

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MİKROKAPSÜLLENEN YABAN MERSİNİ EKSTRAKTININ
DONDURMADA VE İN VİTRO KOŞULLARDA ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Pelin DÖLEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2012**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MİKROKAPSÜLLENEN YABAN MERSİNİ EKSTRAKTININ
DONDURMADA VE İN VİTRO KOŞULLARDA ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Pelin DÖLEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2012**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
Teşekkür	iii
Çizelgeler Dizini	iv
Şekiller Dizini	v
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER	5
2.1. Fonksiyonel Gıdalar	6
2.2. Serbest Radikaller	6
2.2.1. Fenolik bileşenler	10
2.2.1.1. Flavanoidler ve biyoyararlılıkları	11
2.3. Yaban Mersini ve Fenolik İçeriği	15
2.4. Mikroenkapsülasyon Tanımı ve Yöntemler	17
2.5. Dondurma ve Meyveli Dondurmalar	19
3.MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Yaban mersini ekstraksiyonu	24
3.2.2. Emülsiyon yöntemi ile k-karragenan ve gellan kapsül materyalinin hazırlanması	24
3.2.2.1. Emülsiyon yöntemi ile k-karragenan kapsülünün hazırlanması	25
3.2.2.2. Emülsiyon yöntemi ile gellan kapsülünün hazırlanması	25
3.2.3. Ekstraktın kapsülleme oranı	25
3.2.4. In vitro çalışmalar	26
3.2.4.1. Yaban mersini ekstraktının yapay mide ve bağırsak ortamına toleransı	26
3.2.4.2. Yaban mersini ekstraktının safraya karşı toleransı	27
3.2.4.3. Yaban mersini ekstraktının hidroksil radikali indirgeme kapasitesi	27
3.2.5. Dondurma üretim yöntemi	28
3.2.6. Kimyasal analizler	28
3.2.6.1. Toplam asitlik	28
3.2.6.2. pH	29
3.2.6.3. Toplam kurumadde	29
3.2.6.4. Toplam antosiyaninlerin belirlenmesi	29
3.2.6.5. Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesi	29
3.2.6.6. Toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi	30
3.2.7. Fiziksel analizler	30
3.2.7.1. Hacim artışı	30
3.2.7.2. Viskozite	30
3.2.7.3. Tamamen erime süresi	31
3.2.7.4. İlk damlama süresi	31
3.2.7.5. Renk analizi	31
3.2.7.5.1. L değeri	31
3.2.7.5.2. a değeri	31
3.2.7.5.3. b değeri	31
3.2.8. Duyusal analizler	32
3.2.9. İstatiksel analizler	32

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	33
4.1. İn Vitro Çalışmalar	33
4.1.1. Ekstratın kapsülleme oranı	33
4.1.2. Serbest ve kapsüllemiş yaban mersini ekstraktlarının yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları.....	33
4.1.2.1. Toplam antosiyanin miktarları	33
4.1.2.2. Toplam fenolik bileşen miktarları.....	35
4.1.2.3. Antioksidan kapasitesi	37
4.1.3. Kapsüllemiş ve serbest ekstraktların safraya karşı toleransı	39
4.1.4. Hidroksil radikalini indirgeme kapasitesi	41
4.2. Serbest ve kapsüllemiş yaban mersini ekstraktları ile üretilen dondurmaların kimyasal analiz özellikleri	41
4.2.1. pH.....	42
4.2.2. Kurumadde	43
4.2.3. Dondurmaların toplam fenolik, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidant kapasitesinde depolama süresince görülen değişiklikler	44
4.2.3.1. Dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı	44
4.2.3.2. Dondurmaların toplam antosiyanin miktarı	46
4.2.3.3. Dondurmaların antioksidan kapasitesi	48
4.3. Serbest ve kapsüllemiş yaban mersini ekstraktı ile üretilen dondurmaların fiziksel özellikleri	50
4.3.1. Hacim artışı.....	50
4.3.2. Viskozite	52
4.3.3. İlk damlama süresi.....	53
4.3.4. Tamamen erime süresi.....	54
4.3.5. Hunter Lab Renk Değerleri	55
4.3.5.1. L değeri.....	56
4.3.5.2. a değeri	57
4.3.5.3. b değeri	68
4.4. Serbest ve kapsüllemiş yaban mersini ekstraktı ile üretilen dondurmaların duyuşal özellikleri.....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ.....	73
ÖZET	74
SUMMARY	75

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

MİKROKAPSÜLLENEN YABAN MERSİNİ EKSTRAKTININ DONDURMADA VE İN VİTRO KOŞULLARDA ANTIOKSİDAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

Pelin DÖLEK

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. M. Buket AKIN
Yıl: 2012 Sayfa:

Bu çalışmada emülsiyon tekniğiyle κ-karragenan ve gellan kapsül materyali ile mikroenkapsülasyon işleminin fenolik bileşenlerin korunması üzerine etkisi *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Araştırmada ayrıca, kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktlarının dondurmadaki fiziksel, kimyasal, duyuşal özelliklere etkileri ile, toplam fenolik bileşen, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Mikroenkapsülasyon işlemi yaban mersinindeki fenollerin, antosiyaninlerin ve antioksidan kapasitesinin midenin asidik ortamına ve safra tuzuna karşı toleransını arttırmıştır. Midenin asidik ortamına ve safra tuzuna karşı toleransta gellan kapsül materyalinin, κ-karragenan kapsül materyalinden daha etkili olduğu saptanmıştır. Yaban mersini ekstraktının kapsüllemesi ve dondurmaya ilave edilen ekstrakt oranı dondurmaların pH, titrasyon asitliği, viskozite, hacim artışı, ilk damlama, tamamen erime, renk değerleri, toplam kuru madde, toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarları ve antioksidan kapasiteleri özellikleri üzerinde önemli düzeyde etkili olmuştur ($p<0.01$). Buna karşılık depolama parametresinin dondurmalarındaki toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarları ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre fizikokimyasal özellikler açısından en ideal örneğin gellan kapsülü içerisinde %1 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (G), duyuşal özellikler açısından da yine gellan içerisinde kapsülü içerisinde %0.5 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (F), olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; dondurma üretiminde yaban mersini ekstraktının gellan içerisinde kapsüllenecek kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: yaban mersini, dondurma, fenolik bileşenler, mikroenkapsülasyon, *in vitro*

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MICROENCAPSULATED BLUEBERRY OF ICECREAM AND DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY IN VITRO

Pelin DÖLEK

**Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. M. Buket AKIN
Year: 2012, Sayfa:**

In this study, κ -karragenan and gellan capsule material the technique of emulsion microcapsulation process, the effect on the protection of phenolic compounds was investigated in vitro. In the study, the effects of microencapsulated blueberry extracts were also determined on the physical, chemical as sensory ice cream effect and the total phenolic, total anthocyanin content and antioxidant capacity. Microencapsulation process increased the tolerance of phenols anthocyanins and antioxidant capacity of blueberry in the acidis environment of the stomach and intestine with or without bile salt. Gellan was the more effective than k-karragenan capsule material against the acidic environment of the stomach and intestinal tract with or without bile salt as capsule material. Addition of blueberry extract with encapsulated and ratio of extract had a significant effect on the pH, titrable acidity, viscosity, volume increase, the first drip, completely melting, color values, total dry matter, total amount of phenolic compound, the total amounts of anthocyanins and antioxidant capacity of properties of icecream ($p < 0.01$). But the storage period had no significant effect on the total phenolic component, the total amounts of anthocyanins and antioxidant capacity of ice creams. The results showed that the best ice cream was fortified with 1% blueberry extract encapsulated in gellan (sample G) according to physicochemical analysis and fortified with 1% blueberry extract encapsulated in gellan (sample F) according to sensory analysis. Consequently, addition of blueberry extract encapsulated in gellan can be used in ice cream production.

Key Words: blueberry, icecream, phenolic compounds, in vitro

TEŞEKKÜR

Bu araştırma konusunun seşiminde ve çalışmanın gerçekleştirilmesi aşamasında yönlendiren ve maddi-manevi her türlü konuda ilgi ve görüşlerini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. M. Buket AKIN ve eşi Doç. Dr. Serdar AKIN'a ve çalışmalarım sırasında yardım ve fikirleriyle destek veren Yrd. Doç. Dr. Hsevin Avni KIRMACI'ya, Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN' e, Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARAASLAN' a, Ar. Gör. Fatih YILMAZ' a, ayrıca tezin deneme ve yazma aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen teyzem Yrd. Doç. Dr. Remziye ÖZEL'e eşi Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL'e AİLEMe ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Yaban Mersininin Fenolik Ve Antioksidan Değerleri.....	16
Çizelge 4.1. Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları.....	34
Çizelge 4.2.Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların yapay mide ve bağırsak ortamında toplam antosiyanin değerleri.....	35
Çizelge 4.3.Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların yapay mide ve bağırsak ortamında toplam fenolik bileşen değerleri.....	37
Çizelge 4.4 Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların yapay mide ve bağırsak ortamında antioksidan kapasitesi değerleri.....	39
Çizelge 4.5 Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların hidroksil radikalini indirgeme kapasiteleri.....	41
Çizelge 4.6. Dondurmaların kimyasal analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.7. Dondurmaların toplam fenolik, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesinde depolama süresince görülen değişiklikler.....	45
Çizelge 4.8. Dondurmaların fiziksel özellikleri.....	50
Çizelge 4.9. Dondurmaların renk özellikleri.....	55
Çizelge 4.10. Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ile üretilen dondurmaların duyusal özellikleri.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Bölge spesifik metal katalizi protein oksidasyonu.....	8
Şekil 3.1 Dondurma üretim akış şeması.....	19
Şekil 4.1. Dondurmaların toplam fenolik bileşen grafiği.....	44
Şekil 4.2. Dondurmaların toplam antosiyanin değerleri.....	47
Şekil 4.3. Dondurmaların antioksidan kapasiteleri.....	49

1. GİRİŞ

Gıdalar, günümüzde lezzet ve besin içeriklerinin yanı sıra, fonksiyonel yararlar sağlayıp sağlamadıklarına göre de değerlendirilmektedir. Sağlıklı gıda tüketimi bilincinin gelişmesi sonucu ortaya çıkan tüketici talebinin sürekli artmasıyla birlikte fonksiyonel gıdalara olan ilgi ve bu konuda yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır.

Fonksiyonel gıdalar, günlük diyetin bir parçası olarak tüketilen, vücut fonksiyonları ve sağlık üzerine yararlı etkileri bulunan gıdalar olarak tanımlanmaktadır.

Yaban mersini (*V. myrtillus*) son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgulardan fenolik bileşence zengin olduğu görülmüş, fonksiyonel bir gıda olarak oldukça ilgi görmüş ve birçok alanda değerlendirilmeye başlanmıştır. HPLC-DAD 'le yapılan analizde yaban mersininin 11 farklı antosiyanin ve 2 farklı flavonoid içerdiği görülmüştür (L. Rui ve ark 2010).

Meyve sebzelede bol miktarda bulunan fenolik bileşikler serbest radikalleri sınırlayıcı antioksidatif etki gösteren güçlü antioksidanlar olarak bilinmektedir ve lipit peroksidasyonunu katalizleme yeteneğinde olan metallerle karşı şelat özelliğindedirler. Meyve ve sebze bakımından zengin dolayısıyla da fenolik içeriği yüksek olan diyetler, kardiyovasküler ve kanser gibi bir takım hastalıkların oranını azaltmada etkili olduğu ortaya konmuştur (Kris-Etherton ve ark., 2002;Bravo, 1998; Shetty and Labbe, 1998).

Diyetsel antioksidan bileşikler ise; insanların normal fizyolojik faaliyetleri sırasında ortaya çıkan veya çevre ve beslenme yoluyla alınan serbest radikallere ve reaktif bileşiklere elektron veya hidrojen vererek onları indirgeyen ve bu şekilde

oluşabilecek olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltan besin maddeleridir (Astley 2003; Benzie 2003; Erbaş 2006.)

Yaban mersini, antioksidan madde içeriği en yüksek bahçe bitkilerinden biridir. Yaban mersini sağlık ve gıdasal olarak çok farklı amaçlar için kullanılabilir. İdrar yolu enfeksiyonlarında antibiyotik gibi işlev görmektedir. Kansere karşı vücudu koruyan enzimleri çalıştırdığı, damarlarda yağ birikimini engelleme özelliğinde olduğu, yağlı bileşiklerin vücuttan atılmasını sağladığı belirtilmektedir. Taze olarak yenildiğinde kanı temizlediği ve buna rağmen kalori ve sodyum içeriğinin oldukça düşük olduğu belirtilmektedir. Kan şekerini ve kolesterolü düşürdüğü, bağırsak metabolizmasını düzenlediği, damar sertliği oluşumunu engellediği tespit edilmiştir. Kansere karşı savaşan elajik asit miktarı en fazla olan meyvelerden biridir (Çelik, 2005).

Yaban mersini, özellikle doğal olarak yetişenler kanser riskini azaltan antioksidanlar içermektedir. Özellikle 2000'li yıllarda yapılan araştırmalar antioksidan içeriği yüksek olan meyvelerin insan beslenmesi üzerine kullanımları konusunda yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda, yaban mersini antioksidan içeriği en yüksek olan meyvelerden biridir. Özellikle beyin fonksiyonlarını üzerine önemli derecede olumsuz etkiye sahip olan Alzheimer Hastalığının oluşumunun önlenmesi üzerine önemli derecede etkili olduğu belirtilmektedir (Çelik, 2006).

Yaban mersini daha çok gıda sektöründe, taze meyve olarak, meyve suyunda, süt ve süt ürünleri sanayinde, unlu mamuller ve bisküvi sanayinde, meyveli ekmek, puding ve pastalarda, dondurulmuş yoğurt, reçel marmelat, jel ve konserve sanayisinde, çay ve diyet mönülerinde, kuru meyve teknolojisinde, şarap sanayinde, püre edilmiş meyve ve şurup olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetik sanayinde de değerlendirilmektedir (Anonim, A).

Yaban mersininin kullanım alanlarından birisi de dondurma olup, dondurma; sevilen tat ve aroması, ferahlatıcı özelliği besin değerinin üstünlüğü nedeniyle, tüm

ülkelerde her yaştaki kişiler özellikle çocuklar ve gençler tarafından çok tüketilen bir gıdadır.

TS 4265'e göre süt esaslı dondurma; süt ve/veya uygun diğer süt ürünleri, içme suyu, beyaz seker ve/veya katkı maddelerinin belirli oranlarda karıştırılması, istendiğinde salep, yumurta ve/veya çesni maddelerinin ilavesi ve pastörize edilmesinden sonra teknigine uygun olarak hazırlanan külâh veya diğer uygun ambalajlar ve kaplara konan ve gerektiğinde üzerine ve/veya içine çeşitli şekillerde çesni maddeleri ilave edilen bir mamüldür.

Sütten daha konsantre bir gıda olan dondurma; sıvı bileşenler, süt yağı konsantreleri (krema vb.), serumda çözülebilir konsantreler (konsantre süt veya yagsız süt tozu), tatlandırıcı ajanlar, gıda katkıları (stabilizör, emülgatör) vb. madde gruplarından oluşmaktadır. Bu bileşenler hesaplanan ağırlıklarda karıştırılarak belirli bir kıvamda miks elde edilir. Daha sonra bu miks ısı ileme tabi tutulur. Böylece patojenler yok edilirken bakteri sayısında yeterli azalma sağlanır. Daha sonra miks homojenize edilir (küçük üretimlerde uygulanmaz). Genellikle 4°C'de olgunlaştırılan miks kazıyıcı bıçak sistemi olan özel bir tip soğutucu ile dondurmaya islenir (Mukan ve Evliya, 2002).

Besin öğelerini sütten daha yoğun içeren dondurma yararlı ve besleyici bir gıdadır. Dondurma yağ ve protein yanı sıra kalsiyum, fosfor vb. mineraller ile pek çok vitamince zengindir (Coskun, 2005). 100 g dondurma; 135 mg kalsiyum, 115 g fosfor, 100 mg sodyum, 160 mg potasyum, 0.1 mg demir, 433 IU A vitamini, 0.21 mg E vitamini, 0.25 mg B2 vitamini ve 0.13 mg niasin içermektedir (Kırdar, 2003).

Fenolik bileşenlerin sindirim sisteminde çeşitli faktörlerden (pH, sindirim enzimleri, diğer besin elementleri) etkilenecek biyoyararlılıklarının azaldığı bildirilmektedir (Bell, 2001; Zhongxiang and Bhesh, 2010). Fenolik bileşenlerin korunması amacıyla son yıllarda mikrokapsülasyon tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada; farklı kapsül materyalleri içerisinde gerçekleştirilen mikrokapsülasyon işleminin yaban mersininin içerdiği fenolik ve antioksidan bileşenlerin korunması üzerine etkisinin *in vitro* koşullarda incelenmesi ve dondurma üretiminde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktından yararlanma olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla;

- İn vitro koşullarda serbest ve kapsüllemiş fenolik bileşenlerin yapay mide ve bağırsak ortamı ile safraya karşı toleransları belirlenmiştir.
- Buna ilaveten, yaban mersini ekstraktı serbest halde ve emülsiyon yöntemiyle κ-karragenan ve gellan olmak üzere iki farklı materyal içerisinde kapsüllemiş, elde edilen kapsüller dondurma üretiminde kullanılmıştır. Yaban mersini ekstraktı dondurmaya iki farklı oranda ilave edilmiştir. Böylece mikrokapsülasyon işleminin ve ekstrakt oranının fenolik bileşenler üzerine etkileri araştırılmıştır.
- Ayrıca kapsülleme işleminin dondurma kalitesine etkisini belirlemek amacıyla dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri de incelenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Üzümsü meyveler grubunun da dahil olduğu farklı polifenolik bileşenlerin alfa –amilaz ve alfa – glukozidaz enzimlerini inhibe ettiklerine dair bir araştırma McDouglas ve ark. (2005) tarafından yapılmıştır. Araştırmada inhibitör bileşenler GC-MS yöntemleri ile allagitanninler olarak teşhis edilmiştir ve meyvelerde bulunan farklı polifenoliklerin basamak basamak nişasta sindirimini etkilediği önerilmiştir.

Mainland ve Tucker (1996)'in bildirdiğine göre 1996'da Birleşmiş Milletler Ziraat Bölümü'nden alınan araştırma sonuçlarına göre Tufts Üniversitesi'nde test edilen 41 sebze arasında yaban mersininin antioksidan aktivitesinin en yüksek olduğu bulunmuştur. Yaban mersininin farelerin bazı yaşlanma semptomlarını geciktirdiği hatta hiç görülmedik bir şekilde tersine çevirdiği belirlenmiştir.

Ayrıca üzüksü meyvelerde bulunan polifenollerin (Cu, Cd, Pb, Zn) bu ağır metalleri bağlayıcı etkileri bulunmuştur (Nawirska ve Oszmianski, 2001).

Ersus S. ve Yurdagel U.' un yaptığı bir çalışmada, Siyah havuçtaki antosiyanin pigmentlerini spray kurutma yöntemiyle maltodekstrin ve glucodry 210 kullanarak mikrokapsüllemişlerdir. Glucodry 210 kullanılarak kapsüllenen materyallerde en yüksek antioksidan içeriğine ulaşıldığını belirlemişlerdir. Depolama sıcaklığının da antosiyanin içeriğine etkisinin incelendiği bu çalışmada +4°C'de depolanan antosiyanin pigmentlerinin 25°C'de depolananlara göre 3 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Frenk incirinden ekstrakte edilen biyoaktif bileşenler, maltodekstrin ve inulin kullanılarak spray kurutma yöntemiyle mikrokapsüllemişlerdir. 60°C'de depolanan mikrokapsüllemiş örneklerde fenolik bileşenlerin parçalanma oranının düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar fonksiyonel bileşenlerin (antioksidanlar ve kırmızı renk maddeleri gibi) mikrokapsülasyon tekniğiyle kapsüllenebileceğini göstermişlerdir (Saenz ve ark., 2009).

2.1.Fonksiyonel Gıdalar

Besleyici özelliklerinin yanısıra vücudumuza fizyolojik yararlar sağlayan ve/veya kronik hastalık riskini azaltabilen besinlere fonksiyonel gıdalar adı verilmektedir. Dünya çapında fonksiyonel gıda pazarları hızlı bir şekilde büyümektedir. Amerika en büyük büyüme hızına sahipken Japonya pazarın yarısını üretip tüketmektedir. Bu tür gıdaların tüketiciye alımlı gözükmemesinin birçok nedeni vardır:

- Tüketiciler, bir hastalığı iyileştirmektense onu engellemeyi istemektedir.
- Tıbbi maliyetleri düşürmektedir.
- Tüketiciler sağlık ve gıda arasındaki bağlantının daha çok farkına varmıştır.
- Sanayileşmiş milletlerde nüfus yaşlanmaktadır.
- Tüketiciler sudaki, havadaki ve gıdalardaki kirlilikten, mikroplardan ve kimyasallardan kaynaklanan çevresel zararları önlemek istemektedir.
- Fonksiyonel gıdaların faydaları hakkındaki bilimsel kanıtlar artmaktadır.

2.2. Serbest Radikaller

Serbest radikaller bir veya daha fazla ortaklanmamış elektron içeren atom veya moleküller olarak tanımlanırlar. Bugün radikallerin pek çok hücrede moleküler değişimlere ve gen mutasyonlarına yol açtığı iyi bilinmekte olup yaşlanma, hücresel hasar ve doku yıkımında rol oynadığı kabul edilmektedir. Oksidatif hasarı azaltıcı veya geciktirici olarak bilinen antioksidanlar; endojen ve eksojen antioksidanlar olarak iki kısımda incelenmektedirler. Sentezlendiği organizmada etki gösteren antioksidanlara endojen antioksidanlar adı verilir ve bunlar enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak da iki kısımda incelenirler.

Enzimatik antioksidanlar, hücrenin çeşitli organellerinde etki gösteren süperoksitdismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz gibi enzimlerden oluşurlar. Çeşitli metal iyonlarını bağlama, serbest radikalleri yakalama ve hapsedme ve süpürme gibi etkilere sahip glutatyon,

bilirubin, ferritin, seruloplazmin, ürik asit gibi enzimatik olmayan antioksidanlar da mevcuttur. Eksojen antioksidan ise daha çok bitkiler tarafından sentezlenen çeşitli vitamin ve fenolik maddeler olup dışarıdan organizmaya alınıp etkinlik göstermektedirler (Kolayli, 2003).

Antioksidan savunma mekanizmaları oldukça çeşitli olup bunlardan bazılarını şöyle özetlemek mümkündür:

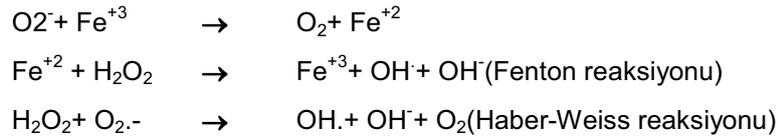
1. Radikal metabolit üretiminin önlenmesi,
2. Üretilmiş radikallerin temizlenmesi (detoksifikasyon)
3. Hücre deformasyonunun onarılması
4. Sekonder radikal üreten zincir reaksiyonlarının durdurulması
5. Endojen antioksidan kapasitesinin artırılması.

Vücuttaki fizyolojik aktivitenin doğal ürünü olan serbest radikalleri, organizma doğuştan kazandığı çok hassas bir donanımla oksidan-antioksidan denge olarak tanımlayabilecek bir çizgide tutmaya çalışır. Oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki bu dengenin özellikle oksidanlar lehine bozulması membran lipitleri, proteinler ve DNA gibi hücrenin önemli yaşamsal yapılarında bütünlüğün bozulmasına ve canlıda patolojik olayların gelişmesine yol açar (Sarıkaya, 2008).

Stadtman ve Oliver (1991), metal katalizli oksidasyon sisteminin proteinleri nasıl oksitlediğini, Şekil 2.1’de gösterildiği gibi özetlemiştir. Buna göre, oksijeni (O_2) hidrojen peroksite (H_2O_2), demir üçü ($Fe(III)$) demir ikiye ($Fe(II)$) indirgeyen katalizleme için elektron donör sistemine gerek duyulduğu belirtilmektedir. Kullanılan elektron donör sistemine bağlı olarak, O_2 ’in indirgenmesi, direkt olarak H_2O_2 veren iki elektronlu bir mekanizma tarafından veya H_2O_2 ’in dismutasyonunu takiben ilk süperoksit anyonunun önderliğinde sıralı transfer yolu ile üretilebilir. Benzer şekilde, $Fe(III)$ ’ün $Fe(II)$ ’ye indirgemesi direkt olarak veya süperoksit (O_2^-) ara oluşum yolu ile gerçekleşebilir. Daha sonra oluşan bu $Fe(II)$ proteinlerin metal bağlama bölgeleri ile bağlanabilir. $Fe(II)$ -protein kompleksi, H_2O_2 ile reaksiyona girerek aktive olmuş oksijen türlerini ($OH\cdot$, ferril iyonları) meydana getirirler. Diğer

Reaktif oksijen bileşikleriyle ortamda oluşan radikal hücumu yeterli derecede antioksidan enzimlerce süpürülmediği takdirde, aşırı oluşan bu serbest radikaller membran lipidlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerine zarar vererek lipid peroksidasyon ürünleri olan malondialdehit, 4-hidroksinoneal gibi molekülerin oluşmasına neden olur. Membranların bütünlüğünü kaybetmesi hücre akışkanlığının bozulmasına, membran potansiyellerinin değişimine ve hücrenin rupturu ve organellerinin dağılmasına yol açar (Özgöçmen, 2007).

Hidrojen peroksidin geçiş metalleri varlığında indirgenmesi ile (Fenton reaksiyonu) oluşan son derece reaktif bir radikaldir. Ayrıca hidrojen peroksidin süperoksit radikali ile reaksiyonu sonucunda da (Haber-Weiss reaksiyonu) meydana gelir. Bu reaksiyon katalizörsüz çok yavaş olduğu halde Fe +3 katalizörlüğünde çok hızlı oluşur.



Suyun iyonizan radyasyona maruz kalması sonucunda da hidroksil radikali oluşur. Bir hidroksil radikali, yüzlerce yağ asidini ve yan zincirini lipid hidroperokside çevirebilir. Hidroksil radikali, organik ve inorganik bileşiklerde elektron transfer tepkimelerine neden olur. Ancak normalde OH radikali oluşamaz. Çünkü OH oluşumu için moleküler oksijenin üç değerlikli olarak indirgenmesi gerekir ki, bu oldukça zordur. OH meydana gelebilmesi için O_2^- ve H_2O_2 gereklidir. Bunlarda SOD, CAT veya GSHPx sistemiyle uzaklaştırılır. Böylece fizyolojik şartlarda fazla miktarlarda OH oluşamaz (Dalo, 2009).

Oksidatif hasar ve serbest radikal mekanizmalı reaksiyonlar yaşlanma, kanser, ateroskleroz ve diyabete neden olmaktadır (Halliwell, 1992). Antioksidanlar, metabolizma esnasında oluşan oksidatif etkiye sahip serbest radikallerin her türlü olumsuz etkilerinden organizmayı koruyan maddelerdir. Doğal kaynaklı antioksidanların çoğu bitkisel kaynaklı olup daha çok bitkilerde vitaminler (A, C, E vit.) ve polifenoller veya flavonoidler halinde bulunurlar (Rice-Evans, 1997).

2.2.1. Fenolik bileşenler

Fenolik bileşikler, bir grup bileşik sınıfı olup çeşitli meyveler, sebzeler, kuruyemişler, tohumlar, çiçekler, kök ve gövde kısımları doğal olarak sentezlenen maddelerdir (Wollgast ve Anklam, 2000). Fenoller, oksijenli aromatik bileşiklerden olup, bir veya daha fazla hidroksil (OH) grubu taşıyan en az bir aromatik halkaya sahip organik ve kristal yapıda ki maddelerdir. Suda orta derecede, hidrofilik organik çözücülerde (alkol, eter vb.) iyi çözünür. Polifenoller, flavonoidlerin çıkış maddesidir. Bitkilerde bulunan başlıca polifenolik bileşikler basit fenoller, flavonollerden türemiş olup benzokinonlar, fenolik asitler, asetofenonlar, fenilasetil asitler, hidrosinamik asitler, fenilpropenler, kumarinler, naftakinonlar, kromoneler, ksantonlar stilbenler, antrakionlar, flavonoidler ve ligninlerdir. Fenolik bileşikler veya polifenoller bitkilerde en fazla bulunan yapılardan biri olup bitki âleminde 5000'den daha fazla fenolik yapının bulunduğu belirtilmektedir (Ulusoy, 2006; Bravo, 1998, <http://en.wikipedia.org/wiki/Flavonoid>).

Fenolik bileşikler basit fenolik asitler den ve flavonollerden oluşmaktadır. Fenolik asitler başlıca iki fenolik bileşik olan benzoik asit ve sinamik asitten türeyen bileşikler olarak karşımıza çıkarlar. Bitkilerde organik asit esterleri, veya glikozitleri halinde bulunan başlıca fenolik asitler; gallik asit, p-hidroksisinnamik asit, trans-sinnamik asit 3,4-dehidroksibenzoik asit, vanillik asit, syringic acid, p-kumarik asit, o- kumarik asit, kaffeik asit, ferulik asit, klorogenik asit, rosmarinik asit, absisik asit. İster fenolik asitlerde ve isterse de flavonoller veya flavonoidlerde olsun substituentlerin pozisyon ve hidroksilasyon dereceleri antioksidatif aktiviteyi belirlemede oldukça önem taşımaktadırlar (Awad ve Jager, 2003).

Yapılan epidemiyolojik ve bilimsel çalışmalarda, insan beslenmesinde meyve ve sebze tüketimi ile kanser arasında negatif bir ilişki olduğu çalışmalarla ortaya konmuştur. Özellikle Mediterranean (akdeniz tipi) beslenme olarak da adlandırılan bol meyve ve sebze tüketimine paralel olarak kanser den kalp hastalıklarına kadar pek çok hastalığın yaygınlığının azaldığı dikkati çekmektedir (Covas, 2007). Bunun önemli nedenlerinden biri meyve ve sebzelerin kalori değerlerinin karbonhidrat ve

yağlara göre düşük olması ve içerdiği pek çok fitokimyasal bileşenin biyolojik olarak aktif moleküller olmasıdır. Meyve ve sebzelerde bulunan ve sekonder metabolit ürünleri olarak da adlandırılan bu biyo-aktif fitokimyasallardan en önemlileri fenolik asitler, flavanoidler, antosiyaninler, karotenoidler gibi pek çok doğal bileşiklerdir. Bitkiler sınırsız sayıda aromatik ve alifatik bileşik sentezleme yeteneğine sahip canlılardır. Tıbbi bitkiler de temel olarak bulunan; fenolik asitler, flavonoidler, taninler, kumarinler, ligninler, kinonlar, stilbenler, kurkuminoidler ve antosiyaninler bitkilerin her türlü zararlı etki ve oksidatif strese karşı korunmasından sorumludurlar. Bu bileşikler bitkiler tarafından sekonder metabolitler olarak üretilip bitkilerin çeşitli çevre şartlarına uymalarında ve korunmalarından sorumlu bileşiklerdir. Daha çok fenolik yapıya sahip bu bileşiklerin çoğunluğunun potansiyel olarak antioksidan, antikarsinogenik, antimutagenic, anti bakterial, antiviral ve antiinflatuar özelliğe sahip olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Alasalvar ve ark., 2003; Chung ve ark., 1998; Cassidy ve ark., 2000; Tapiero ve ark., 2002; Cai ve ark., 2006).

Flavonoidler ve fenolik asitler major fenolik bileşikler olup onların sulu ve lipolitik ortamlardaki yapıları ile antioksidan ilişkileri üzerine oldukça çok çalışma yapılmış ve genel olarak antioksidan aktivite hidroksil gruplarının sayısına ve pozisyonuyla substituent ve flavonoid moleküllerin glikolizasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Yapıdaki bazı hidroksil gruplarının varlığı antioksidan aktiviteyi artırmaktadır (Rice- Evans ve ark., 1996; Cao ve ark., 1997).

2.2.1.1. Flavonoidler ve biyoyararlılıkları

Flavonoidler yüzyıllardan beri bitki pigmentleri olarak bilinmektedir. Flavonoidlerin biyolojik aktivitelerine ilişkin ilk çalışma 1936 yılında Rusznyak ve Szent-Gyorgyi tarafından yayınlanmıştır (Ruszynak ve Szent-Gyorgi, 1936). Polifenoller önceleri bitki fizyolojisindeki rolleri ve bitkilerin renk ve lezzet özellikleri üzerindeki etkileri nedeniyle ele alınmakta iken, son yıllarda sağlık üzerindeki etkileri on plana çıkmış, özellikle antioksidan ve radikal yakalama fonksiyonları nedeniyle dikkat çekmeye başlamışlardır (Ross ve Kasum, 2002; Yoo ve ark., 2009; Mustafa ve ark., 2010). Flavonoid alımının koroner kalp hastalıkları ile

kanser gibi hastalıkların engellenmesinde rol oynadığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Chen ve ark., 1996; Shi ve ark., 2001; Rasmussen, 2004; Virgili ve ark., 2003; Serafini ve ark., 2006). Flavonoidler en büyük polifenol grubunu oluşturan ve difenilpropanlar ile benzer bir yapıya sahip olan bileşiklerdir (Heim ve ark., 2002). Flavan çekirdeği ile karakterize edilen flavonoidler iki benzen halkasının (A ve B) oksijen içeren bir piren halkası (C) ile bağlanması ile oluşmaktadır (Erlund, 2004; Otle, 2005). Flavonoidler bitkilerde genellikle glikozit formları halinde bulunmakta; aglikon formlarına (şeker kısmını içermeyen form) daha az rastlanmaktadır (Crozier ve ark., 1997; Chu ve ark., 2000). Flavonoid aglikonunun farklı hidroksil gruplarına en az 8 ayrı monosakkarit veya bunların birleşmesi ile oluşan di-, tri-sakkaritlerin bağlanması sonucu glikozit form meydana gelmektedir (Erlund, 2004). Flavonoidler meyve ve sebzeler, çay, kahve ve şarap gibi bitkisel kaynaklı yiyecek ve içeceklerde bulunmaktadır. Temel kaynakları, meyve ürünleri (örn. narenciye meyveleri, kuşburnu, kayısı, vişne, üzümler, elma, kuş uzumu, yaban mersini), sebzeler (örn. soğan, yeşil biber, brokoli, domates, ıspanak), içecekler (kırmızı şarap, kahve, çay), kahve çekirdeği, soya ürünleri ve baharatlardır (Viskupicova ve ark., 2008; Hooper ve ark., 2008; Sultana ve Anwar, 2008). Flavonoidler tüm bitki dokularında hücre içinde veya çeşitli bitkisel organların yüzeyinde bulunmaktadır (Moco ve ark., 2007).

Flavonoidlerin *in vitro* olarak incelenen biyolojik özellikleri ile *in vivo* biyoaktiviteleri arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, flavonoidlerin sağlık üzerindeki etkileri değerlendirilirken, emilimi, biyoyararlılığı ve metabolizması hakkındaki bilgiler önemlidir (Viskupicova ve ark., 2008).

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin tanımına göre biyoyararlılık, bir ilaç içinde bulunan aktif bileşenlerin veya tedavi edici maddelerin emilim hızı ve aktivite göstereceği bölgedeki yararlılık derecesidir (Shi ve Le Maguer, 2000). Bu tanım, aynı zamanda gıdalarda bulunan aktif maddeleri de kapsamaktadır. Bir diğer ifadeyle, biyoyararlılık, alınan besinin normal fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak ve depolanmak için erişilebilir durumdaki kısmıdır (Parada ve Aguilera, 2007). Herhangi bir fitokimyasalın biyoyararlılığının değerlendirilmesi için absorpsiyonu, metabolizması, doku ve organlarda dağılımı ve boşaltımı gibi konularda verilere

ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan bu tür çalışmalar, hem karmaşık ve pahalı olmaları, hem de ahlaki ve etik soruları gündeme getirmeleri nedeniyle tercih edilmemektedir (McDougall ve ark., 2005). Biyoyararlılık çalışmalarında karşılaşılan bir diğer problem de emilimin etkinliği ve alınan besinlerin metabolik kullanımı gibi konuların netlik kazanmamış olmasıdır (Gregory ve ark., 2005).

Flavonoidler aglikon veya glikozitler şeklinde bulunmakta olup, flavonoid glikozitler bağırsağa girmeden önce şeker kısmından ayrılmakta iken, aglikonlar hücre membranlarından serbestçe geçebilmektedir. Emilen flavonoidler karaciğere taşınmakta ve çok çeşitli metabolik reaksiyonlara maruz kalarak glukuronitler, sulfatlar ve metillenmiş türevleri gibi çeşitli konjugasyon formlarına dönüşmektedir. Bazı çalışmalarda, flavonoidlerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden bu konjugatların sorumlu olduğu ortaya konmaktadır (Viskupicova ve ark., 2008; Lotito ve Frei, 2006).

Ayrıca, bazı çalışmalar polifenollerin sağlık üzerinde bir etki gösterebilmesi için bağırsak bariyerinden geçmesinin gerekli olmadığını ortaya koymuştur. Polifenollerin en yüksek konsantrasyonu bağırsak lümeninde bulunmuştur. Flavonoidler veya diğer polifenollerin doğrudan bağırsak mukozası üzerinde bir etkisi olabileceği ve oksidatif stres, kalp-damar hastalıkları ya da kansere karşı koruma sağladığı düşünülmektedir (Hollman ve Katan, 1999; Scalbert ve ark., 2002). Örneğin, düşük emilimi olan şarap ya da çay polifenollerinin sıçanlara ağız yoluyla verilmesi sonucunda mukoza hücrelerindeki DNA'nın oksidatif zararlanmasının sınırlandırıldığı (Giovanelli ve ark., 2000) ve sıçanlardaki tümör sayısının azaldığı tespit edilmiştir (Caderni ve ark., 2000).

Buna karşın, beslenme yoluyla alınan flavonoidlerin, yapısal olarak çoğunun şekere bağlı durumda olması nedeniyle, emiliminin ihmal edilebilir düzeylerde olduğu düşünülmekte olup, bağırsak duvarında glikozidik bağları parçalayabilecek özellikte bir enzim salgılanmadığı için sadece aglikonların serbestçe kan yoluyla bağırsak duvarından geçmesi beklenmekteydi. Ancak, yakın zamanda yapılan

çalışmalar, bazı flavonoidlerin biyoyararlılıklarının daha önceden inanıldığından çok daha fazla olduğunu ortaya koymuştur (Ross ve Kasum, 2002; Mcdougall ve ark., 2005; Awad ve Bradford, 2006). Örneğin, yapılan çalışmalarla, mürverde (Cao ve Prior, 1999), soğanda, elmada (Hollman ve Katan, 1999), şarapta, uzumsu meyvelerde (Lotito ve Frei, 2006), domates püresinde (Simonetti ve ark., 2005), frenk uzumu suyunda, portakal suyunda, yeşil ve siyah çayda (Gonzalez Barrio ve ark., 2004; Stalmach ve ark., 2009; Karakaya ve Nehir, 2006), ve soyada (Cassidy, 2006; Cassidy ve ark., 2006) şekere bağlı haldeki flavonoidlerin de biyoyararlılıklarının olduğu ispat edilmiştir.

Flavonoid glikozitler genellikle emilim öncesinde lümen veya bağırsak hücrelerinde parçalanmaktadır. Ancak antosiyaninler için durum farklıdır ve idrarda glikozit (veya glukuronit) formda tespit edilmişlerdir. Antosiyanin aglikonlarının bağırsaklardaki pH derecelerine dayanıksız olmaları ve emilim gerçekleşmeden önce bozulmaları bu durumun nedeni olarak gösterilmektedir (Erlund, 2004; Milbury ve ark., 2002).

Biyoyararlılığı Etkileyen Faktörler

Antioksidana Bağlı Faktörler

- Kimyasal yapısı, bağlı bulunduğu sınıf
- Türü veya formu
- Gıdadaki konsantrasyonu
- Vücuda alınan miktar
- Diğer maddelerle etkileşimi

Gıdaya/Hazırlama Şekline Bağlı Faktörler

- Gıda matriksinin özellikleri
- Gıda işleme yöntemi
- Yağ, protein, lesitin gibi emilimi olumlu yönde etkileyen maddelerin varlığı
- Lif, şelatlama ajanları gibi emilimi olumsuz yönde etkileyen maddelerin varlığı

-Depolama süresi

Kişinin Özelliklerine Bağlı Faktörler

-Kişinin geçirmiş olduğu rahatsızlıklar

-Yaşı ve cinsiyeti

-Genetik ve hormonal özellikleri

-Beslenme ve antioksidan durumu

-Bağırsağın mikroflorası ve HCl ve enzim salgılanması

-Bağırsaktaki enzim aktivitesi

Dış Faktörler

-Farklı ortamlara maruz kalma

-Gıdanın temin edilebilirliği (Prrini ve ark., 2008; Ercan ve Nehir, 2010)

2.3. Yaban Mersini ve Fenolik İçeriği

Günümüz şartlarında beslenme kültürü doğal ve organik gıdalara doğru yönelmektedir. Hibrit tohumlu, katkılı ve GDO 'lu gıdalar her ne kadar talep görmese ve istenirse de pazarlarda ve market raflarında varlığını sürdürmektedir. Yapılan birçok araştırmada hastalıkların beslenme kültürleriyle direkt bağlantılı olduğu sonuçlarına varılmıştır. Ülkelerin hastalık çeşitleri toplumun beslenme alışkanlıklarıyla bağlantılı bir seyir izlemektedir. Ülkemizdeki hastalıkların başlıca sebepleri arasında oksidatif stres ve serbest radikaller yer almaktadır. Teknoloji, serbest radikalleri yok etmede kullanılan doğal ve sentetik bileşikler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Serbest radikalleri temizlemede kullanılan başlıca bileşikler arasında; koyu renkli meyveler yer almaktadır. *V. myrtillus*, son zamanlarda popüleritesini attıran, ülkemiz şartlarında özellikle Doğu Karadeniz'de yetiştirilen antioksidan kapasitesi yüksek olan üzüksü bir meyvedir. *V. myrtillus*; ürün çeşitliliğini katkı sağlamak amacıyla iyi bir gelir kaynağı, tarıma dayalı sanayi için iyi bir hammadde, insan sağlığı içinde son derece yararlı bir meyvedir.

Mavi renkli olması ve İngilizce’de “blueberry” olarak isimlendirilmesinden dolayı mavi yemiş adıyla dilimize geçmiş olan bu meyve, literatürde yabanmersini olarak bilinmektedir. Ancak yabanmersini, yabani meyve, mersin meyvesi gibi çağrışımlar yapmakta, Karadeniz Bölgesinde yabani popülasyonları olan bu üzümü meyvenin tanınmasına yeterli gelmemektedir. Bu yüzden *V. myrtillus* Rize’de likapa, yer likapası, dal likapası, çela, ançela, kaskanaka, Artvin’de mahabak, merhauk, motsvi, morsvi; Trabzon’da lifos, ligarba, lifor; Giresun ve Ordu çevresinde çalı çileği veya dağ çileği; Ardahan’da göğen, hatta ayı üzümü ve çoban üzümü olarak tanınan bu meyveye “maviyemiş” adı verilmiştir (Eck, vd. 1990; Çelik, 2003; 2004, 2005, 2006 ve 2007).

Çizelge 2.1. Yaban Mersininin Fenolik ve Antioksidan Değerleri (YILDIZ A. 2011)

EKSTRAKT	Antosiyanin Değeri (mg cyanidin 3-glucoside/100 g KA) (X±SS)			
ETANOL	200,39 ± 10,20			
METANOL	305,59 ± 8,65			
SU	35,0 ± 2,30			
Belirlenen Bileşenler				
Bileşenin Adı	Rt (Alıkonma Zamanıdk)	Dalga Boyu (nm)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (µg/g)
Protokatekuik asit	6,239	260	54,5853	8,779
Protokatekuik aldehit asit	8,196	280	28,5935	16,4
Klorojenik asit	10,603	324	130,832	47,3
Sirinjik asit	13,389	274	274,389	75,26
Sinapik asit	24,503	324	58,6328	17
Benzoik asit	22,021	240	128,43	32
Vanilik asit	11,225	260	38,9728	0,0067

V. myrtillus’un insan sağlığı ve beslenmesi üzerine yararları ile ilgili dünya çapında bilimsel dergilerde yüzlerce araştırma makalesi yayınlanmıştır (Cabrita et al., 2000; Pottera et al., 2006). Yapılan araştırmalarda bir bardak *V. myrtillus* meyvesinin 145 gram geldiği ve 21 gram karbonhidrat, 1 gram protein, 0,5 gram yağ, 19 miligram C-vitamini, 145 IU Avitamini ve 85 kalori içerdiği belirtilmektedir. Ayrıca, 100 gram yenilebilir *V. myrtillus*’un % 83’ünün su, % 0,7’sinin protein, % 0,5’inin yağ, % 15’inin karbonhidrat, % 1.5’unun lif olduğu ve 62 kalori sağladığı saptanmıştır (Anonim, A; Anonim, B).

Trabzon yöresindeki yaban mersininin fenolik ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada yaban mersinine ait aşağıdaki değerler verilmiştir.

2.4. Mikroenkapsülasyon Tanımı ve Yöntemler

Enkapsülasyon; bir maddenin veya karışımın başka bir madde veya sistem ile kaplanması veya hapsedilmesi olarak tanımlanmaktadır (Madene, 2006). Mikroenkapsülasyon ise aktif bir maddenin (çekirdek materyal) çevresinin bir veya daha fazla kaplama maddesi (duvar materyali) ile sarılıp mikrometre ile milimetre aralığında büyüklüğe sahip kapsüllerin (mikrokapsül) elde edilmesinde kullanılan bir teknolojidir.

Mikrokapsüller basitçe küre şeklinde olup çevresinde homojen bir duvar yer almaktadır. Mikrokapsül içerisinde yer alan madde veya karışım çekirdek, iç faz veya dolgu olarak ifade edilirken dış kısımda yer alan duvar ise kabuk, kaplama, duvar materyali veya membran olarak isimlendirilmektedir (Gharsallaoui ve ark., 2007). Mikrokapsüllerin görünüşleri çekirdek materyalinin fiziko-kimyasal özelliklerine, duvar materyalinin kompozisyonuna ve mikroenkapsülasyon tekniğine göre değişim göstermektedir. Mikroenkapsülasyon ürünlerinin ortaya çıkışı 1950'lerde, basınca duyarlı karbonsuz kopya kağıdı üretilmesi yönünde gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda başlamıştır (Green ve Scheicher, 1955). Enkapsülasyon teknolojisi günümüzde farmokoloji, kimya, kozmetik, gıda ve boya gibi farklı birçok sektörde kullanılmaktadır (Augustin ve ark., 2001; Heinzen, 2002).

Mikroenkapsülasyon teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanılması da oldukça eskiye dayanmaktadır. Özellikle son yıllarda fonksiyonel gıdaların öneminin giderek artması sonucunda mikroenkapsülasyon işlemi gıda sektörü için daha çok anlam kazanmıştır (Kunz ve ark., 2003). Mikroenkapsülasyon tekniği, gıda sektöründe genellikle, sıvı damlacıkların, katı partiküllerin veya gaz bileşenlerin gıda saflığında kaplama materyalleri ile kaplanması için kullanılmaktadır (Gharsallaoui ve

ark., 2007). Gıda ürünleri içerisinde çoğunlukla katı ve sıvı yağlar, aroma bileşenleri, vitaminler, mineraller, renk bileşenleri ve enzimler mikroenkapsülenmişlerdir.

Mikroenkapsülasyon teknolojisinin gıda endüstrisinde kullanım amaçları kaplanacak maddenin dış etkenlere karşı korunması (nem, sıcaklık, hava ve ışık gibi); buharlaşarak kaybolmasının önlenmesi; fiziksel özelliklerinin daha iyi korunması; maddenin kaplanmasıyla taşınmasının kolaylaştırılması; doğru yerde ve doğru zamanda çalışmasının sağlanması; kaplanacak maddenin tat ve kokusunun maskelenmesi; başka bileşenlerle reaksiyona girmesinin önlenmesi; küçük miktarlarda kullanımı istendiğinde seyreltilebilmesi ve seyreltmenin homojen bir halde sağlanması şeklinde sıralanabilir (Desai ve Park, 2005).

Katı, sıvı veya gaz halindeki gıda bileşenlerinin, enzimlerin, hücre ve diğer maddelerin, protein veya karbonhidrat esaslı minyatür kapsüller içerisinde tutulması olarak tanımlanan ME, kaynaklarda, immobilizasyon ve mikroenkapsülasyon terimleri birbirinin yerine geçecek şekilde kullanılmaktadır. Ancak, immobilizasyon genel bir terim olup, mikroenkapsülasyon da dahil olmak üzere, farklı bir çok immobilizasyon yöntemini içermektedir. Mikroenkapsülasyon, tutuklama yöntemi ile yapılan immobilizasyon işlemidir (Hsieh ve ark. 2009; Öztürk, 2006).

Mikroenkapsülasyon işlemi, gıda, tarım, ilaç, enerji ve savunma gibi alanlarda kullanılmaktadır (Dubey ve ark., 2009). Mikroenkapsülasyondaki temel amaç; gıda bileşenlerini, kötü çevre koşullarından korumak, stabilitesini sağlamak ve kontrollü olarak kullanımını gerçekleştirmektir. Mikroenkapsülasyonunun temel nedenleri şöyle özetlenebilir:

1. Uyumsuz bileşikleri ayırmak,
2. Sıvıların katı hale getirilmesi
3. Stabilitayı artırma (çevreden gelen oksidasyon ve deaktivasyona karşı mikroenkapsüle materyali korumak)
4. Mikroenkapsüle edilen materyalin tadını kokusunu ve aktivitesini maskelemek

5. Mevcut çevrenin korunması
6. Aktif bileşiklerin, kontrollü olarak açığa çıkarılması
7. Mikroenkapsüle materyallerin hedeflendiği şekilde salınmasıdır (Uyan, 2004).

Mikroenkapsülasyon işlemi birçok yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunlar; püskürtmeli kurutma, püskürtmeli dondurma, akışkan yatakta kaplama, ekstrüzyon, emülsiyon, dondurarak kurutma, koazervasyon, kokristalizasyon gibi yöntemlerdir. Püskürtmeli kurutma yöntemi; hava yada taşıyıcı gaz vasıtasıyla sıvı ürünün kısa sürede toz haline gelmesine dayanan daha çok yağlar ve aroma maddelerinin kapsüllemesidir. Püskürtmeli dondurma yöntemi; sıcaklığa duyarlı gıda bileşenlerinin mikroenkapsüllemesinde püskürtmeli kurutma işlemine alternatif olarak yapılabilen maliyeti ve enerji sarfiyatı yüksek bir yöntemdir. Akışkan yatak kaplama yöntemi; D.E. Wurster tarafından 1950'lerde keşfedilmiş olup Wurster işlemi olarak da bilinmektedir (Arshady, 1993). Ezacılık sektörü, çok uzun zamandan beri ilaçların kaplanması sırasında film oluşturma, tat maskeleyme, elde edilen ürünlerin stabilitesini artırma ve istenilen bölgede etki gösterme amaçlarıyla akışkan yatak kaplama yöntemini kullanmaktadır (Hall ve Pondell, 1980). Maliyeti yüksek olduğundan gıda ürünlerinde çok fazla tercih edilmemektedir. Ekstrüzyon genellikle aroma maddelerinin kaplanmasında kullanılan bir yöntemdir (Desai ve Park, 2005). Püskürtmeli kurutma yöntemi ile karşılaştırıldığında ekstrüzyon oldukça yeni bir teknolojidir. Kaplama materyali olarak genellikle sakkaroz, maltodekstrin, glikoz şurubu, gliserin ve glikoz kullanılmaktadır (Arshady, 1993). Bu yöntem ile uçucu ve stabilitesi düşük olan aroma maddelerinin, bariyer özelliği yüksek, camsı haldeki karbonhidrat matriksleri içerisinde enkapsülasyonu gerçekleştirilmektedir (Reineccius, 1991; Gouin, 2004). Aroma maddelerinin ekstrüzyon yöntemi ile enkapsülasyonu sonucunda oksidasyona karşı oldukça dayanıklı kapsüller elde edilmektedir. Koazervasyon, kaplama materyalinin sıvı fazının polimerik çözeltiden ayrılması ile birlikte kaplama fazının çekirdek materyali homojen bir tabaka halinde sarması sonucunda gerçekleşmektedir (Desai ve Park, 2005). Koazervasyon teknolojisi gıda endüstrisinde sık kullanılan bir yöntem değildir. Bunun başlıca

sebebi, işlemin çok karmaşık olmasının yanında maliyetinin de yüksek olmasıdır (Soper, 1995).

2.5. Dondurma ve Meyveli Dondurmalar

Gıda ve Tarım teşkilatı (FAO) ve Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) dondurmanın bileşimini belirlemiştir. Buna göre; kuru madde miktarı %31-43 olan dondurmanın, %8- 15'ini süt yağı, %9-11'ini yağsız süt, %15-17'sini seker ve %0.2-1'inin de harç maddelerinden (stabilizatör/emülgatör) oluşması gerekir (Özcan ve Kurdal, 1997).

Dervisoglu ve Yazıcı (2001) kola ekstraktı ve aromasının dondurma üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Kola ekstraktı miks ağırlığı üzerinden %0-1.5 arasında; kola ekstraktının düşük pH'sından kaynaklanan ekşi tadı dengelemek amacıyla Na₂CO₃ kola ekstraktı ağırlığı üzerinden %0-20 arasında ve kola aroması miks ağırlığı üzerinden %0-1.5 arasında denenmiştir. Yapılan duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, panelistler %0.75 kola ekstraktı, %15 Na₂CO₃ ve %0.1 kola aroması içeren dondurmaları en fazla beğenmişlerdir. Bu sonuçlar kola ekstraktı ve aromasının dondurma üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Güven ve Karaca (2002); çeşitli oranlarda şeker (%18, 20 ve 22) ve meyve (çilek) (%15, 20 ve 25) içeren yoğurt dondurması üreterek, fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları analizlerde; seker ve meyve miktarındaki artışın ilk damlama süresi, hacim artışı ve viskozite değerlerinde artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Ancak, toplam erime süresi şeker ve meyve konsantrasyonundaki artışa paralel olarak azalmıştır. Bu olgu, vanilyalı yoğurt dondurmalarında şeker miktarındaki artışın donmuş yoğurdun yapısında yumuşamaya neden olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Çilekli dondurma tipi donmuş yoğurtlarda meyve konsantrasyonundaki artışa paralel olarak yapı sertleşmiştir. Yüksek şeker ve meyve içeren yoğurt dondurmaları panelistler tarafından en fazla tercih edilen çeşit olmuştur. Araştırma sonuçlarına göre yoğurt dondurmasının; yoğurt ve dondurma gibi diğer sütçülük ürünlerine alternatif olabileceği bildirilmiştir.

Korel ve ark. (2005), Manisa piyasasında satılmakta olan ambalajlı ve ambalajsız sade, kakaolu ve meyveli (vişne, çilek ve limonlu) dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini incelemişlerdir. Materyal olarak 15 adet ambalajlı ve 70 adet ambalajsız dondurma örneği sağlanmıştır. Örnekler kurumadde oranları bakımından dondurma standardına uygun bulunmuştur. Ancak yağ oranı standartta tam yağlı dondurmalar için verilen %12'lik sınır değerinin altında kalmıştır. Ambalajlı dondurmalar içerdiği yağ oranları bakımından standartta verilen yarım yağlı dondurma sınıfına girmiştir. Ambalajsız dondurmaların ancak %50'sinin toplam bakteri sayıları, %41'inin de koliform sayıları standarda uygundur. Bu araştırmada ambalajlı dondurmaların, ambalajsız dondurmalarla göre daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Dervisoglu (2006), vanilyalı dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine fındık unu (%1.5, 3 ve 4.5) ve fındık zarının etkisini araştırmıştır. Fındık unlu örneklerin pH, azot, kül, viskozite, *L-*, aroma, yapı ve tekstür ve görünüş sonuçları fındık zarlı örneklerden daha yüksek tespit edilmiştir. Yağsız dondurma üretiminde maltodekstrin ile birlikte fındık unu ve fındık zarının sırasıyla %3 ve 1 oranlarda kombine edilerek başarı ile kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Yaban mersini meyvesi ilave edilen kefirli dondurmelerde yaban mersini meyvesinin dondurmanın kül, azot, kurumadde, yağ, hacim artışı ve viskozitesi değerlerini azalttığı görülürken aroma puanının ve erimeye karşı direncin arttığı görülmüştür (Aliyev, 2006).

Prebiyotik olarak kullanılan inülin ve maltrin probiyotik yoğurt dondurmalarının fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkileri incelenen çalışmada *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dan ibaret olan MYBIO2 kültürü (Rhodia) kullanılarak beş çeşit probiyotik yoğurt dondurması üretilmiştir (A: kontrol, B: % 2.5 inülin, C: % 5 inülin, D: % 2.5 maltrin, E: % 5 maltrin). Dondurmelerde üretimden 1 hafta sonra kurumadde, titrasyon asitliği ve pH, hacim artışı, viskozite ve ilk

damlama ve tamamen erime süreleri belirlenmiş ve duyuşal analizler yapıldığı çalışmada inülin ve maltrin ilavesi ve kullanım oranlarının dondurmaların fiziksel ve duyuşal özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir (Akın ve Güler-Akın, 2008).

Prebiyotik olarak kullanılan inülin ve maltrin probiyotik yoğurt dondurmalarının canlı bakteri sayısına etkileri incelenen bu çalışmada MYBIO2 kültürü (Rhodia) kullanılarak beş çeşit probiyotik yoğurt dondurması üretilmiştir. Fermente edilmiş misklerde ve dondurmalarda depolamanın 1., 7., 30, 60 ve 90. günlerinde yoğurt ve probiyotik sayıları belirlenmiştir. İnülin ve maltrin ilavesi ve kullanım oranları dondurmaların *St. thermophilus* ve *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* sayılarını etkilemezken, *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayılarında artış sağlamıştır (Akın ve ark., 2008).

Hwang ve ark.'ın (2009) üzüm şarabı tortusunun dondurma üretiminde ilave edilmesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada üzüm tortusunun dondurma üretiminde antioksidan aktivitesini arttırmak için uygun bir katkı olduğu ve dondurma prosesi boyunca antioksidan aktivitesinin stabil kaldığı belirlenmiştir.

Farklı oranlarda ve üretimin değişik aşamalarında yaban mersini ilavesinin dondurmanın fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkileri araştırılan çalışmada dondurma mikslerine; miksin pastörizasyonundan önce ısı işlem uygulanmamış yaban mersini, pastörize edilmiş miksin olgunlaştırılmasından önce pastörize edilmiş yaban mersini ve olgunlaştırılmış miksin dondurulmasından önce pastörize edilmiş yaban mersini %8, %12 ve %16 oranlarında ilave edilerek 9 çeşit dondurma üretilmiştir. Üretimden 1 hafta sonra dondurmalarda pH, titrasyon asitliği, kurumadde, antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi, L*, a*, b* değerleri, viskozite, hacim artışı, ilk damlama ve tamamen erime süreleri ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre, farklı oranlarda yaban mersini ilavesi dondurmaların; incelenen tüm özelliklerini; farklı aşamalarda ilavesi ise pH, titrasyon asitliği, antosiyanin ve fenolik madde miktarı, ilk damlama ve tamamen erime süreleri ile renk ve duyuşal özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. İncelenen fiziksel ve kimyasal özellikler

açısından en yüksek değerleri, miksin pastörizasyonundan önce %16 oranında yabancı mersini ilave edilen dondurmanın (C örneği) aldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, dondurmaya fonksiyonel bir nitelik kazandırmak amacıyla mikse pastörizasyondan önce %15'in üzerinde yabancı mersini ilave edilmesi önerilebilir (Akın ve ark., 2010). Pastörizasyondan önce, olgunlaştırmadan önce ve olgunlaştırmadan sonra yabancı mersini ilave edilen dondurmalarda fiziksel ve kimyasal özelliklerinde en yüksek değere pastörizasyon öncesinde ulaşıldığı saptanmıştır (Akın, 2010).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

Dondurma hammadesi olarak piyasadan temin edilen süt tozu (Pınar Süt, İzmir), krema (SEK, Bursa), yaban mersini (*V. myrtillus*, Rize), ticari şeker, stabilizör ve emülgatör kullanılmıştır. Kapsül materyali olarak κ -karragenan ve gellan (Sigma, Almanya) kullanılmıştır.

3. 2. Yöntem

3.2.1.Yaban mersini ekstraksiyonu

Yaban mersini soğuk blenderda ezilip ve 50 g örnek alınarak etanolle muamele edildikten sonra +4°C'de 8 saat karanlıkta bekletilmiştir. Elde edilen ekstrakt Whatman No:1 filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiş ve takibinde ekstrakt renksizleşene dek yeniden etanol çözültüsüyle ekstrakte edilmiştir. Daha sonra ekstrakttaki alkol vakum altında evapore edilmiş ve geriye fenolik asit ve bazı antosiyaninleri içeren yüksek konsantrasyonlu ekstrakt kalmıştır.

3.2.2. Emülsiyon tekniği ile κ -karragenan ve gellan kapsülünün hazırlanması

3.2.2.1.Emülsiyon yöntemi ile κ -karragenan kapsülünün hazırlanması

κ -karragenan ile yaban mersini ekstraktı kapsülasyonu Kailasaphaty ve Lam (2005) tarafından belirtilen şekilde yapılmıştır. Toz halindeki κ -karragenan (0.75g) 50 mL deiyonize suda çözündürüldükten sonra, 80°C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 20 dakika karıştırılarak polimerin çözünmesi sağlanmıştır. Karışım 40°C'ye soğutulduktan sonra ön denemelerde belirlenmiş oranlarda (1/3:

ekstrakt/kapsül materyali (w/w)) yaban mersini ekstraktlarından ilave edilerek kapsüller hazırlanmıştır. Bu karışım, içerisinde %0.2 emülsifiyer (Tween 80) bulunan 150 mL soya yağı içine hızlı bir şekilde boşaltılmış ve 40°C'lik çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. Oluşan su-yağ emülsiyonu 25°C'ye soğutularak κ-karragenanın jel haline dönüşmesi beklenmiştir. Yağ fazı ayrıldıktan sonra jel haline gelmiş kapsüller santrifüj ile (100xg./2dakika) ayrılmıştır. Jel formundaki kapsüller iki kez destile su ile yıkanarak ve kapsüller süzülerek sıvıdan ayrılmıştır. Hazırlanan kapsüller %0.07'lik kalsiyum klorür içinde 2 saat bekletilerek sertleştirilmiştir.

3.2.2.2. Emülsiyon yöntemi ile gellan kapsülünün hazırlanması

Toz halindeki gellan (0.75g) 50 mL deiyonize suda çözündürüldükten sonra, 80°C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 10 dakika karıştırılarak polimerin çözünmesi sağlanmıştır. Karışım 40°C'ye soğutulduktan sonra ön denemelerde belirlenen oranlarda (1/3: ekstrakt/kapsül materyali (w/w)) yaban mersini ekstraktlarından ilave edilerek kapsüller hazırlanmıştır. Bu karışım, içerisinde %0.2 emülsifiyer (Tween 80) bulunan 150 mL soya yağı içine hızlı bir şekilde boşaltılmış ve 40°C'lik çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. Oluşan su-yağ emülsiyonu 25°C'ye soğutularak gellanın jel haline dönüşmesi beklenmiştir. Yağ fazı ayrıldıktan sonra jel haline gelmiş kapsüller santrifüj ile (100xg./2dakika) ayrılmıştır. Jel formundaki kapsüller iki kez destile su ile yıkanmış ve kapsüller süzülerek sıvıdan ayrılmıştır. Hazırlanan kapsüller %0.07'lik kalsiyum klorür içinde 2 saat bekletilerek sertleştirilmiştir.

3.2.3. Ekstraktın kapsüllenme oranı

Yaban mersini ekstraktlarının kapsüllenme oranları κ-karragenan ve gellan için toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerleri ayrı ayrı esas alınarak aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ekstrakt Kapsüllenme Oranı (EKO)} = \frac{\text{Kapsüllenmiş ekstraktın toplam fenolik bileşen miktarı}}{\text{Bulk çözeltilinin toplam fenolik bileşen miktarı}} \times 100$$

$$\% \text{ Ekstrakt Kapsülleme Oranı (EKO)} = \frac{\text{Kapsüllemiş ekstraktın toplam antosiyanin miktarı}}{\text{Bulk çözeltinin toplam antosiyanin miktarı}^*} \times 100$$

$$\% \text{ Ekstrakt Kapsülleme Oranı (EKO)} = \frac{\text{Kapsüllemiş ekstraktın antioksidan kapasitesi}}{\text{Bulk çözeltinin antioksidan kapasitesi}^*} \times 100$$

*Bulk çözelti: Yaban mersini ekstraktı+Kapsül materyali

3.2.4.In vitro çalışmalar

3.2.4.1. Yaban mersini ekstraktının yapay mide ve bağırsak ortamına tolerans

Ekstraktların yapay mide ve bağırsak ortamlarına toleranslarını belirlemek amacıyla, laboratuvar koşullarında yapay mide ve bağırsak ortamları oluşturularak kapsüllü ve kapsülsüz ekstraksiyon test edilmiştir. Serbest formdaki ekstraksiyon ile mikroenkapsüle edilen ekstraksiyon belirli sürelerde bu ortama maruz bırakılmış ve süre sonunda fenolik bileşen miktarı belirlenmiştir. Bu amaçla yeni hazırlanmış 1 g kapsül 10 mL yapay mide suyu içeren (%0.2 NaCl içeren ve pH'sı 1.55 olan 0.08 M HCl) bir tüpe konulmuş ve 37°C'de 120 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra kapsüller çıkarılmış ve %0.6 safra tuzu içeren ve safra tuzu içermeyen 9 mL steril yapay bağırsak suyunda (pH'sı 7.43 olan 0.05 M KH₂PO₄) 37°C'de 150 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra 1.0 mL örnek alınarak toplam fenolik madde, antosiyaninler ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir (Sultana ve ark., 2000; Krasaekoopt ve ark., 2004; Guisti ve Wrolstad, 2001; Slinkard ve Singleton, 1977; Blois, 1958).

3.2.4.2. Yaban mersini ekstraktının safraya karşı toleransı

Bu amaçla laboratuvar koşullarında hazırlanan safra çözeltilerinin serbest ve kapsüle formdaki ekstraktın antioksidan miktarı test edilmiştir. Yeni hazırlanmış 1 g kapsüle, pH'sı 8.25 olan %0.6'luk 10 mL safra tuzu ilave edilmiş ve 37°C'de 2 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra kapsüller saf su ile yıkanmış ve toplam fenolik madde, antosiyaninler ve antioksidan kapasitesi belirlenmiştir (Krasaekoopt ve ark., 2004; Guisti ve Wrolstad, 2001; Slinkard ve Singleton, 1977; Blois, 1958).

3.2.4.3. Yaban mersini ekstraktının hidroksil radikali indirgeme kapasitesi

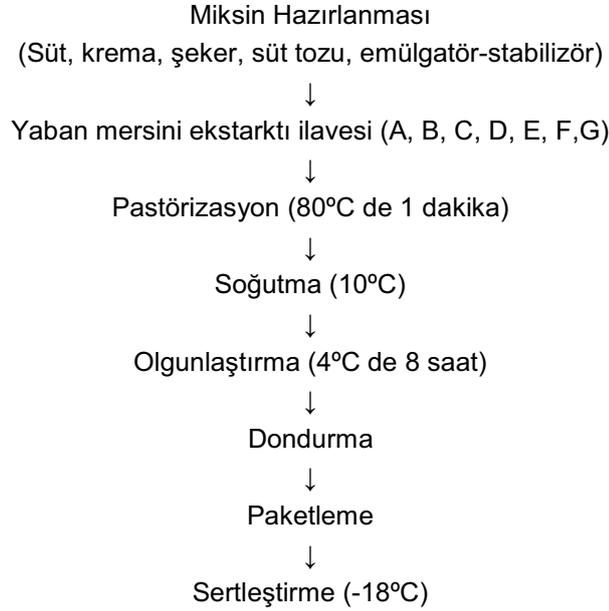
Hidroksil radikalini indirgeme aktiviteleri Smirnoff ve Cumbes (1989)' ın bildirdiği yönteme göre belirlenmiş. Bu yönteme göre 1 g kapsül ve ekstrakt 2mM EDTA-Fe (0.5 ml), 1 ml H₂O, %0.0036 mg/ml safranin bulunan 4.5 ml sodyum fosfat buferında (150mM, pH 7.4) 37°C'de 30 dk inkübe edildikten sonra alınan örnekler 520 nm absorbansta ölçülmüştür. Kontrolde ise buffer ve örnek yerine H₂O ilave edilmiştir. Hidroksil grubunu indirgeme kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Hidroksil radikalini indirgeme kapasitesi} = \left(1 - \frac{\text{Örnek absorbansı}}{\text{Kontrol absorbansı}}\right) \times 100$$

3.2.5. Dondurma üretim yöntemi

Yağ içeriği %5, yağsız kurumadde içeriği % 11 yağsız süt kurumadde, % 18 şeker, % 5 yağ, %0.3 lesitin, % 0.1 aljinat, %0.2 guargam, %0.2 ksantangam, %0.2 karragenan olacak şekilde formüle edilen dondurma miksi hazırlanmıştır. Miksin pastörizasyonundan önce miktarı ön denemelerle belirlenmiş olup serbest ve kapsüllenen yaban mersini ekstraktı %0.5 ve %1 ekstrakt bazlı oranlarda ilave edilmiştir. Pastörizasyon işlemi 80°C'de 1 dakika süre ile gerçekleştirilmiş ve sonra miksler soğutularak +4°C'de 8 saat olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşan miksler batch tipi

dondurma makinesinde dondurulmuş ve 150 g'lık ambalajlara doldurulduktan sonra -18°C'de depolanmıştır (Şekil 1).



Şekil 3.1. Dondurma Üretimi Akış Şeması

- A (kontrol):** Sade dondurma miksi
B: % 0,5 yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş dondurma miksi
C: % 0,5 yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş dondurma miksi
D: % 0,5 κ -karragenan içerisinde kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş miksi
E: % 1 κ -karragenan n içerisinde kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş miksi
F: % 0,5 gellan içerisinde kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş miksi
G: % 1 gellan içerisinde kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ilave edilmiş miksi

Dondurmaların kimyasal, fiziksel ve duyu analizleri üretimden 1 hafta sonra yapılmıştır. Dondurma örnekleri 90 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 45. ve 90. günlerinde antosiyanin, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

3.2.6. Kimyasal analizler

3.2.6.1. Toplam asitlik

Toplam asitlik TS 1018' e göre titrimetrik olarak belirlenmiştir.

3.2.6.2.pH

pH ölçümü elektrotlu dijital pH-metre ile yapılmıştır.

3.2.6.3.Toplam kurumadde

Toplam kurumadde TS 1330' da belirlenen gravimetrik yöntemle ölçülmüştür.

3.2.6.4.Toplam antosiyaninlerin belirlenmesi

Toplam antosiyaninlerin tayini pH-differansiyel metoduyla yapılmıştır (Wrolstad, 1976; Giusti ve Wrolstad, 2001). Metodun ilkesi, monomerik antosiyaninlerin pH 1.0'de renkli oksonium formunun pH 4.5'da ise, renksiz hemiketal formunun egemen olmasına bağlıdır (Şekil 9) . Buna göre ortam pH'sı 1.0 ve 4.5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerlerinin farkı, doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılı bulunmaktadır. Yöntem son derece basit ve duyarlıdır. Ekstraktların TA içerikleri Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından belirtilen bu yöntem ile tayin edilmiştir. Bu yöntemle göre, 0.025 M KCl tamponu (pH 1.0) ve 0.4 M CH₃COONa tamponu (pH 4.5) içinde 15 dk oda sıcaklığında inkübasyona tabi tutulan ekstraktların spektrofotometrik absorpsiyonları 520 ve 700 nm de ölçülmüş ve absorbans değerleri aşağıdaki formülle bulunmuştur.

$$A = (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{\text{pH 1.0}} - (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{\text{pH 4.5}}$$

Wrolstad (1976)'a göre toplam antosiyanin miktarı ise aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\text{TA (mg/kg)} = A \times \text{MA} \times \text{SF} \times 1000 / \epsilon \times 1$$

A: absorbans, Malvidin-3-O-glukosit'in moleküler ağırlığı (MA): 493.5 gmol/l;

Seyreltme faktörü (SF); ϵ , molar absorpsiyon katsayısı (28,000).

3.2.6.5.Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesi

Dondurma ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarları Slinkard ve Singleton (1977) metodunun modifikasyonu ile belirlenmiştir. Test tüp-lerindeki

(0.03 ml)v örneklere sırasıyla 2.370 ml dH₂O ve 0.15 ml Folin-Ciocalteu's ayracı eklenmiştir. Yaklaşık 8 dk sonra karışımlara Na₂CO₃ (0.45 ml) ilave edilerek homojen şekilde karışımı sağlanmıştır. Daha sonra karışımlar oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra örneklerin absorbans değerleri 750 nm'de okunmuş ve dondurma ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşiklerin konsantrasyonları (mg/kg), gallik asit standart grafiği kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.6.6.Toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

Örneklerin serbest radikalleri indirgeme kapasiteleri, Blois (1958) tarafından önerilen 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) metodu ile ölçülmüştür. Etanol ile seyreltilerek elde edilen değişik konsantrasyonlardaki ekstraktlara 2.9 ml DPPH (0.1 mM) eklendikten sonra karışımın absorbans değeri 517 nm de 5 dk sonunda ölçülmüştür. Her bir örneğin serbest radikalleri indirgeme kapasitesi aşağıda belirtilen formül aracılığıyla % olarak belirlenmiştir.

$$\text{DPPH İnhibasyonu (\%)} = [(\text{Ac}-\text{As})/\text{Ac} \times 100]$$

Ac; kontrol absorbansı, As; örneklerin absorbansı.

3.2.7. Fiziksel analizler

3.2.7.1. Hacim artışı

Dondurmalarda hacim artışı tayini ağız kapalı plastik dondurma kaplarına iyice doldurulmuş olan dondurmalar derin dondurucudan çıkartıldıktan sonra eritilerek hesaplanmıştır (Cotrell ve ark., 1972).

3.2.6.2. Viskozite

Dondurmaların viskoziteleri, dondurmalar eritildikten sonra spin başlıklı brookfield viskozimetresi kullanılarak ölçülmüştür (Özer ve ark., 1972).

3.2.7.3. Tamamen erime süresi

Örnekler süzgeç üzerine konarak tamamen erime süresi sn olarak belirlenmiştir (Cottrell ve ark.,1972).

3.2.7.4. İlk damlama süresi

Güven ve Karaca (2002) ' ye göre 50 gr örnek alınarak süzgeçler üzerinde ilk damlama süresi saniye olarak hesaplanmıştır.

3.2.7.5. Renk analizi

Dondurmaların renkleri Hunter lab Color Quest XE (HCL-405) ile (D65/10°) belirlenmiştir (Anonymous, 2001).

3.2.7.5.1. *L* değeri

Hunter renk sisteminde *L*, 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür. 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelir.

3.2.7.5.2. *a* değeri

Hunter renk ölçüm sisteminde *a*'nın pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (-) değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir.

3.2.7.5.3. *b* değeri

Renk ölçüm sisteminde *b*'nin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri ise maviliği ifade etmektedir.

3.2.8. Duyusal analizler

Dondurmalarda duyusal değerlendirmeler T.S.E. tarafından önerilen değerlendirme şemasına göre 10 panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiştir (T.S.E. 1992).

3.2.9. İstatistiksel analizler

Deneme “tesadüf parsellerinde Basit faktöriyel deneme deseni” ne göre 2x3x2x2 (ekstrakt ilavesi x kapsül materyali x ekstrakt oranı x tekerrür) şeklinde düzenlenmiştir. Fiziksel, kimyasal ve duyusal analiz sonuçları varyans analizine tabi tutulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1993).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4. 1. In Vitro Çalışmalar

4. 1. 1. Ekstraktın kapsüllenme oranı

Toplam fenolik madde miktarı esas alındığında, yaban mersini ekstraktlarının kapsüllenme oranı κ -karragenan için %85.8, gellan için de %77.7 olarak hesaplanmıştır. Toplam antosiyanin miktarı esas alındığında kapsüllenme oranı κ -karragenan için % 78, gellan için ise %59 olarak hesaplanmıştır. Antioksidan kapasitesi esas alındığında kapsüllenme oranı κ -karragenan için % 97.5, gellan için ise %92.4 olarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kapsül materyalinin ekstraktın kapsüllenme oranına etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Elde edilen veriler κ -karragenanın, kapsüllenme oranının gellandan daha yüksek olduğunu göstermiştir. κ -karragenan kapsüllerinin gellandan daha yüksek kapsüllenme oranına sahip olduğu diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Kailasaphaty ve Lam, 2005; Akın ve ark., 2012).

4. 1. 2. Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersinin ekstraktlarının yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları

4.1.2.1. Toplam antosiyanin miktarları

Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktlarındaki toplam antosiyaninlerin yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları Çizelge 4. 1.'de verilmiştir.

Yaban mersini ekstraktının başlangıçtaki toplam antosiyanin miktarın 214.74 mg/L olarak belirlenmiştir. Ekstraktlar yapay mide ortamında (%0.2 NaCl içeren ve pH'sı 1.55 olan 0.08 M HCl) 37°C'de 120 dakika inkübe edildikten sonra toplam antosiyanin miktarı serbest ekstrakt için 74.25 mg/L'ye, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için 97.29 mg/L' ye ve κ -karragenan içerisinde kapsüllenen

ekstrakt için 87.42 mg/L'ye düşmüştür. Yapay mide ortamı yaban mersini ekstraktının toplam antosiyanin miktarında azalmaya neden olmuştur. Düşük pH ve yüksek asitliğin fenolik bileşikler ve antosiyaninler üzerine olumsuz etkisi olduğu bildirilmektedir (Bell, 2001; Zhongxiang and Bhesh, 2010). Analiz sonuçları mikrokapsülasyon işleminin, yaban mersini ekstraktında yer alan antosiyaninleri yüksek mide asidinden bir miktar koruduğunu ortaya koymuştur ($p<0.01$). Kapsüller karşılaştırıldığında en yüksek antosiyanin miktarının gellan içerisinde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktında, en düşük antosiyanin miktarının da κ -karragenan içerisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde de, kapsül materyalinin yapay mide ortamında tutulan yaban mersini ekstraktının toplam antosiyanin miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4. 1. Serbest ve kapsüllemiş ekstraktlarının toplam antosiyanin miktarlarının yapay mide bağırsak ortamına toleransları

Yapay mide ve bağırsak ortamı			
Örnekler*	Yapay Mide Ortamı	Safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamı	Safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamı
	Toplam Antosiyanin Miktarı (mg/L)		
Gellan	97,29 ^a	45,90 ^a	7,62 ^a
κ -karragenan	87,42 ^b	40,06 ^b	6,65 ^b
Serbest	74,25 ^c	19,88 ^c	5,57 ^c

*Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Ekstraktların toplam antosiyanin miktarlarının yapay bağırsak ortamından da etkilendiği görülmüştür. Yapay mide ortamından alınan ekstrakt 37°C'de 150 dakika %0.06 safra tuzu (pH'sı 7.43 olan 0.05 M KH₂PO₄) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda toplam antosiyanin miktarı serbest ekstrakt için 19.58 mg/L, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için 45.9 mg/L, κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için 45.06 mg/L olarak saptanmıştır. Yaban mersini ekstraktının kapsüllemesi, safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamlarında ekstrakttaki toplam antosiyanin miktarının daha yüksek olmasını sağlamıştır ($p<0.01$). Yine en yüksek antosiyanin miktarı gellan içerisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktında elde

edilmiş ve kapsül materyalinin yapay bağırsak ortamında tutulan ekstraktların antosiyanin miktarını etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamında ise ekstraktların toplam antosiyanin miktarları serbest ekstrakt için 5.57 mg/L'ye, gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için 7.62 mg/L'ye, κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için ise 6.67 mg/L'ye düşmüştür. Görüldüğü gibi yaban mersini ekstraktının kapsüllenmesi ile toplam antosiyaninlerin yapay bağırsak ortamında korunması sağlanmıştır ($p<0.01$). Gellan içersisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktları en yüksek toplam antosiyanin miktarına sahip olmuştur. Bu durum, gellanın yapay mide ve bağırsak ortamlarında κ -karragenandan daha stabil olmasından kaynaklanabilir. Diğer çalışmalarda da κ -karragenanın kapsüllerinin asidik daha hızlı parçalandığı ve içersisinde kapsüllenen maddeyi daha çabuk dışarı sızdırdığı bulunmuştur (Kailasaphaty ve Lam, 2005, Akın ve ark., 2012).

4.1.2.2. Toplam fenolik bileşen miktarları

Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşen miktarının yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları Çizelge 4. 2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarının yapay mide bağırsak ortamına toleransları

Yapay mide ve bağırsak ortamı			
Toplam fenolik bileşen miktarı (mg/L)			
Örnekler*	Yapay Mide Ortamı	Safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamı	Safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamı
	Toplam Fenolik Bileşen		
Gellan	482,32 ^a	294,75 ^a	267,96 ^a
κ -karragenan	428,73 ^b	260,33 ^b	237,33 ^b
Serbest	395,6 ^c	107,18 ^c	104,63 ^c

*Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarın 3 017.74 mg/L olup ekstraktlar yapay mide ortamında (%0.2 NaCl içeren ve pH'sı 1.55 olan 0.08 M HCl) 37°C'de 120 dakika inkübe edildikten sonra toplam fenolik bileşen miktarı serbest ekstrakt için 395.6 mg/L'ye, gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için 482.32 mg/L' ye ve κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için 428.73 mg/L'ye düşmüştür. Yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarı yapay mide ve bağırsak ortamında bir miktar azalmıştır. Düşük pH ve yüksek asitliğin fenolik bileşikler ve antosiyaninler üzerine olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir (Bell, 2001; Zhongxiang and Bhesh, 2010). Bulgularımız, mikrokapsülasyon işleminin, yaban mersini ekstraktında yer alan fenolik bileşenleri yüksek mide asidine toleransını arttırdığını göstermiştir ($p<0.01$). Mikrokapsülasyon işleminin etkisi gözlemlendiğinde en yüksek fenolik bileşen miktarının gellan içersisinde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktında, en düşük fenolik bileşen miktarının da serbest haldeki yaban mersini ekstraktında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde de, kapsül materyalinin yapay mide ortamında tutulan yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Yapay mide ortamından alınan serbest ve kapsüllenmiş ekstraktlar 37°C'de 150 dakika %0.06 safra tuzu içeren (pH'sı 7.43 olan 0.05 M KH_2PO_4) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda toplam fenolik bileşen miktarı serbest ekstrakt için 107.18 mg/L, gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için 294.75 mg/L, κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için 260.33 mg/L olarak saptanmıştır. Yaban mersini ekstraktının mikrokapsülasyonu ile safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamlarında ekstrakttaki toplam fenolik bileşen miktarının daha yüksek olmasına neden olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ($p<0.01$). En yüksek fenolik bileşen miktarı değer gellan içersisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktında görülmüş ve kapsül materyalinin yapay bağırsak ortamında tutulan ekstraktların fenolik bileşen miktarını etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Ekstraktların toplam fenolik bileşen miktarları safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamında serbest ekstrakt için 104.63 mg/L'ye, κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için ise 237.33 mg/L'ye gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt

için 267.96 mg/L'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Yaban mersini ekstraktının kapsüllenmesi ile toplam fenolik bileşenlerin yapay bağırsak ortamında korunduğu görülmektedir ($p < 0.01$). Gellan içerisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktları en yüksek toplam fenolik bileşen miktarına sahip olmuştur. Bu durum, gellanın yapay mide ve bağırsak ortamlarında κ -karragenandan daha dayanıklı olmasına bağlanabilir. Kailasaphaty ve Lam (2005) ile Akın ve ark. (2012) da κ -karragenanın kapsüllerinin asidik ortamda daha hızlı parçalandığı ve içerisinde kapsüllenen maddeyi daha çabuk dışarı sızdırdığını bildirmişlerdir.

4.1.2.3. Antioksidan kapasitesi

Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktlarındaki antioksidan kapasitesinin yapay mide ve bağırsak ortamına toleransları Çizelge 4. 3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların antioksidan kapasitesinin yapay mide bağırsak ortamına toleransları

Yapay mide ve bağırsak ortamı			
Antioksidan kapasitesi (%)			
Örnekler*	Yapay Mide Ortamı	Safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamı	Safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamı
		Antioksidan Kapasitesi	
Gellan	62,96 ^a	48,90 ^a	44,20 ^a
κ -karragenan	60,64 ^b	41,36 ^b	36,16 ^b
Serbest	52,92 ^c	38,68 ^c	33,08 ^c

*Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yaban mersini ekstraktının başlangıçtaki antioksidan kapasitesi %79.2 olarak belirlenmiştir. Ekstraktlar yapay mide ortamında (%0.2 NaCl içeren ve pH'sı 1.55 olan 0.08 M HCl) 37°C'de 120 dakika inkübe edildikten sonra antioksidan kapasitesi serbest ekstrakt için % 52.92' ye, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için % 62.96' ya ve κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için % 60.64'e düşmüştür.

Düşük pH ve yüksek asitliğin fenolik bileşikler ve antosiyaninler üzerine olumsuz etkisi bildirilmektedir (Bell, 2001; Zhongxiang and Bhesh, 2010). Yapay mide ortamında tutulan yaban mersini ekstraktının antioksidan kapasitesinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Fenolik bileşenler ve antosiyaninler antioksidanlar arasında yer aldığından, fenolik bileşenler ve antosiyaninlerin düşük pH ve yüksek asitlikte olumsuz etkiye sahip olmasının antioksidan kapasitesini de etkilediği düşünülmektedir. Elde edilen bulgulara göre mikrokapsülasyon işleminin, yaban mersini ekstraktının sahip olduğu antioksidan kapasitesinin yüksek mide asidinden bir miktar koruduğunu ortaya koymuştur ($p<0.01$). İstatistiksel analizlerde de, kapsül materyalinin yapay mide ortamında tutulan yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kapsül materyalleri karşılaştırıldığında en yüksek fenolik bileşen miktarının gellan içerisinde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktında, en düşük fenolik bileşen miktarının da serbest haldeki yaban mersini ekstraktında olduğu belirlenmiştir.

Ekstraktların antioksidan kapasitelerinin yapay bağırsak ortamından da etkilendiği görülmüştür. Yapay mide ortamından alınan ekstrakt 37°C 'de 150 dakika %0.06 safra tuzu (pH'sı 7.43 olan 0.05 M KH_2PO_4) inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda antioksidan kapasitesi serbest ekstrakt için % 38.68'e, gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için %48.90'a, κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için % 41.36 olarak saptanmıştır. Yaban mersini ekstraktının kapsüllemesi, safra tuzu içeren yapay bağırsak ortamlarında ekstrakttaki antioksidan kapasitesinin daha yüksek olmasını sağlamıştır ($p<0.01$). En yüksek antioksidan kapasitesi gellan içersisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktında elde edilmiş ve kapsül materyalinin yapay bağırsak ortamında tutulan antioksidan kapasitesine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 4.3 de görüldüğü gibi yaban mersini ekstraktının kapsüllemesi ile antioksidan kapasitesi yapay bağırsak ortamında korunması sağlanmıştır ($p<0.01$). Safra tuzu içermeyen yapay bağırsak ortamında ise ekstraktların antioksidan kapasiteleri serbest ekstrakt için % 33.08'e, gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için % 44.20'ye, κ -karragenan içersisinde kapsüllenen ekstrakt için ise %36.16'ya

düşmüştür. Gellan içerisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktları en yüksek antioksidan kapasitesine sahip olmuştur. Bu durumun gellanın yapay mide ve bağırsak ortamlarında κ -karragenandan daha stabil olmasından kaynaklanabildiği düşünülmektedir. İncelenen diğer araştırmalarda da κ -karragenanın kapsüllerinin asidik ortamda daha hızlı parçalandığı ve içerisinde kapsüllenen maddeyi daha çabuk dışarı sızdırdığı bulunmuştur (Kailasaphaty ve Lam, 2005, Akın ve ark., 2012).

4. 1. 3. Kapsüllemiş ve serbest ekstraktların safraya karşı toleransı

pH'sı 8.25 olan %0.6'lık 10 mL safra tuzu ilave edilmiş ve 37°C'de 2 saat inkübe edilen kapsüllü ve kapsülsüz ekstraktların toplam fenolik, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Serbest ve kapsüllemiş ekstraktların safra tuzuna toleransı

Safra tuzuna tolerans			
Örnekler*	Toplam Antosiyanin (mg/L)	Toplam Fenolik Miktarı (mg/L)	Antioksidan Kapasitesi (%)
Gellan	229.68 ^a	401.94 ^a	79.14 ^a
κ -karragenan	121.50 ^b	398.11 ^b	77.14 ^b
Serbest	118.51 ^c	354.72 ^c	55.96 ^c

*Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yaban mersini ekstraktında 214.74 mg/L olarak saptanan toplam antosiyanin miktarı inkübasyondan sonra serbest ekstrakt için 118.5 mg/L'ye, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için 229.68 mg/L'ye, κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için ise 121.5 mg/L'ye düşmüştür. Analiz sonuçlarına göre mikrokapsülasyon işlemi, yaban mersini ekstraktındaki antosiyanin miktarının safraya karşı toleransını arttırmıştır ($p < 0.01$). En iyi sonuç gellan içerisinde mikrokapsülleme ile elde edilmiştir. İstatistiksel analizlerde de, yaban mersini ekstraktının toplam antosiyanin miktarının safraya karşı toleransında kapsül materyalinin etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Başlangıçta 3 017 mg/L toplam fenolik bileşene sahip olan ekstraktın toplam fenolik miktarı inkübasyondan sonra serbest ekstrakt için 354.72 mg/L'ye, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için 401.94 mg/L'ye, κ karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için ise 398.11 mg/L'ye düşmüştür. Mikrokapsülasyon işlemi, yaban mersini ekstraktının fenolik bileşenlerini safraya karşı korumuştur ($p<0.01$).

Uygulamalar karşılaştırıldığında en yüksek fenolik bileşen miktarının gellan içerisinde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktında, en düşük fenolik bileşen miktarının da serbest haldeki yaban mersini ekstraktında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde de, kapsül materyalinin safraya karşı toleransında yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

%79.2 antioksidan kapasitesine sahip ekstraktın antioksidant kapasitesi inkübasyondan sonra serbest ekstrakt için %55.96'ya, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için %79.14'e, κ-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt için ise %77.14'e düşmüştür. Elde edilen veriler mikrokapsülasyon işleminin, yaban mersini ekstraktının antioksidan kapasitesini safraya karşı bir miktar koruduğunu ortaya koymuştur ($p<0.01$). En yüksek antioksidan kapasitesinin gellan içerisinde mikrokapsüllenen yaban mersini ekstraktında, en düşük antioksidan kapasitesinin de serbest haldeki yaban mersini ekstraktında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde de, kapsül materyalinin safraya karşı toleransında yaban mersini ekstraktının antioksidan kapasitesine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Bu verilere dayanarak mikroenkapsülasyon işleminin yaban mersini ekstraktının toplam fenolik bileşen, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerlerinin safraya karşı toleransını arttırdığı söylenebilir. En yüksek değerlere her üç bileşen için de, gellan içerisinde kapsüllenen ekstraktın sahip olduğu görülmektedir.

4.1.4. Hidroksil radikalini indirgeme kapasitesi

Serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların hidroksil radikalini indirgeme kapasiteleri Çizelge 4. 5' de verilmiştir.

Çizelge 4. 5. serbest ve kapsüllenmiş ekstraktların hidroksil radikalini indirgeme kapasiteleri

Örnekler	OH radikalini indirgeme kapasitesi (%)
Gellan	79.72 ^a
k-karragenan	71.04 ^b
Serbest ekstrakt	39.63 ^c

Hidroksil radikalini yakalama kapasitesi değerleri incelendiğinde, mikrokapsülasyon işleminin ekstraktların hidroksil radikalini yakalama kapasitesini önemli düzeyde etkilediği görülmektedir ($p<0.01$). Kapsüllenen ekstraktların hidroksil radikal yakalama kapasitesi serbest formdakine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Gellan içerisinde kapsüllenen yaban mersini ekstraktı mükemmel bir hidroksi radikal yakalama kapasitesi göstermiştir. Bunu sırasıyla κ -karragenan kapsülü içerisinde kapsüllenen ve serbest haldeki yaban mersini ekstraktları izlemiştir. Kapsül materyaller arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4.2. Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktları ile üretilen dondurmaların kimyasal özellikleri

Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktları ile üretilen dondurmaların kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4. 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Dondurmaların kimyasal özellikleri

Örnekler*	pH	Titrasyon Asitliği (°SH)	Kurumadde
A	6.81 ^a ±0.01	11.6 ^f ±0.00	40.00 ^a ±0.17
B	6.67 ^{c1} ±0.01	12.53 ^{d2} ±0.23	39.91 ^{b1} ±0.20
C	6.63 ^{d1} ±0.01	14.26 ^{a1} ±0.23	39.57 ^{c2} ±0.07
D	6.71 ^{b1} ±0.01	12.66 ^{d2} ±0.23	38.19 ^{e2} ±0.35
E	6.67 ^{c1} ±0.01	13.46 ^{c1} ±0.46	38.49 ^{d1} ±0.06
F	6.68 ^{a1} ±0.01	12.33 ^{e2} ±0.00	38.38 ^{g2} ±0.10
G	6.63 ^{d1} ±0.01	14.02 ^{b1} ±0.00	38.95 ^{f1} ±0.08

A: kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

**Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır..

Ekstrakt oranına göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı rakamlarla gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.2.1. pH

Dondurmaya yaban mersini ekstraktı ilave edilmesi örneklerin pH'sını ve titrasyon asitliğini önemli düzeyde etkilemiştir ($p < 0.01$). Kontrol örneğinin pH'sı yaban mersini ekstraktı ilave edilen örneklerden daha yüksek, titrasyon asitliği ise daha düşük olmuştur. Yaban mersininin düşük pH'ya sahip olması nedeniyle ekstrakt ilave edilen örneklerin pH değerlerinin biraz daha düşük, titrasyon asitliği değerlerinin de daha yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Kapsülleme işleminin dondurmaların pH'ları ve titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p < 0.01$). En yüksek pH ve titrasyon asitliği değerlerine sırasıyla D ve C örnekleri sahip olurken, en düşük pH ve titrasyon asitliği değerlerine de sırasıyla C, G ve A örneklerinin sahip olduğu görülmektedir. Kullanılan kapsül materyallerinin pH'larına bağlı olarak kapsül içeren örneklerin pH değerleri serbest halde ekstrakt içeren dondurmalarından daha düşük, titrasyon asitliği değerleri de daha yüksek çıkmıştır.

Dondurmalara ilave edilen yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların pH'sının bir miktar azaldığı belirlenmiş, ancak bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Buna karşılık, dondurmalara ilave edilen yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların titrasyon asitliği değerleri de artmış ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Akın ve ark. (2010) da yaban mersini ilave oranı arttıkça dondurmaların pH'sının azaldığını ve titrasyon asitliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Aliyev (2006), yaban mersini meyvesi ilave edilen kefirli dondurmalarda pH değerlerinin 4.18 ile 6.16 arasında, asitlik değerlerinin de %0.19-0.79 arasında değiştiğini bildirmiştir. Deneme dondurmalarının pH değerleri Akın ve ark. (2010)'nın bulduğu değerlerden daha yüksek, titrasyon asitliği değerleri ise daha düşüktür. Bu durumun meyve yerine ekstrakt kullanımından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

4. 2. 2. Kurumadde

Yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların kurumadde miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kontrol örneğinin kurumaddesi yaban mersini ekstraktı ilave edilen örneklerden biraz daha yüksek olmuştur.

Kapsülleme işleminin dondurmaların kurumaddesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0.01$). En yüksek kurumadde değerine A örneği sahip olurken, en düşük kurumadde değerine ise D örneğinin sahip olduğu görülmektedir. Bu durum kapsül materyali olarak kullanılan gellan ve κ -karragenanın su bağlama kapasitelerinin yüksek olmasına bağlanabilir. Kullanılan kapsül materyallerinin higroskopik özelliğine bağlı olarak kapsül içeren örneklerin kurumadde değerleri serbest halde ekstrakt içeren dondurmalarından daha düşük çıkmıştır.

Dondurmalara ilave edilen yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların kurumaddesinin bir miktar azaldığı belirlenmiş, bu azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

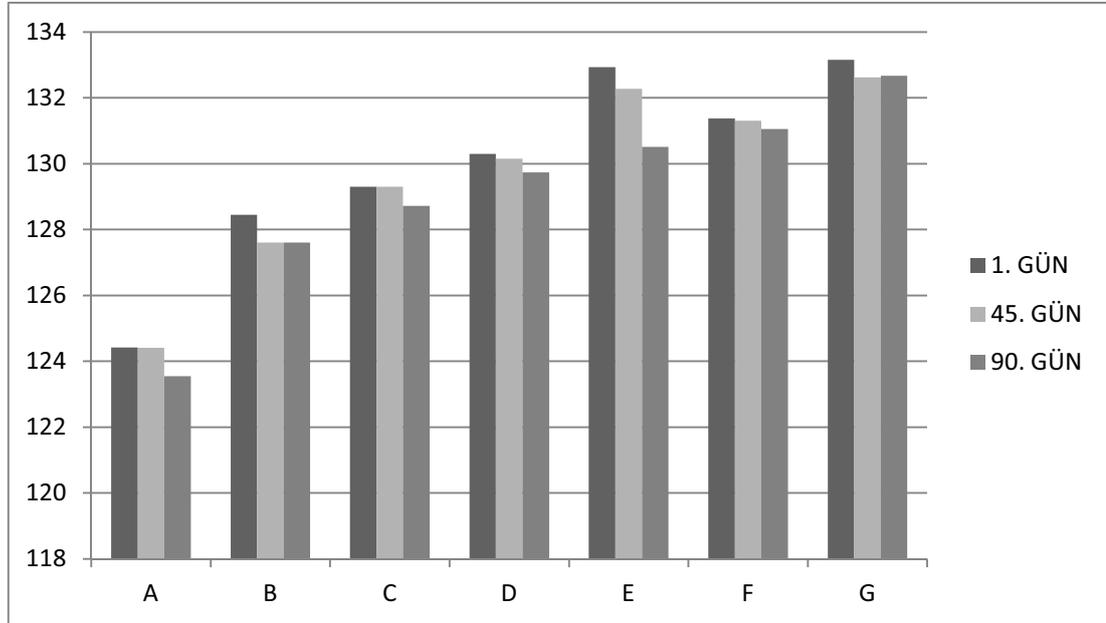
Aliyev (2006), kefirli ve yaban mersinli dondurmalarda kurumadde değerlerinin %29.07-34.72 arasında, Akın ve ark. (2010) ise farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yaban mersini ilave edilmiş dondurmalarda kurumadde değerlerinin %37.21-38.99 arasında olduğunu belirlenmiştir. Deneme dondurmalarımızın kurumadde değerleri Aliyev'in (2006) bulduğu değerlerden daha yüksek, Akın ve ark. (2010)'nın bulduğu değerlerle uyum içindedir.

4.2.4. Dondurmaların toplam fenolik, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidant kapasitesinde depolama süresince görülen değişiklikler

Dondurmaların toplam fenolik, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesinde depolama süresince görülen değişiklikler Çizelge 4. 7'de verilmiştir.

4. 2.4.1. Dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı

Dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı (mg/L) grafiği

A: kontrol, B: % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, C: % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, D: %0.5 ekstrakt içeren κ -karragenan kapsülü, E: % 1 ekstrakt içeren κ -karragenan kapsülü, F: %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, G: % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

Çizelge 4. 7. Dondurmaların fenolik madde, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesinde depolama süresi boyunca görülen değişiklikler (n=2)**

Örnekler*	Depolama Süresi	Toplam Fenolik Madde (mg/L)	Toplam Antosiyanin (mg/L)	Antioksidan Kapasitesi (%)
A	1	124.42 ^{d1} ±0.011	1.97 ^{f1} ±0.010	8.10 ^{d1} ±0.010
	45	124.41 ^{d1} ±0.010	1.96 ^{e1} ±0.010	8.16 ^{d1} ±0.010
	90	123.55 ^{d1} ±0.010	1.82 ^{e1} ±0.011	8.27 ^{d1} ±0.010
B	1	128.45 ^{c1A} ±0.012	2.93 ^{e1B} ±0.010	8.17 ^{d1B} ±0.010
	45	127.60 ^{d1A} ±0.010	2.85 ^{d1B} ±0.010	8.07 ^{d1B} ±0.012
	90	127.60 ^{d1A} ±0.010	2.79 ^{d1B} ±0.012	8.03 ^{d1B} ±0.010
C	1	129.30 ^{c1A} ±0.010	3.52 ^{c1A} ±0.010	8.50 ^{a1A} ±0.010
	45	129.30 ^{c1A} ±0.012	3.46 ^{b1A} ±0.012	8.48 ^{a1A} ±0.010
	90	129.72 ^{c1A} ±0.010	3.44 ^{b1A} ±0.010	8.40 ^{a1A} ±0.013
D	1	130.30 ^{b1A} ±0.011	3.23 ^{c1B} ±0.010	8.73 ^{b1B} ±0.010
	45	130.15 ^{b1A} ±0.012	3.46 ^{c1B} ±0.012	8.70 ^{c1B} ±0.011
	90	129.73 ^{c1A} ±0.010	3.96 ^{c1B} ±0.013	8.65 ^{c1B} ±0.010
E	1	132.93 ^{a1A} ±0.010	4.48 ^{d1A} ±0.010	9.03 ^{b1A} ±0.012
	45	132.27 ^{a1A} ±0.010	4.08 ^{c1A} ±0.010	9.03 ^{b1A} ±0.010
	90	130.51 ^{b1A} ±0.011	4.22 ^{c1A} ±0.012	9.00 ^{b1A} ±0.010
F	1	131.37 ^{b1A} ±0.010	4.84 ^{d1B} ±0.010	9.44 ^{c1B} ±0.011
	45	131.30 ^{b1A} ±0.013	4.41 ^{c1B} ±0.010	9.40 ^{c1B} ±0.010
	90	131.05 ^{b1A} ±0.010	4.40 ^{c1B} ±0.010	9.40 ^{c1B} ±0.012
G	1	133.15 ^{a1A} ±0.010	7.59 ^{d1A} ±0.011	9.63 ^{b1A} ±0.010
	45	132.62 ^{a1A} ±0.011	7.22 ^{a1A} ±0.012	9.57 ^{b1A} ±0.010
	90	132.67 ^{a1A} ±0.013	7.35 ^{a1A} ±0.010	9.53 ^{b1A} ±0.010

A: kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

***Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Depolama süresine göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı rakamlarla gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Ekstrakt oranına göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı büyük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların toplam fenolik miktarına etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01). Yaban mersini ekstraktı ilave edilen dondurmaların toplam fenolik miktarı kontrol grubundan yüksek olmuştur.

Mikrokapsülasyon işlemi dondurmaların toplam fenolik miktarını önemli düzeyde artırmıştır ($p<0.01$). Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların toplam fenolik madde miktarı, kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından daha düşük olmuştur. Bu durum mikrokapsülasyon işleminin yaban mersini ekstraktındaki fenolik bileşikleri dondurma üretimi sırasında koruduğunu göstermektedir. Hwang ve ark. (2009), bizim bulgularımızın tersine üzüm şarabı tortusu ilave edilen dondurmaların toplam fenolik miktarının azalmadığını, dondurma üretim aşamalarının dondurmaların toplam fenolik miktarına etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

En yüksek toplam fenolik miktarına gellan içersisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilmiş dondurmalar (F ve G) sahip olmuş ve kapsül materyalinin örneklerin toplam fenolik miktarına etkisi de önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

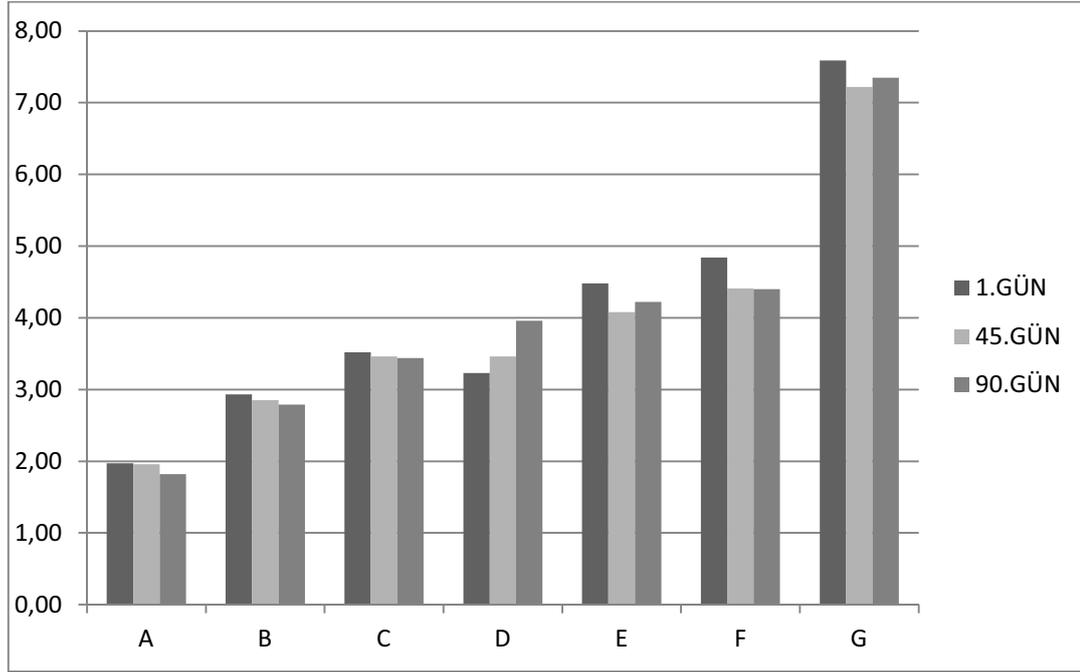
Yaban mersini ilave oranı dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı artmıştır. Akın ve ark. (2010) da yaban mersini ilave oranı arttıkça dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Depolama süresinin dondurmaların toplam antosiyanin miktarı üzerine etkisi önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

Akın ve ark. (2010) farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yaban mersini ilave edilmiş dondurmalarda toplam fenolik bileşen miktarının 602.08-1441.25 mg/L arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ürettiğimiz dondurmaların toplam fenolik bileşen miktarı Akın ve ark. (2010)'nın bulduğu değerlerden daha düşük olmuştur.

4. 2.4.2. Dondurmaların toplam antosiyanin miktarı

Dondurmaların depolama süresi boyunca toplam antosiyanin miktarı grafiği Şekil 4. 2' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Dondurmaların toplam antosiyanin (mg/L) değerleri grafiği

A: kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren κ -karragenan kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren κ -karragenan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

Kapsüllenmiş ve serbest formda yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların toplam antosiyanin miktarına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ekstrakt içeren dondurmaların (B, C, D, E, F ve G) toplam antosiyanin miktarının kontrol (A) grubundan yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$).

Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların (B ve C) toplam antosiyanin miktarı, kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha düşük olmuştur. Mikroenkapsülasyon işleminin dondurmaların toplam antosiyanin miktarına etkisi istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Elde edilen bulgular dondurma üretim aşamalarının yaban mersini ekstraktının antosiyanin miktarını azalttığını göstermektedir. Buna karşılık Hwang ve ark. (2009), dondurma üretim aşamalarının üzüm şarabı tortusu ilave edilen dondurmaların dondurmaların antosiyanin miktarına etkisi olmadığını ve dondurmalarda antosiyanin miktarının azalmadığını, bildirmişlerdir.

Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmaların (F ve G), k-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmlardan (D ve E) daha yüksek antosiyanin içerdiği ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu saptanmıştır.

Yaban mersini ilave oranı dondurmaların toplam antosiyanin miktarını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların toplam antosiyanin miktarının arttığı saptanmıştır. Benzer sonuçlar Akın ve ark. (2010) tarafından da elde edilmiştir.

Depolama süresinin dondurmaların toplam antosiyanin miktarı üzerine etkisi önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

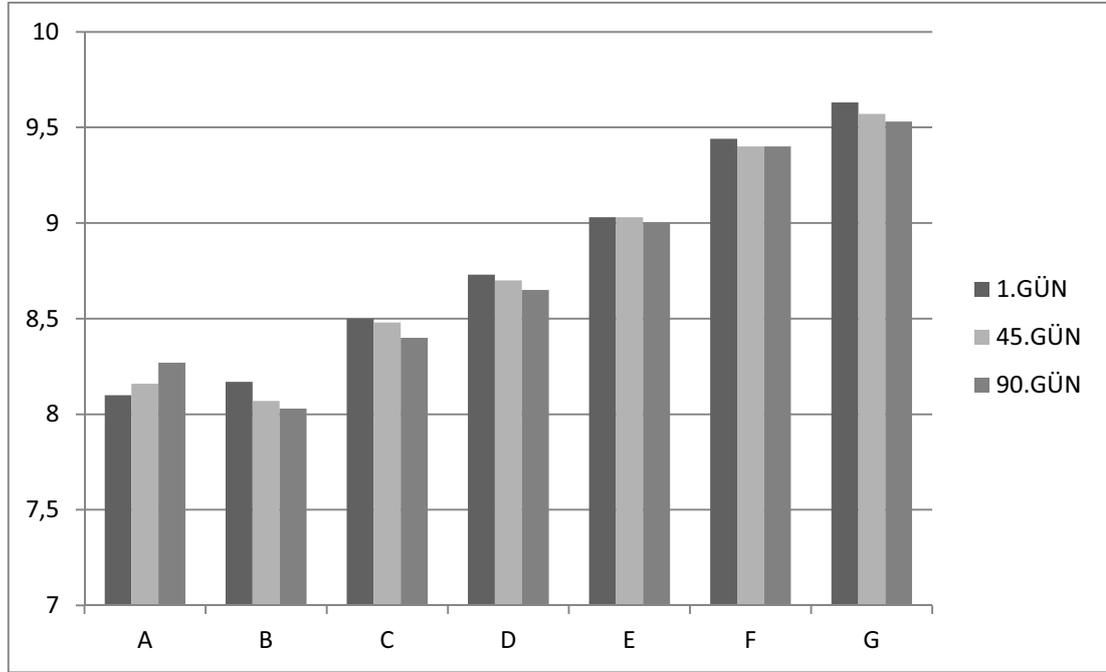
Farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yaban mersini ilave edilmiş dondurmalarda toplam antosiyanin miktarının 0.72-5.01mg/L arasında olduğunu bildirilmiştir (Akın ve ark., 2010). Dondurmalarda belirlediğimiz toplam fenolik antosiyanin miktarı Akın ve ark. (2010)'nın bulduğu değerlerden daha yüksek olmuştur.

4.2.4.3. Dondurmaların antioksidan kapasitesi

Yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların antioksidan kapasitesine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların antioksidan kapasitesi (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) yüksek çıkmıştır (Şekil 4. 3).

Mikrokapsülasyon işlemi dondurmaların antioksidan kapasitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların antioksidan kapasitesi (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha düşük olmuştur. Çalışmamızda dondurma üretimi sırasında yaban mersini ekstraktının antioksidan kapasitesinin

azaldığı belirlenmiştir. Buna karşılık Hwang ve ark. (2009), üzüm şarabı tortusu ilave edilen dondurmaların antioksidan kapasitesinin azalmadığını, dondurma üretim aşamalarının dondurmaların antioksidan kapasitesine etkisi olmadığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. Dondurmaların antioksidan kapasitesi (%) değerleri grafiği

A: kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren gellanla kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü

Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilen dondurmaların (F ve G) κ-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalardan (D ve E) daha yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu saptanmıştır.

Yaban mersini ilave oranı da dondurmaların antioksidan kapasitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların antioksidan kapasitesi artmıştır. Bu bulgu Akın ve ark.'nın (2010) bulgularıyla uyum içindedir.

Depolama süresinin dondurmaların antioksidan kapasitesi üzerine etkisi önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

Akın ve ark. (2010) farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yabancı mersini ilave edilmiş dondurmalarında antioksidan kapasitesinin 66.44-77.82 mg/L arasında değiştiğini tespit etmiştir.

4.3. Serbest ve kapsüllenmiş yabancı mersini ekstraktı ile üretilen dondurmaların fiziksel özellikleri

Denemede üretilen dondurmaların fiziksel özellikleri Çizelge 4. 8' de sunulmuştur.

Çizelge 4. 8. Dondurmaların fiziksel özellikleri (n=2)

Örnekler*	Hacim Artışı (%)	Viskozite	İlk Damlama Süresi (sn)	Tamamen Erime Süresi (sn)
A	17 ^a ±0.010	11853 ^a ±0.013	509.30 ^a ±0.011	1125.00 ^a ±0.011
B	16 ^{a2} ±0.011	11440 ^{b1} ±0.012	529.00 ^{b2} ±0.010	1240.60 ^{b2} ±0.010
C	15 ^{a1} ±0.010	11156 ^{d2} ±0.010	607.00 ^{b1} ±0.012	1347.30 ^{b1} ±0.012
D	14 ^{a2} ±0.012	11800 ^{c2} ±0.011	930.30 ^{a2} ±0.011	1814.60 ^{a2} ±0.010
E	13 ^{a1} ±0.010	11840 ^{c1} ±0.010	1104.30 ^{a1} ±0.010	1933.60 ^{a1} ±0.011
F	13 ^{a2} ±0.013	12000 ^{b2} ±0.011	1029.60 ^{a2} ±0.010	1966.60 ^{a2} ±0.012
G	11 ^{a1} ±0.010	12720 ^{a1} ±0.010	1194.00 ^{a1} ±0.013	2191.60 ^{a1} ±0.010

***A:** kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren k-karragenan kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren k-karragenan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

**Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır..

Ekstrakt oranına göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı rakamlarla gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.3.1. Hacim artışı

Yabancı mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların hacim artışına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların hacim artışının (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Serbest formda yabancı mersini ekstraktı içeren dondurmaların hacim artışı (B ve C), kapsüllenmiş formda yabancı mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F

ve G) daha yüksek olmuştur. Mikrokapsülasyon işlemi dondurmaların hacim artışını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Örneklerin viskozitesindeki artışa bağlı olarak dondurma işlemi sırasında hava tutmasının zorlaştığı ve buna bağlı olarak da hacim artışının daha az olduğu düşünülmektedir. Hwang ve ark. (2009) da dondurmalarda viskozite artışına paralel olarak hacim artışının azaldığını bildirmiştir.

Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilen dondurmaların (F ve G) hacim artışı, k-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalardan (D ve E) daha düşük olmuştur. Kapsül materyalinin dondurmaların hacim artışına etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Yaban mersini ilave oranı da dondurmaların hacim artışını önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların hacim artışı artmıştır. Akın ve ark. (2010) dondurmaya ilave edilen yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların hacim artışında bir miktar artış olduğunu bildirmiştir.

Bazı stabilizörlerin Kahramanmaraş tipi dondurmalarda etkilerini inceleyen Güven ve ark. (2002)'ın tespit ettikleri değerler 4.35-21.74 arasındadır. Aliyev (2006) yaban mersini ve kefirli dondurmalarda hacim artışının %18.55-32.74 arasında değiştiğini belirlenmiştir. Dervisoglu ve Yazici (2006) meyve lifli dondurma üzerinde yaptıkları çalışmada hacim artışına ilişkin değerleri 22.13 ile 45.08 arasında tespit etmişlerdir. Akın ve ark. (2010) farklı aşamalarda ve farklı oranlarda yaban mersini içeren dondurmalarda hacim artışının %16.49-26.42 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bulgularımız, Akın ve ark. (2010) ile Güven ve ark. (2002)'nin sonuçları ile paralel, Aliyev (2006) ile Dervisoglu ve Yazici (2006)'nin tespitlerinden düşüktür. Hacim artışı mikste yer alan maddelerin bileşimi, dondurma makinesinin özelliği (hava veren – kompresör sistem), üretim tekniği vb. özelliklere bağlı olarak değişir. Bu durum dikkate alındığında araştırmaların hacim artışları arasındaki farklılıklar normal karşılanabilir.

4. 3. 2. Viskozite

Kapsüllenmiş ve serbest formda yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların viskozitesine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların viskozitesinin (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ekstraktın viskoziteyi biraz düşürdüğü görülmektedir.

Mikrokapsülasyon işlemi dondurmaların viskozitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların viskozitesi (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha düşük olmuştur. Dondurmaya gellan veya k-karragenan kapsülü ilavesi örneklerin viskozitesini yükselmiştir. Bu artışın kullanılan kapsül materyallerinin su bağlama özelliğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Kapsül materyalinin dondurmaların viskozitesine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilen dondurmaların (F ve G) viskozitesi, k-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalarından (D ve E) daha yüksek olmuştur. Nussinovitch ve ark. (2000)' nın araştırdığı bir çalışmada gellanın k-karragenandan daha yüksek yoğunluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Gellanın daha yüksek yoğunluğa sahip olması viskozite değerinin k-karragenandan daha yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Yaban mersini ilave oranı da dondurmaların viskozitesini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça kurumadde artışına paralel olarak dondurmaların viskoziteleri de çok az artış göstermiştir. Akın ve ark. (2010) da yaban mersini ilave oranı arttıkça dondurmaların viskozitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Serbest ekstrakt içeren dondurma grupların A kontrol gurubuna göre daha düşük viskozite değerine sahip olduğunu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlemlenmektedir ($p < 0.01$).

Aliyev (2006) kefirli ve yaban mersinli dondurmalarda viskozitenin 105.73-585.33 cP arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise meyve lifli dondurma mikslerinde 6 farklı sıcaklıkta saptanan viskozite değerleri < 0.16 cP ile 1523.4 arasında değişmiştir (Dervisoglu ve Yazici, 2006). Fındık unu ve zarının vanilyalı dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkisini inceleyen Dervisoglu (2006) viskozite değerlerini 5 °C'de 268.5 ile 598.6 cP arasında tespit etmiştir. Akın ve ark (2010) da farklı aşamalarda ve farklı oranlarda yaban mersini ilave edilmiş dondurmalarda viskozite değerlerinin 3416-4264 cP arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bizim bulgularımız tüm bu değerlerden yüksek çıkmıştır. Kullanılan prob, dönüş hızı, sıcaklık gibi faktörlere bağılı olarak ölçülen viskozite değerleri farklılık göstermektedir. Bu nedenle elde edilen sonuçlar arasında görülen farklar doğaldır.

4.3.3. İlk damlama süresi

Çizelge 4. 8'de dondurmaların ilk damlama süreleri gösterilmiştir. Yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların ilk damlama sürelerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların ilk damlama süresinin (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha uzun olduğu belirlenmiştir.

Mikrokapsülasyon işleminin dondurmaların ilk damlama sürelerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların ilk damlama süreleri (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha kısa olmuştur. Bu durumun kullanılan kapsül materyallerinin su bağlama özelliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Dondurmaya ilave edilen hidrokolloid stabilizöerlerin ve polisakkaritlerin dondurmaların erime oranını azalttığı bildirilmektedir (Goff ve Sahagian, 1996; Segal ve Goff, 2002).

Kapsül materyalleri dondurmaların ilk damlama sürelerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilen dondurmaların (F ve G) ilk damlama süreleri, k-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmlaradan (D ve E) daha uzun olmuştur.

Yaban mersini ilave oranı da dondurmaların ilk damlama süresini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça kurumadde artışına paralel olarak dondurmaların ilk damlama süreleri de artış göstermiştir. Bulgularımız Akın ve ark. (2010)'nın bulgularıyla uyum içindedir.

Farklı stabilizörlerle üretilen Kahramanmaraş tipi dondurmalarda yapılan bir çalışmada ilk damla zamanı 11.58 ile 29.18 dakika arasında tespit edilmiştir (Güven ve ark., 2003). Meyve lifli dondurmalarda yaptıkları araştırmada Dervisoglu ve Yazici (2006), ilk damla zamanını 28.9-108.9 dakika arasında tespit etmişlerdir. Aliyev (2006) kefirli ve yaban mersinli dondurmalarda ilk damlama zamanının 12.24- 53.26 dakika arasında, Akın ve ark. (2010) ise 271-850 sn arasında olduğunu belirlemiştir. Bulgularımız Güven ve ark. (2003), Dervisoglu ve Yazici (2006) ve Aliyev (2006)'e göre düşük, Akın ve ark. (2010)'na göre ise yüksektir.

4. 3. 4. Tamamen erime süresi

Yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların tamamen erime sürelerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların tamamen erime sürelerinin (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha uzun olduğu belirlenmiştir.

Mikrokapsülasyon işleminin dondurmaların tamamen erime sürelerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların tamamen erime süreleri (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha kısa olmuştur. Bu durumun kullanılan kapsül materyallerinin su bağlama özelliğinden

kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Dondurmaya ilave edilen hidrokolloid stabilizörlerin ve polisakkaritlerin dondurmaların erime oranını azalttığı bildirilmektedir (Goff ve Sahagian, 1996; Segal ve Goff, 2002).

Kapsül materyalleri dondurmaların tamamen erime sürelerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilave edilen dondurmaların (F ve G) tamamen erime süreleri, k-karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmlardan (D ve E) daha uzun olmuştur.

Yaban mersini ilave oranı da dondurmaların tamamen erime sürelerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların tamamen erime artış göstermiştir. Bulgularımız Akın ve ark. (2010)'nın bulgularıyla uyum içindedir.

4. 3. 5. Hunter Lab renk değerleri

Dondurma örneklerinin hunter lab değerleri Çizelge 4. 9'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Dondurmaların renk değerleri

Örnekler	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
A	85.69 ^a ±0.011	0.72 ^f ±0.010	9.37 ^a ±0.01
B	81.43 ^{c1} ±0.010	0.93 ^{e2} ±0.011	7.14 ^{d1} ±0.010
C	81.15 ^{c1} ±0.011	1.03 ^{c1} ±0.011	4.98 ^{g2} ±0.011
D	82.10 ^{b1} ±0.012	0.99 ^{d2} ±0.010	7.43 ^{c1} ±0.010
E	81.58 ^{d2} ±0.010	1.09 ^{b1} ±0.013	6.25 ^{f2} ±0.011
F	82.30 ^{b1} ±0.011	1.10 ^{b2} ±0.010	8.04 ^{b1} ±0.010
G	81.96 ^{c2} ±0.012	1.15 ^{a1} ±0.011	6.54 ^{e2} ±0.012

***A:** kontrol, **B:** % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, **C:** % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, **D:** %0.5 ekstrakt içeren k-karragenan kapsülü, **E:** % 1 ekstrakt içeren k-karragenan kapsülü, **F:** %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, **G:** % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

**Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Ekstrakt oranına göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı rakamlarla gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

4.3.5.1. *L* değeri

Yaban mersini ekstraktı ilavesi dondurmaların *L* değerini (siyahlık–beyazlık) önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların *L* değeri (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha düşük olmuştur (Çizelge 4. 9).

Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların *L* değeri (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) çok az düşük olmasına rağmen, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). *L* değerinin serbest ekstrakt içeren dondurmalarda daha düşük olması, ekstraktın morumsu-koyu kırmızı renginin dondurmaların rengini koyulaştırmasına bağlanabilir.

Kapsül materyalleri dondurmaların *L* değerini etkilememiştir ($p>0.05$).

Yaban mersini ilave oranı dondurmaların *L* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların *L* değerinde çok az azalma olduğu belirlenmiştir. Akın ve ark. (2010) da yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların *L* değerinin düştüğünü bildirmiştir.

Aliyev'in (2006) yaptığı çalışmada yaban mersini ve kefirli dondurmaların *L* değerinin 38.49 ile 77.49 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda *L* değeri; limon lifli dondurmalarda 78.21-85.57 (Dervisoglu ve Yazici, 2006), soya konsantresi içeren çilek aromalı dondurmalarda 72.34 ile 77.7 (Dervisoglu ve ark., 2005), farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yaban mersini ilave edilen dondurmalarda (Akın ve ark., 2010) 68.77-74.80 arasında ölçülmüştür. Bizim çalışmamızda ölçtüğümüz *L* değerleri diğer araştırmalarda belirlenen değerlerden yüksek çıkmıştır.

4.3.5.2. *a* değeri

Hunter renk ölçüm sisteminde *a*'nın pozitif (+) degerleri kırmızılığı, negatif (-) degerleri ise yeşilliği ifade etmektedir. Çizelge 4. 9 'da görüldüğü gibi yaban mersini ekstraktı ilavesinin dondurmaların *a* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların *a* değeri (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha yüksek bulunmuştur.

Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların *a* değeri (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) biraz düşük çıkmış ve mikrokapsülasyon işleminin dondurmaların *a* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). *a* değerinin serbest ekstrakt içeren dondurmalar da daha düşük olması, ekstraktın morumsu-koyu kırmızı renginin dondurmaların rengini değiştirmesine bağlanabilir.

Kapsül materyallerinin dondurmaların *a* değerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$).

Yaban mersini ilave oranı dondurmaların *a* değerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların *a* değerinde düşük oranda artış olduğu belirlenmiştir. Akın ve ark. (2010) da yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların *a* değerinin arttığını bildirmiştir.

Aliyev'in (2006) yaptığı çalışmada yaban mersini ve kefirli dondurmaların *a* değerinin -2.53 ile 9.65 arasında değiştiği bildirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda degeri meyve lifli dondurmalar da 3.55-4.43 (Dervisoglu ve Yazici, 2006), çilek aromalı dondurmalar da ise 1.94-7.03 (Dervisoglu ve ark., 2005), farklı oranlar da ve farklı aşamalar da yaban mersini ilave edilen dondurmalar da (Akın ve ark., 2010) 1.87-4.03 arasında tespit edilmiştir. Bizim çalışmamız da ölçtüğümüz *a* değerleri diğer araştırmalar da belirlenen değerlerden düşük çıkmıştır. Bu durum diğer araştırmalar da farklı oranlar da meyve veya meyve pulpu kullanılmasına karşın bizim çalışmamız da meyve ekstraktı kullanılmasından ileri gelmiş olabilir.

4.3.5.3. *b* Değeri

Renk ölçüm sisteminde *b*'nin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (–) değerleri ise maviligi ifade etmektedir. Deneme dondurmalarında *b* değeri 4.98 ile 9.37 arasında ölçülmüştür (Çizelge 4. 9). Yaban mersini ekstraktı ilavesi dondurmaların *b* değerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların *b* değeri (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) belirgin düzeyde düşük olmuştur.

Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların *b* değeri (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha düşük olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde de mikrokapsülasyon işleminin dondurmaların *b* değerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). *b* değerinin serbest ekstrakt içeren dondurmalarda daha düşük olması, ekstraktın morumsu-koyu kırmızı renginin dondurmaların rengini maviye yaklaştırmasına bağlanabilir. Kapsül içerisinde tutulan ekstraktların dondurmaların rengini daha az değiştirmesi de beklenen bir sonuçtur.

Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmaların (F ve G) *b* değeri, κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalara (D ve E) göre yüksek olmasına rağmen, bu farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0.05$).

Yaban mersini ilave oranı dondurmaların *b* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların *b* değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. “Mavi altın” olarak da ifade edilen yaban mersini meyvesinin kefir dondurmalarında mavi renklerin artısına sebep olarak *b* değeri üzerinde meydana getirmiş olduğu bu etki beklenen yöndedir. Akın ve ark. (2010) ile Aliyev (2006) de yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların *b* değerinin düştüğünü bildirmiştir.

Aliyev'in (2006) yaptığı çalışmada yaban mersini ve kefirli dondurmaların *b* değerinin 1.41 ile 6.58 arasında değiştiği bildirilmiştir. Farklı oranlarda ve farklı aşamalarda yaban mersini ilave edilen dondurmalarda (Akın ve ark., 2010) 3.91-6.45 arasında ölçülmüştür. Bizim çalışmamızda ölçtüğümüz *b* değerleri diğer araştırmalarda belirlenen değerlerden yüksek çıkmıştır.

4. 4. Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı ile üretilen dondurmaların duyuşal özellikleri

Serbest ve kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktları ile üretilen dondurmaların duyuşal özellikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Yaban mersini ekstraktı ilavesi dondurmaların duyuşal özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$). Ekstrakt ilave edilen dondurmaların soğukluk ve ağız dolgunluğu puanları (B, C, D, E, F ve G) kontrol örneğinden (A) daha yüksek sıklık, pürüzsüzlük, renk ve görünüm, tat ve koku ile genel kabul edilebilirlik puanları ise daha düşük olmuştur.

Serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların pürüzsüzlük ile renk ve görünüm puanları (B ve C), kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından (D, E, F ve G) daha yüksek olmuştur. Yapılan istatistiksel analizlerde de mikrokapsülasyon işleminin dondurmaların soğukluk, pürüzsüzlük ile renk ve görünüm puanlarına etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kapsül materyalleri dondurmalara pürüzlü, homojen olmayan bir renk dağılımı ve görünüm vermiş, bu nedenle de kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların puanları düşük olmuştur. Mikrokapsülasyon işlemi dondurmaların soğukluk, sıklık, ağız dolgunluğu, tat-koku ve genel kabul edilebilirlik puanlarını da önemli düzeyde etkilemiştir ($p<0.01$).

Kapsüllenmiş formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarının (D, E, F ve G) soğukluk, sıklık, ağız dolgunluğu, tat-koku ve genel kabul edilebilirlik puanları serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından daha yüksek olmuştur. Soğukluk dondurmadaki su miktarı ile ilgili bir duyuşal parametredir.

Kapsül materyalleri suyu bağladığı için kapsül formunda yaban mersini ekstraktı ilave edilen dondurmaların daha soğuk olarak algılandığı tahmin edilmektedir. Yine kapsülenmiş ekstrakt içeren dondurmaların viskozitesi yüksek, buna bağlı olarak da hacim artışı az olduğundan daha sıkı bir yapıya sahip olduğu düşünölmektedir. Bunun sonucu olarak da kapsülenmiş yaban mersini ekstraktı içeren dondurmaların sıklık puanları daha yüksek olmuştur. Kapsülenmiş yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarda ağız dolgunluğu puanlarının serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından daha yüksek olması, kapsül materyali olarak kullanılan gamların aynı zamanda stabilizör etki göstermesine bağlanabilir. Bunların sonucu olarak da kapsülenmiş ban mersini ekstraktı içeren dondurmaların tat-koku ile genel kabul edilebilirlik puanları serbest formda yaban mersini ekstraktı içeren dondurmalarından yüksek çıkmıştır.

Kapsül materyallerinin dondurmaların duyuşal özelliklerine etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmaların (F ve G) soğukluk, sıklık, ağız dolgunluğu, tat-koku, ile genel kabul edilebilirlik puanları, κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalara göre yüksek, pürüzsüzlük ile renk ve gönünüm puanları ise düşük bulunmuştur. Gellan kapsülleri dondurma işleminde bütönlüğünü koruduğu için dondurmaların yapısı pütörlü olmuş ve pürüzsüzlük ile renk ve gönünüm puanları düşük çıkmıştır. Gellan kapsülünün yoğunluğunun κ -karragenan daha yüksek olması nedeniyle (Nussinovitch ve ark., 2000), viskozitesi yüksek ve hacim artışı daha düşük olmuş, bunlara bağlı olarak da gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmaların (F ve G) soğukluk, sıklık, ağız dolgunluğu, tat-koku ve genel kabul edilebilirlik puanları κ -karragenan içerisinde kapsüllenen ekstrakt içeren dondurmalara göre yüksek bulunmuştur.

Yaban mersini ilave oranı dondurmaların duyuşal özelliklerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Ekstrakt oranı arttıkça dondurmaların incelenen tüm duyuşal özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Aliyev (2006) de yaban mersini oranı arttıkça dondurmaların duyuşal

değerlendirme puanlarının azaldığını, buna karşılık Akın ve ark. (2010) ise arttığını bildirmiştir.

Çizelge.4.10. Serbest ve Kapsüllenmiş Yaban Mersini Ekstraktı İle Üretilen Dondurmaların Duyusal Özellikleri

Örnekler*	Soğukluk	Sıklık	Pürüzsüzlük	Ağız dolgunluğu	Renk ve görünüm	Tat ve koku	Genel kabul edilebilirlik
A	4.72 ^d ±1.9	6.08 ^b ±1.7	8.83 ^g ±0.6	5.77 ^f ±1.534	8.97 ^h ±0.723	7.83 ^c ±2.535	7.38 ^e ±3.5
B	5.43 ^{b1} ±1.3	5.78 ^{c1} ±1.2	7.88 ^{ez} ±2.8	5.82 ^{e1} ±1.122	6.43 ^{b1} ±2.024	6.97 ^{d1} ±2.823	6.50 ^{c1} ±2.41
C	5.33 ^{ez} ±1.3	5.75 ^{ez} ±1.1	7.80 ^{b1} ±1.1	5.57 ^{d1} ±0.767	5.00 ^z ±2.113	6.13 ^z ±2.456	6.30 ^{ez} ±2.2
D	5.97 ^{a1} ±1.5	6.03 ^{b1} ±2.1	7.83 ^{c1} ±2.3	6.21 ^{c1} ±1.682	6.20 ^{c1} ±1.215	6.80 ^{oz} ±2.572	7.05 ^{b1} ±0.7
E	5.40 ^{oz} ±1.8	5.77 ^{oz} ±2.4	7.78 ^{ez} ±2.5	6.07 ^{c1} ±1.834	5.55 ^{oz} ±1.928	7.52 ^{b1} ±0.782	6.65 ^{oz} ±1.9
F	5.98 ^{ez} ±1.7	6.27 ^{a1} ±2.3	5.82 ^{d1} ±2.9	7.70 ^{a1} ±2.725	5.60 ^{d1} ±1.814	8.23 ^{a1} ±0.9	7.53 ^{a1} ±1.9
G	5.95 ^{d1} ±1.5	5.85 ^{oz} ±2.4	5.80 ^{d1} ±2.97	7.18 ^{b1} ±2.968	5.33 ^{ez} ±2.443	7.55 ^{ez} ±2.8	6.83 ^{ez} ±3.4

*A: kontrol, B: % 0.5 serbest ekstrakt içeren dondurma, C: % 1 serbest ekstrakt içeren dondurma, D: %0.5 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, E: % 1 ekstrakt içeren κ-karragenan kapsülü, F: %0.5 ekstrakt içeren gellan kapsülü, G: % 1 ekstrakt içeren gellan kapsülü

**Kapsül çeşidine göre sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Ekstrakt oranına göre, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı rakamlarla gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özet olarak sunulmuştur:

Kapsülleme oranları incelendiğinde toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi için en yüksek kapsülleme oranı κ -karragenanla kapsüllerinde elde edilmiştir.

Mikroenkapsülasyon işlemi yaban mersinindeki fenollerin, antosiyaninlerin ve antioksidan kapasitesinin midenin asidik ortamına ve safra tuzuna karşı toleransını arttırmıştır. κ -karragenan kapsüllerinde ekstraktın kapsülleme oranı daha yüksek olmasına rağmen, gellan kapsüllerinin yapay mide ve bağırsak ortamında daha stabil olduğu ve fenolik bileşenler, antosiyaninler ve antioksidan kapasitesi üzerinde daha yüksek koruma sağladığı saptanmıştır.

Dondurma üretiminde de benzer sonuçlar alınmış olup, gellan içerisinde kapsüllenen ekstrakt ilavesiyle üretilen dondurmalarda toplam fenolik antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerleri daha yüksek olmuştur.

Kapsüllenen ekstraktlarla üretilen dondurmaların toplam fenolik bileşen, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesi değerlerini etkilediği gözlemlenmiştir.

Mikroenkapsülasyon işlemi dondurmaların pH, hacim artışı, viskozite, ilk damlama, tamamen erime ve b renk değerinde artışa, buna karşılık toplam asitlik, kurumadde, L ve a renk değerlerinde düşmeye neden olduğu gözlemlenmiştir.

Ekstrakt ilave oranı dondurmaların titrasyon asitliği, toplam kurumadde, toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarı, antioksidan kapasitesi, hacim artışı değeri, il damlama süresi, tamamen erime süresi, viskozite, L , a ve b renk değerlerinde artışa, pH' da ise düşmeye neden olmuştur.

Ekstraktların mikrokapsülasyonu dondurmaların incelenen tüm özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir.

Depolama süresinin dondurmaların toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi önemsiz olmuştur ($p>0.05$).

Elde edilen bulgulara göre fizikokimyasal özellikler açısından en ideal örneğin gellan kapsülü içerisinde %1 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (G), duyusal özellikler açısından da yine gellan içerisinde kapsülü içerisinde %0.5 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (F), olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; dondurma üretiminde yaban mersini ekstraktının gellan içerisinde kapsülленerek kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- AKIN, M.B., DUMAN, T., CESUR, Ö., ULAŞ, M.Ö., SEZER, B., 2010 Farklı Oranlarda Yaban Mersini İlavesinin Dondurmaların Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bitirme Tezi, Şanlıurfa, 30-35s.
- AKIN, M.S., GÜLER, AKIN M.B., KIRMACI, H.A., ATASOY, A.F., TÜRKOĞLU, F., 2012, The effects of lipase-encapsulating carriers on the accelerated ripening of kashar cheese. International dairy journal.
- ALASALVAR C., SHAHİDİ F., OHSHIMA T., WANASUNDARA U., YURTTAS H. C., LIYANAPATHIRANA C. M., RODRİGUES F. B., 2003. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2. Lipid Characteristics and Oxidative Stability. J. Agric. Food Chem., 2003, 51 (13), pp 3797–3805.
- ALİYEV C., 2006. Kefir ve Yaban Mersininin Dondurmanın Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 10-61s.
- ANDERSEN, O.M., Markham KR., 2006. Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications. CRC Press, NY, pp. 35-45.
- ANONOUMOUS, A., Likapa Türleri : <http://www.biriz.biz/rize/likapa/likapatur.htm> 20 Mart 2011.
- ANONOUMOUS, B., Postharvest Cooling and Handling of Blueberries: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-/index.html> 12 Ocak 2010.
- ARSHADY, R. 1993. Microcapsules for food. J. Microencapsul. (10), 413-435.
- ASTLEY, S.B., ELLIOTT, R.M., ARCHER, D.B., and SOUTHON, S., 2003. Evidence that dietary supplementation with carotenoids and carotenoidrich foods modulates the DNA damage: repair balance in human lymphocytes. Br J Nut (In the Press).
- AWAD, A.B., BRADFORD, P.G., 2006. Nutrition and Cancer Prevention, CRC Press, NY, pp. 25-50.
- AWAD, M.A., DE JAGER, A., 2003. Influences of air and controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples and other fruits. Postharvest Biol. Tech., 27, 53 – 58.
- AUGUSTIN, M.A., SANGUANSRI, L., MARGETTS, C., YOUNG, B., 2001. Microencapsulation of food ingredients. Food Aust. (53), 220–223.
- BELL, J.R.C., DONOVAN, J.L., WONG, R., 2000. Catechin in human plasma after ingestion of a single serving of reconstituted red wine. Am J Clin Nutr 2000;71:103– 8.
- BENZIE, J. A. H., UTHICKE, S., 2003. Gene flow and population history in high dispersal marine invertebrates: mitochondrial DNA analysis of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations from the Indo-Pacific. Molecular Ecology. Volume 12, Issue 10, pages 2635–2648, October 2003.
- BLOIS, M. S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature, 181: 1199- 1200.

- BRAVO, L., 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Review*. Volume 56, Issue 11, pages 317–333, November 1998.
- ERBAS, B., PROVENZANO, E., ARMES, J., GERTIG D., 2006. Breast Cancer Research and Treatment Volume 97, Number 2 135-144, DOI:10.1007/s10549-005-9101-z
- CABRITA, L., FRUYSTEIN, N.A. and ANDERSEN, Q.M., 2000. Anthocyanin Trisaccharides in Blueberries of *Vaccinium Padifolium*, *Food Chemistry*, 69 33-36.
- CADERNI, G., DE FILIPPO, C., LUCERÌ, C., SALVADORI, M., GIANNINI, A., BIGGERI, A., REMY, S., CHEYNIER, V., DOLARA, P., 2000. Effects of black tea, green tea and wine extracts on intestinal carcinogenesis induced by azoxymethane in F344 rats. *Carcinogenesis*, 21, 1965-1973.
- CAI, Y., SUN, M., XING, J., LUO, Q., CORKE, H., 2006. Structure–radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Sciences* Volume 78, Issue 25, 15 May 2006, Pages 2872–2888.
- CAO, G., PRIOR, R., 1997. Anthocyanins are detected in human plasma after oral administration of an elderberry extract. *Clin Chem*, 45, 574–576.
- CASSIDY, A., 2006. Factors affecting the bioavailability of soy isoflavones in humans. *J AOAC Int*, 89 (4), 1182- 1188.
- CASSIDY, A., BROWN, J.E., HAWDON, A., FAUGHNAN, M.S., KING, L.J., MILLWARD, J., ZIMMER-NECHEMIAS, L., WOLFE, B., SETCHELL, KDR., 2006. Factors affecting the bioavailability of soy isoflavones in humans after ingestion of physiologically relevant levels from different soy foods. *J Nutr*, 136 (1), 45-51.
- CHEN, Z.Y., CHAN, P.T., HO, K.Y., FUNG, K.P., WANG, J., 1996. Antioxidant activity of natural flavonoids is governed by number and location of their aromatic hydroxyl groups. *Chem Phys Lipids*, 79, 157-163.
- CHILVERS, G.R. and MORRIS, V.J., 1987. Coacervation of gelatin-gellan gum mixtures and their use in microencapsulation. *Elsevier* 111–120
- CHU, Y., CHANG, C., HSU, H., 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J Sci Food Agric*, 80, 561-566.
- COŞKUN, F., 2005. Tekirdag ilinde satılan sade ve çilekli dondurmalarda fekal kontaminasyonun belirlenmesi. *Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi* (2) 2 135-142.
- CROZIER, A., LEAN, M.E.J., MCDONALD, M.S., BLACK, C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce. and celery. *J Agric Food Chem*, 45, 590-595.
- ÇELİK, H., Bazı Yüksek Çalı Yabanmersini Çeşitlerinin Rize'deki Performanslarının Saptanması Üzerine Araştırmalar, 1. Ulusal Kivi ve Üzüm Sü Meyveler Sempozyumu, Ekim 2003, Ordu, Bildiriler Kitabı: 57-59.
- ÇELİK, H., 2006. Karadeniz Meyvesi İçin Yeni Bir Meyve Türü Yaban Mersini (Likapa), 2. Ulusal Üzüm Sü Meyveler Sempozyumu, Tokat, Bildiriler Kitabı: 64-68.
- ÇELİK, H., 2007. Rize İçin Mükemmel Bir Meyve Maviyemiş (Likapa), Çaykur Rizespor Dergisi, 2,17, 92-97.

- ÇELİK, H., 2004. Türkiye İçin Yeni Bir Meyve Likapa (Yaban Mersini), Hasad Aylık Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi, 20,235-42-51.
- ÇELİK, H., 2005. Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği, Hasad Yayınları, Samsun.
- DALO, E. 2009. Hidrojen Peroksit Ve Hidroksil Radikalinin Serum Proteinleri Üzerine Etkisinin Siyalik Asid İçeriği Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ sağlık Bilimleri Enstitüsü, 91. s.
- DALÓ, N., SOSA-SEQUERA, M. C., USUBILLAG, A., 2009. On the anticonvulsant activity of kaurenic acid. Investigación Clínica, Vol 48, No 3.
- DE PASCUAL-TERESA, S., SANCHEZ-MORENO, C., GRANADO, F., OLMEDILLA, B., DE ANCOS, B., CANO, MP., 2007. Short and Mid-term Bioavailability of Flavanones From Oranges in Humans. Curr Top Nutraceut R, 5 (2/3), 129-134.
- DERVİŞOĞLU, M., YAZICI F., 2001. Production of Ice Cream with Cola Extract. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 55139 Samsun.
- DERVİŞOĞLU, M., 2006. Influence of hazelnut flour and skin addition on the physical, chemical and sensory properties of vanilla ice cream. International Journal of Food Science & Technology Volume 41, Issue 6, pages 657–661, June 2006.
- DERVİŞOĞLU, M., YAZICI, F., AYDEMİR, O., 2006. Effect of heat treatment and starter culture on proteolysis and lipolysis of kulek cheese during ripening. 2006, vol. 18, n^o2, pp. 139-149.
- DESAI, K. G. H., PARK, H. J., 2005. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. Dry. Technol. (23), 1361–1394.
- DUBEY, R., SHAMİ, T. C., RAO, B., K. U., 2009. Microencapsulation Technology and Applications. Defence Sci J, 59(1), 82-95.
- ECK, P. and GOUGH, R.E., 1990. Small Fruit Crop Management, Pentice Hall, New Jersey.
- ERCAN, P., NEHİR-EL, S., 2010. Koenzim Q10'un beslenme ve sağlık açısından önemi ve biyoyararlılığı. TUBAV Bilim Dergisi, 3 (2), 48-56.
- ERLUND I. 2004. Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. Nutr Res, 24, 851–874.
- GHARSALLAOUI, A., ROUDAUT, G., CHAMBIN, O., VOILLEY, A. and SAUREL, R., 2007. Application of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. Food Res. Int. (40), 1107–1121.
- GIOVANNELLI, L., TESTA, G., DE FILIPPO, C., CHEYNIER, V., CLIFFORD, M.N., DOLARA, P. 2000. Effect of complex polyphenols and tannins from red wine on DNA oxidative damage of rat colon mucosa in vivo. *European J Nutrition*, 39, 207-215.
- GOFF, H. D., SAHAGIAN, M. E., 1996. Glass transitions in aqueous carbohydrate solutions and their relevance to frozen food stability. [Special issue]. *Thermochimica Acta*, 280–281, 449–464.
- GONZALEZ-BARRIO, R., TRINDADE, L.M., MANZARANES, P., DE GRAAFF, L.H., TOMAS-BARBERAN, F.A., ESPIN, J.C., 2004. Production of

- Bioavailable Flavonoid Glucosides in Fruit Juices and Green Tea by Use of Fungal α -L-Rhamnosidases. *J Agric Food Chem*, 52, 6136-6142.
- GREEN, B.K. and SCHEICHER, L. 1955. Pressure Sensitive Record Materials. US Patent No. (2), 217, 507, Ner C.
- GREGORY, J.F., QUINLIVAN, E.P., DAVIS, S.R., 2005. Integrated the issues of folate bioavailability, intake and metabolism in the era of fortification. *Trends Food Sci Tech*, 16, 229–240.
- GUISTI, M. M. VE WROLSTAD, R. E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: *Current protocols in food analytical chemistry*; Wrolstad, R.E., Ed.; John Wiley & Sons, New York.
- GÜVEN, M., KARACA, O. B., 2002. The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. *International Journal of Dairy Technology* Volume 55, Issue 1, pages 27–31, February 2002.
- HALLIWELL, R. F., 1992. Electrophysiological study of a novel antagonist interaction between certain 4-quinolones and the GABA receptor. PhD Thesis, University of Dundee.
- HALL, H.S. and PONDELL, R.E. 1980. 'The Wurster process' in *Controlled Release Technologies: Methods, Theory and App.*, Vol. II, (Kydonieus, A.F., ed), pp. 133-154, CRC Press, Florida.
- HEIM, K.E., TAGLIAFERRO, A.R., BOBILYA, D.J., 2002. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J Nutritional Biochem*, 13, 572–584.
- HOLLMAN, P.C.H., KATAN, M.B., 1999. Dietary Flavonoids: Intake, Health Effects and Bioavailability. *Food Chem Toxicology*, 37, 937-942.
- HOOVER, L., KROON, P.A., RIMM, E.B., COHN, J.S., HARVEY, I., LE CORNU, K.A., RYDER, J.J., HALL, W.L., CASSIDY, A., 2008. Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*, 88 (1), 38-50.
- HIEH, C.W., LU, W.C., HSIEH, W.C., HUANG, Y.P., LAI, C.H., KO, W.C., 2009. Improvement of the stability of nattokinase using g-polyglutamic acid as a coating material for microencapsulation. *LWT-Food Sci Technol*, 42, 144–149.
- HWANG, J., SHYU, Y., HSU, C.K., 2008. Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *LWT-Food Sci Technology* 42 (2009) 312–318.
- KAILASAPATHY, K. and LAM, S. H., 2005. Application of encapsulated enzymes to accelerate cheese ripening. *International Dairy Journal* 15 929–939.
- KARAKAYA, S., NEHİR-EL, S., 2006. Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and In Vitro Bioavailability of Black Tea Polyphenols. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1-8.
- KRASAEOOPT, W., BHANDARI, B., and DEETH, H., 2004. The Influence of Coating Materials on Some Properties of Alginate Beads And Survivability of Microencapsulated Probiotic Bacteria. *International Dairy Journal*, 14: 737-743.
- KIRDAR, S., 2003. Burdur ilinde satılan dondurmaların bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Gıda* 28 (2), 175-181.

- KOLAYLI, S., KUCUK, M., DURAN, C., CANDAN. F.VE DİNÇER, B., 2003. Chemical and Antioksidant Properties of *Laurocerasus Officinalis* Roem, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 7489-7494.
- KOREL, F., ÖMEROĞLU, S., TAN, G., 2005. Manisa piyasasında satılan ambalajlı ve ambalajsız dondurmaların kalitelerinin değerlendirilmesi. HR.Ü.Z.F.Dergisi, 2005, 9(2):11-18.
- KRIS-ETHERTON, P. M., HECKER, K. D., BONANOME, A., COVAL, S. M., BINKOSKI, A. E., HILPERT, K. F., GRIEL, A. E., ETHERTON, T .D., 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The American Journal of Medicine Volume 113, Issue 9, Supplement 2, 30 December 2002, Pages 71–88.
- KUNZ, B., KRUCKEBERG, S. AND WEISSBRODT, J., 2003. Chancen und grenzen der mikroverkapselung in der modernen lebensmittelverarbeitung. Chem.-Ing.-Tech. (75), 1733- 1740.
- LOTITO, S. B., FREI, B., 2006. Consumption of flavonoidrich foods and increased plasma antioxidant capacity in humans: Cause, consequence, or epiphenomenon *Free Radical Biol Med*, 41,1727-1746.
- MADENE, A., JACQUOT, M., SCHER, J. AND DESOBRY, S., 2006. Flavour encapsulation and controlled release – a review. Int. J. Food Sci. Tech. (41), 1–21.
- MAINLAND, C. M., and TUCKER J. W., 2002. Blueberry Health Information – Some New Mostly Review. Ed. R. F. Hepp, Acta Hort. 574. ISHS 2002, 39-43.
- MC DOUGLAS, G.J., FYFFE, S., DOBSON, P., STEWART, D., 2005. Anthocyanins from red wine – Their stability under simulated gastrointestinal digestion. *Phytochem*, 66, 2540–2548.
- MILBURY, P. E., CAO, G., PRIOR, R. L., BLUMBERG, J., 2002. Bioavailability of elderberry anthocyanins. *Mech Ageing Dev*, 123, 997–1006.
- MOCO, S., CAPANOGLU, E., TUKINOV, Y., BİNO, R., BOYACIOGLU, D., HALL, R.D., VERVOORT, J., DE VOS, R., 2007. Tissue specialization at the metabolite level is perceived during the development of tomato fruit. *J Exp Bot*, 58 (15-16), 4131- 4146.
- MONTORO, P., BRACA, A., PİZZA, C., TOMMASI, N., 2005. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chem*, 92 (2), 349-355.
- MUKAN, M., ve EVLİYA, B., 2002. Adana piyasasında tüketime sunulan sade-kaymaklı dondurmalarının mikrobiyolojik kalitelerinin tüketici sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Gıda* 27 (6), 489-496.
- MUSTAFA, R. A., HAMİD A. A., MOHAMED, S., BAKAR, F. A., 2010. Total phenolic compounds, flavonoids, and radical scavenging activity of 21 selected tropical plants. *J Food Sci*, 75 (1), 28-35.
- NAWIRSKA, A., OSZMIANSKI., 2001. Wiazanie jonow metali przez wybrane frakcje substancji zawartych w wytlokach z owocow. *Zywn. Nauka Technol. Jakoch* 4(29), 66-67.
- NUSSINOVITCHZ, A., CORRADINI, M. G., NORMAND, M. D., PELEG, M., 2000, Effect of sucrose on the mechanical and k-carrageenan and gellan gels acoustic properties of freeze-dried agar, *journal of texture studies* 31 (2000) 205-223.

- OTLES, S., 2005. *Methods of Analysis of Food Components and Additives*. CRC Press, NY, pp. 60-75.
- ÖZCAN, T., ve KURDAL, E., 1997. Bursa ili merkezinde satılan meyveli dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerine bir araştırma. *Gıda*, 22 (3), 217-225.
- ÖZGÖÇMEN, S., 2007. Romatizmal Hastalıklarda Oksidatif Stresin Rolü. *Turk J Phys Med Rehab* 2007; 53 Suppl 2: 33-5.
- ÖZTÜRK, N., 2006. Hidrofobik nanoyapılarda *Candida rugosa* lipaz immobilizasyonu. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Aydın, Türkiye, 116s.
- PARADA, J., AGULIERA, J.M., 2007. Food Microstructure Affects the Bioavailability of Several Nutrients. *J Food Sci*, 72 (2), 21-32.
- PORINI, M., RISO, P., 2008. Factors influencing the bioavailability of antioxidants in foods: A critical appraisal. *Nutr Metab Cardio Dis*, 18 (10), 647-650.
- RASMUSSEN, S. E., 2004. Flavonoids and Cardiovascular Disease. In: *Functional Foods, Cardiovascular Disease and Diabetes*, Arnoldi A (chief ed.), CRC Press, Boca Raton, pp. 82-100.
- REINECCIUS, G.A., 1991. Carbohydrates for flavor encapsulation. *Food Technol-Chicago*. (45), 144-147.
- RICE-EVANS, C., MILLER, N., PAGANGA, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*. Volume 2, Issue 4, April 1997, Pages 152–159.
- RICE-EVANS, C. A., MILLER, N. J., PAGANGA, G., 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine* Volume 20, Issue 7, 1996, Pages 933–956.
- ROSS, J. A., KASUM, C.M., 2002. Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. *Annu Rev Nutrition*, 22, 19–34.
- RUI, L.N.C., EMRE, T., KRUHLAK, M.J., CHUNG, H.Y., STEIDL, C., SLACK, G., WRIGHT, G.W., LENZ, G., VU N.N.O., SHAFFER, A. L., XU W., ZHAO, H., YANG, Y., LAMY, L., DAVIS, L.R., XIAO, W., POWELL, J., MALONEY D., THOMAS, C.J., MOLLER, P., ROSENWALD, A., OTT, G., HERMELINK, H.K.M., SAVAGE, K., CONNORS, J.M., RİMSZA, L.M., CAMPO, E., JAFFE, E.S., DELABİE, J., SMELAND, E.B., WEİSENBURGER, D.D., CHAN, W.C., GASCOYNE, R.D., LEVENS, D., STAUDT L.M., 2010. Cooperative Epigenetic Modulation by Cancer Amplicon Genes. *Cancer cell*, Volume 18, Issue 6, 14 December 2010, Pages 590–605.
- RUSZNYAK, S.P., SZENT-GYORGYI, A., 1936. Vitamin P: flavonols as vitamins. *Nature*, 138, 27.
- SAÉNZ, C., TAPIA, S., CHÁVEZ, J., ROBERT, P. 2009. Microencapsulation by spray drying of bioactive compounds from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Food Chemistry*, Volume 114, Issue 2, 15 May 2009, Pages 616–622.
- SARIKAYA, A. O., ULUSOY, E., ÖZTÜRK, N., TUNCEL M. ve KOLAYLI, S., 2007. Antioxidant Activity and Phenolic Acid Content and Chestnut Honey and Propolis, *Journal of Food Biochemistry*, 33 2009 470-481.

- SCALBERT, A., MORAND, C., MANACH, C., REMESY, C., 2002. Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother*, 56, 276–282.
- SEGALL, K. I., GOFF, H. D., 2002. A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. *International Dairy Journal*, 12, 1013–1018.
- SERAFINI, M., VILLANO, D., SPERA, G., PELLEGRINI, N., 2006. Redox molecules and cancer prevention: the importance of understanding the role of the antioxidant network. *Nutr Cancer*, 56, 232-240.
- SHETTY, K., AND R. G. LABBE., 1998. Food borne pathogens, health and role of dietary phytochemicals. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 314:270-276.
- SHI, J., LE MAGUER, M., 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit Rev Biotechnol*, 20, 293–334.
- SHI, H., NOGUCHI, N., NIKI, E., 2001. Introducing Natural Antioxidants. In: *Antioxidants in Food, Practical Applications*, Pokorny J (chief ed.), Yanishlieva N, Gordon M, CRC Press LLC, Boca Raton, pp. 147-164.
- SIMONETTI, P., GARDANA, C., RISO, P., MAURI, P., PIETTA, P., PORRINI, M., 2005. Glycosylated flavonoids from tomato puree are bioavailable in humans. *Nutr Res*, 25 (8), 717-726.
- SLINKARD, K. and SINGLETON, V. L., 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*. 28: 49-55.
- SMIRONOFF, C. Q., 1989. *Phytochemistry* 28, 1057–1060.
- SMIRNOFF, N., CUMBES. Q. J., 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry* 28: 1057-1060.
- SOPER, J. C., 1995. Utilization of Coacervated Flavors. Pp. 104–112. ACS Symposium Series 590. Washington, DC: American Chemical Society.
- STADTMAN, E. R., OLIVER, C. N., 1991. Metal-catalyzed oxidation of proteins. *J. Biol. Chem.* 66:2005–2008.
- STALMACH, A., MULLEN, W., PECORARI, M., SERAFINI, M., CROZIER, A., 2009. Bioavailability of C-linked dihydrochalcone and flavanone glucosides in humans following ingestion of unfermented and fermented rooibos teas. *J Agric Food Chem*, 57 (15), 7104-7111.
- SULTANA, B., ANWAR, F. 2008. Flavonols (kaempferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants. *Food Chem*, 108 (3), 879- 884.
- SULTANA, K., GODWARD, G., REYNOLDS, N., ARUMUGASWAMY, R., PEIRIS, P., and KAILASAPHATY, K., 2000. Encapsulation of Probiotic Bacteria with Alginate-Starch and Evaluation of Survival in Simulated Gastro-Intestinal Conditions and in Yoghurt. *Int. J. Food Microbiol.*, 62: 47-55.
- WOLLGAST, J. and ANKLAM, E., 2000. Review on Polyphenols In Theobroma cacao Changes in Composition During the Manufacture of Chocolate and Methodology For Identification and Quantification, *Food Res. Int*, 33(2000) 423-447.
- VIRGILI, F., SCACCINI, C., PACKER, L., RIMBACH, G., 2003. Nutritional Phenolics and Cardiovascular Disease. In: *Phytochemical Functional Foods*,

- Johnson I (chief ed.), Williamson G, Woodhead Publishing Limited and CRC Press, Boca Raton, pp. 20-47.
- VISKUPICOVA, J., ONDREJOVIC, M., STURDIK, E., 2008. Bioavailability and metabolism of flavonoids. *J Food Nutr Res*, 47 (4), 151–162.
- TAPIERO, H., TEW, K.D., NGUYEN, B.A.G., MATHÉ, G., 2002. Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies. Elsevier. *Biomedicine and Pharmacotherapy* Volume 56, Issue 4, June 2002, Pages 200–207.
- UYAN, M., ERSUS, S., 2004. Kara havuç antsiyanin ekstraktının püskürtmeli kurutucu kullanılarak mikroenkapsülasyonu, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, İzmir, Türkiye, 167s.
- YOO, K. M., HWANG, I. K., MOON, B. K. 2009. Comparative flavonoids contents of selected herbs and associations of their radical scavenging activity with antiproliferative actions in v79-4 cells. *J Food Sci*, 74 (6), 419-425.
- ZHONGXIANG, F., BHESH, B., 2010. Encapsulation of polyphenol a review. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 21, Issue 10, October 2010, Pages 510–523.

ÖZGEÇMİŞ

1986'da Adana' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman'da tamamladı. 2003 yılında girdiği Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu. Ekim 2009'da Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2008 yılından beri özel sektörde "Sorumlu Yönetici" olarak çalışmaktadır.

ÖZET

Bu çalışmada, κ -karragenan ve gellan materyalleri içerisinde kapsüllenmiş yaban mersini ekstraktlarının dondurma üretiminde kullanılması ve dondurmaların bazı özelliklerine etkileri ile mikroenkapsülasyon işleminin yapay mide ve bağırsak ortamında yaban mersininin toplam fenolik, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasitesine etkileri araştırılmıştır.

Mikroenkapsülasyon işlemi yaban mersinindeki fenollerin, antosiyaninlerin ve antioksidan kapasitesinin midenin asidik ortamına ve safra tuzuna karşı toleransını arttırmıştır. Midenin asidik ortamına ve safra tuzuna karşı toleransta gellan kapsül materyalinin, κ -karragenan kapsül materyalinden daha etkili olduğu saptanmıştır.

Yaban mersini ekstraktının kapsüllenmesi ve dondurmaya ilave edilen ekstrakt oranı dondurmaların pH, titrasyon asitliği, viskozite, hacim artışı, ilk damlama, tamamen erime, renk değerleri, toplam kuru madde, toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarları ve antioksidan kapasiteleri özellikleri üzerinde önemli düzeyde etkili olmuştur ($p<0.01$). Buna karşılık depolama parametresinin dondurmalarındaki toplam fenolik bileşen miktarı, toplam antosiyanin miktarları ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Elde edilen bulgulara göre fizikokimyasal özellikler açısından en ideal örneğin gellan kapsülü içerisinde %1 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (G), duyuşal özellikler açısından da yine gellan içerisinde kapsülü içerisinde %0.5 oranında yaban mersini ilave edilmiş dondurma örneği (F), olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; dondurma üretiminde yaban mersini ekstraktının gellan içerisinde kapsüllenecek kullanılması önerilebilir.

SUMMARY

In this study, the using of blueberry extracts encapsulated with k-karragenan and gellan materials in production of ice cream and the effects of microencapsulation process on some properties of ice creams was investigated. Also of the effects of microencapsulation on the total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity of blueberry extract in artificial environment of the stomach and intestine were searched.

Microencapsulation process increased the tolerance of phenols anthocyanins and antioxidant capacity of blueberry in the acidis environment of the stomach and intestine with or without bile salt. Gellan was the more effective than k-karragenan capsule material against the acidic environment of the stomach and intestinal tract with or without bile salt as capsule material.

Addition of blueberry extract with encapsulated and ratio of extract had a significant effect on the pH, titrable acidity, viscosity, volume increase, the first drip, completely melting, color values, total dry matter, total amount of phenolic compound, the total amounts of anthocyanins and antioxidant capacity of properties of icecream ($p < 0.01$). But the storage period had no significant effect on thef total phenolic component, the total amounts of anthocyanins and antioxidant capacity of ice creams.

The results showed that the best ice cream was fortified with 1% blueberry extract encapsulated in gellan (sample G) according to physicochemical analysis and fortified with 1% blueberry extract encapsulated in gellan (sample F) according to sensory analysis. Consequently, addition of blueberry extract encapsulated in gellan can be used in ice cream production.