SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKŞİ KARA (*Vitis vinifera* L.) ÜZÜM POSASI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN MİKROENKAPSÜLASYONU VE FONKSİYONEL YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Serdar YEŞİL

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Serdar YEŞİL tarafından hazırlanan "EKŞİ KARA (*Vitis vinifera* L.) ÜZÜM POSASI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN MİKROENKAPSÜLASYONU VE FONKSİYONEL YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE KULLANIMI" adlı tez çalışması 3/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR	……..
Danışman Prof. Dr. Mehmet AKBULUT	……..
Üye Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR	……..
Üye Doç. Dr. Talha DEMİRCİ	……..
Üye Doç. Dr. Bayram YURT	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması **S.Ü. BAP** tarafından **23211014** nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Serdar YEŞİL

03.09.2024

ÖZET

DOKTORA TEZİ

EKŞİ KARA (*Vitis vinifera* L.) ÜZÜM POSASI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN MİKROENKAPSÜLASYONU VE FONKSİYONEL YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Serdar YEŞİL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2024, 74 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR
Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR
Doç. Dr. Talha DEMİRCİ
Doç. Dr. Bayram YURT

Bu çalışmada Konya-Karaman bölgesinde özellikle Hadim Göksu Vadisi gibi mikroklimatik alanlarda yetişen Ekşi Kara üzüm çeşidi kullanılmıştır. Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin enkapsüle edilerek fonksiyonel toffe tip yumuşak şekerleme matrisinde kullanımı ile şıra üretiminde arta kalan çekirdekli üzüm posasının değerlendirilmesi ve bunun yanında yumuşak şekerlemelerin sağlığa faydalı bileşenlerle besleyicilik değerinin artırılması amaçlanmıştır. Ekşi Kara üzüm posası kurutularak biyoaktif bileşenleri ekstrakte edilmiş ve Maltodekstrin (MD), Gam Arabik (GA) ve Maltodekstrin:Gam Arabik (MD:GA) kombinasyonu duvar materyalleriyle karıştırılmış ardından dondurarak kurutma yöntemiyle toz haline getirilerek enkapsüle edilmiştir. Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenleri toffe tip yumuşak şekerleme hamuruna %2 oranında ilave edilmiş ve üretilen şekerlemeler 4 ay boyunca 20, 30 ve 35 °C'ta depolanarak her ay sonunda şekerlemelerin toplam monomerik antosiyanin (TMA), toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (DPPH), reflektans renk ve tekstür profili analizleri (TPA) yapılmıştır. TMA miktarı analizlerinde elde edilen veriler kullanılarak antosiyaninlerin depolama süresince oluşan degradasyon kinetiğini belirlemek için hız sabiti (k), yarılanma ömrü ($t_{1/2}$), sıcaklık katsayısı (Q_{10}) ve aktivasyon enerjisi (E_a) gibi parametreler hesaplanmıştır. Ayrıca posada toplam kuru madde, kül, ham yağ ve reflektans renk analizleri, enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş toz ekstraktlarda ise enkapsülasyon etkinliği (EE), TMA, TFM, DPPH radikal süpürme aktivitesi, mineral madde ve reflektans renk analizleri yapılmıştır. Toz ekstraktlarda enkapsülasyon etkinliği en yüksek %93.6 ile MD:GA örneğinde bulunurken ardından GA'da %93.2 ve MD'de %41.9 olarak tespit edilmiştir. Yumuşak şekerlemelerde 4 aylık depolama süresince sıcaklık ve süre arttıkça genel olarak TMA, TFM ve antioksidan aktivite değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Dört aylık depolama sonunda antosiyaninlerin parçalanma seviyelerine göre 20 ^oC'ta antosiyaninlerin % olarak en az parçalandığı örnek MD:GA örneği olurken, 30 ve 35 ^oC'ta ise GA örneğinde en az parçalanma düzeyi hesaplanmıştır. Depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça L^*, b^* ve h^o renk değerlerinde genel olarak artış, a^* ve C^* renk değerlerinde ise azalma meydana gelmiştir. Şekerlemelerde depolama boyunca sıcaklık ve süre artışı ile ters orantılı olarak TPA'dan sertlik ve yapışkanlık değerleri azalmıştır. Diğer tekstür özelliklerinden elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinde ise depolama süresince artış meydana gelmiştir. Kinetik sonuçlarına göre depolama süresince Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin degradasyonu birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleşmiştir. Süre ve sıcaklık arttıkça Ekşi Kara antosiyaninlerinin degradasyon hızlarında artış gerçekleşmiştir. Depolanan şekerlemelerdeki antosiyaninlere ait hız sabitleri 20 ^oC'ta Kontrol, MD, GA ve MD:GA örneklerinde sırayla 6.1, 15.1, 5.8 ve 4.2 x10^{-3} gün^{-1} olarak, 30 ^oC'ta 11.5, 19.1, 11.2 ve 11.0x10^{-3}

gün^{-1} olarak ve 35 ºC'ta ise 15.1, 19.0, 11.1 ve 18.1x10^{-3} gün^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Reaksiyon hız sabitlerine göre antosiyaninlerin 20 ºC'ta MD:GA, 30 ºC'ta MD:GA ve 35 ºC'ta ise GA örneklerinde daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. E_a ve Q_{10} değerlerine göre sıcaklık değişimlerinden en fazla etkilenen örnekler sırasıyla MD:GA, Kontrol, GA ve MD örnekleri olmuştur. Toffe tip yumuşak şekerlemelere renk vermek ve biyoaktif bileşenlerce zenginleştirerek fonksiyonel ürün elde etmek amacıyla eklenen Ekşi Kara üzüm posası ekstraktlarının enkapsüle edilerek kullanılmasının biyoaktif bileşenlerin stabilitesi açısından oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan enkapsülasyonda test edilen duvar materyalleri arasında GA ve MD:GA kombinasyonunun tercih edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekşi Kara üzüm posası, biyoaktif bileşen, antosiyanin, mikroenkapsülasyon, toffe tip yumuşak şeker.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

MICROENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPONENTS OF EKŞİ KARA (*Vitis vinifera* L.) GRAPE POMACE AND THEIR USE IN FUNCTIONAL SOFT CONFECTIONERY PRODUCTION

Serdar YEŞİL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

2024, 74 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet AKBULUT
Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR
Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR
Assoc. Prof. Dr. Talha DEMİRCİ
Assoc. Prof. Dr. Bayram YURT

In this study, Ekşi Kara grape variety grown in microclimatic areas such as Hadim Göksu Valley in Konya-Karaman region was used. It was aimed to utilize the remaining seeded grape pomace in must production by encapsulating the bioactive components of Ekşi Kara grape pomace and using it in functional toffee type soft candy matrix and to increase the nutritional value of soft candy with health-beneficial components. Ekşi Kara grape pomace was dried, and its bioactive components were extracted and Maltodextrin (MD), Gum Arabic (GA) and Maltodextrin: Gum Arabic (MD:GA) combination was mixed with wall materials and then powdered by freeze drying and encapsulated. Encapsulated and non-encapsulated Ekşi Kara grape pomace bioactive components were added to the toffee type soft candy dough at a rate of 2% and the produced candies were stored at 20, 30 and 35 °C for four months and at the end of each month, total monomeric anthocyanin content (TMAC), total phenolic (TPC), antioxidant activity (DPPH), reflectance color and texture profile analyses (TPA) of the candies were performed. Using the data obtained from the monomeric anthocyanin amount analyses, parameters such as rate constant (k), half-life ($t_{1/2}$), temperature coefficient (Q_{10}) and activation energy (E_a) were calculated to determine the degradation kinetics of anthocyanins during storage. In addition, total dry matter, ash, crude fat and reflectance color analyses were performed in the pomace, and encapsulation efficiency (EE), TMAC, TPC, DPPH radical scavenging activity, minerals and reflectance color analyses were performed in encapsulated and non-encapsulated powder extracts. While the highest encapsulation efficiency in powder extracts was found in the MD:GA sample with 93.6%, it was followed by GA with 93.2% and MD with 41.9%. In soft candies, as temperature and time increased during the 4-month storage period, a general decrease occurred in TMAC, TPC and antioxidant activity values. According to the anthocyanin degradation levels at the end of 4-month storage, the sample with the least degradation of anthocyanins in terms of percentage at 20 °C was the MD:GA sample, while the least degradation level was calculated in the GA sample at 30 and 35 °C. As storage time and temperature increased, there was a general increase in L^*, b^* and h^o values, and a decrease in a^* and C^* values. In candies, hardness and adhesiveness values from TPA decreased inversely proportional to the increase in temperature and time during storage. Other texture properties such as elasticity, internal adhesiveness, gumminess, chewiness and flexibility increased during storage. According to the kinetic results, the degradation of Ekşi Kara grape pomace anthocyanins during storage occurred in

accordance with first-order reaction kinetics. As time and temperature increased, the degradation rates of Ekşi Kara anthocyanins increased. The rate constants (*k*) in stored confectionery were 6.1, 15.1, 5.8 and 4.2 $x10^{-3}$ day^{-1} at 20 °C in control, MD, GA and MD:GA samples, respectively, 11.5, 19.1, 11.2 and 11.0 $x10^{-3}$ day^{-1} at 30 °C and 15.1, 19.0, 11.1 and 18.1 $x10^{-3}$ day^{-1} at 35 °C. According to the reaction rate constants, it was determined that anthocyanins were better preserved in MD:GA at 20 °C, in MD:GA at 30 °C and in GA samples at 35 °C. According to E_a and Q_{10} values, the samples most affected by temperature changes were MD:GA, control, GA and MD samples in decreasing order. It is thought that encapsulating sour black grape pomace extracts, which are added to toffee-type soft candies to provide color and to enrich them with bioactive compounds for a functional product, would be highly beneficial for the stability of bioactive components. In this regard, it is recommended to prefer GA and MD:GA combinations among the wall materials tested for encapsulation.

Keywords: Ekşi Kara grape pomace, bioactive compounds, anthocyanins, microencapsulation, tofee type soft candy.

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar geçen her aşamada desteğini ve yardımlarını esirgemeyen ve tecrübesi ile beni yönlendiren kıymetli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet AKBULUT'a içten teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar analizlerinin planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde her zaman yanımda olarak tecrübe ve birikimlerini benimle paylaşan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hacer ÇOKLAR'a ve Tez İzleme Komitesi üyesi olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar analizlerinin uygulanmasında yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım Gıda Yüksek Mühendisi Iliasu ALHASSAN'a ve Gıda Yüksek Mühendisi Said Reza HOSSEINI'ye teşekkür ederim. Ayrıca, tezimin kinetik parametrelerinin belirlenmesinde ve verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde desteklerini gördüğüm Muhammed Talha AKBULUT'a teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme, tez sürecinde fedakarlıklarıyla ve sabrıyla beni destekleyen eşime ve çocuklarıma teşekkür ediyorum.

Serdar YEŞİL
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **17**

3.1. Materyal 17
3.2. Yöntem 17
3.2.1. Üretim ve depolama 17
3.2.1.1. Posanın elde edilmesi 17
3.2.1.2. Biyoaktif bileşenlerin Ekstraksiyonu 17
3.2.1.3. Enkapsülasyon 18
3.2.1.4. Yumuşak şekerleme üretimi 18
3.2.1.5. Yumuşak şekerlerin depolanması 18
3.2.2. Posa analizleri 19
3.2.2.1. Toplam kuru madde analizi 19
3.2.2.2. Kül analizi 19
3.2.2.3. Ham yağ analizi 19
3.2.3. Toz ekstrakt analizleri 20
3.2.3.1. Enkapsülasyon etkinliği analizi 20
3.2.3.2. Mineral analizi 21
3.2.4. Yumuşak şekerleme analizleri 21
3.2.4.1. Toplam monomerik antosiyanin analizi (TMA) 21
3.2.4.2. Toplam fenolik madde analizi (TFM) 22
3.2.4.3. Antioksidan aktivite analizi (DPPH) 22
3.2.4.4. Renk analizi 22
3.2.4.5. Tekstür profil analizi (TPA) 23
3.2.4.6. pH analizi 24
3.2.4.7. Titrasyon asitliği analizi 24
3.2.5. Kinetik katsayıların hesaplanması 24
3.2.5.1. Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması 25
3.2.5.2. Yarılanma süresinin ($t_{1/2}$) hesaplanması 25
3.2.5.3. Aktivasyon enerjisinin (E_a) hesaplanması 26
3.2.5.4. Sıcaklık katsayısı (Q_{10}) hesaplanması 26
3.2.6. İstatistiksel değerlendirme 26

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 28

4.1. Posa Analizleri 28
4.2. Ekstrakt Analizleri 29
4.3. Yumuşak Şekerleme Analiz Sonuçları 33
4.3.1. Şekerlemelerde toplam monomerik antosiyanin (TMA) sonuçları 33
4.3.1.1. Reaksiyon hız sabiti (k) 37
4.3.1.2. Yarılanma süresi ($t_{1/2}$) 40
4.3.1.3. Aktivasyon Enerjisi (Ea) ve sıcaklık katsayısı (Q_{10}) 42
4.3.2. Şekerlemelerde toplam fenolik madde (TFM) miktarı sonuçları 43
4.3.3. Şekerlemelerde antioksidan aktivite (DPPH) analizi sonuçları 45
4.3.4. Şekerlemelerde CIELAB renk analizi sonuçları 47
4.3.5. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları 53
4.3.6. pH ve titrasyon asitliği sonuçları 57

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 58

5.1 Sonuçlar 58
5.2 Öneriler 59

KAYNAKLAR 60

EKLER 71

ÖZGEÇMİŞ 74

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde

*a** : Kırmızılık değeri

*b** : Sarılık değeri o

°C : Santigrat derece

*C** :Chroma

cm : Santi metre

dak : Dakika

g : Gram

h^o :Hue

*L** : Parlaklık değeri

L : Litre

Log : Logaritma

mg : Mili Gram

mL : Mili Litre

ΔE : Toplam renk farklılığı

V : Hacim

W: Ağırlık

λ_{max} : Maksimum absorbans dalga boyu

R^2 : Korelasyon katsayısı

k: Reaksiyon hız sabiti

Q_{10} : Sıcaklık katsayısı

$t_{1/2}$: Yarılanma süresi

E_a : Aktivasyon enerjisi

µL : Mikrolitre

h : saat

^{o}Brix : Suda çözünür kuru madde (%)

Kısaltmalar

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

TOB : Tarım ve Orman Bakanlığı

MD : Maltodekstrinn

GA : Gam arabik

SÇKM : Toplam suda çözünür kuru madde miktarını

ABS : Absorbans

DPPH : 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil

GAE : Gallik asit eşdeğeri

pH : Power of Hydrogen

rpm : Dakikadaki devir sayısı (round per minute)

TA : Titrasyon Asitliği

TE : Troloks eşdeğeri

TMA : Toplam monomerik antosiyanin

TFM : Toplam fenolik madde

1. GİRİŞ

Dünya genelinde 2021 yılında üzüm üretimi 73.5 milyon ton olarak gerçekleşmiş, bu üretimin 11.2 milyon tonu Çin, 8.1 milyon tonu İtalya, 6 milyon tonu İspanya, 5.4 milyon tonu ABD, 5 milyon tonu Fransa ve 3.6 milyon tonu Türkiye tarafından yapılmıştır (FAO, 2023; TOB, 2023). Türkiye'de 2023 yılında 3.400.000 ton üzüm üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin 1.799.050 tonu sofralık, 1.304.344 tonu kurutmalık ve 296.606 tonu şaraplık olarak değerlendirilmiştir (TUİK, 2023).

Türkiye bağcılığın gen merkezi olarak kabul edilmektedir ve üzüm menşeili ürünlerin ticaret merkezlerinden birisi olagelmiştir. Anadolu'da yetiştirilen üzümler ve bunlardan elde edilen gıdalar Türkiye ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır (Aktop ve ark., 2023). Pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış olan Anadolu'da her medeniyet üzümü farklı amaçlarla kullanmıştır (Taskesenlioglu ve ark., 2022).

Ekşi Kara, *Vitis vinifera*'nın yerel bir çeşidi olup, Konya-Karaman bölgesinde özellikle Hadim Göksu Vadisi gibi mikroklimatik alanlarda yetişmektedir. Meyveleri yaşken hafif mayhoş, belirgin yoğun aromalı ve siyah renklidir. Ekşi Kara üzüm çeşidi sofralık tüketilmekle birlikte kurutularak veya pekmez gibi geleneksel ürün üretiminde de değerlendirilmektedir. Ekşi kara, özel tat ve aromaya sahip olmasına rağmen hala az bilinen ve nadir görülen bir çeşittir (Çoklar, 2017; Mevka, 2018).

Özellikle üzümsü meyveler antosiyaninler, fenolik bileşikler, flavonoidler, tanenler ve organik asitler gibi biyoaktif bileşenleri önemli miktarda içermeleri ile bilinirler (Paredes-Lopez ve ark., 2010). Bu biyoaktif bileşenlerin aktivitesinin hidroksil, peroksit radikalleri, hidrojen peroksit ve tekli oksijen gibi reaktif oksijen çeşitlerini süpürme yeteneği ile gerçekleştiği düşünülmektedir (Szajdek ve Borowska, 2008). Aynı zamanda antimikrobiyal, antialerjenik, antienflamatuar, antikarsinojen, dejenaratif hastalıkları önleyici, antitrombotik (kanın pıhtılaşmasını önleyici), antiaterojen (damar sertliğini önleyici), vasodilator (kan damarlarını genişletici) ve antiülser ajan olarak ta görev yapmaktadırlar (Paredes-Lopez ve ark., 2010).

Siyah üzüm ve ürünleri önemli bir biyoaktif bileşenlerden olan polifenolik bileşiklerin kaynağıdır. Bu polifenollerin miktarı ve profili meyvenin çekirdek, kabuk ve posa gibi kısımlarında önemli farklılıklar göstermektedir. Üzümlerde bulunan polifenollerin, meyvenin dokularında homojen bir şekilde dağılmadığı ve üzümlerde en çok kabuk ve çekirdeklerde biriktiği yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Xu ve ark., 2014).

Fenolik asitler çoğunlukla pulpta, stilenoidler ve antosiyanin en fazla kabukta (de Campos ve ark., 2008), proantosiyanidinler, flavonoller ve kateşin gibi fenolik maddeler ise çoğunlukla kabuk ve çekirdekte bulunurlar (Kennedy, 2002).

Meyve suyu, pekmez ve şarap üretiminde üzümler preslenip şırası alındıktan sonra geriye önemli miktarda posa kalmakta ve bu da ciddi ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Drosou ve ark., 2015). Bu posalar etanol, hayvan yemi kompost üretiminde kullanılmakta veya atık olarak uzaklaştırılmaktadır. Ancak bu posa sağlık açısından önemli birçok biyoaktif bileşeni bulunduran oldukça ucuz bir kaynaktır.

Üzüm posasında bulunan antioksidanların ekstraksiyonu ve saflaştırılmasının incelendiği bir çalışmada, proses maliyeti düşük, geri kazanım oranı yüksek bulunmuştur. Saflaştırma işleminin maliyetinin yüksek olmasına rağmen katma değeri yüksek ürünler elde edilmesine imkân tanıması sebebiyle posadan antioksidan ekstraksiyonu uygun bulunmuştur (Louli ve ark., 2004).

Enkapsülasyon teknolojisi ile işleme veya depolama sırasında oluşan kötü aroma, koku oluşumu, enzim aktivitesi kaybı, yapı bozulması, fonksiyonellik kaybı engellenebilir veya azaltılabilirken, oksidasyona karşı koruma, nem kontrolü, ve biyoyararlılık artırılır (Quintanilla-Carvajal ve ark., 2010).

Meyve ve sebze yan ürünleri ile yapılan çeşitli araştırmalarda kabuk, çekirdek, posa, çiçek, yaprak, tohum ve sap gibi kısımların antosiyaninler, flavonoidler, fenolik asitler, karotenoidler ve C vitamini gibi çok çeşitli biyoaktif bileşenlerce zengin olduğu ortaya konmuştur. Bu yan ürünler önemli ölçüde biyoaktif bileşen içermeleri nedeniyle gıda, farmasötik, nutrasötik ve biyoteknoloji endüstrilerinde doğal gıda katkı maddeleri olarak uygulanabilmektedir (Barros ve ark., 2012; Ribeiro da Silva ve ark., 2014; Kabir ve ark., 2015; Coman ve ark., 2020).

Ancak sıcaklık, oksijen, ışık, pH değişimleri ve iyonlar gibi standart gıda işleme ve depolama şartları altındaki belirsizlikler biyoaktif bileşenlerin kullanımları konusunda sınırlamalara neden olmaktadır. Diğer yandan farklı enkapsülasyon teknikleri kullanılarak belirli biyoaktif bileşenlerin enkapsüle edilmesi, bunların stabilitesini ve suda çözünürlüğünü artırarak çevre şartlarına duyarlılıklarını azaltmaktadır (Pereira Souza ve ark., 2017; Gomes ve ark., 2019).

Bu çalışmada Ekşi Kara üzüm posası kurutularak biyoaktif bileşenleri ekstrakte edilmiş ve farklı duvar materyalleriyle enkapsüle edilmiştir. Liyofilize edilerek toz haline getirilen enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara posa ekstraktları yumuşak şekerlemelerde kullanılmış ve 4 ay boyunca 20, 30 ve 35°C'de depolanmıştır. Bu süre

boyunca şekerlemelerin toplam fenolik, antioksidan aktivite, monomerik antosiyanin, renk ve tekstür analizleri yapılmıştır.

Bu çalışma ile besleyici değeri yüksek fonksiyonel toffe tip yumuşak şekerleme üretimi amacıyla kullanılacak Ekşi kara üzüm posası biyoaktif bileşenleri stabilitesinin Gam Arabik (GA), Maltodekstrin (MD) ve MD:GA (1:1, w/w) bazı duvar materyalleri kullanılarak mikroenkapsülasyon ile artırılması, ürünün doğal bileşenler ile renklendirilmesi, posanın ve şekerlemenin katma değerinin yükseltilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Modern yaşam tarzında gıdaların rolü, sadece insanlar için gerekli besinleri sağlamak ve açlığı gidermek gibi temel beslenme ihtiyaçlarını karşılamaktan ziyade beslenmeyle ilgili hastalıkların önlenmesi ve tüketicilerin fiziksel ve ruhsal durumlarının iyileştirilmesine yöneliktir (Roberfroid, 2000; Menrad, 2003).

Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar, meyve ve sebzelerce zengin bir diyetin yaşlanmayı geciktirdiği ve yaşam tarzına bağlı olarak gelişen özellikle kalp damar, akciğer, kanser, alzaymır veya parkinson ve romatoid artrit gibi hastalıkların riskini azalttığını ortaya koymaktadır (Morris ve ark., 2015; Machado ve Zotarelli Filho, 2021).

Üzümden elde edilen geleneksel gıdalar, sağladığı ekonomik faydaların yanı sıra tüketildiğinde antioksidan, anti-kanserojen, antiinflamatuar ve kardiyovasküler hastalıkları önleyici faydaları da bulunmaktadır (Aktop ve ark., 2023).

Üzüm meyvesi su, şeker, mineraller, polifenolikler, organik asitler, vitaminler, aroma ve nitrojen bileşikleri içermektedir. Polifenoller üzümün en önemli bileşenlerinden biridir ve rengine, tadına ve aromasına katkıda bulunur (Armstrong ve Stratton, 2016). Üzüm ayrıca yapısında bulunan biyoaktif fitokimyasallar sayesinde metal iyonlarını şelatlama, hidroksil radikallerini ve süperoksit anyon radikallerini temizleme özelliği dolayısıyla antioksidan aktiviteye sahiptir (Kong ve ark., 2003).

Üzüm çekirdeğinin, kabuğunun ve etli kısımlarının kimyasal bileşimi birbirinden önemli ölçüde farklılık gösterir. Çeşit, iklim, sulama rejimi, toprak, güneş ışığı ve rakım gibi çeşitli faktörler kimyasal bileşim üzerinde etkilidir (Kennedy, 2002; Çoklar, 2017). Yenilebilir bitkilerde bol miktarda bulunan fenolik bileşikler, tirozin ve fenilalaninden meydana gelen başlıca ikincil metabolitlerdir (Naczk ve Shahidi, 2006). Polifenollerin bitkilerdeki önemi, ürünlerin duyusal özelliklerine ve insan sağlığına olan olumlu etkilerinden kaynaklanmaktadır (Rodríguez-Montealegre ve ark., 2006). Fenoliklerin sağlığa yararlı etkileri genellikle antioksidan aktiviteler, serbest radikalleri temizleme yetenekleri, serbest metal şelasyon yetenekleri ve nitrozasyonu engelleme yetenekleri ile ilişkilidir (Yilmaz ve Toledo, 2004).

Ekşi Kara üzümü diğer birçok *Vitis vinifera* üzümünde olduğu gibi, antioksidan aktivitesi yüksek, polifenol bakımından zengin bir üzüm çeşididir. Yüksek antioksidan aktivite özgün fenolik bileşikler tarafından sağlanır. Flavan-3-oller ve tanenler çoğunlukla tohumda bulunurken, flavanoller ise genellikle kabukta bulunmaktadır. Meyvenin bütünü de içerdiği tohumlar ve kabuk nedeniyle aynı yüksek antioksidan

aktiviteyi göstermektedir. İklim değişiklikleriyle ilişkili olarak yıllara göre üzümün bireysel fenoliklerinde bazı farklılıklar gözlenirken, rakımın üzümdeki fenolikler üzerinde ciddi bir etkisi olduğu görülmüştür. Üzüm yetiştirilen bölge yüksekliği 1000 m'den 1500 m'ye çıktıkça fenolik madde birikiminin arttığı ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitenin de arttığı görülmüştür. Yükseklik, üzüm çekirdeğinde bulunan yağ asidi profilinin yanı sıra üzüm çekirdeği, kabuğu ve bütün meyvenin fenolik madde profilini de etkilemiştir (Çoklar, 2017).

Muskadin üzüm çeşidinde gallik asit, monomerik kateşin ve epikateşin konsantrasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada bu üç bileşiğin konsantrasyonları, şarap yan ürünü üzüm kabuklarında, çekirdeklere göre daha düşük olarak bulunmuştur. Üzüm çekirdeklerinin üstün antioksidan kapasitesinin önemli kısmının dimerik, trimerik, oligomerik veya polimerik prosiyanidinlerden kaynaklandığı belirlenmiştir (Yilmaz ve Toledo, 2004).

On farklı kültüre ait 70 üzüm örneğinin kabuklarında ve çekirdeklerinde bulunan antosiyanin olmayan fenolleri analiz etmek için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılan bir çalışmada üzümlerin fenolik bileşiminin iklim, olgunluk derecesi, tane boyutu ve asma çeşidi gibi birden fazla faktöre bağlı olduğu ortaya konulmuştur. Üzüm kabuklarının hidroksisinamik asitlerin tartarik esterlerini (6-45 mg/kg üzüm), monomerik ve dimerik flavan-3-olleri (9-96 mg/kg) ve flavonolleri (25-197 mg/kg) içerdiği bulunmuştur. Bununla birlikte, beyaz üzüm çeşitlerinin kabuklarının ve çekirdeklerinin antosiyanik olmayan polifenoller açısından kırmızı üzüm çeşitlerine çok benzer nitel ve nicel bileşime sahip olduğu sonucuna varılabileceği düşünülmektedir. Tek nitel fark, kırmızı üzüm çeşitlerinin kabuklarında bulunan mirisetin glikozitlerinden yoksun olan beyaz üzüm çeşitlerinin kabuklarında gözlemlenmiştir. Bu nedenle beyaz üzüm şıralarının, fermantasyonlarda kırmızı üzümlerle birlikte kullanımları veya büyüyen endüstriyel öneme sahip doğal antioksidan bileşiklerin bir kaynağı olarak antosiyanik olmayan fenollerin iyi bir kaynağı olarak kullanılabilirliği değerlendirilmelidir. Bu çalışma ayrıca Viogner üzüm kabuklarının oldukça benzersiz bir polifenolik profile sahip olduğunu, nispeten yüksek konsantrasyonlarda flavonol ve çok düşük konsantrasyonlarda diğer flavonoidler ve flavonoid olmayan maddeler içerdiğini göstermiştir (Rodríguez-Montealegre ve ark., 2006).

Çoklar (2017) tarafından Ekşi Kara (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin tüm tane, kabuk ve çekirdeklerinin fenolik madde profilini araştırmak ve bağ yeri rakımı ile hasat yılının etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada antosiyaninler, resveratrol,

rutin ve isorhamnetin-3-glukozid gibi bileşenler çoğunlukla kabukta bulunurken, flavan-3-ollerin monomerleri ve dimerleri çoğunlukla çekirdekte tespit edilmiştir. Bağ yeri yüksekliğinin fenolik bileşikler ve tüm meyve, kabuk ve tohumların antioksidan aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. 2014 yılında hasat edilen Ekşi Kara üzümünün tüm meyve, kabuk ve çekirdeğinin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 20.91, 49.58 ve 115.74 mg GAE/g DW olarak tespit edilmiştir. Tüm meyve, kabuk ve çekirdeklerdeki fenolik madde miktarında rakımın 1000 m'den 1500 m'ye yükselmesiyle bir artış meydana gelmiştir. Ekşi Kara bütün meyvelerinde en bol bulunan flavonoid olmayan fenolik klorojenik asittir (180,9 mg/kg DW). Bunu azalan sırayla gallik asit, gentisik asit ve kafeik asit takip etmiştir. Gallik asit sadece bütün meyvelerde ve tohumlarda tespit edilmiştir. Ekşi Kara tüm meyvelerinin ve kabuklarının toplam monomerik antosiyanin miktarı sırasıyla 3.24 ve 27.24 mg/g DW olarak bulunmuştur. Ekşi Kara üzümlerinin farklı rakımlarda yetiştirilen tüm meyveleri ve kabukları arasında toplam monomerik antosiyanin miktarında da önemli farklılıklar olduğu kaydedilmiştir. Bu durum yüksekliğin antosiyanin birikimi üzerindeki etkisinin araştırıldığı diğer çalışmalarla tutarlı bulunmuştur (Xing ve ark., 2015). Ekşi Kara üzümünde hâkim antosiyanin olarak tespit edilen malvidin-3-O-glukozitin, kabukta ve tüm tanede toplam antosiyanin içeriğinin sırasıyla %39.74 ve %32.17'sini teşkil ettiği belirlenmiştir. Bunun yanında miktarlarına göre azalan sırada siyanidin-3-O-glukozit, delfinidin-3-O-glukozit, peonidin-3-O-glukozit ve petunidin-3-O-glukozit de tespit edilmiştir. DPPH, ABTS ve FRAP yöntemlerinin kullanıldığı antioksidan aktivite analizlerinde 2015 yılında yüksek rakımda yetiştirilen üzümlerin çekirdek ekstraktı 362.34 mmol TE/kg DW ile en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterirken, düşük rakımda hasat edilen tüm meyve en düşük antioksidan aktiviteyi (23.34 mmol TE/kg DW) göstermiştir. Rakımın azalmasıyla birlikte, tüm analiz yöntemlerinde Ekşi Kara tüm meyvesi, kabuğu ve çekirdeğinin antioksidan aktivitelerinde önemli düşüşler kaydedildi. Ekşi Kara üzüm çekirdeğinden elde edilen yağın yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde en çok bulunan yağ asidi linoleik asit (C18:2) olarak kayda geçmiştir. Bunun dışında tespit edilen diğer yağ asitleri ise palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1), stearik asit (C18:0), linolenik asit (C18:3) ve araşidik asit (C20:0)'dir.

Farklı rakım ve yıllarda yetiştirilen Ekşi Kara üzümü meyvelerinde ve kabuklarında bulunan antosiyaninlerin göreceli miktarları incelenmiş ve baskın antosiyanin olan malvidin-3-O-glukozitin kabukta ve üzüm tanesinde toplam antosiyaninlerin sırasıyla %39.74 ve %32.17'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Peonidin-3-

O-glukozit, delfinidin-3-O-glukozit, petunidin-3-O-glukozit, siyanidin-3-O-glukozit de göreceli miktarlarına göre azalan sıraya göre tespit edilmiştir (Çoklar, 2017). Üzümlerdeki antosiyanin sentezi çevresel faktörlerden oldukça etkilenmektedir. Rakımın antosiyanin sentezi üzerindeki potansiyel etkileri sıcaklık, su eksikliği ve güneş ışığına maruz kalma değişikliklerden kaynaklanmaktadır. UV radyasyonu, orta düzeyde güneş ışığına maruz kalma, düşük sıcaklık (25 °C'ye yakın) ve su eksikliği, yapısal ve düzenleyici genleri uyararak antosiyanin birikimini artırmaktadır (Castellarin ve ark., 2007; He ve ark., 2010).

Meyve ve sebzelerin koruyucu özelliklerinin bileşimlerinde yer alan antioksidan özelliklere sahip vitaminler ve fitokimyasal maddelerden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bitkilerin, ikincil metabolik faaliyetleri sonucunda oluşan, besin olarak tüketilemeyen fakat insan sağlığı için faydalı etkilerde bulunan biyoaktif maddelere fitokimyasallar denir (Visioli ve ark., 2000; Sevindik, 2018).

Biyoaktif bileşikler, genellikle gıdalarda çok az miktarlarda bulunan besin dışı bileşenlerdir. Genellikle, bu bileşikler milyonlarca hayvan, bitki, mikroorganizma türü ve deniz canlısında bulunur ve biyoteknolojik ve ekstraksiyon yöntemlerle elde edilebilir (Kris-Etherton ve ark., 2002). Ekstrakte edilen biyoaktif bileşikler, yeni fonksiyonel gıdalar üretmek, raf ömrünü, besin kalitesini artırmak ve tüketicilerin bu ürünlere beğenisini artırmak için dahil edilebilir. En çok kullanılan biyoaktif bileşikler arasında antioksidanlar, antimikrobiyaller, probiyotikler, tatlandırıcılar ve nutrasötik maddeler bulunur (Ayala-Zavala ve ark., 2011; Muranyi, 2012).

Günümüzde biyoaktif bileşenler sağlık açısından faydalı bir terapötik ajan olarak kullanılmaya başlanmış ve yeni fonksiyonel gıda ürünlerinin üretim potansiyelini artırmıştır (Sharma ve Singh, 2010). Biyoaktif bileşenler alanındaki ilgi yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve bu bileşenlerin özelliklerini ve potansiyel uygulamalarını belirlemeye yönelik yenilikçi araştırmalar, tüketici talepleri ve kamuoyu ilgisi ile birleşerek artmaya devam etmektedir. Bu sebeple ilaç ve gıda bilimleri, fonksiyonel gıda bileşenleri, ilaçlar veya nutrasötikler olarak kullanılabilen yeni biyoaktif bileşenlerin elde edilmesi ve tanımlanması konusunda ortak bir paydada buluşmaktadır (Wildman ve ark., 2006).

Günümüz gıda endüstrisinde, gıdaların renk, lezzet, tekstür veya muhafaza özelliklerini iyileştirmek için fonksiyonel bileşenlerin ilave edilmesi yaygınlaşırken, son zamanlarda probiyotikler ve antioksidanlar gibi potansiyel sağlık yararları bulunan biyoaktif bileşenler de tercih edilmektedir. Genellikle doğal kaynaklardan elde edilen

biyoaktif bileşenlerin olumsuz şartlara karşı stabilitesi, çeşitli gıda matrislerinde başarılı bir şekilde kullanılabilmeleri için oldukça kritik bir etkendir. Bilindiği gibi mineraller, vitaminler, polifenoller, probiyotikler, fitosteroller ve omega-3 yağ asitleri gibi insan sağlığı açısından faydalı olan biyoaktif bileşenler ısıya, oksijene, ışığa ve yüksek su aktivitesine duyarlıdır. Bu etkenler gıda ürünlerinin raf ömrünü ve biyoyararlılığını olumsuz etkilemektedir (Champagne ve Fustier, 2007).

Biyoaktif bileşenler ilave edildikleri takviye gıdada, renksiz, tatsız veya kanserojen bileşikler gibi parçalanma ürünleri oluştururlarsa bu durum ürünün raf ömrü kısaltmaktadır. Bu sebeple gıdaların işleme ve depolama aşamalarında belirli bileşiklerin stabilitesinin sağlanması elzemdir. Ayrıca biyoaktif bileşenler ağız yoluyla alınarak tüketildikten sonra hızlı bağırsak ve ilk geçiş metabolizmasına tabi tutulur ve böylece kimyasal yapılarında dönüşüme ve biyoaktivitelerinde değişikliklere neden olur. Bu nedenle, biyoaktif bileşenlerin gastrointestinal sistemde stabilitelerini sağlayarak uygun hedefte kontrollü salınımlarına izin vermek önemli bir avantaj sağlamaktadır. Gıda üretiminde biyoaktif bileşenlerden faydalanma konusunda ortaya çıkan sorunlardan bir diğeri de bu bileşenlerin alımının ve biyoyararlanımının sınırlı olmasıdır. Bu nedenle gıda endüstrisi, gıda ürünlerini faydalı biyoaktif bileşenlerle zenginleştirmek için farklı çözümler arayışındadır. Çok çeşitli bileşenlerin koruyucu bir matrise gömülmesiyle korunmasını sağlayan kapsülleme teknolojisi, yukarıda belirtilen sorunların çoğunun üstesinden gelmek için oldukça avantajlı bir metottur (Thies, 1996).

Hızlandırılmış solvent ekstraksiyonu kullanılarak üzüm posasından fenolik bileşiklerin geri kazanımı araştırılmış ve üzüm yan ürünlerinde bulunan bu antioksidan moleküllerin önemi vurgulanmıştır (Rajha ve ark., 2014).

Dünya genelinde gıda endüstrisi yan ürünleri önemli bir kayıp ve kirlilik kaynağıdır. Bu da yılda yaklaşık 1.3 milyar ton veya toplam gıda üretiminin %16'sına karşılık gelmektedir (FAO, 2011; Kummu ve ark., 2012). Meyve ve sebzelerde tarımsal üretimde başlayıp üretim aşamaları ve son tüketiciye kadar devam eden kayıplar %20-%40'a kadar varmaktadır (FAO, 2011). Meyve ve sebzelerin işlenmesi sürecinde çok çeşitli yan ürünler meydana gelir. Özellikle meyve suyu endüstrisinde posa, kabuklar, çekirdekler ve yaprakların büyük bir kısmı en sonunda atılır (Amaya-Cruz ve ark., 2015; Fernandez ve ark., 2018). Bu atıkların yüksek katma değerli gıda ürünlerine dönüştürülmesi, antioksidan özelliklere sahip biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak kullanılabilen ve fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde uygulanabilen yan ürünlere olan talebi artırarak gıda kayıplarını azaltabilir (Socaci ve ark., 2017). Kabuk, çiçek, yaprak,

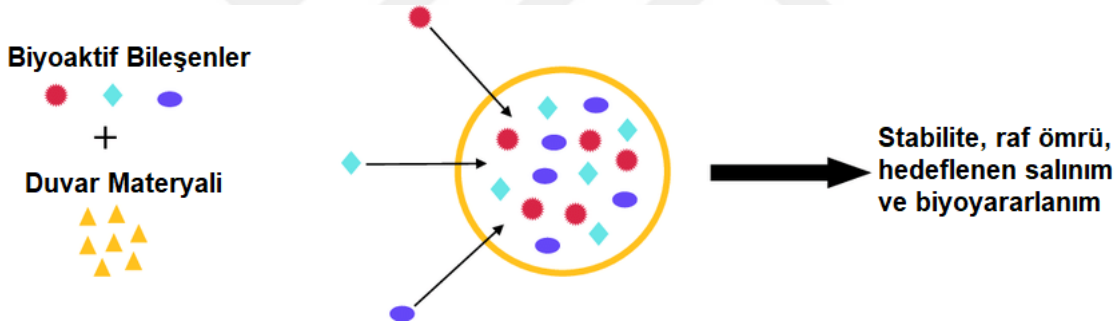
sap, tohum, posa ve çekirdek gibi meyve ve sebze yan ürünleri ile yapılan çeşitli araştırmalarda antosiyaninler, flavonoidler, fenolik asitler, karotenoidler ve C vitamini gibi çok çeşitli biyoaktif bileşenler bulunmuştur (Barros ve ark., 2012; Ribeiro da Silva ve ark., 2014; Kabir ve ark., 2015). Meyve sebze yan ürünlerinden elde edilen özler ve antioksidan özelliklere sahip ekstraktlar yeni fonksiyonel gıda ürünleri geliştirmek için bileşen olarak kullanılmaktadır (Socaci ve ark., 2017). Bu bileşikler tıbbi ve farmasötik ürünlerde de kullanılabilmektedir. Önemli ölçüde biyoaktif bileşen içeriklerinden dolayı insanlardaki biyolojik aktiviteleri nedeniyle, meyve ve sebze yen ürünleri gıda, farmasötik ve biyoteknoloji endüstrilerinde doğal gıda katkı maddeleri olarak uygulanabilmektedir (Coman ve ark., 2020). Ancak sıcaklık, oksijen, ışık, pH değişimleri ve iyonlar gibi standart gıda işleme ve depolama şartları altındaki belirsizlikler biyoaktif bileşenlerin kullanımları konusunda sınırlamalara neden olmaktadır. Diğer yandan farklı enkapsülasyon teknikleri kullanılarak belirli biyoaktif bileşenlerin enkapsüle edilmesi, bunların stabilitesini ve suda çözünürlüğünü artırarak çevre şartlarına duyarlılıklarını azaltmaktadır (Pereira Souza ve ark., 2017; Gomes ve ark., 2019).

Şekil 1.1. Meyve ve sebze yan ürünlerinden elde edilen kapsüllenmiş biyoaktif bileşiklerin gıdalarda uygulamaları (Marcillo-Parra ve ark., 2021)

Biyoaktif bileşiklerin gıda ürünlerine ilave edilmesi, gıda muhafazası açısından birçok avantaj sağlar ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine katkıda bulunur. Ancak, biyoaktif bileşiklerin tat kaybı ve erken fonksiyonellik kaybı gibi bazı dezavantajları

olabilir (Ayala-Zavala ve ark., 2007; Silva-Weiss ve ark., 2013). Bu anlamda, yenilebilir kaplamalarla kapsülleme, biyoaktif bileşiklerin gıda katkı maddesi olarak kullanılmasının dezavantajlarını çözebilecek umut verici bir tekniktir. Biyoaktif bileşiğin doğasına ve amacına bağlı olarak farklı kapsülleme teknikleri kullanılabilmektedir. Bu sistemler, gıda yüzeyine doğrudan uygulamadan daha verimlidir, çünkü yenilebilir kaplamalar, ajanların yüzeyden uzaklaşmasını geciktirerek, ihtiyaç duyulan yerde yüksek konsantrasyonda biyoaktif bileşiğin korunmasına yardımcı olur (Quiros-Sauceda ve ark., 2014).

Çeşitli duvar materyalleri ve kullanılan kapsülleme teknikleri, aralarındaki etkileşimler nedeniyle aktif bileşenlerin salınım profili, kararlılığı ve biyoyararlanımı üzerinde etkilidirler. İki veya daha fazla biyoaktif bileşenin birlikte kapsüllenmesinin temel şematik gösterimi Şekil 1.2.'de gösterildiği gibi tasvir edilebilir. Sinerjik etkiler elde etmek için biyoaktif bileşenleri birlikte kapsüllemek amacıyla çeşitli mikrokapsülleme teknikleri geliştirilmiştir (Chawda ve ark., 2017).



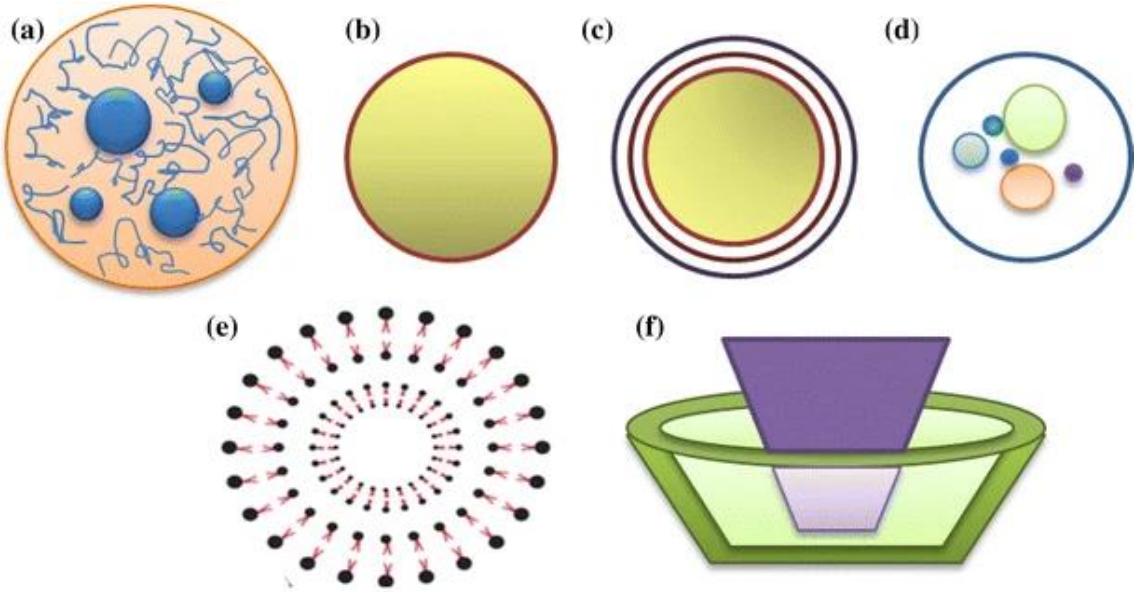
Şekil 1.2. Birden fazla biyoaktif bileşenin birlikte kapsüllenmesi (Chawda ve ark., 2017).

Enkapsülasyon çeşitli biyoaktif bileşiklerin kaplanarak kapsüller içinde tutulmasını, olumsuz dış etkenlerden korunmasını ve belirli şartlarda kapsüle edilen bileşenlerin ortama salınmasını sağlayan bir teknolojidir. Kaplanan madde "aktif" veya "öz", kaplamada kullanılan malzeme ise "kabuk", "enkapsülant" veya "taşıyıcı" olarak adlandırılır. İşlem sonunda elde edilen mikropartiküller mikron altındaki boyutlardan birkaç milimetreye kadar değişebilen küçük parçacıklar veya keseciklerdir (Wang ve ark., 2011).

Biyoaktif bileşenlerin gıda ürünlerinde kapsüllenmesi, stabiliteyi, biyoyararlanımı ve işlevselliği arttırmayı amaçlayan kritik bir araştırma alanıdır. Biyoaktif bileşenleri çevresel faktörlerden korumak, salınımlarını kontrol etmek ve gıda maddelerinde

katkılamalarını geliştirmek için çeşitli enkapsülasyon teknikleri geliştirilmiştir (Sadiq ve ark., 2021).

Sprey kurutma ile üretilen mikrokapsüller matris tipindedir (Şekil 1.3.). Genellikle çekirdek materyali duvar malzemesi boyunca homojen bir şekilde dağılım gösterirken duvarlar çatlak veya kesinti olmadan sıkıdır. Bu özellik daha düşük hava geçirgenliği ve aktif bileşiğin daha iyi korunmasını sağlamak için oldukça önemlidir (Santos ve ark., 2005).



Şekil 1.3. Farklı kapsül morfolojisi tiplerinin şematik gösterimi: a) matris tipi; b) çekirdek/kabuk (rezervuar) tipi; c) çok duvarlı tip; d) çok çekirdekli tip; e) çift katmanlı fosfolipit; f) moleküler kaplama (Đorđević ve ark., 2014)

Püskürtmeli kurutma, dondurarak kurutma ve koaservasyon gibi kapsülleme teknolojileri, meyve sebze yan ürünlerinden enkapsüle biyoaktif bileşik üretmek için en çok kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler kapsülleme verimliliği yüksek ve işlevsel özellikleri sayesinde enkapsüle biyoaktif bileşen üretiminde etkinliği kanıtlanmıştır ve böylece biyoaktif bileşiklerin kararlılığı ve çözünürlüğü iyileştirilmiştir. Meyve sebzelerden elde edilen enkapsüle biyoaktif bileşenler, zenginleştirme, renklendirme, güçlendirme, oksidasyona ve mikrobiyal çoğalmaya karşı stabil hale getirme gibi çeşitli amaçlarla gıdalara eklenmektedirler (Marcillo-Parra ve ark., 2021).

Acerola (Barbados kirazı) posasının bileşimindeki fenolik bileşikler, karotenoidler ve askorbik asidin maltodekstrin ve gam arabik ile püskürtmeli ve dondurarak kurutma yöntemleriyle enkapsüle edilmesi sonucunda %50'ye varan enkapsülasyon etkinliği elde edilmiştir (Rezende ve ark., 2018).

Böğürtlen posası antosiyaninlerinin ekstraksiyonu sonrasında maltodekstrin ile püskürtmeli kurutma yöntemiyle enkapsüle edilmesi ve farklı pH'larda stabilitelerinin araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada enkapsüle edilmiş antosiyaninlerin yarılanma süresi enkapsüle edilmemiş olanlarda daha uzun olarak bulunmuştur. Aynı zamanda maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş örneklerin daha düşük pH'larda daha yüksek stabilite gösterdiği tespit edilmiştir (Santos ve ark., 2019).

Böğürtlen antosiyaninlerinin maltodekstrin DE10 ve DE20 ile dondurarak kurutma yöntemiyle enkapsüle edilmesi sonrasında maltodekstrin DE10 ile enkapsüle edilen örneklerde daha iyi antosiyanin korunumu, renk indeksi, su aktivitesi ve asitlik sonuçları elde edilmiştir (Yamashita ve ark., 2017).

Brezilya fındığı (*Bertholletia excelsa*) kekinin özütündeki fenolik bileşiklerin, inülin ve oktenil süksinik anhidrit modifiye nişasta ile püskürtmeli kurutma yöntemiyle mikrokapsüle edilmesi ve yeni bir fonksiyonel gıda bileşeni üreterek özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, duvar materyalleriyle enkapsüle (1:1) örneklerin 120 günlük depolama sonunda antioksidan aktivitelerinin ve stabilitelerinin korunduğu belirlenmiştir (Gomes ve ark., 2019).

Bordo kırmızı üzümlerin (*Vitis labrusca*) yan ürünlerinin ekstraktından toz renk pigmentleri elde ederek bunların farklı ürünlerde değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada antosiyaninler maltodekstrin ile püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleriyle enkapsüle edilmiştir. Antosiyaninlerin korunması açısından püskürtmeli kurutulan örnekler, dondurularak kurutulan örneklere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Depolama süresince maltodekstrin ile enkapsüle edilen örneklerin dondurularak kurutulmuş örnek ve sıvı ekstrakttan daha iyi bir şekilde rengi koruduğu tespit edilmiştir (de Souza ve ark., 2015).

Üzüm posası antosiyaninlerinin maltodekstrin ve gam arabik ile dondurarak kurutma yöntemiyle enkapsüle edildiği bir çalışmada HPLC kullanılarak enkapsülasyon etkinliği en yüksek %91.5 olarak bulunmuştur. Gam arabik kullanılarak üretilen mikrokapsüllerin, maltodekstrin ile üretilen mikrokapsüllere göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Stoll ve ark., 2016).

Bordo üzüm kabuğu fenolik ekstraktının gam arabik, polidekstroz ve kısmen hidrolize guar gam kullanılarak püskürtmeli ve dondurarak kurutma yöntemleriyle enkapsüle edildiği bir çalışmada fenolik ve antosiyaninlerin korunması %80'in üzerinde bulunmuştur. Püskürterek kurutulan örnekler, dondurularak kurutulan örneklerle karşılaştırıldığında daha iyi fiziksel özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Kuck ve Norena, 2016).

Ticari üzüm çekirdeği özütü fenolik bileşiklerinin maltodekstrin (MD), zein (Z) ve mesquite gamı (MG) gibi farklı duvar materyalleri kullanılarak püskürtmeli kurutma yöntemiyle mikroenkapsüle edildiği bir çalışma yapılmıştır. Enkapsülasyon etkinliği açısından T3 (%44 MG-%56 Z) örneği %85 ve T4 (%34 MD-%66 Z) örneği %82'lik bir etkinlik sağlamıştır. Enkapsülasyon üretkenliği açısından ise T3 örneği %98 ve T4 örneği %99'luk değer göstermiştir. Enkapsüle fenolik bileşikler ise 180°C'ye kadar termal parçalanma göstermemiştir (Davidov-Pardo ve ark., 2012).

Şekerlemeler, süt, süt tozu, aroma, kıvam artırıcı, jelatin ve yağ gibi maddelerin karıştırılması ve şeker ve glikozun veya yalnızca şekerin pişirilmesi sonrasında sitrik asit, potasyum bitartarat veya tartarik asit eklenmesi yoluyla şekillendirilerek ambalajlanması yoluyla elde edilen gıda maddeleridir (Önder ve Aydar, 2022). Yumuşak şekerleme ürünleri farklı şekillerde sınıflandırılabilmektedir. Şekerlemeler Türk Gıda Kodeksine göre yumuşak, sert, draje, jöle, krokan, tablet, meyve, fondan, badem ezmesi ve benzeri, koz helva, nuga ve benzeri dolgulu şekerleme ürünleri olarak tanımlanır (Ergün ve Tekgül, 2021).

Şekerlemelerin temel fiziksel kalite kriterleri arasında renk, tekstür, reoloji ve kristalizasyon davranış ve durumu yer alır. Şekerleme ürünlerinin görünüşü, tüketiciler tarafından algılanan diğer kalite özelliklerini (lezzet, aroma, renk ve tekstür) etkileyen ve bunlara göre değişim gösteren kriterlerdir (Hartel ve ark., 2018).

Aşırı şekerleme tüketimi, vücuttaki besinlerin ve enerji değerlerinin dengesini bozabilmektedir. Vitaminler, karotenoidler makro ve mikro elementler gibi biyoaktif değerli maddelerin şekerlemelerde bulunmaması, şekerlemelerin önemli bir dezavantajıdır (Dorn ve ark., 2015). Sağlık üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle şekerlemelere fonksiyonel özellikler kazandırma eğilimi son yıllarda artmıştır. Fonksiyonel gıdalar, temel olarak gıda formundadır, ancak sağlığı geliştirici özel etkileri nedeniyle nutrasötik ve geleneksel gıda arasındaki bir alandadırlar. Fonksiyonel gıdaların kolesterol seviyelerini iyileştirme, daha düşük kan basıncı oluşturma ve kalp sağlığını koruma gibi faydaları vardır (Kotilainen ve ark., 2006). Fonksiyonel şekerlemeler, ürüne

yeni bir bileşen eklenmesi, üretim sürecinde değişiklikler yapılması ve ürün formülasyonunda bulunan zararlı olabilecek besin maddeleri yerine daha faydalı besin maddeleri kullanılarak elde edilebilmektedir (Güneş ve ark., 2018).

Şekil 1.4. Yumuşak şekerleme üretim akış şeması (Atçeken, 2023).

Toffe, dünyanın farklı bölgelerinde farklı anlamlara gelen bir terimdir. Bazı ülkelerde toffe, çiğnenebilir karamel tipi bir şekeri belirtmek için kullanılırken, diğer ülkelerde genellikle daha yüksek yağ içeriğine sahip kırılgan bir şekere benzer. Toffe şeker, karamel ve fudgeden farklıdır, çünkü neredeyse tamamen şeker ve tereyağı içerir ve sert şekerler gibi yüksek sıcaklıklarda pişirilir. Yüksek pişirme sıcaklıkları nedeniyle, genellikle toffe şekerin su içeriği (%3-6) düşüktür ve bu sebeple sert şekerle benzer bir doku özelliklerine sahiptir. Toffe şekerdeki emülsifiye yağ, ağızda kolayca parçalanan kırılgan bir dokuya neden olur. Toffe şekerlerdeki protein eksikliği ve yüksek pişirme sıcaklığı, tat ve renk gelişiminin esas olarak şeker karamelizasyonundan kaynaklandığı

anlamına gelir. Ancak tereyağı aromaları da toffeye bazı özellikler kazandırır (Hartel ve ark., 2018).

İngiliz tipi toffe yumuşak şekerlemenin bileşimi şu şekildedir: %8-10 su, %45-55 sakkaroz, %40-50 tereyağı, %0.3-0.6 tuz, %0.1-0.3 vanilya, lesitin %0.25-0.45, kabuklu yemişler %6-12 (Hartel ve ark., 2018).

Toffe, çok az (varsa) mısır şurubu veya süt eklendiği için karamel ve şekerlemeden biraz farklıdır. Sakkaroz ve tereyağı, İngiliz şekerlemesinin Amerikan versiyonundaki iki ana bileşendir. Kristalleşmeyi kontrol eden tek şey, pişirme sırasında oluşan invert şekerdir ve pişmiş bir şekerleme kitlesi kristalleşmeye meyillidir. Bu nedenle kristalleşmenin önlenmesi için çaba sarf edilmelidir. Aşırı inversiyon ise nemi kolayca çeken, yapışkan ve potansiyel olarak taneli hale gelen çok higroskopik bir ürünle sonuçlanır. Toffe şekerin mikro yapısı, karamel veya şekerlemeden daha çok, sert bir şekere yakındır. Düşük su içeriği nedeniyle lipit emülsiyonunun dağıldığı camsı bir şeker matrisine sahiptir. Doğası gereği yarı kristal olan yağ kürecikleri, camsı şeker matrisini bozar ve şekerlemeye normal sert bir şekerlemeden ziyade daha ufalanabilir bir doku kazandırır. İyi yapılmış bir şekerleme, çiğneme sırasında ağızda şeker parçalarının zayıf yapışkanlığıyla dişlerde kolayca kırılmalıdır. Fındık parçalarının eklenmesi de istenen dokuyu sağlamaya yardımcı olabilmektedir. İngiliz toffe şekerlemesinde, yüksek tereyağı içeriği (%40) stabil bir emülsiyon üretiminin son derece kritik olduğu anlamına gelir. Pişirmenin başında eklenen lesitin, genellikle küçük yağ kürecikleriyle pürüzsüz bir emülsiyon üretmeye yardımcı olmak için kullanılır. Ancak, işleme sırasında aşırı çalkalama, sıvı damlacıklarının birleşmesine neden olabilir ve bu da tereyağından yağ çıkmasına neden olur. Bunun sonucunda şekerleme kitlesinin üzerinde çirkin bir sıvı yağ tabakası olarak görünür. Kavrulmayı önlemek ve ürünü korumak için yeterli çalkalama yapılması gerekir, ancak çok fazla çalkalama, emülsiyon stabilitesi üzerinde olumsuz sonuçlara yol açar. Yağlanmayı önlemek için şekerleme kitlesinin soğutulurken aşırı elleçlenmesi en aza indirilmelidir. Şekerleme kitlesi oda sıcaklığına soğutulduğunda, yağ kürecikleri kısmen kristalleşmesi ve şeker fazı yüksek viskoziteye sahip olması nedeniyle birleşme artık bir sorun oluşturmamaktadır (Hartel ve ark., 2018).

Spirulina platensis özütünden fikosiyanin elde edilerek, toffe tipi yumuşak şekerlemelerde doğal mavi renk kaynağı olarak çeşitli konsantrasyonlarda kullanılması ve çeşitli depolama sıcaklıklarının (4, 20 ve 40°C) renk stabilitesine etkisi araştırırıldığı bir çalışmada, tekstür analizi sonuçları, fikosiyanin kullanımının örneklerin dokusal özelliklerinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığını ortaya koymuştur. Duyusal

analiz sonuçlarına göre fikosiyanin'in toffe tipi yumuşak şeker üretiminde kullanımı dikkate değer bir tüketici çekiciliği ile sağlamış ve çalışılan tüm konsantrasyonlar renk beğenisi açısından yüksek puan almıştır (Gunes ve ark., 2024).

Toffe yumuşak şeker pişirme işlemi sırasında gerçekleşen Maillard esmerleşmesi, şekerin karamelizasyonu ve tereyağının pişirilmesi kombinasyonu, lezzet ve renk gelişiminden sorumludur. İngiliz toffe şekerlemesi genellikle ilave süt bileşenleri veya glikoz şurubu eklenmeden, öncelikle sakaroz ve tereyağı içerir. Yalnızca tereyağının sulu fazından kaynaklanan az miktarda protein bulunur. Ayrıca, indirgen şeker eklenmemesi sebebiyle tek indirgeyici şeker ısıtma sırasında sakarozun inversiyonu yoluyla oluşur. Bu nedenle kahverengi renk oluşumuna birincil katkıda bulunan faktör genellikle Maillard esmerleşmesi değil, şekerin karamelizasyonudur. Bununla birlikte, yüksek süt yağı içermesi (≈%30) sebebiyle, İngiliz toffee şekerlemesinin lezzet profilinde pişmiş tereyağı aroması önemli bir rol oynar (Hartel ve ark., 2018).

Şekerleme üretiminde temel bileşen olarak çoğunlukla çeşitli karbonhidratlar kullanılmaktadır. Şekerleme üretiminde önemi büyük olan karbonhidratlar, monosakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler olarak sıralanabilir. Şeker pancarı veya şeker kamışından elde edilen sakkaroz, dekstroz, glikoz şurubu, yüksek früktoz şurubu ve invert şeker şekerleme üretiminde en sık kullanılan tatlandırıcılardır (Hartel ve ark., 2018). Şekerlemelerin bileşiminde yer alan tüm bu tatlandırıcılar ürün tekstürünü ve yapısını etkileyen çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikler göstermekte ve bu sayede üretim aşamalarında farklı bileşenlerin ilavesi ve sıcaklık kontrolü ile çeşitli şekerleme ürünleri üretilebilmektedir (Hinkova ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Ekşi Kara (*Vitis vinifera L.*) üzüm çeşidi kullanılmıştır. Ekşi Kara üzümü Konya İli Hadim İlçesi sınırlarındaki Yelmez Köyünden, 1200 m rakımdaki bağdan (37.015444, 32.610679) 2022 yılında hasat edilmiştir. Bağın bulunduğu bölge aynı zamanda mikro klima özelliği gösteren Göksu Deltası içerisinde yer almaktadır.

Enkapsülasyon işleminde duvar materyali olarak gam arabik (GA), maltodekstrin (MD) ve bunların GA:MD kombinasyonları (1:1, w/w) kullanılmıştır. Gam arabik Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. ve Tic. A.Ş. (İstanbul/Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Maltodekstrin Nante Kimya ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul/Türkiye) firmasından temin edilmiştir.

Toffe tip yumuşak şekerlemeler Akka Makina Çikolata Gıda Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'nin Konya Karatay'daki tesislerinde üretilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Üretim ve depolama

3.2.1.1. Posanın elde edilmesi

Ekşi Kara üzümünün geleneksel yöntemlerle preslenerek şırası çıkarılmış ve geriye kalan çekirdekli posalar sapları ayrıldıktan sonra tepsili kurutucuda 40 ^{o}C'de nem içeriği yaklaşık %7±1 olana kadar kurutulmuştur.

3.2.1.2. Biyoaktif bileşenlerin Ekstraksiyonu

Kurutulmuş Ekşi Kara üzüm posası değirmende öğütüldükten sonra 20 g alınmış ve üzerine 200 mL metanol (1:10, w/v) ilave edilmiş ve orbital çalkalayıcıda 4 saat boyunca biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu sağlanmıştır. Daha sonra karışım filtre kağıdından geçirilmiş ve rotary evaporatörde (SCILOGEX RE- 100 pro) metanol uzaklaştırılarak ekstrakt elde edilmiştir. Elde edilen ekstrakt dondurarak kurutucuda

(Labogene ScanVac Coolsafe110- 4, Lynge, Denmark) liyofilize edilerek toz haline getirilmiştir. Öğütülmüş liyofilize toz örnekler hava geçirmeyen bir polietilen torbada kullanım anına kadar karanlıkta -30 ^{o}C'ta muhafaza edilmiştir (Picos-Salas ve ark., 2021).

3.2.1.3. Enkapsülasyon

Enkapsülasyon işlemi için öncelikle Maltodekstrin (MD), Gam Arabik (GA) ve GA+MD (1:1, w/w) kombinasyonunun %10'luk çözeltileri hazırlanmıştır. Liyofilize toz Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı ile duvar materyali çözeltileri Erdem ve ark. (2021) tarafından önerilen 1:20 oranında karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım homojenizatörde 15.000 rpm'de 5 dakika homojenize edilmiş ve liyofilizatörde kurutularak enkapsüle edilmiştir.

3.2.1.4. Yumuşak şekerleme üretimi

Yumuşak şeker hammaddeleri karıştırılıp pişirme sonrası soğutma tablasına döküldükten sonra enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası ekstraktları ayrı ayrı yumuşak şeker hamuruna katılarak homojen bir yapı oluşana kadar karıştırılmıştır. Maltodekstrin (MD), gam arabik (GA) ve maltodekstrin:gam arabik (MD:GA) (1:1, w/w) karışımı ile enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş (kontrol örneği) Ekşi Kara üzüm posası antosiyanin ekstraktlarının her birinden yumuşak şeker hamuruna ağırlıkça %2'si oranında ilave edilmiştir. Üretilen yumuşak şekerler ambalajlanarak laboratuvara getirilerek analizlerine ve depolanmasına başlanılmıştır.

3.2.1.5. Yumuşak şekerlerin depolanması

Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle olmayan Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin toffe tip yumuşak şekerleme matrisinde depolama boyunca stabiliteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Toffe tip yumuşak şekerler maltodekstrin, gam arabik, maltodekstrin:gam arabik (1:1, w/w) karışımının kullanıldığı ekstraktlar ve enkapsüle edilmemiş (kontrol örneği) ekstraktlarının her birinden 2 tekerrür olmak üzere 20, 30 ve 35 °C sıcaklıklarda kilitli poşetler ve kavanozlar içerisinde 120 gün boyunca inkübatörlerde depolanmıştır. 30, 61, 90 ve 120. günler sonunda örnekler inkübatörden

çıkartılarak oda sıcaklığına getirilmiş ve hızlı bir şekilde analizleri yapılmıştır. Örneklerde toplam monomerik antosiyanin (TMA), toplam fenolik madde (TFM), antioksidan aktivite (DPPH), renk ve tekstür profil (TPA) analizleri 4 ay boyunca her ay (4 periyot) yapılmıştır. Stabilite ile ilgili temel kinetik parametrelerin belirlenmesi Labuza (1984)'ya göre yapılmıştır.

3.2.2. Posa analizleri

Ekşi Kara üzüm posası çekirdekleriyle birlikte değirmende öğütüldükten sonra toplam kuru madde, kül, ham yağ, renk analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1. Toplam kuru madde analizi

Ekşi Kara üzüm posasının toplam kuru madde analizi Sartorius MA150 model nem tayin cihazında yapılmıştır (Rokosik ve ark., 2019).

3.2.2.2. Kül analizi

Ekşi Kara üzüm posası örnekleri değirmende öğütüldükten sonra 5 g alınarak sabit tartıma getirilmiş ve ardından darası alınmış porselen krozelere konulmuştur. Örneklere ön yakma işlemi uygulanmış ve ardından 550 ℃'ye ısıtılan kül fırınında (Nüve MF106 model) 5 saat süresince sabit ağırlığa gelene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutulan krozeler tartılarak aşağıda verilen formüle göre % kül miktarı hesaplanmıştır. Kül miktarı % olarak kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (AOAC, 2002).

$$\% \text{ Kül} = M_1 - M_2 / M_1 \times 100 \quad (3.1)$$

M_1: Başlangıç ağırlığı (g)

M_2: Son ağırlık (g)

3.2.2.3. Ham yağ analizi

Ekşi Kara üzüm posasındaki toplam yağ miktarı tayininde çözücü olarak n-hegzan kullanılmıştır. Değirmende öğütülen posadan 5 g tartılarak ekstraksiyon kartuşuna

aktarılmıştır. Kartuşun üzeri yağsız pamukla kapatılmış ve kartuş soxhlet cihazına yerleştirilerek n-hegzan ile yaklaşık 4 saat ekstraksiyona devam edilmiştir. Süre sonunda çözücü damıtılmış ve elde edilen yağ tartılmıştır (AACC, 1990).

Toplam yağ miktarı (%) = $((m_2 - m_1) / m_0) \times 100$ **(**3.2.)

m_0 : Tartılan örnek miktarı (g)

m_1 : Kartuş darası (g)

m_2 : Kartuş darası (g) + Yağı uzaklaştırılan örnek miktarı (g)

3.2.3. Toz ekstrakt analizleri

Farklı duvar materyalleriyle enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası toz ekstraktlarında enkapsülasyon etkinliği, toplam monomerik antosiyanin (TMA), antioksidan aktivite (DPPH), toplam fenolik madde (TFM), renk ve mineral madde analizleri yapılmıştır.

3.2.3.1. Enkapsülasyon etkinliği analizi

200 mg enkapsüle edilmiş Ekşi Kara üzüm posası ekstrakt örnekleri tartılmış ve üzerine 2 ml metanol:asetik asit:saf su (50:8:42, v:v:v) ilave edilmiştir. Bu dispersiyon vorteksten geçirilerek (1 dak) sonrasında ultrasonik su banyosunda 20 dakika tutulmuş ve sonrasında işlemler bir kez daha tekrar edilmiştir. Daha sonra süpernatant 10.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve ardından filtre edilerek monomerik antosiyanin analizi yapılmıştır. Buradan toplam antosiyanin miktarı sonucu elde edilmiştir.

Yüzeysel antosiyanin miktarının hesaplanması için, enkapsüle edilmiş örneklerden 200 mg tartılarak 2 ml etanol:metanol (1:1, v:v) karışımı ile muamele edilmiştir. Bu dispersiyonlar 1 dakika vorteksten geçirilmiş ve sonrasında filtre edilmiştir. Bu örneklerle aynı şekilde monomerik antosiyanin analizi yapılarak bulunan değerler 3.3 ve 3.4'deki eşitlikler enkapsülasyon etkinliği hesaplamasında kullanılmıştır (Robert ve ark., 2010).

$$\text{SB}\ (\%) = \frac{\text{Yüzeysel antosiyaninler}}{\text{Teorik toplam antosiyaninler}} \qquad (3.3)$$

EE (%) = 100 – SB (%) (3.4)

SB: Yüzeysel antosiyaninin toplam antosiyanine oranı
EE: Enkapsülasyon etkinliği

3.2.3.2. Mineral analizi

Mineral madde analizi Fakültemiz Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde mevcut olan ICP-AES cihazı ile yapılmıştır. Bunun için 0.2-1.0 g civarında Ekşi Kara üzüm posasının üzerine 15 mL saf nitrik asit (HNO_3) eklenmiştir. Hazırlanan örnek mikrodalga fırında (MARS 5 Plus) 200 ℃'de yakılmıştır. Örneklerden elde edilen çözeltiler Inductivelly Coupled Plasma AES (ICP-AES) cihazında okunarak demir (Fe), kalsiyum (Ca), bakır (Cu), potasyum (K), magnezyum (Mg), çinko (Zn), mangan (Mn), sodyum (Na) ve fosfor (P) mineral maddelerinin tespiti yapılmıştır (Skujins, 1998; Akbulut ve Ozcan, 2009).

3.2.4. Yumuşak şekerleme analizleri

3.2.4.1. Toplam monomerik antosiyanin analizi (TMA)

Toplam monomerik antosiyanin tayini pH diferansiyel metoduyla belirlenmiştir. Analiz sonuçları mg cyanidin-3-glikozit eşdeğeri (CGE)/L olarak verilmiştir. Ekstrakt örnekleri potasyum klorür (KCl) ve sodyum asesat trihidratla ($CH_3COONa * 3\ H_2O$) seyreltilmiş ve 515 ve 700 nm dalga boyundaki absorbans değerleri ölçülmüştür. Toplam monomerik antosiyanin miktarı cyanidin-3-glikozit eşdeğeri olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2003).

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin (mg/kg)} = \frac{A\ x\ MW\ x\ DF\ x\ 1000}{\varepsilon\ x\ l} \quad (3.5)$$

Burada;

$$A = (A_{510-}A_{700})_{\text{pH 1.0}} - (A_{510-}A_{700})_{\text{pH 4.5}} \quad (3.6)$$

$MW = \text{Cyanidin} - 3 - \text{glikozitin molekül ağırlığı, } 449.2 \text{ g/mol}$

DF = Seyreltme Faktörü;
ε = Cyanidin-3-glikozit için molar yok etme (extinction) katsayısı, 29,600 L/mol/cm;

$l =$ ışığın kat ettiği yol (1 cm)

3.2.4.2. Toplam fenolik madde analizi (TFM)

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu kolorimetrik metoduna göre yapılmıştır. Uygun oranda seyreltilmiş 250 µL ekstrakt çözeltisi ile 1.250 µL 2 N Folin reaktifi karıştırılmıştır. %7.5'lik (w/v) sodyum karbonat çözeltisinden 1.000 µL eklendikten sonra örnekler vortekste karıştırılıp karanlıkta oda sıcaklığında 2 saat inkübasyondan sonra UV-Vis spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda absorbans değeri saf suya karşı ölçülmüş ve sonuçlar gallik asit kurvesinden yararlanılarak mg GAE/kg şeklinde verilmiştir (Çoklar ve Akbulut, 2016).

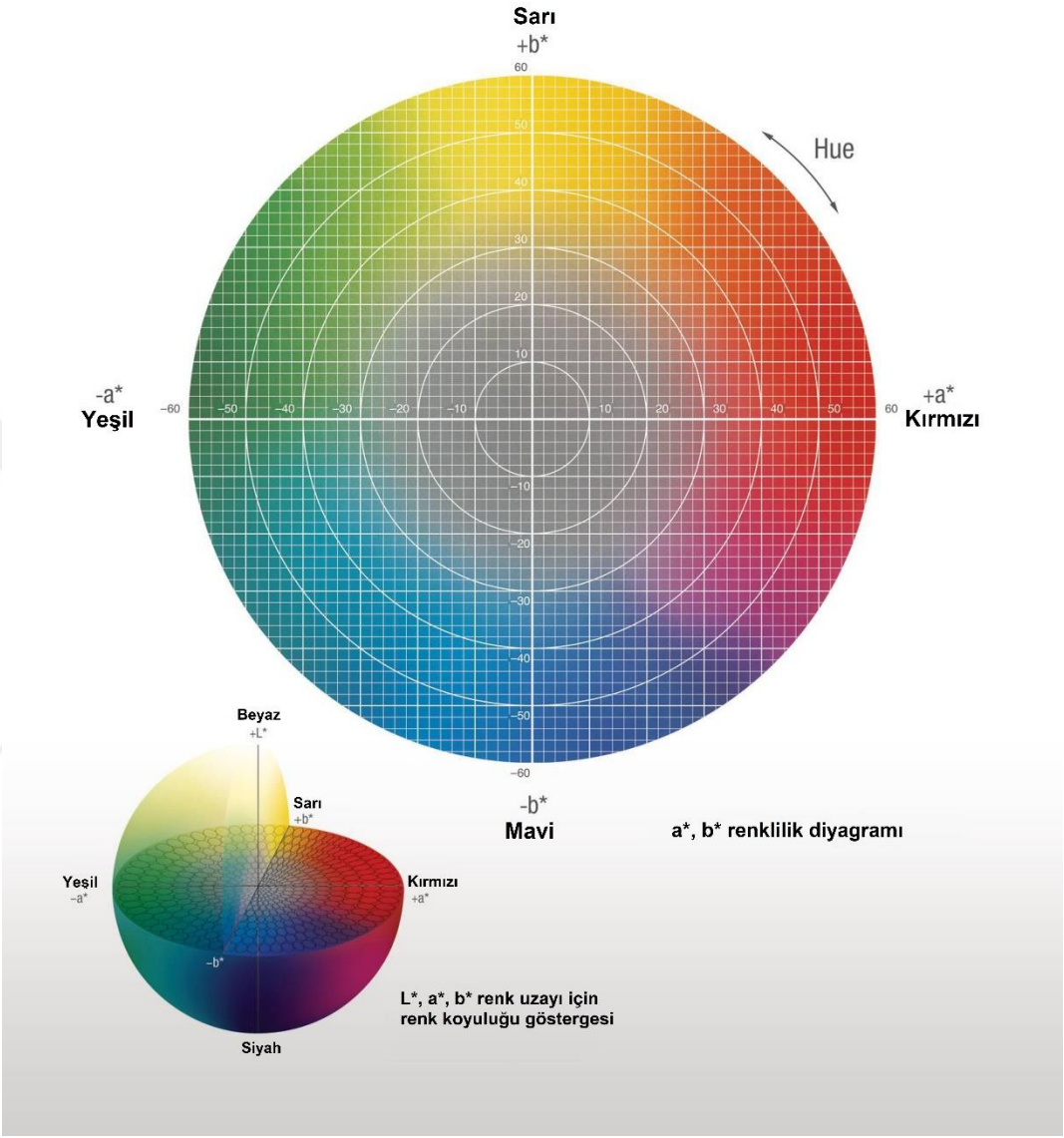
3.2.4.3. Antioksidan aktivite analizi (DPPH)

Antioksidan aktivite, DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin ekstraktlardaki antioksidan etkili bileşenlerce indirgenmesi prensibi ile belirlenmiştir. Uygun oranlarda seyreltilmiş 50 µL örnek alınarak üzerine 1950 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve 30 dakika karanlıkta inkübe edilmiştir. Sonrasında 515 nm dalga boyunda absorbans değeri okunmuş ve sonuçlar mmol troloks eşdeğeri (TE)/kg şeklinde verilmiştir (Çoklar, 2012).

3.2.4.4. Renk analizi

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktlarının *L**, *a**, *b**, h^o ve *C** değerleri kolorimetre cihazı (Konika Minolta CM-5, Osaka, Japan) ile ölçülmüştür. Şekil 3.1.'de verilen CIELAB renk ölçeğine göre *L** parlaklığı (*L**=0, siyah; *L**=100, beyaz), -*a** yeşilliği, +*a** kırmızılığı, +*b** değeri sarılığı, -*b** maviliği ifade eder. *L** değerinde 50 griliği gösterirken, 100'e doğru gidildikçe örneklerde beyazlık, 0'a doğru gidildikçe siyahlığın arttığını göstermektedir. +*a** değeri arttıkça örneklerde kırmızılık artarken, -*a** değeri artarken yeşillik artmaktadır. +*b** değeri arttıkça örneklerde sarılık, -*b** değeri arttıkça ise

mavilik artış göstermektedir. *C** değeri (Chroma) renk doygunluğunu ve h^o (hue) değeri renk tonunu göstermektedir (Akbulut ve Çoklar, 2008).



Şekil 3.1. *L**, *a** ve *b** renk alanı renklilik diyagramı

3.2.4.5. Tekstür profil analizi (TPA)

Toffe tip yumuşak şekerleme örneklerinin TPA analizinde silindirik prob (P/36R) kullanılarak, test öncesi, test sırası ve sonrası hızları 1 mm/s ile %25 deformasyona izin verecek şartlarda analiz yapılmıştır. İki ardışık sıkıştırma ile elde edilen, kuvvet zaman

grafiğindeki veriler, cihazın yazılımı aracılığıyla sertlik (hardness; g), elastikiyet (springiness; mm), dış yapışkanlık (adhesiveness; gs), sakızımsılık (gumminess; g), iç yapışkanlık (cohesiveness), esneklik (resilience), çiğnenebilirlik ve (chewiness; gmm) parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Kavak ve Akpunar, 2018).

3.2.4.6. pH analizi

Şekerleme örneklerinin pH değerlerinin ölçümünde cam elektrotlu WTW Inolab pH 720 model (WTW Weilheim, Germany) masaüstü pH metre kullanılmıştır. Şekerleme örneklerinden 5 g alınarak saf su ile 50 g'a tamamlanmış ve çözündürülmüştür. pH metrenin elektrodu örneklere daldırılarak 25 °C'ta pH değeri okunmuştur. (Cemeroğlu, 2007).

3.2.4.7. Titrasyon asitliği analizi

Titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle belirlenmiştir. pH ölçümü için hazırlanan örnek çözeltisi sonrasında titrasyon asitliği analizinde de kullanılmıştır. Titrasyon asitliği için örneğin pH değeri 8.1'e gelinceye kadar 0.05 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sitrik asit (SA) cinsinden 3.5'te yer alan eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

$$Titrasyon\ asitliği\ (\%) = \left[\left(\frac{\mathrm{V\ x\ F\ x\ N\ x\ meq}}{\mathrm{m}}\right) x\ 100\right] \qquad (3.7)$$

V= Harcanan NaOH miktarı (mL)

F= Kullanılan NaOH'in faktörü

N= Kullanılan NaOH'in normalitesi

m= Alınan örnek miktarı (g)

meq= İlgili asidin equivalent değeri

3.2.5. Kinetik katsayıların hesaplanması

Stabilite ile ilgili temel kinetik parametreler Labuza (1984)'ya göre belirlenmiştir. Depolama boyunca belirlenen TFM ve TMA miktarları, renk değerleri, antioksidan

aktivite için reaksiyon derecesi (*n*), yarılanma süresi ($t_{1/2}$), hız sabiti (*k*) ve aktivasyon enerjisi (E_a) belirlenmiştir. Ürünün depolama stabilitesinin belirlenmesinde belirleyici kalite kriteri olarak TFM ve TMA kullanılmıştır. TFM ve TMA bozunumu için sıfırıncı ve birinci derece kinetik modelleri tanımlayan eşitlikler kullanılmıştır (Tan ve ark., 2001).

3.2.5.1. Reaksiyon hız sabitinin (*k*) hesaplanması

Reaksiyon hız sabitinin hesaplanması için her bir sıcaklıktaki süreler "x" eksenine, ısıtma süresince belirli aralıklarla alınan şekerleme örneklerinin antosiyanin değerlerinin doğal logaritması ise "y" eksenine yerleştirilmiş ve bu şekilde yarı logaritmik bir grafiğin doğrusal eğrisi elde edilmiştir. Elde edilen bu grafiğin denkleminin eğimi reaksiyon hız sabiti (k) olarak alınmıştır. Birinci derece reaksiyon kinetik formülü denklem 3.8.'te verilmiştir.

$$\ln C = -k.t + \ln C_0 \qquad (3.8)$$

C_0: Antosiyaninlerin başlangıç konsantrasyonu
C: t süre sonunda kalan antosiyanin konsantrasyonu
k: Reaksiyon hız sabiti (dak^{-1})
t: süre (dak)

3.2.5.2. Yarılanma süresinin ($t_{1/2}$) hesaplanması

Yarılanma süresi ($t_{1/2}$) araştırma konusu bileşiğin veya herhangi bir kalite kriterinin %50'sinin parçalanması için gereken süredir. Yaptığımız araştırmada yarılanma ömrü için kullanılan Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninleridir. Birinci derece reaksiyonlar için yarılanma süresinin hesaplanmasında denklem 3.9. kullanılmıştır (Labuza, 1984).

$$t_{1/2} = \ln (2) / k \qquad (3.9.)$$

3.2.5.3. Aktivasyon enerjisinin (E_a) hesaplanması

Isıtma deneyinde gerçekleşen reaksiyonun sıcaklığa bağımlılığını incelemek için aktivasyon enerjisi Arrhenius eşitliği (3.10.) kullanılmıştır (Labuza ve Riboh, 1982).

$$k = A \times e^{-Ea / RT} \qquad (3.10.)$$

Arrhenius denkleminin doğal logaritması alınarak eşitlik 3.11. elde edilmiştir.

$$lnk = \frac{-Ea}{R} x \frac{1}{T} + lnA \qquad (3.11.)$$

k: Hız sabiti

Ea: Aktivasyon enerjisi (J/mol)

T: Sıcaklık (K)

R: İdeal gaz sabiti (8,314 J/mol.K)

A: Frekans faktörü

Bu denklemden yola çıkılarak her bir sıcaklıktaki hız sabitlerinin doğal logaritması (lnk) "y" eksenine, sıcaklık değerlerinin (Kelvin) çarpma işlemine göre tersi (1/T) ise "x" eksenine yerleştirilmiş ve doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Elde edilen eğrinin denkleminin eğimi $-E_a/R$ değerine eşittir. Buradan elde edilen eğim ideal gaz sabiti ile çarpılarak aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

3.2.5.4. Sıcaklık katsayısı (Q_{10}) hesaplanması

Bir reaksiyonun sıcaklığının 10 ^oC artırılması sonucunda reaksiyon hızının kaç kat artacağını gösteren sıcaklık katsayısı aşağıda belirtilen eşitlik ile belirlenmiştir:

$$k_2 / k_1 = Q_{10}(T_2-T_1)/10 \qquad (3.12.)$$

3.2.6. İstatistiksel değerlendirme

Bu çalışmadan elde edilen verilerin öncelikle normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Normal dağılım gösteren verilere ANOVA varyansa analizi

uygulanmıştır. Varyans analizi sonunda istatistiksel açıdan önemli çıkan değerler arasındaki farklar Tukey's testi kullanılarak belirlenmiştir ($p<0.05$). Tüm değerler "ortalama±standart sapma" olarak belirtilmiştir. İstatistiksel analizlerde MINITAB 19 programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Posa Analizleri

Kurutulmuş Ekşi Kara çekirdekli üzüm posasının toplam kuru madde (%), kül (%), ham yağ (%) ve reflektans renk sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Ekşi Kara posasında kuru madde miktarı %92.80, kül miktarı %3.1618 ve ham yağ miktarı %7.90 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan kül ve ham yağ oranları Mohamed Ahmed ve ark. (2020) tarafından Ekşi Kara üzüm posasını bileşimleri üzerine yapılan çalışma ile uyumludur. Bu çalışmada ise toplam kuru madde miktarı %76.43, kül %3.21, ham yağ 8.47 ve protein oranı %11.71 olarak elde edilmiştir.

Stoll ve ark. (2016) *Cabernet Sauvignon* üzüm posasının toplam kuru madde miktarını %21.02 olarak, toplam suda çözünür kuru madde miktarını (SÇKM) ise 6.35 °Brix olarak ve kül miktarını ise %1.18 olarak belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada ise kuru ağırlık bazında üzüm posasının yaklaşık bileşimi kül %5.14 g/100g DW, yağ 8.50 g/100g DW, protein 14.17 g/100g DW olarak tespit edilmiştir (Bender ve ark., 2020).

Üzüm posasının kimyasal kompozisyonu üzerine yapılan bir diğer çalışmada ise toplam kuru madde miktarı %94.37, kül %5.07, lipid %11.09 ve protein %10.32 olarak rapor edilmiştir (Tseng ve Zhao, 2013).

Posanın renk göstergelerinden L^*, a^*, b^*, C^* ve h^o değerleri ise sırayla 29.55, 6.30, 6.80, 9.27 ve 47.01 olarak belirlenmiştir. Tseng ve Zhao (2013) tarafından şaraplık üzüm posasının L^*, C^* ve h^o renk parametreleri sırası ile 43.32, 15.25 ve 0.73 şeklinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Ekşi Kara üzüm posasının bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Analizler	**Değerler**
Toplam Kuru Madde (%)	92.80±0.89
Kül (%)	3.1618±0.07
Ham Yağ (%)	7.90±0.77
Renk sonuçları	
L^*	29.55±1.92
a^*	6.30±0.65
b^*	6.80±1.18
C^*	9.27±1.30
h	47.01±2.12

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir

4.2. Ekstrakt Analizleri

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktının enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş toz formlarına ait enkapsülasyon etkinliği (EE), toplam monomerik antosiyanin miktarı (TMA), toplam fenolik madde miktarı (TFM), antioksidan aktivite (DPPH) ve *L*, a*, b*, C** ve h^o renk parametrelerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Enkapsüle Ekşi Kara toz ekstraktlarında en yüksek enkapsülasyon etkinliği MD:GA ile enkapsüle edilmiş örnekte (%93.59) belirlenirken, ardından sırayla GA (%93.19) ve MD (%41.87) ile enkapsüle edilen örnekler takip etmiştir.

Bernardes ve ark. (2019) tarafından yapılan bir araştırmada jussara meyve pulpundan fenolik bileşikler ekstrakte edilerek maltodekstrin, inülin ve gam arabik ile mikroenkapsüle edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre antosiyaninlerin enkapsülasyon etkinliği açısından inülinin %69.69 ile diğer kaplama materyallerine göre daha yüksek verime sahip olduğu, bunu %68.51 ile maltodekstrin ve %55.84 ile gam arabiğin takip ettiği belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin enkapsülasyon etkinliğinde ise inülin %87.19 ile yine en yüksek enkapsülasyon etkinliği göstermiş, ardından %79.73 ile gam arabik ve %87.66 ile maltodekstrin izlemiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, özellikle GA ve MD:GA için bahsi geçen bu çalışma sonuçlarına göre daha iyi bir kapsülleme etkinliği ortaya koymuştur.

Siyah havuç antosiyaninlerinin asitleştirilmiş etanol ekstraktlarının çeşitli maltodekstrinlerle püskürtmeli kurutma yöntemiyle enkapsüle edildiği bir çalışmada ise %17-23 enkapsülasyon etkinliği sağlanmıştır (Ersus ve Yurdagel, 2007).

Üzüm posası antosiyaninlerinin belli oranlarda gam arabik (%30), maltodekstrin (%30) ve gam arabik:maltodekstrin (%15:15) ile enkapsüle edildiği bir çalışmada enkapsülasyon etkinliği gam arabik için %89.50, maltodekstrin için %87.99 ve gam arabik:maltodekstrin karışımı için %89.61 olarak bulunmuştur (Stoll ve ark., 2016).

Çalışmamızda Ekşi Kara üzüm posası toz ekstraktlarında toplam monomerik antosiyanin miktarı enkapsüle edilmemiş kontrol örneğinde 2506.9 mg CGE/kg, MD:GA kullanıldığında 1640.2 mg CGE/kg, GA kullanıldığında 1624.7 mg CGE/kg ve MD kullanıldığında 1576.1 mg CGE/kg olarak belirlenmiştir.

Benzer bir çalışmada ise şaraplık üzüm posası antosiyaninlerinin miktarı 5491.9 mg/100g db olarak bulunmuş, enkapsüle edilmiş örneklerde ise antosiyaninlerin korunma yüzdesi GA:MD %91.49, MD %87.73 ve GA %85.88 olarak belirlenmiştir (Stoll ve ark., 2016).

Burin ve ark. (2011) tarafından Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) üzüm ekstraktı antosiyaninlerinin MD ve MD:GA (1:1.5, w/w,) duvar materyalleri ile kapsüllenerek farklı ışık ve sıcaklık koşulları altında stabilitesinin değerlendirildiği bir çalışmada MD'nin düşük film oluşturma kabiliyetinin, tek başına MD kullanıldığında mikrokapsül yapısının organizasyonunu etkilemiş olabileceği öne sürülmüştür.

Gharsallaoui ve ark. (2007) göre tek duvar materyali, iyi bir kapsülleme için gereken tüm malzeme özelliklerini taşıyamadığı için duvar materyali karışımlarının kullanımı biyoaktif bileşikleri korumak için uygulanabilir ve etkili bir yoldur. Değerlendirilen koşullar altında, maltodekstrin:gam arabik karışımı ile kapsüllenen örnekler daha yüksek enkapsülasyon etkinliği göstermektedir.

Gam arabiğin duvar materyali olarak daha yüksek verimlilik göstermesi yapısıyla ilgili olabilir. Gam arabik karbonhidrat zincirine kovalent bağlarla bağlı, az miktarda protein içeren, şekerlerin dallanmış bir heteropolimeridir ve çok iyi bir film oluşturucu madde görevi görerek kapsüllenmiş molekülü daha iyi hapseder. Bu da flavilyum katyonunun su moleküllerinin nükleofilik saldırısına karşı savunmasını güçlendirerek antosiyaninlerin stabilitesini artırır (Dangles ve Brouillard, 1992).

Ekşi Kara üzüm posası toz ekstraktlarında enkapsüle edilmemiş kontrol grubunun toplam fenolik madde miktarı 6254.1 mg GAE/kg ve DPPH radikal süpürme aktivitesi ise 37.68 mmol TE/kg olarak bulunmuştur.

Benzer bir çalışmada üzüm posasında kuru maddede toplam fenolik madde miktarı 67.74 mg GAE/g ve radikal süpürme aktivitesi 91.78 mg TE/g olarak belirlenmiştir (Tseng ve Zhao, 2013).

Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş toz ekstraktların renk değerleri incelendiğinde MD, MD:GA, GA ve kontrol örneklerinin *L** parlaklık değerleri sırasıyla 39.4, 36.59, 29.94 ve 18.78 olarak belirlenmiştir. *a** değerlerinde de örneklerin azalan yönde sıralaması aynı şekilde bulunmuştur. MD, MD:GA, GA ve kontrol örneklerinin *a** değerleri 14.94, 11.45, 7.96 ve 4.08 şeklinde kaydedilmiştir. *b** değerlerinde en yüksek değere sahip örnek -0.54 ile kontrol örneği olurken onu -2.53 ile MD, -4.89 ile MD:GA ve 5.56 ile GA takip etmiştir. *C** değerlerinde de en yüksek değer 15.15 ile MD örneğinde görülürken ardından 12.45 ile MD:GA, 9.72 ile GA ve 4.12 ile kontrol örneği gelmiştir. *h* değeri en yüksek örnek 352.38 ile kontrol örneği olurken ardından onu 350.32 ile MD, 336.86 ile MD:GA ve 325.04 ile GA örnekleri izlemiştir.

Şaraplık üzüm posası antosiyaninlerinin MD, GA ve GA:MD (1:1, w/w) duvar materyalleriyle enkapsüle edilerek 25 ^{o}C'de depolanarak renk stabilitesinin incelendiği

benzer bir çalışmada 0. günde örneklerin *L** değerleri GA, MD ve GA:MD'de sırayla 72.22, 70.26 ve 73.43 olarak tespit edilmiştir. *a** değerleri GA'de 13.15, MD'de 21.21 ve GA:MD'de 16.39 olarak belirlenmiştir. *b** değerleri ise GA'de 8.29, MD'de 5.61 ve GA:MD'de 6.17 olarak bulunmuştur (Stoll ve ark., 2016).

Çizelge 4.2. Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası toz ekstraktı analizleri

Analizler	**Kontrol**	**Enkapsüle toz ekstraktlar**		
		MD	**GA**	**MD:GA**
Enkapsülasyon Etkinliği (%)	-	41.87±9.54	93.19±1.94	93.59±0.27
TMA (mg CGE/kg)	2506.9±33.9	1576.1±68.8	1624.7±63.8	1640.2±83.7
TFM (mg GAE/kg)	6254.1±85.8	-	-	-
DPPH radikal süpürme aktivitesi (mmol TE/kg)	37.68±1.46	-	-	-
Renk Parametreleri				
*L**	18.78±0.53	39.4±0.24	29.94±0.31	36.59±0.72
*a**	4.08±0.12	14.94±0.17	7.96±0.16	11.45±0.12
*b**	-0.54±0.11	-2.53±0.04	-5.56±0.25	-4.89±0.07
*C**	4.12±0.11	15.15±0.18	9.72±0.27	12.45±0.12
h	352.38±1.60	350.32±015	325.04±0.72	336.86±0.22

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)
TMA: Toplam monomerik antosiyanin, TFM: Toplam fenolik madde
(-) Bu örneklerin TFM ve DPPH radikal süpürme aktivitesi analizlerine bakılmamıştır

Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin farklı duvar materyaller ile enkapsüle edilmiş ve edilmemiş toz ekstraktlarının makro mineral (Ca, Na, P, K ve Mg) dağılımı ve konsantrasyonları Çizelge 4.3'te, mikro mineral (Fe ve Zn) dağılımı ve konsantrasyonları ise Çizelge 4.4'te mg/kg kuru ağırlık biriminden verilmiştir.

Kontrol örneklerinin makro mineral içerikleri incelendiğinde en düşük değerin 30.08 mg/kg kuru madde (km) ile magnezyum (Mg), en yüksek değerin ise 1068 mg/kg km ile fosfor (P) olduğu belirlenmiştir. Enkapsüle örneklerde ise en düşük miktardaki makro mineral 33.36 mg/kg km ile magnezyum (Mg) ve en yüksek 1118 mg/kg km ile fosfor (P) bulunmuştur. Mikro minerallerde kontrol örneklerinin konsantrasyonu kuru maddede en düşük 1.99 mg/kg km ile çinko (Zn) ve en yüksek 21.93 mg/kg km ile demir (Fe) bulunmuştur. Enkapsüle edilmiş örneklerde ise kuru maddedeki en düşük miktardaki mikro mineral 1.17 mg/kg km ile çinko (Zn) ve 21.76 mg/kg km ile demir (Fe) bulunmuştur.

Örneklerin mineral içerikleri incelendiğinde fosfor (P) dışındaki makro minerallerin konsantrasyonları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Mikro minerallerde ise çinko (Zn) dışındaki örnekler arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Kontrol örneğinin, enkapsüle edilmiş örneklere göre değişimi incelendiğinde sadece potasyum (K) değerlerinde istatistik açıdan önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Mangan (Mg) konsantrasyonlarına göre maltodekstrin örneğinin istatistiksel olarak diğer örneklere göre önemli bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Enkapsüle ıspanak klorofillerinin toffe tip yumuşak şekerlemelerde renklendirici olarak kullanıldığı ve şekerlemelerin 20 ve 35 ^{o}C'de 77 gün depolandığı bir çalışmada enkapsüle edilmemiş şekerleme örneklerinde en yüksek düzeyde tespit edilen makro mineralin 1528.4 mg/kg ile potasyum (K), en düşük miktarda belirlenen makro mineralin ise 49.52 mg/kg ile kalsiyum (Ca) olduğu ortaya konmuştur. Miktar açısından potasyumdan (K) sonra sırasıyla fosfor (P), sodyum (Na) ve magnezyum (Mg) yer almaktadır. Enkapsüle edilmiş toffe tip şeker örneklerinde ise en yüksek düzeyde bulunan makro mineralin 1098.1 mg/kg kuru ağırlık ile fosfor (P) olduğu, en düşük miktarda bulunan makro mineralin ise 88.11 mg/kg kuru ağırlık ile magnezyum (Mg) olduğu bildirilmiştir (Atçeken, 2023).

On çeşit çekirdekli ve kabuklu üzüm posasının mineral maddelerinin incelendiği bir çalışmada Ekşi Kara üzüm posasının mineral içeriği Ca 3.47 mg/g, K 11.84 mg/g, P 16.56 mg/g, Mg 4.39 mg/g, Mn 7.56 mg/g, Na 1.18 mg/g, S 1.11 mg/g, Cu 1.58 mg/g, Fe 41.17 mg/g, Zn 13.57 mg/g olarak belirlenmiştir (Mohamed Ahmed ve ark., 2020).

Çizelge 4.3. Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş toz ekstraktların makro mineral dağılımı ve konsantrasyonları

Örnekler	**Mineral Maddeler (mg/kg)**				
	Ca	**Na**	**P**	**K**	**Mg**
Kontrol	74.75±10.68c	373.6±20.8ab	1068±88	143.93±5.88a	30.08±0.74b
MD	184.71±1.01a	422.3±20.1a	1085±43	128.37±2.02b	46.57±0.51a
GA	67.10±2.76c	384.3±25.7ab	1118±86	105.40±2.72c	33.36±3.53b
MD:GA	124.79±6.59b	361.8±5.8b	963±15	113.64±1.50c	35.10±2.23b

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$)
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

Çizelge 4.4. Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş ekstraktların mikro mineral dağılımı ve konsantrasyonları

Örnekler	Mineral Maddeler (mg/kg)	
	Fe	Zn
Kontrol	21.93±2.38	1.99±0.66ab
MD	21.76±1.73	1.81±0.44ab
GA	21.44±2.59	3.00±0.39a
MD:GA	20.16±3.17	1.17±0.41b

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (P <0.05)
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

4.3. Yumuşak Şekerleme Analiz Sonuçları

4.3.1. Şekerlemelerde toplam monomerik antosiyanin (TMA) sonuçları

Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninleri ilave edilmiş toffe tip yumuşak şekerlemelerde farklı sıcaklık ve sürelerde toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarındaki değişim mg/kg biriminden Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Depolama başlangıcında en yüksek antosiyanin içeriğine sahip örnek 103.39 mg CGE/kg ile Kontrol örneği olurken ardından 32.02 mg CGE/kg ile MD, 31.74 mg CGE/kg ile MD:GA ve 28.81 mg CGE/kg ile GA örneği takip etmiştir. 20^{o}C'de 4 ay depolanan örneklerde başlangıç miktarına göre antosiyanin parçalanma yüzdesi en yüksek %88.83 ile MD örneği olmuş, ardından sırasıyla %55.1 ile Kontrol, %49.36 ile GA ve %37.86 ile MD:GA örneği takip etmiştir. 30^{o}C'de 4 aylık depolama sonunda MD %92.55, MD:GA %78.61, Kontrol %76.40 ve GA %72.61 antosiyanin kaybı meydana gelmiştir. 35^{o}C'ta 4 aylık depolama sonunda ise MD %92.55, MD:GA %91.04, Kontrol %84.03 ve GA %76.75 antosiyanin kaybı gerçekleşmiştir. Bu verilere göre 4 aylık depolama sonunda 20^{o}C'de antosiyaninlerin en iyi korunduğu örnek MD:GA ile enkapsüle edilmiş örnekler olurken, 30 ve 35 ^{o}C'de ise GA ile enkapsüle edilmiş örnekler en iyi korumayı sağlamıştır.

Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) üzüm ekstraktı antosiyaninlerinin MD ve MD:GA (1:1.5, w:w) ile karıştırılarak enkapsüle edildiği ve farklı sıcaklık ve ışık şartlarında depolandığı bir çalışmada, MD ile kapsüllenen örneklerde, MD:GA kombinasyonu ile kapsüllenen örneklere kıyasla tüm şartlarda daha yüksek hız sabiti

değerleri elde edilmiş, bu da MD:GA kombinasyonunun MD'ye göre antosiyanin koruması açısından daha etkili olduğunu göstermiştir (Burin ve ark., 2011). Bahsi geçen araştırma sonuçları, enkapsüle Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin depolama stabilite sonuçları ile tutarlı bulunmuştur.

Üzüm posası ekstraktıyla zenginleştirilmiş jelatin ve pektin jellerindeki antosiyaninlerin depolama stabilitesinin incelendiği bir çalışmada, jelatin ile hazırlanmış model jelde 24 hafta 20°C'de depolama sonunda antosiyanin seviyesi 204.4 mg/kg'dan neon ışık altında 35.4 mg/kg'a, karanlıkta ise 142.8 mg/kg'a kadar düşmüştür. Pektin ile hazırlanmış model jelde ise 239.4 mg/kg'dan neon ışık altında 101.1 mg/kg'a, karanlıkta ise 137.6 mg/kg'a kadar düşmüştür (Maier ve ark., 2009).

Çizelge 4.5. Yumuşak şeker örneklerinde toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarlarındaki değişim ($p<0.05$)

Depolama Sıcaklığı (ºC)	Depolama Periyodu (gün)	Toplam Monomerik Antosiyanin (mg CGE/kg)			
		Kontrol	MD	GA	MD:GA
20	0	103.39±2.47a	32.02±0.13d-f	28.81±1.04d-g	31.74±0.26d-f
	30	59.91±4.54b	11.74±4.41i-o	26.42±2.59e-h	26.24±3.63e-h
	61	52.48±6.23bc	10.37±0.13j-o	21.93±2.98e-j	17.80±2.85g-l
	90	48.26±3.89bc	10.09±4.67j-o	18.17±0.26g-l	19.45±5.97f-l
	120	46.42±7.27c	3.58±0.13no	14.59±2.72h-o	19.72±1.95f-k
30	0	103.39±2.47a	32.02±0.13d-f	28.81±1.04d-g	31.74±0.26d-f
	30	46.60±0.78c	15.32±5.32h-n	16.97±2.21g-m	12.29±0.26i-o
	61	32.84±0.00de	9.91±0.26jj-o	12.48±1.04i-o	13.01±0.26i-o
	90	26.70±1.17e-h	7.62±0.39k-o	7.98±2.72k-o	9.82±0.91j-o
	120	24.40±1.56e-i	2.39±1.30o	7.89±1.82k-o	6.79±2.59l-o
35	0	103.39±2.47a	32.02±0.13d-f	28.81±1.04d-g	31.74±0.26d-f
	30	41.47±1.30cd	8.90±1.69k-o	9.45±2.72j-o	15.41±5.19h-n
	61	22.20±5.45e-j	7.06±2.72k-o	9.908±3.11j-o	10.09±2.85j-o
	90	17.80±0.78g-l	4.77±0.26m-o	7.62±3.50k-o	8.53±3.24j-o
	120	16.51±0.52g-m	2.39±0.26o	6.70±2.47l-o	2.84±0.39no

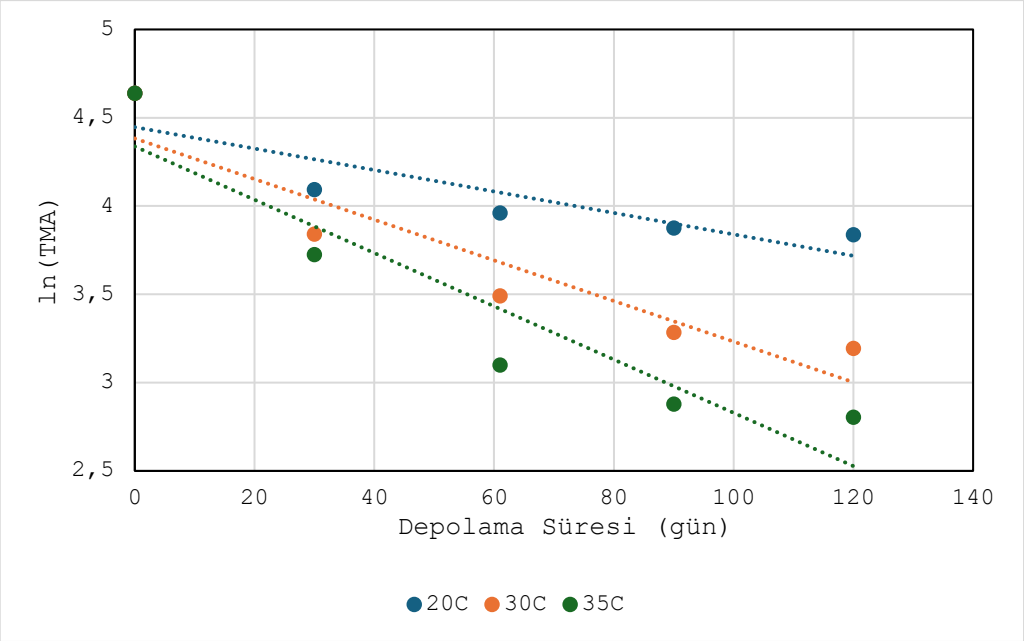
*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak belirtilmiştir.

** Aynı harfler ile kodlanan değerlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

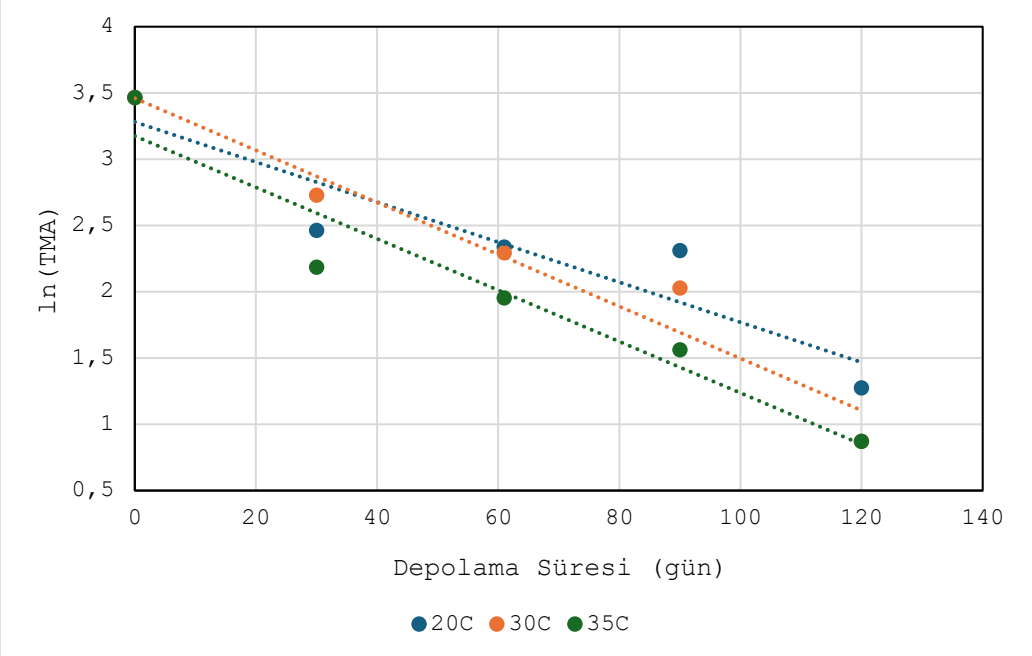
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

Kontrol, MD, GA ve MD:GA ile enkapsüle edilmiş örneklerdeki antosiyanin miktarının logaritmik ifadesinin farklı sıcaklıklarda zamana karşı değişimi Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de verilmiştir. Elde edilen grafikler sonuçların literatürdeki çok sayıda araştırmayla uyumlu olarak birinci dereceden reaksiyona uygun gerçekleştiğini göstermektedir (Cemeroglu ve ark., 2006; Kırca ve ark., 2006; Kırca ve

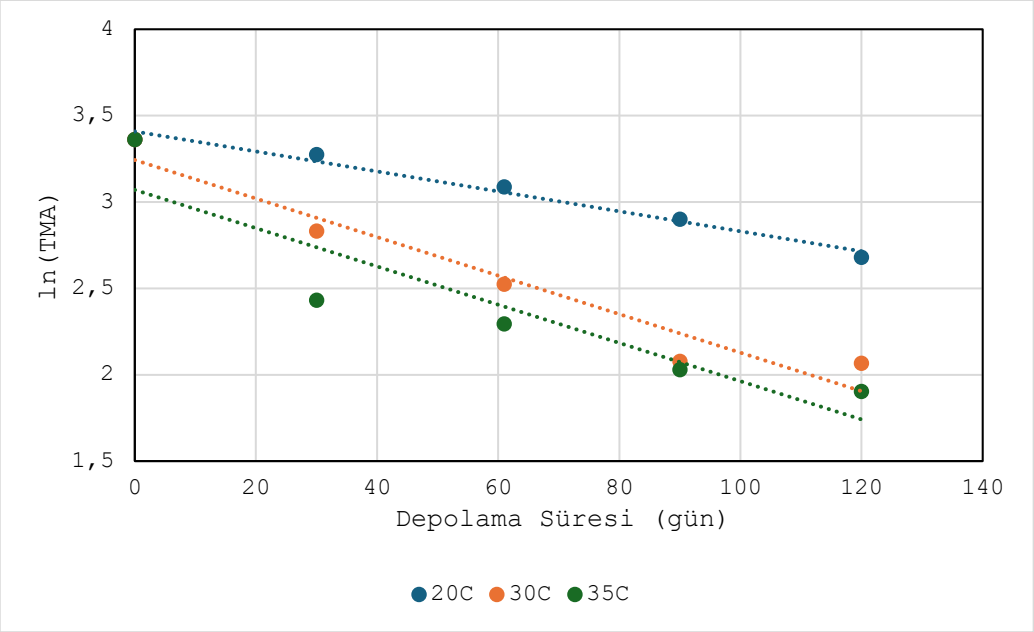
ark., 2007; Wang ve Xu, 2007; Souza ve ark., 2014; Chranioti ve ark., 2015; Bernardes ve ark., 2019; Gülhan ve ark., 2023b; Gülhan ve ark., 2023a).



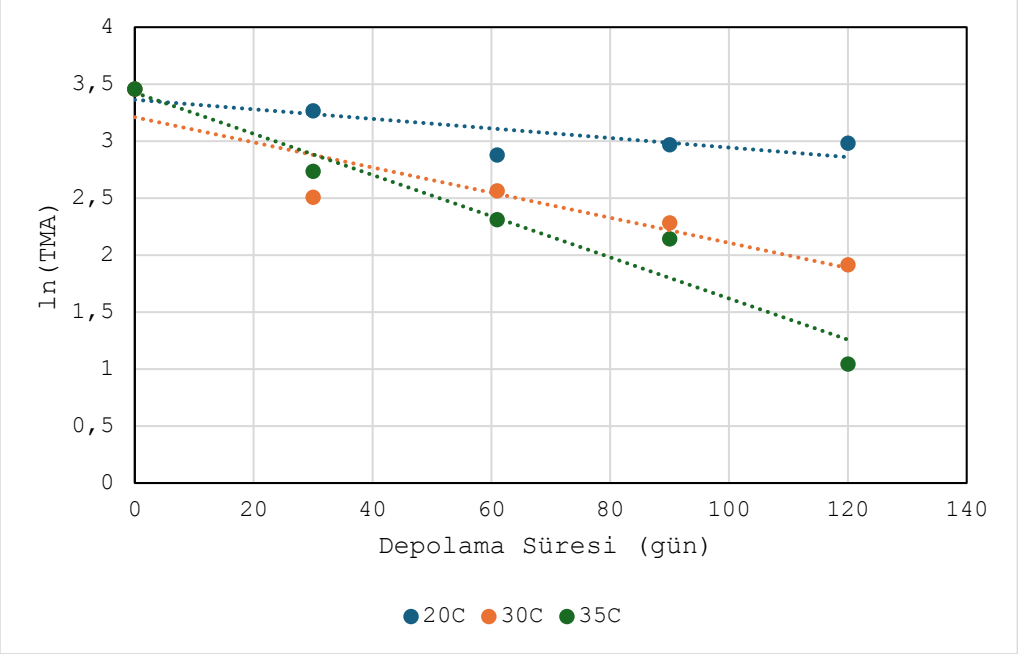
Şekil 4.1. Kontrol örneklerine ait depolama sıcaklık ve süresine bağlı TMA değerindeki değişim grafiği



Şekil 4.2. MD'nin duvar materyali olarak kullanıldığı şekerleme örneklerine ait depolama sıcaklık ve süresine bağlı TMA değerindeki değişim grafiği



Şekil 4.3. GA'in duvar materyali olarak kullanıldığı şekerleme örneklerine ait depolama sıcaklık ve süresine bağlı TMA değerindeki değişim grafiği



Şekil 4.4. MD:GA'nın duvar materyali olarak kullanıldığı şekerleme örneklerine ait depolama sıcaklık ve süresine bağlı TMA değerindeki değişim grafiği

4.3.1.1. Reaksiyon hız sabiti (k)

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı antosiyaninlerinin farklı duvar materyalleri ile enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş (kontrol) ekstrakt ilaveli şekerlemelere ait 20, 30 ve 35^{o}C sıcaklıklarda reaksiyon hız sabitleri (k, gün^{-1}) Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Hız sabitlerinden yararlanılarak her bir örneğin yarılanma ömrü ($t_{1/2}$), aktivasyon enerjisi (E_a) ve sıcaklık katsayısı (Q_{10}) değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin toffe tip yumuşak şekerleme örneklerinde farklı depolama sıcaklıklarında bozunumuna ait reaksiyon hız sabitleri

Depolama Sıcaklığı (^{o}C)	Reaksiyon hız sabiti ($-k_1$x10^{-3}) (gün^{-1})							
	Kontrol	R^2	MD	R^2	GA	R^2	MD:GA	R^2
20	6.1	0.7782	15.1	0.852	5.8	0.9738	4.2	0.7572
30	11.5	0.8683	19.1	0.9485	11.2	0.9611	11.0	0.8425
35	15.1	0.9719	19.0	0.9719	11.1	0.8361	18.1	0.9719

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)
R^2: Korelasyon katsayısı

Hız sabitleri incelendiğinde 20 ^{o}C'de en yüksek hız sabiti 15.1 x10^{-3} gün^{-1} ile maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş olan örnekte, en düşük hız sabiti ise maltodekstrin:gam arabik ile enkapsüle edilmiş örnekte 4.2 x10^{-3} gün^{-1} olarak tespit edilmiştir. 30^{o}C'de depolanmış şekerlemelerde yine maltodekstrin ile enkapsüle şeker örneği 19.6 x10^{-3} gün^{-1} ile en yüksek hız sabitini verirken, en düşük hız sabiti ise 11.0 x10^{-3} gün^{-1} ile maltodekstrin:gam arabik kombinasyonu tarafından sağlanmıştır. 35 ^{o}C de ise maltodekstrin örneğinin hız sabiti 19.0 x10^{-3} gün^{-1} ile en yüksek olarak tespit edilmiş ve en düşük hız sabitini ise 11.1 x10^{-3} gün^{-1} ile gam arabik sağlamıştır. Genel olarak bakıldığında sıcaklık yükseldikçe enkapsüle edilmemiş kontrol örneğinin ve maltodekstrin ile enkapsüle örneğin stabilitesinin düşük olduğu ve reaksiyon hız sabitlerinin diğer enkapsüle edilmiş örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

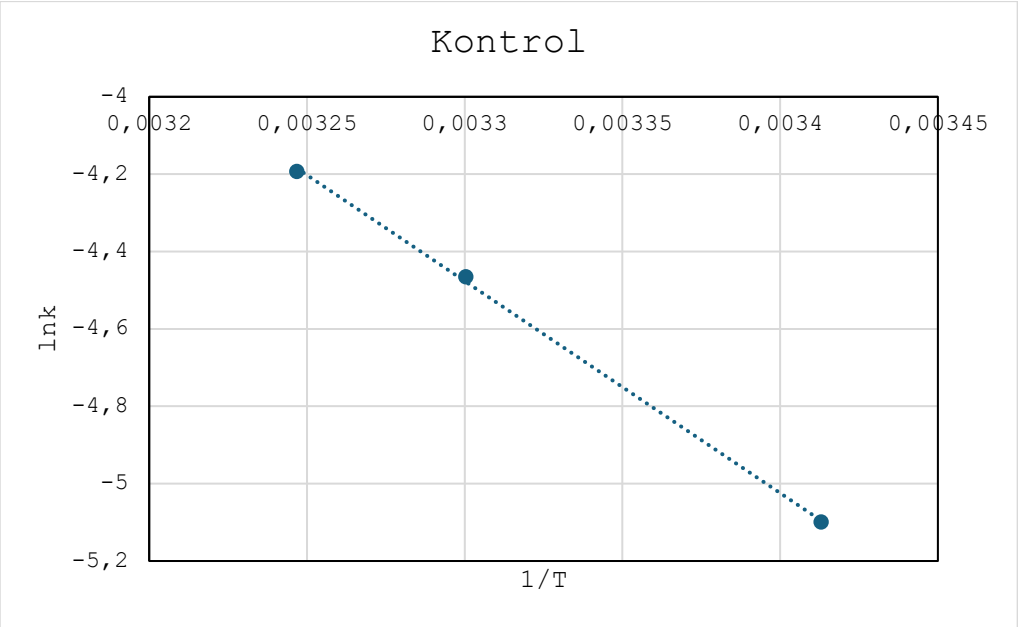
Kontrol örneği ve her bir duvar materyali ile enkapsüle edilmiş örnekler için sıcaklık yükseldikçe hız sabitlerinin de yükseldiği ve antosiyanin degradasyonunun sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı görülmektedir. Bu nedenle reaksiyon hız sabitinin değeri ne kadar yüksekse örneğin stabilitesinin o kadar düşük olduğu anlamına gelmektedir (Souza ve ark., 2014).

Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera L.*) üzüm ekstraktı antosiyaninlerinin farklı duvar materyalleri ile kapsüllenerek farklı ışık ve sıcaklık koşulları altında stabilitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, MD ile enkapsüle edilen ekstrakt örneğinin 25 °C'de ışıksız ve hafif ışıklı ortamdaki hız sabitleri sırasıyla 1.245 x 10^{-3} (h^{-1}) ve 1.825 x 10^{-3} h^{-1} olarak, MD:GA (1:1.5, w:w) ile enkapsüle edilen ekstrakt örneğinin ise 25 °C'de ışıksız ve hafif ışıklı ortamdaki hız sabiteri sırasıyla 1.075 x 10^{-3} h^{-1} ve 1.316 x 10^{-3} h^{-1} olarak belirlenmiştir. Burin ve ark. (2011) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmanın hız sabiti sonuçları ile Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin hız sabiti sonuçları, MD:GA karışımı ile enkapsüle edilen antosiyaninlerin yalnızca MD ile enkapsüle edilen antosiyaninlere göre daha iyi korunduğunu göstermesi bakımından örtüşmektedir.

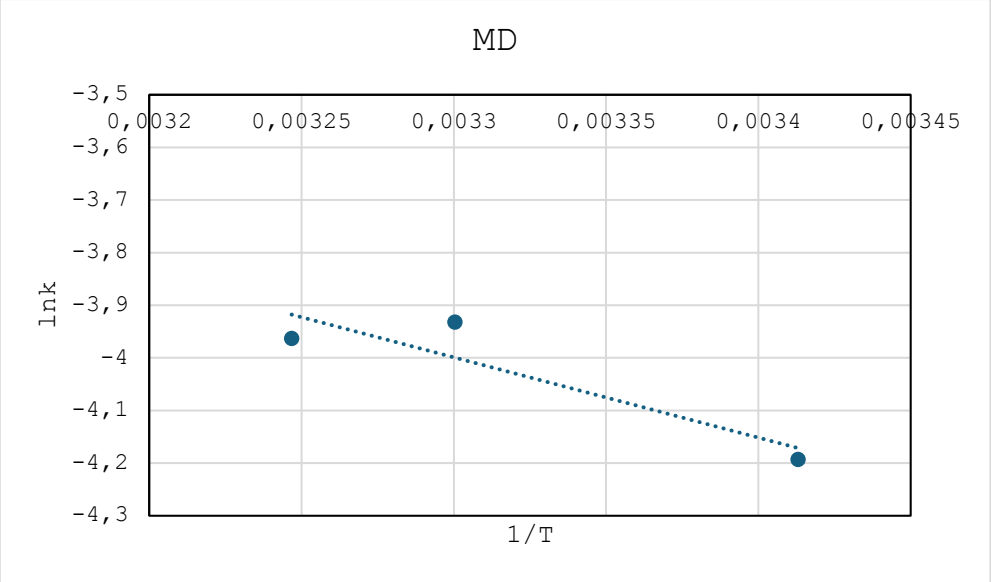
Sprey ve dondurarak kurutma teknikleriyle emülsifikasyon/iç jelasyon kullanarak üzüm kabuğu ekstraktı antosiyaninlerini mikrokapsüllemeyi amaçlayan bir çalışmada püskürterek kurutulmuş mikrokapsüller karanlıkta işlem sırasında en düşük reaksiyon hız sabitini (0.0207 h^{-1}) göstermiştir (Zhang ve ark., 2020).

Jussara meyve pulpundan fenolik bileşiklerin ekstrakte edilerek maltodekstrin, inülin ve gam arabik ile mikroenkapsüle edildiği ve ek olarak bozunma kinetiğini incelemek için jelatin model sistemine bu mikrokapsüllerin ilave edildiği bir çalışma yapılmıştır. Jelatin model sisteminde bozunma hız sabiti (k): antosiyaninler için gam arabik (0.0047), maltodekstrin (0.0043) ve inülün (0.0039); polifenoller için ise maltodekstrin (0.0153), inülin (0.0114) ve gam arabik (0.0052) olarak bulunmuştur (Bernardes ve ark., 2019).

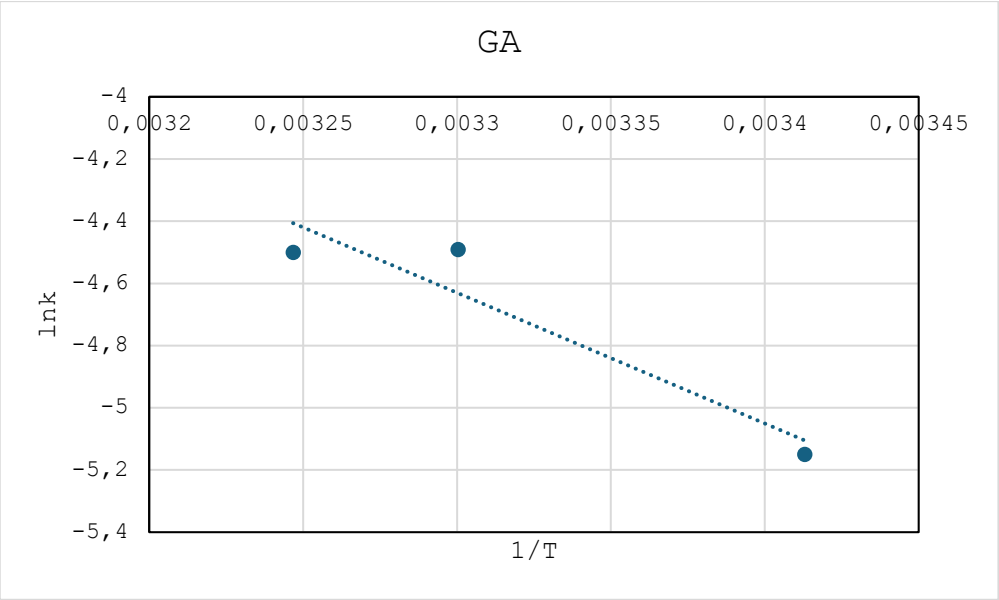
Özen ve ark. (2011) tarafından siyah havuç suyu konsantresi ile renklendirilmiş lokumların 5 aylık periyotlarda 12, 20 ve 30 ^{o}C sıcaklıklarda depolandığı çalışmada 12 ^{o}C'de depolama süresince siyah havuç antosiyaninlerinin degradasyon oranının diğer sıcaklıklara (20 ve 30 ^{o}C) göre daha hızlı arttığı belirlenmiştir. 12, 20 ve 30 ^{o}C için k değerleri sırasıyla 6.91 x10^{-3}, 4.21 x10^{-3} ve 9.21 x10^{-3}/gün olarak bulunmuştur.



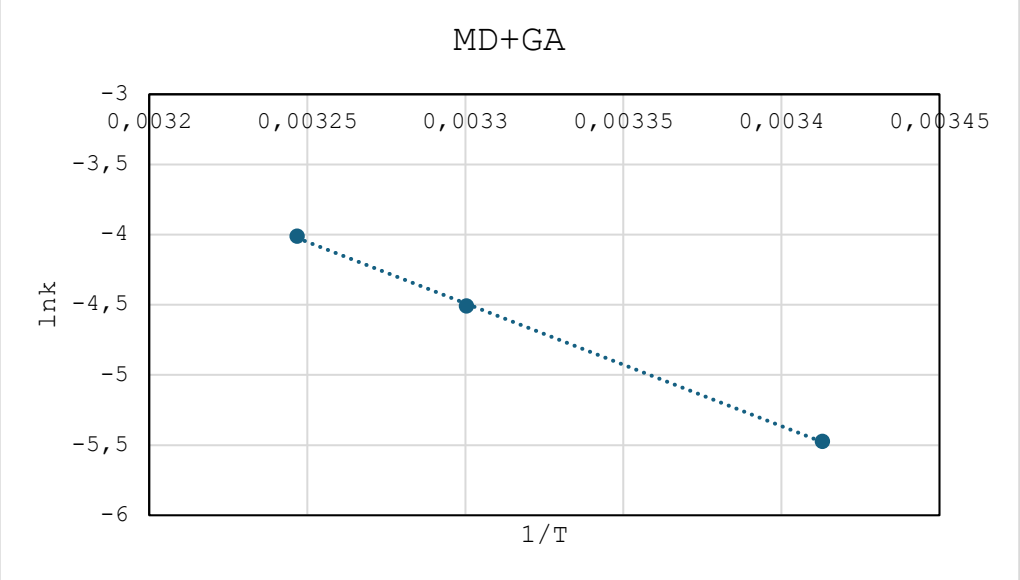
Şekil 4.5. Enkapsüle edilmemiş Kontrol grubuna ait Arrhenius grafiği



Şekil 4.6. MD ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine ait Arrhenius grafiği



Şekil 4.7. GA ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine ait Arrhenius grafiği



Şekil 4.8. MD:GA ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine ait Arrhenius grafiği

4.3.1.2. Yarılanma süresi ($t_{1/2}$)

Farklı duvar materyalleri ile enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş (kontrol) ekstrakt ilaveli şekerlemelere ait 20,30 ve 35 ºC sıcaklıklardaki antosiyaninlerin yarılanma süreleri gün^{-1} olarak Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Yarılanma ömrü herhangi bir bileşenin konsantrasyonunun başlangıç konsantrasyonunun yarısına düşmesi için geçen süredir ve hangi bileşen açısından değerlendiriliyorsa o bileşenin stabilitesinin

göstergelerinden biridir (Cemeroğlu, 2015). Dolayısıyla yarılanma ömrü ne kadar uzunsa örneğin o bileşen açısından stabilitesinin o kadar yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 4.7. Farklı duvar materyalleri ile mikroenkapsüle edilmiş Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin yumuşak şekerleme matrisinde farklı depolama sıcaklıklarında bozunumuna ait yarılanma süreleri ($t_{1/2}$)

Depolama Sıcaklığı (°C)	Yarılanma Süresi ($t_{1/2}$) (gün^{-1})			
	Kontrol	MD	GA	MD:GA
20	113.63	45.90	119.51	165.04
30	60.27	35.36	61.89	63.01
35	45.90	36.48	62.45	38.30

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (50:50)

Yarılanma süreleri kontrol örneğinde 20, 30 ve 35 °C sıcaklıklarda sırasıyla 113.63, 60.27 ve 45.9 gün, maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş örnekte 45.90, 35.36 ve 36.48 gün, gam arabik ile enkapsüle edilmiş örnekte, 119.51, 61.89 ve 62.45 gün, maltodekstrin:gam arabik ile enkapsüle edilmiş örnekte ise 165.04, 63.01 ve 38.30 gün olarak hesaplanmıştır. 20 °C depolanan örneklerde en yüksek yarılanma süresi maltodekstrin:gam arabik örneğinde görülürken onu gam arabik, kontrol ve maltodekstrin örnekleri izlemektedir. 30 °C sıcaklığa çıkıldığında maltodekstrin:gam arabik örneği en uzun yarılanma süresini vermektedir. 35 °C sıcaklıkta ise en uzun yarılanma süresi gam arabik ile enkapsüle edilmiş ekstrakt örneğinde 62.45 gün olarak elde edilmiştir. Tüm örneklerde sıcaklık artışıyla ters orantılı olarak yarılanma süresinin ($t_{1/2}$) kısaldığı görülmüştür. Diğer araştırmalarda da benzer şekilde sıcaklık artışıyla ters orantılı olarak $t_{1/2}$ değerinin kısaldığı ortaya konmuştur (Kırca ve ark., 2007; Wang ve Xu, 2007; Harbourne ve ark., 2008; Gülhan ve ark., 2023b).

Zhang ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, sprey ve dondurarak kurutma teknikleriyle emülsifikasyon/iç jelasyon kullanarak üzüm kabuğu antosiyaninleri ekstraktını mikrokapsüllemeyi amaçlanmış ve püskürterek kurutulmuş mikrokapsüllerin karanlıkta işlem sırasında en uzun yarı ömrü (33.47 h) sağladığı tespit edilmiştir.

4.3.1.3. Aktivasyon Enerjisi (Ea) ve sıcaklık katsayısı (Q_{10})

Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı antosiyaninlerinin parçalanma kinetiğinin sıcaklık ile ilişkisini belirlemek amacıyla aktivasyon enerjisi (E_a) ve sıcaklık katsayısı hesaplanmış, frekans faktörü (k_0) ve korelasyon katsayısı (R^2) değerleri ile birlikte Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Bir reaksiyonun gerçekleşebilmesi için sistemin gereksinim duyduğu minimum enerji aktivasyon enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Aktivasyon enerjisinin yüksek olması sistemin sıcaklığa duyarlılığının bir göstergesidir (Ramaswamy ve Marcotte, 2005). Antosiyanin ve renk kaybını tahmin etmek ve istenmeyen değişiklikleri en aza indirmek için aktivasyon enerjisi ve reaksiyon hızı dahil olmak üzere bozunma kinetiği oldukça önemlidir (Danışman ve ark., 2015). Buna göre aktivasyon enerjisinin yüksekliği, reaksiyon hızının sıcaklık değişiminden ne kadar çok etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8. Farklı duvar materyalleri ile mikroenkapsüle edilmiş Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninlerinin yumuşak şekerlemede depolamaya bağlı parçalanma reaksiyonuna ait Arrhenius parametreleri

Örnekler	Aktivasyon Enerjisi			Sıcaklık Katsayısı (Q_{10})	
	E_a (kJ/mol)	R^2	Frekans Faktörü (gün^{-1})	20-30^{o}C	30-35^{o}C
Kontrol	45.56	0.9994	8.135×10^5	1.89	1.72
MD	12.69	0.8258	0.282×10^1	1.30	0.94
GA	34.95	0.8931	1.032×10^4	1.93	0.98
MD:GA	72.76	0.9996	3.916×10^{10}	2.62	2.71

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)
R^2: Korelasyon katsayısı

Örneklerin aktivasyon enerjisi incelendiğinde en yüksek aktivasyon enerjisi 72.76 kJ/mol ile maltodekstrin:gam arabik grubunda tespit edilmiş, onu sırası ile kontrol 45.56 kJ/mol, gam arabik 34.95 kJ/mol ve maltodekstrin 12.69 kJ/mol örnekleri izlemiştir. Korelasyon katsayıları hesaplanmış ve tüm örneklerin R^2 değeri %82'nin üzerinde bulunmuştur.

20-30 ^{o}C arasındaki 10^{o}C sıcaklık artışından en fazla etkilenen yani Q_{10} değeri en yüksek örnek 2.62 değeri ile maltodekstrin:gam arabik olurken, gam arabik 1.93, kontrol 1.89 ve maltodekstrin ise 1.30 olarak belirlenmiştir. 30-35 ^{o}C arasındaki sıcaklık artışından en fazla etkilenen örnek yine maltodekstrin:gam arabik örneği olarak

belirlenmiş, ardından 1.72 ile kontrol, 0.98 gam arabik ve 0.94 ile maltodekstrin örnekleri takip etmiştir.

Bu verilere göre Ekşi Kara üzüm posası antosiyaninleri açısından sıcaklık değişiminden en çok etkilenen yani en yüksek aktivasyon enerjisi ve sıcaklık katsayılarına sahip olan örnek maltodekstrin:gam arabik örneği olmuştur. Aktivasyon enerjisi ve sıcaklık katsayıları en düşük olan maltodekstrin örneğinin 30 ve 35 ^{o}C sıcaklıklarındaki hız sabitleri birbirine yakın olmasının sıcaklık değişimlerinden en az etkilenen örnek olarak öne çıkmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Üzüm suyunun 70, 80 ve 90 ^{o}C sıcaklıklarda ısıtılması ile antosiyanin ve polimerik renk degradasyonunun incelendiği bir çalışmada antosiyanin bozunumuna ait aktivasyon enerjisi 64,89 kJ/mol olarak bulunmuştur (Danışman ve ark., 2015).

Juçara (*Euterpe edulis Martius*) ve Italia (*Vitis vinifera L.*) üzüm çeşitlerinin antosiyaninlerinin degradasyon kinetiğinin incelendiği bir çalışmada, Juçara çeşidinde 50-70^{o}C aralığındaki ortalama Q_{10} değeri 4.4, 50-90 ^{o}C aralığındaki ortalama 2.6 ve 70-90^{o}C aralığında1.7 olarak hesaplanmıştır. Italia çeşidinde ise 50-70 ^{o}C aralığındaki ortalama Q_{10} değeri 3.5, 50-90 ^{o}C aralığındaki ortalama 2.6 ve 70-90 ^{o}C aralığında 1.9 olarak hesaplanmıştır (Peron ve ark., 2017).

4.3.2. Şekerlemelerde toplam fenolik madde (TFM) miktarı sonuçları

Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı ilaveli yumuşak şekerlerin depolama süresince toplam fenolik madde (TFM) miktarı analiz sonuçları Çizelge 4.9.'da mg GAE/kg biriminden verilmiştir.

Depolamanın başlangıcında örneklerin toplam fenolik madde miktarı en yüksek maltodekstrin:gam arabik ile enkapsüle edilmiş örnekte (671.70 mg GAE/kg) ölçülürken, onu sırayla gam arabik ile enkapsüle edilmiş örnek (613.30 mg GAE/kg), maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş örnek (576.60 mg GAE/kg) ve kontrol örneği (365.87 mg/kg) izlemiştir. Dört aylık depolama boyunca yapılan toplam fenolik madde analiz sonuçlarında dalgalanmalar ve bazı periyotlarda fenolik madde miktarına bağlı olmayan artışlar meydana gelmiştir. Gam arabik ve maltodekstrin:gam arabik sonuçlarında ise dalgalanmalar olsa da genel olarak depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça toplam fenolik madde miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan Ekşi Kara üzüm posası eksraktı fenolik bileşikleri duvar materyalleri ile karıştırılarak seyreltilmesine rağmen

enkapsüle edilmiş örneklerin tamamında enkapsüle edilmemiş örneklere göre daha fazla miktarda fenolik bileşik bulunduğu belirlenmiştir.

Folin-Ciocalteu yöntemi hem toplam fenolik madde belirleme metodu hem de antioksidan aktivite belirleme metodu olarak da kabul edilmektedir. Depolama sırasında meydana gelen ve antioksidan aktivite gösteren Maillard reaksiyonu ürünleri Folin-Ciocalteu reaktifi ile reaksiyonuna girerler. Bu nedenle yüksek sıcaklıkta depolanmış ya da ısıl işlem uygulanmış ürünlerde Folin-Ciocalteu metoduna göre yapılan toplam fenolik madde analizi sonuçlarında bulunan değerler yüksek olabilmektedir. Bu değerlerin yükselişinin nedeni fenolik maddelerin artışından değil, meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Depolama süresince örneklerin bazı periyotlarında toplam fenolik madde miktarlarında yaşanan artışların bu durum ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Gülhan ve ark., 2023a).

Üzüm fenolik bileşiklerinin, farklı oranlarda (10:0, 8:2, 6:4) maltodekstrin: gam arabik kombinasyonları ile farklı oranlarda (1:1, 1:2) karıştırılarak püskürtmeli kurutma yöntemi ile enkapsüle edildiği bir çalışmada MD (DE_{4-7}): GA oranı 8:2 olan örneklerin kapsülleme verimliliği ve fenolik madde miktarı en yüksek olarak bulunmuştur (Tolun ve ark., 2016).

Ekşi Kara meyve, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının toplam fenolik bileşen miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerde 2014 yılında hasat edilen Ekşi Kara üzümünün bütün meyve, çekirdek ve kabuğunun toplam fenolik içeriği sırasıyla 20.91, 115.74 ve 49.58 mg GAE/g DW olarak bulunmuştur. 2015 yılı örneklerinde toplam fenolik içeriği çekirdek ve bütün üzümlerdeki kantitatif değerlerle hemen hemen aynı sonuçları vermiştir. Ancak kabuklardaki toplam fenolik içeriği 2014 yılına göre düşüş göstermiştir. Tüm fraksiyonların toplam fenolik madde içeriğinde, rakım artışıyla doğru orantılı olarak bir artış meydana gelmiştir. Ancak, kabuk hariç, yıla göre farklı fraksiyonların toplam fenolik madde içeriğinde bazı önemsiz değişiklikler olmuştur. Kabuğun toplam fenolik madde içeriğinin, takip eden yılda 49.58'den 39.66 mg GAE/g DW'ye düştüğü tespit edilmiştir (Çoklar, 2017).

Çizelge 4.9. Yumuşak şekerleme örneklerinin depolama süresince toplam fenolik madde (TFM) miktarındaki değişim (p>0.05)

Depolama Sıcaklığı (ºC)	Depolama Periyodu (gün)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/kg)			
		Kontrol	MD	GA	MD:GA
20	0	365.87±11.40	576.60±55.50	613.30±59.00	671.70±40.90
	30	363.40±17.70	582.00±62.10	588.70±62.60	606.40±74.60
	61	380.27±13.07	575.80±35.50	589.90±45.90	597.90±37.70
	90	389.20±25.70	574.40±26.30	586.40±56.70	603.00±50.90
	120	396.30±23.40	544.00±52.80	564.00±43.00	607.30±49.40
30	0	365.87±11.14	576.60±55.50	613.30±59.00	671.70±40.90
	30	331.40±45.30	544.27±9.42	549.60±47.30	496.20±37.10
	61	365.60±41.50	583.67±8.65	572.30±51.70	568.20±51.30
	90	404.70±15.40	600.90±41.10	559.50±52.80	608.00±39.20
	120	353,10±3.07	533.53±7.30	527.30±58.80	564.80±58.80
35	0	365.87±11.40	576.60±55.50	613.30±59.00	671.70±40.90
	30	325.90±23.10	509.30±55.30	465.60±40.00	593.60±48.40
	61	356.10±29.60	593.70±41.70	562.30±45.30	565.60±46.50
	90	362.90±26.90	575.10±66.10	529.00±68.60	553.90±97.20
	120	392.77±5.38	590.50±47.10	506.40±52.30	576.60±38.60

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak belirtilmiştir.

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

Fenolik bileşik birikimi çevresel etkilerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Schultz, 2000; Downey ve ark., 2008; Xing ve ark., 2015). Bağ toprağının özellikleri, sıcaklık, güneş ve UV radyasyonu, nem ve rakımdan etkilenmektedir (Carbonell-Bejerano ve ark., 2014; Berli ve ark., 2015). Üzüm tanelerinin toplam fenolik içeriği üzerinde gölgelemenin önemli bir etkisi olduğu belirtilmiştir. Gölgede yetiştirilen üzümlerin toplam fenolik içeriğinin normal güneş ışığına maruz kalan üzümlerden daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Ristic ve ark., 2007).

Ekşi Kara, Çalkarası ve Marcaş üzüm çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarı (sırasıyla 127.18, 138.41 ve 147.51 mg/100 g) diğer üzüm çeşitlerine göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (Mohamed Ahmed ve ark., 2020).

4.3.3. Şekerlemelerde antioksidan aktivite (DPPH) analizi sonuçları

Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı ilaveli yumuşak şekerlerin depolama süresince DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de mmol TE/g biriminden verilmiştir.

Örneklerin depolama başlangıcında (0. günlerinde) yapılan analizlerinde en yüksek DPPH radikal süpürme kapasitesi maltodekstrin:gam arabik örneğinde 9.67

mmol TE/g olarak ölçülürken, en düşük ise kontrol örneğinde 4.55 mmol TE/g olarak ölçülmüştür. Gam arabik ve maltodekstrin örneklerinin antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 9.23 mmol TE/g ve 8.40 mmol TE/g olarak tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda depolamanın 4 ay boyunca yapılan analizlerde 20 ^{0}C'taki gam arabik örneğinde antioksidan aktivite 7.08 mmol TE/g değeri ile başlangıç değerine göre belirgin bir değişim göstermiş, diğer örneklerde anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir.

Ekşi Kara meyve, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının DPPH, ABTS ve FRAP yöntemleriyle antioksidan aktivitesini değerlendirmek için yapılan analizlerde 2015 yılında yüksek rakımda hasat edilen üzümlerin çekirdek ekstraktı DPPH yöntemiyle 362.34 mmol TE/kg DW ile maksimum antioksidan aktiviteyi gösterirken, düşük rakımda yetiştirilen bütün meyve en düşük antioksidan aktiviteyi (23.34 mmol TE/kg km) göstermiştir. Çekirdek ekstraktının DPPH antioksidan aktivitesinde hasat yılı ve lokasyon rakımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bütün meyve ekstraktının DPPH değeri, takip eden yılda 49.97'den 53.86 mmol TE/kg km'ye yükselmiştir. İstatistiksel olarak, rakımdaki azalmayla birlikte bütün üzüm ekstraktı için DPPH radikal süpürme kapasitesi değerinde önemli azalma görülmüştür ($p<0.01$). Rakımın azalmasıyla birlikte, tüm yöntemler *Vitis vinifera* meyvesi, çekirdeği ve kabuğunun antioksidan aktivitelerinde önemli bir azalma olduğunu göstermiştir (Çoklar, 2017).

On çeşit çekirdekli ve kabuklu üzüm posasının incelendiği bir çalışmada Ekşi Kara, Çalkarası ve Marcaş üzüm çeşitlerinin posaları diğer çeşitlere göre önemli ölçüde yüksek toplam fenolik madde içeriğine ve buna bağlı olarak daha yüksek antioksidan aktiviteye (sırasıyla %95.47, %96.71 ve %98.47) sahip olduğu tespit edilmiştir (Mohamed Ahmed ve ark., 2020).

Çizelge 4.10. Yumuşak şekerleme örneklerinin depolama süresince DPPH radikal süpürme kapasitesindeki değişim (P<0.05)

Depolama Sıcaklığı (ºC)	Depolama Periyodu (gün)	Antioksidan Aktivite (DPPH) (mmol TE/g)			
		Kontrol	MD	GA	MD:GA
20	0	4.5515±0.0236hi	8.3946±0.0236a-e	9.2300±0.9690ab	9.6645±0.0709a
	30	3.8000±0.2840i	8.1940±0.2130a-e	8.1607±0.1182a-e	9.2130±1.0870ab
	61	4.0340±0.1420i	7.8432±0.0473a-e	8.1440±0.5200a-e	8.9130±0.5670a-c
	90	4.3176±0.0236i	7.6260±0.1182a-e	9.0630±1.1016a-c	8.6620±0.7330a-d
	120	4.836±0.4730g-i	8.1110±1.0400a-e	7.0750±0.8030c-f	9.0800±0.2360a-c
30	0	4.5515±0.0236hi	8.3946±0.0236a-e	9.2300±0.9690ab	9.6645±0.0709a
	30	4.0670±0.3310i	7.5930±0.3540a-e	7.8766±0.0473a-e	7.4420±0.5670b-e
	61	4.1000±0.4250i	7.9600±0.2600a-e	8.9960±0.4960a-c	8.6290±0.2600a-d
	90	4.4850±0.3540hi	7.8930±0.3070a-e	8.2610±0.4490a-e	9.2800±0.4250ab
	120	4.6180±0.8740g-i	7.4250±0.2130b-e	7.8260±0.2130a-e	9.0460±0.1420a-c
35	0	4.5515±0.0236hi	8.3946±0.0236a-e	9.2300±0.9690ab	9.6645±0.0709a
	30	5.2030±0.5200f-i	6.6903±0.0709d-g	6.4230±1.1110e-h	8.7290±0.2600a-d
	61	4.5680±0.3780hi	8.3278±0.1182a-e	8.4110±0.3110a-e	8.9460±0.4250a-c
	90	4.6350±0.2840g-i	8.0440±0.1420a-e	8.6450±0.5200a-d	8.9790±0.1890a-c
	120	5.0862±0.0236f-i	8.4110±0.3780a-e	7.9940±0.5430a-e	9.1130±0.2840a-c

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak belirtilmiştir.

** Aynı harfler ile kodlanan değerlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (50:50)

4.3.4. Şekerlemelerde CIELAB renk analizi sonuçları

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı ilave edilen yumuşak şekerleme örneklerinin farklı depolama şartlarındaki renk parametrelerinden *L**, *a** ve *b** Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

*L** değerleri incelendiğinde dalgalanmalar olsa da genel olarak tüm örneklerde depolama süresiyle doğru orantılı olarak bir artış gerçekleşmiştir. Örneklerin depolama sıcaklıkları farkı ise *L** değerleri üzerine önemli bir etki göstermemiştir. Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş örneklerin ilave edildiği şekerleme örneklerinde *L** değerleri arasındaki önemli bir fark oluşmuştur. Enkapsüle edilmemiş kontrol gurubunda başlangıç (0. gün) örneklerinin *L** değeri 62.24 iken, maltodekstrin, gam arabik ve maltodekstrin:gam arabik örneklerinin sırasıyla 74.47, 75.08 ve 74.56 olarak tespit edilmiştir. Bu farkın ekstraktların enkapsülasyonu için duvar materyali ilave edilmesi sonucunda ekstraktın seyrelmesi nedeniyle ortaya çıkmış olduğu düşünülmektedir.

Antosiyanin içeren gıda maddelerinin en önemli renk parametrelerinden a^* değeri verileri incelenmiştir. Tüm örneklerde a^* değerinin yani kırmızılığın zaman ve sıcaklık

artışına bağlı olarak kademeli şekilde azaldığı belirlenmiştir. 0. gün örneklerinde kontrol grubu yumuşak şekerlerin a^* değerleri, enkapsüle edilmiş ekstrakt bulunan şeker örneklerine göre yaklaşık 1.5 kat daha yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu a^* değerleri zaman ve sıcaklık artışına bağlı oransal olarak azalsa da her bir depolama periyodu ve sıcaklıkta enkapsüle edilmiş örneklere göre yüksekliğini korumuştur. Kontrol örneğinde depolama başlangıcında a^* değeri 27.39 iken, 4 aylık, 20, 30 ve 35 ^oC'taki depolama sonrasında sırasıyla 15.10, 11.20 ve 9.10 olarak ölçülmüştür. Maltodekstrin örneğinde depolama başlangıcında a^* değeri 16.62 iken, 4 aylık, 20, 30 ve 35 ^oC'taki depolama sonrasında sırasıyla 8.33, 5.89 ve 5.63 olarak belirlenmiştir. Gam arabik örneğinde depolama başlangıcında a^* değeri 17.66 iken, 4 aylık, 20, 30 ve 35 ^oC'lerde depolama sonrasında sırasıyla 7.58, 6.86 ve 5.38 olarak ölçülmüştür. Maltodekstrin:gam arabik kombinasyonu örneğinde ise depolama başlangıcında a^* değeri 19.21 iken, 4 aylık, 20, 30 ve 35 ^oC'deki depolama sonrasında sırasıyla 9.44, 6.06 ve 5.54 olarak tespit edilmiştir. Dört aylık depolama sonunda en yüksek a^* değeri 15,86 ile 30^oC'de depolanan kontrol örneğinde bulunurken, en düşük ise 35^oC'de depolanan gam arabik örneğinde 5.38 değeri ile tespit edilmiştir. Maltodekstrin:gam arabik kombinasyonu ile enkapsüle edilmiş şeker örneklerinin a^* değerinin korunması açısından daha etkili olduğu

Depolama sıcaklığının kademeli olarak artırılması ile renk kaybının da artması, antosiyanin pigmentlerinin bozunmasına ve maillard reaksiyonu sonucu kahverengi bileşiklerin oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Patras ve ark., 2010).

Renk parametrelerinden bilhassa a^* değerlerinde meydana gelen azalma, antosiyaninlerin depolama sıcaklık ve süresinin artışına bağlı olarak degradasyona uğramasından kaynaklanmaktadır. Bileşiminde antosiyanin bulunan örneklerle yapılan çalışmalarda sıcaklık derecesindeki artışa ve depolama süresinin uzamasına bağlı olarak a^* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Melgarejo ve ark., 2011; Gülhan ve ark., 2023b).

Farklı sıcaklıklarda depolanan enkapsüle edilmiş ve edilmemiş örneklerin b^* renk değerindeki değişim Çizelge 4.6'da verilmiştir. Genel olarak tüm örnek gruplarında depolama süresi arttıkça b^* değerinde artış meydana gelmiş, mavilik azalarak sarılık artmıştır. Ancak kontrol 30 ^oC örneği dışındaki tüm örneklerde depolamada 3. ay ile 4. ay arasındaki zamanda b^* değerinde önceki depolama sürecinin aksine artış değil azalış olmuştur. Depolama başlangıcında kontrol grubunun b^* değeri -4.82 ile en düşük değer olurken onu sırası ile -1.29 ile maltodekstrin:gam arabik, -0.90 ile gam arabik ve -0.42 değeri ile maltodekstrin izlemiştir. b^* değeri üzerine sıcaklığın etkisi incelendiğinde ise tüm örneklerde sıcaklık arttıkça b^* değerinde artış gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Hardaliyenin renk ve antioksidan özellikleri üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin etkilerini belirlemek amacıyla Aşkın ve Atik (2016) tarafından yapılan bir çalışmada 60 günlük depolama süresince örneklerde kademeli olarak sarılık artarken, kırmızılık ve maviliğin azaldığı raporlanmıştır.

Mahonia aquifolium antosiyaninlerinin maltodekstrin, gam arabik ve bunların (1:1) kombinasyonları kullanılarak enkapsülasyonu ve enkapsüle antosiyaninlerin ısıl stabilitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 80 ^{o}C' depolanan tüm örneklerin depolama süresince *a** değerlerinde azalma *b** değerlerinde ise artış meydana geldiği raporlanmıştır (Yıldırım, 2019).

Şekerleme endüstrisinde, çeşitli pigmentlerin ve renklendiricilerin rengi ve yoğunluğu, ürün matrisi ve pH'ından etkilenir. Bu nedenle, tercih edilen renklendiriciler ürünlerin pH değerlerinde stabil olmalıdır ve ürünün asitliği bu maddelerin kararlılığı göz önünde bulundurularak ayarlanmalıdır. Ayrıca ürünün diğer bileşenleri ve renk maddeleri arasındaki etkileşimler dikkate alınmalıdır (Dufour ve Sauvaitre, 2000).

Çizelge 4.11. Yumuşak şeker örneklerinde CIELAB renk parametrelerindeki (*L*, a* ve b**) değişim (P<0.05)

Örnekler	Depolama Sıcaklığı (ºC)	Depolama Periyodu (gün)	*L**	*a**	*b**
Kontrol	20	0	62.24±0.20m	27.39±0.47a	-4.82±0.14y
		30	66.34±1.28kl	21.01±1.69bc	-2.35±0.45x
		61	66.82±1.20kl	20.37±1.50b-d	-1.52±0.61wx
		90	67.55±1.46k	18.55±1.95c-f	-0.40±1.07u-w
		120	66.81±3.20kl	15.10±2.29h-j	0.07±1.54t-w
	30	0	62.24±0.20m	27.39±0.47a	-4.82±0.14y
		30	64.52±0.22lm	21.50±0.57b	-1.20±0.22wx
		61	65.60±0.97kl	17.98±0.81d-g	2.35±0.36q-s
		90	66.62±0.11kl	15.86±0.35g-i	4.29±0.16l-p
		120	67.40±0.55kl	11.20±0.20m-r	5.28±0.81k-n
	35	0	62.24±0.20m	27.39±0.47a	-4.82±0.14y
		30	64.76±0.65k-m	19.44±0.66b-e	0.65±0.18s-v
		61	66.58±0.88kl	14.28±0.84h-k	5.90±0.23i-l
		90	67.00±0.48kl	12.70±0.29k-o	7.80±0.36d-h
		120	66.13±2.02kl	9.10±0.50q-x	7.76±0.81d-h
MD	20	0	74.47±0.56g-j	16.62±0.35f-h	-0.42±0.12u-w
		30	76.43±0.69a-j	12.97±0.63j-n	2.26±0.11q-s
		61	77.69±1.17a-e	10.98±1.32n-r	3.55±0.89n-r
		90	78.97±1.53a	9.18±1.90q-w	5.47±0.15j-m
		120	77.46±0.65a-f	8.33±0.77s-y	5.10±0.19k-n
	30	0	74.47±0.56g-j	16.62±0.35f-h	-0.42±0.12u-w
		30	76.10±0.39a-j	12.59±0.66k-o	3.55±0.07n-r
		61	77.34±0.86a-g	9.81±0.90p-t	6.76±0.35g-k
		90	77.52±0.62a-e	8.17±0.42s-y	8.37±0.35c-g
		120	73.70±1.40j	5.89±0.52yz	7.52±0.68e-i
	35	0	74.47±0.56g-j	16.62±0.35f-h	-0.42±0.12u-w
		30	75.94±0.71b-j	11.68±0.62l-p	5.23±0.42k-n
		61	76.78±0.59a-i	8.33±0.28s-x	8.46±0.37c-g
		90	76.31±0.70a-j	7.19±0.20v-z	10.64±0.80ab
		120	73.88±0.83ij	5.63±0.31z	9.55±0.86b-d
GA	20	0	75.08±0.29d-j	17.66±0.36e-g	-0.90±1.16v-x
		30	77.24±1.22a-g	13.53±1.54i-m	1.91±0.71r-t
		61	78.29±0.97a-c	10.26±0.87o-s	4.49±0.45l-p
		90	77.96±0.90a-d	11.05±1.73m-r	4.28±1.36l-p
		120	78.82±0.69ab	7.58±0.84u-z	4.87±0.57l-o
	30	0	75.08±0.29d-j	17.66±0.36e-g	-0.90±0.16v-x
		30	75.93±0.53b-j	13.01±0.08j-n	3.24±0.11o-r
		61	77.03±0.54a-h	9.52±0.70p-u	6.03±0.55h-l
		90	77.52±0.18a-e	7.82±0.36t-y	9.27±0.57b-e
		120	74.92±2.11e-j	6.86±0.88x-z	7.15±1.62f-j
	35	0	75.08±0.29d-j	17.66±0.36e-g	-0.90±0.16v-x
		30	75.87±0.69c-j	11.24±0.42m-r	5.27±0.33k-n
		61	76.73±0.35a-i	8.24±0.26s-y	9.19±0.50b-e
		90	76.70±0.61a-i	6.96±0.40w-z	11.43±0.90a
		120	74.24±1.53h-j	5.38±0.34z	10.04±0.89a-c

		0	74.56±0.13f-j	19.21±0.10b-e	-1.29±0.03wx
		30	76.18±0.95a-j	15.17±0.19h-j	1.05±0.69s-u
	20	61	77.36±0.75a-g	12.93±1.39j-n	2.43±0.68q-s
		90	78.15±1.05a-c	11.51±1.56l-q	3.86±0.87m-q
		120	74.50±1.79g-j	9.44±0.99p-v	3.45±0.28n-r
		0	74.56±0.13f-j	19.21±0.10b-e	-1.29±0.03wx
		30	75.48±0.47c-j	13.84±0.30i-l	2.95±0.33p-r
MD:GA	30	61	76.84±0.29a-h	10.68±0.15n-r	6.07±0.15h-l
		90	77.27±0.06a-g	8.75±0.06s-x	8.20±0.22c-g
		120	74.60±2.33e-j	6.06±0.61yz	8.15±1.15d-g
		0	74.56±0.13f-j	19.21±0.10b-e	-1.29±0.03wx
		30	75.60±0.41c-j	12.32±0.33k-o	4.76±0.18l-p
	35	61	76.32±0.25a-j	8.75±0.16s-x	8.73±0.12c-f
		90	75.92±0.56b-j	7.56±0.24u-z	10.72±0.24ab
		120	73.90±0.98ij	5.54±0.27z	9.34±0.50b-e

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak belirtilmiştir.
** Aynı sütunda, aynı harfler ile kodlanan değerlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

Ekşi Kara üzüm posası ekstraktı ilave edilen yumuşak şekerleme örneklerinin farklı depolama şartlarındaki renk parametrelerinden *C** ve h^o değerleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Depolama başlangıcında *C** değeri en yüksek kontrol örneğinde 28.14 olarak belirlenirken, onu sırayla enkapsüle edilmiş örnekler olan maltodekstrin:gam arabik (19.25), gam arabik (17.68) ve maltodekstrin (16.62) için izlemiştir. Dört aylık depolama süresince tüm örneklerde *C** değerinde düşüş meydana gelmiştir. Ancak zaman bağlı olarak kontrol örneğinde enkapsüle edilmiş örneklere göre *C** değerinde yani renk doygunluğunda oransal olarak daha fazla düşüş gerçekleşmiştir. Bu da enkapsülasyon işleminin *C** değerinin korunması açısından etkili olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Farklı depolama sıcaklıklarının ise kontrol örneği dışındaki enkapsüle edilmiş örneklerin *C** değeri üzerine önemli bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır.

Siyah havuç suyu konsantresi ile renklendirilmiş lokumların 5 aylık periyotlarda 12, 20 ve 30 ^oC sıcaklıklarda depolandığı çalışmada tüm sıcaklıklarda depolama sonunda *C** değerlerinde azalma meydana gelmiştir (Özen ve ark., 2011).

Yumuşak şekerlerde depolama başlangıcında en yüksek h^o değeri 358.54 ile maltodekstrin örneğinde ölçülmüş, onu sırayla 357.10 ile gam arabik, 356.16 ile maltodekstrin:gam arabik ve 350.02 ile kontrol grubu izlemiştir. Örneklerde depolama süresi ve depolama sıcaklığı arttıkça *h* değerinde artış gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. Yumuşak şeker örneklerinde CIELAB renk parametrelerindeki (*C** ve *h*^{o}) değişim (P<0.05)

Örnekler	Depolama Sıcaklığı (^{o}C)	Depolama Periyodu (gün)	*C**	*h*^{o}
Kontrol	20	0	28.14±0.68a	350.02±0.20a
		30	21.15±4.73b	353.69±0.67a
		61	20.43±1.53bc	355.82±1.44a
		90	18.58±1.97c-e	179.00±205.00b
		120	15.17±2.19g-k	271.00±173.2ab
	30	0	28.14±0.68a	350.02±0.20a
		30	21.54±0.58b	356.75±0.45a
		61	18.14±0.81c-e	7.45±1.18c
		90	16.43±0.30e-h	15.13±0.84c
		120	12.40±0.30l-p	25.21±3.60c
	35	0	28.14±0.68a	350.02±0.20a
		30	19.45±0.66b-d	1.93±0.58c
		61	15.46±0.84f-i	22.47±0.88c
		90	14.92±0.25g-k	31.55±1.50c
		120	11.97±0.84l-r	40.38±2.06c
MD	20	0	16.62±0.35e-g	358.54±0.38a
		30	13.17±0.61i-o	9.91±0.75c
		61	11.59±0.97m-s	18.30±6.31c
		90	10.81±1.19o-t	31.52±9.54c
		120	9.84±0.09r-t	31.47±8.31c
	30	0	16.62±0.35e-g	358.54±0.38a
		30	13.08±0.63i-o	15.79±0.95c
		61	11.93±0.59l-s	34.72±3.67c
		90	11.71±0.32m-s	45.69±2.15c
		120	9.56±0.79st	51.91±1.95c
	35	0	16.62±0.35e-g	358.54±0.38a
		30	12.80±0.67k-o	24.13±1.51c
		61	11.88±0.46l-s	45.42±0.41c
		90	12.85±0.58j-o	55.86±2.63c
		120	11.09±0.88n-t	59.41±1.27c
GA	20	0	17.68±0.36d-f	357.10±0.50a
		30	13.69±0.43i-m	8.32±3.83c
		61	11.22±0.69n-t	23.76±3.67c
		90	11.97±0.97l-r	21.80±9.89c
		120	9.04±0.42t	32.91±5.79c
	30	0	17.68±0.36d-f	357.10±0.50a
		30	13.41±0.09i-n	13.99±0.43c
		61	11.41±0.41m-t	32.44±4.23c
		90	12.14±0.28l-r	49.99±2.97c
		120	9.92±1.00q-t	46.53±9.83c
	35	0	17.68±0.36d-f	357.10±0.50a
		30	12.42±0.30l-p	25.16±2.07c
		61	12.34±0.54l-p	48.08±0.68c
		90	13.39±0.91i-n	58.61±1.59c
		120	11.39±0.93m-t	61.80±0.70c

		0	19.25±0.10b-d	356.16±0.08a
		30	15.22±1.12g-j	4.16±3.09c
	20	61	13.18±1.26i-o	10.88±3.95c
		90	12.19±1.23l-r	18.99±6.01c
		120	10.05±0.96p-t	20.22±2.14c
		0	19.25±0.10b-d	356.16±0.08a
		30	14.15±0.23h-l	12.05±1.54c
MD:GA	30	61	12.28±0.20l-q	29.60±0.26c
		90	11.99±0.12l-r	43.14±0.91c
		120	10.17±0.17p-t	53.25±3.07c
		0	19.25±0.10b-d	356.16±0.08a
		30	13.33±0.45i-n	21.12±1.00c
	35	61	12.36±0.19l-p	44.92±0.29c
		90	13.11±0.32i-o	54.83±0.48c
		120	10.86±0.56o-t	59.32±0.38c

*Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak belirtilmiştir.

** Aynı sütunda, aynı harfler ile kodlanan değerlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

4.3.5. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları

Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin toffe tip yumuşak şekerleme matrisinde belirli süre ve sıcaklıkta depolanması sonrasında örneklerin tekstürel özelliklerini değerlendirmek için tekstür profil analizi ile elde edilen kurveden sertlik (hardness), yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (springiness) ve iç yapışkanlık (cohesiveness) değerleri Çizelge 4.8.'de, sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) gibi tekstür değerleri ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

1960'ların başında geliştirilen enstrümantal tekstür profili analizi (TPA) yöntemi, bir gıdanın çiğnenme sürecinin ilk iki lokmasının bir cihazla taklit edilmesini ve elde edilen verilerin doku tanımlayıcılarıyla ilişkilendirilmesini içermektedir (Borwankar, 1992; Friedman ve ark., 2006; Antoniou ve ark., 2008). Bu test gıda örneğine iki çevrimli bir penetrasyon testi uygulanmasını ve zamanla meydana gelen kuvvetin gözlemlenmesini içerir. Elde edilen çıktı iki pikten oluşan bir kuvvet eğrisini göstermektedir ve dokusal parametrelerin büyüklüğünü ölçmek için hesaplamalar yapılmaktadır (Antoniou ve ark., 2008). Dokusal parametrelerin büyüklükleri test geometrilerine bağlıdır, bu nedenle ürünleri test ederken örneklerin uygun büyüklükte olması önemlidir (Burey ve ark., 2009).

Şekerlemelerde depolama süresince zaman artışı ile ters orantılı olarak sertlik ve yapışkanlık değerleri azalmıştır. Diğer elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızımsılık,

çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinde ise depolama süresince artış meydana gelmiştir. Şekerleme örneklerinin sertlik değerleri incelendiğinde depolama başlangıcında en yüksek değer maltodekstrin (4971 g) örneğinde tespit edilirken, ardından sırayla kontrol (3939 g), maltodekstrin:gam arabik karışımı (3531 g) ve gam arabik (2639 g) örnekleri gelmiştir. Örneklerin sertlik değerlerinde bazı periyotlarda dalgalanmalar gerçekleşmiş ancak genel olarak zaman ve sıcaklık artışına bağlı olarak düşüş görülmüştür. 35 ^{o}C'ta 4 aylık depolama sonunda örneklerin sertlik değerlerinde gam arabik (1458 g) örneği en düşük seviyede bulunurken onu sırayla maltodekstrin:gam arabik (2491 g), kontrol (3037 g) ve maltodekstrin (4497 g) örnekleri izlemiştir.

Maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerinin sertlik, elastikiyet, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özellikleri kontrol grubu, gam arabik ve maltodekstrin: gam arabik ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. İç yapışkanlık özellikleri kontrol örneğinde enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine göre daha yüksek olarak belirlenmiş, maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş örneklerde, gam arabik ve maltodekstrin: gam arabik ile enkapsüle edilenlere göre daha yüksek olarak bulunmuştur.

Farklı oranlarda (%4, 8 ve 12) maltodekstin, sakkaroz ve izomaltın, buğday ve manyok nişastası tekstür özellikleri üzerindeki etkisinin TPA yöntemi ile ölçüldüğü bir çalışmada ise maltodekstrinin sertlik, elastikiyet, yapışkanlık, iç yapışkanlık ve sakızımsılık özellikleri sakkaroz ve izomalttan daha yüksek bulunmuştur. Bahsi geçen çalışma sonuçları, bizim çalışmamızla maltodekstrinin tekstür özellikleri açısından uyumlu bulunmuştur (Pourmohammadi ve ark., 2018).

Ispanak klorofillerinin maltodekstrinle enkapsüle edilerek yumuşak şekerlemelerde renklendirici olarak kullanıldığı ve depolama stabilitesinin incelendiği bir çalışmada depolama boyunca tüm örneklerin tekstür özelliklerinden sakızımsılık, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir (Atçeken, 2023).

Çizelge 4.13. Farklı süre ve sıcaklıklarda depolanan toffe tip yumuşak şekerlerin tekstür (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve iç yapışkanlık) özelliklerindeki değişim

Örnekler	Depolama		Tekstür			
	Sıcaklık (ºC)	Zaman (gün)	Sertlik (hardness) (g)	Yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sec)	Elastikiyet (Springiness)	İç yapışkanlık (Cohesiveness)
Kontrol	20	0	3939±640a-g	-4.49±1.50	0.0278±0.0018ef	0.0280±0.0027e-g
		61	3307±534c-h	-49.60±45.00	0.1025±0.0240ab	0.0966±0.0210ab
		90	2942±440e-j	-11.52±9.55	0.0583±0.0043a-f	0.0555±0.0069b-g
		120	3161±333c-i	-9.28±6.36	0.0965±0.0150a-d	0.0908±0.0200a-c
	30	0	3939±640a-g	-4.49±1.50	0.0278±0.0018ef	0.0280±0.0027e-g
		61	3919±574a-f	-51.10±75.20	0.0883±0.0210a-f	0.0744±0.0111a-e
		90	2534±510f-j	-9.83±1.00	0.0639±0.0107a-f	0.0621±0.0125a-g
		120	3419±501b-h	-4.97±5.88	0.0733±0.0166a-f	0.0671±0.0130a-g
	35	0	3939±640a-g	-4.49±1.50	0.0278±0.0018ef	0.0280±0.0027e-g
		61	2976±364e-j	-45.44±18.11	0.1065±0.0180a	0.1059±0.0219a
		90	2843±586e-j	-12.50±7.57	0.0576±0.0080a-f	0.0521±0.0076b-g
		120	3037±428d-j	-14.36±12.42	0.0871±0.0156a-f	0.0843±0.0194a-d
MD	20	0	4971±455a-c	-59.60±55.40	0.0256±0.0007f	0.0226±0.0006fg
		61	4705±609a-d	-30.48±9.97	0.0641±0.0223a-f	0.0549±0.0116b-g
		90	3457±516b-h	-49.20±52.70	0.0512±0.0055a-f	0.0420±0.0047d-g
		120	4507±431a-e	-117.50±199.9	0.1009±0.0636a-c	0.0775±0.0427a-e
	30	0	4971±455a-c	-59.60±55.40	0.0256±0.0007f	0.0226±0.0008fg
		61	5373±213a	-20.79±8.16	0.0748±0.0181a-f	0.0658±0.0131a-g
		90	4469±399a-e	-8.52±7.24	0.0478±0.0021a-f	0.0409±0.0026d-g
		120	4001±248a-f	-38.00±27.50	0.0924±0.0213a-e	0.0767±0.0118a-e
	35	0	4971±455a-c	-59.60±55.40	0.0257±0.0007f	0.0226±0.0008fg
		61	5052±351a-b	-72.60±28.00	0.0857±0.0699a-f	0.0580±0.0439a-g
		90	4170±1039a-f	-12.02±5.86	0.0543±0.0198a-f	0.0483±0.0169c-g
		120	4497±447a-e	-30.05±18.98	0.0753±0.0210a-f	0.0742±0.0249a-f
GA	20	0	2639±491f-j	-25.70±20.60	0.0234±0.0032f	0.0225±0.0021fg
		61	2204±748g-j	-41.10±48.70	0.0779±0.0292a-f	0.0718±0.0270a-g
		90	1936±304h-j	-66.70±70.80	0.0482±0.0088a-f	0.0413±0.0089d-g
		120	4791±602a-c	-3.80±0.67	0.0569±0.0382a-f	0.0491±0.0330b-g
	30	0	2639±491f-j	-25.70±20.60	0.0234±0.0032f	0.0225±0.0021fg
		61	2839±1644e-j	-49.10±27.10	0.0819±0.0119a-f	0.0684±0.0132a-g
		90	1624±222ıj	-13.68±6.41	0.0433±0.0055b-f	0.0402±0.0039d-g
		120	3410±1622b-h	-89.70±41.20	0.0421±0.0301b-f	0.0363±0.0262e-g
	35	0	2639±491f-j	-25.70±20.60	0.0234±0.0032f	0.0225±0.0021fg
		61	1809±279h-j	-35.35±11.73	0.0519±0.0001a-f	0.0528±0.0057b-g
		90	1919±319h-j	-25.22±14.33	0.0390±0.0052d-f	0.0345±0.0029e-g
		120	1458±349j	-68.50±48.00	0.0733±0.0286a-f	0.0678±0.0261a-g
MD:GA	20	0	3531±252b-h	-10.32±5.56	0.0237±0.0005f	0.0224±0.0003g
		61	3815±676a-g	-47.60±37.40	0.0535±0.0174a-f	0.0466±0.0121c-g
		90	2768±597f-j	-5.91±4.69	0.0498±0.0066a-f	0.0425±0.0078d-g
		120	3064±368d-j	-12.65±2.10	0.0804±0.0106a-f	0.0678±0.0082a-g
	30	0	3531±252b-h	-10.32±5.56	0.0237±0.0005f	0.0224±0.0003g
		61	2727±350f-j	-20.26±5.97	0.0855±0.0177a-f	0.0753±0.0145a-e
		90	2575±344f-j	-6.84±1.67	0.0458±0.0099a-f	0.0395±0.0074d-g
		120	2589±533f-j	-10.57±5.69	0.0735±0.0320a-f	0.0644±0.0182a-g
	35	0	3531±252b-h	-10.32±5.56	0.0237±0.0005f	0.0224±0.0003g
		61	2917±497e-j	-23.40±22.30	0.0729±0.0127a-f	0.0633±0.0130a-g
		90	2684±60f-j	-8.88±2.06	0.0410±0.0029c-f	0.0359±0.0022e-g
		120	2491±407f-j	-14.58±10.23	0.0608±0.0118a-f	0.0599±0.0153a-g

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir.
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (P <0.05)

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

Çizelge 4.14. Farklı süre ve sıcaklıklarda depolanan toffe tip yumuşak şekerlerin tekstür (sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik) özelliklerindeki değişim

Örnekler	Depolama		Tekstür		
	Sıcaklık (ºC)	Zaman (gün)	Sakızımsılık (Gumminess)	Çiğnenebilirlik (Chewiness)	Esneklik (Resilience)
Kontrol	20	0	109.12±7.85h-k	3.02±0.05c-e	0.0111±0.0002c-f
		61	311.60±30.60a-d	32.30±9.91a-d	0.0256±0.0048ab
		90	162.00±23.70d-k	9.46±1.70b-e	0.0144±0.0018a-f
		120	283.60±44.20a-g	27.82±8.68a-e	0.0235±0.0041a-c
	30	0	109.12±7.85h-k	3.02±0.05c-e	0.0111±0.0002c-f
		61	288.80±42.20a-f	25.94±9.50a-e	0.0199±0.0024a-f
		90	152.90±9.55d-k	9.76±1.65b-e	0.0148±0.0026a-f
		120	224.52±13.83a-j	16.62±4.66a-e	0.0168±0.0025a-f
	35	0	109.12±7.85h-k	3.02±0.05c-e	0.0111±0.0002c-f
		61	309.60±26.60a-d	33.32±8.40a-c	0.0256±0.0037ab
		90	145.17±11.16f-k	8.33±1.09b-e	0.0123±0.0012c-f
		120	253.90±51.90a-h	22.60±7.92a-e	0.0195±0.0043a-f
MD	20	0	112.65±12.95g-k	2.90±0.39c-e	0.0112±0.0009c-f
		61	252.20±33.20a-ı	16.68±6.81a-e	0.0211±0.0039a-e
		90	142.94±6.09f-k	7.30±0.52b-e	0.0146±0.0015a-f
		120	336.30±147.30ab	40.90±44.70a	0.0256±0.0098ab
	30	0	112.65±12.95g-k	2.89±0.39c-e	0.0112±0.0009c-f
		61	354.30±75.30a	27.44±11.75a-e	0.0262±0.0057ab
		90	181.95±7.21b-k	8.68±0.30b-e	0.0147±0.0012a-f
		120	305.10±31.60a-e	28.64±9.66a-e	0.0266±0.0055a
	35	0	112.65±12.95g-k	2.89±0.39c-e	0.0112±0.0009c-f
		61	284.00±215.00a-g	35.40±33.8ab	0.0263±0.0083ab
		90	190.70±30.90b-k	10.73±5.73b-e	0.0148±0.0018a-f
		120	325.70±72.00a-c	25.66±13.73a-e	0.0264±0.0108a
GA	20	0	59.25±11.33jk	1.39±0.36de	0.0089±0.0012ef
		61	143.60±26.30f-k	11.77±5.83b-e	0.0180±0.0053a-f
		90	56.50±39.80k	2.63±2.01e	0.0098±0.0011ef
		120	222.00±148.80a-j	16.90±11.50a-e	0.0226±0.0053a-d
	30	0	59.25±11.33jk	1.39±0.36de	0.0089±0.0012ef
		61	193.50±114.30b-k	16.17±11.06a-e	0.0175±0.0039a-f
		90	64.75±6.06jk	2.80±0.40e	0.0098±0.0008ef
		120	82.10±58.20jk	5.21±3.77c-e	0.0216±0.0140a-e
	35	0	59.25±11.33jk	1.39±0.36de	0.0089±0.0012ef
		61	93.95±3.96ı-k	4.88±0.20c-e	0.0132±0.0010c-f
		90	66.41±13.61jk	2.62±0.78e	0.0083±0.0008f
		120	93.26±15.68ı-k	7.08±3.90b-e	0.0122±0.0024c-f
MD:GA	20	0	79.00±5.76jk	1.87±0.15de	0.0102±0.0005d-f
		61	172.20±23.90c-k	9.47±3.99b-e	0.0140±0.0024b-f
		90	114.39±8.63h-k	5.68±0.68c-e	0.0118±0.0014c-f
		120	205.62±6.66a-k	16.53±2.22a-e	0.0193±0.0019a-f
	30	0	79.00±5.76jk	1.87±0.15de	0.0102±0.0005d-f
		61	201.62±12.39a-k	17.38±4.55a-e	0.0204±0.0030a-f
		90	99.84±8.50h-k	4.63±1.34c-e	0.0107±0.0015d-f
		120	159.87±12.68d-k	12.05±6.34a-e	0.0168±0.0046a-f
	35	0	79.00±5.76jk	1.87±0.15de	0.0102±0.0005d-f
		61	180.12±14.71b-k	13.18±2.88a-e	0.0172±0.0029a-f
		90	96.38±7.88h-k	3.96±0.44de	0.0095±0.0006ef
		120	145.70±27.90e-k	9.06±3.45b-e	0.0154±0.0036a-f

Değerler “ortalama±standart sapma” olarak ifade edilmiştir.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (P <0.05)
Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (1:1, w/w)

4.3.6. pH ve titrasyon asitliği sonuçları

Enkapsüle edilmiş ve enkapsüle edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenleri ilave edilmiş toffe tip yumuşak şekerlemelerin pH ve titrasyon asitliği analizi sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Kontrol, MD, GA ve MD:GA ekstraktları ilave edilmiş şekerleme örneklerinin pH değerleri sırasıyla 2.935, 3.065, 3.035 ve 2.980 olarak ölçülmüştür. Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş örneklerin pH değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. pH sonuçları üzerine enkapsülasyon işleminin önemli bir etkisi bulunmamıştır. Titrasyon asitliği sonuçlarına göre en yüksek değer %1.702 ile MD örneğinde bulunurken ardından %1.648 ile Kontrol, %1.630 ile MD:GA ve %1.606 ile GA örneği izlemiştir. Titrasyon asitliği üzerine enkapsülasyon işleminin etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Toffe tip yumuşak şekerlerin depolama başlangıcında pH ve titrasyon asitliği (%) analizleri

Örnek	pH	Titrasyon Asitliği (%) (Sitrik asit eşdeğeri)
KONTROL	2.935±0.0212	1.648±0.0181
MD	3.065±0.0071	1.702±0.0362
GA	3.035±0.0212	1.606±0.0272
MD:GA	2.980±0.0141	1.630±0.0067

Değerler "ortalama ± standart sapma" olarak ifade edilmiştir

Kontrol: Enkapsüle edilmemiş ekstrakt kullanılan, MD: Maltodekstrin, GA: Gam arabik, MD:GA: Maltodekstrin:Gam arabik (50:50)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Meyve ve sebze endüstrisi yan ürün miktarı oldukça fazla olan bir alandır. Biyoaktif bileşenlerce zengin olan bu yan ürünlerin farklı gıdaların formülasyonuna ilave edilerek katma değeri yüksek, sağlık ve biyoyararlılık açısından daha faydalı gıdaların üretiminde değerlendirilmesi ve gıda israfının da önlenmesi küresel gıda arzı açısından oldukça önemlidir. Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin ekstrakte edilip toffe tip yumuşak şekerleme matrisinde kullanılarak depolama stabilitesinin incelenmesi ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Toz ekstraktlarda en yüksek enkapsülasyon etkinliği MD:GA ve GA örneklerinde bulunmuş, MD örneğinin enkapsülasyon etkinliğinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

2. Dört aylık depolama sonunda antosiyaninlerin parçalanma düzeylerine göre 20 ^{o}C'de antosiyaninlerin en iyi korunduğu örnek MD:GA örneği olmuş, 30 ve 35 ^{o}C'lerde ise GA örneği en iyi korumayı sağlamıştır. Enkapsülasyon işleminin antosiyaninlerin korunmasında olumlu etkisi olmuştur.

3. Yumuşak şekerlemelerde 4 aylık depolama süresince TMA, TFM ve DPPH radikal süpürme kapasitesi değerlerinde dalgalanmalar olmuş ancak sıcaklık ve süre arttıkça genel olarak bu değerlerde azalma meydana gelmiştir.

4. Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça L^*, b^* ve h^{o} değerlerinde genel olarak artış gerçekleşmiş, a^* ve C^* değerlerinde ise azalış meydana gelmiştir. Enkapsülasyon işleminin renk değerlerinin korunması üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

5. Şekerlemelerde depolama süresince sıcaklık ve süre arttıkça tekstür profil analizi parametrelerinden sertlik ve yapışkanlık değerleri genellikle azalmıştır. Diğer tekstür özelliklerinden elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinde ise depolama süresince genellikle artış meydana gelmiştir.

6. MD ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerinin sertlik, elastikiyet, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik özellikleri kontrol grubu, gam arabik ve maltodekstrin: gam arabik ile enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. İç yapışkanlık özellikleri kontrol örneğinde enkapsüle edilmiş şekerleme örneklerine göre daha yüksek olarak belirlenmiş, maltodekstrin ile enkapsüle edilmiş

örneklerde, gam arabik ve maltodekstrin: gam arabik ile enkapsüle edilenlere göre daha yüksek olarak bulunmuştur.

7. Reaksiyon hız sabitlerine sonuçlarına göre 20 ºC'de en düşük hız sabiti MD:GA, 30 ºC'de MD:GA ve 35 ºC'de ise GA örneklerinde tespit edilmiştir. E_a ve Q_{10} değerlerine göre sıcaklık değişimlerinden en fazla etkilenen örnekler azalan sırayla MD:GA, kontrol, GA ve MD örnekleri olmuştur.

8. Mineral içeriklerinde fosfor (P) dışındaki makro minerallerin konsantrasyonları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Mikro minerallerde ise çinko (Zn) dışındaki örnekler arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Yalnızca potasyum (K) mineral içeriğinde kontrol örneği ile enkapsüle örnekler arasında istatistik açıdan anlamlı farklılık görülmüştür. Mangan (Mg) seviyelerinde maltodekstrin örneği istatistiksel olarak diğerlerine göre anlamlı bir farklılık göstermiştir.

5.2 Öneriler

Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin toffe tip yumuşak şekerlemelerde depolama stabilitesinin incelendiği çalışmada pekmez ve üzüm suyu gibi üzüm ürünleri üretimi sonrasında ortaya çıkan yan ürünlerin değerlendirilebildiği ve yumuşak şekerlerin insan sağlığı açısından daha faydalı bir forma dönüştürülebildiği ve fonksiyonel özellik kazandırılabildiği belirlenmiştir. Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin mikroenkapsülasyonu stabilitelerinin artmasını sağlamıştır. Bu çalışmada test edilen duvar materyallerinden toplam monomerik antosiyanin stabilitesini en fazla koruyanın gam arabik olduğu anlaşılmıştır. Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin enkapsülasyonunda MD duvar materyalinin enkapsülasyon etkinliği ve antosiyaninleri koruma düzeyi düşük olduğu için farklı duvar materyallerinin kullanılması önerilmektedir. Ekşi Kara üzüm posası biyoaktif bileşenlerinin gam arabik veya maltodekstrin:gam arabik ile enkapsüle edilerek yumuşak şekerleme endüstrisinde kullanımı önerilmektedir. Ekşi Kara üzüm posası ilave edilen şekerlemelerin TMA, TFM, antioksidan aktivite, tekstür ve renk stabilitesinin artırılarak ürünlerin raf ömrünün uzatılması açısından 20 ºC depolanması önerilmektedir. Enkapsüle Ekşi Kara posası antosiyaninlerinin farklı gıdalarda renklendirici olarak kullanılabilirliğinin araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, 1990, Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. (8th ed.). St. Paul, MN, USA.

Akbulut, M. ve Çoklar, H., 2008, Physicochemical and Rheological Properties of Sesame Pastes (Tahin) Processed from Hulled and Unhulled Roasted Sesame Seeds and Their Blends at Various Levels, *Journal of Food Process Engineering*, 31 (4), 488-502.

Akbulut, M. ve Ozcan, M. M., 2009, Comparison of mineral contents of mulberry (Morus spp.) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples, *Int J Food Sci Nutr*, 60 (3), 231-239.

Aktop, S., Sanlibaba, P. ve Güçer, Y., 2023, Grape-based traditional foods produced in Turkey, *Italian Journal of Food Science*, 35 (3), 55-74.

Amaya-Cruz, D. M., Rodríguez-González, S., Pérez-Ramírez, I. F., Loarca-Piña, G., Amaya-Llano, S., Gallegos-Corona, M. A. ve Reynoso-Camacho, R., 2015, Juice by-products as a source of dietary fibre and antioxidants and their effect on hepatic steatosis, *Journal of Functional Foods*, 17, 93-102.

Antoniou, K. D., Petridis, D., Raphaelides, S., Omar, Z. B. ve Kesteloot, R., 2008, Texture Assessment of French Cheeses, *Journal of Food Science*, 65 (1), 168-172.

AOAC, 2002, Official method 920.153. Ash content. In: Official methods of analysis. chemists, A. o. o. a. Gaithersburg, Maryland, USA.

Armstrong, D. ve Stratton, R. D., 2016, Oxidative stress and antioxidant protection: The science of free radical biology and disease, p.

Aşkın, B. ve Atik, A., 2016, Color, phenolic composition, and antioxidant properties of hardaliye(fermented grape beverage) under different storage conditions, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 803-812.

Atçeken, G., 2023, Ispanak Klorofilinin Mikroenkapsülasyonu ve Yumuşak Şekerlerde Renklendirici Olarak Kullanımı, *Selçuk Üniversitesi*.

Ayala-Zavala, J. F., Soto-Valdez, H., González-León, A., Álvarez-Parrilla, E., Martín-Belloso, O. ve González-Aguilar, G. A., 2007, Microencapsulation of cinnamon leaf (Cinnamomum zeylanicum) and garlic (Allium sativum) oils in β-cyclodextrin, *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, 60 (3-4), 359-368.

Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J. E. ve González-Aguilar, G. A., 2011, Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives, *Food Research International*, 44 (7), 1866-1874.

Barros, H. R., Ferreira, T. A. ve Genovese, M. I., 2012, Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil, *Food Chem*, 134 (4), 1892-1898.

Bender, A. B. B., Speroni, C. S., Moro, K. I. B., Morisso, F. D. P., dos Santos, D. R., da Silva, L. P. ve Penna, N. G., 2020, Effects of micronization on dietary fiber composition, physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of grape pomace and its dietary fiber concentrate, *Lwt*, 117.

Berli, F. J., Alonso, R., Beltrano, J. ve Bottini, R., 2015, High-Altitude Solar UV-B and Abscisic Acid Sprays Increase Grape Berry Antioxidant Capacity, *American Journal of Enology and Viticulture*, 66 (1), 65-72.

Bernardes, A. L., Moreira, J. A., Tostes, M. d. G. V., Costa, N. M. B., Silva, P. I. ve Costa, A. G. V., 2019, In vitro bioaccessibility of microencapsulated phenolic compounds of jussara (Euterpe edulis Martius) fruit and application in gelatine model-system, *Lwt*, 102, 173-180.

Borwankar, R. P., 1992, Food texture and rheology: A tutorial review, *Journal of Food Engineering*, 16 (1-2), 1-16.

Burey, P., Bhandari, B. R., Rutgers, R. P. G., Halley, P. J. ve Torley, P. J., 2009, Confectionery Gels: A Review on Formulation, Rheological and Structural Aspects, *International Journal of Food Properties*, 12 (1), 176-210.

Burin, V. M., Rossa, P. N., Ferreira-Lima, N. E., Hillmann, M. C. R. ve Boirdignon-Luiz, M. T., 2011, Anthocyanins: optimisation of extraction from Cabernet Sauvignon grapes, microcapsulation and stability in soft drink, *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (1), 186-193.

Carbonell-Bejerano, P., Diago, M. P., Martinez-Abaigar, J., Martinez-Zapater, J. M., Tardaguila, J. ve Nunez-Olivera, E., 2014, Solar ultraviolet radiation is necessary to enhance grapevine fruit ripening transcriptional and phenolic responses, *BMC Plant Biol*, 14, 183.

Castellarin, S. D., Pfeiffer, A., Sivilotti, P., Degan, M., Peterlunger, E. ve G, D. I. G., 2007, Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit, *Plant Cell Environ*, 30 (11), 1381-1399.

Cemeroglu, B., Velioglu, S. ve Isik, S., 2006, Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Juice and Concentrate, *Journal of Food Science*, 59 (6), 1216-1218.

Cemeroğlu, B., 2007, Gıda Analizleri, *Ankara*, Gıda Teknolojisi Yayınları, p.

Cemeroğlu, B., 2015, Reaksiyon Kinetiği (Gıdaların Bozulma Kinetiği), *Ankara*, Bizim Grup Basımevi, p.

Champagne, C. P. ve Fustier, P., 2007, Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods, *Curr Opin Biotechnol*, 18 (2), 184-190.

Chawda, P. J., Shi, J., Xue, S. ve Young Quek, S., 2017, Co-encapsulation of bioactives for food applications, *Food Quality and Safety*, 1 (4), 302-309.

Chranioti, C., Nikoloudaki, A. ve Tzia, C., 2015, Saffron and beetroot extracts encapsulated in maltodextrin, gum Arabic, modified starch and chitosan: Incorporation in a chewing gum system, *Carbohydr Polym*, 127, 252-263.

Coman, V., Teleky, B. E., Mitrea, L., Martau, G. A., Szabo, K., Calinoiu, L. F. ve Vodnar, D. C., 2020, Bioactive potential of fruit and vegetable wastes, *Adv Food Nutr Res*, 91, 157-225.

Çoklar, H., 2012, İyon değiştirici ve adsorban uygulaması ile beyaz ve kırmızı üzüm sularından üretilen pekmezlerde maillard reaksiyonunun kontrol altına alınması ve depolamadaki değişimin belirlenmesi, Doktora tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Çoklar, H. ve Akbulut, M., 2016, Olgunlaşma ile Alıç (Crataegus orientalis) Meyvesinin Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde ve Fenolik Profilindeki Değişim, *Meyve Bilimi*, 3 (2), 30-37.

Çoklar, H., 2017, Antioxidant capacity and phenolic profile of berry, seed, and skin of Ekşikara (vitis vinifera L) grape: Influence of harvest year and altitude, *International Journal of Food Properties*, 20 (9), 2071-2087.

Dangles, O. ve Brouillard, R., 1992, A spectroscopic method based on the anthocyanin copigmentation interaction and applied to the quantitative study of molecular complexes, *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 2* (2).

Danışman, G., Arslan, E. ve Toklucu, A. K., 2015, Kinetic analysis of anthocyanin degradation and polymeric colour formation in grape juice during heating, *Czech Journal of Food Sciences*, 33 (2), 103-108.

Davidov-Pardo, G., Arozarena, I. ve Marín-Arroyo, M. R., 2012, Optimization of a Wall Material Formulation to Microencapsulate a Grape Seed Extract Using a Mixture Design of Experiments, *Food and Bioprocess Technology*, 6 (4), 941-951.

de Campos, L. M., Leimann, F. V., Pedrosa, R. C. ve Ferreira, S. R., 2008, Free radical scavenging of grape pomace extracts from Cabernet sauvingnon (Vitis vinifera), *Bioresour Technol*, 99 (17), 8413-8420.

de Souza, V. B., Thomazini, M., Balieiro, J. C. d. C. ve Fávaro-Trindade, C. S., 2015, Effect of spray drying on the physicochemical properties and color stability of the powdered pigment obtained from vinification byproducts of the Bordo grape (Vitis labrusca), *Food and Bioproducts Processing*, 93, 39-50.

Đorđević, V., Balanč, B., Belščak-Cvitanović, A., Lević, S., Trifković, K., Kalušević, A., Kostić, I., Komes, D., Bugarski, B. ve Nedović, V., 2014, Trends in Encapsulation Technologies for Delivery of Food Bioactive Compounds, *Food Engineering Reviews*, 7 (4), 452-490.

Dorn, G., Savenkova, T., Sidorova, O. ve Golub, O., 2015, Confectionery Goods for Healthy Diet, *Foods and Raw Materials*, 3 (1), 70-76.

Downey, M. O., Harvey, J. S. ve Robinson, S. P., 2008, The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10 (1), 55-73.

Drosou, C., Kyriakopoulou, K., Bimpilas, A., Tsimogiannis, D. ve Krokida, M., 2015, A comparative study on different extraction techniques to recover red grape pomace polyphenols from vinification byproducts, *Industrial Crops and Products*, 75, 141-149.

Dufour, C. ve Sauvaitre, I., 2000, Interactions between anthocyanins and aroma substances in a model system. Effect on the flavor of grape-derived beverages, *J Agric Food Chem*, 48 (5), 1784-1788.

Erdem, F., GÜNdoĞAn, E. N., Yilmaz, M. S., SezgİN, İ., SummakoĞLu, Y. ve ŞAkiyan DemİRkol, Ö., 2021, KUŞBURNU (Rosa canina) FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN MİKROENKAPSÜLASYONU, *Gıda*, 46 (4), 1026-1039.

Ergün, A. R. ve Tekgül, Y., 2021, Farkli Karbonhİdrat Formülasyonlari İle Üretİlmiş Ayva Suyu Konsantresİ Katkili Sert Şekerlerİn Kalİte Özellİklerİnİn İncelenmesİ, *Gıda*, 46 (3), 528-538.

Ersus, S. ve Yurdagel, U., 2007, Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (Daucus carota L.) by spray drier, *Journal of Food Engineering*, 80 (3), 805-812.

FAO, 2023, FAO statistical database, https://www.fao.org/home/en/: [28.06.2024].

FAO, G., 2011, Global food losses and food waste–Extent, causes and prevention, *SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction*, 9, 2011.

Fernandez, M. L. A., Espino, M., Gomez, F. J. V. ve Silva, M. F., 2018, Novel approaches mediated by tailor-made green solvents for the extraction of phenolic compounds from agro-food industrial by-products, *Food Chem*, 239, 671-678.

Friedman, H. H., Whitney, J. E. ve Szczesniak, A. S., 2006, The Texturometer—A New Instrument for Objective Texture Measurement, *Journal of Food Science*, 28 (4), 390-396.

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A. ve Saurel, R., 2007, Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview, *Food Research International*, 40 (9), 1107-1121.

Giusti, M. M. ve Wrolstad, R. E., 2003, Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems, *Biochemical Engineering Journal*, 14 (3), 217-225.

Gomes, S., Finotelli, P. V., Sardela, V. F., Pereira, H. M. G., Santelli, R. E., Freire, A. S. ve Torres, A. G., 2019, Microencapsulated Brazil nut (Bertholletia excelsa) cake extract powder as an added-value functional food ingredient, *Lwt*, 116.

Gunes, R., Palabiyik, I. ve Kurultay, S., 2024, A preliminary study on the use of phycocyanin as a natural blue color source in toffee-type soft candy: Effect of storage temperature and pigment concentration, *Food Science & Nutrition*.

Gülhan, A., Çoklar, H. ve Akbulut, M., 2023a, Evaluation the Storage Stability of Crab Apple (Malus floribunda) Anthocyanins, a Natural Antioxidant Colorant, in Turkish Delights, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66.

Gülhan, A., Çoklar, H. ve Akbulut, M., 2023b, The Usability of Crab Apple (Malus floribunda) Anthocyanins as a Natural Colorant in Apple Marmalade, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66.

Güneş, R., Palabiyik, İ. ve Kurultay, Ş., 2018, Şekerleme Teknolojİsİnde Fonksİyonel ÜrÜn Üretİmİ, *Gıda*, 43 (6), 984-1001.

Harbourne, N., Jacquier, J. C., Morgan, D. J. ve Lyng, J. G., 2008, Determination of the degradation kinetics of anthocyanins in a model juice system using isothermal and non-isothermal methods, *Food Chemistry*, 111 (1), 204-208.

Hartel, R. W., Hofberger, R. ve von Elbe, J. H., 2018, Confectionery Science and Technology. Caramel, Fudge and Toffee. Springer, Cham, Springer International Publishing : Imprint: Springer,**:** 1 online resource (XXI, 536 pages 228 illustrations, 559 illustrations in color.

He, F., Mu, L., Yan, G. L., Liang, N. N., Pan, Q. H., Wang, J., Reeves, M. J. ve Duan, C. Q., 2010, Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes, *Molecules*, 15 (12), 9057-9091.

Hinkova, A., Bubnik, Z. ve Kadlec, P., 2015, Chemical Composition of Sugar and Confectionery Products, In: Handbook of Food Chemistry, Eds, p. 585-626.

Kabir, F., Tow, W. W., Hamauzu, Y., Katayama, S., Tanaka, S. ve Nakamura, S., 2015, Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products, *Food Chem*, 167, 358-362.

Kavak, D. D. ve Akpunar, E. B., 2018, Quality characteristics of Turkish delight (lokum) as influenced by different concentrations of cornelian cherry pulp, *Journal of Food Processing and Preservation*, 42 (7).

Kennedy, J., 2002, Understanding Grape Berry Development, *Practical Winery & Vineyard* (4), 1-5.

Kırca, A., Özkan, M. ve Cemerogˇlu, B., 2006, Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars, *Food Chemistry*, 97 (4), 598-605.

Kırca, A., Özkan, M. ve Cemeroğlu, B., 2007, Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins, *Food Chemistry*, 101 (1), 212-218.

Kong, J. M., Chia, L. S., Goh, N. K., Chia, T. F. ve Brouillard, R., 2003, Analysis and biological activities of anthocyanins, *Phytochemistry*, 64 (5), 923-933.

Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C. ve Pehu, E., 2006, Opportunities for Strengthening the Sector in Developing Countries. World Bank Agriculture & Rural Development Department, World Bank.

Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E. ve Etherton, T. D., 2002, Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer, *Am J Med*, 113 Suppl 9B, 71S-88S.

Kuck, L. S. ve Norena, C. P., 2016, Microencapsulation of grape (Vitis labrusca var. Bordo) skin phenolic extract using gum Arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agents, *Food Chem*, 194, 569-576.

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O. ve Ward, P. J., 2012, Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use, *Sci Total Environ*, 438, 477-489.

Labuza, T. P. ve Riboh, D., 1982, Theory and Application of Arrhenius Kinetics to the Prediction of Nutrient Losses in Foods, *Food Technology*, 36, 66-74.

Labuza, T. P., 1984, Application of chemical kinetics to deterioration of foods, *Journal of Chemical Education*, 61 (4).

Louli, V., Ragoussis, N. ve Magoulas, K., 2004, Recovery of phenolic antioxidants from wine industry by-products, *Bioresour Technol*, 92 (2), 201-208.

Machado, S. C. ve Zotarelli Filho, I. J., 2021, The influence of diet patterns on Alzheimer's risk: a concise systematic review, *International Journal of Nutrology*, 14 (3).

Maier, T., Fromm, M., Schieber, A., Kammerer, D. R. ve Carle, R., 2009, Process and storage stability of anthocyanins and non-anthocyanin phenolics in pectin and gelatin gels enriched with grape pomace extracts, *European Food Research and Technology*, 229 (6), 949-960.

Marcillo-Parra, V., Tupuna-Yerovi, D. S., González, Z. ve Ruales, J., 2021, Encapsulation of bioactive compounds from fruit and vegetable by-products for food application – A review, *Trends in Food Science & Technology*, 116, 11-23.

Melgarejo, P., Martínez, R., Hernández, F., Martínez, J. J. ve Legua, P., 2011, Anthocyanin content and colour development of pomegranate jam, *Food and Bioproducts Processing*, 89 (4), 477-481.

Menrad, K., 2003, Market and marketing of functional food in Europe, *Journal of Food Engineering*, 56 (2-3), 181-188.

Mevka, 2018, Karaman İlinde Ekşi Kara Üzüm Çeşidi, https://www.mevka.org.tr/assets/upload/dosyalar/DsyUhIhIV10282019100012AM.pdf:

Mohamed Ahmed, I. A., Özcan, M. M., Al Juhaimi, F., Babiker, E. F. E., Ghafoor, K., Banjanin, T., Osman, M. A., Gassem, M. A. ve Alqah, H. A. S., 2020, Chemical

composition, bioactive compounds, mineral contents, and fatty acid composition of pomace powder of different grape varieties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (7).

Morris, M. C., Tangney, C. C., Wang, Y., Sacks, F. M., Barnes, L. L., Bennett, D. A. ve Aggarwal, N. T., 2015, MIND diet slows cognitive decline with aging, *Alzheimers Dement*, 11 (9), 1015-1022.

Muranyi, P., 2012, Functional Edible Coatings for Fresh Food Products, *Journal of Food Processing & Technology*, 04 (01).

Naczk, M. ve Shahidi, F., 2006, Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis, *J Pharm Biomed Anal*, 41 (5), 1523-1542.

Önder, H. ve Aydar, A. Y., 2022, Şekerleme Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Fonksiyonel Yumuşak Şekerleme Üretimi Raw Materials Used in Confectionery Products and Functional Soft Confectionery Production, *Aydin Gastronomy*, 6 (1), 65-78.

Özen, G., Akbulut, M. ve Artık, N., 2011, Stability of Black Carrot Anthocyanins in the Turkish Delight (Lokum) during Storage, *Journal of Food Process Engineering*, 34 (4), 1282-1297.

Paredes-Lopez, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Perez, M. ve Hernandez-Perez, T., 2010, Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life--a review, *Plant Foods Hum Nutr*, 65 (3), 299-308.

Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C. ve Tiwari, B. K., 2010, Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation, *Trends in Food Science & Technology*, 21 (1), 3-11.

Pereira Souza, A. C., Deyse Gurak, P. ve Damasceno Ferreira Marczak, L., 2017, Maltodextrin, pectin and soy protein isolate as carrier agents in the encapsulation of anthocyanins-rich extract from jaboticaba pomace, *Food and Bioproducts Processing*, 102, 186-194.

Peron, D. V., Fraga, S. ve Antelo, F., 2017, Thermal degradation kinetics of anthocyanins extracted from jucara (Euterpe edulis Martius) and "Italia" grapes (Vitis vinifera L.), and the effect of heating on the antioxidant capacity, *Food Chem*, 232, 836-840.

Picos-Salas, M. A., Heredia, J. B., Leyva-López, N., Ambriz-Pérez, D. L. ve Gutiérrez-Grijalva, E. P., 2021, Extraction Processes Affect the Composition and Bioavailability of Flavones from Lamiaceae Plants: A Comprehensive Review, *Processes*, 9 (9).

Pourmohammadi, K., Abedi, E., Hashemi, S. M. B. ve Torri, L., 2018, Effects of sucrose, isomalt and maltodextrin on microstructural, thermal, pasting and textural properties of wheat and cassava starch gel, *Int J Biol Macromol*, 120 (Pt B), 1935-1943.

Quintanilla-Carvajal, M. X., Camacho-Díaz, B. H., Meraz-Torres, L. S., Chanona-Pérez, J. J., Alamilla-Beltrán, L., Jimenéz-Aparicio, A. ve Gutiérrez-López, G. F., 2010, Nanoencapsulation: A New Trend in Food Engineering Processing, *Food Engineering Reviews*, 2 (1), 12.

Quiros-Sauceda, A. E., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I. ve Gonzalez-Aguilar, G. A., 2014, Edible coatings as encapsulating matrices for bioactive compounds: a review, *J Food Sci Technol*, 51 (9), 1674-1685.

Rajha, H. N., Darra, N. E., Hobaika, Z., Boussetta, N., Vorobiev, E., Maroun, R. G. ve Louka, N., 2014, Extraction of Total Phenolic Compounds, Flavonoids, Anthocyanins and Tannins from Grape Byproducts by Response Surface Methodology. Influence of Solid-Liquid Ratio, Particle Size, Time, Temperature and Solvent Mixtures on the Optimization Process, *Food and Nutrition Sciences*, 05 (04), 397-409.

Ramaswamy, H. S. ve Marcotte, M., 2005, Food Processingg: Principles and Applications, *Boca Raton*, Taylor & Francis Group, p.

Rezende, Y., Nogueira, J. P. ve Narain, N., 2018, Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (Malpighia emarginata DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization, *Food Chem*, 254, 281-291.

Ribeiro da Silva, L. M., Teixeira de Figueiredo, E. A., Silva Ricardo, N. M., Pinto Vieira, I. G., Wilane de Figueiredo, R., Brasil, I. M. ve Gomes, C. L., 2014, Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil, *Food Chem*, 143, 398-404.

Ristic, R., Downey, M. O., Iland, P. G., Bindon, K., Francis, I. L., Herderich, M. ve Robinson, S. P., 2007, Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13 (2), 53-65.

Roberfroid, M. B., 2000, A European consensus of scientific concepts of functional foods, *Nutrition*, 16 (7-8), 689-691.

Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepulveda, E., Chavez, J. ve Saenz, C., 2010, Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (Punica granatum) by spray drying, *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (7), 1386-1394.

Rodríguez Montealegre, R., Romero Peces, R., Chacón Vozmediano, J. L., Martínez Gascueña, J. ve García Romero, E., 2006, Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape Vitis vinifera varieties grown in a warm climate, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7), 687-693.

Rokosik, E., Dwiecki, K. ve Siger, A., 2019, The quality of cold-pressed rapeseed oil obtained from seeds of Brassica napus L. with increased moisture content, *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 18 (2), 205-218.

Sadiq, U., Gill, H. ve Chandrapala, J., 2021, Casein Micelles as an Emerging Delivery System for Bioactive Food Components, *Foods*, 10 (8).

Santos, A. B. d., Fávaro-Trindade, C. S. ve Grosso, C. R. F., 2005, Preparo e caracterização de microcápsulas de oleoresina de páprica obtidas por atomização, *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 25 (2), 322-326.

Santos, S. S., Rodrigues, L. M., Costa, S. C. ve Madrona, G. S., 2019, Antioxidant compounds from blackberry (Rubus fruticosus) pomace: Microencapsulation by spray-dryer and pH stability evaluation, *Food Packaging and Shelf Life*, 20.

Schultz, H., 2000, Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6 (1), 2-12.

Sevindik, M., 2018, Pharmacological Properties of Mentha Species, *Journal of Traditional Medicine & Clinical Naturopathy*, 07 (01).

Sharma, R. ve Singh, R. B., 2010, Bioactive Foods and Nutraceutical Supplementation Criteria in Cardiovascular Protection, *The Open Nutraceuticals Journal*, 3 (1), 141-153.

Silva-Weiss, A., Ihl, M., Sobral, P. J. A., Gómez-Guillén, M. C. ve Bifani, V., 2013, Natural Additives in Bioactive Edible Films and Coatings: Functionality and Applications in Foods, *Food Engineering Reviews*, 5 (4), 200-216.

Skujins, A., 1998, A short guide to Vista series. ICP-AES Operation, Handbook for ICPAES (Varian-Vista). Varian Int. AG, Zug, Version 1.0, Switzerland.

Socaci, S. A., Rugină, D. O., Diaconeasa, Z. M., Pop, O. L., Fărcaș, A. C., Păucean, A., Tofană, M. ve Pintea, A., 2017, Antioxidant Compounds Recovered from Food Wastes, p.

Souza, V. B., Fujita, A., Thomazini, M., da Silva, E. R., Lucon, J. F., Jr., Genovese, M. I. ve Favaro-Trindade, C. S., 2014, Functional properties and stability of spray-dried pigments from Bordo grape (Vitis labrusca) winemaking pomace, *Food Chem*, 164, 380-386.

Stoll, L., Costa, T. M. H., Jablonski, A., Flôres, S. H. ve de Oliveira Rios, A., 2016, Microencapsulation of Anthocyanins with Different Wall Materials and Its Application in Active Biodegradable Films, *Food and Bioprocess Technology*, 9 (1), 172-181.

Szajdek, A. ve Borowska, E. J., 2008, Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review, *Plant Foods Hum Nutr*, 63 (4), 147-156.

Tan, C. P., Che Man, Y. B., Selamat, J. ve Yusoff, M. S. A., 2001, Application of arrhenius kinetics to evaluate oxidative stability in vegetable oils by isothermal differential scanning calorimetry, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78 (11).

Taskesenlioglu, M. Y., Ercisli, S., Kupe, M. ve Ercisli, N., 2022, History of Grape in Anatolia and Historical Sustainable Grape Production in Erzincan Agroecological Conditions in Turkey, *Sustainability*, 14 (3).

Thies, C., 1996, A survey of microencapsulation processes, *Drugs and the pharmaceutical sciences*, 73, 1-19.

TOB, 2023, 2022 Üzüm Raporu, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2023-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/%C3%9CZ%C3%9CM%20T%C3%9CP%20HAZ%C4%B0RAN%202023-TEPGE.pdf: [28.06.2024].

Tolun, A., Altintas, Z. ve Artik, N., 2016, Microencapsulation of grape polyphenols using maltodextrin and gum arabic as two alternative coating materials: Development and characterization, *J Biotechnol*, 239, 23-33.

Tseng, A. ve Zhao, Y., 2013, Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing, *Food Chem*, 138 (1), 356-365.

TUİK, 2023, TUİK Türkiye üzüm istatistikleri, https://www.tuik.gov.tr/: [28.06.2024].

Visioli, F., Galli, C., Plasmati, E., Viappiani, S., Hernandez, A., Colombo, C. ve Sala, A., 2000, Olive phenol hydroxytyrosol prevents passive smoking-induced oxidative stress, *Circulation*, 102 (18), 2169-2171.

Wang, W.-D. ve Xu, S.-Y., 2007, Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate, *Journal of Food Engineering*, 82 (3), 271-275.

Wang, X., Li, X., Chen, L., Xie, F., Yu, L. ve Li, B., 2011, Preparation and characterisation of octenyl succinate starch as a delivery carrier for bioactive food components, *Food Chemistry*, 126 (3), 1218-1225.

Watrelot, A. A. ve Hollis, J., 2024, Quality Characteristics of Piquette: A Potential Use of Grape Pomace, *Beverages*, 10 (3).

Wildman, R. E. C., Wildman, R. ve Wallace, T. C., 2006, Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods, *Boca Raton*, CRC Basın, p.

Xing, R.-R., He, F., Xiao, H.-L., Duan, C.-Q. ve Pan, Q.-H., 2015, Accumulation Pattern of Flavonoids in Cabernet Sauvignon Grapes Grown in a Low-Latitude and High-Altitude Region, *South African Journal of Enology & Viticulture*, 36 (1).

Xu, C., Yagiz, Y., Hsu, W. Y., Simonne, A., Lu, J. ve Marshall, M. R., 2014, Antioxidant, antibacterial, and antibiofilm properties of polyphenols from muscadine grape (Vitis rotundifolia Michx.) pomace against selected foodborne pathogens, *J Agric Food Chem*, 62 (28), 6640-6649.

Yamashita, C., Chung, M. M. S., dos Santos, C., Mayer, C. R. M., Moraes, I. C. F. ve Branco, I. G., 2017, Microencapsulation of an anthocyanin-rich blackberry (Rubus spp.) by-product extract by freeze-drying, *Lwt*, 84, 256-262.

Yıldırım, A., 2019, Mahonya (Mahonia aquifolium) meyvesi antosiyaninlerinin enkapsülasyonu ve depolama stabilitelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya.

Yilmaz, Y. ve Toledo, R. T., 2004, Major flavonoids in grape seeds and skins: antioxidant capacity of catechin, epicatechin, and gallic acid, *J Agric Food Chem*, 52 (2), 255-260.

Zhang, R., Zhou, L., Li, J., Oliveira, H., Yang, N., Jin, W., Zhu, Z., Li, S. ve He, J., 2020, Microencapsulation of anthocyanins extracted from grape skin by emulsification/internal gelation followed by spray/freeze-drying techniques: Characterization, stability and bioaccessibility, *Lwt*, 123.

EKLER

EK-1 Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan toffe tip yumuşak şekerlemelerin TPA sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	DF	Sertlik		Elastikiyet		İç Yapışkanlık		Yapışkanlık	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	35394807	103.73*	0.003230	7.14*	0.003597	13.00*	10482.4	6.15*
Sıcaklık (ºC) (*B*)	2	1445819	4.24*	0.000078	0.17	0.000051	0.19	892.5	0.52
Dep. Süresi (gün) (*C*)	3	6712441	19.67*	0.025954	57.42*	0.019267	69.66*	4258.3	2.50
AxB	6	1156353	3.39*	0.000166	0.37	0.000215	0.78	1230.1	0.72
AxC	9	1420328	4.16*	0.000622	1.38	0.000615	2.22*	2331.5	1.37
BxC	6	1202786	3.53*	0.000333	0.74	0.000201	0.73	626.4	0.37
AxBxC	18	889593	2.61*	0.000456	1.01	0.000328	1.18	2179.1	1.28
Hata	132	341215		0.000452		0.000277		1703.5	

*P<0.05

EK-2 Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan toffe tip yumuşak şekerlemelerin TPA sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	DF	Sakızımsılık		Çiğnenebilirlik		Esneklik	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	155464	50.50*	1439.13	14.08*	0.000343	18.62*
Sıcaklık (ºC) (*B*)	2	2777	0.90	35.30	0.35	0.000025	1.34
Dep. Süresi (gün) (*C*)	3	213686	69.41*	3523.55	34.47*	0.001260	68.48*
AxB	6	3227	1.05	43.93	0.43	0.000036	1.97
AxC	9	9761	3.17*	271.70	2.66*	0.000040	2.15*
BxC	6	9290	3.02*	184.19	1.80	0.000022	1.19
AxBxC	18	1792	0.58	53.79	0.53	0.000016	0.84
Hata	132	3079		102.21		0.000018	

*P<0.05

EK-3 Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş toz ekstraktların mineral içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	DF	Ca		Fe		K		Mg	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	8851.50	213.03*	1.927	0.30	864.55	71.60*	154.263	33.78*
Hata	8	41.55		6.354		12.08		4.567	

*P<0.05

EK-4 Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş toz ekstraktların mineral içeriğine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	DF	Na		P		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	8851.50	213.03*	1.927	0.30	864.55	71.60*
Hata	8	41.55		6.354		12.08	

*P<0.05

EK-5 Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan toffe tip yumuşak şekerlemelerin reflektans renk sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları (*L**, *a** ve *b**)

Varyasyon Kaynağı	DF	*L**		*a**		*b**	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	1677.89	1719.57*	838.48	1168.57*	226.437	574.35*
Sıcaklık (ºC) (*B*)	2	31.17	31.95*	143.80	200.40*	380.341	964.72*
Dep. Süresi (gün) (*C*)	4	77.41	79.34*	1060.12	1477.47*	646.705	1640.35*
AxB	6	1.82	1.87	5.25	7.32*	3.269	8.29*
AxC	12	7.40	7.58*	9.42	13.13*	1.187	3.01*
BxC	8	3.46	3.55*	12.92	18.01*	31.758	80.55*
AxBxC	24	1.85	1.90*	1.45	2.02*	1.052	2.67*
Hata	180	0.98		0.72		0.394	

*P<0.05

EK-6 Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan toffe tip yumuşak şekerlemelerin reflektans renk sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları (*C** ve *h*)

Varyasyon Kaynağı	DF	*C**		*h*	
		KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	584.927	886.09*	101375	83.76*
Sıcaklık (ºC) (*B*)	2	3.617	5.48*	29543	24.41*
Dep. Süresi (gün) (*C*)	4	604.750	916.12*	840659	694.61*
AxB	6	12.942	19.61*	72398	59.82*
AxC	12	25.776	39.05*	22945	18.96*
BxC	8	3.153	4.78*	10234	8.46*
AxBxC	24	2.112	3.20*	12710	10.50*
Hata	180	0.660		1210	

*P<0.05

EK-7 Farklı sıcaklık ve sürelerde depolanan toffe tip yumuşak şekerlemelerin TMA, TFM ve DPPH sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	DF	TFM (mg GAE/kg)		DPPH radikal süpürme aktivitesi (mmol TE/kg)		TMA (mg CGE/kg)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Örnek (*A*)	3	332309	87.58*	121.309	523.37*	8937.59	1001.81*
Sıcaklık (ºC) (*B*)	2	6660	4.25	0.185	0.80	1232.75	138.18*
Dep. Süresi (gün) (*C*)	4	11953	3.86*	3.109	13.41*	5112.11	573.01*
AxB	6	1569	1.80	0.384	1.66	181.61	20.36*
AxC	12	3095	3.56*	0.742	3.20*	742.86	83.27*
BxC	8	2192	2.52*	0.360	1.55	80.28	9.00*
AxBxC	24	870	0.42	0.449	1.94*	22.06	2.47*
Hata	60	2078		0.232		8.92	

*P<0.05

EK-8 Enkapsüle edilmiş ve edilmemiş Ekşi Kara üzüm posası toz ekstraktı ilave edilmiş toffe tip yumuşak şekerlemelerin görselleri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Serdar YEŞİL
Uyruğu **:** TC

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:		
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi**	**2018**
Doktora	:	**Selçuk Üniversitesi**	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2019-	**Karabük Üniversitesi**	**Öğretim Görevlisi**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR