntem, dondurulan ürüne ve dondurma şekline göre farklı olabilir. Bloklar halinde (ev tipi) donmuş gıdaların çözünmesinde zorluklar görülürken IQF dondurulmuş gıdalar daha kolay çözülebilir (Cemeroğlu, 2009). Dondurma oranı ve dondurma işlemi sırasında gıdada oluşan küçük buz kristalleri çözündürme sırasında ürün hücrelerindeki hasarı ve su sızması miktarını aza indirmek için önemlidir (Li ve Sun, 2002).

Çözdürme sırasında dikkat edilecek en önemli nokta gıdadaki sıvının dışarıya çıkmasını önlemektir. Çünkü sıvı dışarıya çıkarken beraberinde besleyici maddeleri de sürükler. Çözdürme işlemi uygulanan besin maddesinin merkez sıcaklığı 1°C' ye erişince çözdürme işlemi son bulmuş olur. Yiyecekte dikkate değer bir ısı yükselmesi ve aşırı dehidrasyondan kaçınmak için düşük ısıda çabuk çözdürmek kaliteli ürün temini için tercih edilmektedir.

Çözdürme işlemi yapılacak üründe aşırı ısınmaya ve ürünün pişmesinin önlenmesine, su kaybından kaçınmaya, çözünme zamanını en uygun hale getirmeye, çok hızlı çözdürmeden dolayı oluşabilecek aşırı su sızmasında sakınılmalı, çok yavaş çözündürme işleminden dolayı kaynaklanabilecek bakteriyel oluşumun sınırlandırılması dikkat edilmesi gereken önemli noktalardandır (Anonim 2).

Donmuş gıdalar genellikle, buzdolabında, mikrodalga fırında, ılık su altında ve oda ısısında olmak üzere farklı şekillerde çözündürülürler. En yaygın uygulanan ve en çok tercih edilen yöntem gıdaların buzdolabında çözündürülmesidir. Bu çözündürme işleminde buzdolabı ısısı 5°C' yi geçmemelidir. Ancak bu yöntemin uygulanması uzun zaman alır (Atasever, 2000).

Durgun hava ile çözdürmenin en basit yolu donmuş gıdanın bir tabla üzerine koyularak ısınmaya bırakılmasıdır. Sıcaklık transferi, hava ve ürünün yüzeyi arasında yavaş gerçekleştiğinden dolayı bu yöntemle çözdürme süreci yavaştır. Dondurulmuş ürün, ürünün yüzeyiden merkeze doğru sağlanan sıcaklık iletimi ile çözdürülür, bu sebeple çözdürülen ürünün kalınlığı çözdürme zamanını etkiler (Anonim 2).

Ilık suda çözdürme işlemi ürünün direk suya daldırılmasıyla yapılır. Çözdürme işleminde ısıtma malzemesi olarak su kullanılması ile ürün yüzeyinde oluşan ısı transfer katsayısı hava kullanımından daha yüksektir. Dolayısıyla çözdürme zamanı hava kullanımında su kullanımından daha uzun olur (Atasever, 2000)

Mikrodalga enerjisi gıda materyallerinin derinliklerine, içine girerek ısı üretir ve çözünmeyi hızlandırır. Mikrodalga ile çözdürme işlemi kısa bir zaman almaktadır. Su sızması miktarını, mikrobiyal problemleri ve kimyasal bozulmaları azaltmaktadır. Sıvı haldeki su tarafından absorbe edilen mikrodalgalar, aşırı ısınmanın en büyük nedenidir. Gıdalarda oluşan aşırı ısınma mikrodalganın çözündürme uygulamasında kullanımını kısıtlandırmaktadır. Dondurulmuş gıdaların mikrodalga ile çözündürülmesinde çözünme oranı; materyalin özelliklerine, elektromanyetik radyasyonun sıklık derecesine, büyüklüğüne ve boyutlarına bağlıdır. Heterojen gıdalar, düzensiz yapılar ve değişken sıcaklıklar çözündürme sürecini karışık hale getirirler (Li ve Sun, 2002; Konak ve diğ., 2009; Boonsumrej ve diğ., 2006).

Uzun süreli çözündürme işleminde (oda sıcaklığında 24 saat) gıdada aşırı askorbik asit kaybı (%40 üzerinde) ve renk değişimleri görülür. Küçük boyuttaki dondurulmuş gıdaların oda sıcaklığında, dolapta veya mikrodalga ile çözündürülmesiyle

antosiyanin ve C vitamini kaybı açısından iyi sonuçlar elde edilir. Dondurulmuş gıdadaki askorbik asit kaybı ve renk değişimi uygulanan çözündürme sıcaklığı ve süresiyle değişmektedir.

2.8 Dondurma, Çözündürme İşlemlerinin ve Depolama Süresinin Gıda Özelliklerine Etkileri

Sıfırın altındaki sıcaklıklarda bile donmuş meyve ve sebzelerde kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar tamamen durmaz. Bu yu□zden u□ru□nu□n fiziksel, duyusal ve besinsel özelliklerinde kayıplar meydana gelir.

Hacim genişlemesi

Donma sırasında gerçeklerşen en belirgin değişim ürünün hacminde meydana gelir. Dondurma işlemi sırasında gıdaların yapısındaki katı maddelerin hacminin azalması ve bitkisel dokularda bulunan hücreler arası boşluklar hacim artışını sınırlandırıcı etkenlerdir. Ancak hacim artışı ne olursa olsun, dondurulmuş u□ru□n çözu□lme sonunda başlangıçtaki hacmini kaybetmektedir. Bu durum özellikle meyve ve sebze dokularında oldukça belirgindir. Atmosferik basınç altında dondurulan gıdalarda görülen hacim artışı gıdada sıvı haldeki sudan daha düşük yoğunluğa sahip buz kristallerinin oluşması ile ilişkilidir (Cemeroğlu, 2009). 0°C' de dondurulmuş örneklerde %9 oranında bir artış belirlenmişken, -20°C'de bu artış %13 oranında belirlenmiştir ve donmuş olan gıdada doku hasarları oluştuğu belirlenmiştir. Yüksek basınç altında dondurulan örneklerde ise oluşan buz kristallerinin yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha yüksektir. Bu şekilde oluşan buz kristalleri üründe oluşan hacim artışını ve doku hasarını azaltır (Kalichevsky ve diğ., 1995).

Rekristalizasyon

Dondurulmuş gıdadaki suyun katı faza dönu□şmesiyle oluşmuş kristallerin daha sonra; sayısında, boyutunda, şeklinde oluşan her tu□rlu□ değişikliğe "rekristalizasyon" denir. Dondurulmuş gıdaların depolanması ve taşınması sırasında sıcaklıktaki oynamalar rekristalizasyonun başlıca nedenidir. Bir gıdanın kalitesini yu□ksek du□zeyde tutmak amacıyla hızlı bir dondurma uygulanmış olsa bile, daha sonraki uygun olmayan koşullar nedeniyle olusan kristalizasyon sonucu, hızlı dondurmanın sağladığı avantajlar kaybedilebilir. Kristallerin boyutunda oluşan değişimler meyvelerde doku hasarına sebep olarak kalite kaybına yol açar (Demiray,

2010; Cemeroğlu, 2009).

Süblimasyon

Donmuş halde depolama esnasında buzların su□blimasyonu söz konusu olabilir. Nem migrasyonu ve ağırlık kayıpları donmuş u□ru□nlerin yu□zeyinde en fazla göru□lmekte, bunun sonucu olarak da göru□nu□m, renk ve tekstu□rde değişimlere yol açmaktadır (De Ancos ve diğ., 2006). Genelde bu durum, u□ru□nu□n yu□zeyi ve merkezi arasındaki veya u□ru□n yu□zeyi ile dondurucu evaporatörlerin arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanmaktadır. Su□blimasyonun ku□çu□k bölgeler halinde gerçekleşmesiyle yu□zeyde "don yanığı" denen lekeler oluşmaktadır.

Tekstürel değişimler

Dondurulmuş meyve ve sebzelerde meydana gelen tekstu□rel değişimler, kimyasal ve biyokimyasalreaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar bitki hu□cresi duvarının yapısında bulunan pektin, hemiselu□loz ve selu□loz gibi birleşiklerin parçalanmasıyla oluşur. Donma sırasında oluşan buz kristallerinin boyutları ve hu□cre içindeki bulunduğu yer hu□cre duvarı açısından önemlidir. Çünku□ buz kristallerinden dolayı meydana gelen enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar hu□cre duvarında mekanik bir zarara neden olur. Donmuş u□ru□nlerin depolanması sırasında meydana gelen rekristalizasyon nedeniyle de tekstu□rel değişimler meydana gelmektedir (Demiray, 2010).

Gıdaların dondurulması ile belirlenen bu gibi fiziksel değişimler ürünün hücre duvarında ve membranlarında hasralar oluşturur. Çözündürme işlemi boyunca gıdadaki sıvı bu hasarlardan hücre içinden hücre dışına doğru sızarak su sızmasına sebep olur (Sirijariyawat ve Charoenrein, 2012). Ayrıca depolama süresinin artmasıyla gıdada bulunan pektik polisakkaritlerin suda çözünebilen kısımlarında azalmalar oluşur. Çilek örneklernde yapılan çalışmada depolama süresinin artmasıyla belirlenen bu azalma su sızması miktarlarında da artmasına sebep olmuştur (Simandjuntak ve diğ., 1996).

Renk değişimleri

Gıdanın duyusal kalite açısından değerlendirmesinde ürün rengi önemli bir yer tutmaktadır (Aider ve Halleux, 2008). Meyve ve sebzelerin dondurulmaları sırasında meydana gelen renk değişimleri kimyasal, biyokimyasal ve fizikokimyasal

reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Kloroplast ve kromoplast yapısının bozulması, klorofil, karotenoid ve antosiyanin gibi doğal renk maddelerinin değişimi, enzimatik esmerleşme reaksiyonları renk değişimlerine sebep olan başlıca olaylardır. Mekaniksel zararlar (buz kristalleri ve hacimgenislemesi) donma islemi sırasında kloroplast ve kromoplast kırılgan yapısının dağılmasıyla oluşur. Bu yu□zden klorofil ve karotenoidler serbest kalır ve böylece oksidasyon ve enzimatik reaksiyonların oluşması kolaylaşır. Dondurma işlemi sırasında ve depolama süresince meydana gelen pH değişimleri ve üründe belirlenen hacim genişlemeleri deantosiyanin stabilitesini etkilemektedir. Bu yu□zden kırmızı meyvelerin dondurulmaları sırasında pHseviyesinin 3.5'in altında olmasına özen gösterilmelidir. Gonçalves ve diğ.(2009), tere otları haşlanıp dondurulduktan sonra üç farklı sıcaklıkta (-7°C, -15°C ve -30°C) 400 gün boyunca depolanmıştır ve bu süre sonunda klorofil miktarında %42 oranında bir azalma görülmüşken renk parametrelerinden parlaklık ve sarılık değerleri artmış, kırmızılık değerleri ise azalmıştır. Uygulanan dondurma-çözündürme metotlarına ve depolama süresine bağlı olarak üründe görülen renk değişimi ve antosiyanin miktarı farklılık gösterir. Çilek örneklerinde yapılan bir çalışmada IQF dondurulmuş Segna sengana cinsi çileklere uygulanan farklı çözündürme yöntemleri (4°C, 20°C, 37°C ve MW) sonucunda farklı antosiyanin miktarları bulunmuştur. Antosiyanin miktarlarında MW çözündürme yöntemi uygulanan örneklerde %4 oranında, 4°C' de %34 oranında, 20°C' de %22 oranında ve 37°C' de ise %17 oranında bir azalma belirlenmiştir. Renk değerleri incelendiğinde MW ve 20°C' de çözünmüş örneklerde belirlenen değerler çözündürme işlemi görmeyen kontrol grubu örneklerine yakın sonuçlar göstermiştir (Holzwarth ve diğ., 2012). Başka bir çalışmada yavaş ve hızlı dondurulmuş çilek örnekleri farklı sıcaklıklarda (-12°C, -18°C ve -24°C) 90 gün boyunca depolanmıştır. Farklı depolama sıcaklıklarında hızlı ve yavaş dondurlan çilek örneklerinde belirlenen antosiyanin miktarları farklılık göstermiş olup yavaş dondurulan örneklerde daha yüksek değerler bulunmuştur. Depolama süresi boyunca tüm depolama sıcaklıklarında örneklerin pH değerleri artarken antosiyanin değerleri azalmıştır. pH değerinde daha az değişimin görüldüğü -18°C' de depolanan örneklerde antosiyanin miktarı daha yüksek iken -12°C' de depolanan örneklerde pH değeri 3.4 civarına yükseldiği ve antosiyanin kayıplarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Sahari ve diğ., 2004). Başka bir çalışmada ise ku□p şeklinde doğranmış domatesler dondurulmuş vedepolanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda

-20°C' de depolama işleminin u□çu□ncu□ ayından itibaren β-karotenve likopen miktarında önemli kayıpların olduğubelirlenmiştir. On iki ay depolanan u□ru□nlerde β-karotende %51 oranında likopende ise %48 oranında bir kayıp olduğu tespit edilmiştir (Lisiewska ve diğ., 2000).

Enzimatik esmerleşme

Meyve ve sebzelerde enzimatik esmerleşme hasat esnasında, işlemede ve depolamada meydana gelmekte olup, esmerleşme reaksiyonları, fenolik bileşiklerin polifenol oksidaz enzimi ile oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Polifenol oksidaz enziminin etkin olduğu esmerleşme reaksiyonları,dondurma işleminden önce ön işlem olarak yapılan su□lfit, askorbik asit veya sitrik asit ilavesiyleengellenebilmektedir. Holzwarth ve diğ. (2012) çileklerde yapmış olduğu çalışmada ortamdaki oksijen varlığında enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonların fenolik bileşen değerlerinde değişime sebep olduğu bildirilmiştir. *p*-kumarol heksoz değerinde -20' de dondurulup 20°C'de çözündürülen örneklerde bir artış görülmüşken *p*-kumarik asit içeriğinde aşırı düşüş görülmüştür. Ayrıca çilekteki askorbik asit miktarında dondurma ve çözündürme işlemleri ile azalmalar görülmüştür.

Tat ve aroma değişimleri

Alkoller, esterler, aldehitler, ketonlar, asitler, furanlar ve terpenler gibi bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine has tat ve aromalarının oluşumunda etkilidirler. Bu bileşiklerin meyve ve sebzelerdeki miktarı u□ru□nu□n olgunluk durumuna, hasat zamanına, işleme şekline ve depolanmasına bağlıdır.

Besin ögeleri ve antioksidan içerindeki değişimler

Dondurma işlemi ve donmuş u□ru□nlerin depolanması sırasında meyve ve sebzelerin C vitamini, β-Karoten, α-karoten, β-kriptoksantin, A vitamini içeriklerinde kayıplar meydana gelmektedir. -80°C' de sıvı azot ile dondurulup 12 ay boyunca -20°C' de depolanan ahududu örneklerinde C vitamini, toplam fenolik bileşenler ve elajik asit değerleri incelenmiştir. Depolama süresi sonunda C vitamin, toplam fenolik ve elajik asit değerlerinde azalmalar görülmüştür. Heritage cinsi ahududu örneklerinde depolama süresi sonunda elajik asit değerlerinde %21 oranında bir azalma belirlenmişken polifenol oksidaz enzim aktivitesinde ise %34 oranında bir artış tespit edilmiştir. Elajik asit değerlerinde görülen bu değişime polifenol oksidaz

enzim aktivitesinin neden olduğu belirlenmiştir (De ancos ve diğ., 2000).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Kimyasallar

Bu çalışmada titrasyon asitliği, toplam fenolik, toplam flavonoid, antioksidan kapasitesi ve ekstrakt hazırlamak için kullanılan kimyasallar; kateşin (≥98%), gallik asit (≥98%), ethanol (≥%99.8), Folin-Ciocalteu fenol reaktifi, 1,1-diphenyl-2-picrilhidrazil (DPPH), ve neocuproin (Nc) Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Steinheim, Almanya)' den; methanol (≥%99.9), hidroklorik asit (%37), sodyum karbonat (Na_2CO_3), sodyum nitrit ($NaNO_2$), sodium hidroksit (NaOH), dipotasyum hidrojen fosfat (K_2HPO_4), potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), potasyum disulfit ($K_2S_2O_5$), bakır (II) klorür (CuCl2) ve amonyum asetat (NH_4Ac) Merck KGaA (Darmstadt, Almanya)'den; 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylkroman-2-karboksilik asit (Troloks), alüminyum klorür ($AlCl_3$) Fluka Chemie (Buchs, İsviçre)' den ve 2,2-azinobis (3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt (ABTS) Applichem GmbH (Darmstadt, Almanya)' den. Tüm analizlerde distile su cihazından elde edilen distile su kullanılmıştır (TKA GenPure, Almanya).

3.1.2 Örnekler

Çalışmada taze ve dondurulmuş nar örnekleri ile çalışılmıştır. Taze ve IQF yöntemiyle dondurulmuş olan tanelenmiş nar örnekler firmasından temin edilmiştir. Temin edilen taze örneklerden antioksidan analizleri için belli bir miktar ayrılarak sıvı azot ile öğütülmüş olup analize kadar -80 C' lik dolaplarda saklanmıştır. Geriye kalan taze nar örnekleri ise ev tipi dondurma işlemini gerçekleştirmek üzere paketlendikten sonra -18 C' lik derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. IQF yöntemiyle dondurulmuş örneklerden belirli bir miktar alınarak yukarıda tarif edildiği şekilde sıvı azot ile öğütülerek antioksidan analizleri için IQF başlangıç örnekleri elde edilmiştir. Kalan örnekler ise ev tipi dondurulmuş örneklere benzer

şekilde -18 C' lik derin dondurucularda depolamak üzere muhafaza edilmiştir. Ev tipi ve IQF olarak iki farklı şekilde dondurulan örnekler 8 ay boyunca ayrı poşetler halinde -18C' de depolanmıştır. Ev tipi ve IQF dondurularak olarak depolanmış örneklerin fiziksel özellikleri incelenirken mikrodalga, oda sıcaklığı, buz dolabı sıcaklığı ve sıcak sugibi farklı çözündürme yöntemleri kullanılmıştır. Depolanan nar tanelerinden 35 gr cam bir behere tartılarak mikrodalga fırında 30 sn. 700W güç uygulanarak, oda sıcaklığında ise tabla üzerine koyulan nar taneleri yaklaşık 25°C' de 2 saat süre ısınmaya bırakılarak, dolap sıcaklığındaki örnekler 4°C' de 1 saat bekletilerek ve sıcak su uygulamasında ise tartılan nar taneleri 7 dk. süre ile 55-60°C' lik suya daldırılarak çözündürülmüştür. Aylık olarak dondurucudan çıkartılan örnekler çözündürme işleminin ardından aşağıda tanımlandığı şekilde fiziksel özellikler ve antioksidan içeriği açısından analizlenmiştir.

3.2 Metotlar

3.2.1 Fiziksel özelliklerin tayini

Çözündürme işleminin ardından nar örnekleri tartılarak su sızmasımiktarı (drip loss) tespit edilmiştir. Başlangıçta analize alınan nar tanelerinin ağırlığı ile çözündürme sonrası nar tanelerinin ağırlığı karşılaştırılması ile örnekteki su sızması miktarı belirlenmiştir (Van Buggenhout ve diğ., 2005).

%Su sızması=(Örneğin başlangıçtaki ağırlığı – Çözündürme sonrası ağırlık) /Başlangıç ağırlığı *100

Nar örneklerindeki suda çözünen kuru madde miktarı el refraktometresi (Armfiel 1175) kullanılarak belirlenmiştir. Yeterli miktarda nar suyu örneği refraktometre prizması üzerine koyularak 100g' da çözünen madde miktarı hesaplanmıştır (Tüfekçi ve Fenercioğlu, 2010).

Sıvı hale getirilen nar örneklerinin hidrojen iyon konsantrasyonu pH metre (Hanna Instruments HI 2211 pH/ORP meter) ile belirlenmiştir. pH metre 4 ve 7 tampon çözeltileriyle ayarlandıktan sonra örneklerin pH değerleri tespit edilmiştir (Tüfekçi ve Fenercioğlu, 2010).

Bu çalışmada titrasyon asitliği TS 1125 ISO 750 " Meyve ve Sebze Ürünleri – Titre Edilebilir Asitlik Tayini" e göre yapılmıştır. Nar suyu örneklerinden 5 ml alınarak saf

su ile 100 ml' ye tamamlanarak deney numunesinden 25 ml bir erlene alınmıştır. Bu örnek üzerine üç damla fenol ftalein damlatılarak 0,1N NaOH çözeltisi ile pembe renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Bu işlem iki tekrarlı yapılmış olur sonuçlar sitrik asit cinsinden verilmiştir (Tüfekçi ve Fenercioğlu, 2010).

Dondurulup çözündürülmüş nar örneklerinde renk ölçümü Konika Minolta cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz beyaz seramik zemin üzerinde kalibre edilmiştir (L*=96.23, a*=0.31, b*=2.72). Çözündürme işleminin ardından renk cihazı ile örnek yüzeyinde yedi farklı noktada ölçüm yapılmış ve ortalama sonuçları hesaplanmıştır. Bu ölçümde L değeri siyah ve beyaz arasındaki aydınlık derecesini, a değeri kırmızı veya yeşilliği, b değeri ise sarılık veya maviliği ölçer.

3.2.2 Ekstrakt hazırlama

Bu çalışmada antioksidan özellikleri açısından incelenecek olan nar örneklerinden belli bir miktar tartım yapıldıktan sonra ekstraksiyon işlemini uygulanmıştır. Bu amaçla, Capanoglu ve diğ. (2008)' nin metoduna göre 0.5±0.01 g öğütülmüş nar örneklerinden tartılarak, 3 ml %75 metanol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. 15 dakika ultrasonik banyoda (Azakli, Turkey) tutulan örnekler, 4000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir(Hettich Zentrifugen Universal 320R, Tuttlingen, Germany). Üst faz yeni bir falkon tüpüne alınırken kalan kalıntıya yeniden 2 ml %75 metanol ilave edilerek aynı işlem başmakları uygulanmıştır. Toplamda yaklaşık 5 ml ekstrakt elde edilene kadar bu işleme devam edilimiştir. Hazırlanan ekstraktlar analizlenene kadar -20°C'de saklanmıştır.

3.2.3 Toplam fenolik madde analizi

Bu çalışmada toplam fenolik madde analizi Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Velioğlu ve diğ. (1998)'nin uyguladığı çalışmada bazı değişiklikler gerçekleştirilerek yöntem kullanılmıştır. 1:5 oranda seyreltilmiş nar ekstraktlarından 100 µl alınıp 0,75 ml Folin-Ciocalteu (1:10 oranda saf su ile seyreltilmiş)reaktifi ile karıştırılmıştır. 5 dk sonra bu 0,75 ml doymuş sodyum karbonat çözeltisi(% 6'lık)bu karışıma ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda sıcaklığında 90 dakika karanlıkta bekletildikten sonra oluşan renk 725 nm dalga boyunda Sp – 3000 nano Optima (Tokyo, Japan) model spektrofotometrede sonuçlar okunmuştur. Okunan absorbans değerleri, gallik asidin farklı konsantrasyonlarından yararlanılarak

elde edilen kalibrasyon eğrisinden elde edilen formülde yerine konularak toplam fenolik madde içeriği gallik asit cinsinden hesaplanmıştır. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.4 Toplam flavanoid analizi

Toplam flavonoid içeriği Devanto ve diğ. (2002)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Standart olarak kateşin kullanılmıştır. Bu yönteme göre 0,25 ml örnek tüpe konularak üzerine 1,25 ml saf su eklenmiştir. Kronometre ile süre tutularak 75 µL %5'lik $NaNO_2$ örnek üzerine konulmuş ve 6 dk sonunda 150 µL %10'luk $AlCl_3$ karışıma ilave edilmiştir. Çözelti ilavesinden 5 dk sonra 0,5 ml 1M NaOH örnek tüpüne konulmuş ve en son 0,275 ml saf su ilave edilerek tüpler karıştırılmış ve 510 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar,kateşin eşdeğer cinsinden hesaplanarak belirlenmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.5 Toplam antioksidan kapasitesi tayini

Bu çalışmada, üç farklı metot kullanılarak farklı koşullarda dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde toplam antioksidan aktivitesi ölçülmüştür. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir. Okunan absorbans değerleri, Trolox kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrisinde yerine konularak Trolox eşdeğeri cinsinden belirlenmiştir.

3.2.5.1 DPPH radikal yakalama yöntemi

Hazırlanan nar ekstraktlarından alınan 100 µL örneküzerine 2 ml 0.1 mM DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil) eklenerek tüpler iyice kaıştırılmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletme sonrasında 517 nm'de köre karşı absorbans değerleri okunmuştur (Kumaran ve Karunakaran, 2002).

3.2.5.2 ABTS radikal yakalama yöntemi

Hazırlanan nar ekstraktlarından alınan 100 µL örnek üzerine 1 ml ABTS (2,2-azinobis 3-etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit diamonyum tuzu) reaktifi eklenmiştir. 10 sn karıştırıldıktan sonra toplam bekleme süresi 30 sn olacak şekilde beklenerek 734 nm dalga boyunda suya karşı örneklerin absorbans değerleri Shimadzu UV-1700 (Tokyo, Japan) model spektrofotometrede okunmuştur (Miller ve Rice-Evans, 1997).

3.2.5.3 CUPRAC metodu (Bakır indirgeyici antioksidan kapasitesi)

Hazırlanan nar ekstraktlarından alınan 100 µL örnek, sırasıyla, 1 ml 10 mM $CuCl_2.2H_2O$ çözeltisi, 1 ml 7,5 mM Neocuproine çözeltisi ve 1 ml 1 M amonyum asetat (pH=7) çözeltisi ile karıştırılıp, son olarak 1 ml su ilave edilmiş ve 30 dk bekletildikten sonra 450 nm dalga boyunda köre karşı absorbans değerleri okunmuştur (Apak ve diğ., 2004; Apak ve diğ., 2006).

3.2.6 HPLC ile fenolik asit, flavonoid ve antosiyanin profillerinin belirlenmesi

Örneklerdeki fenolik asit, flavonoid ve antosiyanin profilleri Capanoglu ve diğ. (2008)'nin metoduna göre analizlenmiştir. Her örnek için hazırlanan ekstraktlar 0.45 µm'lik filtrelerden süzüldükten sonra HPLC sistemine verilmiştir.HPLC sistemi Waters 600 kontrol birimi, Waters 996 photodiode array (PDA) dedektör ve 40 °C'deki kolon inkübatöründen oluşmaktadır. Kullanılan kolon, Nucleosil 3 µ C18 (2) 150x4.60 mm'dir. Çözgen sistemi olarak A (%0.05 formik asit ile asitlendirilmiş su) ve B (%0.05 formik asit içeren asetonitril) kullanılmıştır. Akış hızı dakikada 1 ml şeklinde ayarlanmış ve ekstrakttaki bileşenlerin ayrılması, %5'den %30'a kadar çıkan lineer asetonitril gradiyenti kullanılarak 60 dakikalık analiz süresince gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 280, 312, 360 ve 512 nm'de gerçekleştirilmiştir. Deneyler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

3.2.7 İstatistiksel analiz

Analiz sonuçları istatiksel olarak SPSS 21.0 ve Minitab 16 yardımı ile tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonrasında Tukey Testi ile 0.05 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Analizler her bir örnek için üç kez tekrarlanmış ve sonuçlar ortalama değer ± standart sapma olarak verilmiştir. Yaplan analizlerle elde edilen sonuçlar her ayı kendi içinde istatisiksel olarak yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, nar örneklerinin ev tipi ve IQF yöntemiyle dondurulması ve farklı yöntemlerle çözündürülmesi işlemleri sonrasında narın fiziksel ve antioksidan özelliklerinde meydana gelen değişimler ele alınmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen fiziksel testler, toplam fenolik madde, toplam flavonoid miktarları ve antioksidan kapasitesi analiz sonuçları aşağıda detaylı olarak değerlendirilmiştir.

4.1 Fiziksel Özellikler

4.1.1 Su sızması

Su sızması miktarı gıdaların dokusal özellikleri belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerdendir. Gıdalara uygulanan dondurma işlemi sonrasında oluşan buz kristalleri ürünlerin hücre duvarında hasarlar oluşturur ve çözündürme işlemi uygulanması boyunca bu hasarlardan sızan sıvılar su sızması miktarını belirler (Sirijariyawat ve Charoenrein, 2012). Depolama süresi boyunca dondurma işlemi ile ürünün içerisinde oluşan buz kristallerinin büyümesi ve mekanik yıkımlar su sızması miktarının artmasına neden olmaktadır. Su sızması genel olarak üç faktör ile ilişkilendirilmiştir. Bunlar ürünün yüksek iç basıncı, üründe oluşan buz kristallerinin şekli ve ürün hücresinden uzaklaşan tersinmez su olarak açıklanmıştır (Simandjuntak ve diğ., 1996).

Farklı dondurma yöntemleri (ev tipi ve IQF dondurma) uygulanan nar taneleri 8 ay boyunca -18°C' deki derin dondurucuda depolanmıştır. Donmuş nar tanelerine farklı çözündürme yöntemleri (mikrodalga, oda sıcaklığı, dolap sıcaklığı ve sıcak su) uygulanması ile örneklerde oluşan su sızması miktarları Çizelge4.1 verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % su sızması miktarları

		1.ay[1]	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay
IQF	MW	14.5±1.2	15.5±0.8	14.2±0.9	16.8±0.3	15.5±0.6	17.9±0.9	14.1±0.2	17.0±0.3
	Oda	12.9±0.4	13.5±0.7	16.8±0.2	17.6±0.8	18.8±0.2	18.2±0.9	18.7±0.4	20.3±0.3
	Dolap	16.4±0.3	12.9±0.9	16.9±0.5	18.3±0.2	16.2±0.5	19.1±0.2	15.9±0.9	17.6±0.7
	Sıcaksu	17.9±0.8	17.1±0.7	21.2±0.3	20.2±0.9	19.0±0.6	20.1±0.4	20.2±1.1	21.8±0.4
Ev	MW	12.8±0.4	16.6±0.2	15.2±0.5	22.5±1.1	18.2±0.1	17.3±0.1	15.5±0.7	15.1±0.4
	Oda	12.4±0.7	13.2±0.4	15.5±0.9	12.2±1.0	18.2±0.7	19.3±0.1	15.4±0.7	24.1±0.9
	Dolap	12.6±1.3	11.5±0.7	12.4±0.3	16.1±0.8	15.3±0.8	14.3±0.1	17.0±0.6	18.5±0.9
	Sıcaksu	18.7±0.8	14.8±1.2	18.3±1.3	20.5±0.5	18.2±0.6	14.4±0.5	15.4±0.9	24.3±0.9

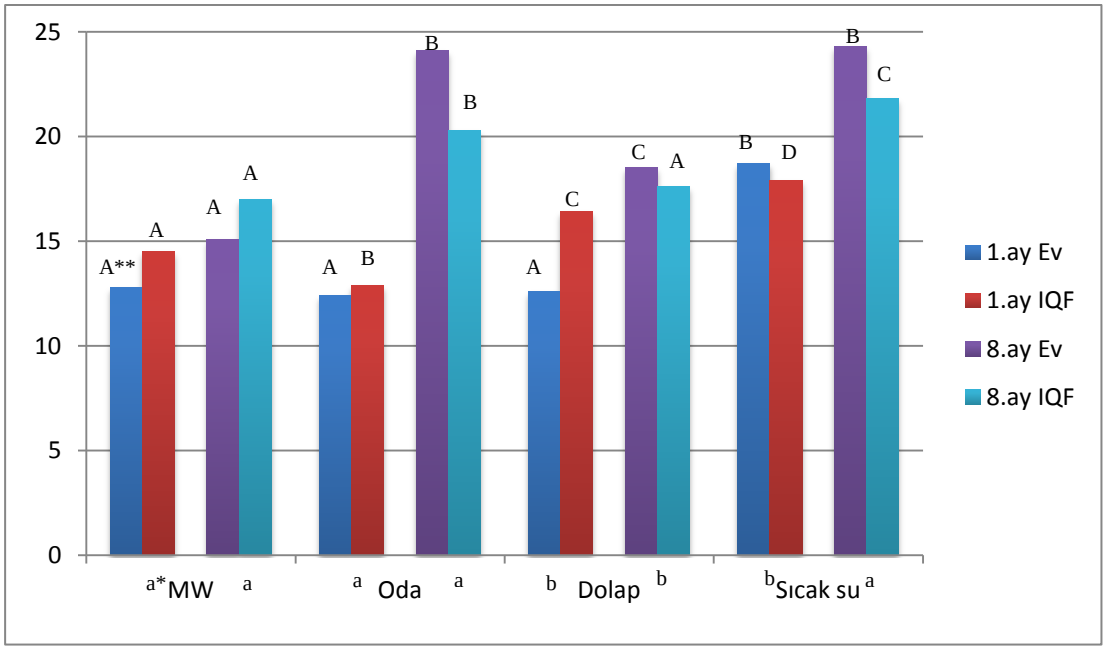
[1] Ortalama ± standart sapma

Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde çözündürme işlemi sonrası su sızması miktarı % 10.6-24.3 arasında, IQF yöntemi ile dondurulmuş örneklerde ise bu değerler %12.4-21.8 arasında değişkenlik göstermektedir. Dondurulmuş nar tanesi örneklerine uygulanan farklı çözündürme yöntemleri ve dondurma yöntemlerinin su sızması miktarına etkisi Şekil 4.1' de gösterilmektedir.

Çözündürme yöntemlerinin uygulandığı nar tanelerinden elde edilen su sızması miktarları değerlendirildiğinde IQF yöntemi ile dondurulmuş ürünlerde 1.ay daha yüksek sonuçlar görülmüştür. Çözündürme işlemi sonrası 1.ay örneklerinde görülen su sızması miktarı ortalama değerleri IQF dondurma yöntemi ile %15.4, ev tipi dondurma yöntemi ile %14.1 olarak tespit edilmiştir. Bu durum dondurma işlemlerinden sonra ürün yapısında oluşan değişikliklerle açıklanmıştır. Depolama süresi sonunda ise ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek sonuçlar görülmüştür. 1. ay örneklerinde ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanelerinden elde edilen su sızması değerleri arasında MW ve oda sıcaklığında çözünen örneklerde istatistiksel olarak fark yok iken dolap sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örnekler farklıdır ($P<0,05$). Çözündürme işlemi sonrası 8. ay örneklerinde görülen su sızması miktarı ortalama değerleri IQF dondurma yöntemi ile %19.2, ev tipi dondurma yöntemi ile %20.5 bulunmuştur. 8. ay örneklerinde ev tipi ve IQF dondurulmuş nar

tanelerinden elde edilen su sızması değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P<0,05).

Benzer sonuçlar çilek örneklerinde yapılan incelemede de görülmüştür. Farklı koşullarda (yavaş dondurma, hızlı dondurma ve kriyojenik dondurma yöntemleri) dondurulan çilek örnekleri bir gün -18°C' de depolanıp oda koşullarında çözündürülmüş ve örneklerdeki su sızması miktarları belirlenmiştir. Yavaş dondruma yöntemi uygulanmış örneklerde su sızması miktarı çözündürme işlemi sonrası üründe yaklaşık %40' lık ağırlık azalması ile belirlenmiş iken hızlı dondurma yönteminde bu kayıp yaklaşık %60 civarlarında görülmüştür (Van Buggenhout ve diğ., 2006).Yapılan başka bir çalışmada -20°C ve sıvı nitrojen uygulaması ile dondurulan çilek örnekleri 20°C' e çözündürülmüş olup bu uygulama sonrasında su sızması miktarı -20°C' de dondurulan örnekte %20.4 iken sıvı nitrojenle dondurulan örnekte %9.4 tespit edilmiştir (Holzwarth ve diğ., 2012).



*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A, B, C, Dharfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.1 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama % su sızması miktarlarına etkisi

Nar tanelerinde belirlenen 1.ay su sızması miktarı sonuçlarına baktığımızda her iki dondurma yönteminde de en yüksek değer sıcak su ile çözündürülmüş örneklerde bulunmuştur. Oda sıcaklığında çözme uygulaması her iki dondurma yönteminde de

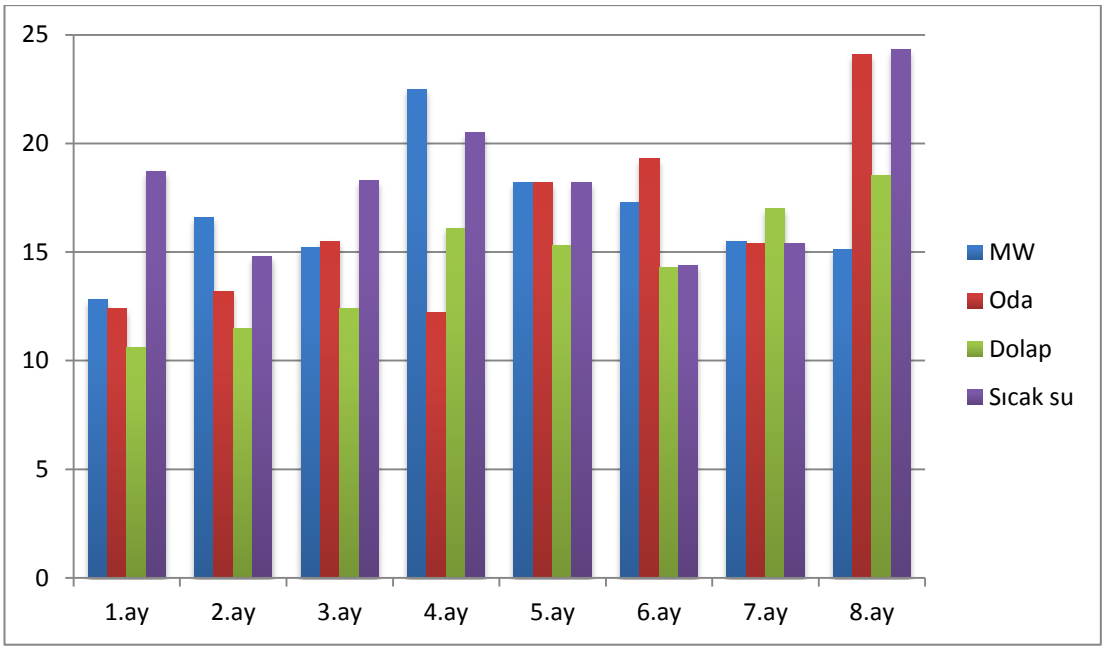
ürünün dokusal özelliklerinin koruması açısından iyi yöntem olarak belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde belirlenen su sızması miktarları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde MW, oda sıcaklığı ve dolap sıcaklığında çözünen örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil iken, sıcak suda çözünen örnekle diğer metotlar arasındaki fark önemlidir. IQF dondurulmuş örneklerde belirlenen su sızması miktarları çözündürme yöntemlerine belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

Ev tipi ve IQF yöntemi ile dondurulmuş 8. ay örneklerine bakıldığında sıcak su uygulaması sonucunda en yüksek su sızması değerleri bulunmuştur. MW ile çözündürme işlemi uygulanan her iki dondurma yönteminde belirlenen düşük su sızması miktarı ürünün dokusal özelliklerinin daha iyi olmasını sağlar. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen su sızması değerleri incelendiğinde oda sıcaklığı ve sıcak su çözündürme yöntemleri uygulanan örneklerarasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil iken MW ve dolap sıcaklığında çözünen örneklerarasındaki farkönemlidir. IQF dondurulan nar tanelerinde belirlenen su sızması değerleri MW ve dolap sıcaklığında çözündürülen örnekler arasındaki fark önemli değil iken diğer yöntemlerde elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0,05$).Her iki dondurma yöntemi için belirlenen su sızması miktarı sıcak suda çözündürülen örneklerde daha yüksek olup üründe daha fazla dokusal özellik kaybına sebep olur. MW çözündürme yöntemi ile elde edilen su sızması miktarındaki sonuçlarda ise ürünün dokusal özelliklerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ev tipi dondurulan örneklerde yavaş dondurma işlemi hakimdir ve dondurma işlemi sonrasında ürünün hücre dışında büyük buz kristalleri oluşur. IQF (hızlı dondurma) yönteminde oluşan buz kristalleri ise hücre içinde ve daha küçüktür. Hücre içinde oluşan küçük buz kristalleri hücre duvarına daha az hasar verdiğinden IQF dondurma yöntemi uygulanan örneklerde daha az su sızması miktarı belirlenmektedir (Holzwarth ve diğ., 2012 ve Chassagne-Berces ve diğ., 2009). Gıdalara uygulanan çözündürme yöntemlerine ve hızına bağlı olarak oluşan yeniden kristallenme ve hacim büyümesi gibi fiziksel hasarlar ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere sebep olur. Ayrıca çözündürme işlemi süresince hücrenin su tutma kapasitesi azalacağından ürün yapısında çökmeler oluşabilir. Çözündürme işlemi sırasında üründe oluşan bu değişiklikler su sızma miktarını etkilemektedir (Van Buggenhout ve diğ., 2006).

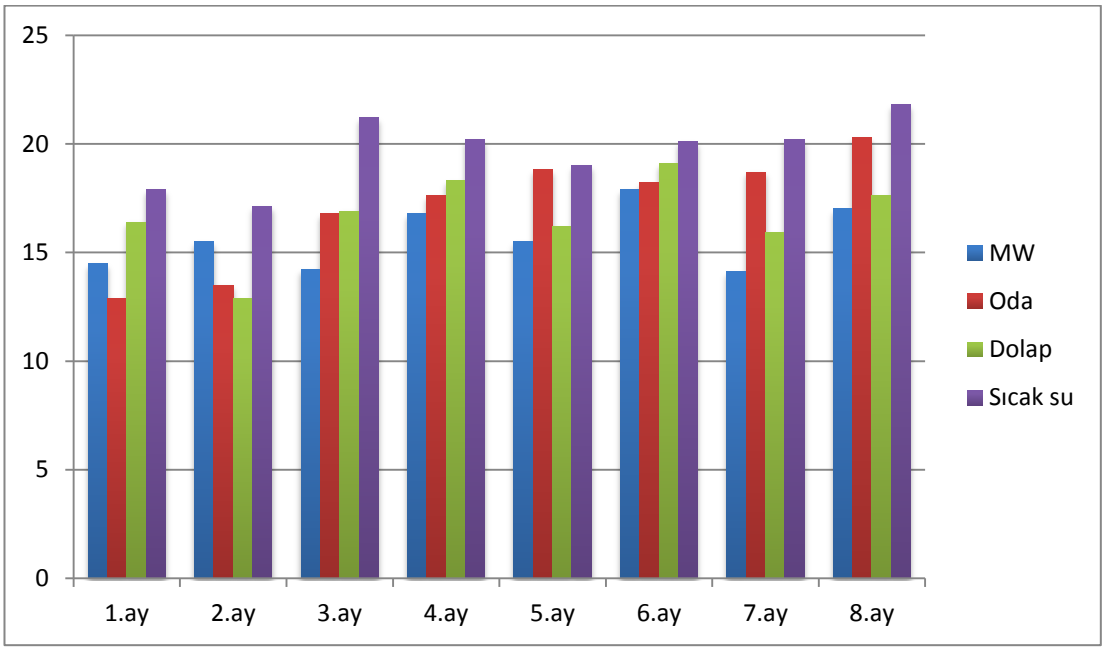
Benzer sonuçlar farklı çeşit meyvelerde (elma, mango, kavun ve ananas) yapılan çalışmada görülmüştür. Meyveler farklı hızlarda dondurulmuş ve -18°C' de 30 gün süre ile depolanmıştır. Çözündürme işlemi sonrasında ürünlerde belirlenen su sızması miktarları dondurma hızı ve ürün çeşidine göre farklılık göstermiştir (Sirijariyawat ve Charoenrein, 2012). IQF yöntemi uygulanarak dondurulan çilek örnekleri 4°C, 20°C, 37°C ve mikrodalga uygulamalarıyla çözündürülmüştür. IQF dondurulmuş örneklerde 37°C ve 20°C' de çözündürme işlemi sonrası yüksek su sızması miktarı bulunmuşken mikrodalga ile çözündürülen örneklerde daha düşük su sızması miktarı belirlenmiştir. Bu çalışmada MW uygulanan örneklerde dokusal özelliklerin daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Holzwarth ve diğ., 2012). Van Buggenhout ve diğ. (2006) çilekte yapmış olduğu çalışmada sıvı azot uygulaması ile dondurulan örneklerde su sızması miktarı oda sıcaklığında çözünen örneklerde %20, 2°C' de buzdolabında çözünen örneklerde ise %30 civarında bulunmuştur.

Dondurulmuş nar tanelerine farklı çözündürme yöntemleri uygulanarak 8 aylık depolama süresi boyunca su sızması değerlerindeki değişimler incelenmiştir. İki farklı dondurma yönteminde de depolama süresi boyunca nar tanelerinde belirlenen su sızması miktarlarında dalgalanmalar gözlenmiştir. Ev tipi ve IQF dondurma yöntemi uygulanarak depolanan nar tanelerindeki depolama süresince belirlenen su sızması miktarları Şekil 4.2 ve 4.3' te verilmiştir.

Ev tipi ve IQF yöntemleri ile dondurulmuş nar tanelerinde 1. ve 8. ay depolama süreleri sonunda belirlenen su sızması miktarları çözündürme yöntemleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi sonunda belirlenen su sızması sonuçları incelendiğinde, 1.ay değerlerine göre mikrodalga çözündürme yöntemi %17.2' lik, oda sıcaklığında çözünmede %57.4' lük, dolapta çözünmede %7.3' lük ve sıcak su ile yapılan çözünmede %21.8' lik artış gözlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinin 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen su sızması değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$).



Şekil 4.2 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi



Şekil 4.3 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen su sızması miktarlarının depolama süresince değişimi

IQF yöntemi uygulanarak dondurulmuş nar tanelerinde ise 1. ay değerlerine göre depolama süresi sonundaki su sızma miktarlarındaki artışlar çözünme yöntemlerine göre sırası ile %18, %94.4, %46.8 ve %30 olarak belirlenmiştir.IQF dondurulan nar tanelerinin depolama süresince 1. ve 8. ay örneklerinden MW ve dolap sıcaklığında

çözünen örneklerden elde edilen su sızması değerlerinde istatistiksel olarak fark yok iken, oda sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örneklerden elde edilen su sızması değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P<0,05$). Artan depolama süresi üründeki pektik polisakkaritlerin suda çözünebilen kısımlarında azalmalara neden olur. Dondurulmuş üründe depolama süresince su sızma miktarlarında görülen artış suda çözünebilen hücresel sıvı bileşenlerinin kaybı, hücre duvarı ve membranlarınında oluşan mekanik veya enzim kataliz bozulmaları ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca dondurma işlemi sonrası üründe oluşan buz kristalleri depolama süresince büyüyebilir ve bu kristaller hücre duvarını fiziksel olarak bozarak mekanik hasarlar oluşturur. Üründe görülen hacim artışı ve mekanik hasarlar da su sızması miktarının artmasına sebep olmaktadır. Dondurma hızının ürünün dokusal özelliklerine etkisi ile yapılmış pek çok çalışma olmasına rağmen hangi dondurma yönteminin dokusal özelliklerin korunmasında daha etkili olduğu hala kesin bir sonuca ulaşmamıştır. (Simandjuntak ve diğ., 1996; Van Buggenhout ve diğ., 2005).

Benzer sonuçlar çilek örneklerinde yapılan çalışmada da görülmüştür. Çilek örnekleri farklı koruyucu maddelerle kaplandıktan sonra dondurularak 6 hafta depolanmıştır. Depolama süresi sonunda çözündürme işlemi uygulanan örneklerde belirlenen su sızması miktarları farklılık göstermiştir. Su sızması miktarı çözündürülmüş örneklerde 1.gün %1, 6. hafta ise %8 bulunmuştur(Van Buggenhout ve diğ., 2005). Kavun örneklerinde yapılan çalışmada ise çözündürme işlemi uygulandıktan sonra tespit edilen su sızması miktarları Kantalup kavun çeşidinde 5. ay %15.2, 10. ay %17.2, Honey Dew' de 5. ay %12.1 ve 10. ay %14.9' dur. Her iki kavun cinsinde de su sızması miktarlarında depolama süresi sonunda %33 oranında artış belirlenmiştir (Simandjuntak ve diğ., 1996).

4.1.2 Suda çözünen kuru madde miktarı

Gıdalarda kuru madde miktarı gıdanın bileşimi, besinsel değeri ve kalitesi belirlenmesinde önemli bir ölçüttür. Suda çözünür kuru madde tayini, meyvelerde olgunluk düzeyi hakkında bilgi edinmemizi sağlar. Gıdaların farklı olgunluk düzeyinde hasat edilmesi, farklı çeşitlerde olması, yapılarındaki şekerin solunumda kullanılması, muhafaza ve depolama sırasında ürünün su miktarındaki değişimler suda çözünebilir kuru madde miktarına etki eder (Koyuncu ve diğ.,2005). Dondurma

ve çözündürme işlemlerinin uygulandığı nar tanelerinden depolama süreleri sonunda elde ettiğimiz % suda çözünen kuru madde değerleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2' yi incelediğimizde suda çözünen kuru madde miktarı (brix) değerleri ev tipi ve IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerinde 1. ay yüksek belirlenmiş iken depolama süresi boyunca bu değerlerde azalmalar görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş örneklerde brix değerleri %16.2-18.7, IQF dondurulmuş örnekler ise %15.0-17.3 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Nar tanelerine uygulanan dondurma ve çözündürme yöntemleri sonucunda depolama süresi boyunca elde edilen brix değerleri yapılan başka çalışmalarda bulunan brix değerleri arasındadır. Farklı çeşit Türk narlarında yapılan çalışmada brix sonuçları 18.7-13.2 (Ünal ve diğ., 1995), 13.0-15.2 (Tüfekçi ve diğ., 2010), İran narlarında bulunan brix değerleri 11.3-15.0 (Tehranifar ve diğ., 2012) arasında verilmiştir. Çalışmada gözlenen brix değerlerindeki farklılık ürün cinsi çeşitliliğiyle açıklanmıştır.

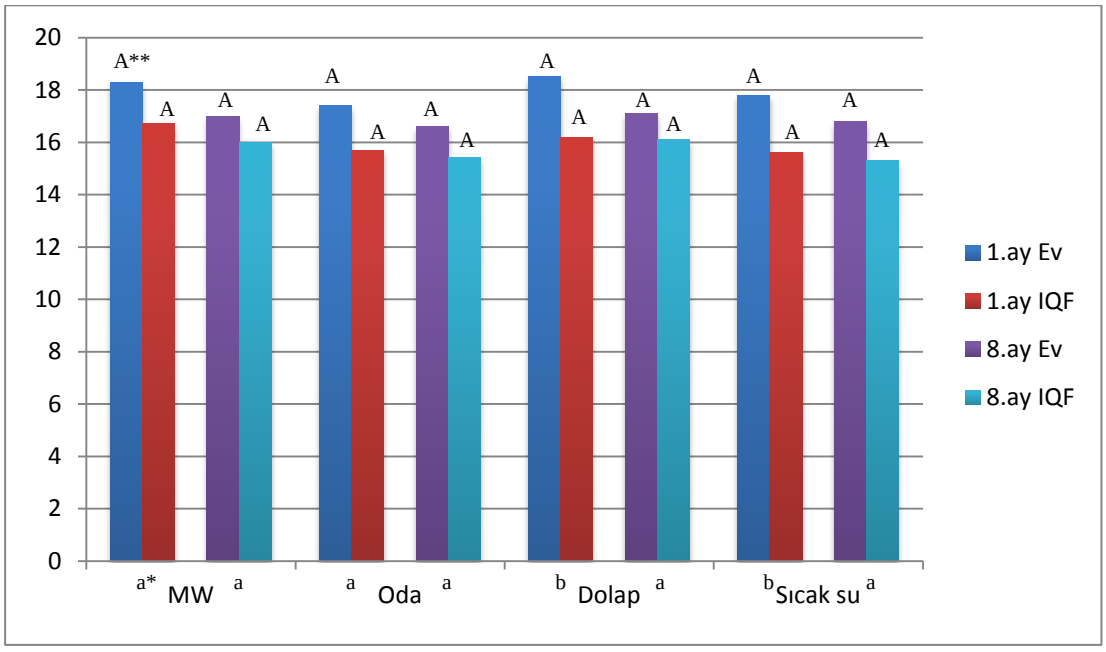
Çizelge 4.2 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % suda çözünen kuru madde miktarları

		1.ay[1]	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay
IQF	MW	16.7±0.6	16.5±0.1	15.1±0.7	15.0±0.6	15.7±0.5	16.4±0.5	16.2±0.3	16.0±0.3
	Oda	15.7±0.8	16.7±0.5	15.2±0.9	16.5±0.2	15.4±0.9	15.9±0.4	15.7±0.9	15.4±0.4
	Dolap	16.2±0.3	17.0±0.2	16.1±0.5	15.7±0.4	16.4±0.2	16.3±0.2	16.1±0.7	15.9±0.5
	Sıcaksu	15.6±0.2	16.5±0.5	15.7±0.9	16.4±0.1	16.5±0.3	16.2±0.6	15.8±0.6	15.3±0.6
Ev	MW	18.3±0.5	18.4±0.8	16.9±0.6	16.3±0.3	18.3±0.2	16.8±0.5	16.2±0.3	17.0±0.7
	Oda	17.4±0.1	18.6±0.8	18.6±0.3	17.8±0.4	18.1±0.4	16.5±0.6	17.7±0.4	16.6±0.6
	Dolap	18.5±0.9	18.4±0.5	18.7±0.3	18.7±0.1	18.2±0.5	17.8±0.8	17.9±0.3	17.1±0.5
	Sıcaksu	17.8±0.6	17.9±0.6	17.8±0.4	17.9±0.7	17.9±0.4	17.3±0.2	16.8±0.4	16.8±0.8

[1] Ortalama ± standart sapma

Nar tanelerine farklı çözündürme ve dondurma yöntemlerinin uygulanması sonucu elde edilen 1.ve 8.ay brix sonuçları Şekil 4.4' te gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca nar tanelerine uygulanan farklı dondurma yöntemlerinin suda çözünen kuru madde miktarına etkisine baktığımızda ev tipi dondurulmuş örneklerde belirlenen brix değerleri IQF dondurulmuş örneklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

1.ay ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde en yüksek brix değerine dolap sıcaklığında çözündürme (18.5) metoduyla ulaşılmıştır. Bu değer depolama süresi boyunca azalma göstermiş (17.1) olup 8.ay sonunda da dolap sıcaklığında çözündürme yönteminde en yüksek brix değeri belirlenmiştir. 1.ay IQF dondurulmuş örneklerde MW çözündürme yöntemi uygulaması ile en yüksek brix değeri (18.3) belirlenmiştir. 1. ve 8. ay örneklerinde ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması sonucu elde edilen brix değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur.IQF ve ev tipi dondurulmuş 1. ve 8. ay nar tanesi örneklerine farklı çözündürme metotları uygulanması sonucu elde edilen brix değerlerinde istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,05$).



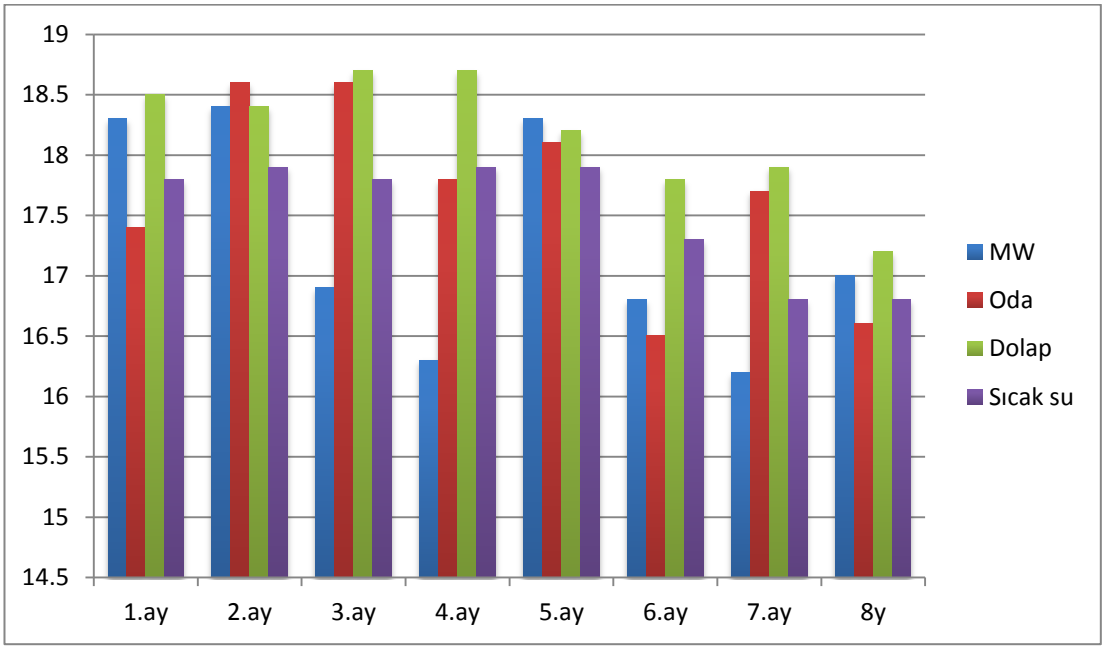
*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A, B, C, Dharfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

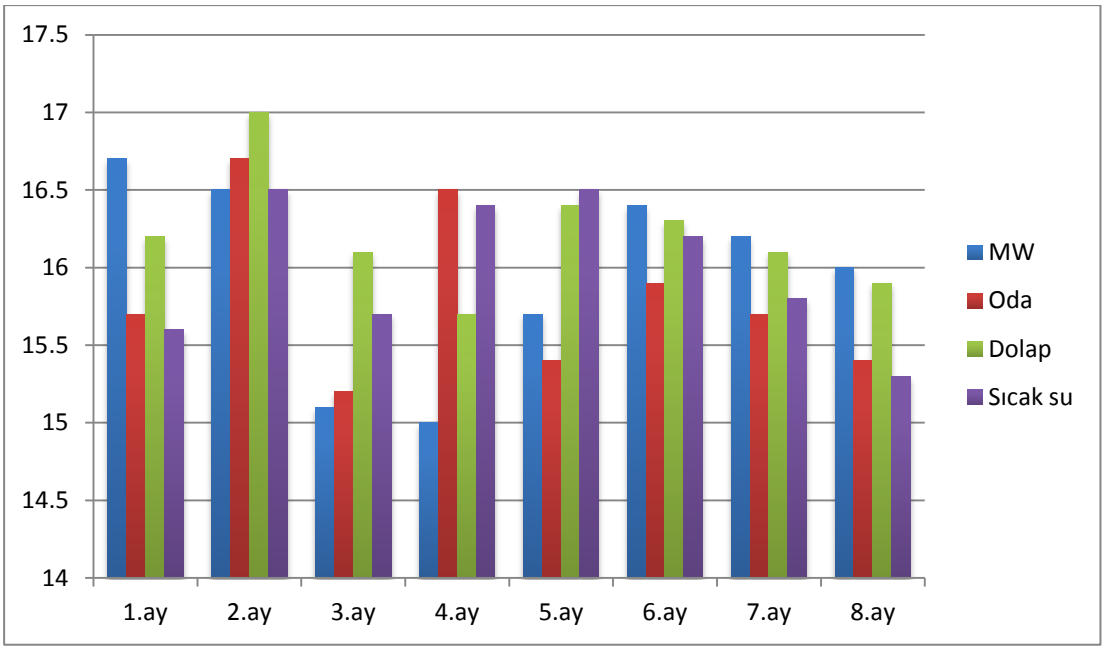
Şekil 4.4 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama % brix değerlerine etkisi

Farklı dondurma ve farklı çözündürme yöntemlerinin uygulandığı nar tanesi örneklerinde belirlenen suda çözünen kuru madde değerlerinde depolama süresi boyunca dalgalanmalar gözlenmiştir. Ürün brix değerlerinde görülen bu dalgalanmalara meyvede meydana gelen su kaybının sebep olduğu belirtilmiştir (Koyuncu ve diğ., 2005).

Nar tanelerinde depolama süresince tespit edilen sonuçlar Şekil 4.5 ve 4.6' da verilmiştir. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi sonunda belirlenen brix değerleriincelendiğinde, başlangıç değerlerine göre mikrodalga çözündürme yöntemi %7' lik, oda sıcaklığında çözünmede %5' lik, dolapta çözünmede %8' lik ve sıcak su ile yapılan çözünmede %6' lık azalma gözlenmiştir. IQF yöntemi uygulanarak dondurulmuş nar tanelerinde ise depolama süresi sonundaki brix değerlerindeki azalma yüzdeleri çözünme yöntemlerine göre sırası ile %4 , %2 , %2 ve %2 olarak belirlenmiştir. Ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen brix değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,05$). Her iki dondurma yönteminde de çözündürme işlemi sonrasında örneklerin brix değerlerinde 5.aydan sonra azalmalar belirlenmiş olup IQF dondurulmuş örneklerde bu azalış daha belirgin şekilde görülebilmektedir. Depolanması süresi boyunca suda çözünür kuru madde değerlerinde belirlenen azalmalara gıdaların yapısındaki şekerlerin solunumda kullanılmasının sebep olduğu belirtilmiştir (Şen ve diğ., 2012).



Şekil 4.5 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen brix miktarlarının depolama süresince değişimi



Şekil 4.6 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen brix miktarlarının depolama süresince değişimi

Benzer sonuçlar Trabzon hurmasında yapılan çalışmada görülmüştür. Farklı çeşit Trabzon hurmaları 0°C' de 3 ay süre ile depolanmış ve depolama süresi boyunca üründe belirlenen brix değerlerinde dalgalanmalar görülmüştür. 3. ay sonunda brix değerlerinde Hachiyacinsi (16.5-16.9) hurmada %3 ve Fuycinsi (12.3-15.6) hurmada %27 oranında artış belirlenmiş iken Türkaycinsi (21.5-18.3) Trabzon hurmasında %15 oranında azalış görülmüştür (Koyuncu ve diğ., 2005). Böğürtlen örneklerinin 7 gün boyunca buzdolabında depolandığı ve depolama süresi sonunda suda çözünür kuru maddenin incelendiği bir çalışmada depolama süresinin, elde edilen brix değerlerine bir etkisi olmadığı görülmüştür (Wu ve diğ., 2010). -18°C' de 6 ay boyunca depolanan çilek örneklerinde suda çözünen kuru madde miktarı incelenmiş ve Camarosa cinsi çileklerde brix değeri başlangıçta %8.79, 6. ay sonunda ise %6.39 olarak belirlenmiş ve depolama süresi sonunda %27 oranında azalma tespit edilmiştir (Castro ve diğ., 2002).

4.1.3 pH ve titre edilebilir asitlik

pH ve toplam asitlik ölçümü gıda ürünlerinin kalite kontrolünde yer alan önemli kalite parametrelerindendir. Gıda ürünlerinin yapısal bileşik halinde bulunan organik asitler ürünün olgunluk derecesini belirleme, tat, aroma, renk parlaklığı ve kalitesinin korunmasında önemli rol oynar. Nar tanelerine farklı dondurma ve çözündürme

yöntemi uygulayarak depolama süresi boyunca elde edilen pH ve titre edilebiir asitlilk sonuçları Çizelge 4.3. ve 4.4' te verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen pH değerleri

		1.ay[1]	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay
IQF	MW	3.1±0.1	3.1±0.4	2.8±0.1	2.7±0.2	2.8±0.2	2.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.1
	Oda	2.8±0.2	3.2±0.2	3.1±0.1	3.1±0.2	2.7±0.4	2.6±0.2	2.7±0.1	2.3±0.1
	Dolap	3.2±0.3	2.9±0.1	3.0±0.1	2.6±0.1	2.8±0.6	2.4±0.1	2.9±0.1	2.4±0.2
	Sıcak su	3.3±0.4	3.1±0.3	2.9±0.1	3.1±0.2	2.9±0.5	2.6±0.2	2.7±0.2	2.6±0.2
Ev	MW	3.1±0.1	2.8±0.2	3.1±0.2	2.9±0.1	2.6±0.1	2.8±0.3	2.6±0.4	2.7±0.2
	Oda	3.0±0.1	3.1±0.1	3.0±0.1	2.7±0.2	3.0±0.1	2.5±0.2	2.5±0.2	2.5±0.2
	Dolap	3.2±0.8	3.3±0.2	2.9±0.1	2.7±0.2	2.8±0.2	2.8±0.2	2.7±0.2	2.2±0.1
	Sıcak su	2.9±0.1	3.0±0.1	3.2±0.1	2.9±0.2	2.7±0.3	2.9±0.4	2.6±0.2	2.6±0.2

[1] Ortalama ± standart sapma

Çizelge 4.4 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen % toplam asitlik değerleri

		1.ay[1]	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay
IQF	MW	10.6±0.8	10.9±0.3	11.3±0.4	11.0±0.3	10.4±0.4	10.7±0.5	11.9±0.4	12.7±0.4
	Oda	11.0±0.3	11.5±0.2	12.0±0.7	10.7±0.3	11.1±0.8	10.2±0.5	11.4±0.4	12.2±0.4
	Dolap	10.5±0.4	11.0±0.5	11.3±0.3	10.8±0.5	10.5±0.3	10.7±0.4	11.3±0.2	12.1±0.6
	Sıcaksu	10.4±0.5	11.1±0.3	11.9±0.5	11.5±0.7	10.9±0.4	10.4±0.6	11.2±0.4	12.4±0.8
EV	MW	11.8±0.4	12.2±0.4	12.4±0.6	11.6±0.5	12.1±0.2	12.2±0.6	12.4±0.6	13.1±0.1
	Oda	11.9±0.5	11.3±0.9	12.8±0.2	12.9±0.9	12.0±0.3	12.3±0.3	12.8±0.2	13.4±0.6
	Dolap	11.3±0.9	12.3±0.3	12.9±0.8	12.8±0.5	12.7±0.3	13.3±0.4	13.1±0.4	13.7±0.8
	Sıcaksu	12.1±0.6	12.6±0.5	12.5±0.7	12.5±0.3	12.4±0.3	12.5±0.3	12.9±0.5	13.5±0.8

[1] Ortalama ± standart sapma

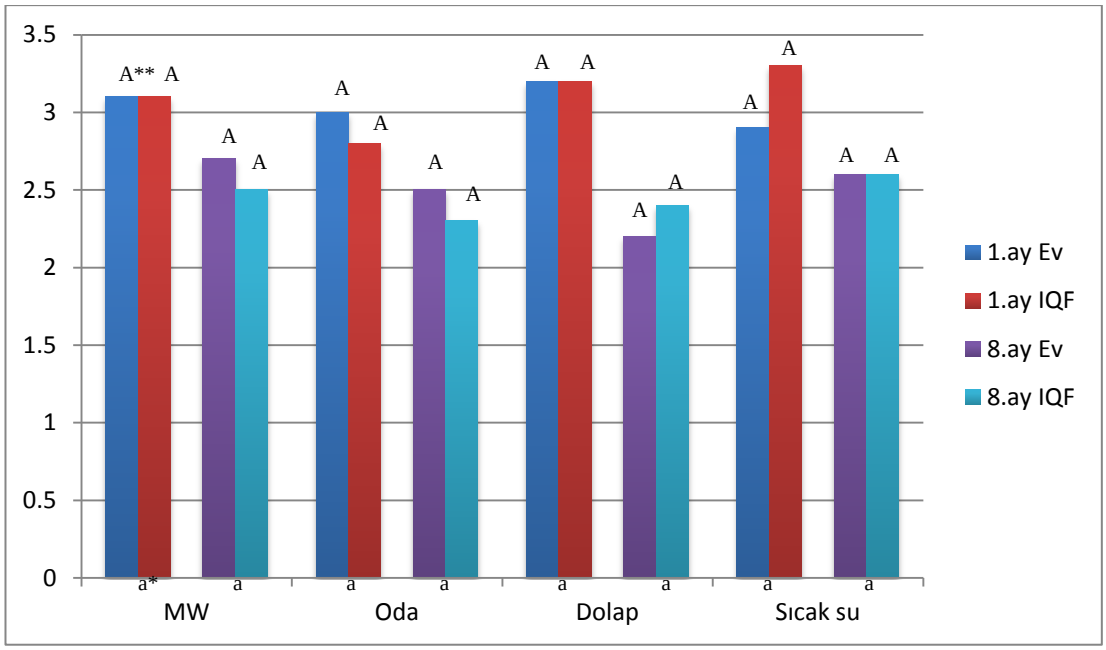
Ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanelerinde depolama süresi boyunca pH değerleri 2.2-3.3 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Titrasyon asitliği ise ev tipi dondurma yönteminde %11.3-13.7, IQF dondurulmuş üründe %10.2-12.7 değerleri

arasında belirlenmiştir. Akdeniz bölgesinden temin edilen narlarda çeşitliliğe göre pH ve titrasyon asitliği değerleri sırası ile 3.2-3.9 ve %4.5-17.3 arasında (Poyrazoğlu ve diğ., 2001), başka bir çalışmada ise yıllara, yere ve ürün çeşitliliğine bağlı olarak 2.4-4.4 ve %2.0-55.2 arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiş (Ünal ve diğ., 1995) olup elde ettiğimiz sonuçlar literatür ile uyumlu bulunmuştur.

Ev tipi ve IQF dondurma metotlarının uygulandığı nar tanelerinden elde edilen pH ve titrasyon asitliği sonuçları Şekil 4.7 ve 4.8' de verilmiştir. 1.ay sonuçlarında en yüksek pH değeri IQF dondurulmuş ve sıcak su ile çözündürülmüş örnekte 3.3, en düşük IQF dondurulup oda sıcaklığında çözünmüş örnekte 2.8 olarak belirlenmiştir. 8.ayda ise en yüksek pH değeri ev tipi dondurulup MW çözündürülmüş örnekte 2.7 ve en düşük ev tipi dondurulup dolap sıcaklığında çözünen örnekte 2.2 bulunmuştur. Farklı yöntemlerle dondurulmuş ve çözündürülmüş nar tanelerinde dondurma metotlarının pH üzerine etkisi incelendiğinde sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Çözündürme yöntemlerine göre bulunan pH sonuçları değerlendirildiğinde metotlar arası bir farklılık belirlenmemiştir.

Titrasyon asitliği sonuçlarına bakıldığında ise ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek değerler belirlenmiştir. Nar tanelerinin 1.ay % asitlik sonuçları ev tipi dondurulan örneklerde %11.3-12.1, IQF dondurulan örneklerde %10.4-11.0 arasında, 8. ay ise %13.1-13.7 ve %12.1-12.7 arasındadır. Çözündürme yöntemlerinin % asitlik değerlerine etkisi görülmemiştir. Her iki dondurma yönteminde % toplam asitlik sonuçları birbirine benzer bulunmuştur.1. ve 8. ay örneklerinde ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması sonucu elde edilen pH ve asitlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. IQF ve ev tipi dondurulmuş 1. ve 8. ay nar tanesi örneklerine farklı çözündürme metotları uygulanması sonucu elde edilen pH ve asitlik değerlerinde de istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,05$).

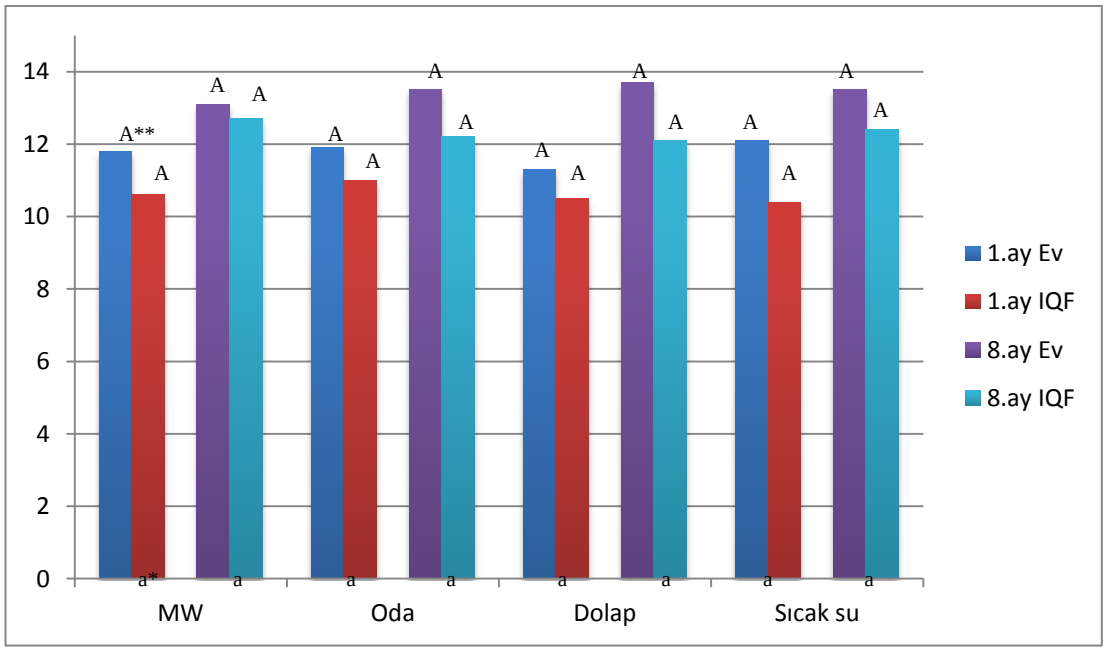
Hızlı (sıvı azot ile 11dk.) ve yavaş (-20°C' de 24saat) dondurma yöntemlerinin uygulandığı çilek örneklerinde de benzer sonuçlar gözlenmiştir. Dondurulan çilekler ise farklı sıcaklıklarda depolanarak (-12°C, -18°C ve -24°C) pH ve toplam asitlik değerleri incelenmiştir. Yapılan incelemede her iki dondurma yönteminin uygulanması ile çilek örneklerinde görülen pH ve toplam asitlik değerlerinin birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır (Sahari ve diğ., 2004).



*a harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.7 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama pH değerlerine etkisi



*a harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

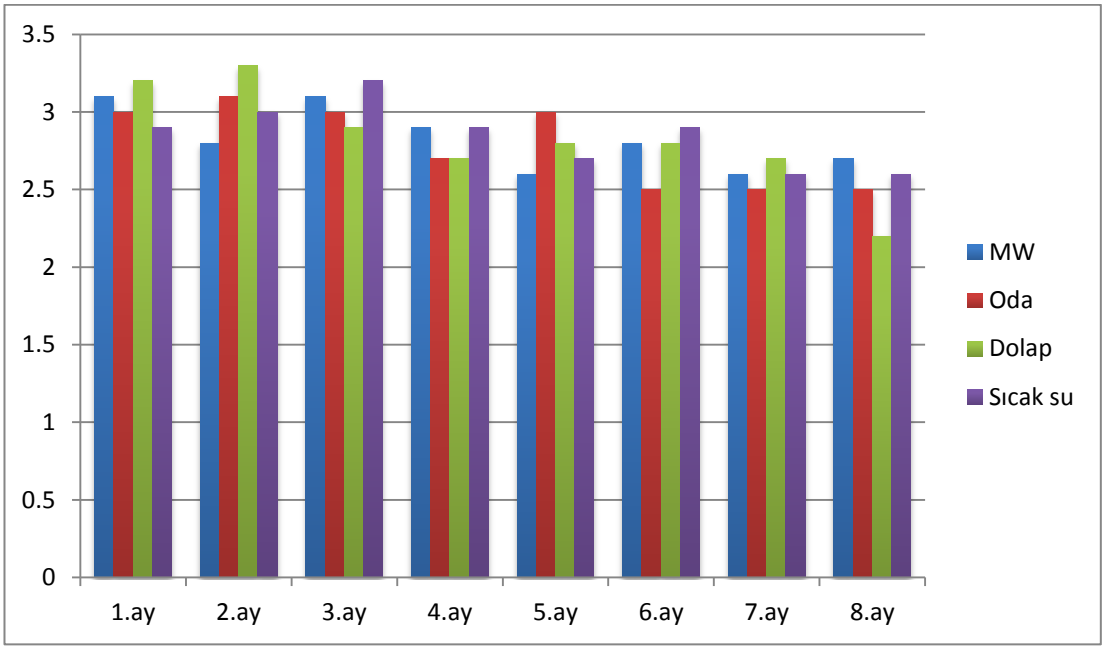
Şekil 4.8 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin ortalama (%) toplam asitlik değerlerine etkisi

Depolama süresi boyunca pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12' de gösterilmiştir. Depolama süresi boyunca IQF ve ev tipi dondurulup MW, oda sıcaklığı, dolap sıcaklığı ve sıcak su ile çözündürülmüş örneklerin pH değerlerinde sırası ile %12, %24, %25, %18 ve %13, %16, %31, %10 oranlarında azalma belirlenmiştir. Titrasyon asitliği sonuçlarında ise %20, %11, %15, %19 ve %11, %13, %21, %12 oranlarında artış gözlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinin 1. ve 8. ay örneIerinden elde edilen pH ve toplam asitlik değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur. IQF dondurulan nar tanelerinde depolama süresince 1. ay örneklerinden elde edilen pH ve toplam asitlik değerleri istatistiksel olarak 8. ay örneklerinden elde edilen pH ve toplam asitlik değerlerinden farklıdır ($P<0,05$).

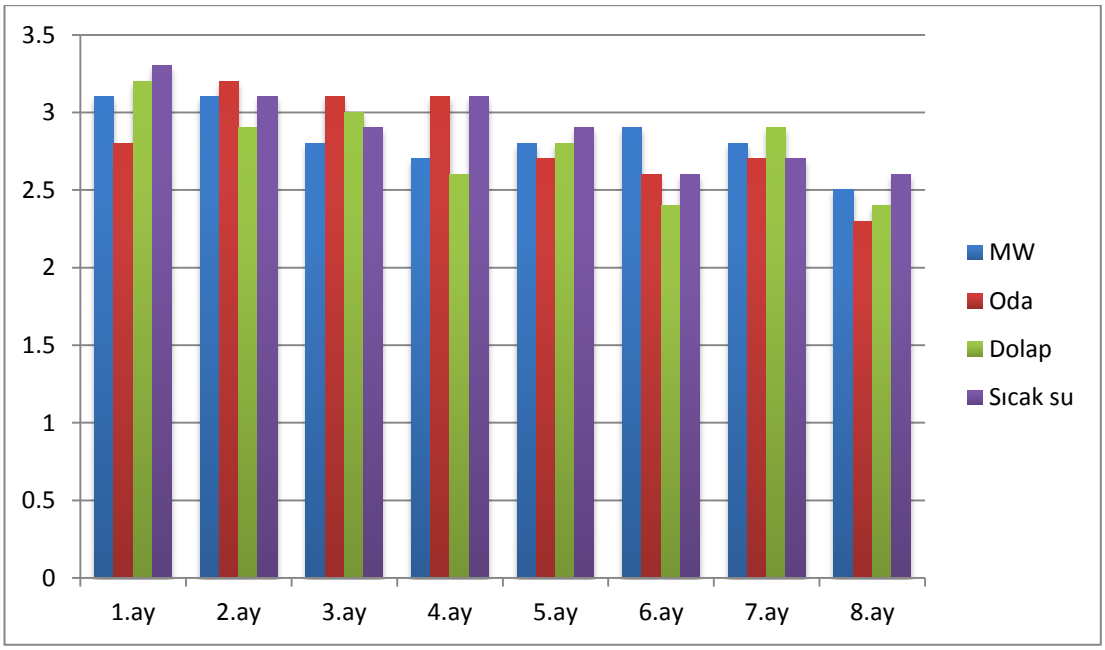
Hasat edildikten sonra depolama sürecinde meyvelerde doğal olarak bulunan asitler, solunum ve şeker sentezi gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Depolama süresince gerçekleşen çözülme ve bozulma reaksiyonları üründeki serbest karboksil gruplarının ve serbest hidrojen iyonlarının artmasına yol açar. Bu sebepler gıdadakipH değerinin azalmasına ve toplam asitlik değerlerinin artmasına sebep olur. Depolama süresinin artması ile antosiyanin miktarının azalması da bu durumu açıklayan sebeplerdendir. Depolama süresi boyunca paketlenmiş materyaldeki suyun yoğunlaşması ve uzaklaşmasıda toplam asitlik değerlerinde artışa sebep olduğu belirtilmiştir (Koyuncu ve diğ., 2005; Sahari ve diğ., 2003; Simandjuntak ve diğ.,1996).

Benzer sonuçlar kavun üzerine yapılmış çalışmada görülmüştür. Dondurulmuş kavun örnekleri 10 ay bounca depolanmış ve depolama süresi boyunca pH toplam asitlik değerlerine bakılmıştır. Depolama süresinin 5. ayında pH ve asitlik değerleri 5.8 ve %0.1 iken 10. ay 5.7 ve %0.2'dir (Simandjuntak ve diğ.1996). Başka bir çalışmada ise -20°C ve sıvı nitrojenle dondurulan çilek örnekleri farklı sıcaklıktaki derin dondurucularda (-12°C,-18°C,-24°C) 3 ay süre iledepolanmıştır. 35°C' de 30dk. çözündürme işlemi uygulanan örneklerin pH ve toplam asitlik değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda belirlenen değerler arasındaki fark önemli bulunmamışken pH değerlerinde artış toplam asitlik değerlerinde ise azalış görülmüştür. -12°C'de depolanmış çilek örneklerinde pH ilk gün 3.3 iken üç ayın sonunda 3.4, toplam asitlik ise başlangıçta %1.2 iken depolama süresi sonunda ise %1.1' dir. (Sahari ve diğ., 2004). Domates ürünleri -40°C' de dondurularak -20°C derin dondurucuda 12 ay depolanmıştır. Depolama süresince ürünün pH değerinde

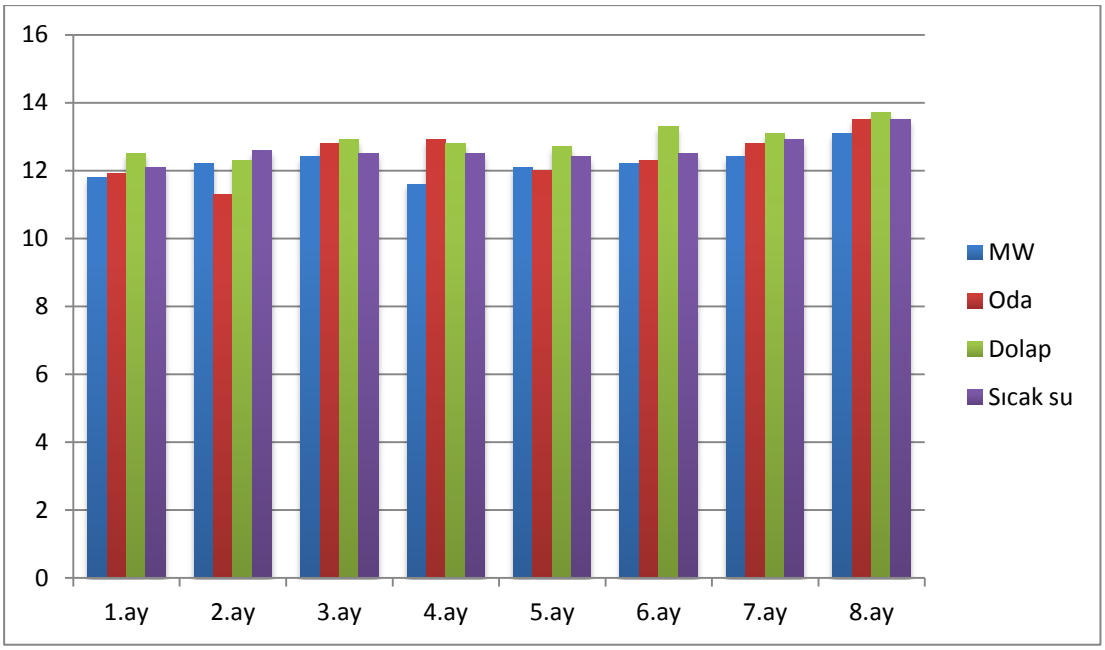
bir farklılık gözlenmemişken titrasyon asitliği sonuçlarında 9.ay sonunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Depolama süresi sonunda ise titrasyon asitliği sonuçlarında %30 oranında artış görülmüştür (Lisiewska ve diğ., 2000).



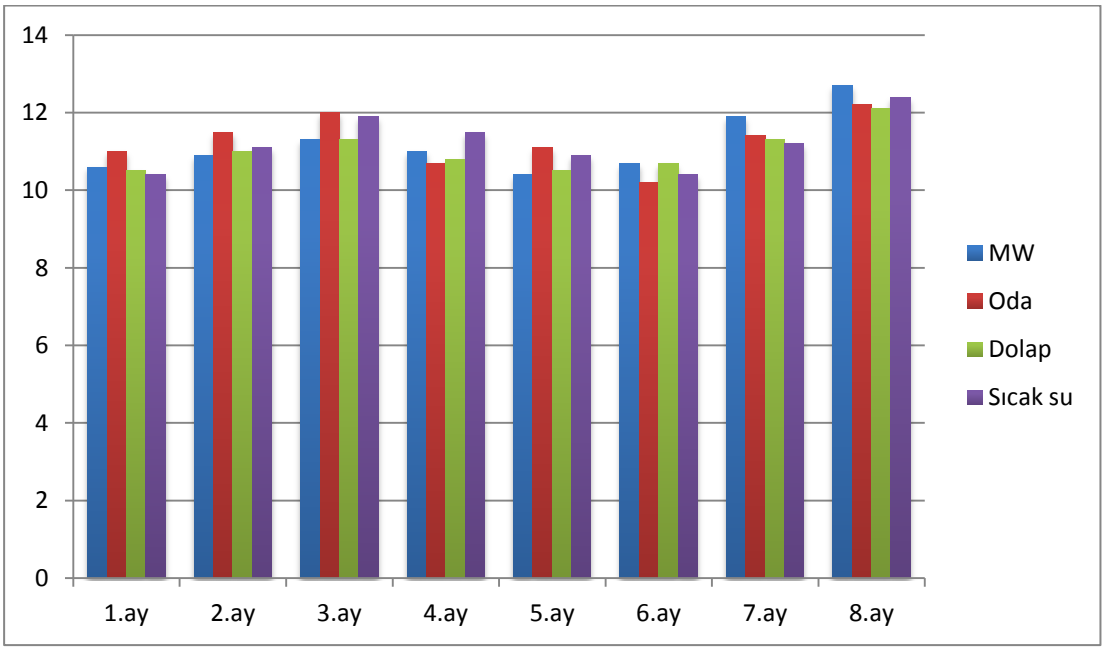
Şekil 4.9 : Ev tipi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen pH değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.10 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen pH değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.11 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen % toplam asitlik değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.12 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen % toplam asitlik değerlerinin depolama süresince değişimi

4.1.4 Renk analizi

Renk, donmuş meyve sebzeler açısından önemli bir kalite parametresidir. Tüketicilerin üründe ilk dikkat ettiği özellik ürün rengidir ve bu kalite parametresi ürünün işlemeye uygun olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Meyve sebzelerin dondurulup çözündürülmesinden sonra üründe görülen renk değişimleri kimyasal, fizikokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Ayrıca karotenoid, klorofil ve antosiyanin gibi doğal renk maddelerinin değişimi, hücre dokularındaki enzimatik esmerleşme reaksiyoları ve kimyasal bileşenlerin oksidasyonuda renk değişimlerinin sebebi olarak sayılabilir (Holzwarth ve diğ., 2012). Bu faktörlerin yanında ürüne uygulanan işlemler ve ürün çeşitliliği ve olgunluk düzeyi de renk değişim sebebi olarak belirlenmiştir. Dondurma işlemi sırasında üründe oluşan buz kristalleri ve hacim genişlemesi gibi mekaniksel olaylar ürün dokularına hasar vererek antosiyanin kaybını ve enzimatik reaksiyonların oluşmasını kolaylaştırarak üründeki renk değişimlerine etki eder (Berces ve diğ, 2010; Demiray ve diğ., 2010).

Farklı yöntemlerle dondurulmuş nar tanelerinde farklı çözündürme metotları uygulanarak renk değişimi depolama süreci boyunca izlenmiş ve elde edilen L, a , b değerleri Çizelge 4.5’ de verilmiştir. Çözündürme işlemi uygulanmamış nar tanelerinde belirlenen ortalama L, a ve b değerler sırası ile IQF dondurma yöntemi uygulanan örneklerde 21.4, 16.7 ve -2.6; ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 20.2, 15.3 ve -2.9 değerleri bulunmuştur.

Çizelge 4.5’i incelediğimizde örneklere ait renk parlaklığının göstergesi olan L değerleri 20.3-29.1, kırmızı rengin göstergesi olan a değerleri 15.9-29.7, sarı renk göstergesi olan b değerleri ise -0.1 ile -7.9 arasında değiştiği görülmüştür. Turgut (2012), yapmış olduğu çalışmada nar çeşidine ait nar suyunda Hunter L, a, b değerleri sırasıyla 18.2-19.3, 3.1-5.9 ve 0.1-1.4 arasında belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada 2010 ve 2011 yılında toplanmış 76 çeşit nar örneğinde L ve a değerleri ortalama 17.3 ve 32.8 bulunmuştur (Çalışkan ve diğ., 2012).

Çizelge 4.5 : Dondurulup çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresi boyunca belirlenen renk değerleri

			1.ay[1]	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay	6.ay	7.ay	8.ay
IQF	MW	L	21.9±0.8	23.1±0.2	23.0±0.3	22.3±0.9	29.1±0.5	26.7±0.9	27.7±0.1	25.2±0.8
		a	19.3±0.4	17.0±0.4	16.5±0.8	17.9±0.0	272±0.9	24.2±0.5	22.3±0.6	21.5±0.5
		b	-2.9±0.5	-2.7±0.4	-2.8±0.3	-3.3±0.2	-3.8±0.7	-5.2±0.4	-6.7±0.1	-4.8±0.3
	Oda	L	24.0±0.4	22.0±0.7	22.0±0.5	22.9±0.4	27.6±0.6	25.5±0.8	27.4±0.4	25.3±0.2
		a	15.9±0.6	18.4±0.8	16.2±0.9	16.8±0.9	25.0±0.3	25.4±0.4	24.1±0.4	26.0±0.2
		b	-3.7±0.2	-2.8±0.1	-3.7±0.5	-3.3±0.8	-4.7±0.2	-4.5±0.5	-3.6±0.2	-3.0±0.9
	Dolap	L	22.6±0.9	22.7±0.9	21.6±0.5	21.1±0.9	26.8±0.9	25.6±0.1	26.6±0.5	25.6±0.9
		a	17.5±0.9	18.3±0.3	18.2±0.2	18.3±0.6	24.7±0.6	23.9±0.2	23.8±0.9	21.1±0.1
		b	-2.6±0.1	-3.0±0.3	-2.9±0.7	-2.9±0.4	-4.1±0.8	-4.9±0.4	-5.7±0.3	-6.6±0.0
	Sıcaksu	L	24.1±0.4	23.2±0.4	22.2±0.5	22.2±0.6	27.1±0.8	26.0±0.0	25.9±0.5	25.2±0.4
		a	20.7±0.8	20.6±0.5	20.6±0.7	21.3±0.2	29.7±0.4	28.7±0.1	28.6±0.9	25.8±0.6
		b	-0.1±0.9	-2.0±0.2	-2.3±0.6	-1.3±0.8	-2.1±0.5	-3.8±0.4	-2.6±0.8	-4.2±0.3
Ev	MW	L	21.6±0.1	22.4±0.3	20.3±0.7	22.9±0.5	27.8±0.2	24.8±0.3	26.4±0.6	27.8±0.7
		a	15.4±0.6	19.2±1.5	18.7±0.9	16.5±0.8	25.1±0.1	24.8±0.7	24.3±0.4	22.8±0.6
		b	-3.7±0.3	-3.4±0.4	-2.8±0.4	-3.3±0.4	-7.9±0.9	-6.4±0.4	-5.4±0.9	-6.0±0.1
	Oda	L	22.1±0.4	23.5±0.8	21.9±0.9	22.9±0.5	27.4±0.8	26.9±0.1	24.8±0.0	25.7±0.9
		a	16.2±0.5	16.4±0.7	17.6±0.9	17.4±0.2	24.0±0.2	26.1±0.4	26.2±0.3	25.7±0.3
		b	-3.5±0.5	-2.4±0.3	-3.2±0.7	-2.9±0.6	-5.5±0.8	-4.1±0.4	-5.4±0.1	-4.5±0.6
	Dolap	L	23.0±0.7	22.1±0.3	22.5±0.3	21.6±0.9	27.3±0.5	26.1±0.9	26.6±0.5	25.7±1.2
		a	15.1±0.1	17.3±0.3	19.0±0.1	18.8±0.0	25.2±0.8	26.1±0.2	26.8±0.9	22.5±0.5
		b	-4.1±0.5	-3.2±0.5	-3.1±0.5	-3.2±0.7	-5.5±0.7	-4.8±0.7	-3.7±0.3	-7.0±0.3
	Sıcaksu	L	20.3±0.1	22.2±0.7	24.0±0.1	21.6±0.4	26.8±0.7	26.9±0.7	27.8±0.2	25.4±0.9
		a	16.4±0.1	18.9±0.7	20.3±0.4	20.1±0.4	27.0±0.4	27.5±0.6	28.3±0.3	25.1±0.8
		b	-3.7±0.7	-2.5±0.2	-1.5±0.7	-2.7±0.5	-3.7±0.5	-3.0±0.6	-2.9±0.9	-4.8±0.9

[1] Ortalama ± standart sapma

Farklı dondurma ve çözündürme yöntemlerinin nar tanelerinin renk değerleri (L, a) üzerindeki etkisi Şekil 4.13 ve 4.14' te verilmiştir.

Farklı dondurma yönteminin uygulandığı çözündürülmüş nar tanesi örneklerinde bulunan L ve a değerleri çözündürme işlemi uygulanmamış örneklerde belirlenen değerlerden yüksek bulunmuştur. Nar tanesi örneklerinde çözündürme yöntemi uygulaması ile ürünün hücre duvarlarında hasarlar oluşur ve meyvedeki pigmentler merkezden hücre tabakalarının dışına doğru yayılım gösterir, bu da çözündürme uygulaması sonrasında a değerlerine artışa neden olmaktadır. Gıdalara uygulanan farklı dondurma yöntemleri ürün yüzeyinde oluşan buz kristalleri boyutunda çeşitliliğe sebep olur. Buz kristallerinde görülen çeşitlilikler ürünün L değerinde farklılıklara neden olur. Ayrıca ürüne uygulanan çözündürme yöntemlerinden sonra elde edilen L değerleri dondurma yönteminden bağımsız olarak da değerlendirilebilir (Holzwarth ve diğ., 2012).

1.ay sonuçları değerlendirildiğinde IQF yöntemi uygulanmış örneklerde L ve a değerleri ev tipi örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde en yüksek L değeri dolap sıcaklığında çözündürme yöntemi ile a değeri ise sıcak su çözündürme yöntemi ile belirlenmiştir. IQF dondurulmuş örneklerde sıcak su çözündürme yöntemi ile yüksek L ve a değerleri bulunmuştur. 1. ay nar tanesi örneklerinde ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması ile elde edilen parlaklık değerleri arasında MW ve dolap sıcaklığında çözünen örneklerde istatistiksel olarak fark yoktur. Oda sıcaklığında ve sıcak suda çözünen örneklerin parlaklık değerleri istatistiksel olarak farklıdır. Ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması ile elde edilen kırmızılık değerleri arasında oda sıcaklığında çözünen örneklerde fark yok iken; MW, dolap sıcaklığında ve sıcak suda çözünen örneklerde elde edilen kırmızılık değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P<0,05$).

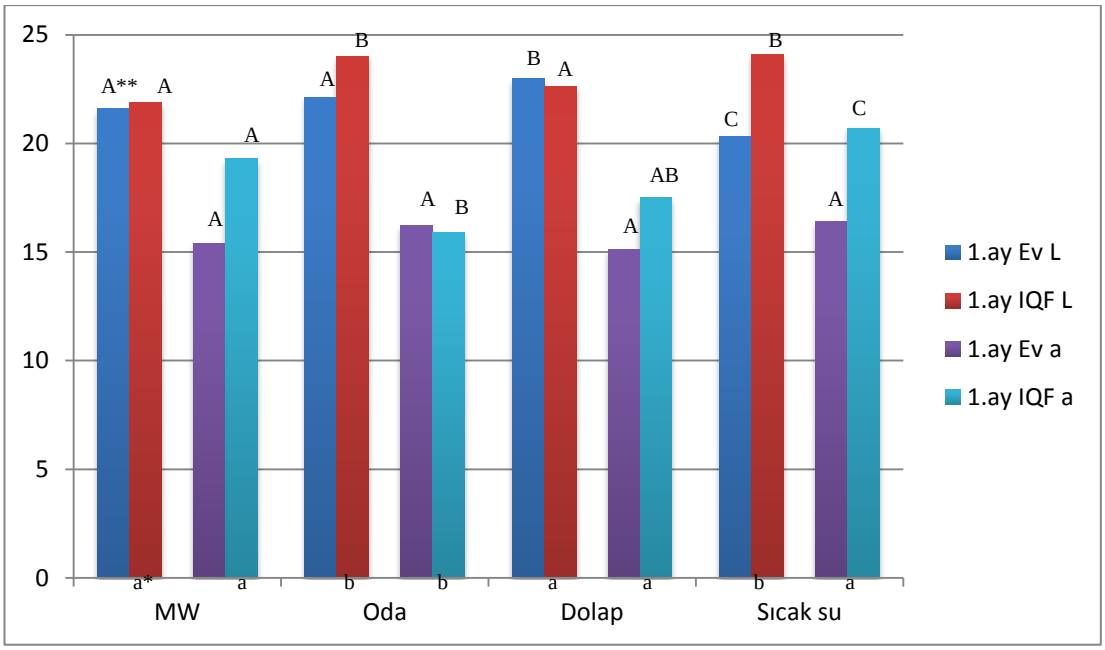
1. ay ev tipi dondurulmuş örneklerde belirlenen parlaklık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde MW ve oda sıcaklığında çözünen örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil iken, dolap sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örnekle diğer metotlar arasındaki fark önemlidir. IQF dondurulmuş örneklerde belirlenen parlaklık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde sıcak suda ve oda sıcaklığında çözünen örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değil iken, MW ve dolap sıcaklığında çözünen örneklerle diğer metotlar arasındaki fark önemlidir. 1. ay ev tipi dondurulmuş örneklerde

belirlenen kırmızılık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. IQF dondurulmuş örneklerde belirlenen kırmızılık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Depolama süresi sonunda L değerlerinde IQF dondurulan örneklerde ortalama %9, ev tipi dondurulan örneklerde ortalama %21 oranında artış belirlenmiştir. a değerlerinde görülen bu ortalama artış IQF dondurulan örneklerde % 30, ev tipi dondurulan nar tanelerinde ise %53 oranında olup 8.ay sonuçları incelendiğinde ev tipi çözündürülen örneklerde daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde en yüksek L değeri MW ile a değeri ise oda sıcaklığında çözündürme yöntemi ile belirlenmiştir. IQF yöntemi ile dondurulmuş örneklerde en yüksek L değeri dolap sıcaklığında çözündürme yöntemi ile a değeri ise oda sıcaklığında çözündürme yönteminde saptanmıştır.

8. ay nar tanesi örneklerinde ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması ile elde edilen parlaklık değerleri arasında MW uygulaması ile çözünen örnekler istatistiksel olarak farklı iken; oda sıcaklığı, dolap sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örneklerde elde edilen parlaklık değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Ev tipi ve IQF dondurma metotları uygulanması ile elde edilen kırmızılık değerleri arasında MW, oda sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örneklerde elde edilen kırmızılık değerleri istatistiksel olarak farklı iken; dolap sıcaklığında çözünen örneklerde istatistiksel olarak fark yoktur(P<0,05).

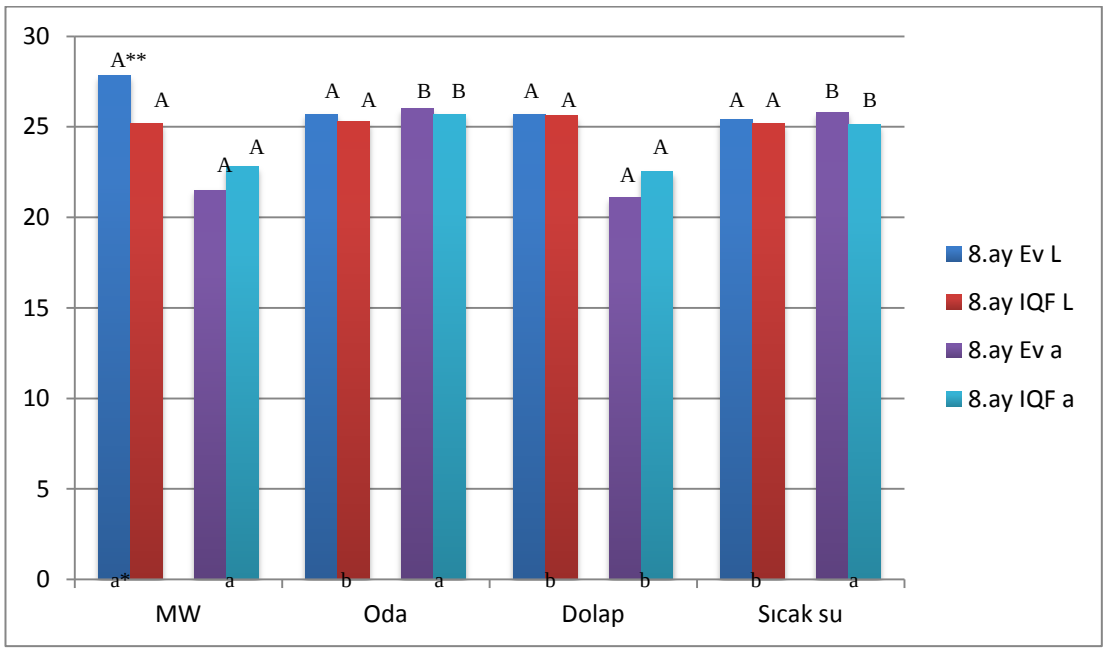
8. ay ev tipi ve IQF dondurulmuş örneklerde belirlenen parlaklık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. Her iki dondurma yönteminde belirlenen kırmızılık sonuçları çözündürme yöntemlerine göre değerlendirildiğinde MW ve dolap sıcaklığında çözünen örneklerde benzer sonuçlar görülmüşken oda sıcaklığında ve sıcak suda çözünen örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir. MW ve oda sıcaklığına çözünen örnekler arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).



*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A, B, C harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.13 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin 1.ay ortalama L ve a değerlerine etkisi

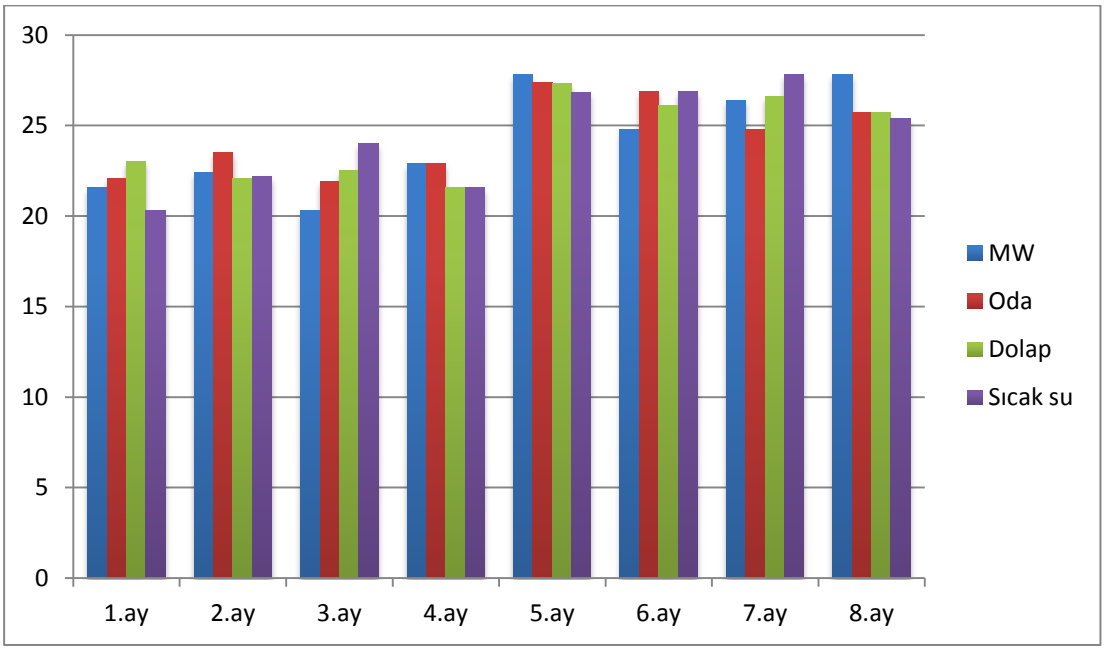


*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

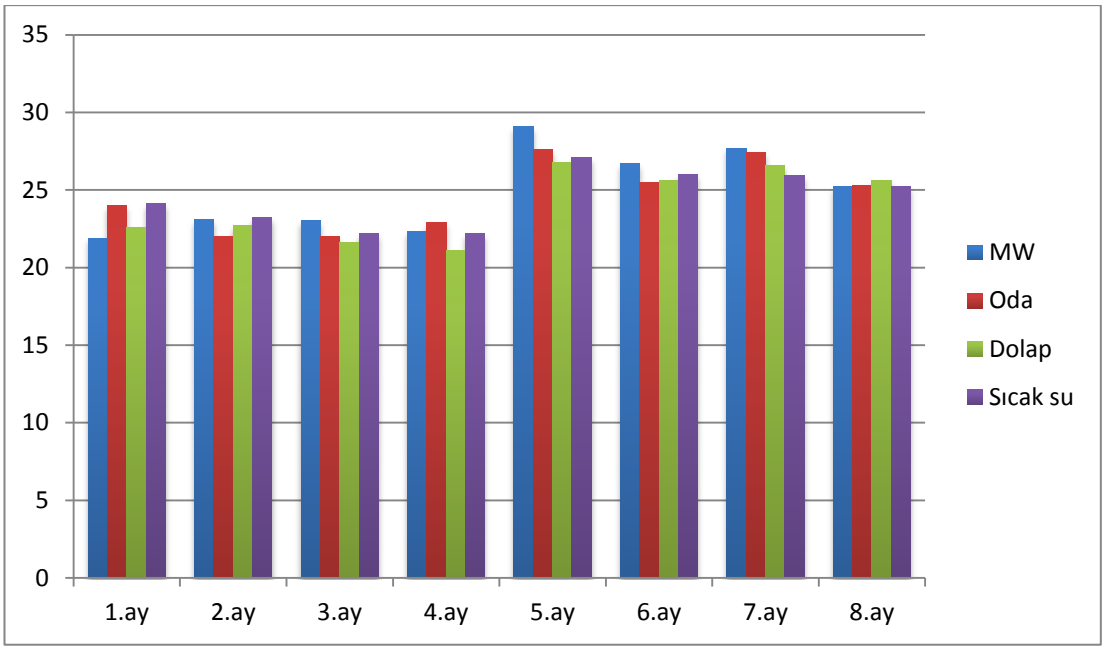
**A, B harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.14 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin 8.ay ortalama L ve a değerlerine etkisi

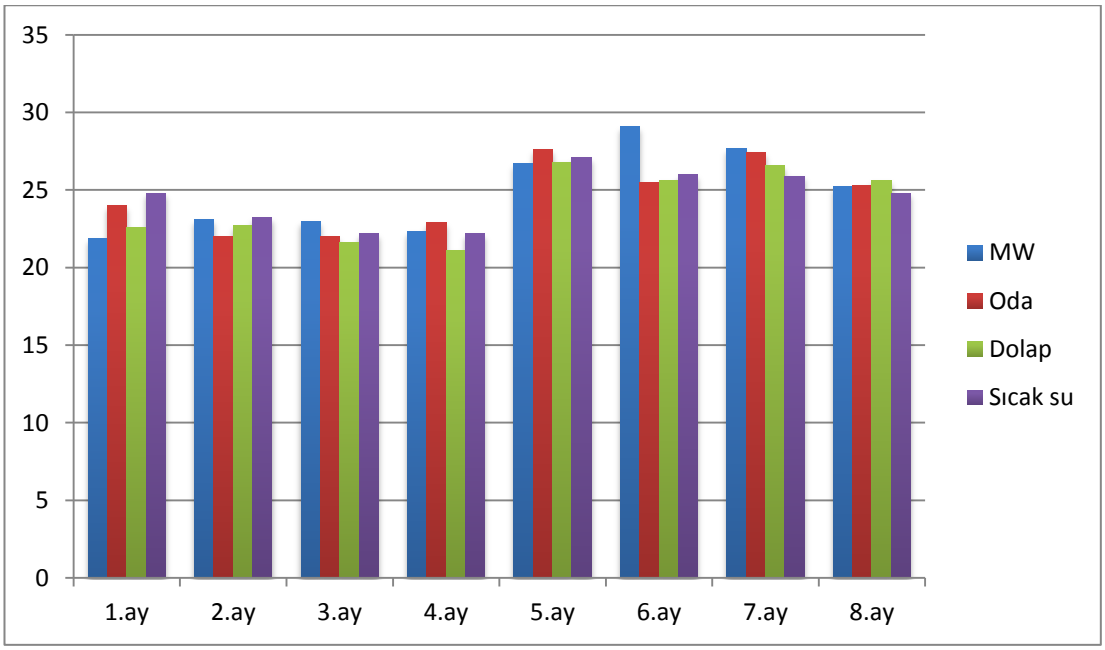
-18°C ve sıvı azot uygulanarak dondurulan çilek örnekleri 20°C' de çözündürülmesi ile renk değişimleri incelenmiştir. Çilek örneklerinde çözündürme işlemi sonrasında L değerlerinde azalma, a değerlerinde ise artış tespit edilmiştir. Çözündürme işlemi uygulanmadan önce sıvı azot ile dondurulan örneklerde daha yüksek L ve a değerleri görülmüşken, çözündürme işlemi sonrasında ev tipi dondurulan örneklerde bu değerlerin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Holzwarth ve diğ., 2012). Çilek örneklerine IQF dondurma yöntemi ve farklı çözündürme yöntemlerinin(4°C, 20°C, 37°C, MW) uygulandığı bir çalışmada belirlenen renk değişimlerinde de benzer sonuçlar görülmüştür. Uygulanan farklı çözündürme yöntemleri ise belirlenen L değerleri sonuçlarında değişikliklere sebep olmuştur MW ile çözündürülen örneklerde L değeri artmışken diğer çözündürme metotlarının uygulandığı örneklerde azalmıştır. L değerinde en fazla değişim ise 4°C' de çözünen çilek örneklerinde görülmüştür. Ürünün a değerlerinde ise tüm çözündürme metotlarında artış belirlenmiş olup en fazla artış 4°C' de çözünen çilek örneklerinde görülmüştür(Holzwarth ve diğ., 2012).



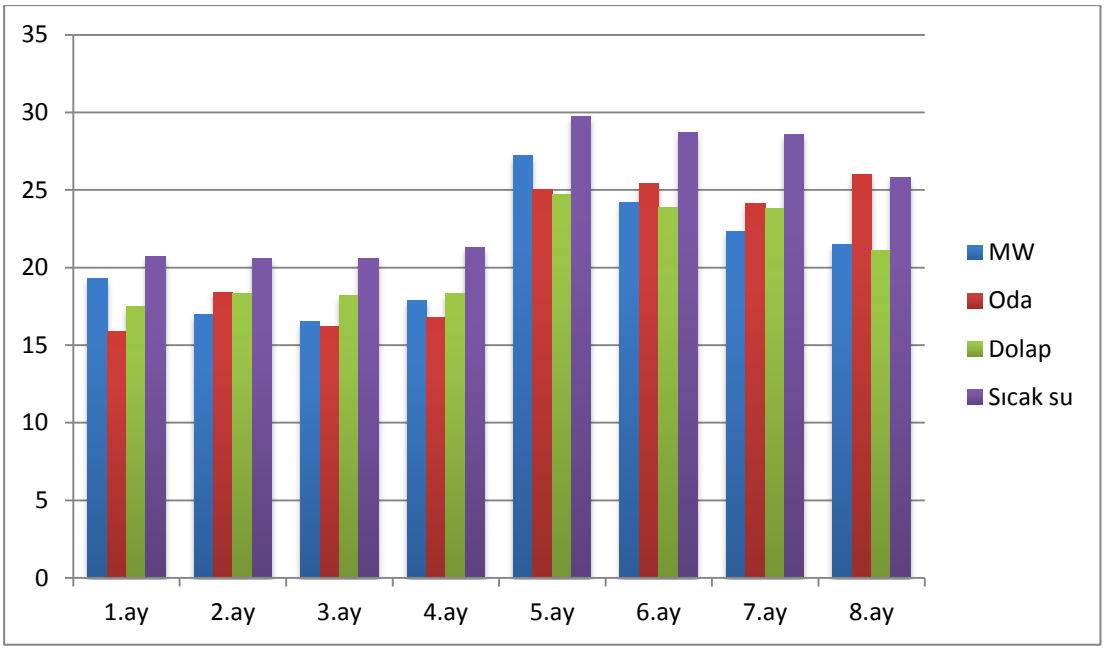
Şekil 4.15 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen parlaklık değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.16 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen parlaklık değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.17 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen kırmızılık değerlerinin depolama süresince değişimi



Şekil 4.18 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen kırmızılık değerlerinin depolama süresince değişimi

Depolama süresinin dondurulmuş nar tanelerinde çözündürme işlemi sonrasında belirlenen renk değerlerine etkisi Şekil 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18' de verilmiştir. Nar tanelerinde belirlenmiş olan L ve a renk değerlerinde depolama süresi boyunca dalgalanmalar halinde artış gözlenmiştir. Ev tipi ve IQF dondurulan nar tanelerinde depolama süresince 1. ay örneklerinden elde edilen parlaklık ve kırmızılık değerleri istatistiksel olarak 8. ay örneklerinden elde edilen parlaklık ve kırmızılık değerlerinden farklıdır ($P<0,05$).

Ev tipi ve IQF dondurulan örneklerde çözündürme işlemi sonrasında elde edilen 5.ay L ve a değerlerinde ani bir artış belirlenmiş olup depolama süresince kritik nokta olarak belirlenmiştir. Donmuş gıdaların depolanması ve çözünmesi sırasında β-karoten, klorofil ve suda çözünebilir nitelikte olan antosiyaninlerde azalma görülür. Nar örneklerinde depolama süresince antosiyanin değerlerinde oluşan azalma L ve a değerlerinde değişimine sebep olmaktadır. Askorbik asit ve β-karoten gıdalarda oluşan asit değişikliği, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlara karşı duyarlıdır. Bu pigmentlerde görülen azalmalar 5.ayda görülen ani değişikliğin sebebi olarak belirtilmiştir (Demiray ve Tülek, 2010; Simandjuntak ve diğ., 1996).

Benzer sonuçlar iki farklı çeşit kavun örneklerinde yapılan çalışmada da görülmüştür. -23°C'de dondurulmuş farklı kavun çeşitleri 10 ay boyunca depolanmış

ve üründeki renk değişimleri çözündürme işlemi sonrasında incelenmiştir. L değerlerinde her iki kavun cinsinde de artış (%24 ve %18 oranlarında) görülmüşken, a değerleri bir cinste artmış diğerinde azalmıştır. Ayrıca depolanan kavun örneklerinin renk değerlerindeki değişimi ilk 5 ay önemsiz bulunmuşken 5-10. aylar arasında renk parametrelerinde ani değişim belirlenmiştir (Simandjuntak ve diğ., 1996).

4.2 Fenolik Bileşen ve Antioksidan Özellikleri

4.2.1 Toplam Fenolik Madde

Farklı yöntemlerle dondurulmuş ve çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresince toplam fenolik madde miktarları belirlenmiş olup çözündürme işlemi ve depolama süresince görülen değişimler Çizelge 4.6' da gösterilmektedir. Toplam fenolik madde miktarı her bir örnek için mg gallik asit (GAE)/100g meyve olarak ifade edilmiştir. Depolama süresi boyunca nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarı IQF dondurulmuş örneklerde 258.5-136.1mg GAE/100g meyve, ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 300.6-152.6mg GAE/100g meyve değerleri arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle dondurulup çözündürülen nar tanesi örneklerinde 1. ve 8. ay sonunda tespit edilen toplam fenolik madde miktarları Şekil 4.19' da verilmiştir. Elde edilen sonuçları incelediğimizde IQF dondurulmuş örneklerde çözündürme işlemi görmeyen nar tanelerinde 164.5 mg GAE/100g toplam fenolik madde belirlenmiştir. Çözümdürme işlemi uygulandığı nar tanelerinde MW çözünende ise 168.1 mg GAE/100g nar tanesi, oda sıcaklığında 186.3 mg GAE/100g nar tanesi dolap sıcaklığında 199.8 mg GAE/100g nar tanesi, sıcak su çözünen örnekte 191.4 mg GAE/100g nar toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde ise çözündürme işleminin uygulanmadığı nar tanelerinde 209.8 mg GAE/100g nar tanesi, MW çözünende 228.1 mg GAE/100g nar tanesi, oda sıcaklığında 252.5 mg GAE/100g nar tanesi, dolap sıcaklığında 225.3 mg GAE/100g nar tanesi, sıcak suda çözünen örneklerde ise 283.9 mg GAE/100g nar tanesi toplam fenolik madde belirlenmiştir.

Çizelge 4.6 : Dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam fenolik madde miktarları

	IQF					EV				
	Kontrol[1]	MW	Oda	Dolap	Sıcaksu	Kontrol	MW	Oda	Dolap	Sıcak su
1.ay	164.5±12.8	168.1±2.7	186.3±12.5	199.8±39.0	191.4±35.2	209.8±39.5	228.1±13.9	252.5±28.6	225.3±58.2	283.9±58.4
2.ay	178.8±16.4	180.5±18.7	166.1±19.3	167.8±26.3	136.1±3.7	218.6±39.0	210.6±14.7	228.9±33.1	212.1±4.9	204.4±27.1
3.ay	172.9±20.3	153.9±14.7	166.8±10.7	161.5±31.1	169.3±12.2	253.7±58.8	249.4±33.8	288.9±73.9	241.2±25.7	241.1±37.5
4.ay	228.5±67.8	162.1±5.1	183.0±43.4	157.7±20.5	174.7±3.9	257.6±48.7	300.6±48.9	179.9±11.0	202.3±14.8	221.8±27.1
5.ay	187.5±25.2	157.6±11.7	171.7±22.4	168.4±8.8	174.9±15.8	183.7±17.6	188.3±16.7	177.5±14.8	182.2±24.9	186.4±23.9
6.ay	158.6±7.6	138.5±14.4	139.6±9.5	150.8±24.4	182.5±27.9	169.6±23.2	165.6±21.9	165.6±13.5	161.0±37.2	152.6±24.2
7.ay	258.5±53.3	239.0±15.1	198.7±29.8	199.4±40.1	206.5±33.3	246.1±49.9	275.1±40.7	239.4±17.4	214.9±5.9	212.0±39.6
8.ay	236.9±89.2	147.6±37.3	141.5±9.8	150.9±20.6	175.1±35.1	271.9±33.6	213.5±8.0	192.1±6.8	213.4±21.6	218.7±21.8

[1] Ortalama ± standart sapma

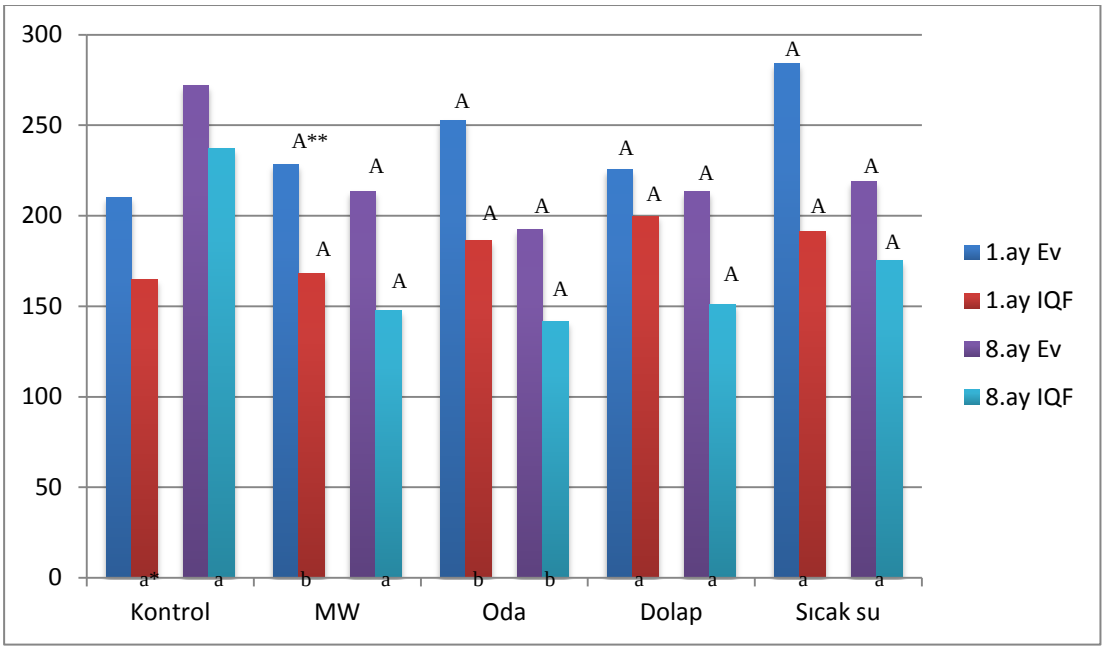
Depolama süresi sonunda (8.ay örnekleri) elde edilen sonuçlara baktığımızda ise IQF dondurulmuş nar tanelerinde çözündürülmeyen nar örneklerinde 236.9 mg GAE/100g meyve, MW çözünende 147.6 mg GAE/100g meyve oda sıcaklığında 141.5 mg GAE/100g meyve, dolap sıcaklığında 150.9 mg GAE/100g meyve ve sıcak su ile çözünen örnekte 175.1 mg GAE/100g meyve toplam fenolik madde belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örnekleri incelediğimizde çözündürme işlemi uygulanmayan nar tanelerinde 271.9 mg GAE/100g meyve toplam fenolik madde belirlenmişken çözündürme işlemlerinin uygulandığı nar tanelerinde sırası ile 213.5 mg GAE/100g meyve, 192.1 mg GAE/100g meyve, 213.4mg GAE/100g meyve ve 218.7 mg GAE/100g meyve değerleri belirlenmiştir.

1. ay örneklerinden elde edilen toplam fenolik madde miktarlarıdondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde MW ve oda sıcaklığında çözünen nar tanelerinde bulunan fenolik madde miktarları farklı iken; kontrol grubu, dolap sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örneklerde elde edilen sonuçlarda fark yoktur. 8. ay örneklerinden elde edilen toplam fenolik madde miktarları dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise oda sıcaklığında çözünen nar tanelerinden elde edilen sonuçlar farklı iken; konrtol grubu ve diğer çözündürme metotlarının uygulandığı örneklerde belirlenen sonuçlarda fark yoktur ($P<0,05$).

Farklı dondurma yöntemlerinden elde edilmiş sonuçlara baktığımızda ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Başlangıç (0. gün) örneklerinde de ev tipi yönteminde (247.8mg GAE/100g nar tanesi) IQF dondurulmuş (217.3mg GAE/100g nar tanesi) örneklerine göre daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir. Bu durum depolama süresi boyunca ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek sonuçlar bulunmasını açıklamaktadır. Ayrıca meyvelerin varyete veya cinsinin farklı olması, yetiştirildiği iklim koşulları, meyvenin büyüklüğü, olgunluk düzeyi ve uygulanan işlemler sonuçların birbirinden farklı olmasına sebep olmaktadır.

Bazı çalışmalarda da meyve ve sebzelerde oluşan hasarlara karşı bitkinin tepki olarak daha fazla fenolik bileşik üretmesi ve bu şekilde de toplam antioksidan kapasitesini arttırdığı, bitkilerin oksidatif strese karşı tepki olarak antioksidanlardan sorumlu bazı enzimleri aktive etmesiyle de antioksidan miktarını arttırdığına ilişkin çalışmalarda rastlamak mümkündür (Capanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009; De Ancos ve diğ, 2000).Farklı çilek çeşitlerinin IQF ve -20°C’ de dondurulmasıyla elde edilen fenolik

bileşenler Senga sengana cinsi çileklerin IQF dondurulması ile 107.4 mg/100 g, -20°C' de dondurulan Candonga ve Sabrosa cinsi çileklerde ise sırası ile 114.4 ve 82.3 mg/100 g' dır.



*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

**A harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.19 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin toplam fenolik madde miktarına etkisi

Çözündürme yöntemlerini değerlendirdiğimizde ise IQF dondurulan 1.ay örneklerinde dolap sıcaklığında çözünmüş örneklerde (199.8 mg GAE/100 g meyve) yüksek sonuçlar elde edilmişken sıcak su ile çözündürülen örneklerde (191.8 mg GAE/100 g meyve) de buna yakın değerler bulunmuştur. 8. ay örneklerinde ise en yüksek toplam fenolik madde miktarı sıcak suda çözünmüş örneklerde (175.1 mg GAE/100 g meyve) belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerin 1. ve 8.ay sonuçlarını incelediğimizde de toplam fenolik madde miktarı en fazla sıcak suda çözünen örneklerde (283.9 mg GAE/100 g meyve ve 218.7 mg GAE/100 g meyve) görülmüştür. Her iki dondurma metodu ile dondurulan 1. ve 8. ay nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark önemli değildir ($P<0,05$).

Sıcak su uygulaması ile çözündürülen donmuş üründe sıcaklık artışı oluşmaktadır ve yapılan çalışmalarda ısıl işlemler uygulaması ile fenolik madde miktarlarındaki artışlar görülmüştür. Bu artışların nedenleri proses sırasında hücre duvarının parçalanmasıyla fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, ısıl işlemlerle sıcaklığın artmasıyla birlikte suda çözünebilen fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, antioksidatif moleküllerin katabolizmasında rol alan enzimlerin sıcaklıkla inaktive edilmesinden, ekstrakte edilebilen antioksidan moleküllerinin ısı etkisi sonucunda kompleks oluşturmasından yada indirgen şekerler ve serbest halde bulunan amino asitlerin ısı artışıyla birlikte Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerinden kaynaklandığı rapor edilmektedir (Renard vediğ., 2011; Hartman ve diğ., 2008; Scalzo ve diğ., 2004).

Holzwarth ve diğ. (2012) yapmış olduğu çalışmada IQF dondurulmuş çilek örneklerinin farklı metotlarla çözündürülmesi ile üründeki fenolik bileşenlerdeki değişimler incelenmiştir. Bu çalışmada 37°C' de 2 saat çözündürülen örneklerin fenolik bileşen değeri çözündürme işlemi görmeyen kontrol grubu ile aynı bulunmuşken 37°C' de 24 saat çözünen örneklerde ise %13 oranında artış belirlenmiştir. 4°C' de 24 saat çözündürülen örneklerde ise %13 oranında azalma tespit edilmiştir. Ev tipi ve sıvı azot uygulaması ile dondurulup 20°C' de çözündürülen çilek örneklerinde fenolik madde miktarı incelenmiştir. Yapılan incelemede fenolik madde miktarı çözündürme işlemi görmeyen çileklerde hızlı dondurulanlarda daha yüksek iken, çözündürülen çilek örneklerine bakıldığında yavaş dondurma yönteminin uygulandığı çilek örneklerinde daha yüksektir.

Depolama süresi boyunca nar tanelerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı sonuçları Şekil 4.20 ve 4.21' de verilmiş oluptespit edilen sonuçlarda dalgalanmalar görülmüştür. Depolama süresince elde edilen sonuçlardaki % değişimler 1. ve 8.ay örneklerinde belirlenen toplam fenolik madde miktarlarından yaralanılarak hesaplanmıştır. Depolama süresi sonunda elde edilen % değişimler ev tipi ve IQF yöntemi ile dondurulmuş örneklerin çözündürme işlemi uygulanmamış kontrol gruplarında artış görülmüşken, çözündürme işlemi uygulanmış nar tanelerinde ise azalma belirlenmiştir.IQF dondurulan nar tanelerinin toplam fenolik madde miktarlarında kontrol grubunda %44 oranında artış, MW çözünenlerde % 12, oda sıcaklığında %24, dolap sıcaklığında %24 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %8,5 oranında azalma görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş nar örneklerinin 8.ay sonunda

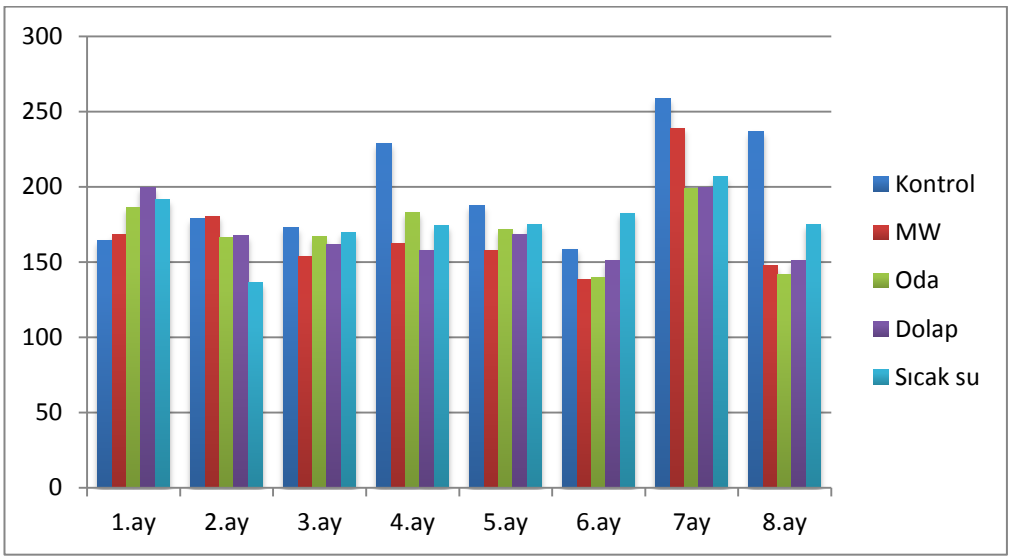
toplam fenolik madde miktarlarında belirlenen % değişimler incelendiğinde ise çözündürme işlemi uygulanmayan kontrol grubunda %30 oranında artış, MW çözünenlerde %6, oda sıcaklığında %24, dolap sıcaklığında %5 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %23 oranında azalma belirlenmiştir. Her iki dondurma yönteminde uygulanan çözündürme yöntemleri inceleniğinde depolama süresi boyunca en fazla değişim oda sıcaklığında çözünmüş örneklerde görülmüştür.

Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam fenolik madde miktarları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. IQF dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam fenolik madde miktarları arasında oda sıcaklığında çözünen örnekler istatistiksel olarak farklı iken, kontrol grubundan ve diğer çözündürme metotları uygulanması ile elde edilen toplam fenolik madde miktarları arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,05$). Depolama sürelerinin 5. ve 6. aylarda elde edilen toplam fenolik madde sonuçlarında ani düşüşler görülmüştür. 6. aydan sonra toplam fenolik miktarında tekrar artış görülmüştür.

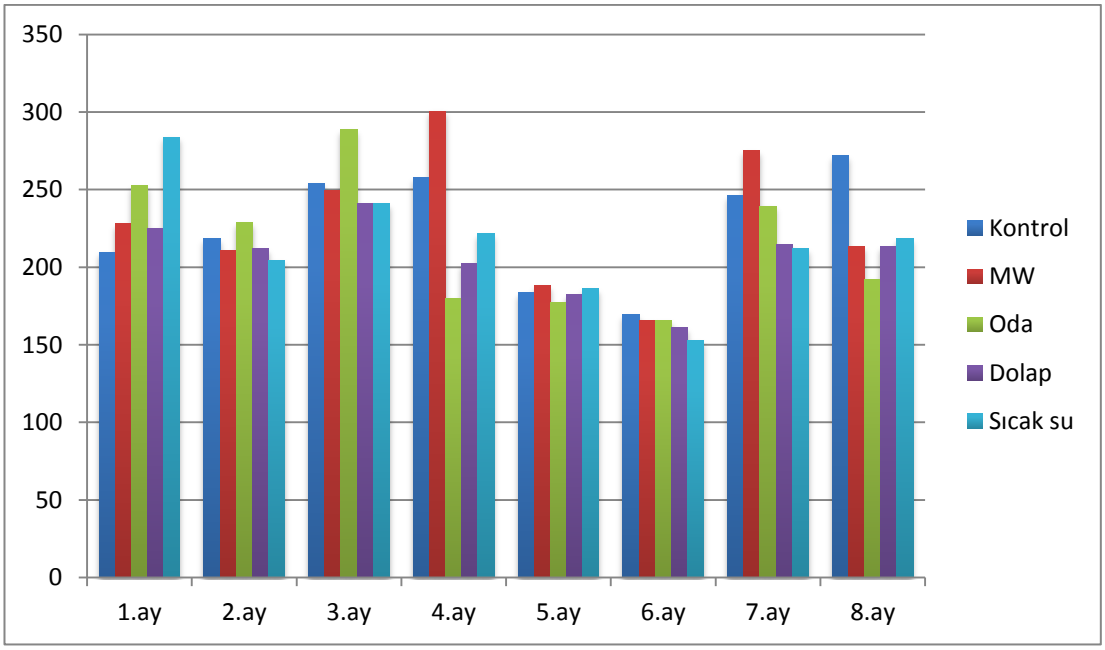
Yapılan bir çalışmada farklı cins ahududu örnekleri -80°C' de sıvı azot uygulaması ile dondurulup -20°C' de 12 ay boyunca depolanarak üründeki kimyasal ve fiziksel özelliklerin değişimi incelenmiştir. Rubi cinsi ahududu meyvesinin depolama süresince toplam fenolik miktarında dalgalanmalar gözlenmiş olup depolama süresi sonunda %12 oranında artış belirlenmiştir. Üç ay aralıklıklarla ürün özelliklerinin incelendiği bu çalışmada 3.ve 9. aylar arasında toplam fenolik miktarı %4 oranında azalmış olup 9.aydan sonra tekrar artma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Heritage cinsi ahududunda ise %20 oranında azalış belirlenmiş olup, 6-9 aylar arasında ani artış belirlenmiştir. Toplam fenolik miktarındaki artışlar dondurma işlemi ileürün hücre duvarlarında oluşan hasarlar ve hücresel bozulmalar fenolik bileşenlerin ortaya çıkması ile açıklanmıştır (De Ancos ve diğ, 2000).

Depolama işlemi boyunca ürünün asitlik ve pH değerlerinde görülen değişimler fenolik madde miktarlarında dalgalanmalara sebep olmaktadır (Simandjuntak ve diğ., 1996). Michalczyk ve Maruca (2013) kayaarmutlarını dondurarak ve pastörize ederek (85°C ve 100°C) toplam fenolik miktarındaki değişimi incelemiştir. -20°C' de dondurulan kaya armutları aynı sıcaklıkta 10 ay depolanmıştır. Dondurulmuş kaya armutlarının toplam fenolik miktarında ilk 4 ay artış, 4-6. aylar arasında ani düşüş görülmüştür. Ayrıca dondurarak muhafaza edilen kaya armutlarında pastörizasyon

işlemleri uygulananlara göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarı tespit ediliştir.



Şekil 4.20 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam fenolik miktarlarının depolama süresince değişimi



Şekil 4.21 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam fenolik miktarlarının depolama süresince değişimi

4.2.2 Toplam Flavonoid Miktarı

Farklı yöntemlerle dondurulmuş ve çözündürülmüş nar tanelerinde depolama süresince toplam flavonoid madde miktarları belirlenmiş olup çözündürme işlemi ve depolama süresince görülen değişimler Çizelge 4.7' de gösterilmektedir. Toplam flavonoid madde miktarı her bir örnek için mg kateşin eşdeğeri(KE)/100g nar olarak ifade edilmiştir. Depolama süresi boyunca nar tanelerinin toplam flavonoid madde miktarı IQF dondurulmuş örneklerde 74.8-19.0 mg KE/100g meyve, ev tipi dondurulmuş örneklerde ise 62.5-33.9 mg KE/100g meyve değerleri arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan nar tanelerinde dondurma işlemleri sonrasında belirlenen toplam fenolik madde miktarı ev tipi dondurulan örneklerde 66.3 mg KE/100g meyve, IQF dondurulmuş örneklerde 78.7 mg KE/100g nar olarak belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle dondurulmuş nar örneklerinde 1. ve 8. ay sonunda farklı çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam flavonoid miktarları Şekil 4.22' de verilmiştir. 1. ay IQF dondurulmuş çözündürme işlemi görmeyen nar tanelerinde toplam flavonoid miktarı 74.8 mg KE/100 g nar tanesi belirlenmiştir. Çözündürme işlemi uygulanan nar tanelerinde ise toplam flavonoid miktarı MW çözünende ise 41.9 mg KE/100 g nar tanesi, oda sıcaklığında 41.2 mg KE/100 g nar tanesi, dolap sıcaklığında 38.0 mg KE/100 g nar tanesi, sıcak su çözünen örnekte 39.2 mg KE/100 g nar tanesi olarak belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş 1. ay örneklerinde tespit edilen toplam flavonoid miktarları ise çözündürme işleminin uygulanmadığı nar tanelerinde 62.5 mg KE/100 g nar tanesi, MW çözünende 50.5 mg KE/100 g nar tanesi, oda sıcaklığında 48.8 mg KE/100 g nar tanesi, dolap sıcaklığında 45.8 mg KE/100 g nar tanesi, sıcak suda çözünen örneklerde ise 60.9 mg KE/100 g nar tanesidir.

8. ay örneklerinden elde edilen sonuçlara baktığımızda toplam flavonoid miktarları IQF dondurulmuş nar tanelerinde çözündürülmeyen nar örneklerinde 48.2 mg KE/100 g nar tanesi, MW çözünende 27.9 mg KE/100 g nar tanesi, oda sıcaklığında 23.2 mg KE/100 g nar tanesi, dolap sıcaklığında 28.2 mg KE/100 g nar tanesi ve sıcak su ile çözünen örnekte 26.1 mg KE/100 g nar tanesi olarak tespit edilmiştir.

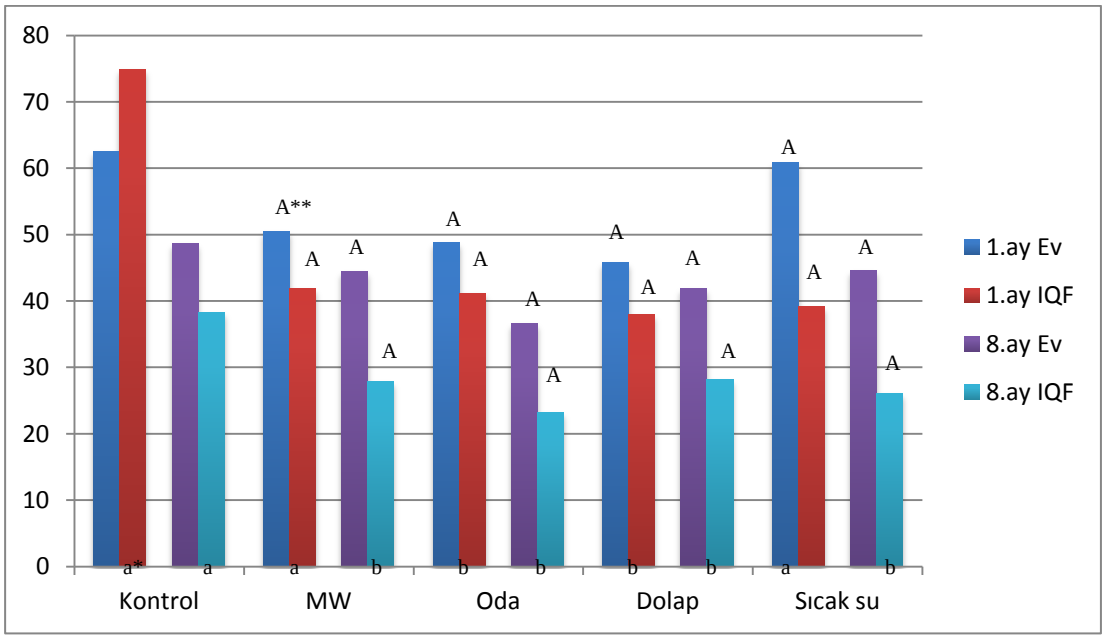
Çizelge 4.7 : Dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam flavonoid madde miktarları

	IQF					EV				
	Kontrol[1]	MW	Oda	Dolap	Sıcaksu	Kontrol	MW	Oda	Dolap	Sıcak su
1.ay	74.8±3.3	41.9±1.0	41.2±2.3	38.0±1.7	39.2±0.1	62.5±0.5	50.5±1.7	48.8±1.8	45.8±3.4	60.9±0.7
2.ay	58.4±1.0	31.4±0.7	28.6±0.7	27.3±1.0	27.8±1.8	56.2±1.0	45.2±2.9	42.8±1.3	41.2±1.2	44.9±0.3
3.ay	36.1±1.1	39.9±0.9	43.8±1.5	39.2±1.6	36.5±1.7	37.5±0.7	33.9±0.6	35.9±0.8	36.7±0.9	36.9±0.6
4.ay	43.8±0.3	33.5±1.1	35.9±1.3	30.2±1.1	35.9±0.7	57.7±0.3	56.2±2.5	47.5±1.6	39.2±1.5	47.7±0.6
5.ay	26.7±1.0	23.8±1.2	28.7±1.8	19.8±2.3	19.0±0.8	36.3±1.3	40.3±1.5	36.8±1.0	37.3±1.5	47.7±1.1
6.ay	38.8±0.3	31.9±2.3	30.9±1.7	29.5±1.5	36.1±0.4	38.5±1.0	43.3±0.5	39.4±1.8	36.8±1.6	35.8±2.7
7.ay	26.4±1.0	28.6±0.1	25.3±0.8	29.8±3.5	18.7±1.9	37.7±0.9	42.7±0.4	39.6±5.0	35.1±0.6	38.6±0.8
8.ay	38.2±4.5	27.9±1.5	23.2±0.2	28.2±2.4	26.1±2.1	48.7±2.3	44.4±4.7	36.6±4.2	41.9±3.3	44.6±2.1

[1] Ortalama ± standart sapma

Ev tipi dondurulmuş 8. ay örneklerini incelediğimizde toplam flavonoid madde miktarı çözündürme işlemi uygulanmayan nar tanelerinde 52.7 mg KE/100 g nar tanesi belirlenmişken çözündürme işlemlerinin uygulandığı nar tanelerinde sırası ile 44.4 mg KE/100 g nar tanesi, 36.6 mg KE/100 g nar tanesi, 41.9 mg KE/100 g nar tanesi ve 44.6 mg KE/100 g nar tanesi değerleri belirlenmiştir.

Farklı dondurma yöntemlerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarları değerlendirildiğinde 1.ay örneklerinde IQF dondurma yöntemi uygulanan nar tanelerinde, depolama süresi sonunda ise ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde daha yüksek sonuçlar belirlenmiştir. 1. ay örneklerinden elde edilen toplam flavonoid madde miktarları dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde oda sıcaklığı ve dolap sıcaklığında çözünen nar tanelerinden elde edilen sonuçlarda farklılık yok iken; kontrol grubu, MW ve sıcak suda çözünen örneklerde elde edilen toplam flavonoid madde miktarları farklıdır. 8. ay örneklerinden elde edilen toplam flavonoid madde miktarları dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ise konrtol grubunda elde edilen sonuçlarda fark yok iken; çözündürme metotlarının uygulandığı örneklerde belirlenen toplam flavonoid madde miktarı sonuçları farklıdır ($P<0,05$).



*a, b harfleri farklı dondurma metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

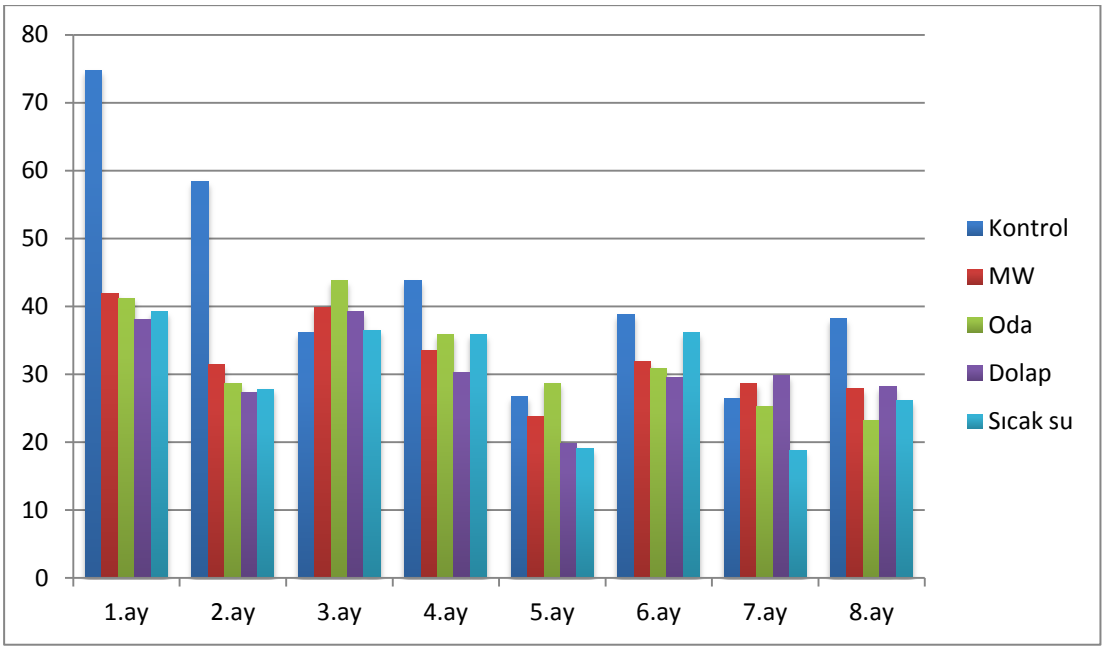
**A harfleri farklı çözündürme metotlarından elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmadığını göstermektedir (Her ay kendi içinde değerlendirilmiştir).

Şekil 4.22 : Dondurma ve çözündürme yöntemlerinin toplam flavonoid madde miktarına etkisi

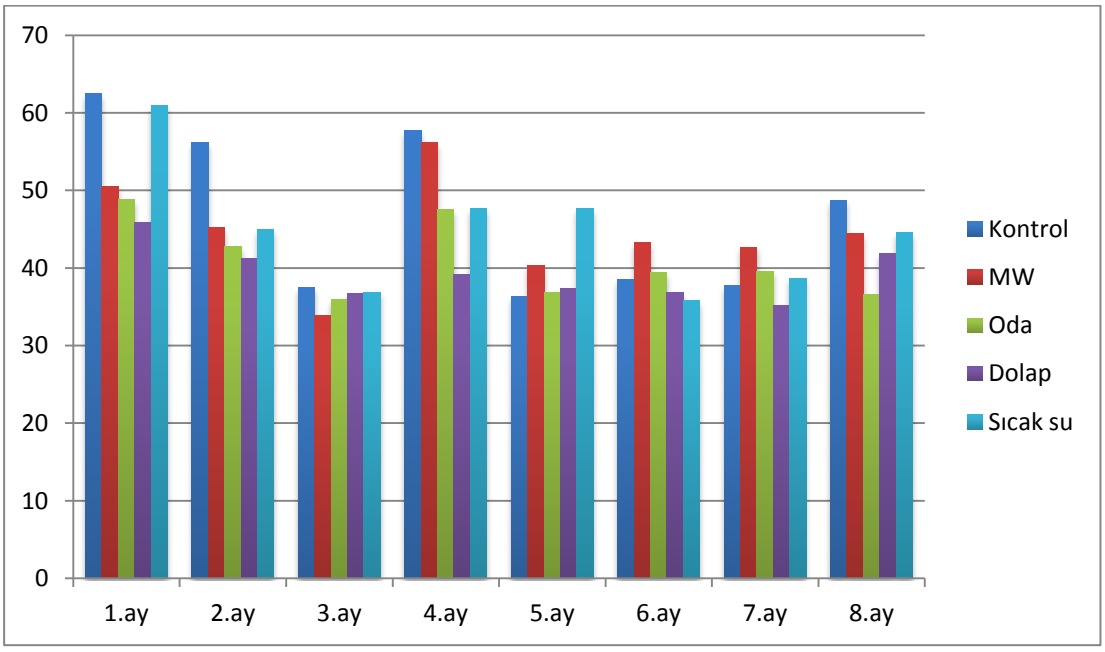
Çözündürme yöntemleri açısından toplam flavonoid miktarlarına baktığımızda ise IQF dondurulan 1.ay MW uygulaması ile çözünmüş örneklerde (41.9 mg KE/100 g nartanesi) yüksek sonuçlar elde edilmişken oda sıcaklığında çözündürülen örneklerde (41.2 mg KE/100 g nartanesi) de buna yakın değerler bulunmuştur. 8.ay örneklerinde farklı çözündürme yöntemlerinin uygulandığı örneklerde bulunan toplam flavonoid madde miktarları birbirine yakınlık göstermiş olup en yüksek sonuç dolap sıcaklığında çözünen örneklerde (28.1 mg KE/100 g nartanesi) belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerin 1. ve 8.ay sonuçlarını incelediğimizde de en fazla toplam flavonoid madde miktarı sıcak suda çözünen örneklerde (60.9 mg KE/100 g nar tanesi ve 44.6 mg KE/100 g nartanesi) görülmüştür.

1. ay ev tipi dondurulmuş nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sıcak suda çözünen örneklerle diğer metotların uygulandığı örnekler arasındaki fark önemlidir. MW, oda sıcaklığı ve dolap sıcaklığında çözünen örnekler arasındaki fark önemli değildir. IQF dondurulan nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark önemli değildir. 8. ay ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark önemli değildir ($P<0,05$).

Yapılan bir çalışmada domates örneklerine farklı sürelerde (2, 15 ve 30dk) sıcaklık (88°C) uygulaması ile toplam flavonoid miktarındaki değişimler incelenmiştir. 30 dk sıcaklık uygulanan örneklerin toplam flavonoid miktarında % 10 oranında artış belirlenmişken 2 ve 15 dk sıcaklık uygulaması ile herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Isıl işlem uygulanma süresinin artması ile ürünün hasar gören hücre bileşenlerine bağlı fenolik maddeler serbest hale geçer ve toplam flavonoid miktarlarında artışlar gözlenir (Dewanto ve diğ., 2002).



Şekil 4.23 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam flavonoid miktarlarının depolama süresince değişimi



Şekil 4.24 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak belirlenen toplam flavonoid miktarlarının depolama süresince değişimi

Depolama süresi boyunca nar tanelerinde bulunan toplam flavonoid değerlerinde dalgalanmalar ve farklılıklar görülmüş olup elde edilen sonuçlar Şekil 4.23 ve 4.24' te verilmiştir. Sonuçlarda belirlenen bu farklılıklar daha öncedende belirtildiği gibi meyvelerin varyete veya cinsinin farklı olması, yetiştirildiği iklim koşulları,

meyvenin büyüklüğü, olgunluk düzeyi ve uygulanan işlemler sonuçların birbirinden farklı olmasından kaynaklanbilir. Depolama süresince elde edilen sonuçlardaki % değişimler 1. ve 8.ay örneklerinde belirlenen toplam flavonoid madde miktarlarından yaralanılarak hesaplanmıştır. IQF dondurulan nar tanelerinde toplam flavonoid madde miktarları incelendiğinde kontrol grubunda %35, MW' de % 33, oda sıcaklığında %44, dolap sıcaklığında %26 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %33 oranında azalma görülmüştür. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen toplam flavonoid miktarlarındaki % değişimler ise kontrol grubunda %16, MW çözünenlerde %12, oda sıcaklığında %25, dolap sıcaklığında %8.5 ve sıcak su ile çözünen örneklerde %27 oranında azalma olarak tespit edilmiştir. IQF dondurulmuş nar tanelerinde 5.ay toplam flavonoid miktarlarında ani bir düşüş belirlenmiştir. Toplam flavonoid miktarında depolama süresince görülen ani değişimler toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimlerle aynı trendi göstermiştir.Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam flavonoid madde miktarları arasında kontrol grubu, oda sıcaklığı ve sıcak suda çözünen örnekler istatistiksel olarak farklı iken, MW ve dolap sıcaklığında çözünen örneklerden elde edilen toplam flavonoid madde miktarları arasında istatistiksel olarak fark yoktur. IQF dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam flavonoid madde miktarları istatistiksel olarak farklıdır ($P<0,05$).

4.2.3 Toplam Antioksidan Aktivitesi Analizleri

Nar tanelerinin içerdiği toplam antioksidan kapasitesi dondurma, depolanma ve çözündürme işlemleri sonrasında 3 farklı yöntem (CUPRAC, DPPH ve ABTS) ile belirlenmiştir ve bu işlemler sonrasında elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8 ve 4.9' da verilmiştir. CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile elde edilen sonuçlar birbirine paralellik göstermektedir.Toplam antioksidan kapasitesi miktarları her bir örnek için mg trolox eşdeğeri (TE)/100 g nar tanesiolarak ifade edilmiştir.CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile çözündürme işlemi uygulanmamış (0. ay) nar tanelerinde belirlenen toplam antioksidan kapasiteleri IQF dondurulmuş örnekler için sırası ile 1047.3 mg TE/100 g nartanesi, 426.2 mg TE/100 g nartanesi ve 471.8 mg TE/100 g nartanesi, ev tipi dondurulmuş örnekler için ise 1107.4 mg TE/100 g nartanesi, 629.4 mg TE/100 g nar tanesi ve 805.6 mg TE/100 g nartanesi olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8 : IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam antioksidan kapasitesi

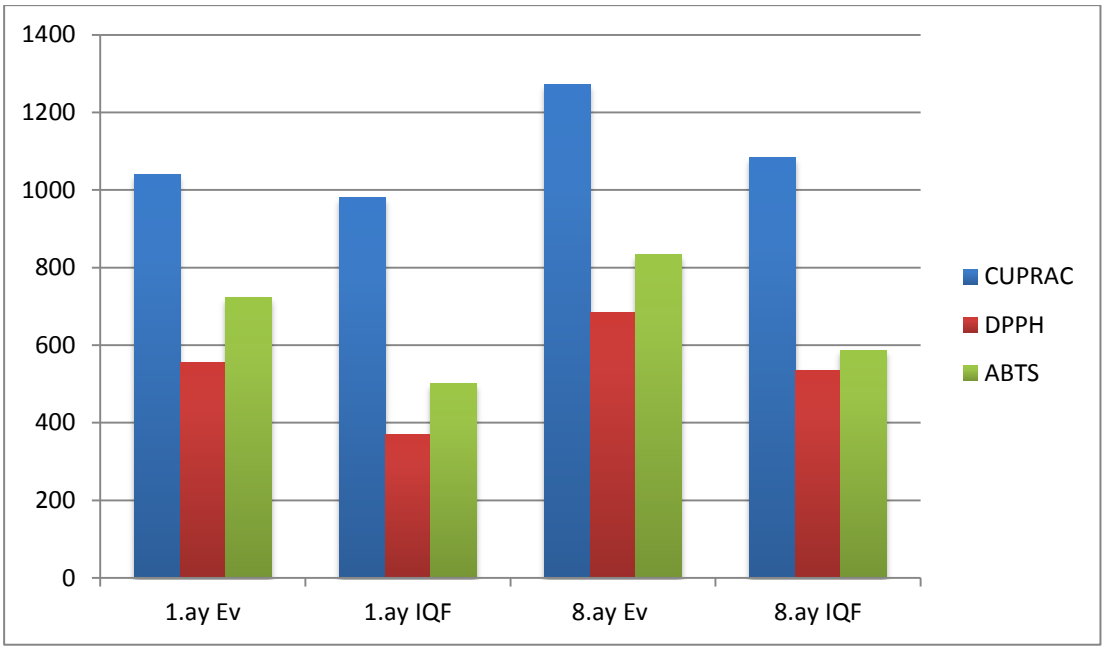
		CUPRAC[1]	ABTS	DPPH
1.ay	Kontrol	980.9±15.8	445.7±46.4	369.5±15.7
	MW	1023.4±85.7	500.4±13.7	395.9±14.7
	Oda	1072.9±41.3	561.0±55.1	446.3±93.3
	Dolap	1079.2±93.9	642.2±86.4	499.8±95.5
	S. su	1092.5±40.8	617.2±96.7	495.6±14.5
2.ay	Kontrol	913.3±38.0	537.4±38.8	469.2±6.5
	MW	983.5±76.0	553.0±44.2	494.3±49.9
	Oda	887.0±97.4	525.8±43.5	442.6±38.9
	Dolap	919.2±76.5	501.1±86.0	478.1±77.4
	S. su	786.4±32.4	494.2±15.5	444.2±8.1
3.ay	Kontrol	1065.1±79.5	539.6±55.4	404.0±37.3
	MW	1014.4±60.7	505.1±35.2	308.8±18.1
	Oda	1054.1±42.1	535.8±98.3	377.0±37.9
	Dolap	986.7±87.9	482.4±71.3	344.1±51.7
	S. su	999.0±65.8	546.3±46.0	379.5±80.0
4.ay	Kontrol	596.5±44.1	612.4±88.5	399.5±57.0
	MW	544.9±52.5	559.6±83.5	373.8±54.6
	Oda	593.2±70.2	510.7±71.3	415.8±52.5
	Dolap	599.8±82.7	478.9±87.7	394.3±43.2
	S. su	624.4±58.3	509.4±52.7	459.7±25.7
5.ay	Kontrol	1172.1±82.4	1033.8±49.4	570.0±84.8
	MW	1005.0±19.9	486.0±65.6	508.3±27.1
	Oda	995.7±96.9	573.6±87.1	532.2±91.6
	Dolap	980.4±75.9	520.8±94.5	467.6±52.1
	S. su	1042.8±56.0	395.8±98.8	492.0±17.5
6.ay	Kontrol	1046.4±39.4	646.6±76.6	449.9±66.2
	MW	901.8±53.2	450.3±44.8	363.4±49.9
	Oda	902.5±25.1	409.1±19.8	334.9±10.7
	Dolap	932.1±55.9	450.4±70.2	370.9±52.0
	S. su	1090.7±75.3	517.0±79.4	490.9±86.7
7.ay	Kontrol	957.2±84.8	531.4±74.9	432.5±83.0
	MW	974.3±79.4	508.1±80.2	409.7±91.1
	Oda	863.5±2.1	453.9±5.0	394.3±28.9
	Dolap	923.4±88.3	462.6±64.1	414.7±58.5
	S. su	879.7±80.6	506.6±99.9	419.8±87.5
8.ay	Kontrol	1083.2±90.2	587.3±96.4	498.5±31.8
	MW	732.8±60.6	407.3±94.6	343.7±57.1
	Oda	726.5±76.7	367.6±14.8	303.0±25.0
	Dolap	705.9±62.5	403.4±61.9	332.8±46.9
	S. su	771.5±88.1	457.8±81.7	393.5±56.0

[1] Ortalama ± standart sapma

Çizelge 4.9 : Ev tipi dondurulmuş ve çözündürülmüş nar örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam antioksidan kapasitesi

		CUPRAC[1]	ABTS	DPPH
1.ay	Kontrol	1038.8±88.4	723.1±96.5	555.5±99.0
	MW	1077.8±23.6	644.4±97.0	529.2±60.4
	Oda	1179.4±69.4	747.0±63.5	587.0±91.5
	Dolap	1097.2±96.2	633.2±99.2	501.9±60.7
	S. su	1257.3±68.0	739.6±77.9	604.6±99.9
2.ay	Kontrol	1131.0±72.7	861.9±77.9	487.6±73.8
	MW	1118.2±62.4	622.6±91.9	476.4±62.2
	Oda	1227.3±89.0	682.0±43.1	457.6±83.9
	Dolap	1234.0±2.7	660.2±33.7	509.2±29.2
	S. su	1113.5±59.3	622.4±68.1	481.9±55.8
3.ay	Kontrol	1188.6±59.4	786.0±89.9	478.2±48.7
	MW	1253.1±87.4	669.6±83.6	435.4±74.7
	Oda	1250.0±79.1	703.6±97.9	471.0±74.3
	Dolap	1154.0±72.8	669.0±98.9	439.0±11.4
	S. su	1233.3±95.2	613.0±90.1	448.8±31.3
4.ay	Kontrol	1299.8±95.2	816.5±99.1	601.1±98.8
	MW	1413.6±77.1	948.9±95.1	583.1±45.4
	Oda	912.3±96.1	664.3±84.2	549.0±99.8
	Dolap	1125.6±24.8	621.7±47.1	525.6±11.0
	S. su	1076.1±21.2	594.1±85.8	608.9±16.3
5.ay	Kontrol	1194.9±89.4	687.0±84.9	535.1±59.0
	MW	1214.4±43.7	674.9±32.8	581.4±41.6
	Oda	1190.0±53.8	635.2±12.5	558.5±26.6
	Dolap	1185.7±84.7	600.9±84.5	605.8±63.0
	S. su	1204.7±76.9	706.2±60.7	720.6±35.4
6.ay	Kontrol	1456.0±97.2	847.8±86.8	774.2±98.3
	MW	1448.3±66.0	767.9±6.4	689.6±96.6
	Oda	1334.3±81.3	669.4±56.7	677.9±40.7
	Dolap	1189.3±55.4	623.8±21.2	632.5±18.7
	S. su	1276.1±96.2	671.1±83.8	677.1±96.7
7.ay	Kontrol	1142.6±84.6	758.3±82.6	553.5±98.3
	MW	1186.7±97.9	669.0±66.5	562.5±73.0
	Oda	1112.7±49.0	569.8±98.0	465.8±70.8
	Dolap	898.0±97.2	564.5±98.5	437.7±94.0
	S. su	1030.8±75.8	594.1±38.8	498.0±41.7
8.ay	Kontrol	1272.3±55.4	833.1±88.4	683.9±71.5
	MW	1016.8±21.4	610.6±27.6	473.4±17.6
	Oda	910.5±29.0	519.2±19.8	413.9±23.0
	Dolap	1022.9±88.1	570.0±72.7	478.1±14.4
	S. su	1072.2±22.7	578.3±29.9	510.7±16.4

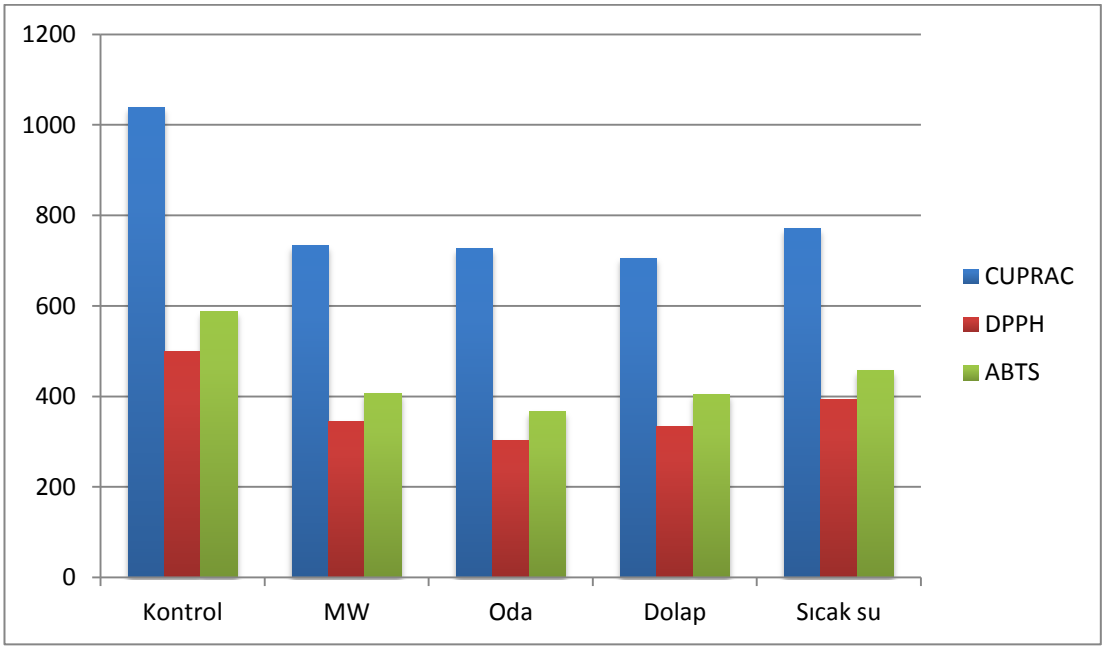
[1] Ortalama ± standart sapma



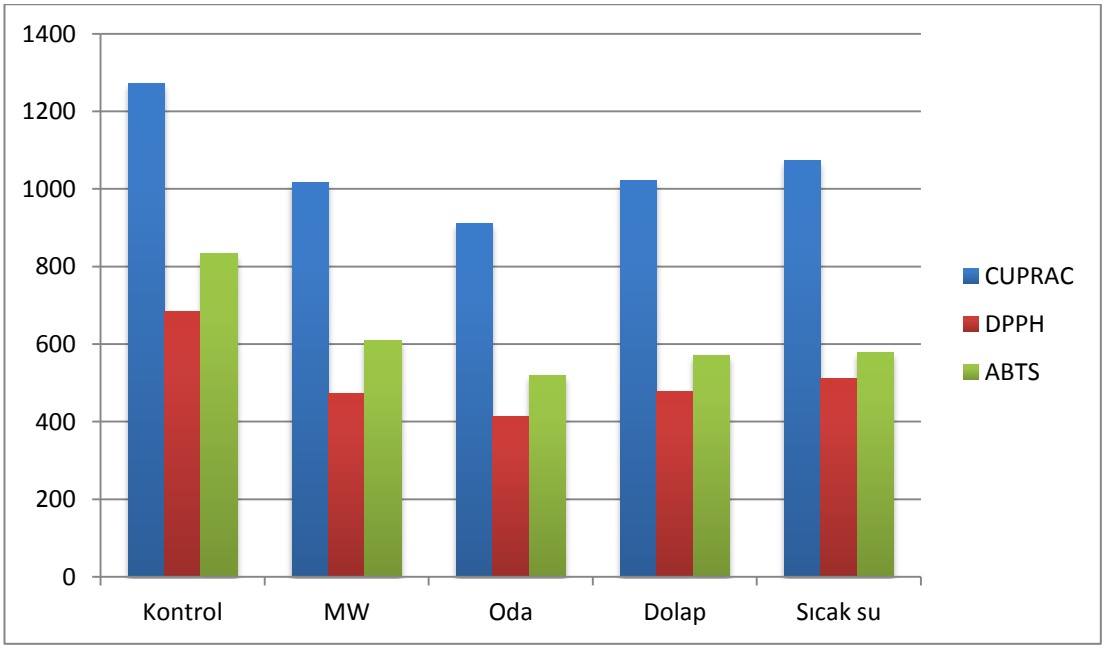
Şekil 4.25 : Farklı dondurma yöntemlerinin kontrol grubu nar tanelerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi

Farklı dondurma yöntemlerinin uygulandığı nar tanelerinde toplam antioksidan kapasitesi üç metot ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.25' te verilmiştir.IQF dondurma yönteminin uygulandığı örneklerin 1.ay kontrol grubunda elde edilen sonuçlara baktığımızda CUPRAC, DPPH ve ABTS metotları ile belirlenen toplam antioksidan kapasiteleri sırası ile 980.9 mg TE/100 g nar tanesi, 369.5 mg TE/100 g nar tanesi ve 445.8 mg TE/100 g nar tanesi' dir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde ise sırası ile 1038.8 mg TE/100 g nar tanesi, 555.5 mg TE/100 g nar tanesi ve 723.1 mg TE/100 g nar tanesi toplam antioksidan kapasitesi miktarları elde edilmiştir. 8. ay kontrol grubu sonuçlarını incelediğimizde belirlenen TE değerleri sırası ile IQF dondurulmuş örneklerde 1083.3, 535.5 ve 587.4 mg TE/100 g nar tanesi iken ev tipi dondurulmuş örneklerde 1272.4, 683.9 ve 833.1 mg TE/100 g nar tanesidir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde metotlar arası aynı trend gözlenmiştir. Depolama işlemi öncesi (0. ay örnekleri) de ev tipi dondurma yönteminde elde edilen toplam antioksidan kapasitesi sonuçları IQF dondurulmuş örneklere göre uygulanan her 3 metot için daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durum depolama süresi boyunca ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek sonuçlar bulunmasını açıklamaktadır. 1. ve 8. ay kontrol grubu örnekleri incelendiğinde depolama süresince nar tanelerinin içerdiği toplam antioksidan kapasitesinin uygulanan her üç metotta da arttığı belirlenmiştir. IQF dondurulmuş nar örneklerinde

depolama süresince CUPRAC, DPPH ve ABTS metodlarıyla antioksidan kapasitelerindeki değişimler sırayla %10, %35 ve %32 iken ev tipi dondurulmuş örneklerde % 22, %23 ve %15 oranında artış belirlenmiştir.



Şekil 4.26 : Farklı çözündürme yöntemlerinin IQF dondurulmuş 8. ay örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi



Şekil 4.27 : Farklı çözündürme yöntemlerinin ev tipi dondurulmuş 8. ay örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesine etkisi

Dondurulan 8.ay örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesi değerleri üzerine farklı çözündürme ve dondurma yöntemlerinin etkisi Şekil 4.26 ve 4.27' de gösterilmiştir. Dondurma metotları kıyaslandığında ev tipi dondurulan örneklerde her üç metot uygulaması ile daha yüksek antioksidan kapasitesi tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırılarak çözündürme metodu uygulanan örneklerin toplam antioksidan kapasitesi miktarlarındaki azalmalar % değer olarak belirlenmiştir. IQF dondurulan örneklerde CUPRAC metodu ile antioksidan kapasitesinde belirlenen % azalmalar çözündürme yöntemlerine göre MW' de %28, oda sıcaklığında %33, dolap sıcaklığında %35 ve sıcak suda %29; DPPH metodu için aynı sıra ile %31, %37, %31, %22 ve ABTS için ise %31, %39, %33, %21 oranındadır. Ev tipi dondurulmuş örneklerde belirlenen % azalmalar CUPRAC metodu için çözündürme yöntemlerine göre sırası ile %20, %28, %19 ve %16; DPPH metodu için %27, %38, %32, %31; ABTS metodu için ise %30, %39, %30, %25 oranında belirenmiştir.CUPRAC ve DPPH metotları uygulaması ile 1. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasiteleri dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde bir farklılık yok iken; 8. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasiteleri dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak bulunan sonuçlar birbirinden farklıdır. ABTS metodu uygulaması ile 1. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasiteleri dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde çözündürme işlemi uygulanan örneklerden elde edilen sonuçlarda dondurma metoduna göre farklılık yok iken; kontrol grubu örneklerinden elde edilen sonuçlar birbirinden farklıdır. 8. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasiteleri dondurma metotlarına göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde oda sıcaklığında çözünen örneklerde bulunan sonuçlar birbirinden farklı iken; kontrol grubu ve diğer çözündürme metodu uygulanan örneklerden elde edilen sonuçlar arsında fark yoktur($P<0,05$).

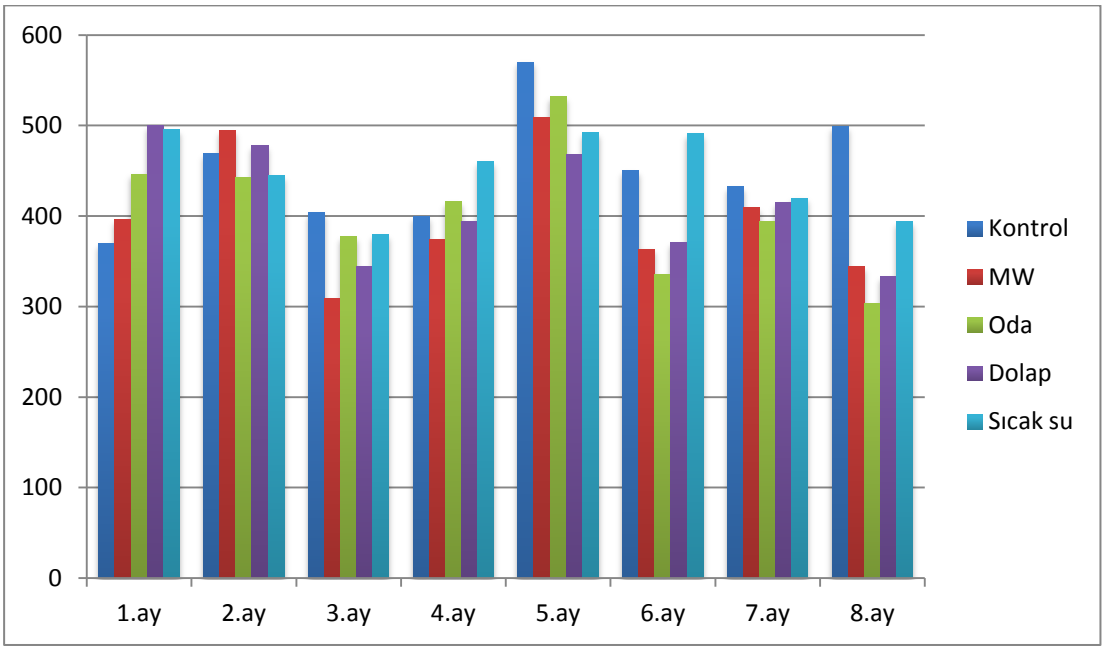
Depolama süresi boyunca çözündürme yöntemlerinin etkisini incelediğimizde sıcak su ile çözünen örneklerde toplam antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda uygulanan metotlardaki farklılık tespit edilen antioksidan kapasitelerinin farklı olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir (Arnao, 2000). Uygulanan üç metot için 1. ay ev tipi ve IQF dondurulmuş nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde metotlar arası bir farklılık

yoktur. 8. ay ev tipi dondurulmuş nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarları CUPRAC ve DPPH metotları için çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sıcak suda çözünen örneklerle diğer metotların uygulandığı örnekler arasındaki fark önemlidir. MW, oda sıcaklığı ve dolap sıcaklığında çözünen örnekler arasındaki fark önemli değildir. ABTS metodu için çözündürme yöntemlerine göre elde edilen sonuçlar arasında bulunan fark istatistiksel olarak önemli değildir. IQF dondurulan nar tanesi örneklerinde belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarları çözündürme yöntemlerine göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde metotlar arasındaki fark önemli değildir ($P<0,05$).

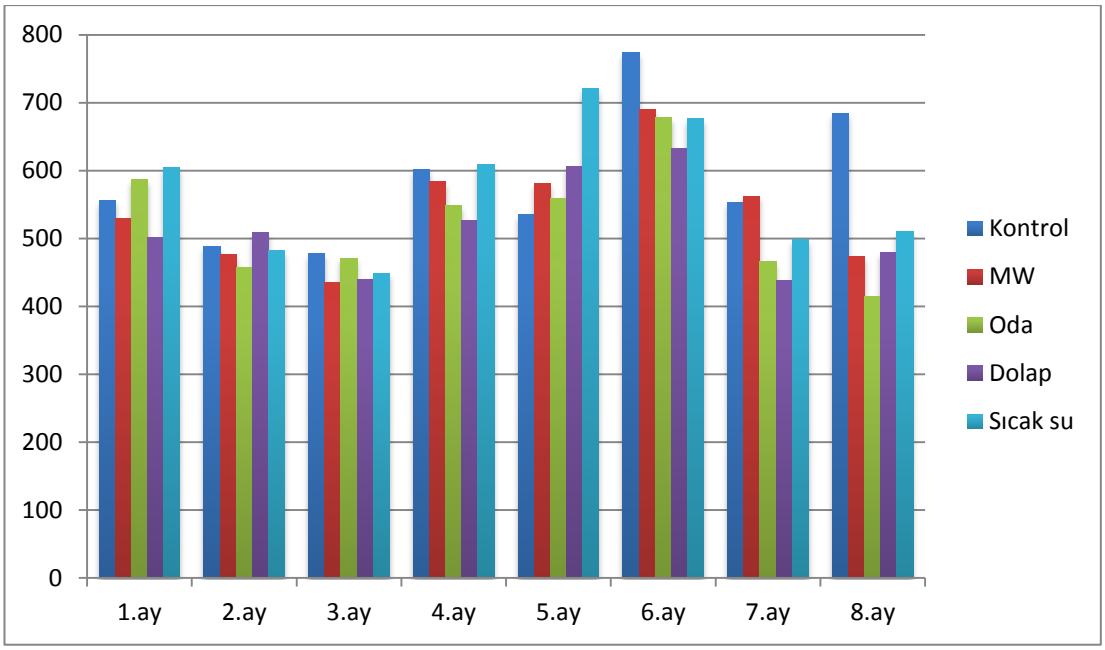
Hızlı (sıvı azot, 11 dk (IQF)) ve yavaş (-20°C' de 24 saat) dondurma yöntemleri uygulanan çilek meyvesinde antioksidatif aktivite gösteren antosiyanin miktarındaki değişimler incelenmiştir. Her iki dondurma yönteminde belirlenen antosiyanin miktarları farklı bulunmuştur. Yavaş dondurma yönteminin uygulandığı çileklerde hızlı dondurulan örneklere göre daha yüksek sonuçlar bulunmuştur. Bu durum hızlı dondurma yöntemi uygulanması ile üründeki antosiyanin pigmentlerinin yer ve yapı değiştirmiş olması ile açıklanmıştır (Sahari ve diğ., 2004). IQF, -20°C ve sıvı azot kullanılarak dondurulan çilek örnekleri MW, 4°C, 20°C ve 37°C' de çözündürülerek antosiyanin miktarları incelenmiştir. IQF dondurulmuş Senga Sengana cinsi çileklerin antosiyanin miktarlarında MW (10dk) ile çözünen %12, 4°C' de (24saat) çözünen %21, 20°C' de (8saat) çözünen %9 ve 37°C' de (2saat) çözünen %20 oranında azalmalar belirlenmiştir. -20°C' de ve sıvı azot ile dondurulan Candoga cinsi çileklerin 20°C' de çözündürülmesi ile her iki dondurma yöntemindede %19 oranında azalma belirlenmişken, Sabrosa cinsi çileklerdeyavaş dondurulan örnekte %14 oranlarında azalış, hızlı dondurulan örnekte %8 oranında artış görülmüştür (Holzwarth ve diğ., 2012). Ürünün içerdiği antosiyanin miktarında değişime sebep olan etkenler sıcaklık, ışık, oksijen, ortamda bulunan askorbik asit, şekerler, şekerlerin parçalanma ürünleri ve enzimlerdir (Asafi ve Cemeroğlu, 2000).

Depolama süresi boyunca nar tanesi örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi değerlerinde belirlenen farklılıklar Şekil 4.28 ve 4.29' da gösterilmiştir. Çözündürülmüş örneklerde DPPH metodu uygulanarak belirlenen toplam antioksidan kapasitesi sonuçlarındaki % değişimler incelendiğinde,IQF dondurulmuş örneklerde MW çözünende %13, oda sıcaklığında %32, dolap sıcaklığında %33 ve

sıcak suda çözünende %21; ev tipi dondurulmuş örneklerde sırasıyla %11, %30, %23 ve %16 oranında azalmalar belirlenmiştir. Yapılan çalışmada çözündürme işlemi uygulanmış örneklerin toplam antioksidan kapasitesi değerlerinde depolama süresice azalış gözlemlenirken çözündürme işleminin uygulanmadığı kontrol grubu örneklerinde ise artış gözlemlenmiştir. Ayrıca depolama süresince IQF dondurulmuş 5. ay örneklerinde ani artış belirlenmiş olup sonraki aylarda tekrar azalma eğilimi gözlenlemiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde ise bu ani artış 6. ay örneklerinde belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur. IQF dondurulmuş nar tanelerinin depolama süresi boyunca 1. ve 8. ay örneklerinden elde edilen toplam antioksidan kapasitesi değerleri arasında MW uygulaması ile çözünen örnekler istatistiksel olarak farklı iken, kontrol grubu ve diğer çözündürme metotları uygulanması ile elde edilen toplam antioksidan kapasitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($P<0,05$).



Şekil 4.28 : IQF yöntemi ile dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak DPPH metodu ile belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarının depolama süresince değişimi



Şekil 4.29 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerine çözündürme yöntemleri uygulanarak DPPH metodu ile belirlenen toplam antioksidan kapasitesi miktarının depolama süresince değişimi

Mıchalczyk ve Macura (2013) dondurma ve ısıl işlem uygulamalarının kaya armudu örneklerinde antioksidan özelliğe sahip antosiyanin içeriği ve DPPH metodu ile belirlenmiş antioksidan kapasitesi miktarına etkisini incelemiştir. Antosiyanin miktarında dondurma işlemi uygulaması ile dalgalanmalar görülmüş olup depolama süresi sonuna kadar artış gösterdiği belirlenmişken pastörizasyon uygulaması sonucunda aşırı azalmalar tespit edilmiştir. Farklı çeşit ürünlerin dolap sıcaklığında depolanması ile antosiyanin miktarlarında görülen değişiklikler depolama sırasında daha reaktif antosiyanin bileşenlerinin oluşması, polifenol oksidaz enzimi aktivitesi, pH değerleri, şeker konsantrasyonu ve organik asit bileşenlerindeki değişimlerle açıklanmıştır. DPPH metodu ile belirlenen antioksidan aktivitesi, dondurma işlemi uygulaması ile antosiyanin miktarında belirlenen aynı artış eğilimi görülmektedir. Ürünün içerdiği toplam antosiyanin ve fenolik miktarlarının antioksidan miktarı ile ilişki içinde olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirlenmiştir.Yaban mersini örnekleri -18°C' de dondurularak 6 ay boyunca depolanmış ve ABTS metodu ile toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. İlk üç ay örneklerde belirlenen antioksidan miktarı aşırı artış göstermiş olup üçüncü aydan sonra azalış göstermiştir (Reque ve diğ., 2014). IQF yöntemi ile dondurulup -20°C' de 6 ay depolanan siyah ahududu meyvesinde antioksidan kapasitesi incelenmiştir. Ürün antioksidan

kapasitesinde depolama süresinin ilk üç ayında aşırı bir değişim olmadığı, 3-6. aylar arasında ise artış olduğu belirlenmiştir (Hager ve diğ., 2008). Depolama süresince ahududu meyvesinin içerdiği antosiyaninlerin tutulduğu gözlenmiştir (Mullen ve diğ., 2002). Antosiyanin miktarındaki artış doku yumuşaması nedeni ile üründeki antosiyaninlerin açığa çıkması ve oluşan nem kaybı ile açıklanmıştır (Nayaak ve diğ., 2013).

Depolama sıcaklığının IQF ve -20°C' de dondurulmuş çilek örneklerinin antioksidan özelliklerine etkisini inceleyen çalışmada -12°C, -18°C ve -24°C sıcaklıklarda dondurucular kullanılmıştır. -12°C' de depolanan örneklerin antioksidan ve duyusal özelliklerinde azalma, -18°C ve -24°C' de ürün özeliklerinin daha iyi korunduğu tespit edilmiştir (Sahari ve diğ., 2004). Yapılan çalışmalar enzimatik aktivitenin dolaylı olarak monomeriik polifenol içeriği ile ilişkili olduğunu ve yüksek depolama sıcaklığında belirlenen yüksek polifenol oksidaz enzimi aktivitesinin polifenol bileşenlerde değişikliğe sebep olduğu belirlenmiştir (Nayaak ve diğ., 2013).

Bu çalışmada 3 farklı metot uygulaması ile dondurulmuş nar meyvesinin antioksidan özelliklerinde artışlar belirlenmişken çözündürme işlemi uygulaması ile azalmalar görülmüştür. Belirlenen artış ve azalış oranlarının birbirinden farklı olması metot farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Artışın sebebi olarak dondurulan ürünün hücre duvarlarında oluşan hasarlara ve depolama süresince Maillard reaksiyonu ürünleri oluşumuna karşı ürünün antioksidan özellikte bileşikler oluşturması öngörülmektedir. Çözündürülen örneklerdeki azalış ise ürün sıcaklığı artması ile enzimatik reaksiyonların artması, antioksidan ve antosiyanin özelliklerine sahip bileşenlerin yapısında oluşan bozulmalar ile ilişkilendirilmiştir.

4.3 Nar Tanelerindeki Fenolik Madde Profillerinin HPLC ile Belirlenmesi

IQF ve ev tipi dondrulumuş nar tanelerindeki fenolik bileşen profilleri HPLC ile belirlenmiş olup en yüksekten en aza doğru sırası ile; siyanin 3,5-glukozit (pik 2), siyanidin 3-O glukozit (pik 4), delfin 3,5-O diglukozit (pik 1), pelargonidin 3,5-O diglukozit (pik 3) ve pelargonidin 3-glukozit (pik 5)antosiyaninleri nar tanelerinde tespit edilmiştir. Elde edilen fenolik madde profilleri Çizelge 4.9 ve 4.10' da verilmiştir. IQF dondurulmuş örneklerde delfin 3,5-O diglukozit en yüksek 4. ay başlangıç örneklerinde (8.2 mg/100 g nar tanesi)en düşük 8. ay oda sıcaklığında çözünen örneklerde (2.2 mg/100 g nar tanesi), siyanin 3,5-glukozit en yüksek 4. ay

başlangıç örneklerinde (15.4 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay MW çözünen örneklerde (12,2 mg/100 g nar tanesi), pelargonidin 3,5-O diglukozit ve siyanidin 3-O glukozit en yüksek 1. ay başlangıç örneklerinde (2.6 mg/100 g nar tanesi, 12.9 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay MW çözünen örneklerde (1.4 mg/100 g nar tanesi, 9.8 mg/100 g nar tanesi), pelargonidin 3-glukozit en yüksek 4. ay oda sıcaklığında çözünen örneklerde (1.3 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay başlangıç örneklerinde (0.5 mg/100 g nar tanesi) gallik asit ise en yüksek 4. ay dolap sıcaklığında çözünen örneklerde (1.8 mg/100 g nar tanesi) en düşük 4. ay sıcak suda çözünen örneklerde (0.8 mg/ 100 g nar tanesi) belirlenmiştir.

Ev tipi dondurulmuş örneklerde delfin 3,5-O diglukozit en yüksek 4. ay başlangıç örneklerinde (7.6 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay dolap sıcaklığında çözünen örneklerde (2.6 mg/100 g nar tanesi), siyanin 3,5-glukozit en yüksek 4. ay sıcak suda çözünen örneklerde (21.6 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay oda sıcaklığında çözünen örneklerde (15.4 mg/100 g nar tanesi), pelargonidin 3,5-O diglukozit en yüksek 1. ay başlangıç örneklerinde (1.9 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8.ay dolap sıcaklığında çözünen örneklerde (0.8 mg/100 g nar tanesi), siyanidin 3-O glukozit en yüksek 4. ay sıcak suda çözünen örneklerde (9.5 mg/100 g nar tanesi) en düşük1. ay MW çözünen örneklerde (6.5 mg/100 g nar tanesi), pelargonidin 3-glukozit en yüksek 1. ay sıcak suda çözünen örneklerde (1.4 mg/100 g nar tanesi) en düşük 8. ay başlangıç örneklerinde (0.7 mg/100 g nar tanesi) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10 : IQF dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen fenolik bileşen profili

IQF		Del 3,5-dOg	Cy 3,5-Gul	Pel 3,5-dOg	Cy 3-Og	Pel 3-Gul	Gallik asit
1.ay	Başlangıç	7.8	14.0	2.6	12.9	1.0	0.9
	MW	4.6	14.0	2.2	10.8	0.6	1.4
	Oda	4.6	14.5	2.4	12.2	1.0	1.4
	Dolap	5.0	11.9	2.5	11.9	0.7	1.2
	Sıcak su	4.4	13.5	2.2	12.5	1.0	0.9
4.ay	Başlangıç	8.2	15.4	2.4	11.7	0.6	1.2
	MW	4.0	13.6	1.9	10.4	0.8	1.5
	Oda	3.3	13.8	2.1	14.9	1.3	1.6
	Dolap	4.2	13.0	1.8	11.1	0.8	1.8
	Sıcak su	5.7	13.6	2.0	10.8	0.8	0.8
8.ay	Başlangıç	6.8	12.9	2.5	10.6	0.5	1.3
	MW	2.8	12.2	1.4	9.8	0.7	1.4
	Oda	2.2	13.4	1.5	10.5	1.0	1.2
	Dolap	4.4	13.2	1.7	10.4	1.0	1.7
	Sıcak su	7.3	14.0	2.5	11.7	0.8	1.1

Çizelge 4.11 : Ev tipi dondurulmuş nar tanelerinde belirlenen fenolik bileşen profili

EV		Del 3,5-dOg	Cy 3,5-Gul	Pel 3,5-dOg	Cy 3-Og	Pel 3-Gul	Gallik asit
1.ay	Başlangıç	5.6	16.8	1.9	10.6	1.3	4.2
	MW	4.2	21.5	1.2	6.5	1.0	5.5
	Oda	3.5	18.9	0.9	7.9	1.0	7.3
	Dolap	5.1	21.1	1.9	10.7	1.3	6.6
	Sıcak su	4.1	18.8	1.5	9.7	1.4	5.8
4.ay	Başlangıç	7.6	18.9	1.7	8.3	1.2	6.0
	MW	6.0	20.9	1.3	8.0	0.9	5.2
	Oda	2.9	16.1	1.3	8.6	0.9	5.5
	Dolap	6.1	20.2	1.3	7.7	0.8	3.9
	Sıcak su	5.2	21.6	1.4	9.5	1.3	5.1
8.ay	Başlangıç	6.6	18.5	1.1	7.4	0.7	4.8
	MW	3.6	18.0	1.0	7.1	0.9	7.9
	Oda	3.1	15.4	0.9	7.6	0.8	6.3
	Dolap	2.6	16.3	0.8	6.6	1.1	9.1
	Sıcak su	4.0	15.7	1.3	7.9	1.2	5.8

IQF dondurulmuş örneklerde depolama süresi boyunca gallik asit değerlerinde 8. ay sonunda artış, tanımlanan diğer fenolik bileşenlerin miktarlarında azalmalar belirlenmiştir. Ev tipi dondurulmuş örneklerde ise del 3,5-dOg, cy 5,3-glu ve gallik asit değerlerinde 8. ay sonunda belirlenen miktarlarda artış görülmüşken diğer fenolik değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Çözündürme yöntemlerine göre elde ettiğimiz sonuçlardadalgalanmalar gözlenmiş olup en yüksek değerler dolap sıcaklığında çözünmüş ve sıcak su uygulanmiş örneklerde belirlenmiştir.Mena ve diğ. (2011) yapmış olduğu çalışmada nar meyvesinin içerdiği fenolik madde profili incelenmiş olup delfinidin, siyanidin, pelargonidin 3-glukozit ve pelargonidin 3,5-diglukozit bileşenleri tanımlanmıştır. Poyrazoğlu ve diğ. (2002) yapmış olduğu çalışmada ise gallik asit, protokateşik asit, kateşin, klorojenik asit, ferulik asit, kafeik asit, *o*-kumarik asit, *p*-kumarik asit ve kuersetin fenolik bileşenleri tanımlanmış olup en fazla bulunan fenolik bileşik gallik asit olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda tanımlanan fenolik bileşen profilleri ürün cinsine, yetişme koşullarına ve olgunluğuna göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Besinsel özellikleri açısından insan sağlığına önemli faydaları olan nar meyvesinden daha uzun süreli yararlanabilmek için farklı endüstriyel işlemler uygulanmaktadır. Bu çalışmada nar meyvesi iki farklı yöntemle dondurulup depolanarak belli süre aralıklarında dört farklı çözündürme yöntemi uygulanmış ve ürünün fiziksel, kimyasal özelliklerinde görülen değişimler incelenmiştir.

Su sızması miktarını incelediğimizde başlangıçta bulunan değerler dondurma yöntemlerine göre birbirine yakınlık gösterirken depolama süresi sonunda ev tipi dondurulmuş örneklerde daha yüksek sonuçlar bulunmuştur. Sıcak su ile çözünen örneklerde daha yüksek su sızması değerlerine rastlanmış iken MW yöntemi ile çözünen örneklerde daha iyi sonuçlar belirlenmiştir. Ev tipi dondurulan örneklerde yavaş dondurma işlemi hakimdir ve dondurma işlemi sonrasında ürünün hücre dışında büyük buz kristalleri oluşur. IQF (hızlı dondurma) yönteminde oluşan buz kristalleri ise hücre içinde ve daha küçüktür. Hücre içinde oluşan küçük buz kristalleri hücre duvarına daha az hasar verdiğinden IQF dondurma yöntemi uygulanan örneklerde daha az su sızması miktarı belirlendiği açıklanmıştır. Gıdalara uygulanan çözündürme yöntemlerine ve hızına bağlı olarak oluşan yeniden kristallenme ve hacim büyümesi gibi fiziksel hasarlar ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere sebep olur. Dondurulmuş üründe depolama süresince su sızma miktarlarında görülen artış suda çözünebilen hücresel sıvı bileşenlerinin kaybı, hücre duvarı ve membranlarınında oluşan mekanik veya enzim kataliz bozulmaları ile açıklanmaktadır.

Ürünlerin brix değerleri depolama süresince dalgalanmalar göstererek azalmıştır. Uygulanan dondurma ve çözündürme yöntemleri sonrasında nar tanelerinde belirlenen brix değerlerinde benzerlikler görülmüştür. Depolanması süresi boyunca suda çözünür kuru madde değerlerinde belirlenen azalmalara gıdaların yapısındaki şekerlerin solunumda kullanılmasının sebep olduğu belirtilmiştir.

Elde edilen titrasyon asitliği ve pH değerlerine dondurma-çözündürme yöntemlerinin etkisi görülmeyip bulunan sonuçlarda benzerlikler tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca belirlenen sonuçlar incelendiğinde pH değerlerinde azalma görülmüş iken titrasyon asitliği değerlerinde artış belirlenmiştir. Depolama süresince gerçeklerşen çözülme ve bozulma reaksiyonları üründeki serbest karboksil gruplarının ve serbest hidrojen iyonlarının artmasına yol açar. Bu sebepler gıdadaki pH değerinin azalmasına ve toplam asitlik değerlerinin artmasına sebep olur. Ayrıca depolama süresi boyunca meyvelerde doğal olarak bulunan asitlerin solunum ve şeker sentezi gibi çeşitli amaçlarla kullanılması, paketlenmiş materyaldeki suyun yoğunlaşması ve uzaklaşmasıda toplam asitlik değerlerinde artışa sebep olduğu belirtilmiştir.

Dondurulmuş örneklerin ilk ayında IQF dondurma yöntemi ile daha yüksek renk parametreleri belirlenmiş iken depolama süresi sonunda ev tipi dondurulan örneklerde daha yüksek renk parametresi değerleri belirlenmiştir. Çözündürme yöntemlerinin bu parametreler üzerindeki etkisini incelediğimizde sıcak su çözündürme yönteminin uygulandığı örneklerde renk açısından ürün kalitesinin düşük olduğu görülmüştür. Çözündürme yöntemi uygulaması ile ürünün hücre duvarlarında hasarlar oluşur ve meyvedeki pigmentler merkezden hücre tabakalarının dışına doğru yayılım gösterir ve bu durum çözündürme uygulaması sonrasında a değerlerine artışa neden olmaktadır. Gıdalara uygulanan farklı dondurma yöntemleri ürün yüzeyinde oluşan buz kristalleri boyutunda çeşitliliğe sebep olur. Buz kristallerinde görülen çeşitlilikler ürünün L değerinde farklılıklara neden olmaktadır.

Dondurulmuş nar tanelerinin toplam fenolik ve antioksidan kapasitelerinde depolama süresi ile kontrol gruplarında artış belirlenmişken çözündürme işleminin uygulandığı örneklerde azalış tespit edilmiştir. Toplam flavonoid değerlerinde ise kontrol grubu ve çözündürme işlemi görmüş örneklerde depolama süresince azalma görülmüştür. Toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan kapasiteleri üzerine dondurma-çözündürme işlemleri etkisi değerlendirildiğinde ev tipi dondurulan örneklerde daha yüksek sonuçlar belirlenmiş iken çözündürme metotları arasından sıcak su ile çözündürülen örneklerde daha yüksek değerler görülmüştür. Bu artışların nedenleri dondurma işlemi sırasında hücre duvarının parçalanmasıyla fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, ısıl işlemlerle sıcaklığın artmasıyla birlikte suda çözünebilen fenolik bileşiklerin ortaya çıkışından, hızlı dondurma yöntemi uygulanması ile üründeki antosiyanin pigmentlerinin yer değiştirmiş olmasından, antioksidatif moleküllerin

katabolizmasında rol alan enzimlerin sıcaklıkla inaktive edilmesinden, ekstrakte edilebilen antioksidan moleküllerinin ısı etkisi sonucunda kompleks oluşturmasından ya da indirgen şekerler ve serbest halde bulunan amino asitlerin ısı artışıyla birlikte Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Yapılan incelemelerde nar tanelerinin fiziksel ve antioksidatif özelliklerinde 3-5 aylar arasında ani değişimler belirlenmiştir. Donmuş gıdaların depolanması ve çözünmesi sırasında β-karoten, klorofil ve suda çözünebilir nitelikte olan antosiyaninlerde azalma görülür. Nar örneklerinde depolama süresince görülen ani değişiklikler bu değerlerdeki azalış veya artışlarla örneklerin kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlara karşı duyarlılığın farklılaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca meyvelerdeki organik asitlerin solunum ve şeker sentezi gibi çeşitli amaçlarla kullanılması, suyun yoğunlaşması ve uzaklaşması nar tanelerininpH ve titrasyon asitliğinde değişimlere bunun yanında suda çözünen kuru madde miktarınında da değişimlere yol açtığı yapılan çalışmada görülmüştür. Ayrıca yapılan literatür çalışmaları pH değerlerindeki değişimle nar meyvesinde renk ve antioksidan kaynağı olarak bulunan antosiyanin değerlerinde değişime sebep olduğu tespit edilmiştir. Yaptığımız incelemelerin sonuçlarına baktığımızda nar tanelerinin pH değerlerinde görülen değişimlerin etkisi olarak renk değerlerinde, fenolik madde miktarlarında ve antioksidan kapasitelerindeki dalgalanmalar ve farklılıklar meydana geldiği tespit edilmiştir.

Literatürde de meyve ve sebzeler üzerinde dondurma yöntemleri etkisinin hala net olarak tespit edilemediği, yapılan çalışmalarda farklı bulgulara rastlandığı görülebilmektedir. Ancak, dondurulup depolanmış ürünlerde besinsel özelliklerin korunması, yüksek oranda antioksidan bulunması ve bu ürünlerin tüketiciler tarafından tüketiminin fazla olması nedeniyle, dondurma yöntemleri etkisinin daha detaylı olarak araştırılması önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Aider, M. ve Halleux, D. (2008). Passive and microwave-assisted thawing in maple sap cryoconcentration technology, Journal of Food Engineering 85, 65-72.

Akpınar-Bayizit, A., Ozcan, T. ve Yılmaz- Ersan, L. (2012). The Therapeutic Potential of Pomegranate and Its Products for Prevention of Cancer.

Al-Maiman, S. A. ve Ahmad D. (2002). Changes in physical and chemical properties during pomegranate (Punica granatum L.) fruit maturation, Food Chemistry 76, 437-441.

Al- Said, F. A., Opara, L. U., Al-Yahyai, R. A. (2009). Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (Punica granatum L.) grown in the Sultanate of Oman, Journal of Food Engineering 90, 129-134.

Anonim 1. Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Muhafazası www.food.hacettepe.edu.tr

Anonim 2. Dondurarak Muhafaza Teknolojisi tr.scribd.com

Arnao, M.B. (2000). Some methodogical problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case, Trends in Food Science & Technology 11, 419-421

Asafı, N. ve Cemeroğlu B. (2000).Vişne ve Nar Suyu ve Konsantratlarında Antosiyaninlerin Degredasyonu, GIDA 25(6), 407-411

Atasever, M.(2000). Besin işyerlerinde: Hijyen, besinlerin hazırlanması ve muhafazası, Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg. 11(2), 117-122.

Balasundram, N., Sundram, K. ve Samman S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses, Food Chemistry 99, 191-203.

Batem Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., Suzuki, T. ve Takai, R. (2006). Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blasted and cryogenic freezing, Department of Food Technology, Tokyo Universty of Marine Science and Technology, Tokyo, Japan.

Bors, W., Heller, W., Mıchel, C. ve Saran, M. (1990). Flavovoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies, Methods in Ezymology 186.

Calışkan, O. ve Bayazit, S. (2012). Phytochemical and antioxidant attributes of autochthonous Turkish pomegranates, Science Horticulturae 147, 81-88.

Castro, I., Gonçalves, O., Teixeira, J. A. ve Vicente, A. A. (2002). Comparative Study of Selva and Camarosa Strawberries for the Commerical Market, Journal of Food Science Vol. 67, Nr. 6

Cemeroğlu B. (2009). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. cilt Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Muhafaza Edilmeleri, 37-166.

Cerda, B., Espin, C., J., Para, S., Martinez, P., Tomas- Barberan, F., A.(2004). The potent *in vitro* antioxidant ellagitannins from pomegranate juice are metabolized into bioavailable but poor antioxidant hydroxyl-6h-dibenzopyran-6-one derivatives by the colonic microflora of healthy humans, *European Journal of Nutrition*, 43, 205-220.

Chassagne-Berces, S., Poirier, C., Devaux, M. F., Fonseca, F., Lahaye, M., Pigorini, G., Girault, C., Marin, M. ve Guillon, F. (2009). Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing, Food Research International 42, 788-797.

Coskun, F. (2006). Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi (2) 27-33

Çam, M., Hışıl, Y. ve Durmaz, G.(2009).Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods, Food Chemistry112, 721-726.

Çapanoğlu E. ve Boyacıoğlu D. (2009).Meyve ve Sebzelerin Flavonoid İçeriği Üzerine Isıl İşlem Etkisi, Akademik Gıda 7(6) 41-46.

Dahham, S. S, Ali, M. N., Tabassum, H. ve Khan, M. (2010). Studies on Antibacterial and Antifungal Activity of Pomegranate (Punica granatum L.), American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 9(3), 273-281

De Ancos, B., Ibanez, E., Reglero, G. ve Cano M. P. (2000). Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds ofraspberry fruit, J. Agric. Food Chem. 48, 873-879.

De Ancos, B., Gonzalez, E. M. ve Cano, M. P. (2000). Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit, J. Agric. Food Chem. 48, 4565-4570.

De Ancos, B., Sanchez-Moreno, C., De Pascual-Teresa, S., Cano, M. P., 2006. Fruit freezing principles. In Handbook of Fruits and Fruit Processing, 59-79.

Demiray, E.ve Tülek, Y. (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri, Akademik Gıda 8(2), 36-44.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K. ve Lıu, R. H. (2002). Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity, Food Science and Institute of Comparative and Environmental Toxicology.

Ekşi, A. ve Özhamamcı İ. (2009). Chemical composition and guide values of pomegranate juice, GIDA 34(5), 265-270.

Erickson, M. C. ve Hung, Y. (1997). Quality in Frozen Food

Faria, A. ve Calhau, C. (2010). Pomegranate in human health,

Fawole, O. A. ve Opara, U. L. (2013). Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages, Science Horticulturae 150, 37-46.

Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A, Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M. ve Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and ıts relationshipwith phenolic composition and processing, J. Agric. Food Chem. 48, 4581-4589.

Gölükcü, M., Tokgöz, H. ve Çelikyurt M. A. (2008).Nar çekirdeğinin bazı özellikler, ve nar çekirdeği yağının yağ asitleri bileşimi, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü 07100 Antalya.

Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Şensoy, R. İ. G. ve Gündoğdu, Ö. (2010). Şirvan (Siirt) yöresinde yetiştirilen narların pomolojik özellikleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tar. Bil. Derg 20(2): 138-143.

Gündogdu, M. ve Yilmaz H.(2012). Organic acid, phenolic profile and antioxidant capacities of pomegranate (Punica granatum L.) cultivars and selected genotypes Science Horticulturae143, 38-42.

Gonçalves, E. M., Cruz, R. M. S., Abreu, M., Brandao, T. R. S. ve Silva, C., I., M. (2009). Biocheical and colour changes of watercress (Nasturtium officinale R. Br.) during freezing and frozen storage, Journal of Food Engineering 93, 32-39.

Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. ve Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay, Nutrition Research 23, 1719-1726.

Hager, A., Howard L. R., Prior, R. L. ve Brownmiller, C. (2008). Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Black Raspberry Products, Journal of Food Science Vol. 73, Nr. 6.

Holzwarth, M., Korhummel, S., Carle, R. ve Kammerer, D. R. (2012). Evaluation of the effects of different freezing and thawing methods on color, polyphenol and ascorbic acid retention in strawberries (Fragaia×ananassa Duch.), Food Research International 48, 241-248.

Ismail, T., Sestili, P. ve Akhtar, S. (2012). Pomegranate an fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects, Journal of Ethnopharmacology 143, 397-405.

Kalichevsky, M. T., Knorr, D. ve Lillford, P. J. (1995). Potential food applications of high-pressure effects on ice-water transitions, Trends in Food Science & Technology Vol.6.

Kelebek, H. ve Canbaş, A. (2010). Hicaz narı şırasının organic asit şeker ve fenol bileşikleri içeriği ve antioksidan kapasitesi, GIDA 35(6), 439-444,

Konak, Ü.İ., Certel, M. ve Helhel, S. (2009). Gıda Sanayisinde Mikrodalga Uygulamaları, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt:4, No:3 (20-31).

Koyuncu, M. A., Savran, E., Dilmaçünal, T., Kepenek, K., Cangi, R. ve Çağatay, Ö. (2005). Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinin Soğukta Depolanması, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 15-23.

Kulkarani, A.P. ve Aradhya S.M.Abrahart, (2005).Chemical changes and antioxidant activity in pomegranatearils during fruit development, Food Chemistry 93, 319-324.

Kurt, H. ve Şahin G. (2013). Bir ziraat coğrafyası çalışması : Türkiye' de nar (Punica granatum L.) tarımı, Marmara Coğrafya Dergisi sayı:27, Ocak 2013, 551-574.

Labib, F. ve Hossin, A. (2009). Effect of pomegranate (Punica granatum) peels and ıts extract on obese hypercholestrolemic rats, Pakistan Journal of Nutrition 8(8): 1251-1257.

Li B. ve Sun D. (2002). Novel methods for rapid freezing and thawing of foods, Journal of Food Engineering 54, 175-182

Lisiewska, Z. ve Kmiecik, W. (2000), Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes, Food Chemistry 70, 167-173.

Martinez, J. J., Hernandez, F., Abdelmajid, H., Legua, P., Martinez, R, El Amine, A. ve Melgarejo, P. (2012). Physico-chemical characterization of six pomegranate cultivars from Morocco: Processing and fresh market aptitudes, Science Horticulturae 140, 100-106

Melgarejo, P. ve Artes, F. (2000). Organic Acids and Sugar Composition of Pomegranate Juice. Europan Food Research Technology, Vol.4, No.1, pp30-31, ISSN1438-2377

Mena, P., **Garcia-Viguera, C., Navarro-Rico, J., A Moreno, D., Bartual, J., Saura, D. ve Marti, N.** (2011). Phytochemical characterization for industrial use of pomegranate (Punica granatum L.) cultivars grown in Spain. J Sci Food Agric, 91: 1893-1906.

MEYED (2011). Meyve Suyu Endüstri Derneği, Türkiye Meyve Suyu v.b. Ürünler Sanayi Raporu.

Michalczyk, M.ve Macura, R. (2010). Effect of Processing and Storage on the Antioxidant Activity of Frozen and Pasteurized Shadlow Serviceberry (Amelanchier canadensis), International Journal of Food Properties, 13:6, 1225-1233.

Mullen, W., Stewart A. J., Lean, M. E. J., Gardner, P., Duthie, G. G. ve Crozier, A. (2002). Effect of Freezing and Storage on the Phenolics, Ellagitannins, Flavonoids and Antioxidant Capacity of Red Raspberries, J. Agric. Food Chem. 50, 5197-5201.

Muradoğlu, F., Balta, F. M., Ozrenk, K. (2006). Pomegranate (Punica Granatum L.) Genetic Resources from Hakkari, Turkey, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(6): 520-525.

Nayak, B., Liu, B. ve Tang, J. (2013). Effect of processing on phenolic antioxidants of frits, vegetables and grains, Food Science and Nutrition.

Nakamura, Y.veTonogai, Y. (2002). Effects of grape ssed polyphenols on serum and hepatic lipid contents and fecal steroid excretion in normal and hypercholesterolemic rats, Journal of Health Science 48(6), 570-578.

Nizamlıoğlu, N. M. ve Nas, S. (2010). Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi cilt:5 no:1, 20-35.

Özgen, M., Durgaç, C., Serçe, S. Ve Kaya, C. (2008). Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey, Food Chemistry 111, 703- 706.

Özkal, N. ve Dinç S. (1993). Nar (Punicia grantum L.) meyva kabuklarının eczacılık yönünden değerlendirilmesi, Ankara Ecz. Fak. Der. 22, 1-2

Özkal, N. ve Dinç, S. (1993). Punica granatum L. (Nar) Bitkisinin Kimyasal Bileşimive Biyolojik Aktiviteleri, Ankara Ecz. Fak. Der. 22, 1-2

Poyrazoğlu, E., Gökmen, V., Artık, N. (2002).Organic Acids and Phenolic Compounds in Pomegranates (Punica granatum L.) Grown in Turkey, Journal of Food Composition and Analysis 15, 567-575.

Rahman, M. S. (2006). State diagram of foods: Its potential use in food processing and product stability, Trends in Food Science & Technology 17, 129-141.

Rawson, A., Tiwari, B. K., Tuohy, M. ve Brunton N. (2012). Impact of frozen storage on polyacetylene content, texture and colour in carrots disksJournal of Food Engineering 108, 563-569.

Sablani, S.S., Bruno, L., Kasapis, S. ve Symaladevi, R. M. (2009). Thermal transitions of rice: Development of a state diagram,Journal of Food Engineering 90, 110-118.

Sahari, M. A., Boostani, M. ve Hamidi, Z. (2004), Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry, Food Chemistry 86, 357-363

Sarıca, Ş. (2011). Nar suyu yan ürünlerinin hayvan beslenmesinde kullanım olanakları, GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi 28(2), 97-101.

Scalzo, R. L., Iannoccari, T., Summa, C., Morelli, R. ve Rapisarda, P.(2004). Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activitiy of blood orange juice, Food Chemistry 85, 41-47.

Simandjuntak, V., Barrett, D. M. ve Wrolstad, R. E. (1996). Cultivar and Frozen Storage Effects on Muskmelon (Cucumis melo) Colour, Texture and Cell Wall Polysaccharide Composition, J. Sci. Food Agric. 71, 291-296.

Sirijariyawat, A ve Charoenrein, S. (2012). Freezing characteristics and texture variation after freezing and thawing of four fruit types, Songklanakarin J. Sci. Technol. 34(5), 517-523.

Şen, F. ve Eroğul, D. (2012). Adıyaman ilinde Yetiştirilen 'Hicaznar' Nar Çeşidinin Depolama Sürecindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7(2), 103-111.

Tehranifar, A., Zarei. M., Nemati, Z., Esfandiyari, B. ve Vazifeshenas M. R., (2010).Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (Punica granatum L.) cultivars, Science Horticulturae 126, 180-185

Tezcan, F., **Özgüven-Gültekin, M., Diken, T., Özçelik, B. ve Erim, F. B.** (2009). Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices, Food Chemistry 115, 873-877

Toit, R., Volsteedt, Y. ve Apostolides, Z. (2001). Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents, Toxicology 166, 63-69.

Tsao, R. ve Yang, R. (2003). Optimization of a new mobile phase to know the complexand real polyphenolic composition: towards a totalphenolic index using high-performanceliquid chromatography, Journal of Chromatography A 1018, 29-40.

TUIK. (2012) Türkiye İstatistik Kurumu

Tüfekçi Benli, H., Fenercioğlu, H. (2010).Tu□rkiye'de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal ÖzelliklerAçısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu, Akademik Gıda 8(2), 11-17.

Ünal, Ç., Velioğlu, S. ve Cemeroğlu B.(1995). Türk nar sularının bileşim öğeleri, GIDA 20(6), 339-345.

Van Buggenhout, S., **Messagie, I., Maes, V., Duvetter, T., Van Loey, A. ve Hendrickx, M**. (2006). Minimizing texture loss of frozen strawberries: effect of infusion with pectinmethylesterase and calcium combined with different freezing conditions and effect of subsequent storage/thawing conditions, Eur. Food Res. Technol. 223, 395-404.

Vardin, H.ve Abbasoğlu, M. (2004). Evaluation opportunities of pomegranate and pomegranate sauce, Symposium on Traditional Foods, Van Turkey, 23-24 September 2004,pp. 165-169, Journal of Agricultural and Food Chemistry 46, 4113-4117.

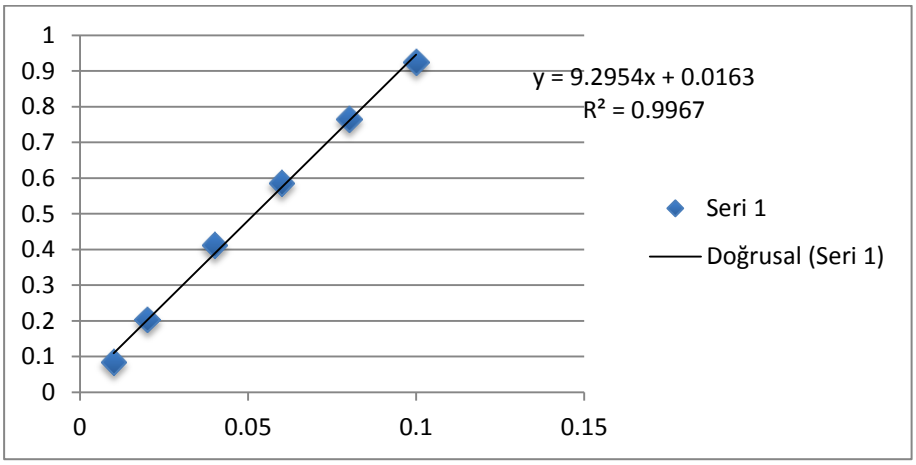
Wotton-Bread, P. C. ve Ryan, L. (2011).Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages, Food Research International 44, 3135-3148.

Wu, R., Frei, B., Kennedy, J. A. ve Zhao, Y. (2010). Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Morion' and 'Evergreen' blackberries, LWT- Food Science and Technology 43, 1253-1264.

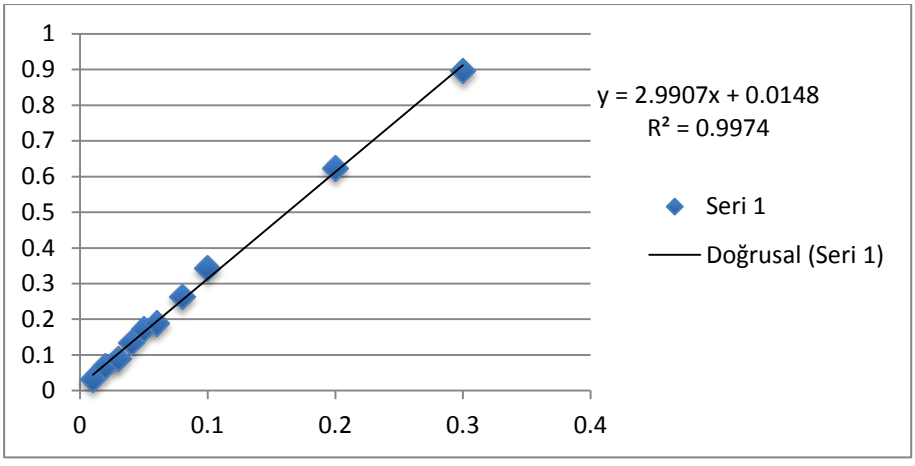
Yılmaz, C. (2012). Nar yetiştiriciliği Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Erdemli-Mersin

EKLER

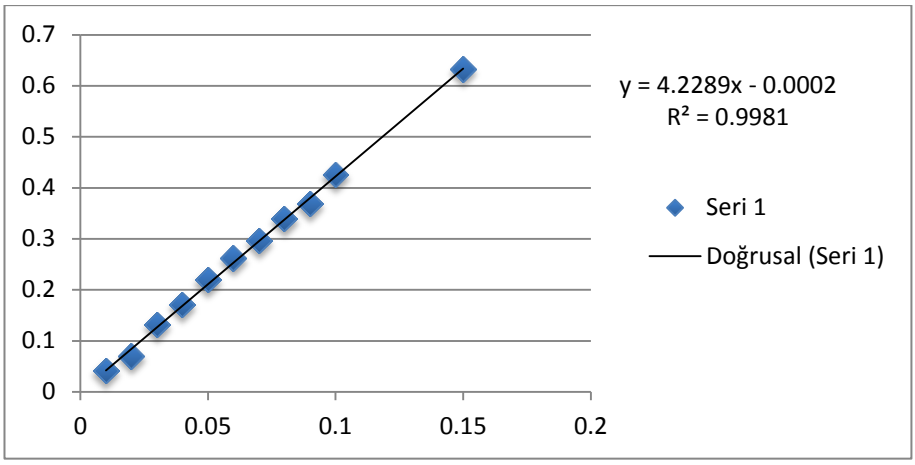
EK A: KALİBRASYON EĞRİLERİ



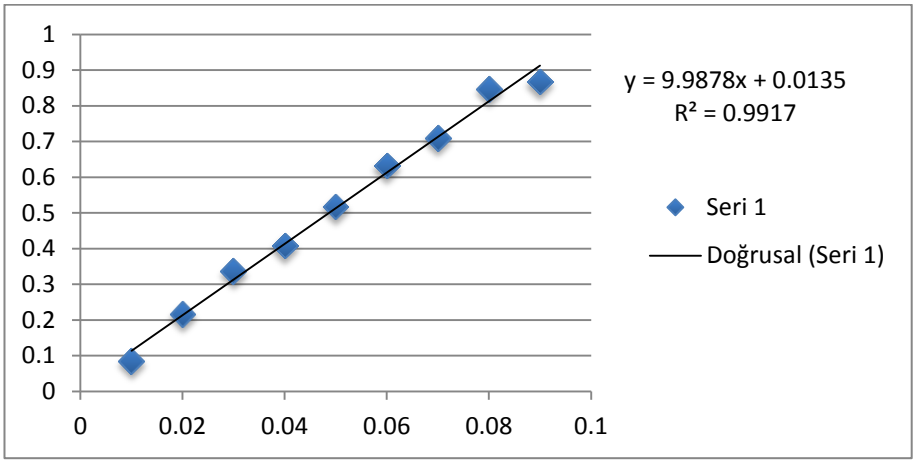
Şekil A.1: %75'lik methanol'deki toplam fenolik madde kalibrasyon eğrisi



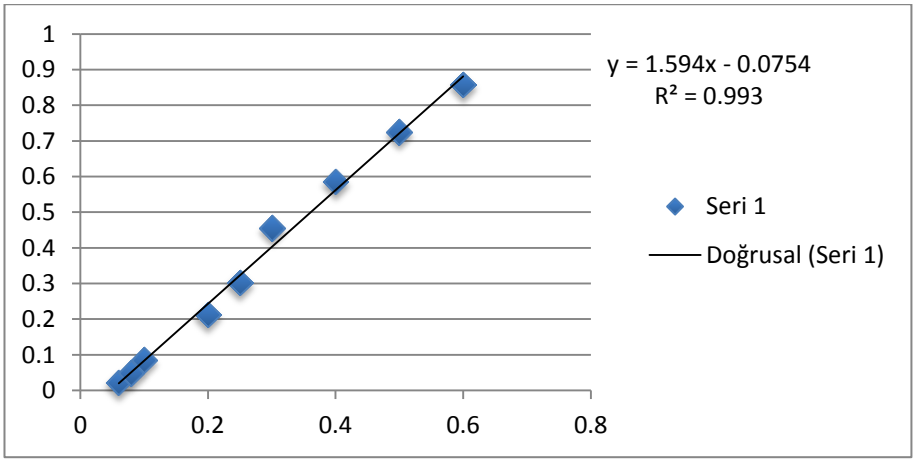
Şekil A.2: %75'lik methanol'deki toplam flavonoid madde kalibrasyon eğrisi



Şekil A.3: %75'lik methanol'deki DPPH madde kalibrasyon eğrisi

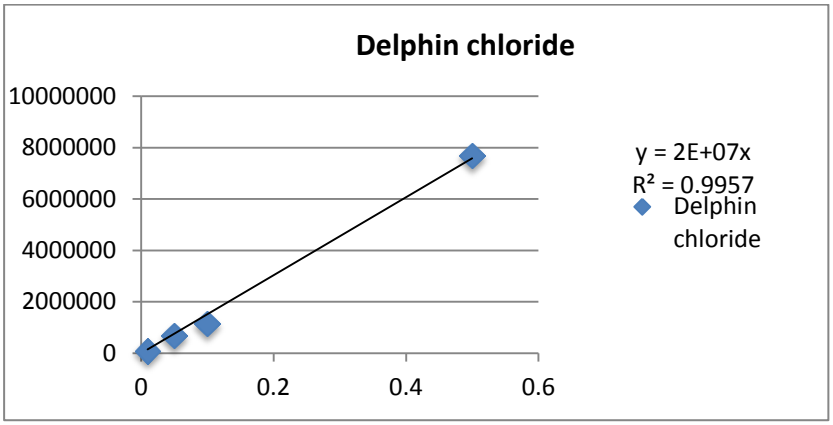


Şekil A.3: %75'lik methanol'deki ABTS madde kalibrasyon eğrisi

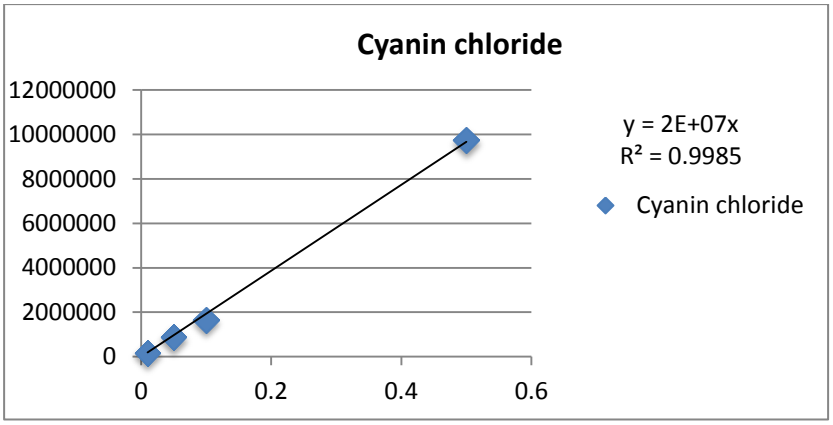


Şekil A.5: %75'lik methanol'deki CUPRAC madde kalibrasyon eğrisi

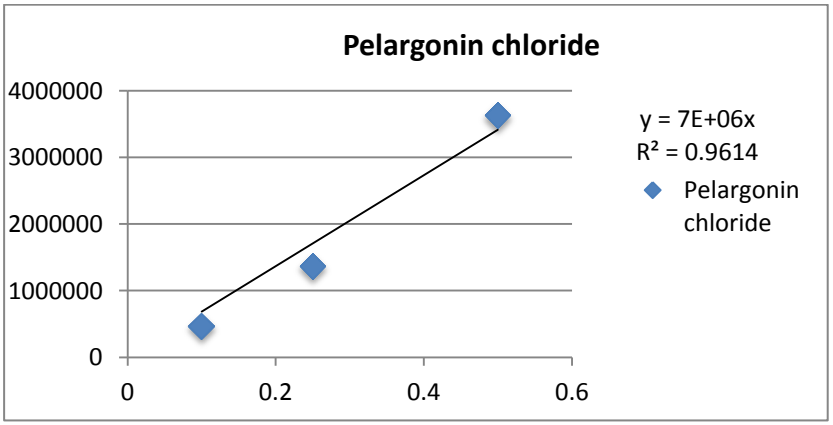
EK B: HPLC KALİBRASYON EĞRİLERİ



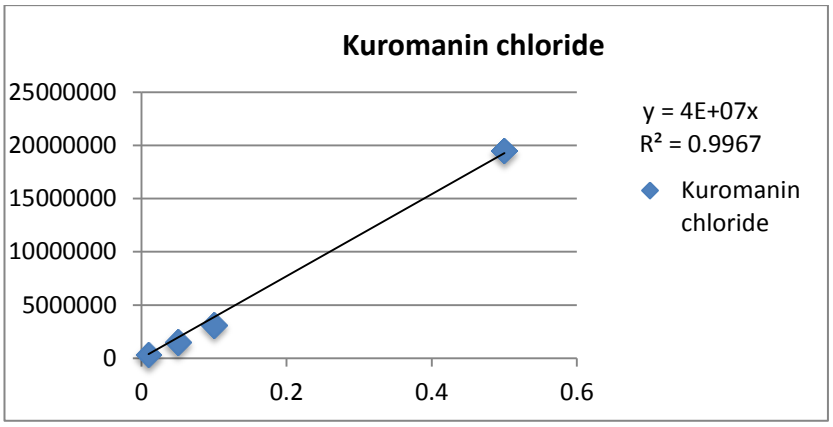
Şekil B.1:HPLC için Delphin klorid (Delphinidin 3,5-Di-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi



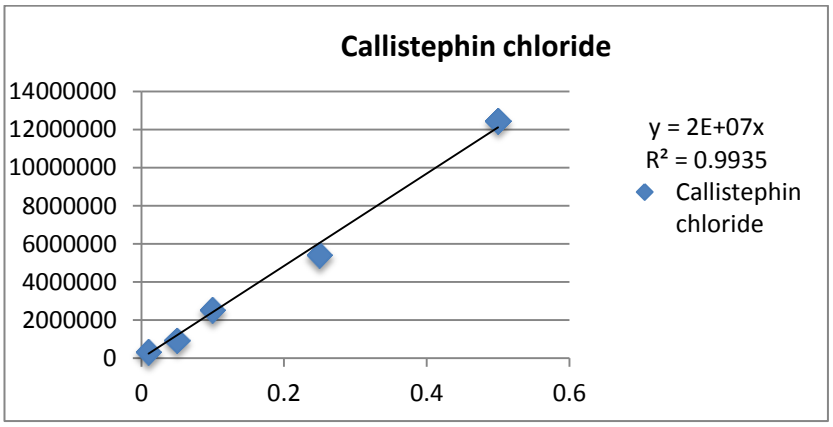
Şekil B.2:HPLC için Cyanin klorid (Cyanin 3,5-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi



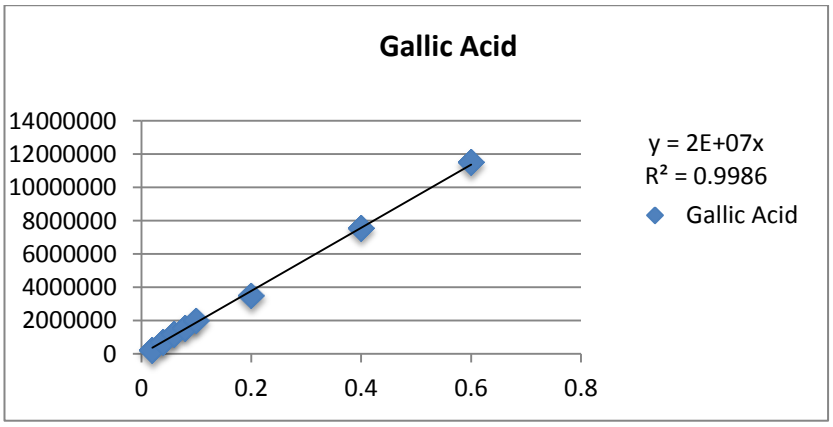
Şekil B.3:HPLC için Pelargonin klorid (Pelargonidin 3,5-Di-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi



Şekil B.4:HPLC için Kuromanin klorid (Cyanidin-3-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi

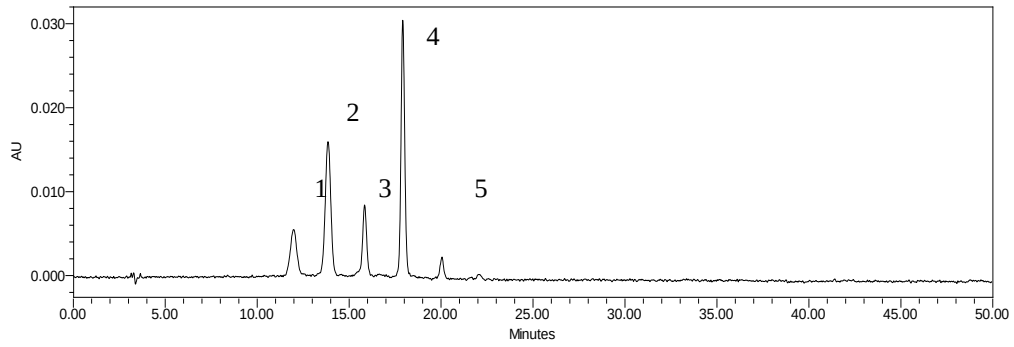


Şekil B.5:HPLC için Callistephin klorid (Pelargonidin 3-O-Glucoside) standart kalibrasyon eğrisi

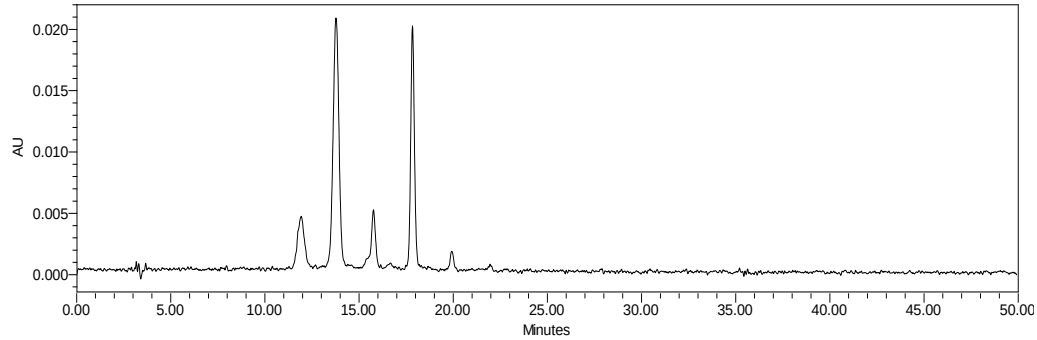


Şekil B.6: HPLC için Gallik asit standart kalibrasyon eğrisi

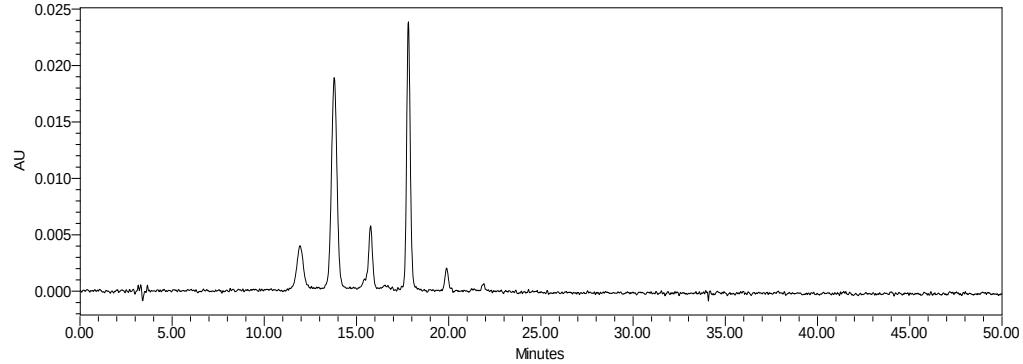
EK C: HPLC KROMATOGRAMLARI



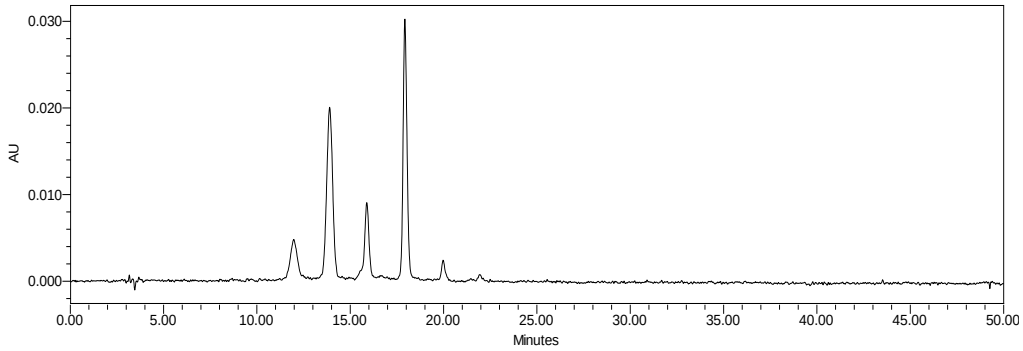
Şekil C.1: Ev tipi dondurulmuş 1.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları(1: delfin 3,5-O diglukozit, 2: siyanin 3,5-glukozit, 3: pelargonidin 3,5-O diglukozit, 4: siyanidin 3-O glukozit, 5: pelargonidin 3-glukozit)



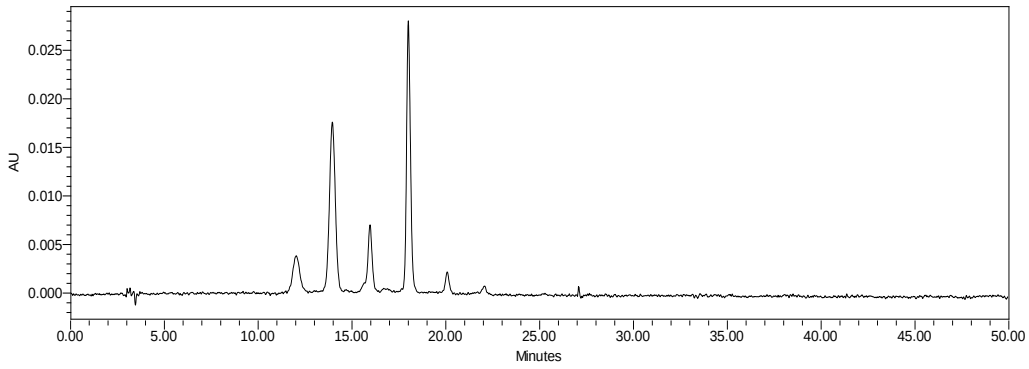
Şekil C.2: Ev tipi dondurulmuş 1.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



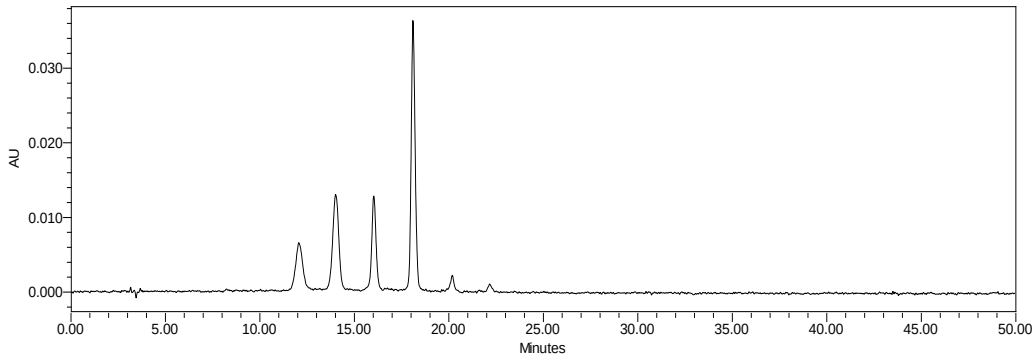
Şekil C.3: Ev tipi dondurulmuş 1.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



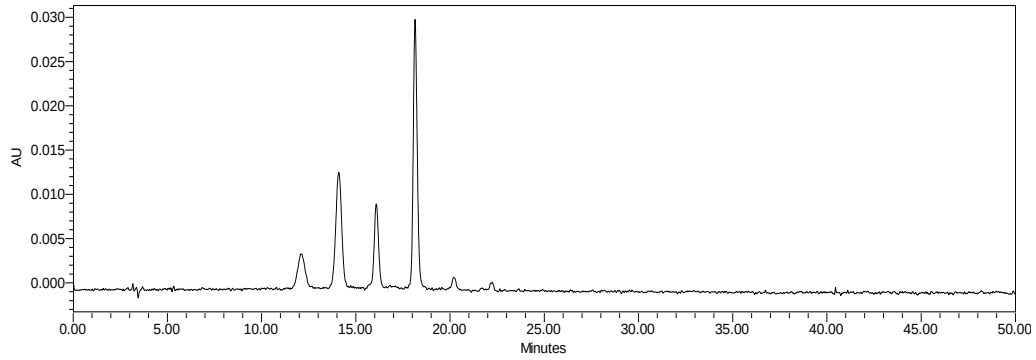
Şekil C.4: Ev tipi dondurulmuş 1.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



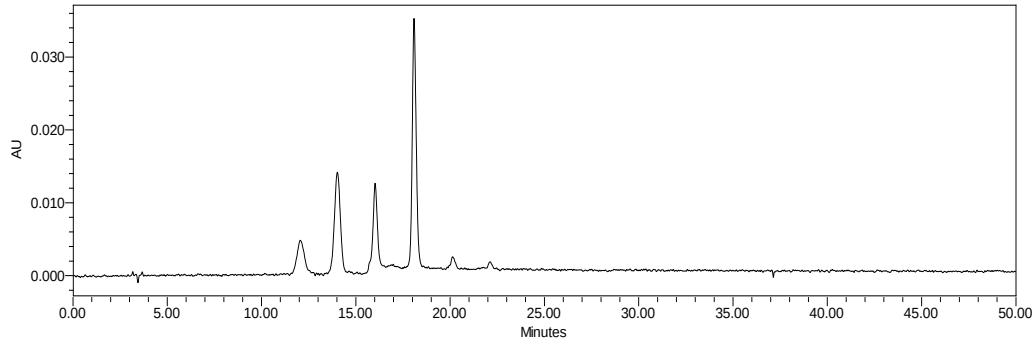
Şekil C.5: Ev tipi dondurulmuş 1.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



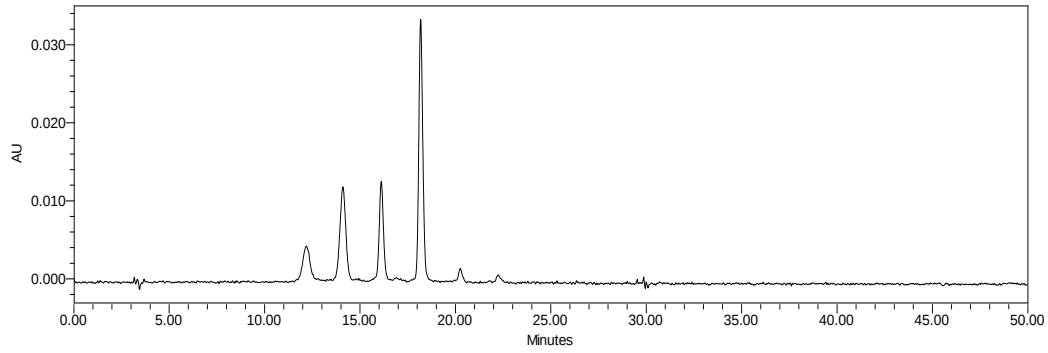
Şekil C.6:IQF dondurulmuş 1.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



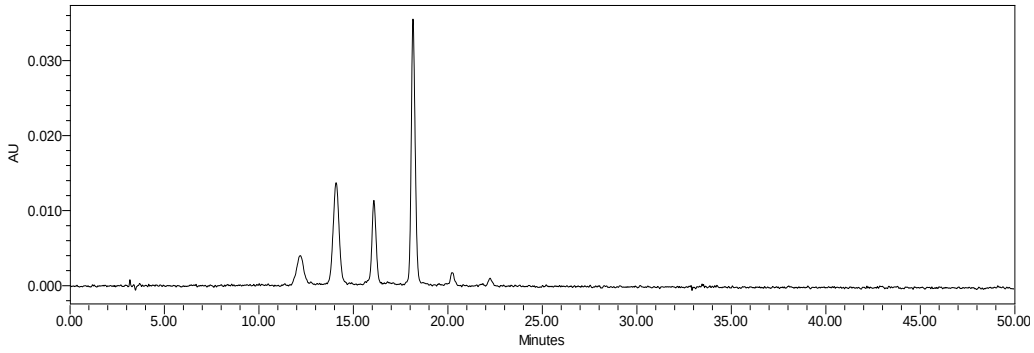
Şekil C.7:IQF dondurulmuş 1.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



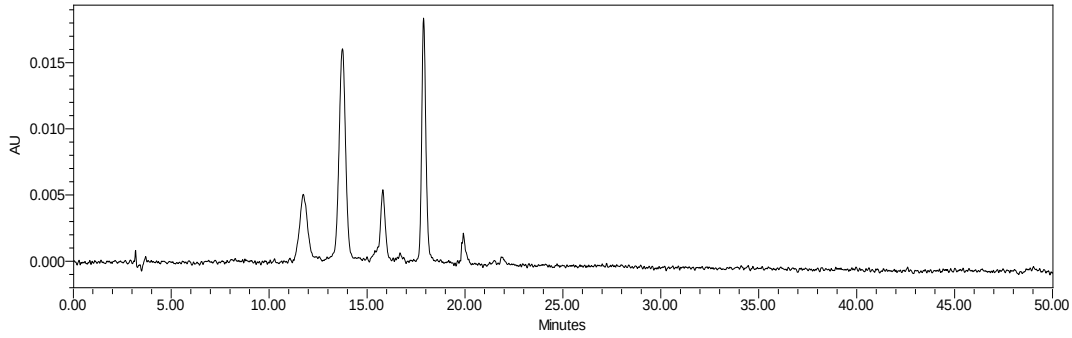
Şekil C.8:IQF dondurulmuş 1.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



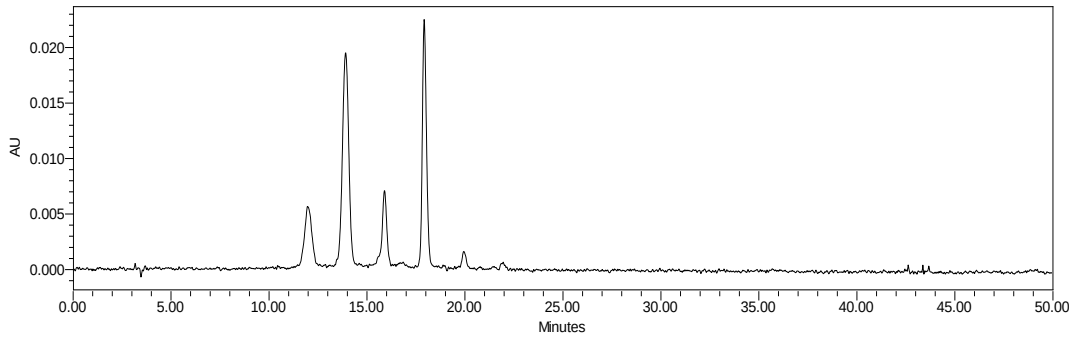
Şekil C.9:IQF dondurulmuş 1.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



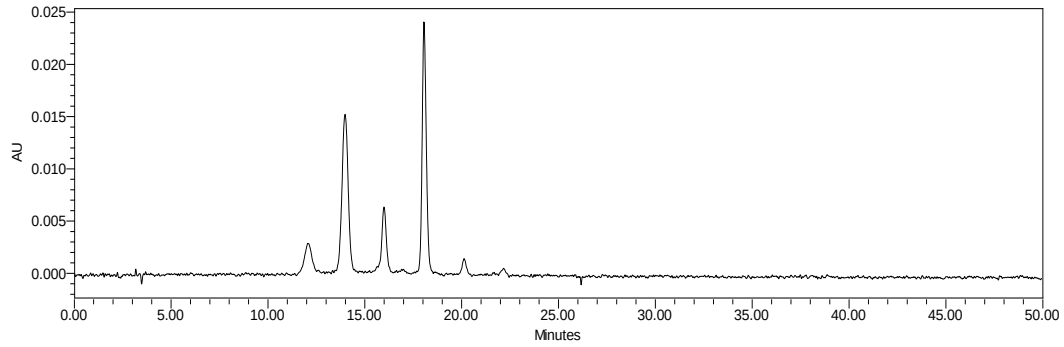
Şekil C.10:IQF dondurulmuş 1.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



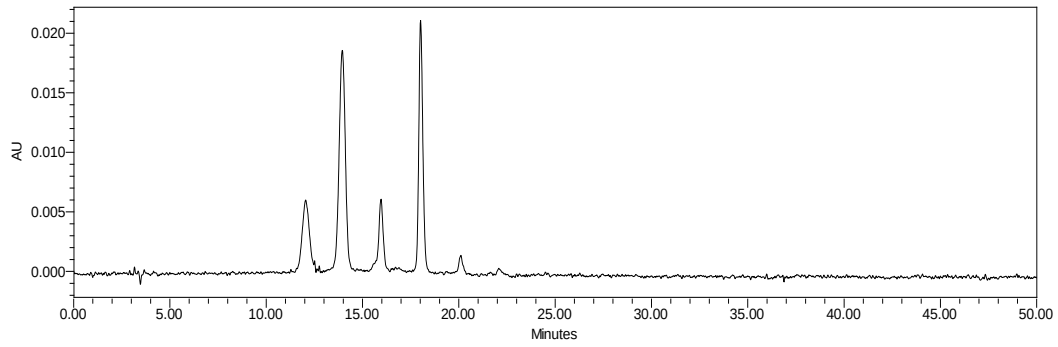
Şekil C.11: Ev tipi dondurulmuş 4.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



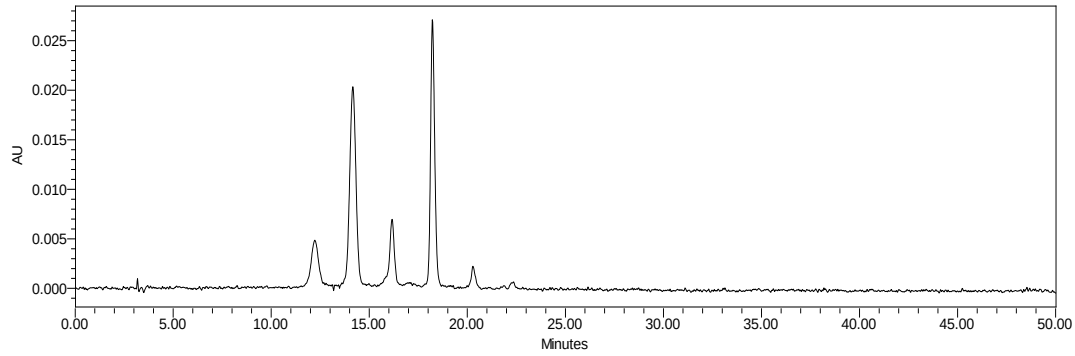
Şekil C.12: Ev tipi dondurulmuş 4.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



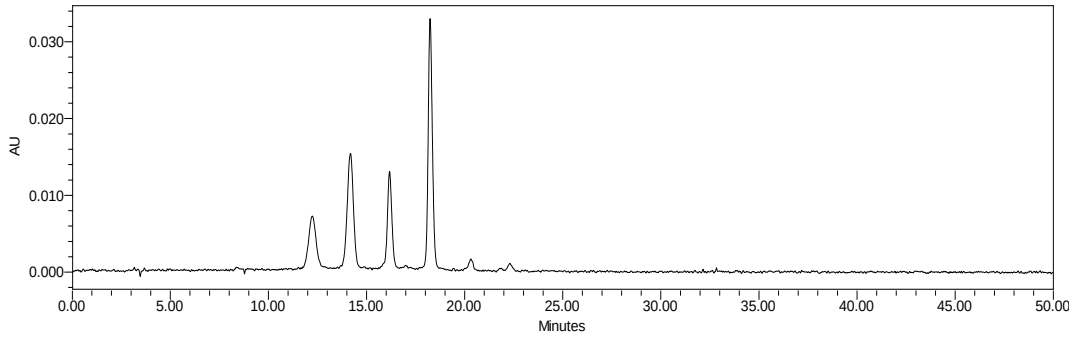
Şekil C.13: Ev tipi dondurulmuş 4.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



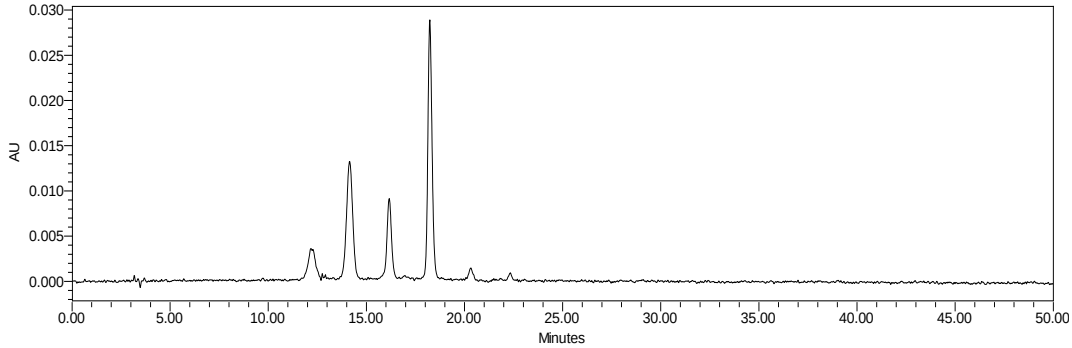
Şekil C.14: Ev tipi dondurulmuş 4.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



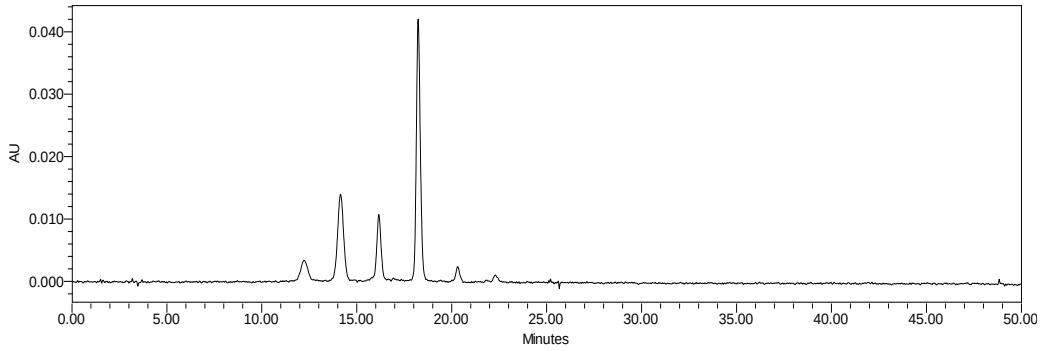
Şekil C.15: Ev tipi dondurulmuş 4.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



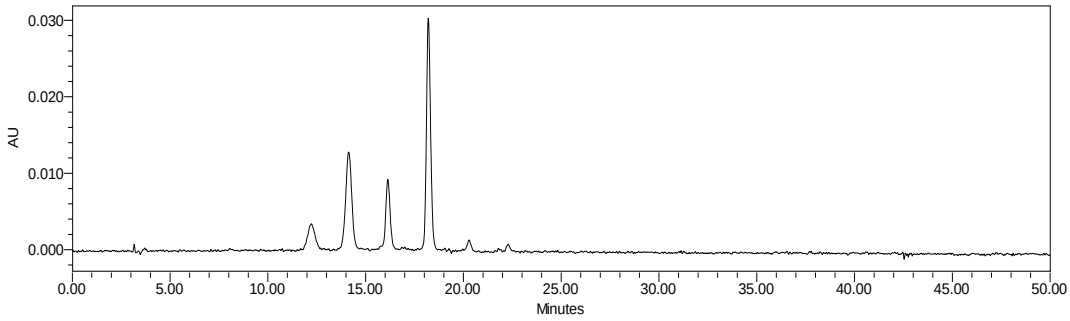
Şekil C.16:IQF dondurulmuş 4.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



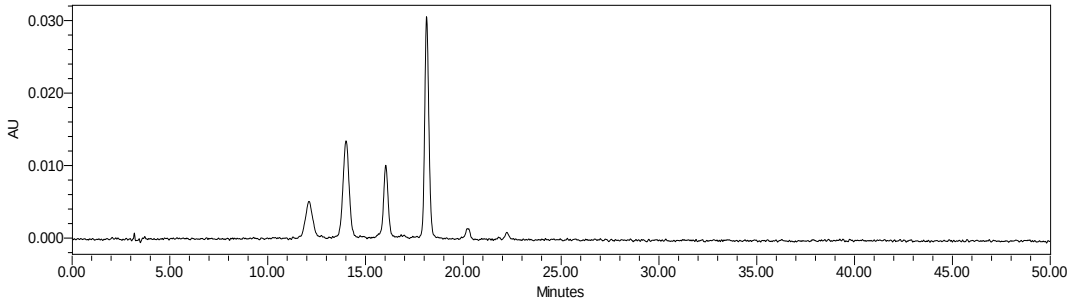
Şekil C.17:IQF dondurulmuş 4.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



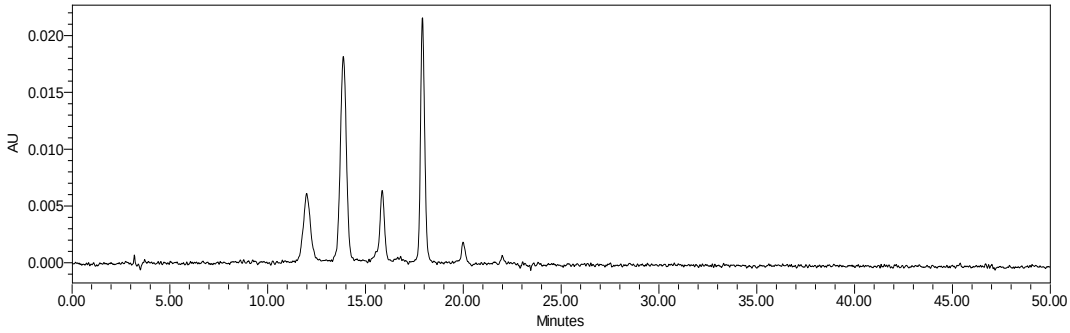
Şekil C.18:IQF dondurulmuş 4.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



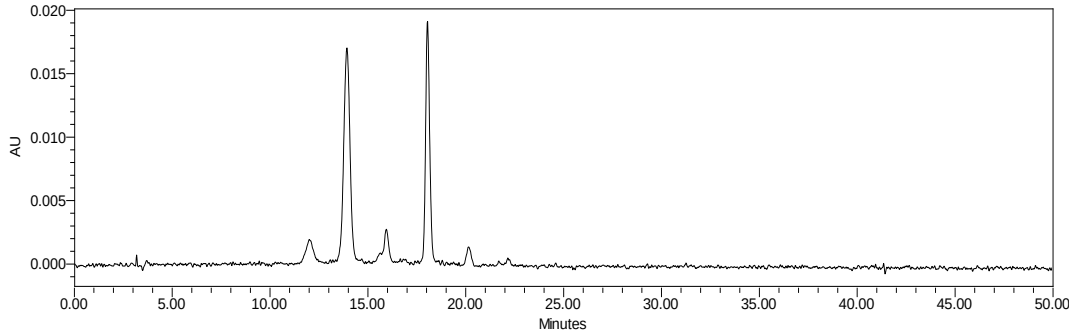
Şekil C.19:IQF dondurulmuş 4.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



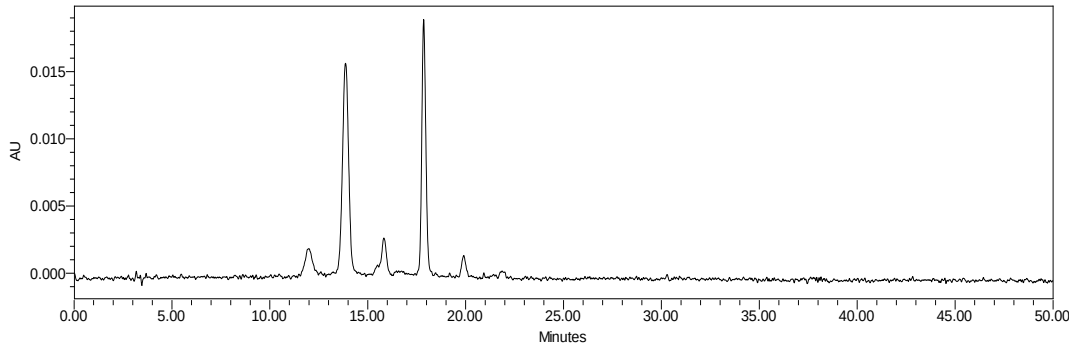
Şekil C.20:IQF dondurulmuş 4.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



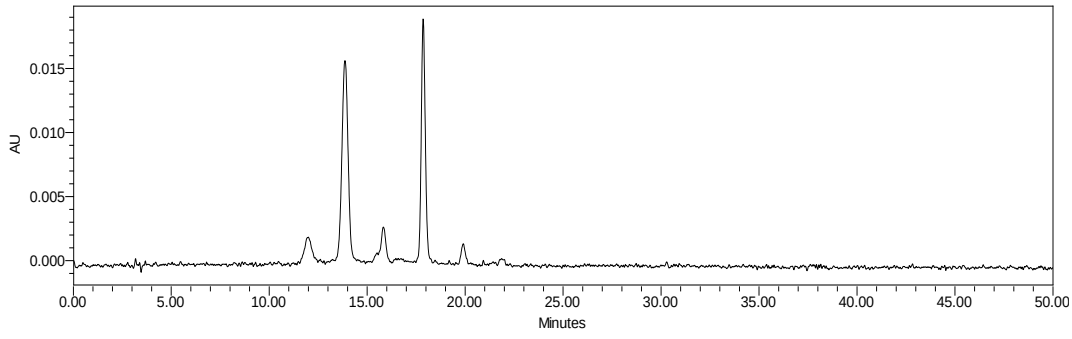
Şekil C.21: Ev tipi dondurulmuş 8.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



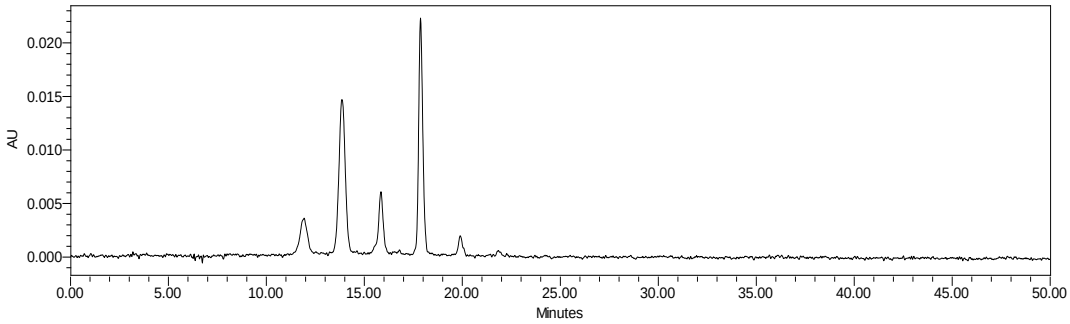
Şekil C.22: Ev tipi dondurulmuş 8.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



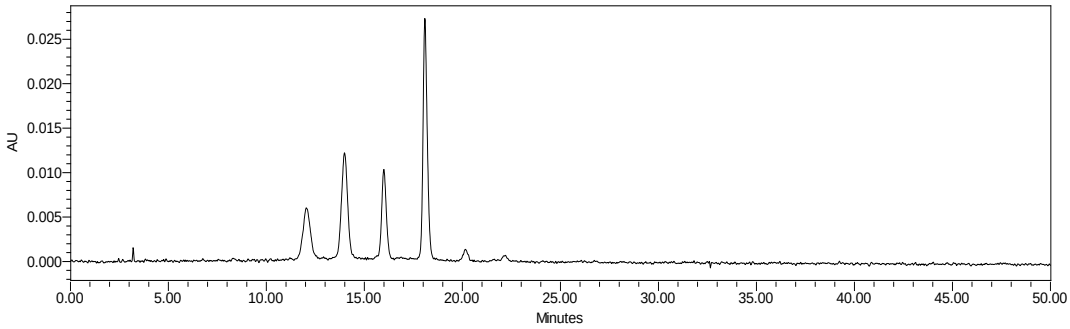
Şekil C.23: Ev tipi dondurulmuş 8.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



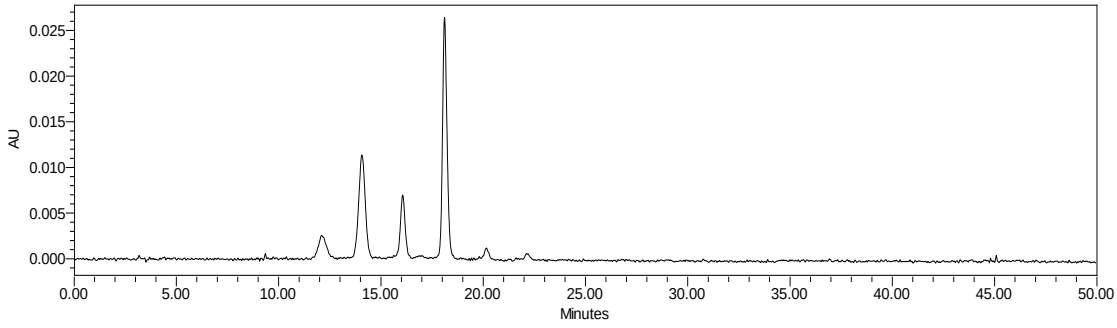
Şekil C.24: Ev tipi dondurulmuş 8.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



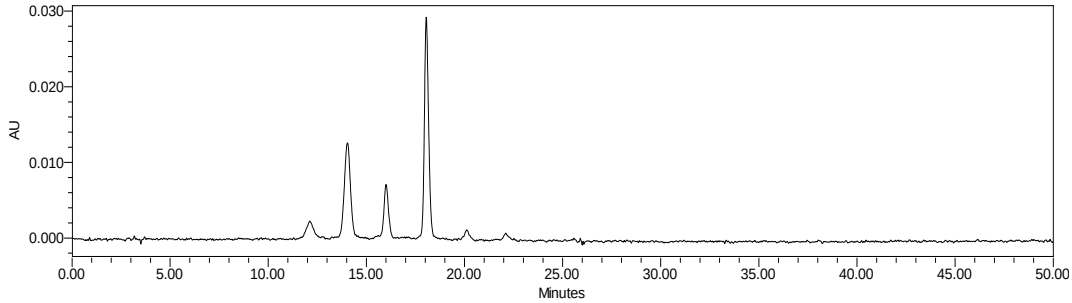
Şekil C.25: Ev tipi dondurulmuş 8.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



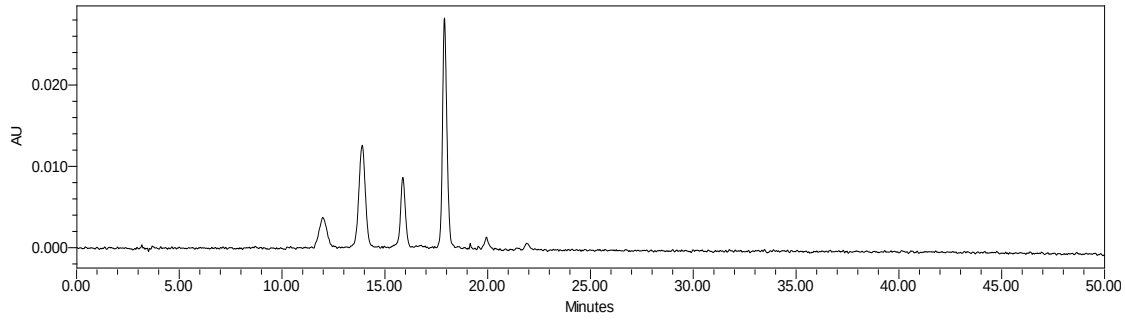
Şekil C.26: IQF dondurulmuş 8.ay örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



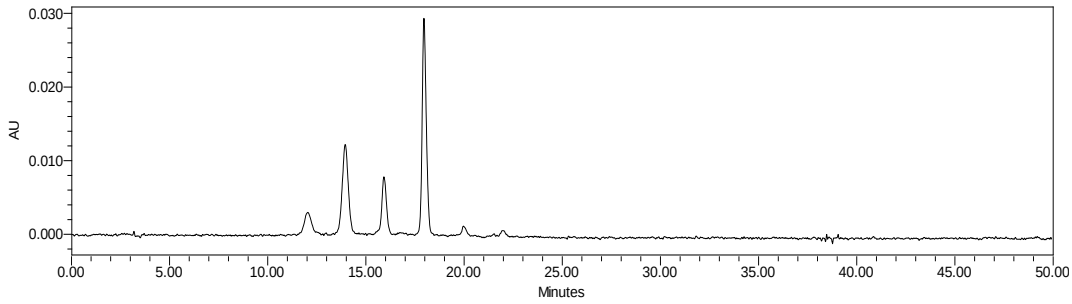
Şekil C.27: IQF dondurulmuş 8.ay MW çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



Şekil C.28: IQF dondurulmuş 8.ay oda sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



Şekil C.29: IQF dondurulmuş 8.ay dolap sıcaklığında çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları



Şekil C.30: IQF dondurulmuş 8.ay sıcak su uygulanarak çözündürülmüş örneklerinin 520 nm' deki HPLC kromatogramları

EK D: İSTATİKSEL TABLOLAR

Çizelge D.1: Ev tipi dondurulmuşve çözündürülmüş 1. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CUPRAC	Between Groups	92312,894	4	23078,224	4,258	,029
	Within Groups	54194,839	10	5419,484		
	Total	146507,733	14			
DPPH	Between Groups	20893,739	4	5223,435	,735	,589
	Within Groups	71034,562	10	7103,456		
	Total	91928,301	14			
TP	Between Groups	10060,845	4	2515,211	1,343	,320
	Within Groups	18734,172	10	1873,417		
	Total	28795,017	14			
TF	Between Groups	678,229	4	169,557	30,343	,000
	Within Groups	55,881	10	5,588		
	Total	734,110	14			
ABTS	Between Groups	35499,845	4	8874,961	1,146	,390
	Within Groups	77420,284	10	7742,028		
	Total	112920,129	14			
brix	Between Groups	2,027	3	,676	1,751	,234
	Within Groups	3,087	8	,386		
	Total	5,114	11			
driploss	Between Groups	82,470	3	27,490	37,219	,000
	Within Groups	5,909	8	,739		
	Total	88,379	11			
asitlik	Between Groups	1,249	3	,416	1,060	,418
	Within Groups	3,142	8	,393		
	Total	4,391	11			
pH	Between Groups	,090	3	,030	1,770	,231
	Within Groups	,136	8	,017		
	Total	,227	11			
L	Between Groups	11,226	3	3,742	22,365	,000
	Within Groups	1,339	8	,167		
	Total	12,565	11			
a	Between Groups	3,721	3	1,240	7,119	,012
	Within Groups	1,394	8	,174		
	Total	5,115	11			
b	Between Groups	,487	3	,162	,561	,655
	Within Groups	2,314	8	,289		
	Total	2,800	11			

Çizelge D.2: Ev tipi dondurulmuş ve çözündürülmüş 8. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu.

	Between Groups	212397,695	4	53099,424	20,989	,000
CUPRAC	Within Groups	25298,596	10	2529,860		
	Total	237696,291	14			
	Between Groups	125462,551	4	31365,638	24,363	,000
DPPH	Within Groups	12874,538	10	1287,454		
	Total	138337,089	14			
	Between Groups	10618,459	4	2654,615	6,080	,010
TP	Within Groups	4366,422	10	436,642		
	Total	14984,881	14			
	Between Groups	225,971	4	56,493	3,133	,065
TF	Within Groups	180,332	10	18,033		
	Total	406,303	14			
	Between Groups	179594,508	4	44898,627	14,793	,000
ABTS	Within Groups	30351,445	10	3035,145		
	Total	209945,953	14			
	Between Groups	,493	3	,164	,347	,793
brix	Within Groups	3,788	8	,473		
	Total	4,280	11			
	Between Groups	189,969	3	63,323	77,314	,000
driploss	Within Groups	6,552	8	,819		
	Total	196,521	11			
	Between Groups	,438	3	,146	,343	,795
asitlik	Within Groups	3,405	8	,426		
	Total	3,842	11			
	Between Groups	,406	3	,135	3,678	,062
pH	Within Groups	,295	8	,037		
	Total	,701	11			
	Between Groups	11,067	3	3,689	4,039	,051
L	Within Groups	7,306	8	,913		
	Total	18,372	11			
	Between Groups	23,758	3	7,919	22,153	,000
a	Within Groups	2,860	8	,357		
	Total	26,618	11			
	Between Groups	11,595	3	3,865	11,896	,003
b	Within Groups	2,599	8	,325		
	Total	14,194	11			

Çizelge D.3: IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş 1. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu.

	Between Groups	25974,225	4	6493,556	1,641	,239
CUPRAC	Within Groups	39578,743	10	3957,874		
	Total	65552,967	14			
	Between Groups	40848,102	4	10212,026	2,757	,088
DPPH	Within Groups	37039,700	10	3703,970		
	Total	77887,802	14			
	Between Groups	2772,038	4	693,010	1,123	,399
TP	Within Groups	6170,480	10	617,048		
	Total	8942,518	14			
	Between Groups	2927,004	4	731,751	118,845	,000
TF	Within Groups	61,572	10	6,157		
	Total	2988,576	14			
	Between Groups	79204,376	4	19801,094	4,457	,025
ABTS	Within Groups	44429,047	10	4442,905		
	Total	123633,423	14			
	Between Groups	2,230	3	,743	2,449	,138
brix	Within Groups	2,429	8	,304		
	Total	4,659	11			
	Between Groups	43,298	3	14,433	23,776	,000
driploss	Within Groups	4,856	8	,607		
	Total	48,154	11			
	Between Groups	,479	3	,160	,581	,644
asitlik	Within Groups	2,198	8	,275		
	Total	2,677	11			
	Between Groups	,275	3	,092	1,229	,361
pH	Within Groups	,598	8	,075		
	Total	,873	11			
	Between Groups	15,295	3	5,098	9,770	,005
L	Within Groups	4,175	8	,522		
	Total	19,469	11			
	Between Groups	38,588	3	12,863	24,883	,000
a	Within Groups	4,135	8	,517		
	Total	42,724	11			
	Between Groups	22,250	3	7,417	24,793	,000
b	Within Groups	2,393	8	,299		
	Total	24,643	11			

Çizelge D.4: IQF dondurulmuş ve çözündürülmüş 8. ay nar tanelerindeki farklılıklar için tek yollu varyans analiz tablosu.

	Between Groups	299159,199	4	74789,800	12,722	,001
CUPRAC	Within Groups	58786,002	10	5878,600		
	Total	357945,202	14			
	Between Groups	70542,034	4	17635,508	8,601	,003
DPPH	Within Groups	20503,426	10	2050,343		
	Total	91045,459	14			
	Between Groups	18537,348	4	4634,337	2,087	,158
TP	Within Groups	22207,493	10	2220,749		
	Total	40744,841	14			
	Between Groups	384,790	4	96,197	9,850	,002
TF	Within Groups	97,663	10	9,766		
	Total	482,453	14			
	Between Groups	88718,476	4	22179,619	3,825	,039
ABTS	Within Groups	57992,062	10	5799,206		
	Total	146710,538	14			
	Between Groups	1,025	3	,342	1,293	,341
brix	Within Groups	2,112	8	,264		
	Total	3,137	11			
	Between Groups	47,484	3	15,828	83,255	,000
driploss	Within Groups	1,521	8	,190		
	Total	49,005	11			
	Between Groups	,659	3	,220	,701	,577
asitlik	Within Groups	2,506	8	,313		
	Total	3,165	11			
	Between Groups	,219	3	,073	2,980	,096
pH	Within Groups	,196	8	,024		
	Total	,415	11			
	Between Groups	,938	3	,313	,759	,548
L	Within Groups	3,294	8	,412		
	Total	4,231	11			
	Between Groups	64,026	3	21,342	133,088	,000
a	Within Groups	1,283	8	,160		
	Total	65,308	11			
	Between Groups	20,323	3	6,774	22,961	,000
b	Within Groups	2,360	8	,295		
	Total	22,683	11			

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yasemin ŞENGÜL

Doğum Yeri ve Tarihi: 22.08.1987 / Trabzon

Adres: Bahçelievler / İstanbul

E-Posta: yasemnsengul@gmail.com

Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi

İş/Staj deneyimi:

11/2009-03/2010 Oltan Gıda A.Ş.

04/2010- 08/2011 Ofçaysan Tarım Ürünleri Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş.

07/2007-08/2007 Unmaş A.Ş. İSTANBUL (Kalite Kontrol Laboratuarı, Üretim / Staj)

07/2008-08/2008 Oltan Gıda A.Ş. (Kalite Kontrol laboratuarı, Üretim / Staj)