



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KİTOSANIN VİŞNE SUYUNDA DURULTMA YARDIMCI MADDESİ
OLARAK KULLANIM POTANSİYELİNİN VE DEPOLANMASI
SÜRECİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Buğra YILDIZ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kader TOKATLI

TOKAT- 2024



Bu tez çalışması;

**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 2020/57)
tarafından maddi olarak desteklenmiştir.**

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Kader TOKATLI danışmanlığında hazırlamış olduğum “KİTOSANIN VİŞNE SUYUNDA DURULTMA YARDIMCI MADDESİ OLARAK KULLANIM POTANSİYELİNİN VE DEPOLANMASI SÜRECİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

31/10/2024

Ahmet Buğra YILDIZ



JÜRİ KABUL VE ONAY

Ahmet Buğra YILDIZ tarafından hazırlanan “**Kitosanın Vişne Suyunda Durultma Yardımcı Maddesi Olarak Kullanım Potansiyelinin ve Depolanması Sürecinde Kalite Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 31.10.2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kader TOKATLI

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esra ESİN

.....

ONAY

...../...../.....

Doç. Dr. Yusuf TEMÜR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

Önsöz/Teşekkür

Yüksek lisans sürecim boyunca başta bu tez çalışmasında olmak üzere bana yol gösteren, kıymetli bilgileriyle beni yönlendiren, eksilmeyen hoşgörüsü ve sabrıyla desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kader TOKATLI'ya,

Değerli görüşleriyle katkı sağlayan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esra ESİN'e,

Laboratuvar çalışmalarım boyunca yardımlarını eksik etmeyerek, bu süreçte bana destek olan çok değerli arkadaşım Işık Hazal KÜPCÜ'ye,

Hayatımın her anında olduğu gibi bu eğitim döneminde de maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan, bugüne gelmemde paha biçilemez bir emek sahibi olan annem Berrin YILDIZ'a, babam Faruk YILDIZ'a ve ablam İkra Ceren YILDIZ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet Buğra YILDIZ

Tokat, Ekim 2024

ÖZET

KİTOSANIN VIŞNE SUYUNDA DURULTMA YARDIMCI MADDESİ OLARAK KULLANIM POTANSİYELİNİN VE DEPOLANMASI SÜRECİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Yıldız, Ahmet Buğra

Yüksek Lisans, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Kader Tokatlı

Ekim 2024, 74 sayfa

Bu tezde, vişne suyu üretiminin en önemli basamaklarından birini oluşturan durultma aşamasında kullanılan durultma yardımcı maddelerine alternatif olarak kitosan kullanımı ve kitosanın 6 aylık depolama süresince vişne suyunun kalite değişimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 2 farklı özellikteki kitosanla birlikte kıyaslama yapabilmek için geleneksel durultma yardımcı maddeleri de kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında vişne suyu üretiminde kitosanın durultma yardımcı maddesi olarak kullanılabilecek optimum koşulları konsantrasyon, süre ve sıcaklık denemeleri ile belirlenmiştir. İkinci aşamada, belirlenmiş olan optimum koşullar altında vişne suyu üretimleri gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise kitosan ve geleneksel durultma yardımcı maddeleri ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de 6 ay depolanması süresince bulanıklık, pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde (SÇKM), renk, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite (TEAC ve FRAP) değerlerindeki değişimler belirlenmiş ve kıyaslanmıştır.

Çalışmada her iki kitosan için de optimum koşullar 1.75 g/L kitosan, 50°C sıcaklık ve 90 dakika inkübasyon süresi olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda üretimi yapılan vişne sularının 4°C ve 25°C’de 6 aylık depolanması süresince meydana gelen değişimleri incelenmiş ve geleneksel durultma yardımcı maddesi ile üretilen vişne suyu ile kıyaslanmıştır. 4°C depolama sıcaklığında pH, titrasyon asitliği, SÇKM, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite; 25°C depolama sıcaklığında ise pH, titrasyon asitliği, SÇKM, renk ve antioksidan kapasite açısından benzer değişimler gösterdikleri saptanmıştır. Her 2 depolama sıcaklığında toplam antosiyanin ve 25°C depolama sıcaklığında toplam fenolik madde de meydana gelen değişimler açısından ise üstün özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Sonuçlar kitosanın geleneksel durultma yardımcı maddelerine alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Vişne suyu, Kitosan, Durultma, Kalite, Depolama

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE POTENTIAL USE OF CHITOSAN AS A CLARIFYING AID IN SOUR CHERRY JUICE AND ITS EFFECTS ON QUALITY PROPERTIES DURING STORAGE

Yıldız, Ahmet Buğra

Master's Thesis, Institute of Science Department of Food Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Kader Tokatlı

October 2024, 74 pages

In this thesis, the use of chitosan as an alternative to the clarification aid used in the clarification stage, which is one of the most important steps of sour cherry juice production, and the effects of chitosan on the quality changes of sour cherry juice during 6 months of storage were investigated. In the study, traditional clarification aids were also used to make comparisons with 2 different chitosan. In the first stage of the study, the optimum conditions for chitosan to be used as a clarification aid in the production of sour cherry juice were determined by concentration, time, and temperature experiments. In the second stage, sour cherry juice was produced under the determined optimum conditions. At the last stage, changes in turbidity, pH, titration acidity, soluble solid content (SSC), color, total anthocyanin, total phenolic substance, and antioxidant capacity (TEAC and FRAP) values of sour cherry juices produced with chitosan and traditional clarification aids during 6 months of storage at 4°C and 25°C were determined and compared.

In the study, optimum conditions for both chitosan were determined as 1.75 g/L chitosan, 50°C temperature and 90 minutes incubation time. The changes in the sour cherry juice produced under these conditions during the 6-month storage at 4°C and 25°C were investigated and compared with the sour cherry juice produced with the traditional clarification aid. It was determined that they showed similar changes in terms of pH, titration acidity, SSC, color, total phenolic substance, and antioxidant capacity at 4°C storage temperature; pH, titration acidity, TSS, color and antioxidant capacity at 25°C storage temperature. It was determined that they have superior properties in terms of changes in total anthocyanin at both storage temperatures and total phenolic substance at 25°C storage temperature. The results show that chitosan can be used as an alternative to conventional clarification aids.

Keywords: Sour cherry juice, Chitosan, Clarification, Quality, Storage

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY	ii
Önsöz/Teşekkür.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Vişne.....	5
2.2. Vişne suyu üretimi.....	8
2.3. Durultma Yardımcı Maddeleri	12
2.3.1. Jelatin.....	12
2.3.2. Bentonit	13
2.3.3. Kazein.....	13
2.3.4. Kizelsol.....	14
2.3.5. Tanen	14
2.3.6. Yumurta albümini.....	14
2.3.7. Polivinilpoliprolidon (PVPP)	15
2.3.8. Kitosan.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Üretim yöntemleri	23
3.2.2. Analiz yöntemleri	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4.1 Vişne Suyu Üretimi için Kullanılacak Kitosan Konsantrasyonu, Uygulama Süresi ve Uygulama Sıcaklığının Belirlenmesi.....	28

4.1.1.	Vişne suyu üretimi.....	31
4.2.	Vişne Sularının Depolama Süresince Kalite Değişimleri.....	33
4.2.1.	Bulanıklık	33
4.2.2.	pH değeri	35
4.2.3.	Titrasyon asitliği.....	37
4.2.4.	Suda çözünür kuru madde	39
4.2.5.	Renk.....	40
4.2.6.	Toplam monomerik antosiyanin.....	45
4.2.7.	Toplam fenolik madde.....	47
4.2.8.	Antioksidan kapasite	49
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	53
6.	KAYNAKLAR.....	55
7.	EKLER.....	60

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa
Çizelge 2.1. Durultma yardımcı maddelerinin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması	12
Çizelge 4. 1. Kitosan 1'e ait sıcaklık, süre ve konsantrasyon deneme desenleri ve bulanıklık sonuçları	29
Çizelge 4. 2. Kitosan 2'ye ait sıcaklık, süre ve konsantrasyon deneme desenleri ve bulanıklık sonuçları	30
Çizelge 4. 3. Vişne suyu örneklerinin durultma yardımcı maddesi ilavesi öncesi, durultma yardımcı maddesi ilavesi sonrası ve pastörizasyon sonrası bulanıklık değerleri	31
Çizelge 4. 4. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait bulanıklık (NTU) sonuçları	34
Çizelge 4.5. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait pH değerleri	36
Çizelge 4.6. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait titrasyon asitliği (% malik asit) değerleri	38
Çizelge 4. 7. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait suda çözünür kuru madde (briks) değerleri	40
Çizelge 4. 8. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait L* değerleri	41
Çizelge 4. 9. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait a* değerleri	42
Çizelge 4. 10. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait b* değerleri	43
Çizelge 4. 11. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait ΔE değerleri	44
Çizelge 4. 12. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait ΔC değerleri	44
Çizelge 4. 13. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait toplam monomerik antosiyanin (mg siyanidin-3- rutinosit/L) içerikleri	46
Çizelge 4. 14. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait toplam fenolik madde (mg GAE/L) içerikleri	48
Çizelge 4. 15. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait TEAC (μmol TE/L) değerleri	49
Çizelge 4. 16. 4°C ve 25°C'de depolanan vişne sularına ait FRAP (μmol TE/L) değerleri	50

1. GİRİŞ

Vişne (*Prunus cerasus* L.) Rosaceae familyasına ait ekşi tada sahip, sert çekirdekli, anavatanı Anadolu ve Balkanlar olan bir meyvedir. Türkiye 2021 yılında Dünyada üretilen toplam 1.514.664 ton vişnenin 183.757 tonuna sahiptir (FAOSTAT, 2021). Türkiye’de vişne taze olarak tüketilebildiği gibi konserve ve reçel olarak da tüketilmekte ancak en çok meyve suyuna işlenmektedir. Vişne suyu çekici rengi ve kuvvetli aroması ile yaygın olarak tüketilen bir meyve suyudur (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

Meyve Suyu Endüstrisi Derneği’nin 2011 yılında yayınladığı rapora göre Türkiye meyve suyu sanayiinde işlenen meyvelerde yaklaşık %46 ile en büyük payı elma oluştururken, ikinci sırada şeftali ve üçüncü sırada ise nar yer almaktadır. Bunları ise sırasıyla vişne, portakal ve kayısı izlemektedir. Bununla birlikte Türkiye’de meyve suyu sanayisinde faaliyet gösteren 37 firmanın 23’ü vişne işlemektedir (MEYED, 2011). Ancak Dünya’daki vişne suyu üretimi oldukça düşüktür. Bunun başlıca nedeni vişne ve vişne suyunun öneminin hem beslenme hem de sağlık açısından bilinmemesidir.

Vişne, hidroksisinamik asitler, flavonoller ve flavan-3-ollerin (prosiyanidinler) yanı sıra önemli miktarlarda antosiyanin içeren fenolik bileşikler bakımından zengindir. Bonerz ve ark. (2007) vişne suyunun antioksidan aktivitesinin esas olarak fenolik bileşiklerden kaynaklandığını ve klorojenik asit, 3-kumaroilkuinik asit ve neoklorojenik asitin başlıca fenolikleri oluşturduğunu saptamışlardır. Damar ve Ekşi (2012) 11 farklı vişne çeşidinden ürettikleri vişne sularının antioksidan kapasitesi ve antosiyanin profillerini belirledikleri çalışmalarında; örneklerin antioksidan kapasitelerini 20.0-37.9 TEAC mmol/L, toplam fenolik içeriklerini 1510-2550 mg/L ve toplam monomerik antosiyanin içeriklerini ise 350-633.5 mg/L olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada vişne sularının başlıca antosiyanin fraksiyonlarının siyanidin-3-rutinozit, siyanidin-3-glukozit, siyanidin-3-glukozilrutinozit ve siyanidin-3-soforozit olduğu saptanmıştır.

Vişnenin vişne suyuna işlenmesinde şu işlem aşamaları yer alır. (1) Yıkanan vişnelerin sapları, sap ayırma makinalarında ayrılır. (2) Valsli parçalayıcılarda taneler ezilir. (3) Mayşe 80°C’ye ısıtılır ve ardından 50°C’ye soğutulur ve (4) Yaklaşık 2 saat

enzimatik fermentasyon uygulanır. (5) Preslenmesi sonrası ham meyve suyu elde edilir. (6) Elde edilen vişne sularına durultma uygulanır. (7) Durultmadan sonra filtre edilir ve konsantreye işlenir. Vişnenin asit içerdiği yüksek olduğundan, vişne suyu direkt içilebilir nitelikte bir meyve suyu değildir. Bu nedenle %100 meyve suyundan ziyade daha çok meyve nektarı üretiminde kullanılmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

Berrak meyve suyu üretiminde en önemli aşamalardan birini durultma oluşturmaktadır. Enzimatik fermentasyondan sonra presten alınan ham meyve suyu, farklı irilikte olan meyve dokusu parçacıkları, çözünmüş pektin, nişasta, protein-tanen kompleksleri, aktif enzimler, çözünmeyen proteinler, canlı mikroorganizmalar ve ölmüş mikroorganizmalar gibi kaba dispers parçacıkları süspansiyon yapmış olarak içerir. Meyve sularının durultulmasında ilk aşamayı kolloidlerin parçalandığı depektinizasyon, ikinci aşamayı ise bulanıklığa neden olan maddelerin uzaklaştırıldığı berraklaştırma oluşturmaktadır. Depektinizasyon aşamasında bulanıklık verici unsurların parçalanması pektolitik ve/veya amilolitik enzimlerin ilavesi ile gerçekleştirilir. Berraklaştırma aşamasında ise genellikle kizelsol, bentonit, jelatin gibi durultma yardımcı maddeleri kullanılır. Meyve suyuna durultma yardımcı maddelerinin ilavesi ile kolloidal çözünmüş haldeki bulanıklık unsurların iri agregatlar halinde kümeleşip, toplanarak dibe çökmesi sağlanır (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001; Çetinkaya, 2005).

Kitosan poli- $[\beta-(1,4)-2\text{-amino-2-deoksi-}\beta\text{-D-glukopiranoz}]$ yapısında olan kitinin deasetillenmesi ile elde edilen bir polimerdir (Shahidi ve ark., 1999; Dutta ve ark., 2009). Bir karbonhidrat polimeri olan kitosan, yüksek yük yoğunluğu, reaktif hidroksil ve amino grupları ile doğrusal polikasyon şeklinde kimyasal bir yapıya sahiptir (Agboh ve Qin, 1997; Raafat ve Sahl, 2009). 3 adet fonksiyonel gruba sahiptir. Kitosanın sahip olduğu C-2 pozisyonunda amin grubu, çözünme sırasında protonlanarak kitosanın pozitif yüklü hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum ise kitosana lipitler, yağlar, kolesterol, proteinler, metal iyonları ve makromoleküller gibi negatif yüklü bileşenlerle kimyasal olarak bağlanma özelliği sağlamaktadır. Bundan dolayı da kitosan ve kitosan türevleri ticari anlamda da gittikçe önem kazanan polimerler haline gelmektedir (Kurita, 2006; Tokatlı, 2016).

Endüstriyel uygulamalarda yüksek potansiyeli olduğundan kitosana olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (No ve Meyers, 1995). Kitosan antioksidan özellik ve antimikrobiyal aktiviteye sahip önemli bir polimerdir. Gıda endüstrisinde meyve sularının durultulmasında, yenilebilir film kaplama olarak, enkapsülasyon ve enzim immobilizasyonunda, gıdanın reolojik geliştirilmesinde ve atık suların arıtılmasında da geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Shahidi ve ark., 1999; Agullo ve ark., 2003).

Kitosanın toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilen yapısı, önemini giderek artırmaktadır. Kitosan, meyve sularının berraklaştırılmasında alternatif bir madde olarak kullanılabilir. Elma, üzüm, kivi, limon, portakal, çarkıfelek meyvesi, nar gibi berrak meyve sularının üretimlerinde berraklaştırıcı ajan olarak kitosanın etkinliği birçok çalışmada rapor edilmiştir (Chatterjee ve ark., 2004; Rungsardthong ve ark., 2006 Domingues ve ark., 2012; Ghorbel-Bellaaj ve ark., 2012; Tastan ve Baysal, 2015; Diao ve ark., 2021).

Bu tezin amacı, berrak vişne suyu üretiminde en önemli aşamalardan birini oluşturan durultmada kullanılan durultma yardımcı maddelerine alternatif geliştirmek, gıda sanayiinde kullanılabilme potansiyelini belirlemek ve vişne suyunun depolanması süresince kalite özellikleri üzerine etkilerini ortaya koymaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye ekonomisi ve gelişimi açısından tarım ve tarıma dayalı sanayi sektörü oldukça kritik bir öneme sahiptir. Ülkemiz dünya çapında önemli bir meyve üreticisi konumunda ve çeşitli meyve türlerinin üretiminde dünya genelinde üst sıralarda yer almaktadır. Meyve suyu sektöründe ise büyük bir potansiyeli olduğu bilinmektedir.

Ülkemizde meyve suyu üretiminin 1960'lı yılların sonlarında başlaması ve sonraki yıllarda teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi, sektörün önemli bir ivme kazanmasını sağlamıştır. Bu süreçte ürün çeşitliliği artırılmış ve iç pazarda çeşitli meyve suyu türleri tüketilmeye başlanmıştır. İlk başlarda iç pazarda özellikle şeftali, vişne, kayısı ve karışık meyve nektarları ön plandayken, son yıllarda değişen tüketici eğilimleri doğrultusunda ve sağlıklı yaşam trendlerinin etkisiyle farklı meyve sularına olan talep artmıştır. Son yıllarda iç pazarda özellikle elma, nar, domates ve üzüm suyu gibi doğal ve sağlıklı meyve sularına olan talep artmıştır. Ayrıca, %100 meyve suyu ürünlerine olan talep de artmış ve bu ürünler önemli bir konuma gelmiştir (Aygören ve ark., 2014).

Meyve suyu endüstrisinde üretim üç tip hat üzerinden yapılmaktadır. Bunlar şeftali, kayısı gibi meyvelerin işlendiği bulanık hat; vişne, elma, üzüm gibi meyvelerin işlendiği berrak hat ve portakal, limon gibi ürünlerin işlendiği narenciye hattıdır.

Meyve Suyu Endüstrisi Derneği'nin 2011 yılında yayınladığı rapora göre Türkiye meyve suyu sanayiinde işlenen meyvelerde yaklaşık %46 ile en büyük payı elma oluştururken, ikinci sırada şeftali ve üçüncü sırada ise nar yer almaktadır. Bunları ise sırasıyla vişne, portakal ve kayısı izlemektedir. Bununla birlikte Türkiye'de meyve suyu sanayisinde faaliyet gösteren 37 firmanın 23'ü vişne işlemektedir (MEYED, 2011). Ancak Dünya'daki vişne suyu üretimi oldukça düşüktür. Bunun başlıca nedeni vişne ve vişne suyunun öneminin hem beslenme hem de sağlık açısından bilinmemesidir.

Ülkemiz 16.3 milyon ton meyve üretim kapasitesi ile dünya meyve üretiminde altıncı sırada yer almakta ve üretimin yaklaşık %3'ünü karşılamaktadır. Ülkemiz vişne ve kayısı üretiminde dünya sıralamasında birinci, nar üretiminde üçüncü, elma üretiminde

dördüncü, şeftali ve üzüm üretiminde ise altıncı sırada yer almaktadır. Bu durum Türkiye'nin tarımsal potansiyeli ve dünya pazarındaki konumunu vurgulamaktadır (MEYED, 2011).

Dünya vişne üretiminde Polonya birinci sırayı 195.000 ton ile elde ederken, Türkiye 180.917 tonluk üretimiyle ikinci sırayı almıştır. Üçüncü sırayı ise 153.000 ton üretimle Rusya almaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri ve Ukrayna izlemektedir (MEYED, 2011).

2.1.Vişne

Vişne (*Prunus cerasus* L.), gülgiller familyasından olan ve anavatanı Kuzeydoğu Anadolu olan bir meyve türüdür. Botanik adı olan *P. cerasus*, Giresun'un eski adı olan Kerasus'tan gelmektedir. Vişne, kendine özgü ekşimsi tadı, koyu kırmızı rengi ve özgün lezzetiyle yaz aylarının en sevilen meyveleri arasında yer almaktadır (Anonim, 2024).

Vişne, farklı şekillerde değerlendirilerek ve tüketilerek kullanılan çok yönlü bir meyvedir. Ekşi tadı ve eşsiz kokusuyla gıda sektöründe kurutulmuş, dondurulmuş, konserve, reçel ve meyve suyu olarak işlenmektedir (Anonim, 2024). Vişne antioksidan kapasitesinin yüksek olması nedeniyle sağlığa faydalarıyla ilişkilendirilen bir meyvedir, son yıllarda melatonin içeriği üzerine yoğunlaşmıştır (Anonim, 2024).

%85.3'ü sudan oluşan vişnenin genel besin öğeleri incelendiğinde başlıca besin öğesinin karbonhidrat olduğu ve bunun başlıca bileşenlerini ise glukoz ve fruktozun oluşturduğu görülmektedir. Vişnenin protein ve yağ miktarı oldukça az iken kül miktarı 0.6 g/100 g civarındadır (Macheix ve ark., 1990).

Vişnede baskın asit L-malik asittir. L-malik asit miktarı kuru maddede %6.4- 11.6 iken bunu glikolik asit (%0.35-2.39) ve fosforik asit (%0.49-0.82) takip etmektedir. Sitrik asit miktarı (%0.5-1.2) ise oldukça düşüktür (Fuzfai ve ark., 2004).

Vişnenin C vitamini içeriği diğer meyvelere göre düşüktür. Bununla birlikte

0.26mg/100g pantotenik asit, 0.2mg/100g α -Tokoferol, 0.2mg/100g niasin ve farklı miktarlarda B1, N2, B6 vitaminlerini de içermektedir. Vişnedeki baskın amino asit aspartik asittir. Onu glutamik asit, lisin, lösin ve valin takip etmektedir. Vişnenin mineral dağılımında potasyum miktarı (176mg/100 g) diğer minerallerden oldukça yüksektir. Potasyumu, fosfor (27.9mg/100g) ve kalsiyum (20.8mg/100g) takip etmektedir (Macheix ve ark., 1990).

Vişne, başta antosiyanin olmak üzere fenolik bileşikler açısından zengin bir meyvedir. Kendine özgü rengi antosiyaninlerden kaynaklanır (Chandra ve ark., 1992). Toplam fenolik ve toplam antosiyanin miktarı vişne çeşidine göre değişiklik göstermektedir (Kim ve ark., 2005).

Vişne meyvesinin fenolik bileşik miktarı sıcaklık ve ışıktan etkilenmekte ve olgunlaşma derecesine bağlı olarak değişmektedir. Bu bileşenler öncelikle meyvenin dış kabuğunda bulunur ve bu bileşen meyvenin tadını ve burukluğunu karakterize etmektedir (Ferretti ve ark., 2010).

Vişnede bulunan başlıca fenolik bileşikler ise kateşin, epikateşin, kuersetin-3-glukozit, kuersetin-3-rutinozit, kamferol-3-rutinozit gibi flavanollerdir (Goncalves ve ark., 2004). Vişne, uçucu bileşiklerin zengin aromasından yoksun bir meyvedir. Bu maddelerin hacmi iklimle bağlıdır. Yağışlı ve soğuk mevsimlerde aroma konsantrasyonu azalır. Vişnenin başlıca aroma bileşenleri ise benzil alkol, benzaldehit, vanilin ve eugenoldür (Poll ve ark., 2003).

Vişnelerin 10 °C ve altında saklanması önerilmekte olup en uygun sıcaklığın ise 2 °C'dir. Sıcaklık arttıkça çözünmüş katıların ve antosiyaninlerin hacmi azalır. Ayrıca eugenol gibi doğal koku bileşenleri artsa bile asetik asit ve etil alkolün oluşması nedeniyle tat ve koku değişebilmektedir (Petersen ve Poll, 1999).

Ekşiliği ve asitliği nedeni ile vişneden %100 meyve suyu yerine daha çok meyve nektarı işlenmekte ve tüketicilere sunulmaktadır. Vişne meyvesi doğrudan taze olarak da tüketilebilir. Tadı ve lezzeti nedeniyle taze vişne, birçok insan tarafından tercih edilen bir

atıştırıcılık veya tatlı seçeneğidir. Vişneler, dondurularak muhafaza edilebilir. Bu sayede meyve mevsiminin dışında da vişne tadını koruyarak kullanılabilir. Dondurulmuş vişneler, tatlılar, kekler, dondurmalar ve smoothie'ler gibi birçok tarifte kullanılabilir. Vişne, kurutularak da muhafaza edilebilir. Kurutulmuş vişne, atıştırıcılık olarak veya keklerde, granolalarda, müsli karışımlarında ve salatalarda kullanılabilir.

Vişne, konserve ve reçel yapımında sıklıkla kullanılan bir meyvedir. Konserve vişne, kış aylarında taze vişne tadını korur ve yemeklerde, tatlılarda ve soslarda kullanılabilir. Ayrıca, vişne reçeli de oldukça popülerdir ve kahvaltılar için tercih edilen bir lezzettir. Vişne, doğal bir renklendirici olarak da kullanılır. Özellikle gıda endüstrisinde, içeceklerde, şuruplarda, meyve sularında ve pasta gibi ürünlerde doğal bir kırmızı renk verici olarak tercih edilir. Bunların dışında antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler açısından da zengindir. Bu nedenle, fonksiyonel gıda ürünlerinde kullanılarak sağlık yararları sunması hedeflenir. Özellikle vişne suyu, sağlık faydaları için tercih edilen bir içecektir (Ferretti ve ark., 2010).

Vişnedeki antosiyaninlerin yüksek derecede antioksidan ve antiinflamatuvar özelliğe sahip olduğu (Wang ve ark., 1999; Traustadottir ve ark., 2009), ayrıca farelerde tümör büyümesini engellediği, insanlarda ise kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını engellediği belirtilmektedir (Kang ve ark., 2003; Traustadottir ve ark., 2009). Ayrıca vişneden elde edilen siyanidinlerin aspirinden daha etkili antiinflamatuvar etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Ferretti ve ark., 2010).

Sonuç olarak, vişne birçok farklı şekilde kullanılabilen ve değerlendirilebilen çok yönlü bir meyvedir. Taze tüketimden dondurularak muhafaza edilmeye, konserve ve reçel yapımına, doğal renklendiriciden fonksiyonel gıda katkısına kadar birçok alanda kullanımı mevcuttur. Bu da vişnenin hem lezzet hem de sağlık açısından çok değerli bir meyve olduğunu göstermektedir. Meyve suyuna işlenmesi vişnenin en yaygın değerlendirme şeklidir. Bunun nedeni; meyve suyu randımanının yüksek, toplam asitliğin yeterli ve renginin çekici olmasıdır (Anonim, 1984).

Vişne meyvesi, meyve suyu üretimi için yüksek bir randımana sahiptir. Bu da her bir vişne meyvesinden elde edilen meyve suyu miktarının oldukça yüksek olmasını sağlar. Yani, daha az miktarda meyve ile daha fazla meyve suyu elde edilebilir. Vişne, doğal olarak yeterli miktarda asit içerir. Bu da meyve suyunun asidik bir tat profiline sahip olmasını sağlar. Asitlik, meyve suyunun lezzetini ve dayanıklılığını artırır. Vişne meyvesinin koyu kırmızı rengi, meyve suyuna doğal ve çekici bir renk verir. Bu, tüketicilerin dikkatini çeker ve ürünün satışını artırır. Ayrıca, doğal renkler tüketici tarafından genellikle daha çekici bulunur. Bu nedenlerle, vişne meyvesi meyve suyu üretimi için idealdir. Bu da vişne meyve suyu sektörünü ve vişne üretimini olumlu yönde etkiler (Anonim, 1984).

Türkiye'de tüketilen meyve suyu ve benzeri içeceklerin büyük bir kısmını meyve nektarları oluşturmaktadır. Bu içeceklerin meyve nektarlarından oluşan kısmının oranı ise %70 olarak bilinmektedir. Meyve nektarı tüketiminde ise şeftali %35.6 pay ile birinci sırayı almakta, vişne ise %23.5 pay ile ikinci sırayı almaktadır (Ekşi ve Akdağ, 2006).

Türkiye'de vişne üretiminin en fazla olduğu iller arasında Afyon, Ankara, Konya, Isparta ve Kütahya öne çıkmaktadır (Anonim, 1984). Bu iller, vişne yetiştiriciliği için uygun iklim ve toprak koşullarına sahip oldukları için vişne üretiminde öncü konumdadır. Vişne üretimi, bu illerde tarımsal faaliyetler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Kütahya çeşidi, Türkiye'deki toplam vişne üretiminin büyük bir kısmını (%85) tek başına karşılamaktadır (Anonim, 1984).

2.2. Vişne suyu üretimi

Meyve suyuna işlenecek meyveler kalite açısından en kısa sürede işlemeye alınmalıdır. Sert çekirdekli ve üzüksü meyveler sadece birkaç gün soğuk hava depolarında muhafaza edilebilirler. Brix değeri ve asitliği yüksek olan koyu ve olgun vişneler meyve suyuna uygundur. Fabrikaya gelen vişneler önce yıkanır, daha sonra olgunlaşmamış ve çürük gibi uygun olmayan meyveler ayklanır. Daha sonra makineyle sapları ayrılan vişneler iki vals arasından geçirilerek ezilir ve bu şekilde elde edilen hamura mayşe adı verilir (Ekşi, 1987; Cemeroğlu, 2004).

Elde edilen mayşe 80 °C 'ye ısıtılır ve ardından hemen 50 °C 'ye soğutulur. Soğutulan mayşe yaklaşık 2 saat boyunca enzimatik fermentasyon uygulanır. Bu işlemin amacı; preslemeyi kolaylaştırmak, meyve suyu verimini ve pigmentlerin kabuktan ekstraksiyonunu arttırmaktır. Enzimatik işleminden sonra mayşe preslenir. Preslenen vişne suyu içerisinde süspansiyon halde bulunan meyve doku parçacıkları, çözünmeyen proteinler, aktif enzimler, protein-tanen kompleksleri, canlı ve ölmüş mikroorganizmalar, çözünmeyen proteinler ve aktif enzim bulanık bir yapıya neden olmaktadır. Bu nedenle vişne suyu önce durultma, ardından filtrasyon işlemi uygulanarak berrak bir meyve suyu elde edilir (Ekşi, 1987; Cemeroğlu, 2004).

Meyve suyunun lezzetini oluşturan en büyük unsurlardan biri aromadır. Aroma bileşikleri çeşitli alkoller, hidrokarbonlar ve esterler gibi uçucu bileşiklerden oluşur. Bu nedenle, konsantre edilmeden önce vişne suyunun aroması ayrıştırılması gerekir. Presten çıkan vişne suları 92-95 °C'de 15 saniye bekletildikten sonra aroma tutucuya aktarılarak aroması ayrıştırılır. Daha sonra 50-55°C'de soğutularak durultma tanklarına alınır (Ekşi, 1987; Cemeroğlu, 2004).

Durultma aşamasının amacı beslenme fizyolojisi ve duyuşal açıdan ürünün özelliklerini mümkün olan en düşük düzeyde değiştirerek, stabil ve berrak meyve suyu üretmektir. Mayşenin preslenmesinde meyvenin yapısında bulunan bir kısım bileşikler posada kalırken, bir kısmı da meyve suyuna geçmektedir. Durultma aşaması “depektinizasyon” ve “berraklaştırma” olmak üzere 2 aşamalı bir işlemdir (Hafizoğlu, 2014).

Meyvedeki pektinin hangi ölçüde pres suyuna geçeceği birçok faktöre bağlıdır. Meyvenin olgunlaşma düzeyi, depolama koşulları, parçalanma derecesi ve enzim uygulaması gibi faktörler bunlar arasında sayılabilir. Depektinizasyon işleminde meyve suyu tankına ilave edilen pektolitik enzimler pektini parçalar ve negatif yüklü olan proteinler kılıfından kurtularak flok yapabilme özelliği kazanır (Hafizoğlu, 2014).

Depektinizasyon işleminden sonra berraklaştırma işlemine geçilir. Bu amaçla katılacak olan enzim miktarı pektinin miktarına ve kullanılan enzimin aktivitesine

bağlıdır. Ön denemelerle dozajı saptanan durulma ajanları vişne suyuna ilave edilerek floklaşma sağlanır ve bulanıklık unsuru maddeler çöktürülür. Aynı tür elektrik yükünü paylaşan kolloidler birbirini ittiğinden, farklı yüke sahip bir kolloid eklendiğinde askıda kalan parçacıklar topaklar oluşturmaya başlayarak çökmeye başlar. Vişne suyunda bulanıklığa neden olan fenolik bileşikler negatif yüklü iken meyve suyu proteinleri pozitif yüklüdür (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

Depektinizasyon işlemi optimum sıcaklık olan 45-50 °C'de gerçekleşir. Bu işlem birkaç saat sürmekte ve alkol testi yapılarak pektinin parçalanma aşamaları takip edilmektedir. Pektinin tamamen parçalanması durumunda meyve suyu tanktan alınarak plakalı soğutucuda 10 °C veya daha altına soğutulur. Enzimatik durultma işlemi berrak meyve suyu için yeterli değildir. Bu yüzden durultma ajanı kullanılarak meyve suyunda berraklık sağlanır. En yaygın olarak kullanılan durultma ajanı jelatin olup, bentonit, kizelgur, kizelsol, aktif kömür gibi yardımcı maddeler de çoğu zaman jelatinle birlikte kullanılmaktadır. Bu uygulama 2-6 saat arasında sürmekte ve berrak kısım üst taraftan alınarak gerçekleştirilir. Durultma aşaması sonrasında elde edilen berrak meyve suyu depolama sırasında bulanıklaşabilmektedir. Bu duruma sonradan bozulma denir. Bu bozulmaya tam olarak parçalanmamış pektin, nişasta, metal iyonlarının etkisi ve bunların kendi aralarındaki reaksiyonlar neden olmaktadır (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

Meyve suyunda iyi bir berraklık için durultulmuş meyve suyu daha sonra filtrasyon işlemine tabi tutulur. Filtrasyon işleminde önce kaba, daha sonra ince filtrasyon uygulanır. Kaba filtrasyon işleminde filtrasyon yardımcı maddeleri kullanılır. Bunlar perlit, asbest, selüloz ve kizegurdur. Kullanılacak maddeler sağlığa zararsız ve geçirgenliği yüksek olmalıdır. Durultma işlemi sonrası vişne suyu vakum filtreden (tambur filtre) geçerek berraklaşma sağlanmaktadır. Vakum filtrede bulanıklığa sebep olan unsurların tutulması için perlit kullanılmaktadır. Filtre yardımcı maddesi olan perlit volkanik kökenli olup alüminyum silikattan oluşan bir maddedir. Kristal berraklıkta vişne suyu elde etmek için uygulanan vakum filtre yetersiz kalır ve ince filtrasyon işlemi için alglerin fosilleşmiş silisli kabuklarından meydana gelen kizelgur firtresinden geçirilmelidir (Çetin ve Taş, 2012).

Durultma işleminin sonrası vişne suyu evaporasyon işlemine tabii tutulur ve böylelikle konsantreye dönüştürülür. Elde edilen konsantre vişne suyu, gıda kodeksinin izin verdiği düzeyde su ile seyreltilerek, şeker katkısı ile tat dengesi sağlanmakta ve pastörize edilip aseptik koşullarda ambalajlanarak tüketime hazır olarak piyasa arz edilmektedir (Cemeroğlu, 2004).

Velioğlu ve Yıldız (1996) farklı bölgelerden temin ettikleri 25 vişne suyu örneğinin bileşimini kimyasal kriterler açısından incelemiştir. Briks değerlerini 13.2-18.2; titrasyon asitliği değerlerini 17.5-25.5 g tartarik asit/L; glikoz/fruktoz oranını 0.89-1.59; alkali sayısını 6.8-10; sodyum miktarını 20-40 mg/L aralığında bulmuşlardır. Aynı çalışmada vişne sularında sakkaroz ve nitrat tespit edilememiştir.

Will ve ark. (2005) 5 farklı vişne çeşidi kullanarak ürettikleri vişne sularının 6 aylık depolama süresi boyunca kalite özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Üretilen vişne sularının suda çözünür kuru maddeleri 13.7-18.8 °Briks, şekerli ekstraktları 57.5-80 g/L, toplam asitlikleri 15.8-23.7 g/L, sorbitol içeriği 12.1-21.6 g/L olarak bulunmuştur. Örneklerdeki baskın polifenoller neoklorojenik asit, 3-kumaril-kinik asit, klorojenik asit ve epikateşin olarak tespit edilmiştir. Polifenoller 651-1693 mg/L, kuersetin glikozitleri ise 31-109 mg/L aralığında değişmiştir. Vişne suyundaki antosiyaninler siyanidin-3-(2^G-glukosil rutinozit), siyanidin-3-(2^G-ksilosilrutinozit), peonidin-3-rutinosit ve siyanidin-3-rutinosit olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte 6 aylık depolama süresince antosiyanin içeriğinde önemli azalma meydana gelmiştir.

Damar ve Ekşi (2012) farklı vişne çeşitlerinden (11 çeşit) ürettikleri vişne sularının antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği ve antosiyanin profillerinin belirledikleri çalışmalarında; örneklerin antioksidan kapasitelerini 20.0-37.9 TEAC mmol/L, toplam fenolik içeriklerini 1510-2550 mg/L ve toplam monomerik antosiyanin içeriklerini ise 350-633.5 mg/L olarak bulmuşlardır.

Demirdöven ve ark. (2016) üç ayrı bölgeden temin ettikleri vişneleri kullanarak iki ayrı üretim döneminde 6 farklı vişne suyu konsantresi üretmiş ve vişne suyu konsantresi üretim ve 10 aylık depolama sürecinin antioksidan maddeler üzerine etkilerini

incelenmişlerdir. Vişne suyu konsantrelerinin üretim ve depolanmaları sonundaki toplam antosiyanin kayıpların %35-61, toplam fenolik madde içeriklerindeki kayıpların %0.8-16, antioksidan kapasite değerlerindeki kayıpların FRAP yöntemi ile %8-40 ve TEAC yöntemi ile %8-23 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

2.3.Durultma Yardımcı Maddeleri

Durultma, meyve sularının kalite kriterlerini etkileyen önemli proses basamaklarından birisidir. Meyve suyunda durultmanın amacı, ürüne puslu bir görünüm veren ve basit filtrasyon yöntemleri ile ayıramayan bileşenleri, durultma yardımcı maddelerinden biri veya birkaçının kombinasyonu yardımıyla, filtre edilebilecek boyuta getirmektir. Bu sayede, tüketici tercihinde başlıca etkili faktör olan berraklık ürün albenisini artırarak ürün tercihinin sağlamaktadır. Günümüzde sıklıkla kullanılan başlıca durultma yardımcı maddelerinin kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması Çizelge 2.1’de verilmiştir (Morris ve Main, 1995).

Çizelge 2.1. Durultma yardımcı maddelerinin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması

Kimyasal Yapı	Durultma Yardımcı Maddesi
Toprak bazlı	Bentonit
Protein bazlı	Jelatin, kazein, albumin, isinglass
Polisakkarit	Agarlar
Sentetik polimer	Polivinilpoliprolidon (PVPP)
Silikon dioksit	Kizelsol
Diğer	Çelatörler, enzimler, karbonlar, kitosan

2.3.1. Jelatin

Peptid bağı ile bağlanmış amino asitlerin oluşturduğu uzun zincirli bir proteindir. Deri, kıkırdak ve kemik gibi hayvansal kaynaklardan elde edilen bu madde, üretiminde hammaddenin hidrolizinde uygulanan işleme göre, asidik hidrolizle elde edilen (A tipi) ve bazik hidrolizle elde edilen (B tipi) olmak üzere iki farklı tipte jelatin vardır. Jelatinin durultma mekanizması meyve suyunun pH’sında (3.0-4.0) pozitif yüklü olmasından ve negatif yüklü maddelerle flok oluşturmaktan oluşmaktadır (Ekşi, 1998;

Cemeroğlu ve Karadeniz., 2004). Jelatinler ile polifenollerin reaksiyona girmesi sonucu, jelatin-polifenol kompleksi oluşmaktadır (Djagny ve ark., 2001). Bu reaksiyonlar polifenollerin yapısında bulunan hidroksil grupları ile proteinlerin peptit bağları arasında oluşan hidrojen bağları ile gerçekleşmektedir. Polifenol-protein kompleksi sayesinde oluşan floklar kritik boyuta ulaştıktan sonra çökmeye başlayarak dip kısma çökelti oluştur (Versari ve ark., 1998).

2.3.2. Bentonit

Bentonit, durultma işleminde proteinleri adsorbe etme özelliğinden dolayı kullanılmaktadır (Blade ve Boulton, 1988). Sodyum ve kalsiyum bentonit ticari olarak meyve sularının durultulmasında kullanılan iki tür bentonit çeşididir. Bunların içinde sodyum hidrat çeşidi daha fazla aktif alana sahip olup, bundan dolayı etkinliği kalsiyum bentonite göre daha fazladır. Bentonitin etki mekanizması elektrostattır. Bir bentonit hidratı negatif yüklü durumda olup ortamda bulunan pozitif yüklü maddeler ise, bu yüzeye adsorbsiyon ile tutunur. Böylece filtrasyon veya başka bir yöntem ile ayrılabilir boyutta parçacıklar oluşur (Blade ve Boulton, 1988; Morris ve Main, 1995). Bentonitin su bağlama oranı yüksek olmakla birlikte, sulu çözeltiye Na iyonu verdiği için, durultma yardımcı maddesi olarak ikisinin karışımı olan sodyum-kalsiyum bentonit kullanılmaktadır. Bentonitin durultma verimi ortamın sıcaklığı ve pH değerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Doğan, 1993; Ekşi, 1998). Bentonitin durultma işleminde maksimum verimi 35 °C’de verdiği ve 60 °C nin üzerinde adsorbsiyon gücünün azaldığı bilinmektedir (Tressler ve Joslyn, 1961; Ekşi, 1988).

2.3.3. Kazein

Kazein, sütün bileşiminde bulunan başlıca proteindir. Bu durultma yardımcı maddesinin iki çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi potasyum kazeinat olmakta olup, hidrofil niteliğinden dolayı daha sık tercih edilmektedir. Kazein, protein yapısında bir durultma yardımcı maddesi olması nedeniyle üründen tanenleri uzaklaştırmak için kullanılmaktadır (Morris ve Main, 1995). Proteinlerin fonksiyonel grupları olan ve kazeinin bileşiminde de bulunan –COOH, –NH₂ ve –OH fonksiyonel grupları ile

polifenollerin yapısında bulunan –OH grupları arasında hidrojen bağı oluşmakta olup böylece polifenoller kazein ile birlikte ortamdan uzaklaştırılmaktadır (Spagna ve ark., 2000). Bu durultma yardımcı maddesinin en önemli özelliği, tanenler ile kompleks oluşturması için asidik ortama ihtiyaç duymasındır. Dolayısıyla, kazeinin flok oluşturması, meyve suyu gibi asidik ortamlarda gerçekleşebilmektedir (Ribéreau-Gayon ve ark., 2006).

2.3.4. Kizelsol

Cam endüstrisinin yan ürünü olan kizelsol (Morris ve Main, 1995), saf silisyum dioksitin sudaki sol formudur. Süt görünümüne sahip bir sıvıdır. Meyve suyunun asit ortamında negatif yük kazanır ve ortamdaki pozitif yüklü jelatinle ve diğer pozitif yüklü maddelerle hızla reaksiyona girerek floklar oluşturmaktadır. Meyve suyu endüstrisinde "asit kizelsol" ve "alkali kizelsol" olmak üzere iki farklı çeşidi kullanılmaktadır (Cemeroglu ve Karadeniz, 2004). Meyve suyu pH'ında (3.0-4.0) asidik kizelsolün daha etkili olduğu bilinmektedir (Ekşi, 1988). Kizelsol genellikle jelatin ile birlikte kullanılmaktadır. Durultma için kullanılacak kizelsol miktarı jelatin dozajına bağlıdır. Meyve suyunda optimum durultma için 1 kısım jelatine karşılık, kullanılan %30'luk kizelsol miktarı 2-5 kısımdır (Ekşi, 1988; Doğan, 1993).

2.3.5. Tanen

Tanen genellikle tek olarak değil, diğer durultma ajanlarıyla birlikte kullanılmaktadır. Çoğunlukla jelatin ile birlikte kullanılan tanen, tek kullanımına nazaran daha iyi sonuçlar vermektedir (Dağbaşı ve Sekin, 2002). Durulma yardımcı maddesi olarak kullanılan tanen, suda çözünebilen, kökenine göre bileşimi farklı ve molekül ağırlığı yüksek fenolik maddelerden oluşmaktadır. Bu preparatların temel bileşikleri, pentogallilglukozun digallus asidi ile esteri ve bizzat gallus asididir (Aktan ve Kalkan, 1983; Cemeroglu ve Karadeniz, 2004).

2.3.6. Yumurta albümini

Protein yapısında bulunan yumurta albümini en eski durultma ajanlarından birisi olup, halihazırda şarap durultma işleminde yaygın olarak kullanılmakta ve son zamanlarda

meyve suyu sektöründe durultma ajanı olarak da kullanılmaktadır. Yumurta beyazında %12.5 oranında albumin bulunmaktadır (Ribéreau-Gayon ve ark., 2006). Albumin, negatif yüklü tanenlere bağlanabilen pozitif yüklü yüzey alanına sahiptir (Morris ve Main, 1995). Bu durultma ajanı, tanen molekülerinin hidroksil gruplarıyla hidrojen bağı oluşturarak tanenleri uzaklaştırmaktadır (Kalkan-Yıldırım, 2011). Yumurta albuminin daha iyi etki gösterebilmesi için ortamda yüksek oranda tanen bulunması gerekmektedir. Bu nedenle, yıllandırılmış şarapların durultulması sırasında albumin ile çok başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Ribéreau-Gayon ve ark., 2006).

2.3.7. Polivinilpoliprolidon (PVPP)

Polivinilpoliprolidon olarak bilinen PVPP, yüksek molekül ağırlıklı bir durultma yardımcı maddesi olup, polivinilprolidon moleküllerinin çapraz bağlanması ile oluşmaktadır. PVPP suda çözünmeyen bir madde olmasına rağmen hidrofiliktir ve bu özelliği ile başta flavonoidler olmak üzere, polifenollere hidrojen bağı ile bağlanarak ortamdan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Ough, 1960; Doner ve ark., 1993)

2.3.8. Kitosan

Kitosan, doğadaki en yaygın polimerlerden biridir ve kitin adı verilen bir tür polisakkaritin alkali koşullarda kısmi deasetilasyonu yoluyla elde edilir (Dana ve ark., 2020). Deasetilasyon derecesi yaklaşık %50'ye ulaştığında sulu asidik ortamda çözünür hale gelir ve bu noktada kitosan olarak adlandırılır (Rinaudo, 2006). Kitosan, β -(1,4)-2-amin-2-deoksi-D-glukopiranoz birimleri ve N-asetil-D-glukozamin kalıntılarından oluşur ve oluşan bu yapı ona benzersiz özellikler kazandırır (Dana ve ark., 2020).

Kitosan, tek başına doğal katyonik polimerdir ve bu benzersiz karakterinden dolayı birçok uygulama alanı bulur. Örneğin, protein geri kazanımı, kirlilik giderme gibi alanlarda topaklaştırıcı olarak kullanılır. Ayrıca, sulu çözeltilerde çözünür olduğundan, çeşitli formlarda (jeller, filmler, lifler) farklı uygulamalarda geniş bir şekilde kullanılır (Rinaudo, 2006).

Kitosanın moleküler ağırlığı genellikle düşük (<100 kDa) ila yüksek (>300 kDa) aralıklarda değişir. Bu moleküler ağırlık ve deasetilasyon oranı gibi faktörler, kitosanın fizikokimyasal özelliklerini belirler. Deasetilasyon oranı, kitosanın pozitif yük ve çözünürlüğü üzerinde etkilidir. Örneğin, kitosan, pH 6.5'in altındaki asidik koşullarda çözünürken, pH 6.5'in üzerindeki bazik koşullarda çökelir (Dana ve ark., 2020).

Kitosanın karakterizasyonu için ilk adım, numunenin saflaştırılmasıdır. Bunun için, konsantre asitte çözünür ve daha sonra gözenekli membranlardan filtrelendir. Çözeltinin pH'sı NaOH veya NH₄OH ile yaklaşık 7.5'e yükseltildiğinde, polimerin nötr pH'da çözünmemesi nedeniyle topaklaşmaya yol açar. Daha sonra, polimer su ile yıkanır ve kurutulur. Bu süreçler, kitosanın elde edilmesi ve karakterizasyonunda temel adımları oluşturur. Elde edilen kitosan, çeşitli endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda kullanılır, bu da onu çok yönlü bir malzeme haline getirir (Rinaudo, 2006).

Kitosanın doğal olarak bulunduğu yerler arasında mantar hücre duvarları ve kabuklu deniz hayvanlarının (karides, yengeç vb.) dış iskeletleri yer alır. Bu doğal kaynaklardan elde edilen kitosan, çeşitli endüstriyel ve tıbbi uygulamalarda kullanılır. Bu özellikleriyle, kitosanın biyobozunur, antimikrobiyal, yara iyileştirici, gıda koruyucu ve su arıtma gibi birçok alanda önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Dana ve ark., 2020).

Heterojen veya homojen koşullarda deasetilasyon reaksiyonu, konsantre alkali çözeltilerin kullanımını ve işlem sürelerinin değişkenliğini içerir. Deasetilasyonun kapsamını etkileyen faktörler arasında alkali konsantrasyonu, parçacık boyutu ve kitinin yoğunluğu yer alır. Genel olarak, kitinin yeterince deasetillenmesini sağlayacak koşulların oluşturulması önemlidir. Bu koşullar altında, seyreltik asetik asitte çözünebilen bir kitosan ürünü elde edilebilir (Goycoolea, 2000).

Antimikrobiyal madde olarak da kullanılan kitosan bakteri ve küf gelişimini engellemede etkilidir ve tarımsal ürünlerde küf kontaminasyonunu önlemektedir. Gıda endüstrisinde gıda ve dış ortam arasında nem transferini ve gıdalardaki antimikrobiyal bileşiklerin salınımını kontrol etmektedir. Endüstride antioksidatif katkı maddesi olarak kullanılan kitosan gıda kaplama malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Oksijenin kısmen

basıncını azaltmakta, solunum oranını kontrol etmekte ve meyvelerde enzimatik kararmayı engellemekte kullanılmaktadır. Şarap gibi ürünlerin arıtılmasında ve enzim inaktivasyonu için kullanımı mevcuttur. Ekmek üretiminde ürün yüzeyinin kaplanmasıyla nem kaybı engellenmekte ve böylece ağırlık kaybı minimum düzeylere inerek sertleşme ve bayatlama süresini uzatmaktadır. Kitosan antioksidan ve antibakteriyel aktivitesinden dolayı depolama esnasında et ve et ürünlerinde lipid oksidasyonunu geciktirerek, bozulma etmeni ve patojen bakterilerin gelişimini önleyerek ürünlerin raf ömrünün, duyu ve mikrobiyal kalitesinin iyileşmesinde etkili olabilmektedir (Park ve ark., 2002).

Kitosan içeceklerin ve meyvelerin asitlendirilmesinde, meyve sularının durultulması ve asiditesinin kontrolünde, gıda proseslerinde atık durumuna gelen suyun içerisindeki materyalin geri kazanılmasında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Kurt ve Zorba, 2005; Lare ve ark., 2022).

Kitosan yoğun ve güçlü pozitif yükler taşıması nedeniyle, meyve suyunda bulunan ağır metalleri bağlayarak şelat oluşturması, negatif yüklü kolloidlerle elektrostatik olarak etkileşime girerek bulanıklağa neden olan maddelerin floklar halinde çökeltmesi, asit bağlama ve antibakteriyel özellikleri sayesinde meyve suyundaki mikroorganizmaların çoğalmasını inhibe ederek bulanıklığı artıran biyolojik faktörleri azaltmaktadır. Bu nedenle geleneksel durultma yardımcı maddelerine alternatif olarak kullanılabilir (Kurt ve Zorba, 2005; Lare ve ark., 2022).

Al-Aubadi ve ark. (2020) Zahidi hurmasından soğuk ekstraksiyon ile elde edilen hurma suyunun berraklaştırılmasında 2 farklı kitosanın [Kitosan A (1155 KDa) ve Kitosan B (720 KDa)] etkinliğini araştırmışlardır. Bulanıklığı 285 NTU olan hurma suyunun 1 g/L Kitosan A ile 40 °C'de 90 dakika ve 1 g/L Kitosan B ile 40 °C'de 60 dakika berraklaştırılması sonrasında bulanıklıkları sırasıyla 28 NTU ve 90 NTU'ya düştüğünü bildirmişlerdir.

Domingues ve ark. (2012) kitosan konsantrasyonu (300-1000ppm), pH (3-6), çalkalama hızı (20-50rpm) ve çalkalama süresinin (3-10dakika) çarkıfelek meyve suyu

retiminde meyve suyunda bulanıklık, brix, renk ve viskoziteye olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmalardan 300 ppm kitosan konsantrasyonu, pH 6, 50 rpm çalkalama hızı ve 3 dakikalık çalkalama süresi optimum koşullar olarak belirlenmiştir.

Deasetilasyon derecesi %73 olan farklı konsantrasyonlardaki kitosan (% 0, 0.01, 0.025, 0.05 ve 0.1), farklı meyve sularının (elma, limon ve portakal suyu) berraklaştırılması için test edilmiştir. Kitosan konsantrasyonundaki artış berraklaştırma derecesini iyileştirmezen; berraklaştırma verimi için en iyi sonuçlar portakal ve elma suları için %0.025'lik kitosan ve limon suyu için ise %0.1'lik kitosan ile kaydedilmiştir (Ghorbel-Bellaaj ve ark., 2012).

Kivi suyunun berraklaştırılmasını optimize etmek için berraklaştırma maddesi olarak tannik asitle modifiye edilmiş kitosanın (TA-CS) kullanıldığı bir çalışmada, yanıt olarak meyve suyunun geçirgenliğinin değerlendirildiği yanıt yüzeyi metodolojisi kullanılmıştır. Optimizasyon sonucunda optimum berraklaştırma koşulları 600 µg/mL TA-CS konsantrasyonu, pH 3.5 ve 70 °C uygulama sıcaklığı olarak belirlenmiş ve bu koşullarda üretilen kivi suyunun geçirgenlik değerı %99.3 olarak kaydedilmiştir (Diao ve ark., 2021).

Rungsardthong ve ark. (2006) elde ettikleri fungal kitosan ile karides kabuklarından üretilen ticari kitosanı elma suyunun durultulmasında kullanmışlardır. Çalışmada 2 saatlik reaksiyon süresinde 0.1, 0.5, 0.7 ve 1.0 g/L'de kitosan ile reaksiyon sıcaklığı olarak 30, 35 ve 40 °C'nin berraklaştırma üzerindeki etkisi incelenmiştir. 40°C'de 0.7 g/L kitosan uygulanan elma sularında maksimum berraklık (fungal kitosan: 2.52 NTU; ticari kitosan: 2.70 NTU) sağlanmıştır. Bununla birlikte daha yüksek berraklığa sahip (daha düşük bulanıklık) olan elma suları daha yüksek L değerleri vermiştir.

Dıblan ve Ozkan (2021) farklı durultma ajanlarının (bentonit, kitosan, jelatin, kazein, albümin) kırmızı üzüm suyunun bulanıklık, renk ve antioksidan aktivitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Hasattan alınan kırmızı zmler aynı gün laboratuvarında meyve suyuna işlenerek 50 °C'ye ısıtılmış ve 100 ml/L oranında renk enzimi ilavesi yapılmıştır. Ardından presleme işlemine tabi tutulup kaba filtrasyon işlemi yapılmıştır. Durultma

işlemi için 230 mL kırmızı üzüm suyu su banyosunda 50 °C'ye getirilerek durultma ajanları eklenmiş, üzüm suyu ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Durultma işlemi için 1.5 saat bekletilen meyve suyu filtre edilerek analize alınmıştır. En iyi dozaj seçimi için albümin, kitosan, kazein ve jelatin çözeltilerinin dozajları 0.05 – 0.50 g/L, bentonit çözeltisinin dozajı ise 0.2 – 2.0 g/L arasında testler gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerde en düşük bulanıklık ve renk kaybını veren dozaj bentonit için 0.2 g/L, kitosan, jelatin, albümin ve kazein için ise 0.05 g/L olarak gözlemlenmiştir. Durultma ajanların tek başlarına uygulanması sonucunda Kitosan 8.7–158 NTU, Jelatin 7.3–23.0 NTU, Albümin 6.1– 34.5 NTU, Kazein 2.2–5.6 NTU, Bentonit: 8.0–28.0 NTU sonuçlarını vererek en etkili durultma ajanı olarak kazein belirlenmiştir. Bentonit ve diğer ajanların kombinasyonlarının uygulanması sonucunda, bentonit + kazein 2.0 – 4.4 NTU, bentonit + jelatin 5.4 – 15.0 NTU, bentonit + albümin 5.7 – 30.0 NTU ve bentonit + kitosan 15.0 – 66.0 NTU olarak tespit etmişlerdir.

Abd ve Niamah (2012) durultma yardımcı maddesi olarak karides kabuğundan kimyasal yöntemlerle hazırladıkları 0.2-1 g/L konsantrasyondaki kitosanı kullanmış ve elma suyunun mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada kitosan konsantrasyonunun duyuşal özellikleri etkilemediğini, toplam bakteri ve toplam maya-küf gelişimini engellediklerini ve kitosan konsantrasyonundaki artışın elma suyunun bazı kalite özelliklerini artırdığını tespit etmişlerdir.

Tastan ve Baysal (2017) berrak elma suyu üretiminde durultma yardımcı maddesi olarak kitosan kullanımının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında tepki yüzey metodu kullanılarak optimum koşullarını belirlenmiş ve farklı muhafaza sıcaklıklarında depolanan elma sularının kalite özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada 20°C'lik işlem sıcaklığı ve 30 dakikalık işlem süresinde 191.6 mg/100 mL kitosan konsantrasyonu optimum koşullar olarak belirlenmiş ve kitosanın elma suyu üretiminde kullanımının geleneksel metoda göre daha kolay ve uygulanabilir olduğu, depektinizasyon adımına gerek kalmadan daha kısa süre içerisinde uygulanabilir olduğunu ortaya koymuşlardır.

Abdelmalek ve ark. (2017) kalamar gladiusundan elde edilen kitosanın elma suyunda durultma yardımcı maddesi olarak kullanabilirliği ve besin değeri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada elma suyu örneklerinde en iyi berraklaşmayı sağlayan konsantrasyonun 0.6 g/L kitosan olduğunu, kitosan konsantrasyonun 0.8 g/L'den 1 g/L'ye çıkarılmasının berraklaştırma üzerinde olumlu etki yaratmadığını, elma suyunun berraklaştırma aşaması öncesi ve sonrası besin değeri üzerindeki değişikliklerin incelenmesi sonucunda ise kitosanın durultma yardımcı maddesi olarak kullanımının elma suyunun besin değerini değiştirmeksizin kullanılabileceğini saptamışlardır.

Chatterjee ve ark (2004) karides kabuklarından elde edilen kitosanın üzüm, elma, portakal ve limon sularının üretiminde durultma yardımcı maddesi olarak kullanımının kalite kriterleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde kitosanın meyve sularında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılabileceğini ve bu işlemin meyve sularının kalite parametreleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Tastan ve Baysal (2015) nar suyu üretiminde kitosanın berraklaştırma ajanı olarak kullanımını ve bu uygulamanın depolama sürecinde kalite özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada tepki yüzeyi metodu kullanılarak kitosan konsantrasyonu (10–120 mg/100 mL), proses sıcaklığı (10–20°C) ve proses süresinin (30–90 dk) nar suyunun bulanıklık ve a^* değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada 10°C sıcaklık, 30 dakikalık proses süresi ve 68.93 mg/100 mL kitosan konsantrasyonu optimum işlem koşulları olarak belirlenmiştir. Optimum koşullarda yapılan üretimler sonucunda 4°C'de depolanan meyve suları kalite özelliklerini 20°C'de depolananlardan daha iyi koruduğu tespit edilmiştir.

Wu ve ark. (2022) bayberry suyunun berraklaştırılmasında kitosan/sodyum aljinat kullanımının kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Bayberry suyuna 25 °C'de önce 0.05 g/L kitosan ardından 0.05 g/L sodyum aljinat eklenmesi ve ardından 2 saatlik inkübasyon süresinin optimum koşullar olduğu belirlenmiştir. Bayberry suyu örneklerinin %0.08 olan transmitans (%T) değeri durultma ajanı olarak yalnızca kitosan

kullanımı ile %44.29'a, yalnızca sodyum aljinat kullanımı ile %38.46'ya, kitosan ve sodyum arjinatın birlikte kullanımı ile ise %91.2'ye yükseldiği belirlenmiştir.

Cesar ve ark. (2014) Açaı meyve suyunda pektinazlar ve kitosan kullanılarak yapılan durultma işleminin açaı suyunun fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasitesi ve kalite nitelikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Açaı suyunun berraklaştırılmasında yardımcı olarak kitosan ve pektinazların kullanımının oldukça etkili olduğu belirlenmiş ve lipidler, çözünmeyen katılar ve bulanıklığa neden olan diğer maddelerden arındırılmış daha parlak mor- kırmızı renkte berrak bir meyve suyu elde edildiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte açaı suyunun berraklaştırılması ile toplam antosiyanin miktarında %50'lik ve toplam antioksidan kapasitesinde %29'luk bir azalma görüldüğünü belirtmişlerdir.

Lachowicz ve ark. (2018) aronya suyunun berraklaştırılmasında farklı polisakkarit bazlı durultma maddelerinin (kitosan, ksantan gam, karboksimetilselüloz, agar agar, keçiyoynuzu gamı, β -siklodekstrin, guar gam farklı dozları (0.1, 0.2, 0.5, 1.0 g/L) ve reaksiyon sürelerinin (1, 5, 16 saat) aronya suyunun bulanıklığı, fenolik bileşikleri, renk değişimi ve antioksidan aktivitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kontrol örneği olarak doğal çöktürme yöntemi kullanılmıştır. 0.2 g/L berraklaştırıcı ajan kullanımı ve 16 saatlik berraklaştırma uygulamasından sonra agar-agar, karboksimetilselüloz ve ksantan gamın diğer durultma ajanlarına göre daha düşük bulanıklık değerleri, daha yüksek biyoaktif bileşik ve antioksidan içerik sağladığı belirtilmiştir.

Heidarizadeh ve ark. (2023) kitosanın çilek suyunun berraklığı ve fitokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. 1 g/L kitosan kullanımının, çilek suyunun bulanıklığında %98 oranında azalma sağladığı saptanmıştır. Bununla birlikte kitosan kullanımı çilek suyunun çözünür kuru madde, pH, organik asit bileşimi, C vitamini, folat, antosiyanin, protein ve karbonhidrat içeriğinin korunmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca çalışmada çilek suyunun ağır metaller ve pestisit kalıntılarının seviyeleri incelenmiş, kitosan ile muameleden sonra çilek suyundaki Cu, As, Co, Pb ve Cd seviyelerinde önemli bir azalma görüldüğü bildirilmiştir.

Jafari ve ark. (2024) ise Hint bektaşı üzüm suyunun berraklaştırılmasında jelatin, bentonit ve jelatin-bentonit kombinasyonunu (1.5–2 mg/mL ve 1–2 mg/mL) kullanarak berrak meyve suyu üretmiş ve 4°C’de 49 günlük depolama süresince kalite değişimlerini incelemiştir. Hint bektaşı üzüm suyunun 1.5 mg/mL jelatin + 1 mg/mL bentonite ile berraklaştırılması, örneğin geçirgenliğini, ΔE değerini, toplam asitliğini, C vitaminini ve antioksidan aktivitesini önemli ölçüde iyileştirdiği, duyu kalitesini, biyoaktivitesini ve renk özelliklerini etkili bir şekilde koruduğu ve böylece raf ömrünü uzattığı görülmüştür.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Vişne suyu: Durultma aşamasına kadar olan tüm üretim aşamalarından geçirilmiş vişne suyu, vişne suyu üretim hattına sahip bir meyve suyu fabrikasından temin edilmiştir.

Durultma Yardımcı Maddeleri: Çalışmada durultma yardımcı maddesi olarak 2 farklı kitosan ve ticari durultma yardımcı maddeleri kullanılmıştır.

- Kitosan 1 (Deasetilasyon derecesi %78.20; Moleküler ağırlığı 182kDa): Tokatlı ve Demirdöven (2018) tarafından Marmara Denizi'nde avlanan karideslerin atıklarından üretilen kitosan kullanılmıştır.
- Kitosan 2 (Deasetilasyon derecesi %84.95; Moleküler ağırlığı 127kDa): Tokatlı ve Demirdöven (2018) tarafından Marmara Denizi'nde avlanan karideslerin atıklarından üretilen kitosan kullanılmıştır.
- Jelatin, Bentonit ve Kiselsol: Meyve suyu fabrikasının vişne suyu üretiminde kullandığı durultma yardımcı maddesi karışımı ilgili fabrikadan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Üretim yöntemleri

3.2.1.1. Durultma yardımcı maddesi olarak kullanılacak kitosan miktarı, uygulama sıcaklığı ve uygulama süresinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılmış olan kitosan miktarı, uygulama sıcaklığı ve uygulama süresi aşağıda belirtilmiş olan koşullar denenip minimum bulanıklık değerleri veren koşullar esas alınarak belirlenmiştir.

Kitosan konsantrasyonu: 1-1.75-2.5g kitosan/L

Uygulama süresi: 30-60-90 dakika

Uygulama sıcaklığı: 30-40-50°C

3.2.1.2. Vişne suyu üretimi

Durultma aşamasına kadarki tüm üretim aşamalarından geçirilmiş vişne suyuna durultma yardımcı maddesi (miktar, süre ve sıcaklık değerleri ön denemelerle belirlenmiş olan kitosan) ilavesi yapıldıktan sonra bulanıklık yapan unsurlar öncelikle kaba filtreden, ardından ise vakum filtrasyon yöntemi ile Whatman no:42 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Filtrasyon işlemi uygulanmış vişne sularının şişelere dolumları yapıldıktan sonra 20 dakika 80°C’de pastörize edilmiştir.

Durultma yardımcı maddesi olarak kitosan-1 kullanılarak üretilen vişne suyu K1, durultma yardımcı maddesi olarak kitosan-2 kullanılarak üretilen vişne suyu K2 ve durultma yardımcı maddesi olarak ticari karışım kullanılarak üretilen vişne suyu ise T olarak adlandırılmıştır.

3.2.1.3. Vişne sularının depolanması

Üretilmiş olan vişne suları 4°C ve 25°C’de 6 ay süre ile depolanmış ve depolamanın 0., 2., 4. ve 6. aylarında aşağıda belirtilmiş olan analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Analiz yöntemleri

3.2.2.1. Bulanıklık

Örneklerin durultma öncesi ve sonrası bulanıklık değerleri türbidimetre (LaMotte 2020We, Amerika) ile ölçölmüştür (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001).

3.2.2.2. pH değeri

Örneklerin pH değeri pH-metre [WTW Inolab pH 7110 Set 2 (Almanya)] kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1995).

3.2.2.3.Titrasyon asitliği

Örneklerin titrasyon asitlik değeri potansiyometrik olarak belirlenmiştir. Belli miktarda örnek 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1'e ulaşınca kadar titre edilmiş ve sonuçlar % malik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

3.2.2.4.Suda çözünür kuru madde

Örneklerin suda çözünür kuru madde değeri dijital refraktometre (Hanna HI 96801, Romanya) kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.5.Renk

Örneklerin renk ölçümleri renk ölçüm cihazı [Chroma meter, CR-300 (Japonya)] kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Vişne suyu örneklerinin L*, a*, b*, ΔE ve ΔC değeri aşağıdaki formüllere göre belirlenmiştir.

$$\Delta E = [(L^* - L^{ref*})^2 + (a^* - a^{ref*})^2 + (b^* - b^{ref*})^2]^{1/2}$$

$$\Delta C = [(a^* - a^{ref*})^2 + (b^* - b^{ref*})^2]^{1/2}$$

3.2.2.6.Toplam monomerik antosiyanin

Örneklerin monomerik antosiyanin içerikleri, pH-differansiyel metodu kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin absorpsansları 535 nm'de okunmuştur (Fuleki ve Francis, 1968).

Antosiyanin miktarı bütün örneklerde, siyanidin 3-rutinozid cinsinden (MW = 595,2; ε = 28 800) aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{Antosiyanin, (mg/L)} = \frac{A}{\epsilon \cdot L} \cdot 103 \text{ (MW) (SF)}$$

A: pH 1,0 ve pH 4,5 değeriinde ölçülen absorpsans farkı

ε: Molar absorptivite

L: Absorbans ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı, cm

MW: Molekül ağırlığı

SF: Seyreltme faktörü

3.2.2.7. Toplam fenolik madde

Örneklerin fenolik madde içerikleri spektrofotometrik yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Franke ve ark., 2004).

1 mL örnek, 5 mL folin (%10'luk; v/v) ve 15 mL sodyum hidrojen karbonat (NaHCO_3) (%20'lik; w/v) ile karıştırıldıktan sonra 100 mL'ye su ile tamamlanıp süzildikten sonra karanlık ortamda 2 saat bekletilmiş ve 760 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Standard olarak gallik asit (kullanılan kalibrasyon eğrisi Ek 1'de verilmiştir) kullanılmıştır. Sonuçlar mg GAE/L cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.2.8. Antioksidan kapasite

Örneklerin antioksidan kapasiteleri TEAC (Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi) ve FRAP (Demir indirgenme antioksidan kapasitesi) yöntemleri ile belirlenmiştir.

TEAC yöntemi için ABTS (9.7mg) ve $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$ (37.5mg) sırasıyla 2.5 ve 1mL saf suda çözündürülmüştür. Stok için ABTS çözeltisine 44 μL $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$ çözeltisinden ilave edilmiş ve karışım karanlık ortamda oda sıcaklığında 12-16 saat bekletilmiştir. Çalışma çözeltisi; stok çözeltisinin etil alkol ile seyreltilerek 734 nm'de 0.700-0.800 absorbans değeri verecek şekilde hazırlanmıştır. 300 μL standart ya da örnek üzerine 3 mL çalışma çözeltisi ilave edilip karıştırıldıktan sonra karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dakika beklenmiş ve 734 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Troloks ($\pm$ -6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) standard olarak kullanılmış ve sonuçlar standart grafiği kullanılarak (kullanılan kalibrasyon eğrisi Ek 2'de verilmiştir) absorbansa karşılık gelen konsantrasyon değerlerinden hesaplanmıştır. Sonuçlar μM Te/mL olarak verilmiştir (Re ve ark., 1999).

FRAP yöntemi için Benzie ve Strain (1996) tarafından belirtilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Gerekli seyreltmeler yapıldıktan sonra 20µL örnek üzerine FRAP 1, FRAP 2 ve FRAP 3 çözeltilerinin 10:1:1 oranında karıştırılarak hazırlanan 2.98mL FRAP çözeltisi ilave edilip karıştırıldıktan sonra 30 dakika karanlık ortamda bekletilmiş ve 593nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Standart olarak Troloks ($\pm$ -6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) çözeltisi kullanılmış (kullanılan kalibrasyon eğrisi Ek 3’de verilmiştir) ve sonuçlar µmol Troloks eşdeğeri /mL örnek olarak verilmiştir.

3.2.2.9.İstatistiksel Analiz

Tezde elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde ortalama ve standart sapma; ikiden fazla grup arasında niceliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Tek Yönlü Varyans Analiz kullanılmıştır. Grup içi ölçümlerin karşılaştırılmasında Tekrarlı Ölçümler Anova Testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Vişne Suyu Üretimi için Kullanılacak Kitosan Konsantrasyonu, Uygulama Süresi ve Uygulama Sıcaklığının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak kitosanların konsantrasyonu, uygulama sıcaklığı ve uygulama süresi ön denemelerle aşağıda yazılı olan koşullar ile denenmiş ve minimum bulanıklık değerleri esas alınarak uygun koşullar belirlenmiştir.

Kitosan konsantrasyonu: 1-1.75-2.5g kitosan/L

Uygulama süresi: 30-60-90 dakika

Uygulama sıcaklığı: 30-40-50°C

Bu amaçla durultma aşamasına kadarki tüm üretim aşamalarından geçirilmiş 50 mL vişne suyunun üzerine belirlenen konsantrasyonda kitosan ilave edilip karıştırıldıktan sonra belirlenen süre ve sıcaklıklarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tüplerin üst kısımlarından örnek alınarak bulanıklık değerleri ölçülmüştür. Kitosan 1 ve Kitosan 2'ye ait sıcaklık, süre ve konsantrasyon deneme desenleri ve bulanıklık sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Kitosan-1'in 30°C ve 40°C'deki tüm sıcaklık, süre ve konsantrasyon denemelerinin bulanıklık değer sonuçları limitlerin üzerinde çıkmıştır. Kitosan konsantrasyon artırılması bulanıklık üzerinde azaltıcı etki göstermezken 2.5 g kitosan/L konsantrasyondaki Kitosan-1'in tüm uygulamalarının bulanıklık değer sonuçları limitlerin üzerinde bulunmuştur. 30 dakikalık inkübasyon süresi tüm kitosan konsantrasyonu ve sıcaklık uygulamaları için yetersiz kalmıştır. Denenmiş olan tüm uygulamalar değerlendirildiğinde; bulanıklık üzerinde en iyi etki 1.75 g/L konsantrasyondaki Kitosan-1 ile 50°C sıcaklık ve 90 dakikalık inkübasyon süresi sonunda elde edilmiştir. Bu koşullarda bulanıklık değeri ise 0.32 Nephelometric Turbidity Unit (NTU) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 1. Kitosan 1'e ait sıcaklık, süre ve konsantrasyon deneme desenleri ve bulanıklık sonuçları

Kitosan	Sıcaklık, °C	Süre, Dakika	Konsantrasyon, gkitosan/L	Bulanıklık, NTU
KİTOSAN 1	30	30	1.00	Limitin üzerinde*
	30	30	1.75	Limitin üzerinde*
	30	30	2.50	Limitin üzerinde*
	30	60	1.00	Limitin üzerinde*
	30	60	1.75	Limitin üzerinde*
	30	60	2.50	Limitin üzerinde*
	30	90	1.00	Limitin üzerinde*
	30	90	1.75	Limitin üzerinde*
	30	90	2.50	Limitin üzerinde*
	40	30	1.00	Limitin üzerinde*
	40	30	1.75	Limitin üzerinde*
	40	30	2.50	Limitin üzerinde*
	40	60	1.00	Limitin üzerinde*
	40	60	1.75	Limitin üzerinde*
	40	60	2.50	Limitin üzerinde*
	40	90	1.00	Limitin üzerinde*
	40	90	1.75	Limitin üzerinde*
	40	90	2.50	Limitin üzerinde*
	50	30	1.00	Limitin üzerinde*
	50	30	1.75	Limitin üzerinde*
	50	30	2.50	Limitin üzerinde*
	50	60	1.00	2.63±0.015
	50	60	1.75	0.52±0.017
	50	60	2.50	Limitin üzerinde*
	50	90	1.00	0.75±0.017
	50	90	1.75	0.32±0.011
	50	90	2.50	Limitin üzerinde*

* cihazın ölçüm limitinin üzerinde

Kitosan-2'nin 30°C'deki tüm sıcaklık, süre ve konsantrasyon denemelerinin bulanıklık değer sonuçları limitlerin üzerinde çıkmıştır. Kitosan-1 ile benzer şekilde 30 dakikalık inkübasyon süresi tüm kitosan-2 konsantrasyonu ve sıcaklık uygulamaları için yetersiz kalmıştır. Kitosan konsantrasyonu ile bulanıklık arasında korelasyon bulunamamıştır. Denenmiş olan tüm uygulamalar değerlendirildiğinde; bulanıklık üzerinde en iyi etki 1.75 g/L konsantrasyondaki Kitosan-2 ile 50°C sıcaklık ve 90

dakikalık inkübasyon süresi sonunda elde edilmiştir. Bu koşullarda bulanıklık değeri ise 0.02 NTU olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2. Kitosan 2'ye ait sıcaklık, süre ve konsantrasyon deneme desenleri ve bulanıklık sonuçları

Kitosan	Sıcaklık, °C	Süre, Dakika	Konsantrasyon, gkitosan/L	Bulanıklık, NTU
KITOSAN 2	30	30	1.00	Limitin üzerinde*
	30	30	1.75	Limitin üzerinde*
	30	30	2.50	Limitin üzerinde*
	30	60	1.00	Limitin üzerinde*
	30	60	1.75	Limitin üzerinde*
	30	60	2.50	Limitin üzerinde*
	30	90	1.00	Limitin üzerinde*
	30	90	1.75	Limitin üzerinde*
	30	90	2.50	Limitin üzerinde*
	40	30	1.00	Limitin üzerinde*
	40	30	1.75	Limitin üzerinde*
	40	30	2.50	Limitin üzerinde*
	40	60	1.00	0.27±0.011
	40	60	1.75	0.44±0.025
	40	60	2.50	Limitin üzerinde*
	40	90	1.00	0.39±0.021
	40	90	1.75	0.15±0.015
	40	90	2.50	2.26±0.035
	50	30	1.00	Limitin üzerinde*
	50	30	1.75	Limitin üzerinde*
	50	30	2.50	Limitin üzerinde*
	50	60	1.00	0.28±0.011
	50	60	1.75	0.84±0.025
	50	60	2.50	1.38±0.011
	50	90	1.00	0.43±0.005
	50	90	1.75	0.02±0.005
	50	90	2.50	0.10±0.026

*cihazın ölçüm limitinin üzerinde

Her 2 kitosan uygulama sonuçları değerlendirildiğinde; kitosan konsantrasyonu ile bulanıklık değerleri arasında korelasyon bulunmamıştır. Kitosanların deasetilasyon derecesi arasındaki farklılık farklı konsantrasyon, süre ve sıcaklıklarda farklı sonuçlar

vermiştir. Kitosan-1'e (DD: 78.20) göre daha yüksek deasetilasyon derecesine sahip olan Kitosan-2 (DD: 84.95) berraklaştırma üzerinde daha fazla etkili olmuştur.

Her 2 kitosan için de minimum bulanıklık değeri veren süre (90 dakika) ve sıcaklıklar (50°C) aynı bulunduğundan ticari olarak kullanılan bulanıklık yardımcı maddesinin uygulama koşulları olarak da 50°C sıcaklık ve 90 dakikalık inkübasyon süresi esas alınmıştır.

4.1.1. Vişne suyu üretimi

Durultma aşamasına kadar olan tüm üretim aşamalarından geçirilmiş vişne suyuna, ön denemelerle belirlenmiş olan koşullarda kitosan (1.75 gkitosan/L) ilavesi yapıldıktan sonra 50°C sıcaklıkta 90 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda bulanıklık yapan unsurlar öncelikle kaba filtreden, ardından ise vakum filtrasyon yöntemi ile Whatman no:42 filtre kağıdından süzölmüştür. Filtrasyon işlemi uygulanmış vişne sularının 250 mL'lik şişelere dolmaları yapıldıktan sonra 80°C'de 20 dakika pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Kitosan-1 kullanılarak üretilen Vişne suyu K1, Kitosan-2 kullanılarak üretilen Vişne suyu K2 ve Ticari durultma yardımcı maddeleri kullanılarak üretilen Vişne suyu T olarak kodlanarak 4°C ve 25°C'de depolanmışlardır.

Çizelge 4. 3. Vişne suyu örneklerinin durultma yardımcı maddesi ilavesi öncesi, durultma yardımcı maddesi ilavesi sonrası ve pastörizasyon sonrası bulanıklık değerleri

	Durultma yardımcı maddesi ilavesi öncesi bulanıklık, NTU	Durultma yardımcı maddesi ilavesi sonrası bulanıklık, NTU	Pastörizasyon sonrası bulanıklık, NTU
K1	3387.33±1.527 ^{Aa}	0.17±0.010 ^{Ba}	1.40±0.020 ^{Ba}
K2	3387.33±1.527 ^{Aa}	0.16±0.011 ^{Ba}	1.34±0.025 ^{Bb}
T	3387.33±1.527 ^{Aa}	0.27±0.011 ^{Bb}	0.42±0.005 ^{Bc}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Vişne suyunun bulanıklığı, durultma yardımcı maddeleri eklenmeden önce 3387.33 NTU olarak belirlenirken, durultma yardımcı maddesi olarak Kitosan-1, Kitosan-2 ve Ticari karışım eklendikten sonra 0.17, 0.16 ve 0.27 NTU; pastörizasyon sonrasında ise sırasıyla 1.40, 1.34 ve 0.42 NTU olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3). Bu sonuçlar, durultma yardımcı maddesi olarak kitosan kullanımının vişne suyunun berraklığını önemli ölçüde iyileştirildiğini göstermiştir. Bununla birlikte üretim sırasında durultma yardımcı maddesi ilave edilip filtrasyon işlemi yapıldıktan sonra K1 ve K2 örneklerinin bulanıklık değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Vişne sularının pastörize edilmesinden sonra ise tüm örneklerin bulanıklık değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kitosan, katyonik ve makromoleküler yapısı nedeniyle adsorpsiyon kapasitesindeki çok yönlülüğü ile karakterize edilir. Bu nedenle kitosan, meyve suyunun berraklaştırılmasında pektin ve karbonhidratların uzaklaştırılmasına ve askıda kalan parçacıkların uzaklaştırılmasına yardımcı olur (Muzzarelli ve ark., 2012).

Rungsardthong ve ark. (2006) elma suyunun berraklaştırılması için *A. glauca var paradoxa*'dan elde edilen fungal kitosan ve ticari kitosanı farklı konsantrasyon (0.1, 0.5, 0.7, 1 g/L) ve sıcaklık derecelerinde (30, 35 ve 40°C) elma suyuna uyguladıkları çalışmalarında örneklerin maksimum berraklığına 0.7 g/L kitosan ve 40°C'de ulaşmışlardır. Bu koşullarda elma sularının bulanıklıklarının fungal kitosan ve ticari kitosan için sırasıyla 3.212 NTU ve 3.038 NTU olduğunu belirlemişlerdir.

Tastan ve Baysal (2015) berrak nar suyu üretiminde kitosanın durultma amacıyla kullanılabilecek optimum koşullarını Yanıt-Yüzey Metodu (RSM) ile belirlemişlerdir. Bu amaçla kitosan konsantrasyonu (10-120 mg/100 mL), işlem sıcaklığı (10-20°C) ve işlem süresinin (30-90 dakika) meyve suyunun bulanıklıklığı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada nar suyunun berraklaştırılması için optimum koşulların 68.93 mg/100 mL kitosan kullanımı ile 10°C'de 30 dakikalık işlem süresi olduğu tespit edilmiş ve bu koşullarda üretilen nar suyunun bulanıklığının 36.9409 NTU olarak saptanmıştır.

Al-Aubadi ve ark. (2020) hurma suyunun berraklaştırılması üzerine farklı moleküler ağırlığa sahip iki kitosanın [kitosan A (1155 kDa) ve kitosan B (720 kDa)] etkisini incelemiştir. Hurma suyunun bulanıklık değeri başlangıçta 285 NTU iken 1 g/L kitosan

A ile 40°C’de 90 dakikalık berraklaştırma sonrasında 28 NTU; 1 g/L kitosan B ile 40°C’de 60 dakikalık berraklaştırma sonrasında ise 90 NTU olarak belirlenmiştir.

4.2. Vişne Sularının Depolama Süresince Kalite Değişimleri

4.2.1. Bulanıklık

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait bulanıklık değerleri (NTU) Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. 4°C’de depolama koşullarında 0. ayda en düşük bulanıklık ticari ajanlar kullanılarak üretilen vişne suyunda görülürken (0.423 NTU), en yüksek bulanıklık 1.403 NTU olarak Kitosan-1 ile üretilen vişne suyunda kaydedilmiştir. 4°C’de depolamanın 6. ayında 0. ay sonuçlarına benzer şekilde en düşük bulanıklık (0.550 NTU) ticari ajanlar ile üretilen vişne suyunda, en yüksek bulanıklık (1.067 NTU) ise Kitosan-1 ile üretilen vişne suyunda görülmüştür. 25°C’de depolamanın 6. ayında 0. ay sonuçlarına benzer şekilde en düşük bulanıklık (0.687 NTU) ticari ajanlar ile üretilen vişne suyunda, en yüksek bulanıklık (1.163 NTU) ise Kitosan-1 ile üretilen vişne suyunda görülmüştür. 25°C’de depolama süresince en düşük bulanıklık değeri ticari ajanlar kullanılarak üretilen vişne suyunda 0. ayda (0.423 NTU) görülürken, en yüksek bulanıklık Kitosan-1 ile üretilen vişne suyunda 4. ayda (1.660 NTU) kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 4. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait bulanıklık (NTU) sonuçları

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Bulanıklık (NTU)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	1.403±0.021 ^{Aa}	1.343±0.025 ^{Ba}	0.423±0.006 ^{Ca}
	2	1.097±0.006 ^{Ab}	0.807±0.006 ^{Bb}	0.623±0.021 ^{Cb}
	4	1.207±0.012 ^{Ac}	1.417±0.015 ^{Bc}	0.693±0.032 ^{Cc}
	6	1.067±0.040 ^{Ab}	0.947±0.031 ^{Bd}	0.550±0.010 ^{Cd}
25°C	0	1.403±0.021 ^{Aa}	1.343±0.025 ^{Ba}	0.423±0.006 ^{Ca}
	2	1.380±0.010 ^{Aa}	1.367±0.015 ^{Aa}	0.773±0.023 ^{Bb}
	4	1.660±0.017 ^{Ab}	1.420±0.000 ^{Bb}	0.987±0.029 ^{Cc}
	6	1.163±0.006 ^{Ac}	0.860±0.010 ^{Bc}	0.687±0.006 ^{Cd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Bulanıklık, meyve suyu işlemede ürünün stabilitesini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden biridir. Meyve sularındaki bulanıklık, pektin ve polifenoller gibi hidrolize edilmemiş kompleks karbonhidratlardan kaynaklanır (Sharma ve ark., 2017). Çalışmada üretilen vişne sularının bulanıklıkları çoğunlukla depolama sürelerinde yüksek depolama sıcaklıklarında daha yüksek olduğu bulunmuştur. 4°C’de 6 aylık depolama sonrasında, T’nin bulanıklık değeri 0. aya göre %30.02 oranında artarken, K1 ve K2’de sırasıyla %23.95 ve %29.48 oranında azalmıştır. Benzer sonuçlar 25 °C depolama koşullarında da saptanmıştır. 25°C’de 6 aylık depolamanın sonunda, T’nin bulanıklık değerleri 0. aya kıyasla %64.41 oranında artarken, K1 ve K2’nin bulanıklık değerleri sırasıyla %17.20 ve %35.96 oranında azalmıştır. Bu sonuçlar, kitosanın vişne suyu üretiminde sadece depolamadan önce değil 6 aylık depolama sonrasında da etkili bir durultma yardımcı maddesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Tastan ve Baysal (2015), kitosan ve geleneksel berraklaştırma ajanları ile berraklaştırılan nar sularının bulanıklık değerlerini 0. ay için 15.7 NTU ve 21.65 NTU olarak belirlemiştir. 6 aylık depolamadan sonra ise sırasıyla 4°C’de 28.10 NTU ve 35.10 NTU; 25°C’de ise 34.30 NTU ve 37.40 NTU

olduğunu bildirmiştir. Türkyılmaz ve ark. (2021), nar sularının berraklaştırılması üzerine albümin, kazein, kitosan, ksantan gam ve bu hidrokolloidlerin farklı kombinasyonlarının etkilerini karşılaştırmışlardır. Denenen koşullarda en düşük bulanıklığın kitosan+ksantan gam kombinasyonu ile üretilen nar suyunda olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızla benzer şekilde nar sularının bulanıklık değerlerinde 20°C'de 8 hafta depolamadan sonra bir artış gözlemlendiği rapor edilmiştir.

4.2.2. pH değeri

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C'de depolama sonuçlarına ait pH değerleri Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. 4°C'de depolama koşullarında 0. ayda K1, K2 ve T örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Vişne suyu örneklerinin pH değerleri depolama süresince artış göstermiştir. Kitosan-1 ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.22 iken 6 aylık depolama sonunda 3.47; Kitosan-2 ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.18 iken 6 aylık depolama sonunda 3.48 ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.20 iken 6 aylık depolama sonunda 3.34 olarak belirlenmiştir. K1 örneğinin 0. ve 2. ay pH ölçümleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş ($p>0.05$) ancak 4. ve 6. aylarda meydana gelen artışın önemli olduğu kaydedilmiştir ($p<0.05$). K2 örneğinin 0. ay ölçümü ile depolamanın 2. ve 4. aylarındaki ölçümleri arasındaki farklılığın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). T örneğinde ise depolamanın tüm aylarında ölçülen pH değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

25°C'de depolama sonuçlarına göre Kitosan-1 ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.22 iken 25°C'de 6 aylık depolama sonunda 3.35; Kitosan-2 ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.18 iken 25°C'de 6 aylık depolama sonunda 3.37 ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının başlangıç pH değeri 3.20 iken 25°C'de 6 aylık depolama sonunda 3.55 olarak saptanmıştır. Depolamanın tüm aşamalarında (0., 2., 4. ve 6. ay) Kitosan-1 ve Kitosan-2 ile üretilen vişne sularının pH değerleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$). Bununla birlikte 0. ay ve 2. ay pH

ölçümleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). T örneğinin 6 aylık depolama süresince ölçülen pH değerleri arasındaki farklılık önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.5. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait pH değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	pH		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	3.22±0.04 ^{Aa}	3.18±0.01 ^{Aa}	3.20±0.01 ^{Aa}
	2	3.26±0.02 ^{Aa}	3.35±0.05 ^{Ab}	3.34±0.07 ^{Ab}
	4	3.34±0.01 ^{Ab}	3.33±0.02 ^{Ab}	3.33±0.01 ^{Ac}
	6	3.47±0.03 ^{Ac}	3.48±0.05 ^{Abc}	3.34±0.02 ^{Bd}
25°C	0	3.22±0.04 ^{Aa}	3.18±0.01 ^{Aa}	3.20±0.01 ^{Aa}
	2	3.36±0.02 ^{Ab}	3.38±0.02 ^{Ab}	3.40±0.02 ^{Ab}
	4	3.45±0.04 ^{Ab}	3.42±0.04 ^{Ab}	3.25±0.00 ^{Bc}
	6	3.35±0.03 ^{Abc}	3.37±0.02 ^{Ab}	3.55±0.04 ^{Bd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

4°C ve 25°C’de depolama süresince bütün örneklerin pH değerleri tüm koşullarda artış göstermiş, en az değişiklik 4°C’de depolanan T örneğinde tespit edilmiştir. Depolama süresince meydana gelen pH’daki bu artış, vişne meyvesindeki organik asitlerin kısmi parçalanmasıyla açıklanabilir. Tez çalışması ile benzer şekilde Ribárszki ve ark. (2022) üretmiş olduğu 3 farklı vişne suyunun (kontrol, askorbik asit ilaveli ve acerola konsantresi ilaveli) pH değerlerinin 20°C’de 12 aylık depolama süresince artış gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmada kontrol örneğinin başlangıç pH değeri 3.33 iken 12 aylık depolama sonunda 3.50; askorbik asit ilaveli vişne suyunun başlangıç pH değeri 3.29 iken 12 aylık depolama sonunda 3.44; acerola konsantresi ilaveli vişne suyunun başlangıç pH değeri 3.30 iken 12 aylık depolama sonunda 3.40 olarak raporlanmıştır. Heidariadeh ve ark. (2023) berraklaştırma ajanı olarak 1g/L kitosan kullanımının kontrol örneğine kıyasla berrak çilek sularının pH değerinde önemli bir etkiye neden olmadığını bildirmiştir.

Yousaf ve ark. (2010) inülin ve oligofruktozla zenginleştirdiği berrak muz suyunu Pectinex Ultra-SPL ile berraklaştırdıktan sonra 4°C, 25°C ve 35°C’de 8 hafta boyunca depolamış, örneklerin pH değerlerinin depolama süresi ve depolama sıcaklığından etkilenmediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Laorko ve ark. (2013)’da mikrofiltrasyonla berraklaştırılan berrak ananas suyunun pH değerinde 4°C, 27°C ve 37°C’de 6 aylık depolama süresince önemli bir değişiklik meydana gelmediğini saptamıştır.

4.2.3. Titrasyon asitliği

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. 4°C’de depolanan vişne sularına ait titrasyon asitliği değerleri pH değerlerine benzer şekilde depolama süresince artış göstermiştir. Kitosan-1 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta %0.067 malik asit olan titrasyon asitliği değeri depolama boyunca artış göstererek %0.138 malik asit değerine; Kitosan-2 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta %0.068 malik asit olan titrasyon asitliği değeri depolama boyunca artış göstererek %0.140 malik asit değerine; Ticari ajanlar kullanılarak üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta %0.068 malik asit olan titrasyon asitliği değeri depolama boyunca artış göstererek %0.141 malik asit değerine ulaşmıştır. Tüm vişne sularının titrasyon asitliği değerleri 4. ayda düşüş göstermiş ancak bu düşüş anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$). Depolamanın 2., 4. ve 6. ayındaki titrasyon asitliği değerleri gruplara (K1, K2 ve T) göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

25°C’de depolama sonuçlarına göre depolamanın 2.ayında titrasyon asitliği değerlerindeki artış tüm örnekler için anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). K1 örneğinin 0. aydaki titrasyon asitliği değeri (%0.067 malik asit) 6.ayın sonunda %0.136 (malik asit cinsinden)’ya; K2 örneğinin 0. aydaki titrasyon asitliği değeri (%0.068 malik asit) 6.ayın sonunda %0.128 (malik asit cinsinden)’e; T örneğinin 0. aydaki titrasyon asitliği değeri (%0.068 malik asit) ise 6.ayın sonunda %0.128 (%malik asit)’e yükselmiştir. Depolamanın 4. ve 6. ayındaki titrasyon asitliği değerleri arasında gruplara (K1, K2 ve T) göre önemli farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.6. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait titrasyon asitliği (% malik asit) değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Titrasyon asitliği (%malik asit)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	0.067±0.000 ^{Aa}	0.068±0.000 ^{Ba}	0.068±0.000 ^{Ba}
	2	0.140±0.002 ^{Ab}	0.146±0.004 ^{Bb}	0.143±0.002 ^{Cb}
	4	0.135±0.005 ^{Ab}	0.136±0.004 ^{Bb}	0.139±0.001 ^{Cb}
	6	0.138±0.001 ^{Ab}	0.140±0.003 ^{Bb}	0.141±0.001 ^{Cbc}
25°C	0	0.067±0.000 ^{Aa}	0.068±0.000 ^{Ba}	0.068±0.000 ^{Ba}
	2	0.132±0.002 ^{Ab}	0.123±0.004 ^{Bb}	0.137±0.002 ^{Ab}
	4	0.126±0.002 ^{Ab}	0.128±0.003 ^{Bb}	0.130±0.006 ^{Cb}
	6	0.136±0.003 ^{Abc}	0.128±0.005 ^{Bb}	0.128±0.002 ^{Cbc}

* A, B ... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b ... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tastan ve Baysal (2015) geleneksel berraklaştırma ajanları (bentonit ve jelatin) ve kitosan kullanarak berraklaştırdığı nar sularının titrasyon asitliği değerlerinin 6 aylık depolama süresince arttığını ortaya koymuşlardır. Kitosan kullanılarak berraklaştırılan nar suyunun başlangıçtaki titrasyon asitliği değeri 0,953 (%sitrik asit) iken 4°C’de 6 aylık depolama sonunda 2.66 (%sitrik asit), 20°C’de 6 aylık depolama sonunda ise 2.72 (%sitrik asit) olarak belirlenmiştir. Geleneksel berraklaştırma ajanları ile üretilen nar suyunun başlangıçtaki titrasyon asitliği değeri 1.014 (%sitrik asit) iken 4°C’de 6 aylık depolama sonunda 2.91 (%sitrik asit), 20°C’de 6 aylık depolama sonunda ise 2.99 (%sitrik asit) olarak saptanmıştır. Küpcü (2024) geleneksel durultma ajanları (jelatin, bentonit ve kizelsol), güncel durultma ajanları (kitosan, ksantan gam ve kazein) ve güncel durultma ajanları ile birlikte ultrason uygulayarak ürettiği berrak vişne sularının 4°C’de 6 aylık depolanmaları sonrasında titrasyon asitliği değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmiştir.

4.2.4. Suda çözünür kuru madde

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait suda çözünür kuru madde değerleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. 4°C’de depolama koşullarında gruplara (K1, K2 ve T) göre depolamanın 0. ayında SÇKM ölçümleri anlamlı farklılık göstermekle birlikte Kitosan-1 ve Kitosan-2 ile üretilmiş olan vişne sularının SÇKM içerikleri arasında farklılık bulunmamaktadır. Kitosan-1 ve Kitosan-2 ile üretilen vişne sularının 6 aylık depolama süresi boyunca SÇKM içeriklerinde anlamlı bir değişim kaydedilmemiştir ($p>0.05$). Ticari ajanlar ile üretilen vişne sularının SÇKM içeriklerinde ise depolama boyunca azalma gözlenmiştir. Depolamanın başlangıcında 14.433 briks olan SÇKM içeriği 6 aylık depolama sonunda 13.933 briks olarak kaydedilmiştir. Meydana gelen bu azalma, şekerlerin fenoller ve proteinlerle etkileşiminden kaynaklanabilir. Ticari ajanlar ile üretilen vişne sularının 0. ay SÇKM değerine göre 2. ay, 4. ay ve 6. aylarda ölçülen SÇKM değerindeki düşüş anlamlıdır ($p<0.05$). 25°C’de depolama sonuçlarına göre K1 ve K2 örneklerinin SÇKM değerlerinde 6 aylık depolanmaları süresince değişimler meydana gelmiş ancak bu değişimler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ticari ajanlar ile üretilen vişne sularının 4°C’de olduğu gibi 25°C’de de depolanmaları süresince SÇKM değerlerinde azalma meydana gelmiş, 0. ayda 14.43 briks olan SÇKM değeri 6. ayda 13.70 briks olarak kaydedilmiştir. SÇKM değerlerinde meydana gelen bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Lare ve ark. (2022) berrak elma suyu üretiminde durultma yardımcı maddesi olarak 0.25 g/L kitosan kullanımının etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, berrak elma suyunun başlangıçta 13.50 olan briks değerinin 10 günlük depolama sonrasında 9.20 brikse düştüğünü belirlemişlerdir. Tastan ve Baysal (2017) 20°C’lik işlem sıcaklığı ve 30 dakikalık işlem süresinde 191.6 mg/100 mL kitosan konsantrasyonu kullanarak ürettikleri berrak elma suyunu 4°C ve 20°C’de 4 ay süresince depolamışlardır. Berrak elma suyunun depolamanın başlangıcında 11.67 brix olan SÇKM değeri her 2 depolama sıcaklığında da düşüş göstermiş ve depolamanın sonunda hem 4°C’de hem de 20°C’de 11.27 brix olarak saptanmıştır.

Çizelge 4. 7. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait suda çözünür kuru madde (briks) değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Suda çözünür kuru madde (briks)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	13.66±0.21 ^{Aa}	13.70±0.27 ^{Aa}	14.43±0.06 ^{Ba}
	2	14.20±0.00 ^{Aa}	14.30±0.00 ^{Ba}	14.20±0.00 ^{Cb}
	4	14.37±0.55 ^{Aa}	14.10±0.17 ^{Ba}	14.03±0.06 ^{Bc}
	6	14.03±0.06 ^{Aa}	14.03±0.06 ^{Ba}	13.93±0.06 ^{Cd}
25°C	0	13.67±0.21 ^{Aa}	13.70±0.27 ^{Aa}	14.43±0.06 ^{Ba}
	2	14.13±0.06 ^{Aa}	14.33±0.23 ^{Ba}	13.93±0.06 ^{Cb}
	4	13.73±0.06 ^{Aa}	13.70±0.10 ^{Ba}	13.80±0.10 ^{Bc}
	6	13.97±0.06 ^{Aa}	13.90±0.00 ^{Ba}	13.70±0.00 ^{Cd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

4.2.5. Renk

Tez kapsamında tüm vişne suyu örneklerinin L*, a* ve b* değerleri ölçülmüş, renk değerlerindeki değişimler (ΔE , ΔC) belirlenmiştir.

Durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait L* değerleri Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Depolamanın başlangıcında K1 ve K2 örneklerinin parlaklıkları arasında fark bulunmazken (p>0,05), T örneği ile aralarındaki fark anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Hem 4°C hem de 25°C’de depolama süresince K1 ve K2 örneklerinin L değerleri artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Üretimden hemen sonra K1 örneğinin L değeri 7.187, K2 örneğinin L değeri 7.120 ve T örneğinin L değeri 9.710 olarak ölçülmüş; 6 aylık depolama sonrasında K1, K2 ve T örneğinin L değerleri sırasıyla 4°C’de depolananlarda 17.007, 16.607 ve 16.377; 25°C’de

depolananlarda ise 16.573, 16.647 ve 16.067 olarak kaydedilmiştir. Çalışmamız ile benzer şekilde Tastan ve Baysal (2015) da kitosan kullanarak berraklaştırdığı nar sularının L^* değerlerinin depolama süresinin artması ile arttığını bildirmiştir.

Çizelge 4. 8. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait L^* değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	L^*		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	7.187±0.100 ^{Aa}	7.120±0.052 ^{Aa}	9.710±1.148 ^{Ba}
	2	4.940±0.070 ^{Ab}	4.890±0.052 ^{Bb}	4.823±0.012 ^{Bb}
	4	6.370±0.330 ^{Ac}	7.833±0.391 ^{Bc}	9.123±0.660 ^{Ca}
	6	17.007±0.065 ^{Ad}	16.607±0.050 ^{Bd}	16.377±0.108 ^{Cc}
25°C	0	7.187±0.100 ^{Aa}	7.120±0.052 ^{Aa}	9.710±1.148 ^{Ba}
	2	6.073±0.237 ^{Ab}	5.483±0.235 ^{Bb}	4.787±0.040 ^{Cb}
	4	6.840±0.461 ^{Aa}	6.790±0.575 ^{Aa}	6.810±0.104 ^{Ac}
	6	16.573±0.046 ^{Ac}	16.647±0.064 ^{Ac}	16.067±0.058 ^{Bd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait a^* değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Her 2 depolama sıcaklığında da tüm örneklerin kırmızılığı ifade eden a^* değerleri depolama süresince değişkenlik göstermiştir. Bununla birlikte hem 4°C hem de 25°C’de depolanan örneklerin 6. aylarında K1, K2 ve T örneklerinin a^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş (p>0.05) olsa da vişne sularında önemli bir kalite kriteri olan kırmızılığı ifade eden a^* değeri kitosan kullanılarak üretilmiş olan K1 ve K2 örneklerinde daha yüksek seviyede ölçülmüştür. 0. ayda K1 örneğinin a^* değeri 1.240, K2 örneğinin a^* değeri 1.437 ve T örneğinin a^* değeri -0.790 iken depolamanın 6. ayında K1, K2 ve T örneğinin a^* değerleri

sırasıyla 4°C’de depolananlarda 0.767, 0.433 ve 0.350; 25°C’de depolananlarda ise 0.810, 0.887 ve 0.603 olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 9. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait a* değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	a*		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	1.240±0.147 ^{Ab}	1.437±0.318 ^{Aa}	-0.790±0.280 ^{Ba}
	2	2.870±0.539 ^{Aa}	2.593±0.200 ^{Ab}	2.693±0.395 ^{Ab}
	4	0.317±0.021 ^{Ac}	-1.310±0.322 ^{Bc}	-0.790±0.322 ^{Ba}
	6	0.767±0.179 ^{Abc}	0.433±0.185 ^{Ad}	0.350±0.648 ^{Ac}
25°C	0	1.240±0.147 ^{Aa}	1.437±0.318 ^{Aab}	-0.790±0.280 ^{Ba}
	2	1.040±0.430 ^{Ab}	1.887±0.662 ^{Ab}	2.953±0.247 ^{Bb}
	4	1.320±0.205 ^{Ac}	0.897±0.522 ^{Aa}	-0.180±0.641 ^{Ba}
	6	0.810±0.376 ^{Ad}	0.887±0.304 ^{Aa}	0.603±0.162 ^{Ac}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.10 vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait b* değerlerini göstermektedir. Çizelgeye göre vişne suyu örneklerinin b* değerleri tüm depolama koşullarında depolama süresi boyunca değişiklik göstermiş, 0. ve 6. aylar arasındaki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0.05). Depolamanın başlangıcında K1 ve K2 örneğinin b* değerleri arasındaki fark anlamsız (p>0.05) iken 4°C’de depolanan örneklerin 6. ayında K2 ve T örnekleri ve 25°C’de depolanan tüm örneklerin 6. ayındaki b* değerleri arasındaki fark önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4. 10. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait b* değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	b*		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	12.297±0.176 ^{Aa}	12.180±0.087 ^{Aa}	13.563±0.542 ^{Ba}
	2	8.443±0.125 ^{Ab}	8.353±0.092 ^{ABb}	8.247±0.023 ^{Bb}
	4	10.877±0.566 ^{Ac}	13.223±0.446 ^{Bc}	14.050±0.144 ^{Ba}
	6	26.090±0.216 ^{Ad}	27.977±0.040 ^{Bd}	27.417±0.480 ^{Bc}
25°C	0	12.297±0.176 ^{Aa}	12.180±0.087 ^{Aa}	13.563±0.542 ^{Ba}
	2	10.387±0.387 ^{Ab}	9.377±0.407 ^{Bb}	8.183±0.064 ^{Cb}
	4	11.697±0.796 ^{Aa}	11.607±0.990 ^{Aa}	11.643±0.179 ^{Ac}
	6	27.530±0.423 ^{Ac}	27.127±0.338 ^{Ac}	27.060±0.475 ^{Ad}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait toplam renk farkı değişimlerini ifade eden ΔE değerleri Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Her iki depolama sıcaklığında da depolamanın 2. ayında T örneğinde meydana gelen renk değişimi K1 ve K2 örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. 4°C’de depolamanın 6. ayında örneklerin ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. En yüksek toplam renk farkı 18.455 ile K2 örneğinde saptanmış, onu 16.935 ile K1 ve 15.430 ile T örneği izlemiştir. 25°C’de depolamayan örneklerin 6. ayında ise K1 ve K2 örneklerinin ΔE değerleri T örneğine göre daha yüksek ve aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Çizelge 4. 11. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait ΔE değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	ΔE *		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	2	4.768±0.329 ^{Aa}	4.580±0.115 ^{Aa}	8.021±0.173 ^{Ba}
	4	1.906±0.555 ^{Ab}	3.047±0.518 ^{Bb}	0.932±0.368 ^{A^b}
	6	16.935±0.158 ^{Ac}	18.455±0.065 ^{Bc}	15.430±0.424 ^{Cc}
25°C	2	2.255±0.430 ^{Aa}	3.311±0.569 ^{Ba}	8.197±0.170 ^{Ca}
	4	0.780±0.845 ^{Ab}	1.248±0.588 ^{Ab}	3.565±0.275 ^{Bb}
	6	17.897±0.385 ^{Ac}	17.736±0.282 ^{Ac}	14.989±0.394 ^{Bc}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 12. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait ΔC değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	ΔC *		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	2	4.202±0.335 ^{Aa}	4.000±0.106 ^{Aa}	6.359±0.217 ^{Ba}
	4	1.718±0.459 ^{Ab}	2.953±0.446 ^{Bb}	0.557±0.140 ^{Cb}
	6	13.799±0.221 ^{Ac}	15.829±0.048 ^{Bc}	13.915±0.427 ^{Ac}
25°C	2	1.959±0.361 ^{Aa}	2.877±0.521 ^{Ba}	6.553±0.185 ^{Ca}
	4	0.688±0.721 ^{Ab}	1.133±0.513 ^{ABb}	2.065±0.339 ^{Bb}
	6	15.239±0.430 ^{Ac}	14.959±0.350 ^{Ac}	13.573±0.456 ^{Bc}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklerle ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait ΔC

değerleri Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. 4°C’de depolanan örneklerin ΔC değerleri 2., 4. ve 6. aylarda anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Depolamanın 6. Ayında en yüksek ΔC değeri K2 örneğinde 15.829 olarak kaydedilmiş, K1 (13.799) ve T (13.915) örneklerinin ΔC değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 25°C’de depolamanın 6. ayında K1 ve K2 örneklerinin ΔC değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuş ($p>0.05$), T örneğinin ΔC değeri daha düşük kalmıştır.

4.2.6. Toplam monomerik antosiyanin

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait toplam monomerik antosiyanin içerikleri Çizelge 4.13’de gösterilmiştir. 4°C depolama koşullarında Kitosan-1 (29.622 mg siyanidin-3- rutinosit/L) ve Kitosan-2 (mg siyanidin-3- rutinosit/L) ile üretilen vişne sularının 0. aydaki toplam monomerik antosiyanin içerikleri ticari ajanlar ile üretilmiş vişne suyunun (13.089 mg/L) toplam monomerik antosiyanin içeriğinden oldukça yüksek olduğu tespit edilmiş, K1 ve K2 ile T arasındaki bu farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durumun Kitosan-1 ve Kitosan-2’nin sahip olduğu antosiyanin içeriğinden ileri geldiği düşünülmektedir. 6 aylık depolama sonunda ticari ajanlarla üretilen vişne sularının toplam monomerik antosiyanin içeriği sıfıra düşerken Kitosan-1 ve Kitosan-2 kullanılarak üretilen vişne sularında antosiyanin varlığı korunmuştur. 25°C’de depolama sonuçlarına göre K1 ve T örneklerinin 0. ay, 2. ay, 4. ay ve 6. aylardaki toplam monomerik antosiyanin içerikleri anlamlı farklılık göstermektedir. 25°C’de depolanan vişne suyu örneklerinin 4. ayında Kitosan-2 (47.878 mg siyanidin-3- rutinosit/L) ve Ticari ajanlar ile üretilen (41.333 mg siyanidin-3- rutinosit/L) vişne sularının toplam monomerik antosiyanin içerikleri arasında önemli farklılık bulunmazken, depolamanın 6. ayında Ticari ajanlar ile üretilen vişne sularının toplam monomerik antosiyanin içerikleri sıfırlanmış, Kitosan-2 kullanılarak üretilen vişne suyunun (44.778 mg siyanidin-3- rutinosit/L) toplam monomerik antosiyanin içeriği ise korunmuştur. Aynı vişne suyunun 4. ve 6. aylarında ölçülmüş toplam monomerik antosiyanin içeriklerindeki değişim anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4. 13. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait toplam monomerik antosiyanin (mg siyanidin-3- rutinosit/L) içerikleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Toplam monomerik antosiyanin (mg siyanidin-3- rutinosit/L)		
		K1	K2	T
		ort±ss	ort±ss	ort±ss
4°C	0	29.622±4.176 ^{Aa}	31.689±4.883 ^{Aa}	13.089±1.578 ^{Ba}
	2	344.789±1.578 ^{Ab}	248.000±2.734 ^{Bb}	293.811±2.601 ^{Cb}
	4	180.833±4.735 ^{Ac}	46.156±12.328 ^{Bac}	48.567±2.734 ^{Bc}
	6	17.233±1.790 ^{Ad}	79.567±5.468 ^{Bc}	0.000±0.000 ^{Cd}
25°C	0	29.622±4.176 ^{Aa}	31.689±4.883 ^{Aa}	13.089±1.578 ^{Ba}
	2	231.467±1.033 ^{Ab}	241.111±4.660 ^{Bb}	297.944±1.578 ^{Cb}
	4	290.022±22.765 ^{Ac}	47.878±6.055 ^{Bc}	41.333±4.504 ^{Bc}
	6	67.167±1.033 ^{Ad}	44.778±2.151 ^{Bac}	0.000±0.000 ^{Cd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tüm depolama koşullarında bütün vişne sularının toplam monomerik antosiyanin içeriklerinde 2. ayda bir artış meydana gelmiş ve ardından keskin bir düşüş gözlenmiştir. Vişne sularının toplam monomerik antosiyanin içeriklerindeki bu artışın hücre duvarının bozulması nedeniyle monomerik antosiyaninlerin salınmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Sonraki aylarda meydana gelen azalma ise antosiyaninlerin stabilitesinin uzun depolama süresi ve yüksek depolama sıcaklığından etkilenmesi sonucu meydana gelmiş olabilir. Bonerz ve ark. (2007) 5 farklı vişne çeşidinden ürettiği vişne sularının antosiyanin içeriklerinde meydana gelen değişimleri 20°C’de 6 aylık depolama süresince incelemiştir. Vişne sularının antosiyaninlerinin 6 ay sonunda %70-75 oranında parçalandığını tespit etmişlerdir. Türkyılmaz ve ark. (2012), depektinizasyon sonrasında durultma yardımcı maddesi olarak bentonit (%10 w/v), jelatin (%2 w/v) ve kizelsol (%15) kullanarak berrak siyah havuç suyu üretmişlerdir. Çalışmada depektinizasyon ve bentonit uygulaması ile siyah havuç suyunun toplam monomerik antosiyanin içeriğinde

%7 ve %20 oranında artış meydana gelmiş, jelatin-kiselsol uygulaması ise %10 oranında azalmaya neden olmuştur.

4.2.7. Toplam fenolik madde

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.14’de gösterilmiştir. 4°C’de depolanan K1, K2 ve T örneklerinin depolanmaları sürecinde 0. ay, 2. ay, 4. ay ve 6. aylarındaki toplam fenolik madde içerikleri anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Depolamanın 4. ayında 4°C’de depolanan vişne sularının toplam fenolik madde içeriklerinde keskin bir artış meydana gelmiş, benzer eğilim 25°C’de depolanan örneklerde de gözlenmiştir. Bu durum antosiyaninlerin parçalanması nedeniyle meydana gelmiş olabilir. Depolamanın 6. ayında en yüksek toplam fenolik madde içeriği Kitosan-1 (448.852 mg GAE/L) ile üretilmiş vişne sularında kaydedilmiş, Kitosan-1 (448.852 mg GAE/L) ve Kitosan-2 (445.889 mg GAE/L) ile üretilmiş olan vişne sularının toplam fenolik madde içerikleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$). 4°C’de 6 aylık depolamadan sonra, T örneğinin toplam fenolik madde içeriği %31.61 oranında azalırken, K1 örneğinin %27.64 ve K2 örneğinin %27.51 oranında azalmıştır.

Tez kapsamında üretilen vişne sularının toplam fenolik madde içerikleri sıcaklıktan etkilenmiş ve tüm örneklerde 25°C’lik depolama koşullarında 4°C’den daha düşük bir seviyede kalmıştır. 25°C’de 6 aylık depolamanın sonunda, T örneğinin toplam fenolik madde içeriği depolamanın başlangıcına kıyasla %72.56 oranında azalırken, K1 ve K2 örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla %44.69 ve %66.98 oranında azalmıştır. 25°C’de depolama sonunda en yüksek toplam fenolik madde içeriği Kitosan-1 ile üretilmiş olan vişne sularında görülmüştür (Çizelge 4. 14). Hem 4°C hem de 25°C’de depolanan örneklerin 6. ayda ölçülen toplam fenolik madde içeriklerinde düşüşler yaşanmıştır. 6. ayda görülen bu düşüşler muhtemelen vişne sularında meydana gelen fenolik oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarından kaynaklı olarak serbest hidroksil gruplarının sayısının azalması ve Folin-Ciocalteu yöntemi ile bu serbest grupların miktarının belirleniyor olmasıdır (Laorko ve ark., 2013). Demirdöven ve ark. (2016) üç

farklı yöreden iki farklı dönemde temin ettikleri vişneleri kullanarak ürettikleri vişne suyu konsantrelerini 10 ay süre ile depolamışlardır. Depolama sonunda vişne suyu konsantrelerinin toplam fenolik madde içeriklerinde %0.8-16 oranında düşüş yaşandığını tespit etmişlerdir. Tastan ve Baysal (2015) farklı durultma ajanları (bentonit, jelatin ve kitosan) kullanarak berraklaştırdığı nar sularını 4°C ve 20°C’de 6 ay depolamış ve toplam fenolik madde içeriklerinde değişimleri saptamıştır. Her iki depolama sıcaklığında da 6 ay sonunda toplam fenolik madde içeriğinde benzer azalmalar saptanmıştır. Kitosan ile berraklaştırılan nar suyunun başlangıçtaki toplam fenolik madde içeriği 1865.14 mg GAE/L iken 4°C’de 6 aylık depolama sonunda 510.14 mg GAE/L, 20°C’de 6 aylık depolama sonunda ise 467.38 mg GAE/L olarak belirlenmiştir. Geleneksel berraklaştırma ajanları ile üretilen nar suyunun başlangıçtaki toplam fenolik madde içeriği 1858.4 mg GAE/L iken 4°C’de 6 aylık depolama sonunda 476.00 mg GAE/L, 20°C’de 6 aylık depolama sonunda ise 457.86 mg GAE/L olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 14. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait toplam fenolik madde (mg GAE/L) içerikleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	Toplam fenolik madde (mg GAE/L)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	620.333±0.000 ^{Aa}	615.148±8.038 ^{Aa}	629.222±3.849 ^{ABa}
	2	547.194±1.273 ^{Ab}	541.917±2.205 ^{Bb}	532.472±0.962 ^{Cb}
	4	721.000±5.449 ^{Ac}	842.667±3.146 ^{Bc}	734.750±1.250 ^{Cc}
	6	448.852±1.697 ^{Ad}	445.889±1.111 ^{Ad}	430.333±1.925 ^{Bd}
25°C	0	620.333±0.000 ^{Aa}	615.148±8.038 ^{Aa}	629.222±3.849 ^{ABa}
	2	534.972±1.925 ^{Ab}	481.361±1.735 ^{Bb}	522.750±0.000 ^{Cb}
	4	607.250±1.250 ^{Ac}	947.250±2.500 ^{Bc}	895.583±3.819 ^{Cc}
	6	343.083±0.722 ^{Ad}	203.083±3.819 ^{Bd}	172.667±0.722 ^{Cd}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

4.2.8. Antioksidan kapasite

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının antioksidan kapasiteleri TEAC (Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi) ve FRAP (Demir indirgenme antioksidan kapasitesi) olmak üzere 2 farklı yöntem ile belirlenmiştir.

Çizelge 4. 15. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait TEAC (μmol TE/L) değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	TEAC (μmol TE/L)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	43.233±0.309 ^{Aa}	45.523±0.309 ^{Bac}	42.291±0.117 ^{Ca}
	2	59.610±0.208 ^{Ab}	59.610±0.000 ^{Ab}	59.679±0.159 ^{Ab}
	4	56.481±0.977 ^{Ac}	45.419±2.477 ^{Ba}	56.611±0.994 ^{Ac}
	6	57.249±1.011 ^{Abc}	54.315±3.502 ^{Abc}	57.843±0.368 ^{Ac}
25°C	0	43.233±0.309 ^{Aa}	45.523±0.309 ^{Ba}	42.291±0.117 ^{Ca}
	2	58.189±0.884 ^{Ab}	58.015±0.534 ^{Ab}	59.575±0.060 ^{Bb}
	4	45.939±0.418 ^{Ac}	49.844±1.824 ^{Ac}	46.503±2.263 ^{Aa}
	6	54.979±1.395 ^{Ad}	54.594±0.674 ^{Ac}	56.515±2.560 ^{Ab}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait TEAC değerleri Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Vişne sularının TEAC değerleri 4°C’de depolananlarda 42,291-59,679 μmolTE/L aralığında bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında K1, K2 ve T örneklerinin TEAC değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0.05) iken depolamanın 6.ayında örnekler arasındaki bu fark anlamsız (p>0.05) bulunmuştur. Çalışmamızdan farklı şekilde Oszmianski ve Wojdyło (2007)

kitosanın elma suyunun antioksidan aktivitesi üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını bildirmiştir. 4°C’de Kitosan-1 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 43.233 µmol TE/L olan TEAC değeri 6 aylık depolama sonunda 57.249 µmol TE/L değerine; Kitosan-2 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 45.523 µmol TE/L olan TEAC değerleri 6 aylık depolama sonunda 54.315 µmol TE/L değerine; Ticari ajanlar kullanılarak üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 42.291 µmol TE/L olan TEAC değerleri ise 6 aylık depolama sonunda 57.843 µmol TE/L değerine ulaşmıştır.

Çizelge 4. 16. 4°C ve 25°C’de depolanan vişne sularına ait FRAP (µmol TE/L) değerleri

Depolama sıcaklığı, °C	Depolama süresi, ay	FRAP (µmol TE/L)		
		K1 ort±ss	K2 ort±ss	T ort±ss
4°C	0	3752.469±140.757 ^{Aa}	3842.593±97.147 ^{Aa}	3796.914±113.211 ^{Aa}
	2	3360.577±320.231 ^{Aa}	3304.808±439.990 ^{Aa}	3170.192±221.271 ^{Aa}
	4	4123.519±104.576 ^{Aab}	4005.000±278.277 ^{Aa}	4042.037±208.636 ^{Aab}
	6	4164.817±7.393 ^{Ab}	4172.134±2.794 ^{Aa}	4158.720±11.761 ^{Ab}
25°C	0	3752.469±140.757 ^{Aa}	3842.593±97.147 ^{Aa}	3796.914±113.211 ^{Aa}
	2	2727.885±261.743 ^{Ab}	2581.731±150.000 ^{Ab}	2579.808±98.641 ^{Ab}
	4	3393.889±205.556 ^{Ac}	3705.000±367.171 ^{Aa}	3388.333±34.694 ^{Ac}
	6	4175.183±2.794 ^{Ad}	4178.232±7.974 ^{Ac}	4161.159±9.024 ^{Ad}

* A, B... farklı büyük harfler aynı satırdaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

*a, b... farklı küçük harfler aynı sütundaki örneklere ait istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0.05), her depolama sıcaklığı kendi arasında değerlendirilmiştir.

25°C’de depolamanın başında en düşük TEAC değeri Ticari durultma ajanları ile üretilen vişne suyunda (42.291 µmol TE/L) gözlenirken depolama sonunda en yüksek TEAC değeri yine Ticari durultma ajanları ile üretilen vişne suyunda (56.515 µmol TE/L) kaydedilmiştir. Bununla birlikte 4°C’de depolama sonuçlarına benzer şekilde 25°C’de depolamanın sonunda Kitosan-1 (54.979 µmol TE/L), Kitosan-2 (54.594 µmol TE/L) ve Ticari durultma ajanları ile üretilmiş olan vişne sularının (56.515 µmol TE/L) TEAC

değerleri arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$). Hem 4°C hem de 25°C’de 6 aylık depolama sonrasında kaydedilen bu durum kitosan uygulamasının antioksidan aktiviteyi korumada ticari durultma yardımcı maddeleri kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Tez kapsamında durultma yardımcı maddesi olarak kullanılan kitosanlar ve ticari durultma ajanları ile üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de depolama sonuçlarına ait FRAP değerleri Çizelge 4.16’da gösterilmiştir. K1, K2 ve T örneklerinin depolamanın 0., 2., 4. ve 6. aylarındaki FRAP değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Bununla birlikte Kitosan-2 ile üretilmiş olan vişne sularının tüm depolama periyotları boyunca FRAP değerleri arasındaki değişimde anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$). 4°C’de Kitosan-1 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 3752.469 $\mu\text{mol TE/L}$ olan FRAP değerleri 6 aylık depolama sonunda 4164.817 $\mu\text{mol TE/L}$ değerine; Kitosan-2 ile üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 3842.593 $\mu\text{mol TE/L}$ olan FRAP değerleri 6 aylık depolama sonunda 4172 $\mu\text{mol TE/L}$ değerine; Ticari ajanlar kullanılarak üretilmiş olan vişne sularının başlangıçta 3796.914 $\mu\text{mol TE/L}$ olan FRAP değerleri ise 6 aylık depolama sonunda 4158.720 $\mu\text{mol TE/L}$ değerine ulaşmıştır. 2. ay ölçümlerinde tüm vişne sularının FRAP değerlerinde düşüş meydana gelmiş olsa da bu düşüş istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 25°C’de depolanan vişne sularının FRAP değerleri 2581.731-4178.232 $\mu\text{mol TE/L}$ aralığında tespit edilmiştir. 4°C depolama sonuçlarında olduğu gibi 25°C depolama sonuçlarında da gruplara (K1, K2 ve T) göre depolamanın 0., 2., 4. ve 6. aylarında FRAP değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). 6 aylık depolama sonunda Kitosan-1 ile üretilen vişne suyunun FRAP değeri 4175.183 $\mu\text{mol TE/L}$; Kitosan-2 ile üretilen vişne suyunun FRAP değeri 4178.232 $\mu\text{mol TE/L}$ ve Ticari durultma ajanları ile üretilen vişne suyunun FRAP değeri ise 4161.159 $\mu\text{mol TE/L}$ olarak kaydedilmiştir. Yavaş ve ark. (2023), karadut konsantresinin 60 günlük depolanmasından sonra DPPH antioksidan aktivitesinin azaldığını ve ABTS ile belirlenen antioksidan aktivitenin arttığını gözlemlemiştir. Jafari ve ark. (2024) ise Hint Bektaşı üzüm suyunun berraklaştırılmasında jelatin, bentonit ve jelatin-bentonit kombinasyonunu kullanarak berrak meyve suyu üretmiş ve 4°C’de 49 günlük depolama süresince 1.5 mg/mL jelatin + 1 mg/mL bentonite ile berraklaştırılan

üzüm suyunun DPPH radikal süpürme aktivitesinin diğer uygulamalara kıyasla daha iyi korunduğu belirlenmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, vişne suyu üretiminin en önemli basamaklarından birini oluşturan durultma aşamasında kullanılan geleneksel durultma yardımcı maddelerine alternatif olarak kitosan kullanımı ve kitosanın vişne suyunun 6 aylık depolama süresince kalite değişimleri üzerine etkileri incelenerek geleneksel durultma yardımcı maddesi kullanılarak üretilen vişne suyu ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Çalışmada kullanılan kitosanların farklı konsantrasyon (1-1.75-2.5g kitosan/L), farklı uygulama sıcaklığı (30-40-50°C) ve farklı uygulama süresi (30-60-90 dakika) ile deneme deseni oluşturulmuş ve minimum bulanıklık değerleri esas alınarak uygun koşullar belirlenmiştir.
- Her iki kitosan (Kitosan-1 ve Kitosan-2) için de optimum koşullar 1.75 g/L kitosan, 50°C sıcaklık ve 90 dakika inkübasyon süresi olarak belirlenmiştir.
- Optimum koşullarda üretilen vişne sularının 4°C ve 25°C’de 6 aylık depolanması süresince kalitede meydana gelen değişimleri incelenmiş ve geleneksel durultma yardımcı maddesi ile üretilen vişne suyu ile kıyaslanmıştır.
- Kitosan kullanılarak üretilen vişne suları 4°C depolama sıcaklığında pH, titrasyon asitliği, SÇKM, renk, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite açısından benzer değişimler göstermiştir.
- Kitosan kullanılarak üretilen vişne sularının 25°C depolama sıcaklığında pH, titrasyon asitliği, SÇKM, renk ve antioksidan kapasite açısından benzer değişimler gösterdikleri saptanmıştır.
- Hem 4°C hem de 25°C’de depolanan Kitosan-1 ve Kitosan-2 kullanılarak üretilen vişne suları toplam antosiyanin içeriğinde meydana gelen değişimler açısından üstün özellikler göstermiştir.
- 25°C depolama sıcaklığında Kitosan-1 ve Kitosan-2 kullanılarak üretilen vişne sularının toplam fenolik maddede meydana gelen değişimler açısından üstün özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir.

Sonuçlar kitosanın (Kitosan-1 ve Kitosan-2) geleneksel durultma yardımcı maddelerine alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Kitosanın biyobozunur, biyouyumlu, toksik olmayan yapıda olmasının yanında biyofonksiyonel özelliklere de sahip olan doğal bir polimer olması kullanımının önemini açığa çıkarmaktadır. Bununla birlikte sonraki çalışmalarda kitosanların diğer berrak meyve sularında da durultma yardımcı maddesi olarak kullanımının etkilerinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abd, A. J., Niamah, A. K. (2012). Effect of chitosan on apple juice quality. *Int. J. Agric. Food Sci*, 2(4), 153-157.
- Abdelmalek, B. E., Sila, A., Haddar, A., Bougatef, A., Ayadi, M. A. (2017). β -Chitin and chitosan from squid gladius: Biological activities of chitosan and its application as clarifying agent for apple juice. *International journal of biological macromolecules*, 104, 953-962.
- Agboh, O. C., Qin, Y. (1997). Chitin and chitosan fibers. *Polymers for Advanced Technologies*, 8, 355– 365.
- Agulló, E., Rodríguez, M. S., Ramos, V., & Albertengo, L. (2003). Present and future role of chitin and chitosan in food. *Macromolecular bioscience*, 3(10), 521-530.
- Al-Aubadi I. M, Salman D. D, Chechan R. A. (2020). Determination of optimum conditions for clarification of Iraqi date juice by Chitosan. *Indian J Ecol* 47(10):127–131.
- Anonim, (1984). Türkiye ikinci meyve ve sebze projesi meyve ve sebze alt sektörü ana planı ve sektör etüdları Ek 4. Yaş meyve sebze işleyen tarımsal sanayi tesisleri envanter etüdü. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı - Türk Mühendislik, Müşavirlik ve Mühahhitlik A.Ş. (TÜMAŞ). <https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/11807>. Erişim tarihi: 01.07.2024
- Anonim, (2024). <https://www.meyed.org.tr/tr/meyed-tarim/bahcecilik/visne>. Erişim tarihi: 01.07.2024
- AOAC. (1995). Official methods of analysis of AOAC International, 16th Ed.
- Aygören, E., Sancak, A. Z., Akdağ, E., Demirtaş, M., Dönmez, D., Sancak, K., Demir, A. (2014). Türkiye’de meyve suyu üretim sektörü. *XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 3-5.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J., (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239: 70–6.
- Bonerz, D., Würth, K., Dietrich, H., Will, F. (2007). Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *European Food Research and Technology*, 224(3), 355-364.
- Chandra, A., Nair, M. G., Lezzoni, A. (1992). Evaluation and characterization of the anthocyanin pigments in tart cherries (*Prunus Cerasus* L.). *J. Agrlc. Food Chem.*, 967-969.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. (2004). Meyve suyu üretim teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt*, Ed: 297-661., Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. (2001). Meyve suyu üretim teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara.
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metotları, *Biltav Yayınları*, Ankara.
- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve sebze işleme teknolojisi. *Gıda teknolojisi Derneği Yayınları*, 35, 670s., Ankara.
- Cesar, L. T., de Freitas Cabral, M., Maia, G. A., de Figueiredo, R. W., de Miranda, M. R. A., de Sousa, P. H. M., ... & Gomes, C. L. (2014). Effects of clarification on

- physicochemical characteristics, antioxidant capacity and quality attributes of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 3293-3300.
- Chatterjee, S., Chatterjee, S., Chatterjee, B. P., Guha, A. K. (2004). Clarification of fruit juice with chitosan. *Process biochemistry*, 39(12), 2229-2232.
- Çetin, M., Taş, B., (2012). Biyolojik orjinli tek doğal mineral: Diatomit. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 5 (2), 28-46.
- Çetinkaya, Ö. (2005). Jelatin bentonit ile ön flokleştirmanın elma suyunun ultrafiltrasyon performansı üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Damar, İ., Ekşi, A. (2012). Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food chemistry*, 135(4), 2910-2914.
- Dana, P. M., Hallajzadeh, J., Asemi, Z., Mansournia, M. A., & Yousefi, B. (2020). Chitosan Applications In Studying And Managing Osteosarcoma. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 169, 321-329.
- Demirdöven, A., Erceyes, E., Erceyes, Ö. (2016). Vişne suyu konsantresi antioksidanlarının üretim ve depolama süresince değişimleri. *Gıda*, 41(4), 213-220.
- Dıblan, S., Özkan, M. (2021). Effects of various clarification treatments on anthocyanins, color, phenolics and antioxidant activity of red grape juice. *Food Chemistry*, 352, 129321.
- Diao, Y., Yu, X., Zhang, C., Jing, Y. (2021). Optimisation of the clarification of kiwifruit juice with tannic acid-modified chitosan. *Czech Journal of Food Sciences*, 39(3), 189-196.
- Doğan, İ (1993). Sıcak Durultma Tekniğinin Vişne Suyuna Uyarlanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Domingues, R. C. C., Junior, S. B. F., Silva, R. B., Cardoso, V. L., Reis, M. H. M. (2012). Clarification of passion fruit juice with chitosan: Effects of coagulation process variables and comparison with centrifugation and enzymatic treatments. *Process Biochemistry*, 47(3), 467-471.
- Doner LW, Bécard G, Irwin PL. 1993. Binding of flavonoids by polyvinylpyrrolidone. *J Agric Food Chem*, 41, 753-757.
- Dutta, P.K., Tripathi, S., Mehrotra, G.K., Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry*. 114: 1173–1182.
- Ekşi, A. (1987). "Meyve suyu durultma tekniği," Gıda Teknolojisi Derneği Yayını. 127p., Ankara.
- Ekşi, A., Akdağ, N. (2006). Türkiye'de meyve suyu üretimi ve tüketimi. *Dört Mevsim Meyve Suyu*, 4, 2-4.
- Ekşi, A (1988). Meyve Suyu Durultma Tekniği, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 9, Ankara.
- FAOSTAT (2021). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi 01.10.2023
- Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A., Neri, D. (2010). Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules*, 15, 6993-7005.
- Franke, S.I.R., Chless, K., Silveria, J.D., Robensam, G. (2004). Study of a antioxidant and mutagenic activity of different orange juices, *Food Chemistry*. 88: 45–55.
- Fuleki, T., Francis, F. J. (1968). Qualitative methods for anthocyanins, extraction and determination of total anthocyanins in cranberries, *Journal of food Science*, 33:72-77.

- Fuzfai, Z., Katona, Z. F., Kovacs, E., Molnar-Perl, I. 2004. Simultaneous identification and quantification of the sugar, sugar alcohol, and carboxylic acid contents of sour cherry, apple, and ber fruits, as their trimethylsilyl derivatives, by gas chromatography-mass spectrometry. *J Agric Food Chem*, 52, 7444-52.
- Ghorbel-Bellaaj, O., Jridi, M., Khaled, H. B., Jellouli, K., Nasri, M. (2012). Bioconversion of shrimp shell waste for the production of antioxidant and chitosan used as fruit juice clarifier. *International journal of food science & technology*, 47(9), 1835-1841.
- Goncalves, B., Landbo, A. K., Knudsen, D., Silva, A. P., Moutinho-Pereira, J., Rosa, E., Meyer, A. S. (2004). Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of Cherries (*Prunus avium* L.). *J Agric Food Chem*, 52, 523- 30.
- Goycoolea, F. M., Argüelles-Monal, W., Peniche, C., & Higuera-Ciapara, I. (2000). Chitin And Chitosan. In *Developments In Food Science* (Vol. 41, Pp. 265-308). Elsevier.
- Hafizoğlu, C. (2014). Farklı durultma yardımcılarının meyve suyunun mineral profili üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara
- Heidarizadeh, F., Kolahi, M., & Akhond, M. (2023). Enhancing the qualitative and nutritional properties of strawberry juice through chitosan treatment. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(10), 5214-5226.
- Jafari, S., Shiekh, K. A., Mishra, D. K., Kijpatanasilp, I., & Assatarakul, K. (2024). Combined Effects of Clarifying Agents Improve Physicochemical, Microbial and Sensorial Qualities of Fresh Indian Gooseberry (*Phyllanthus emblica* L.) Juice during Refrigerated Storage. *Foods*, 13(2), 290.
- Kang, S. Y., Seeram, N. P., Nair, M. G., Bourquin, L. D. (2003). Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in Apc (Min) mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. *Cancer Lett*, 194, 13-9.
- Kim, D. O., Heo, H. J., Kim, Y. J., Yang, H. S., Lee, C. Y. (2005). Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *J Agric Food Chem*, 53, 9921-7
- Kurita, K. (2006). Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. *Marine Biotechnology*, 8: 203-226.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö. (2005). Kitin, Kitosan ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. *GIDA*, 30(6): 371-378.
- Kuzgun, N. K., İnanlı, A. G. (2013). Kitosan Üretimi ve Özellikleri ile Kitosanın Kullanım Alanları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 16-21.
- Küpcü, E. (2024). Vişne suyu üretiminde güncel durultma ajanları ile ultrason uygulamasının durultma koşulları ve kaliteye etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Lachowicz, S., Oszmiański, J., & Kalisz, S. (2018). Effects of various polysaccharide clarification agents and reaction time on content of polyphenolic compound, antioxidant activity, turbidity and colour of chokeberry juice. *LWT*, 92, 347-360.
- Laorko, A., Tongchitpakdee, S., Youravong, W. (2013). Storage quality of pineapple juice non-thermally pasteurized and clarified by microfiltration. *J Food Eng* 116(2):554–561
- Lare, T., Hirpaye, B.Y., Eeranna, B.C., Srinivasan, B. (2022). Extraction and characterization of chitin and chitosan from Nile tilapia scale in Lake Chamo,

- Arba Minch and their application in clarification of apple juice. *J Food Process Preserv* 46(12):e17194
- Macheix, J. J., Fleuriet, A., Billot, J. (1990). "Fruit phenolics," CRC Press, Inc., Florida.
- MEYED (2011). Türkiye Meyve Suyu v.b. Ürünler Sanayi Raporu. http://www.meyed.org.tr/files/bilgi_merkezi/sektorel_veriler/meyve_suyu_sektoru_raporu_2011.pdf. Erişim tarihi 20.02.2024)
- Morris, J.R. Main, G.L. (1995). Fining agents for wine. *Proc.14th NM Conf.*1995,
- Muzzarelli, R. A., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., DeMarchis, M., Paoletti, M. G. (2012). Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. *Carbohydrate polymers*, 87(2), 995-1012.
- No, H.K., Park, N.Y., Lee, S.H., Meyers, S.P., (2002). Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weights. *International Journal of Food Microbiology* 74, 65–72
- No, H. K., Meyers, S. P. (1995). Preparation and characterization of chitin and chitosan—a review. *Journal of aquatic food product technology*, 4(2), 27-52.
- Oszmiański, J., & Wojdyło, A. (2007). Effects of various clarification treatments on phenolic compounds and color of apple juice. *European Food Research and Technology*, 224, 755-762.
- Ough CS. 1960. Gelatin and polyvinylpyrrolidone compared for fining red wines. *Am J Enol Viticult*, 11, 170-173.
- Petersen, M. B., Poll, L. (1999). The influence of storage on aroma, soluble solids, acid and colour of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) cv. Stevnsbær. *Eur Food Res Technol*, 251–256.
- Poll, L., Petersen, M.B., Nielsen, G. S. (2003). Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. "Stevnsbær". *European Food Research and Technology*, 212-216.
- Raafat, D., Sahl, H. G. (2009). Chitosan and its antimicrobial potential—a critical literature survey. *Microbial biotechnology*, 2(2), 186-201.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology & Medicine*. 26: 1231–7.
- Ribárszki Á, Székely D, Szabó-Nótin B, Máté M. (2022). Changes in colour parameters and anthocyanin content of aseptically filled sour cherry juice during storage. *Progress Agricultural Eng Sci* 18(1):61–76
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. and Dubourdieu, D. (2006). Clarification and stabilization treatments: Fining wine, In: *Handbook of Enology*, Vol. 2. Aquitaine Traduction, 301–332, Bordeaux, France.
- Rinaudo, M. (2006). Chitin And Chitosan: Properties And Applications. *Progress In Polymer Science*, 31(7), 603-632.
- Rungsardthong, V., Wongvuttanakul, N., Kongpien, N., Chotiwaranon, P. (2006). Application of fungal chitosan for clarification of apple juice. *Process biochemistry*, 41(3), 589-593.
- Shahidi, F., Arachchi, J. K. V., Jeon, Y. (1999). Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Science & Technology*. 10: 37 – 51.

- Sharma, H. P, Patel, H., Sugandha. (2017). Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices–A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 57(6):1215–1227
- Spagna, G, Barbagallo, RN, Pifferi, PG. (2000). Fining treatments of white wines by means of polymeric adjuvants for their stabilization against browning. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 4619-4627.
- Tastan, O., Baysal, T. (2015). Clarification of pomegranate juice with chitosan: changes on quality characteristics during storage. *Food chemistry*, 180, 211-218.
- Tastan, O., Baysal, T. (2017). Chitosan as a novel clarifying agent on clear apple juice production: Optimization of process conditions and changes on quality characteristics. *Food chemistry*, 237, 818-824.
- Tokatlı, K. (2016). Karides atıklarından kitosan üretim koşullarının optimizasyonu ve kitosandan elde edilen yenilebilir film kaplamanın kirazların raf ömrüne etkisi. (Doktora tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Tokatlı, K., Demirdöven, A. (2018) Optimization of chitin and chitosan production from shrimp wastes and characterization. *J Food Process Preserv* 42(2): e13494
- Traustadottir, T., Davies, S. S., Stock, A. A., Su, Y., Heward, C. B., Roberts, L. J., 2nd, and Harman, S. M. (2009). Tart cherry juice decreases oxidative stress in healthy older men and women. *J Nutr*, 139, 1896-900.
- Tressler, K. D., Joslyn, M. A. (1961). *Fruit and Vegetable Juice. Processing Technology.* The Avi Publishing Company, INC. 653 s.
- Türkyılmaz, M., Yemiş, O. Özkan, M., (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent polymeric colour of black carrot (*Daucus carota* L.) juice. *Food Chemistry*, 134(2), 1052-1058.
- Türkyılmaz, M., Hamzaoglu, F., Özkan, M. (2021) Effects of pasteurization and storage on turbidity and copigmentation in pomegranate juices clarified with various hydrocolloid combinations. *Food Chem* 358:129803
- Velioğlu, S., Yıldız, O. (1996). Türk vişne sularının kimyasal bileşimi. *Gıda*, 21(2).
- Versari, A., Barbant, D., Potentini, G., Mannazzu, I., Salvucci, A., Galassi, S. (1998) Physico-chemical Characteristics of Some Oenological Gelatins and Their Action on Selected Red Wine Components. *J Sci Food Agric*, 78, 245-250
- Wang, H., Nair, M. G., Strasburg, G. M., Booren, A. M., Gray, J. I. (1999). Antioxidant polyphenols from tart cherries (*Prunus cerasus*). *J Agric Food Chem*, 47, 840-4.
- Will, F., Hilsendegen, P., Bonerz, D., Patz, C., Dietrich, H. (2005). Analytical composition of fruit juices from different sour cherry cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 79, 12-16
- Wu, A., Lv, J., Ju, C., Wang, Y., Zhu, Y., & Chen, J. (2022). Optimized clarification technology of bayberry juice by chitosan/sodium alginate and changes in quality characteristics during clarification. *Foods*, 11(5), 671.
- Yousaf M. S, Yusof S., Abdul Manap M. Y. B., Abd-Aziz S. (2010). Storage stability of clarified banana juice fortified with inulin and oligofructose. *J Food Process Preserv* 34:599–610

7. EKLER

Ek 1: Toplam fenolik madde tayininde kullanılan kalibrasyon eğrisi

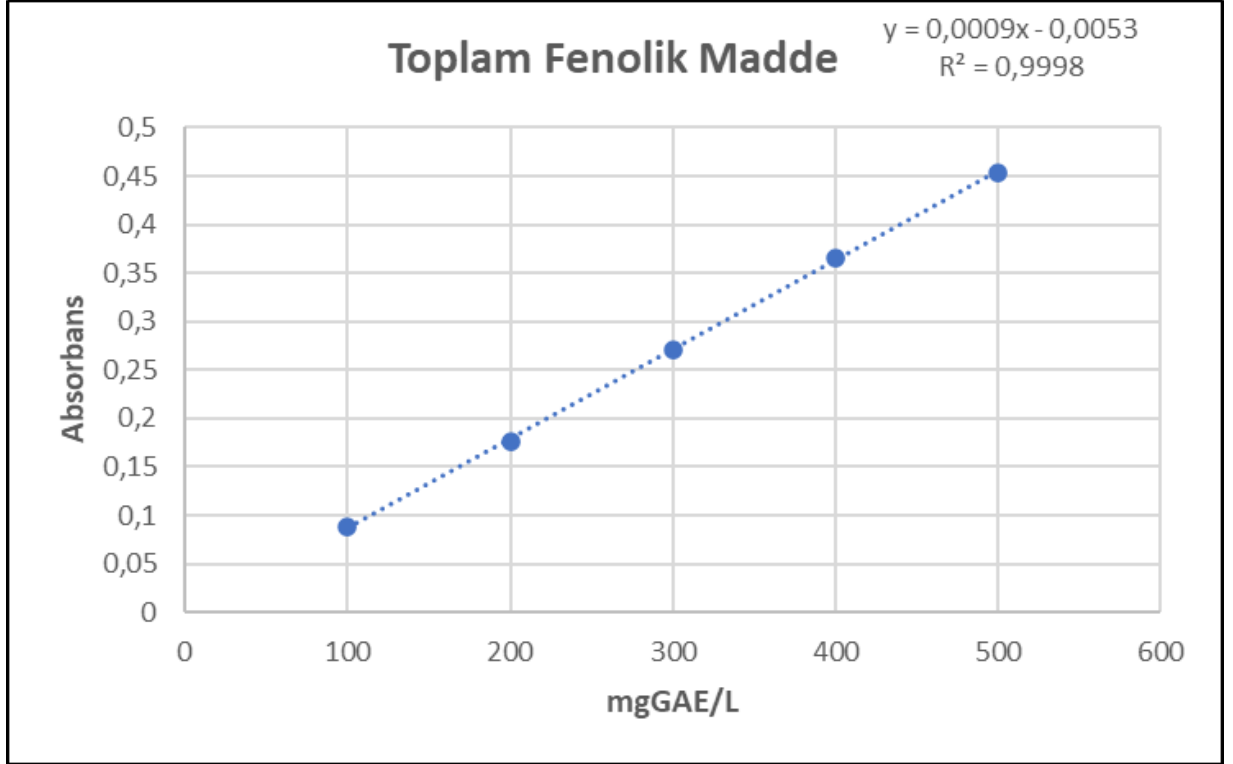
Ek 2: Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) tayininde kullanılan kalibrasyon eğrisi

Ek 3: Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) tayinine ait kalibrasyon eğrisi

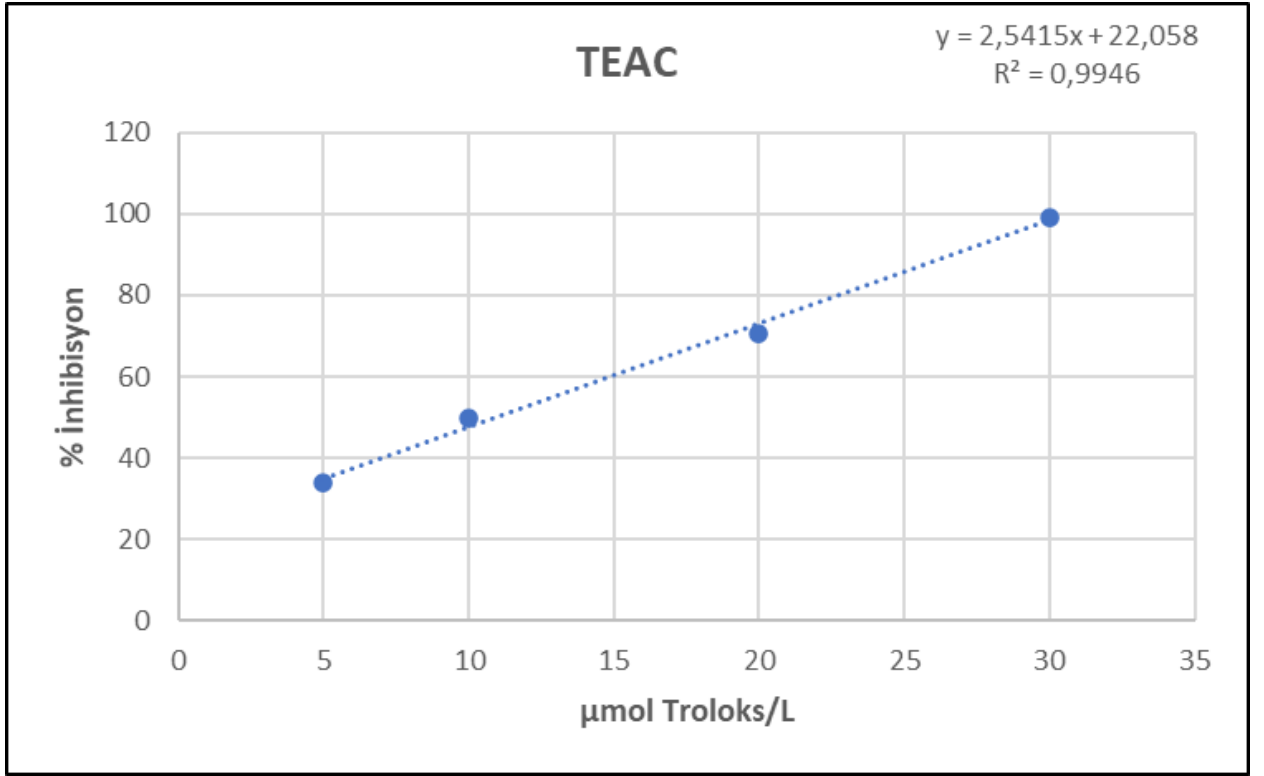
Ek 4: Özgeçmiş



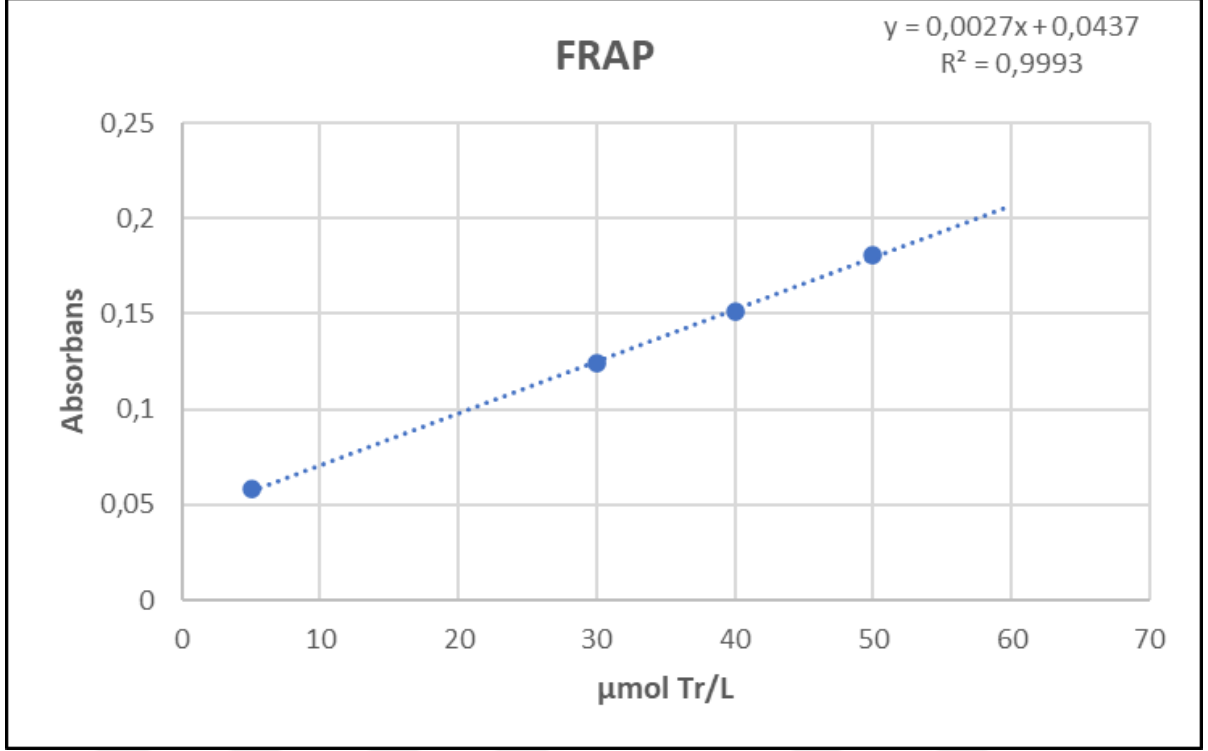
Ek 1: Toplam fenolik madde tayininde kullanılan kalibrasyon eğrisi



Ek 2: Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) tayininde kullanılan kalibrasyon eğrisi



Ek 3: Demir (III) İndirgeme Antioksidan Gücü (FRAP) tayinine ait kalibrasyon eğrisi



Ek 4: ÖZGEÇMİŞ

