

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



FARKLI MEYVE SULARININ ENFÜZYONU İLE HAZIRLANAN
ŞEKER İLAVESİZ MEYVE İÇECEĞİNİN ANTİOKSİDAN
ÖZELLİKLERİNİN OPTİMİZASYONU

DAMLA ÇETİNER ÇETİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Elif SAVAŞ (Tez Danışmanı)**
Doç. Dr. Kübra Sultan ÖZDEMİR BİLİCİ
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YÜKSEL

BALIKESİR, OCAK - 2025

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Farklı Meyve Sularının Enfüzyonu ile Hazırlanan Şeker İlavesiz Meyve İçeceğinin Antioksidan Özelliklerinin Optimizasyonu**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Damla ÇETİNER ÇETİN

ÖZET

**FARKLI MEYVE SULARININ ENFÜZYONU İLE HAZIRLANAN ŞEKER
İLAVESİZ MEYVE İÇECEĞİNİN ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN
OPTİMİZASYONU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DAMLA ÇETİNER ÇETİN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ ELİF SAVAŞ)**

BALIKESİR, OCAK - 2025

Sağlıklı beslenmeye olan ilgi düşük şeker içeriği ve yüksek antioksidan içeriği olan besin ve içeceklere olan eğilimin artmasına neden olmuştur. Sektörün ihtiyaç duyduğu düşük şeker içeriğinin doğal meyve girdisi ile sağlandığı ürün üretimi son derece önem kazanmıştır. Bu çalışmada, elma, siyah havuç ve mandalina suları ve elma deiyonize konsantresi kullanılarak şeker ikamesiz meyve içeceği üretimi gerçekleştirilmiştir. Karışımda yer alan unsurlar Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) ile optimize edilerek hazırlanan içeceklerin, fizikokimyasal, antioksidan ve reolojik özellikleri araştırılmıştır.

Bu doğrultuda elde edilen karışım meyve sularının toplam antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde değerlerinin karışımda kullanılan elma, mandalina ve siyah havuç sularının değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Optimizasyonda kullanılan siyah havuç konsantresi miktarı arttıkça duyuşal değerlendirmelerdeki renk parametresinin puanlarının arttığı gözlenmiştir. Optimum örnekte toplam antioksidan kapasite miktarları (ABTS:4326,62±65,70 mg GAEs/100 g ve DPPH: 672,6±0,46 mg TE/100 ml), antosiyanin profili % rel. area 280 nm'de (25,95±0,24) ve 518 nm'de (51,75±0,45) ve toplam fenolik madde miktarındaki (0,46±0,06 mg/mL) değişim önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Karışık meyve suları üretiminde gıdaların bozulma durumunun ve işleme boyunca iyi uygulamaların göstergesi olarak kullanılan toplam aerobik mezofilik bakteri, çevresel kaynaklardan gelen fekal bakteri kontaminasyonunun olmadığını gösteren *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform, yeterli işleme uygulamalarının yapıldığını ifade eden küf-maya, içeceğin güvenliğini düşündüren patojenik bakterilerin (*E. coli*, *B. cereus* ve *Salmonella* spp.) sayımları sonucunda 1 log₁₀ kob/g'nın altında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, optimize karışım meyve suyunun renk, duyuşal kabul edilebilirlik ve antioksidan kapasite ile fenolik madde miktarı açısından karışımda yer alan meyve sularına göre daha belirgin bir farklılık belirlenmiştir. Böylelikle mikrobiyolojik açıdan mevzuata uygun ve risk teşkil etmeyen meyve suyu içecekleri tasarlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Deiyonize elma suyu, meyve suyu konsantresi, Yanıt Yüzey Metodolojisi (YYM), DPPH, toplam fenolik madde.

Bilim Kod / Kodları : 90808, 90820

Sayfa Sayısı : 118

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF A SUGAR-FREE FRUIT DRINK PREPARED BY INFUSION OF DIFFERENT FRUIT JUICES

MSC THESIS

DAMLA ÇETİNER ÇETİN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ ELİF SAVAŞ)

BALIKESİR, JANUARY - 2025

The interest in healthy nutrition has led to an increasing trend towards foods and beverages with low sugar content and high antioxidant content. The production of products that provide the low sugar content required by the sector with natural fruit input has become extremely important. In this study, a sugar-free fruit drink was produced using apple, black carrot, and mandarin juices and apple deionized concentrate. The physicochemical, antioxidant, and rheological properties of the beverages prepared by optimizing the components in the mixture by Response Surface Method (RSM) were investigated.

In this direction, it was determined that the total antioxidant capacity and total phenolic matter values of the blended fruit juices obtained in this direction were higher than the values of apple, mandarin, and black carrot juices used in the mixture. As the amount of black carrot concentrate used in the optimization increased, it was observed that the scores of the color parameter in sensory evaluations increased. The change in total antioxidant capacity (ABTS: 4326.62 ± 65.70 mg GAEs/100 g and DPPH: 672.6 ± 0.46 mg TE/100 ml), anthocyanin profile % rel. area at 280 nm (25.95 ± 0.24) and 518 nm (51.75 ± 0.45), and total phenolic content (0.46 ± 0.06 mg/mL) was found to be significant ($p < 0.05$). Total aerobic mesophilic bacteria, *Enterobacteriaceae*, and total coliform, which are used as indicators of food spoilage and good practices during processing, *Enterobacteriaceae* and total coliform, which indicate the absence of fecal bacterial contamination from environmental sources, mold and yeast, which indicate adequate processing practices, and pathogenic bacteria (*E. coli*, *B. cereus*, and *Salmonella* spp.), which are used as indicators of food spoilage and good practices during processing, were found to be below $1 \log_{10}$ cfu/g in mixed fruit juice production. As a result, the optimized blended juice showed a significant difference in color, sensory acceptability, antioxidant capacity, and phenolic content compared to the blended juices. Thus, microbiologically compliant and risk-free fruit juice beverages were designed.

KEYWORDS: Deionized apple juice, juice concentrate, Response Surface Methodology (RSM), DPPH, total phenolic matter.

Science Code / Codes : 90808, 90820

Page Number : 118

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1 Meyve Suyu	4
2.1.1.Elma Suyu	10
2.1.2.Mandalina Suyu	13
2.1.3.Siyah Havuç Suyu	17
2.1.4.Karışık Meyve Suyu.....	20
2.2 Önceki Çalışmalar	22
2.3 Yanıt Yüzey Metodolojisi (YYM)	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM	36
3.1. Materyal	36
3.2. Metot	36
3.2.1.Duyusal değerlendirme	37
3.2.2.Antosiyanin dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi.....	37
3.2.3.HPLC yöntemi ile fenolik madde belirlenmesi.....	38
3.2.4.Şeker dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi	39
3.2.5.pH değeri.....	40
3.2.6.Titrasyon Asitliği	40
3.2.7.Suda çözünen kuru madde (Briks ^o) tayini	40
3.2.8.Renk analizi.....	40
3.2.9.Toplam flavonoid içeriği.....	41
3.2.10. Toplam fenolik madde tayini	41
3.2.11. DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite tayini	42
3.2.12. C vitamini (askorbik asit) tayini.....	42
3.2.13. Toplam monomerik antosiyanin tayini	46
3.2.14. ABTS yöntemiyle antioksidan aktivite tayini	47
3.2.15. Mikrobiyolojik analizler.....	48
3.2.16. Deneysel tasarım ve istatistiksel analiz.....	49
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1. Karışık Meyve Suyu Üretiminde Kullanılan Konsantrelerinin Kalite Özellikleri.....	52
4.2. Duyusal Değerlendirme Bulguları	53

4.3. Karışım Meyve Suyu Formülasyonunun Yanıt Yüzey Metodolojisi ile Optimizasyonu	54
4.4. Karışık Meyve Sularının Optimizasyonu Sürecinde Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	58
4.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Antosiyanin Profili	58
4.4.2. Şeker Bileşenlerindeki Değişimler	70
4.5. Karışık Meyve Suyunun Optimizasyonu Sonucunda Elde Edilen Model İçeceğin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	80
4.5.1. Briks, pH ve titrasyon asitliği değerleri	81
4.5.2. Renk ve absorbanans değişimleri değerleri	85
4.5.3. Toplam antioksidan kapasite değerleri	87
4.5.4. Mikrobiyolojik analizler	89
4.5.5. Duyusal Analizler	90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
6. KAYNAKLAR	94
EKLER	117
ÖZGEÇMİŞ	118

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Basınçla çalışan membran türleri.....	9
Şekil 4.1: Karışık meyve suyu üretimi denemelere ait optimizasyon çalışmasında kullanılan parametrelerin hedefleri.....	54
Şekil 4.2: Siyah havuç konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi.....	60
Şekil 4.3: Deiyonize elma konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi.....	60
Şekil 4.4: Mandalina konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi.....	61
Şekil 4.5: Elma konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi.....	61
Şekil 4.6: Her bir denemedeki toplam antosiyanin miktarı.....	62
Şekil 4.7: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının toplam antosiyanin miktarına etkisi.....	62
Şekil 4.8: Toplam antosiyanin miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	63
Şekil 4.9: Toplam antosiyanin miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	63
Şekil 4.10: Her bir denemedeki toplam fenolik madde miktarı.....	65
Şekil 4.11: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının toplam fenolik maddemiktarı üzerine etkisi.....	65
Şekil 4.12: Toplam fenolik madde miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	66
Şekil 4.13: Toplam fenolik madde miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	66
Şekil 4.14: Her bir denemedeki glikoz miktarı.....	71
Şekil 4.15: Her bir denemedeki fruktoz miktarı.....	72
Şekil 4.16: Her bir denemedeki sakkaroz miktarı.....	72
Şekil 4.17: Her bir denemedeki sorbitol miktarı.....	73
Şekil 4.18: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının glikoz miktarına etkisi.....	73
Şekil 4.19: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının fruktoz miktarına etkisi.....	74
Şekil 4.20: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının sakkaroz miktarına etkisi.....	74
Şekil 4.21: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının sorbitol miktarına etkisi.....	75
Şekil 4.22: Glikoz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	76
Şekil 4.23: Fruktoz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	76
Şekil 4.24: Sakkaroz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	77
Şekil 4.25: Sorbitol miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi.....	77
Şekil 4.26: Glikoz miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	78
Şekil 4.27: Fruktoz miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	78
Şekil 4.28: Sakkaroz miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	78
Şekil 4.29: Sorbitol miktarında en etkili parametrenin etkisi.....	79
Şekil 4.30: Optimizasyon sonucu model gıda formülasyonu.....	80

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Meyve oranına göre meyve türevi içecek tipleri.....	14
Tablo 3.1: HPLC ile antosiyaninler için uygulanan elüsyon profili.....	45
Tablo 3.2: Karışık meyve suyu üretimi optimizasyonu için değişkenler ve kodlanmış seviyeleri.....	55
Tablo 3.3: Karışık meyve suyu üretimi denemelere ait optimizasyon çalışmasında kullanılan deneysel tasarım.....	55
Tablo 4.1: Optimizasyon için hammadde olarak kullanılan mandalina, elma, siyah havuç ve deiyonize elma suyu konsantrelerinin bazı kalite özellikleri.....	58
Tablo 4.2: Duyusal değerlendirme sonuçları.....	59
Tablo 4.3: Bağımsız değişkenler ve değerleri.....	60
Tablo 4.4: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin pH, briks ^o ve toplam titrasyon asitliği değerleri.....	61
Tablo 4.5: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin renk değerleri (L, a, b ve Color Unit değerleri).....	62
Tablo 4.6: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerdeki içeceklerin renk absorbansları (Abs 420nm, Abs 430nm, Abs 520nm, Abs 580nm, Abs 620nm ve blue faktör).....	63
Tablo 4.7: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin toplam fenolik maddemiktarı ve antosiyanin profili.....	65
Tablo 4.8: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin şeker bileşenleri değerleri (g/L).....	76
Tablo 4.9: Model gıda olarak kabul edilen içeceğin bazı kalite özellikleri.....	87

SEMBOL LİSTESİ

a*	: (-) yeşil, (+) kırmızı renk değeri
b*	: (-) mavi, (+) sarı renk değeri
°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
kg/hl	: Hetolitre ağırlığı
kHz	: Kilohertz
L	: Litre
L*	: Parlaklık renk değeri
MHz	: Megahertz
μ	: Mikron
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
ROS	: Reaktif oksijen tür
SK	: Suyu Konsantresi
TFM	: Toplam Fenolik Madde
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TS	: Türk Standartları

ÖNSÖZ

Yapılan bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında, konu, konunun önemi ve temellerinin oluşumunun ortaya çıkarılmasında, çalışmaların oluşturulmasında ve çalışmaların tüm süreci boyunca zaman, süre gözetmeksizin desteklerini esirgemedi her türlü yardımı sağlayan, çok kıymetli tez danışmanım olan Sayın Dr. Öğ. Üyesi Elif SAVAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Birikim ve tecrübesini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Kübra Sultan ÖZDEMİR BİLİCİ ve Dr. Öğretim Üyesi Yavuz YÜKSEL'e sonsuz saygı ve minnetlerimi sunarım.

Tez çalışması sürecince her türlü bilgi paylaşımı, hammadde temini, analiz cihazları ve ekipman kullanımı sağlayan DÖHLER Gıda Sanayi A.Ş. ekibine teşekkürlerimi borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarım ve tez yazım aşamasında yardımları ve destekleri için sevgili mesai arkadaşlarım Merve Elif DÖVÜCÜ, Serra CÖMERT KAYIŞLI, Medine DOS ve Serpil ÖZDEMİR çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında yanımda olan, sevgi, saygı ve hoşgörü ile beni her zaman destekleyen, sevgili annem, babam ve kardeşlerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak gerek akademik gerek manevi olarak her zaman yanımda olan, sevgisini kalpten hissettiren, sevgi, saygı ve hoşgörü ile beni her zaman destekleyen, vazgeçtiğimde yeniden başlayacak cesareti bana veren sevgili eşim Ramazan Ülkü ÇETİN'e ve biricik dünyalar tatlısı sevgili kızım Nil ÇETİN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Modern çağın hızlı yaşam tarzı ve sınırsız tüketim alışkanlıkları, insanları daha temiz ve sağlıklı gıdalar aramaya yönlendirmiştir. Aşırı tüketimin neden olduğu stres ve obezite gibi sağlık sorunlarının yaygınlaşması, bu arayışı daha da kritik hale getirmiştir. Günümüzde sağlıklı beslenmeye olan ilgi hızla artarken, bireyler bu yönde çeşitli adımlar atmaktadır. Sağlıklı bir diyetin iş performansını artırdığı, yaşam süresini uzattığı, zihinsel gelişimi desteklediği ve günlük yaşamı daha kaliteli hale getirdiği düşüncesi, bu eğilimi güçlendiren temel etkenler arasında yer almaktadır.

İnsan sağlığı, çevresel koşullar, iklim, genetik faktörler ve beslenme gibi pek çok etkenin ortak etkisi altındadır. Vücudun sağlıklı bir şekilde büyüüp gelişebilmesi, temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi ve kendini yenileyebilmesi için dengeli ve doğru beslenme hayati öneme sahiptir. Yetersiz ve dengesiz beslenme, organizmanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin zamanında ve yeterli miktarda alınamamasına yol açarak bağışıklık sistemini zayıflatır, hastalık süreçlerini uzatır ve tedaviyi hem zorlaştırır hem de maliyetli hale getirir. Günümüzde sağlıksız gıdaların yaygınlaşması ve bu ürünlerin cazip görünümüne karşın vücudun temel vitamin, mineral ve su gereksinimlerini karşılayamaması, temiz ve doğal meyve ile sebzelerin önemini daha da artırmıştır. Özellikle karbonhidrat açısından zengin meyvelerin yeterli miktarda tüketimi, vücudu birçok hastalığa karşı koruyarak uzun vadede sağlığın sürdürülebilmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Günümüzde pek çok gıda, yalnızca bir beslenme unsuru olarak değil, aynı zamanda doğal bir şifa kaynağı olarak da görülmektedir. Doğal ürünlerin yüksek etkinlikleri ve düşük yan etki potansiyelleri, bu ürünlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerine olan ilgiyi artırmıştır. Özellikle polifenolik bileşikler, antioksidan ve anti-inflamatuar özellikler gibi geniş bir yelpazede sağlığa faydalı etkiler sunan en önemli doğal bileşikler arasında öne çıkmaktadır. Araştırmalar, polifenollerin merkezi sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler sağladığını kanıtlarken, fenolik bileşiklerin ise en güçlü ve yaygın antioksidanlar arasında yer aldığını göstermektedir. Mikroorganizmaların antimikrobiyal ilaçlara karşı direnç sorunu, dünyanın güncel zorluklarından biridir. Öte yandan, bitki bazlı antimikrobiyaller, genellikle sentetik antimikrobiyallerle ilişkili birçok yan etkiden yoksun oldukları için çekicidir. Dolayısıyla, doğal kaynaklardan yeni antimikrobiyal bileşikler arayışı devam etmektedir.

Dünya nüfusunun hızla çoğalması ve tarım alanlarının daralması, üretilen tarım ürünlerinin işlevsel, sağlıklı ve dengeli özellikler taşımasını her geçen gün daha önemli bir hale getirmektedir. Fitokimyasal özellikleri nedeniyle fonksiyonel gıda olarak tanımlanan ürünlere olan tüketici ilgisi hızla artmaktadır. Antioksidan etkili bileşikler olan fenoller, vitaminler, enzimler ve aromatik aminler, oksidantlara hidrojen molekülü sağlayarak oksidatif stresin tetikleyebileceği oksidasyon ve peroksidasyon reaksiyonlarını engellemektedir. Bu özellikleri, söz konusu gıdaların hem beslenme hem de sağlık açısından değerini önemli ölçüde artırmaktadır.

Taze meyve ve sebzeler harika bir enerji, vitamin, antioksidan, mineral ve lif kaynağıdır. İnsan beslenmesindeki zorlu ve etkili rolü nedeniyle insan diyetinin ve gıda takviyesinin önemli bir parçası olmuştur. Türkiye, meyve ve sebze üretimi açısından zengin bir kaynağa sahiptir ve özellikle elma, mandalina ile siyah havuç bol miktarda üretilmektedir. Meyve ve sebzeler özellikle yoğun sezonda bol miktarda üretilir ve yerel olarak tüketilir, ancak nadiren işlenir. Başlıca nedenler fizyolojik yaralanmalar, yetersiz depolama tesisleri, zayıf ulaşım ve koruma tekniği hakkında bilgi eksikliğidir. Meyve ve sebzeler, yüksek nem içeriğine sahip olmalarının yanı sıra diğer türetilmiş gıdalara kıyasla nispeten yüksek metabolik aktivite gösterir ve bu aktivite hasattan sonra da devam eder. Çoğu meyveyi son derece çabuk bozulan emtialar haline getirir. Bu nedenle, ticari kullanımlarda çeşitliliğe ihtiyaç vardır. Meyve ve sebzeler, meyve suyu, sebze suyu, reçel, konsantre, posa ve kurutulmuş ürünler gibi birçok farklı şekilde işlenip kullanılabilir. Meyve ve sebze suları suyu, doğal konsantrasyonlarında veya işlenmiş formlarda mevcut olan, birçok ülkede uzun yıllardır zorunlu bir ticaret ürünüdür. Farklı meyveler, çeşitli besin değerlerine ve zengin antioksidan özelliklere sahip olduğundan, temel besinleri ve hayati antioksidanları bir araya getiren karışık meyve ürünleri, insan beslenmesi için ideal bir gıda alternatifi olabilir. Bu genellikle besinsel ve organoleptik olarak daha kaliteli bir meyve suyu verir. Taze meyve suları mikrobiyal ve enzimatik etkiye uygundur. Meyve sularının bozulması temel olarak fermantasyona neden olan ve meyve sularında meydana gelen kötü tada yol açan ozmofilik mikrofloranın varlığına bağlıdır. Özellikle ısı işlem koruyucuların kullanımı, mikrobiyal ve enzimatik aktiviteyi etkisiz hale getirmenin ve raf ömrünü uzatmanın etkili bir yolu olabilir. Ayrıca, C vitamini oksijen varlığında kararsız hale gelir ve oksidasyon pH'a (pH 4,3'te çok hızlıdır), sıcaklığa (oksidasyon sıcaklığın 60 °C'ye çıkmasıyla artar), ağır metallerin varlığına (özellikle Cu) bağlıdır. Depolama sıcaklığı aynı zamanda narenciye ürünlerinden özellikle mandalina suyunun raf ömrü için birincil sınırlayıcı faktördür.

Meyve ve sebzelerden üretilen meyve suyu, vitaminler, mineraller, karbonhidratlar ve fitokimyasal bileşenler barındırır. Meyve suyunun duyu kalitesi ve besin değeri, meyve suyu üretilirken ve güvenliği ve stabilitesi korunurken genellikle çeşitli işleme teknikleri kullanılarak korunur. Meyve suyu berraklaştırma, berrak içecekler elde etmek ve depolama sırasında tortu birikmesini önlemek için berrak meyve suyu üretiminde önemli bir aşamadır.

Bu çalışmada, ülkemizde en çok tercih edilen berrak meyve sularından elma, mandalina ve siyah havuç suyu konsantrelerinden hazırlanan farklı karışımlarla şeker ilavesiz içecekler üretilmiştir. Bu içeceklerin tatlandırılması için elma deiyonize konsantresi kullanılmış ve karışık meyve sularının antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde, toplam şeker miktarı ve renk değerleri baz alınarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon sonucu model gıda olarak seçilen içeceğin bazı kalitesel özellikleri (pH, titrasyon asitliği, briks°, renk değerleri, toplam antioksidan kapasite, şeker bileşenleri, uçucu aroma bileşenleri, organik asit bileşenleri, kalori değerleri, mikrobiyolojik ekimler ve duyu değerlendirme) de belirlenmiştir.

Bu çalışma, aşağıdaki özel hedefleri yerine getirmek için yapılmıştır:

- a) Elma, mandalina ve siyah havuç suyu konsantreleri kullanılarak, şeker ilavesiz ve elma deiyonize ile tatlandırılmış karışık meyve içecekleri için yanıt yüzeyi metodolojisi (YYM) uygulanarak uygun bir formülasyonun optimizasyonunu gerçekleştirmek;
- b) Elma, mandalina ve siyah havuç sularının karışımları ile hazırlanmış karışık meyve içeceklerinin yakın bileşimini analiz etmek;
- c) Model gıda olarak seçilen karışık meyve suyunun kalite özelliklerini tespit etmek

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Meyve Suyu

Hipokrat'ın yaklaşık 2.500 yıl önce ifade ettiği "Yiyecekler ilacınız, ilaçlar da yiyeceğiniz olsun" prensibi, son yıllarda bilim dünyasının dikkatini çekmiş ve yeniden ilgi odağı haline gelmiştir. Biyoaktif bileşikler ve fonksiyonel gıdalar üzerine yürütülen araştırmalar, bu alana yönelik ilginin giderek artmasına neden olmuştur. Biyoaktif bileşikler, gıdalarda doğal olarak bulunan veya gelişmiş nutrasötik özelliklere sahip fonksiyonel bileşenler olarak gıdalara eklenen fizyolojik olarak aktif maddelerdir. Diyet lifi, karotenoidler, flavonoidler, fenolik asitler, yağ asitleri, bitki stanoller ve steroller, polioller, prebiyotikler, probiyotikler, fitoöstrojenler, vitaminler ve mineraller gibi geniş bir yelpazede fonksiyonel bileşenleri kapsamaktadır. Bilim insanları, bu biyoaktif bileşiklerin sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayarak önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir (Pandey & Grover, 2020).

Son yıllarda, antioksidanların serbest radikalleri söndürme potansiyelleri açısından rolü yaygın olarak incelenmiştir. Serbest radikaller çeşitli metabolik oksidatif reaksiyonlar sırasında üretilir. Serbest radikallerin neden olduğu DNA, protein ve lipit gibi biyomoleküllerde meydana gelen oksidatif hasarın, birçok dejeneratif hastalık ile oküler ve nörolojik bozukluklarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Son zamanlarda, polifenoller muazzam antioksidan özellikleri nedeniyle çok fazla ilgi görmektedir. Polifenollerin kanserlerin, kardiyovasküler hastalıkların ve nörodejeneratif bozuklukların önlenmesinde büyük bir rol oynayabileceği belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin antioksidan özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir (Pandey & Grover, 2020).

Meyveler, vitaminler (askorbik asit ve tokoferoller), mineraller (selenyum), polifenoller (flavonoidler ve antosiyaninler) gibi antioksidan bileşiklerin ve lif (pektinler ve selüloz) gibi diğer bileşenlerin içeriğinden dolayı sağlıklı bir beslenmeyi sürdürmek için çok önemlidir (Pérez-Lamela vd., 2021). Ayrıca diğer maddeler duyuşal özelliklerini geliştirmek için tat ve çekici renkler verir. Meyve ve sebzelerin biyolojik aktiviteye sahip fitokimyasalların olağanüstü kaynakları olduğu yaygın olarak bilinmektedir. Aktiviteleri, antioksidan kapasitelerine katkı sağlayan serbest radikaller ve radikal olmayan reaktif oksijen türlerini temizleme ile ilişkilidir (Oms-Oliu vd., 2012). Tüm bu özellikler, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) beslenme önerileriyle (400 g/gün meyve ve sebze veya 5 porsiyon alımı) birlikte bu ürünlerin tüketimini çekici kılmaktadır. Bununla birlikte, meyveler mevsimlidir ve yüksek

oranda su içerdiklerinden (%80) çabuk bozulurlar. Bu durum, meyve ve sebzeler, mikroorganizmalar, küfler, böcekler veya askorbik asit oksidaz, peroksidaz ve polifenoloksidaz gibi doğal enzimlerin neden olduğu aktiviteler sonucunda bozulma gösterebilir. Bu enzimlerin, ürünlerin doku, tat, renk ve besin değerinde kalite kaybına yol açtığı bilinmektedir (Leong ve ark., 2012).

Meyve suyu (doğal içecek: katkı maddesi veya koruyucu içermez), meyve suyunun ticari işletiminde ısı veya çözücü eklemeyen bir presleme veya sıkma işlemi yoluyla taze kesilmiş olgunlaşmış meyveden elde edilen sıvı ekstraktlardan elde edilir (Nkosi vd., 2023). Termodinamik denge durumunda değildirler. Bu da depolama sırasında olumsuz değişikliklere yol açmaktadır (Gama vd., 2018). Bunun nedeni yüksek nem içeriğidir. Ekstrakte edilmiş bir meyve suyu genellikle bir konsantrasyon işlemine tabi tutulur. Bu, meyve suyunun tazeliğini korumak ve uzun süreli depolama, nakliye ve paketleme sırasında maliyetleri azaltmak için katı bileşimdeki herhangi bir içeriği etkilemeden veya değiştirmeden kısmi dehidrasyon anlamına gelmektedir. Ek olarak, nemin uzaklaştırılması, katı malzemenin stabilitesini artırmaktadır. Gerektiğinde, ürün su içeriği satış noktasına yakın bir yerde yeniden eklenerek sağlanabilir. Konsantrasyon prosesindeki nem içeriği ve su aktivitesi, meyve suyunun ürün kalitesini etkileyen temel faktörler veya parametreler olarak kabul edilmektedir (Gama vd., 2018). Bununla birlikte, su aktivitesinin meyve suyu üzerinde nem içeriğinden daha doğrudan bir etkisi vardır. Bu faktörler meyve suyunun mikro, biyolojik ve kimyasal özelliklerini etkileyebilir. Meyve suyunun renginde, aromasında ve kıvamında değişiklik gibi olumsuz etkiler yetersiz konsantrasyondan kaynaklanabilir. Bu nedenle, konsantrasyon süreci, bakteriyel bozulmayı ve yukarıdaki sorunları önlemek için su aktivitesi seviyelerinin (konsantre meyve suları, 0,80-0,85) sınırlandırılmasında çok önemli bir rol oynar (Gama vd, 2018). Endüstriyel proseslerde konsantre ekstraktlar, dondurulmuş (42 °Brix) ve normal (>70 °Briks) olmak üzere iki türe ayrılır (Rajauria & Tiwari, 2018).

Meyve oranı açısından, meyve suyu ve benzeri içecekler; meyve suyu, meyve nektarı, meyveli içecek ve aromalı içecek olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır (TGK, 2014/34), bu sınıflandırma Çizelge 1.1'de sunulmaktadır. Meyve suyu, %100 meyve oranına sahip olan içecek türüdür ve içeriği tamamen meyve kökenlidir. Özel durumlar haricinde katkı maddesi içermemektedir. Meyve nektarı, türe bağlı olarak %25 ile %99 arasında değişen minimum meyve oranına sahip içecek grubudur. Meyve nektarı, asidik yapısı nedeniyle doğal olarak

tüketilemeyen meyveler (limon ve misket limonu %25, erik %30, vişne %35, kayısı %40, ayva %50), düşük asitli ve pulpumsu kıvamdaki meyveler (muz, mango, nar, guava %25 oranında), ve doğal olarak tüketilebilen meyveler (elma, siyah havuç, mandalina, şeftali, domates, armut, ananas %50 oranında) olmak üzere üç alt grupta incelenmektedir. Meyveli içecek, %10-24 arasında meyve oranına sahip içecekler olarak tanımlanırken, aromalı içecekler ise %10'un altında meyve oranına sahip olan içecekler olarak kategorize edilmektedir (TGK, 2014).

Tablo 2.1: Meyve oranına göre meyve türevi içecek tipleri.

İçecek Tipi	Meyve Oranı (%)	Örnek
Meyve suyu	100	Elma, portakal, üzüm, nar
Meyve nektarı	25-99	1.Asidik suyuyla birlikte doğal olarak tüketilemeyen meyveler (limon ve misket limonu %25, erik %30, vişne %35, kayısı %40, ayva %50)
		2.Suyuyla birlikte doğal olarak tüketilemeyen düşük asitli pulpumsu kıvamında veya yüksek miktarda aromalı meyveler (%25 muz, mango, nar, guava)
		3.Suyuyla beraber doğal olarak tüketilebilen meyveler (%50 elma, siyah havuç, mandalina, şeftali, domates, armut, ananas)
Meyveli içecek	10-24	Vişneli içecek, portakallı içecek
Aromalı içecek	<10	Vişne aromalı içecek, portakal aromalı içecek

Meyve sularının endüstriyel olarak berraklaştırılması ve yoğunlaştırılması, genellikle suyun yüksek sıcaklıklarda ayrıldığı çok aşamalı termal buharlaştırma prosedürleri yoluyla gerçekleştirilir. Termal buharlaştırma, gıda endüstrisinde meyve suyu konsantreleri için en uygun teknolojidir. Ancak, bu prosedürlerin başlıca dezavantajları arasında yüksek enerji ihtiyacı, renk bozulması, tatta değişiklik, meyve suyu konsantresindeki aroma bileşiklerinin eksikliği ve en önemlisi termal etkiler nedeniyle besin özelliklerinde azalma yer alır (Katibi vd., 2023). Genel olarak, meyve suyu üretim endüstrisinde kullanılan geleneksel berraklaştırma teknikleri, depektinizasyon (enzimatik işlem), soğutma, flokülasyon (silis solu, jelatin, bentonit ve diatomlu toprak kullanılarak), çökeltme, santrifüjleme ve ardından

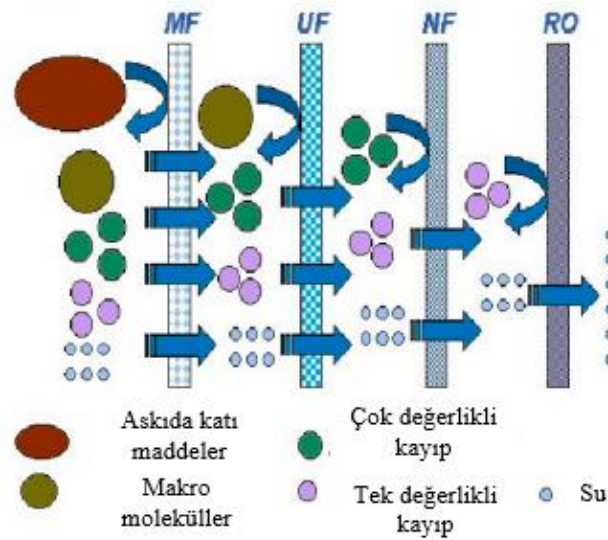
filtrasyondan oluşan çok sayıda birim işlemden oluşur. Bu teknikler zahmetli ve zaman alıcıdır. Çünkü flokülasyon adımı yeterli çökelme için 6-18 saat gerektirir (Severcan vd., 2020). Ayrıca, bentonit gibi berraklaştırıcı maddelerin kullanılmasında bazı ek eksiklikler de vardır. Ek olarak, geleneksel meyve suyu işleme, raf ömrünü uzatmak ve meyve suyu konsantrasyonu elde etmek için termal işlemler gerektirir. Ne yazık ki, termal olarak işlenmiş meyve suyu, enzimatik olmayan esmerleşme ve aroma kaybı gibi kalite bozulmalarına ve askorbik asit ve toplam polifenollerde düşümlere karşı oldukça hassastır (Polidori vd., 2018).

Meyve ve sebze sularına uygulanan konsantrasyon işlemi, ürünün stabilitesini artırarak raf ömrünü uzatmakta ve aynı zamanda taşıma ile depolama maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Bu işlem geleneksel olarak termal evaporasyon yöntemiyle gerçekleştirilmekte olup, bu süreç ürünün aroma, lezzet, besinsel bileşenler ve renk gibi kalite özelliklerinde az ya da çok çeşitli bozulmalara yol açabilmektedir. Meyve ve sebze sularının konsantrasyonunda bu olumsuz etkilerin minimize edilmesi ve taze ürün özelliklerine en yakın özellikte ürünlerin elde edilmesi amacıyla yapılan araştırmalar yoğun bir şekilde sürmektedir. Bu araştırmalar kapsamında, membran sistemlerinin kullanıldığı işlemler önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Üçüncü, 2018).

Membran bazlı teknoloji, meyve suyu arıtma ve konsantrasyon proseslerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Modern membran teknikleri, meyve suyu üretim endüstrisinde katı sızılardan ayırmak için yaygın olarak uygulanmakta (Shahbazi vd., 2018) ve gıda endüstrisinde, ısı tahribatı veya kimyasal yan ürünler olmadan üstün kalitede taze, doğal ürünler üretmek için farklı meyve sularının ve içeceklerin işlenmesinde kullanılmaktadır (Le vd., 2021). Gıdalarda yaygın ve önemli bir süreç haline gelmiştir (Charcosset, 2021). Ayrıca, taze ekstrakte edilmiş meyve suyunun aroması herhangi bir kayıp olmadan iyi bir şekilde korunduğundan (Charcosset, 2021) ve çalışma koşulları ılımlı olduğundan, bu teknik geleneksel meyve suyu konsantrasyonu yöntemlerine en umut verici alternatif olarak bilinir. Yöntem, meyve suyu berraklığını artırır, işçilik ve üretim maliyetlerini düşürür, filtrasyon sırasında enzimlerin ve diğer değerli malzemelerin geri kazanılması için araçlar sağlar ve atık yönetimini kolaylaştırır. Bu nedenle, daha düşük enerji tüketimi ve yüksek kaliteli meyve suları üretimi nedeniyle süreç caziptir (Charcosset, 2021). Bununla birlikte, arıtma işleminin konsantrasyondan önce kurulması gerektiği dikkat çekicidir. Bu, konsantre meyve suyu üretim oranını hızla artırarak ekonomik olarak daha uygun bir konsantrasyon prosesi

elde etmede etkilidir (Nkosi vd., 2023). Taze kesilmiş ve sıkılmış meyve suyu, yüksek miktarda çözünmeyen pektin, protein, hücre kaybı, hemiselüloz ve lignin içerir (Díez & Rosal, 2020). Membran teknolojisi, daha iyi ayırma özelliklerine dayalı mükemmel seçicilik, orta çalışma sıcaklıklarına atfedilen işlenmiş sıvıların sıfır termal stresi, sıfır kimyasal takviye kullanımı, modüler ve kompakt yapılandırma ve minimum enerji talebi dahil olmak üzere benzersiz özellikleri nedeniyle geleneksel ayırma teknolojilerine göre çok sayıda avantaj sunarak, meyve suyu berraklaştırma ve yoğunlaştırma için etkili bir teknik olarak kabul edilir (Conidi vd., 2020; Katibi vd., 2023). Ayrıca, bulanıklığı azaltmak için etkili bir yol sağlar ve kolay hazırlama tekniklerini kullanarak, daha düşük ilk yatırım maliyetleri ve nispeten minimum enerji talebiyle meyve suyu kalitesini düşürmeden mükemmel ayırma performansı ile meyve sularındaki büyük parçacıkları yok eder (Lu vd., 2021). Yukarıda sayılan bileşenler meyve suyunun viskozitesini artırır, bu da membran teknolojisi kullanıldığında arıtma işleminde farklılığa yol açar. Bu nedenle, meyvenin en yaygın kullanılan ön işlem tekniği, pektinaz veya pektinasyon işlemi ile enzimatik bir tedavidir (Bokhary vd., 2018; Rudolph vd., 2019). Pektinaz, pektin protein komplekslerinin topaklanmasına yol açan pektini dehidrolize etmek için kullanılmaktadır. Enzim uygulaması sonrasında meyve suyu daha akıcıdır ve daha az miktarda pektin içerir. Kirlenme risklerini azaltmak için membran prosesi kullanılır. Enzimatik işlemin verimliliğini artırmak için uygun koşulları sağlamak gerekmektedir. Bunlar arasında akış hızı, enzim uygulama sıcaklığı, konsantrasyon ve pH yer alır (Putnik vd., 2019; Yu vd., 2019). Ön işlem aşaması maliyetlidir (pektinaz, işleme maliyetlerinin %25'ini oluşturur). Ancak alternatif ön işlem süreçleri araştırılmaktadır (Yousefnezhad vd., 2017). Bunlar, santrifüjleme işlemlerini ve saf sıvı madde ilavesini (bentonit ve jelatin) veya enzim ilavesini içerir (Yousefnezhad vd., 2017). Özellikle, Şekil 1'de yer aldığı gibi, mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF) ve ters ozmoz (RO) gibi basınçla çalışan membran temelli işlemler, tozlaştırılmış meyve suyu konsantrasyonu da dahil olmak üzere çeşitli endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Yadav vd., 2021). Bu basınç tahrikli membran prosesleri, meyve konsantrasyon prosesindeki faz değişimini ortadan kaldırarak enerji kullanımını azaltır. MF, UF ve NF membranlarında birincil ayırma mekanizması boyut dışlamasıdır (Conidi vd., 2018). Genel olarak, RO membranları, gözenekleri mikroskobik olduğundan, düşük moleküler ağırlıklı bileşikler nispeten saf bir çözücünden ayırmak için kullanılır. Partikülleri uzaklaştırmak için MF ve UF membranlarının kullanılması yaygındır. RO ve NF membranlar ise besinleri geri kazanmak için kullanılır (Katibi vd., 2021). Son yıllarda, duyu özellikler ve ısıya duyarlı besinlerle ilişkili

bileşenlerin ekstraksiyonu için yeni membran işlemleri popülerlik kazanmıştır (Daneshnia vd., 2022). Pervaporasyon (PV), membran damıtma (MD) ve ozmotik damıtma (OD) membran proseslerindedir (Pei vd., 2021; Wenten vd., 2021). Kimyasal ve fiziksel yapı, çalışma koşulları (basınç, konsantrasyon ve sıcaklık) ve meyve suyunun türü (olgunluk seviyesi ve istenen kalite) gibi faktörler artırılmış sıvı akışlarının ayrılmasını etkilemektedir (Omar vd., 2020). MF ve UF membranları partikülleri uzaklaştırmak için yaygın olarak kullanılırken, RO ve NF membranları besin geri kazanım teknikleri olarak uygulanır. Uygun çalışma koşullarına rağmen, bu teknikler yalnızca maksimum %25-30 (m/m) konsantrasyon aralığına yol açabilir (Nkosi vd., 2023). Şekil 2.1 'de gösterilen basınçla çalışan membran türleri Tobar-Bolanos vd, (2021) ve Nkosi vd., (2023) çalışmalarından uyarlanmıştır.



Şekil 2.1: Basınçla çalışan membran türleri

Bu konsantrasyon seviyeleri, tipik olarak termal buharlaştırma ve donma konsantrasyon işlemlerinden kaynaklanan seviyelerden daha düşüktür. Bunun nedeni şiddetli kirlenme ve düşük süzöntü akı hızıdır (Lu vd., 2021). Meyve suyundaki artık prina, zardaki küçük delikleri tıkayarak yüksek bir zar değiştirme maliyetine yol açabilir. Bu karmaşık fenomenin önlenmesi için ultrasonik titreşim, hava veya N₂ ile periyodik geri yıkama, titreşimli akış, türbülans artırıcılar ve köpük engelleyici maddeler gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Yu vd., 2019; Díez & Rosal, 2020). Yüksek çapraz akış hızı ayrıca konsantrasyon polarizasyonunun gelişimini azaltır ve sızma akışını geri yükleyerek izlenmezse membran kirlenmesini önler. Membran kirlenmesini ve konsantrasyon polarizasyonunu azaltmak, sistem sıcaklığının artırılmasıyla mümkündür. Bunların hiçbiri kendi başına yararlı değildir.

Membrana bağlı kirlenme, daha fazla kirleticinin bağlanması için bir başlatıcı görevi görür ve kirlenme tamamen ortadan kaldırılamaz. Doğru işleme koşullarıyla birlikte düzenli bir temizleme rejimi, bir bellek brane'yi çok uzun süre iyi çalışır durumda tutar. Bu nedenle, membran bazlı teknolojinin ticarileştirilmesi, yüksek hizmet gereksinimleri (yani enerji, saf su ve hızlı temizlik) ve membran kirlenmesi olarak bilinen fenomen nedeniyle yüksek yatırım maliyetleri nedeniyle engellenmiştir (Rudolph vd., 2019; Yu vd., 2019). Membran kirlenmesi ve basınç sınırlamaları nedeniyle, basınçla çalışan membranlarla uygun bir meyve suyu ürünleri konsantrasyonuna ulaşmak kolay değildir. Sonuç olarak, termal yöntemin yerini almak yerine meyve suyunu önceden konsantre etmek için kullanmak daha yaygındır. Basınçla çalışan membranlara bir alternatif olarak, řu anda daha yüksek permeat akış oranları ve daha az kirlenme gibi güçlü avantajlar sunan yeni membran sınıfları (OD, MD ve PV) üzerinde araştırmalar yürütölmektedir (Saffarionpour ve Ottens, 2018; Yan vd., 2019; Criscuoli, 2021; Liguori vd., 2021).

2.1.1. Elma Suyu

Elma (*Malus domestica* Borkh.; *Rosaceae*), dünya genelinde yaygın olarak tüketilen ve oldukça besleyici bir meyvedir (Renda & şöhretoğlu, 2024). Elma ve elma suyu, sadece depolama ve üretim kabiliyetleri nedeniyle değil, aynı zamanda yüksek besin değerine ve çok çeşitli tatlara sahip olmaları nedeniyle de dünya çapında yaygın tüketilmektedir (Zhu vd., 2022). Yaklaşık %85 su, %11 karbonhidrat, %2 diyet lifi, %0,6 yağ, %0,5 organik asit ve %0,3 protein içeren elma, ayrıca A, B1, B2, E ve C vitaminlerinin yanı sıra potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve silisyum gibi mineralleri de barındırmaktadır. Malik asit başta olmak üzere çeşitli organik asitler de yapısında bulunur ve şekerlerle birlikte elmaya özgü tat ve aromayı sağlar (şahin, 2019). Toplam asit oranı %0,20 ile %1,70 arasında değişen bu meyvede, elma ve elma suyunda yaygın olarak bulunan fenolik bileşikler arasında klorojenik asit, epikateşin, prosiyanidin, kateşin ve floretinksiloglukozit bulunmaktadır (Włodarska ve ark., 2017). Yüksek lif içeriği sayesinde düşük kalorili olup uzun süre tokluk hissi yaratıp pek çok hastalığa karşı koruyucu etkiler sunduğu da bilinmektedir (Demirtaş, 2018). Günümüzde elma suyu her gün milyonlarca kiři tarafından tüketilmekte ve yüksek kaliteli elma suyuna olan talep de artmaktadır (Tian vd., 2018).

Türkiye, dünya genelinde elma üretiminde önde gelen ölkelerden biri olup, ilk beş üretici öлке arasında yer almaktadır. Dünya çapında 6500'ün üzerinde elma çeşidi bulunurken, ölkemizde bu sayı yaklaşık 460'tır. Ancak, bu çeşitler arasında yüksek kalite ve verim

açısından ticari amaçla yetiştirilenlerin sayısı oldukça sınırlıdır. Elmalar, kullanım alanlarına göre iki ana kategoriye ayrılabilir: taze olarak tüketilen "sofralık" elmalar ve işlenerek tüketiciye sunulan "sanayi tipi" elmalar. Sofralık elmalar taze olarak pazarlarda satılanlar ve ihracat için sevk edilenler olarak gruplandırılırken, sanayi tipi elmalar ise meyve suyu, şarap, sirke, reçel, marmelat, dondurulmuş veya kurutulmuş ürünler gibi çeşitli şekillerde işlenebilir (Bulantekin ve Kuşçu, 2016).

Ülkemizde yetiştirilen elmalar genellikle düşük asidik özelliklere sahip olup, ancak elma suyu üretimi için daha yüksek asit içeriğine sahip çeşitler tercih edilmektedir. Elma suyuna, taze, olgun ve çürük olmayan elmalar işlenir. Olgunlaşmamış veya ağaçlardan düşen elmalar, istenilen aromayı sağlamadığı gibi, durulama aşamasında nişasta içeriği nedeniyle de sorunlara yol açmaktadır (Cemeroğlu, 2018). Meyve suyu üretimi sırasında, berrak ya da bulanık ürünler elde edilebilir. Bulanık meyve suları, meyve pulpu içerirken, berrak meyve sularında bu durum söz konusu değildir (Tüfekci & Fenercioğlu, 2010).

Elma sularının kimyasal bileşimi, ham maddenin özellikleri (olgunluk, çeşit, yetiştirme bölgesi, tarım uygulamaları, iklim, su stresi, anaç, zararlılara karşı direnç, depolama koşulları ve işleme teknolojisi gibi) dahil olmak üzere bir dizi faktörden önemli ölçüde etkilenmektedir (Eisele & Drake, 2005). Günümüzde piyasada çok çeşitli işlenmiş elma suları bulunmaktadır. Bunlar arasında, konsantreden yeniden oluşturulan berrak meyve suları en yaygın olanlardır. Ancak, doğal pektin, çözünmeyen katılar ve fenolik bileşikler, berraklaştırılmış meyve suları üretimi sırasında enzimatik olarak parçalanmaktadır. Bu süreç, yüksek pektin ve fenolik bileşik içeriği ile ilişkili elma sularının beklenen sağlık faydalarını olumsuz yönde etkileyebilir (Oszmiański vd., 2009).

Meyve sularının konsantrasyonu, mikrobiyal bozulmayı engelleyerek su içeriğini azaltır ve böylece ürünlerin korunmasına ve raf ömürlerinin uzatılmasına yardımcı olur. Ayrıca, elma suyu konsantreleri, özellikle Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) ülkeleri, yetişkinler ve çocuklar arasında serbest şeker alımını azaltmaya çağırmasının ardından (WHO, 2015), rafine şekerler yerine bebek mamaları, yoğurtlar, fırın ürünleri ve kahvaltılık gevrekler gibi çeşitli gıda ürünlerinin bileşenleri olarak daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Elma suyu konsantrelerinin ultra işlenmiş gıda olarak üretimi sırasında, mekanik işlemler, enzimatik işlemler (40 – 50 °C'de 1 veya 2 saat), berraklaştırma (40 – 50 °C'de 2 saat), pastörizasyon (85 – 110 °C'de birkaç saniye) ve konsantrasyon (istenilen Brix değerine

ulaşana kadar 50 – 80 °C'de) gibi termal işlemler uygulanır. Bu tür ultra işleme ve uzun süreli depolama, şeker ayrışması ve Maillard reaksiyonu gibi bazı enzimatik olmayan kimyasal reaksiyonlara yol açabilmektedir (Aktağ & Gökmen, 2023).

İnsan gücüyle veya mekanik yöntemlerle toplanan elmalar, hasattan sonraki 18 saat içinde fabrikalara taşınarak depolama alanlarına yerleştirilmektedirler. Elmalar, soğuk hava deposu, kontrollü atmosfer veya açık hava olmak üzere üç farklı şekilde depolanabilir. Özellikle açık hava koşullarında elmaların kalitesi düşmektedir. Patulin ve fumarik asit içeriği ile mikrobiyolojik yük artış göstermektedir. Siloya alınan elmalar, su kanallarıyla fabrikaya taşındıktan sonra n yıkama işlemine tabi tutulmakta ve ardından dik vidalı elevatrle proses hattına gönderilmeden önce basınçlı su ile temizlenmektedir (Cemeroğlu, 2018). Ayıklama aşamasında bereli veya çürük meyveler ayıklanmakta ya da sorunlu kısımlar çıkarılmaktadır (Sant'Ana vd., 2008). Presleme aşamasında, elmalar etkili bir basınç elde edebilmek amacıyla ğtlp boyutları küçültülür. Elde edilen mayşe, doğrudan preslenebileceği gibi, presleme verimliliğini artırmak için enzim ve yardımcı maddeler de eklenebilir (Cemeroğlu, 2018). Presleme sonrasında elde edilen ham elma suyu, kullanılan pres tipine bağlı olarak farklı özellikler gösterebilir ve santrifüj veya elek ile kaba parçacıklardan arındırılır (Cemeroğlu, 2018). Ham elma suyu, konsantreye dönüştürülmeden doğrudan ambalajlanacaksa, önce durultulup ardından enzimle depektinizasyon işlemi yapılır. Depektinizasyon tamamlandıktan sonra jelatin kullanılarak berraklaştırma işlemi gerçekleştirilir (Cemeroğlu, 2018).

Elma suyu konsantreye dnştrlecekse, ilk adım olarak aroması ayrılır. Aroma ayrıldıktan sonra, su 45-50°C'ye soğutulup durultma işlemi yapılır. Aroma ayrılırken, ısıtılmış olan elma suyuna nişasta çökelterek enzimlerin inaktive edilmesi için ek bir ısıtma işlemine gerek yoktur. Bu nedenle, doğrudan durultma ve filtrasyon işlemleri uygulanarak konsantre elde edilir. Her ne kadar sık kullanılmasa da depektinizasyon işlemi yapılıp berraklaştırılmadan da konsantre üretimi mümkündür. Konsantreyi geri sulandırma işlemi sonrasında berraklaştırma ve filtrasyon işlemleri ambalajlama aşamasında gerçekleştirilebilir (Cemeroğlu, 2018). Meyve suyu, yüksek asidik özellik ve düşük su aktivitesine sahip olduğundan oda sıcaklığında depolanabilir, ancak kalitesinin korunması için satış öncesi soğutulup veya dondurularak saklanması daha tercih edilir (Barret vd., 2005). Elma suyu üretiminde, konsantre meyve suyu su ile seyreltilir ve nihai karışıma elma aroması eklenerek buharlaşma sonucu meydana gelen kayıplar engellenebilir (Gülsoy, 2023).

Taze elmalar ve elma suları, fenolik içerik ve bileşim açısından belirgin farklılıklar göstermektedir. Meyve suyu üretimi sırasında, elmaların işlenmesi, fenolik maddelerin ve antioksidan aktivitelerinin önemli ölçüde azalmasına yol açmaktadır. Bir elma suyunun fenolik içeriği hem oksidatif hem de oksidatif olmayan bozunma süreçleri nedeniyle depolama süresi boyunca değişiklik göstermektedir (Candrawinata vd., 2013). Elmalar, hidroksibenzoik asitler (p-hidroksibenzoik, protokatekuik, gallik, siringik ve gentsik asitler), hidroksisinnamik asitler ve türevleri (p-kumarik, kafeik, ferulik ve klorojenik asitler), flavonoller (glikozlanmış formlarda bulunan kuersetin), dihidrokalkonlar (floridzin ve türevleri), antosiyanidler (siyanidinler ve glikozitleri), monomerik flavanoller (epikateşin ve kateşin) ve oligomerik flavanoller (prosiyanidinler) gibi birçok farklı fenolik bileşik içermektedir. Genellikle, fenolik antioksidanlar elmanın antioksidan kapasitesini belirlerken, C vitamininin katkısı daha sınırlıdır (Włodarska vd., 2016).

Elma suyu, doğal olarak meyvenin vitaminlerini, minerallerini ve organik asitlerini içerirken, belirli işlemlerle bu bileşenlerden arındırılarak deiyonize elma suyu konsantresi haline de getirilebilir. Deiyonize elma suyu konsantresi, elma suyunun iyon değiştiriciler kullanılarak minerallerden ve organik asitlerden arındırılmasıyla elde edilen bir konsantredir. Elde edilen elma suyu, büyük partiküllerden ve bulanıklık oluşturan maddelerden arındırılması için özel filtreleme işleminden geçirilir. Bu aşamadan sonra, suyun içerisindeki mineralleri ve organik asitleri gidermek amacıyla deiyonizasyon işlemi uygulanır. Bu süreçte, sıvı elma suyu iyon değiştirici reçinelerden geçirilerek mineraller (potasyum, kalsiyum, magnezyum vb.) ve organik asitler uzaklaştırılır. Deiyonize edilen elma suyu, düşük sıcaklıkta vakumlu evaporasyon sistemleri kullanılarak yoğunlaştırılır. Deiyonize elma suyu konsantresi, gıda ve içecek sanayisinde doğal tatlandırıcı olarak yaygın şekilde kullanılır. Ayrıca, düşük asitli içeceklerde tat profilini iyileştirmek için tercih edilir. Bunun yanı sıra, nötr tat profili sayesinde farklı ürün formülasyonlarında tatlandırıcı olarak da değerlendirilebilir.

2.1.2. Mandalina Suyu

Yıllık yaklaşık 100 milyon ton narenciye üretimi gerçekleştirilmekte olup, bu miktar narenciye ailesini dünya genelindeki meyve üretimine en büyük katkıyı sağlayan bitki grubu haline getirmektedir (Oikeh vd., 2016). Narenciye, dünya çapında yayılan 40 farklı türden oluşan ve bilinen en büyük bitki gruplarından biri olarak kabul edilmektedir (Karimi vd., 2012). Narenciye suları, C vitamini ve basit şekerler bakımından zengin olup, aynı zamanda

potasyum, folat, magnezyum, tiamin (B1 vitamini), niasin (B3 vitamini), pantotenik asit (B5 vitamini), kalsiyum, fosfor, bakır, piridoksin (B6 vitamini), riboflavin (B2 vitamini) ve A vitamini gibi önemli mikro besin öğelerini de içermektedir (Rampersaud & Valim, 2017). C vitamini veya L-askorbik asit, suda çözünebilen ve oldukça dengesiz bir vitamindir (Karim & Adebawale, 2009). Antioksidan kapasitesi nedeniyle pek çok gıda ürünüde katkı maddesi olarak kullanılmakta ve bu sayede gıdaların kalitesini, teknolojik özelliklerini ve besin değerini artırmaktadır (Sapei & Hwa, 2014). C vitamini, genellikle işleme ve depolama süreçlerinde besin kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilir, çünkü C vitamini iyi korunmuşsa diğer besin öğelerinin de korunmuş olduğu gözlemlenmektedir (Nakilcioğlu-Taş & Ötleş, 2020).

Mandalina (*Citrus reticulata*), ılıman iklimlerde yetişen ve Rutaceae familyasına ait olan bir turunçgil türüdür. 100 gram taze mandalina, 85,2 gram su, 10,6 gram şeker, 26,7 mg C vitamini, 34 µg A vitamini ve 155 µg β-karoten içermektedir (USDA, 2019). Narenciye meyveleri arasında mandalina en önemli sınıftır çünkü çekici görünümleri nedeniyle bu meyvelere yüksek fiyatlar ödenmektedir. Çekirdeksiz olmaları ve kolay soyulmaları nedeniyle güzel bir tada sahiptir (Richa vd., 2023). Portakal ile karşılaştırıldığında mandalinalar daha tatlı, daha güçlü ve daha az asidiktir. Olgun bir mandalınanın dokusu sert ila hafif yumuşaktır, boyutuna göre ortalamadan daha ağırdır ve gözenekli bir kabuğu vardır (Ye, 2017). Turuncu ve sarı renk tonlarına sahip mandalina, etli ve sulu bir yapıya sahiptir. Portakala kıyasla daha yumuşak olan kabuğu, soyulduktan sonra doğrudan tüketilebileceği gibi, suyu da sıkarak içilebilir (Acar, 2013; Noguera vd., 2021). Mandalina, diğer turunçgil türlerine kıyasla soğuk iklimlere daha dayanıklıdır ve bu özelliği sayesinde farklı iklim koşullarına uyum sağlama yeteneğine sahiptir. Subtropik, semitropik ve çöl iklimlerinde bile mandalina yetiştiriciliği yapılmaktadır (Aygören, 2023). Mandalina ülkemizde başta Akdeniz olmak üzere, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yaygın olarak üretilmektedir Türkiye, dünya genelinde de mandalina üretiminde önemli bir yere sahiptir (Turgutoğlu, 2020). Zengin besin içeriği, tatlı lezzeti, kolay pazarlanabilirliği, diğer narenciye türlerine göre daha kolay soyulması, farklı olgunlaşma dönemlerine sahip çeşitleri ve soğuk hava koşullarına dirençli olmaları gibi özellikleri nedeniyle mandalina, ekonomik değerini her geçen gün artırmakta ve giderek daha fazla ilgi görmektedir (Wang vd., 2018; Turgutoğlu, 2020; Aygören, 2023).

Mandalinalar, fenolik bileşikler, askorbik asit, flavonoidler ve karotenoidler gibi insan sağlığı için yararlı olan çok sayıda biyoaktif bileşik içerir. Mandalina suları da dahil olmak üzere meyve suları, kalite özellikleri ve besin değerleri nedeniyle dünya çapında doğal içeceklerden biridir. Meyve suyunun ekstraksiyon yöntemi, termal pastörizasyon ve paketleme malzemesi türü gibi bazı meyve suyu işleme işlemleri, mandalina sularının fizikokimyasal özelliklerini etkileyebilir (Al-Jammaas vd., 2023). Kabuk ve çekirdekleri çıkarıldıktan sonra tüm meyvenin, meyve yarısının ve meyve posasının preslenmesine bağlı olarak meyve suları hazırlamak için farklı tipte ekstraksiyon yöntemleri kullanılır. (Mphahlele vd., 2016).

Mandalina meyvesi, birincil ve ikincil metabolitler de dahil olmak üzere pek çok zengin fitokimyasal bileşik içerir. Birincil metabolitler arasında genellikle şekerler, organik asitler, lipidler, yağ asitleri, proteinler, amino asitler ve vitaminler bulunur. Bu birincil metabolitlerin, meyvenin tadı, olgunluk durumu ve lezzeti üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirtilmektedir (Musara vd., 2020; Shorbagi vd., 2022). Flavonoidler, polifenolik yapılarıyla bitkilerin ikincil metabolitleri arasında yer alır (Panche vd., 2016). Turunçgil meyvelerinin flavonoidler açısından zengin olduğu bilinmektedir (Manach vd., 2004). Mandalina meyvesinde ise, hesperidin en baskın flavonoid bileşiği olarak öne çıkmaktadır (Gattuso vd., 2007). C vitamini, çeşitli nörotransmitterlerin üretiminde önemli bir rol oynamanın yanı sıra kemik ve diş gelişimi, dokuların yenilenmesi, yaraların iyileşmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve cilt sağlığı üzerinde de olumlu etkilere sahiptir (Ötleş vd., 2016). Mandalina, içerdiği C vitamini ile bu olumlu etkilere katkı sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca, mandalina meyvesi, β -kriptoksantin ve provitamin A olarak bilinen ksantofil açısından da zengindir (Musara vd., 2020). Vücutta bulunan ana karotenoidlerden biri olan β -kriptoksantin, plazmada yer alır ve kronik hastalıklar karşısında koruyucu bir etki gösterir (Irwig vd., 2002).

Narenciye meyvelerinden elde edilen meyve suyu %86-90 oranında su içermektedir. Bu nedenle, daha yüksek konsantrasyona sahip meyve suyu elde edebilmek için fazla olan suyun uzaklaştırılması gerekmektedir. Narenciye suları söz konusu olduğunda, konsantrasyonun temel amacı kütle ve hacmi azaltmaktır. Böylece paketleme, depolama ve taşıma maliyetleri azaltılmaktadır (Shan, 2015). Konsantrenin kararlılığı, sudaki azalmayla artar. Çözünabilir katıların konsantrasyonunun artması, enzimatik aktiviteyi ve mikrobiyal büyümeyi önlemeye yardımcı olur (Zhu vd., 2016). Buna karşın, daha yüksek konsantrasyonlar,

enzimatik olmayan esmerleşme gibi bazı kimyasal reaksiyonların hızlanmasına yol açar. Bu durum, konsantre meyve sularının, tek yoğunluklu meyve sularına göre mikrobiyal bozulmaya karşı daha dayanıklı olmasını sağlasa da, esmerleşme oranlarının daha hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Narenciye suyu normalde yaklaşık 60°Brix'lik düşük bir sıcaklıkta vakumlu buharlaştırıcılarda konsantre edilir ve konsantrasyonu 42°Brix'e düşürmek için havası alınmış taze meyve suyuyla karıştırıldığı soğutulmuş kapalı bir tanka aktarılır. Narenciye suyu konsantrelerinin hazırlanması için ultra filtrasyon ve ters ozmozun gelişmiş teknolojileri de mevcuttur. Hem mandalina hem de tatlı portakal suları, düşük basınç altında buharlaştırmada konsantre edilir. Konsantrasyon derecesi, meyve suyunun kalitesine bağlıdır ancak genellikle 4 veya 6 katıdır. Portakal suyu konsantresi besin maddelerinin çoğunu korur ve soğuk preslenmiş kabuk yağı eklendikten sonra normal lezzeti geri kazanılır (Richa vd., 2023). Mandalina suyu 40–42 °Brikse kadar konsantre edilebilir ve yüksek Briks konsantrelerinde kalite kaybı (şekerin ters çevrilmesi ve askorbik asidin azalması) fark edildi. Portakal suyu konsantreleri genellikle konserve edilir ve saklanır. Meyve sularının konsantrasyonu, sadece mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasına katkı yapmakla kalmaz, aynı zamanda nihai ürünlerin paketlenmesi, dağıtımını ve taşınmasını daha maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirmeyi de mümkün kılar (Wang vd., 2022). Teneke kutularda ve alüminyum folyo kaplı poşetlerde, meyve suyu konsantreleri 0 °C'de 6 aya kadar üretim boyunca saklanabilir. Asitli limon meyveleri her zaman limon meyvelerinden nispeten daha küçük boyuttadır. 9–10 °Brikse sahip tam olgunlaşmış meyvelerin işleme için daha iyi olduğu düşünülmektedir (Berk, 2018).

Günümüzde vidalı presleme ile meyve suyu çıkarma işlemi yapılmamaktadır ve bunun yerine meyvelerin ikiye kesildiği ve bardaklı bidonlara beslendiği döner meyve suyu presi ile meyve suyu çıkarılmaktadır. Meyve suyunu tahta fiçilerde tutmak posanın çökmesini sağlamaktadır. Limon sularında ise bu sayede berraklaşma sağlanabilmektedir. Çoğu zaman berraklaştırılmış meyve suyu, koruyucu maddeler (700 ppm kükürt dioksit) eklendikten sonra mumlu tahta fiçilerde saklanmaktadır. Daha yakın zamanlarda, ultrafiltrasyon ve ters ozmoz işlemleri meyve suyu endüstrisi tarafından giderek daha fazla kullanılmaktadır. Geleneksel işlemlerin aksine, ultrafiltrasyon işleminde kayıp minimumdur. Limon suyu bazlı karbonatlı içecekler limonata vd.nin hazırlanmasında temel ürün olarak kullanılan limon suyu konsantresi, ince film buharlaştırıcı kullanılarak hazırlanır. Suyun viskozitesi, konsantrasyonun üçüncü aşamasında yaklaşık 41°Brix'e ve son konsantrasyonda 44°Brix'e yükselir (Salehi, 2020).

Ayrıca, mandalina sindirim sistemi üzerinde düzenleyici etkisi, bulantıyı önleme, kolesterolü düşürme, iltihapları azaltma ve öksürüğü kesme gibi faydaları bildirilmiştir (Musara vd., 2020). Meyve ve sebzelerin sağlığa olan sayısız faydası ve hastalık risklerini azaltıcı etkisi, onların diyetlerdeki zenginliği ile doğrudan ilişkilidir. Turunçgil meyveleri, farklı vitaminler, mineraller, lifler ve fitokimyasallar içerir. Bu fitokimyasallar arasında, çeşitli biyolojik etkinliklere ve sağlık yararlarına sahip olan karotenoidler, flavonoidler ve limonoidler öne çıkar. Turunçgil meyvelerinin antioksidan ve antimutajen özelliklerinin yanı sıra bağışıklık, kardiyovasküler ve iskelet sistemi sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağladığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur (Boeing vd., 2012). Bununla birlikte, turunçgil meyvelerinin besin ve fitokimyasal bileşimleri, büyüme koşulları, çeşitleri, olgunluk seviyeleri, işleme süreçleri ve depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir (Fraser vd., 2004).

2.1.3. Siyah Havuç Suyu

Siyah havuç (*Daucus carota L. ssp. sativus var. atrorubens Alef.*), başta Türkiye, Afganistan, Mısır, Pakistan ve Hindistan olmak üzere çeşitli ülkelerde yetiştirilen bir bitkidir (Kamiloglu vd., 2018). Sıcak iklim koşullarını tercih eden siyah havuç, Türkiye'nin bazı bölgelerinde yıl boyunca üretilmektedir ve genellikle sebze suyu konsantresi ve şalgam yapımında kullanılmaktadır (Ağçam & Akyıldız, 2015). Türk besin bileşimine göre siyah havuç yaklaşık %88 nem, %1 protein, %0,14 yağ, %2,5 lif ve %8 protein içermektedir. Havuçlar ayrıca kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, magnezyum, demir ve çinko gibi minerallerin de iyi bir kaynağıdır. Gopalan vd. (2010), 80 mg kalsiyum, 53 mg fosfor ve 2,2 mg/100g demir bildirmiştir. Holland vd. (1991) ise 34 mg kalsiyum, 25 mg fosfor, 40 mg sodyum, 240 mg potasyum, 9 mg magnezyum, 0,02 mg bakır, 0,4 mg demir ve 0,2 mg çinko bildirmiştir. Havuçlar ayrıca multivitaminlerin de iyi bir kaynağıdır. Siyah havuç, 100 gramında 5,33 mg gibi yüksek miktarda karoten içermektedir. Ayrıca, 100 gramında 0,04 mg tiamin, 0,02 mg riboflavin, 0,2 mg niasin ve önemli miktarda askorbik asit de bulunmaktadır (Holland vd., 1991). Ek olarak, havuçlar riboflavin, askorbik asit, diyet lifi, niasin ve tiamin gibi potasyum açısından zengin mineraller içerir. Siyah havuçlar, bu elementlere ek olarak besin değerlerini artıran antosiyaninler içerir (Blando vd., 2021). Siyah havuçlar en fazla C vitamini (5,9 mg), K vitamini (13,2 mcg) ve B6 vitamini (0,138 mg) içerirken, daha az miktarda B1, B3, B9 ve B2 vitamini (A vitamini hariç) içerir (Chhetri ve ark., 2022). Havuçların karotenoidlerin, fenoliklerin ve poliasetilenlerin iyi bir kaynağı olduğu bildirilmektedir (Pandey & Grover, 2020). Çoğunlukla havuçların ana biyoaktif bileşen olarak lipofilik bir bileşik olan karotenoidler içerdiği bilinmektedir ancak siyah

havuçlarda karotenoidler ihmal edilebilir miktarlarda bulunur. Aksine, siyah havuçlar yüksek serbest radikal temizleme kapasitesinden sorumlu olan liyofilik bir bileşik olan polifenollerin mükemmel bir kaynağıdır (Bhosale vd., 2020). Koyu pigment antosiyaninler bu kök sebzeye sağlık yararları ve antioksidan özellikler sağlar. Buna karşılık, β -karoten seviyeleri genellikle turuncu ve sarı havuçlarda daha yüksektir (Chhetri vd., 2022).

Fenolik asitler ve antosiyaninler, siyah havuçlarda bulunan başlıca biyoaktif bileşiklerdir (Zhang vd., 2022). Siyah havulardaki antosiyanin içeriğinin büyük bir kısmı, asillenmiş antosiyaninlerden türetilmektedir. Bu sebzeler, onlara mor veya siyah rengini veren antosiyanin adı verilen doğal pigmentleri içerir (Anandhi vd., 2024). Siyah havuçlar, yüksek antosiyanin seviyeleriyle dikkat çeken, çekici mavimsi-mor bir renge sahiptir ve yüksek ısı, ışık ve pH koşullarına karşı gösterdikleri stabilite sayesinde doğal bir gıda renklendiricisi olarak kullanılabilir (Sadilova vd., 2006). Gıda sektöründe renk maddeleri, ürünlere orijinal bir görünüm kazandırmak ve üretim standartlarını sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Karataş vd., 2013). Ancak, yapay renklendiricilerin daha ucuz ve kolay erişilebilir olmaları nedeniyle tercih edilmesi, sağlık üzerinde yaratabileği olası riskler sebebiyle giderek daha fazla sorgulanmakta ve izin verilen boyaların sayısının azalmasına yol açmaktadır (Agcam vd., 2017). Bu durum hem yasal düzenlemeler hem de doğal ürünlere yönelik tüketicilerle talebinin artışıyla birlikte, doğal bir renk kaynağı olarak antosiyaninlere olan ilgiyi artırmıştır. Suda kolay znebilen yapıları, antosiyaninlerin sulu gıda sistemlerine kolaylıkla eklenebilmesini sağlamaktadır (Assous vd., 2014). Yasal düzenlemeler ve tüketicilerin doğal gıdalara yönelik artan talebi doğrultusunda, sentetik katkı maddeleri, özellikle pigmentler, giderek daha fazla bitkilerden elde edilen renklendiricilerle, örneğin antosiyaninlerle yer değiştirmektedir. Siyah havuç suyu ve konsantresi, diğer meyve ve sebze suları gibi, gıdalara renklendirici olarak eklendiğinde bir bileşen olarak kabul edilmekte ve bu nedenle gıda etiketlerinde E-numarası ile belirtilmesi gerekmemektedir (Kırca vd., 2007; Khandare vd., 2011). Doğal bir renk verici olması sayesinde, sentetik olarak üretilen FD&C Red 40 (E129) olarak bilinen allura kırmızısı ile koşineal böceklerinden elde edilen ve karmin kırmızısı (E120) olarak adlandırılan boyalara önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Assous vd., 2014). Bu sebeplerden dolayı siyah havuç suyu, elma, beyaz üzüm, portakal, greyluft, mandalina ve limon gibi meyve suları ile şeftali, kayısı ve ananas nektarlarının, ayrıca meşrubat, reçel, marmelat (rneğin ilek), jöle ve şekerleme ürünlerinin renklendirilmesinde de tercih edilmektedir (Suzme vd., 2014; Agcam vd., 2021).

Siyah havuç, zengin besin değeriyle ne çıkan ve birçok vitamin ile mineralin önemli bir kaynağı olan bir bitkidir (Kamiloglu vd., 2018). İnsan sağlığına sağladığı faydalar nedeniyle beslenmede önemli bir yer tutmaktadır. C ve E vitaminleri gibi yaygın bilinen antioksidanların yanı sıra, fenolik bileşiklerin yüksek konsantrasyonu ile de öne çıkmaktadır (Ulusoy & Tamer, 2019). Havuçlar botanik sınıflandırmaya göre karoten ve antosiyanin grubu olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır (Yüksel Sarıoğlu & Dirim, 2023). Antosiyanin grubuna ait olan siyah havuç, hidroksisinatlar ve kafeik asit gibi fenolik asitlerin varlığı, siyah havucun antioksidan kapasitesine büyük katkı sağlamaktadır (Pandey vd., 2021). Çeşitli alışmalar, siyah havuçların yüksek miktarda antosiyanin içerdiğini göstermektedir (Türkyılmaz vd., 2012; Pala vd., 2017). Siyah havuçların antosiyanin içeriği, taze ağırlık bazında 984 mg/kg olarak belirlenmiş olup, bu değerin 1750 mg/kg'a kadar çıkabileceği ifade edilmiştir (Türkyılmaz vd., 2012). Kammerer vd. (2004) yaptığı bir çalışmada ise toplam antosiyanin miktarının 45,4 mg/kg ile 17,4 g/kg arasında değiştiği saptanmıştır.

Bilim camiası, siyah havuçları özellikle fenolik asitler ve antosiyaninleri yüksek bir polifenol kaynağı olarak kabul etmiştir. Bu, sağlığı iyileştirdiği ve kronik hastalıkları önlediği yaygın olarak bilinen antosiyanin bileşeninin benzersiz özellikleri göz önüne alındığında özellikle doğrudur (Kaur vd., 2023). Bu havuçlar kabızlık, şişkinlik, öksürük, eklemlerde güçsüzlük, kramp ve iltihapla ilişkili hastalıklar gibi sindirim sorunlarını tedavi eder. Bu bağlamda, siyah havulardaki polifenollerin değerli sağlık yararları, nasıl işlendiğine, depolama sırasında ne kadar iyi dayandığına ve sindirim sisteminin bunları ne kadar iyi emdiğine bağlıdır (Kumar vd., 2023). Siyah havuçlarda bulunan biyoaktif bileşenler, özellikle kanser, kardiyovasküler hastalık, obezite ve diyabet açısından hastalık önleyici özelliklere sahiptir. İnsanlarda kronik ve akut hipoglisemik ve hipolipidemik etkiler gibi belirli fizyolojik endişeleri gidermek için siyah havuçları tercih edilen bir diyet olarak kullanmak akıllıca ve beslenme açısından sağlıklı olabilir (Chhetri vd., 2022; Kumar vd., 2023). Siyah havuçlar, turuncu veya kırmızı havuçlardan daha yüksek flavonoid içeriğine sahiptir. Bu flavonoidler, anti-inflamatuar, antioksidan, antitümör, anti-trombosit agregasyonu, anti-ateroskleroz, antimikrobiyal ve anti-alerjik etkiler dahil olmak üzere önemli biyokimyasal ve farmakolojik işlevlere sahiptir. Siyah havuçlarda, turuncu havuçlardan 12 kat daha fazla antioksidan, kolesterol düşürücü özellikler ve yüksek konsantrasyonlarda A, B ve C vitaminleri de dahil olmak üzere çok sayıda sağlıklı bileşiğin bulunduğu bilinmektedir (Anandhi vd., 2024).

2.1.4. Karışık Meyve Suyu

Epidemiyolojik araştırmalar, meyve ve sebzeler açısından zengin bir beslenme düzeninin, belirli bulaşıcı olmayan hastalıkların (BOH) riskini azalttığı hipotezini desteklemiştir (Zamora-Ros vd., 2013). Kanser ve koroner kalp hastalığının önlenmesiyle ilgili olarak, Ruxton vd. (2006), saf meyve ve sebze sularının bütün meyve ve sebzelerden daha az faydalı olduğuna dair bir kanıt olmadığı sonucuna varmıştır. Meyve suları, sadece lezzeti, tadı ve tazeliği için değil, aynı zamanda düzenli olarak tketicildiğinde faydalı sağlık etkileri için de dünya çapında tketicilmektedir (Zielinski vd. 2014). Ayrıca, meyve suları, özellikle askorbik asit ve fenoller gibi biyolojik olarak aktif antioksidan bileşikler bakımından zengin bir kaynak teşkil etmektedir (Bartoszek & Polak, 2016). Aslında, Scalbert & Williamson (2000), meyve sularını kahve, çay ve kırmızı şaraba yakın ana fenolik kaynakları arasında saymaktadır. Bu nedenle, fenoliklerin sağlık iddialarına ilgi duyan Avrupalı tüketicilerin tercih ölçeğinde, antioksidan meyve sularının ve polifenol açısından zengin meyve suyu karışımlarının diğer daha geleneksel tatların yerini alması anlaşılabilir bir durumdur (Lpez-Froilán vd., 2018).

BOH'lar halk sağlığı için gerçek bir tehdit ve özellikle BOH'lerden kaynaklanan ölüm vakalarının dörtte nden fazla olduğu düşük ve orta gelirli ülkelerde küresel toplum için bir zorluktur (WHO, 2022). Çok sayıda WHO raporu ve stratejisi, sağlığı geliştirmek için nüfus düzeyinde meyve ve sebze tketiciminin artırılmasını önermiştir. BOH'lerin görülme sıklığını azaltmak ve çok sayıda mikro besin eksikliğini önlemek ve hafifletmek için WHO/FAO, günlük 400 g yenilebilir meyve ve sebzeden oluşan nüfus çapında bir diyet hedefi önermektedir. Ayrıca, diyete meyve ve sebze eklenmesinin artırılmasıyla kardiyovasküler ve kanser kaynaklı ölümlerin önemli lde azaldığı gösterilmiştir (Oyebode vd., 2014). Özellikle meyveler, polifenolik asitler, flavonoidler, antosiyaninler ve saponinler gibi fitokimyasallar da dahil olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengindir ve bu bileşikler hastalıkların nlenmesine yardımcı olmaktadır (Nunes vd., 2016) ve bu nedenle fonksiyonel gıdalar ve nutrasötik geliştirme için ideal olarak kabul edilmektedir. Mauritius, yüksek miktardaki vitamin ve mineraller nedeniyle sağlık açısından umut vadeden egzotik meyvelerin bol olduğu tropikal bir ülkedir (Luximon-Ramma vd., 2003). Yapılan alışma, iyileştirici özellikleri nedeniyle elma, mandalina siyah havuç kullanılmıştır. Mevsimsel yapıları, bu ürünlerin yıl boyunca tketicilmelerini engellerken, paradoksal olarak meyve ve sebzeler mevsiminde aşırı miktarda kullanılamaz ve bu durum gıda israfına ve kayıplarına yol açar. Taze meyveler, yüksek nem içeriği ve yumuşak dokusu

nedeniyle son derece çabuk bozulur ve bu da onları uzun süre saklamayı zorlaştırır. Bu meyvelerden hem ekonomik hem de sağlık açısından elde edilebilecek potansiyel faydaların maksimize edilebilmesi için uygun koruma yöntemleri ve katma değer yaratma stratejilerinin uygulanması gerekmektedir (Jaumbocus vd., 2024).

Taze meyve tüketimi, pratikliği ve susuzluğu giderebilmesi nedeniyle sıklıkla meyve suyu alımıyla değiştirilir. Taze meyvelerin sağlık ve besin iddialarından muaf olması beklenir, bu nedenle kimyasal bileşimlerini ve biyolojik değerlerini değerlendirmek önemlidir (Tamuno & Onyedikachi, 2015; Nweze vd., 2015). Özellikle karışık meyve suları olmak üzere antioksidan kapasitesi yüksek olabilen ve nispeten yüksek miktarlarda tüketilen belirli ürünler vardır. Elma, mandalina ve siyah havuç mevsimsel ürünlerdir ve yoğun sezonda büyük miktarda bulunur. Ancak bu meyvelerin hasat sonrası yetersiz ve uygun olmayan şekilde işlenmesi ve muhafaza edilmesi nedeniyle her yıl önemli bir miktar israf edilmektedir. Bu şekilde önlem alarak meyvelerden yararlanılmakta ve aynı zamanda ülkenin büyüyen bölgelerinde işleme endüstrilerinin gelişmesi de teşvik edilmektedir. Pek çok insan, özellikle çocuklar, taze meyve yemekle ilgilenmez, ancak bu meyveler meyve suyu şeklinde işlenirse, bu ürünleri tüketmeye hazır olacak ve böylece meyvelerde bulunan besin maddesini alacaktır. Karışık meyve suları damak tadı, çekici rengi, karışık rengi, karışık aroması ve tadı nedeniyle tüketicilerin ilgisini çekebilir. Bu nedenle tatmin edici bir tüketici memnuniyeti kazanabilir (Begum vd., 2018).

Elma, mandalina ve siyah havuç gibi meyveleri meyve suyu formunda tüketmek, kolonun besini daha kolay ve hızlı bir şekilde emmesine yardımcı olabilir. Bazı sağlık yararları olmasına rağmen, elma suyu şeker açısından zengindir. Araştırmalara göre, çocuklara ve ebeveynlerine pazarlanan meyve suları, smoothieler ve meyve içecekleri "kabul edilemeyecek kadar yüksek" seviyelerde şeker içermektedir. Genellikle bir çocuğun günde tüketmesi gereken şeker miktarı küçük bir karton veya şişede bulunur (Ghahremannejad vd., 2017). Araştırmacılar, sağlıklı oldukları varsayımıyla satın alınıp tüketilen meyve içeceklerindeki şeker miktarını azaltmak için sert önlemler alınması gerektiğini söylüyor. Meyve suları ve smoothielerdeki yüksek şeker seviyelerinin ortaya çıkması, kola ve limonata gibi şekerle tatlandırılmış gazlı içeceklerden daha sağlıklı bir seçenek olarak gördükleri şeylere yönelmiş olabilecek ebeveynleri dehşete düşürecektir (Schulze vd., 2004; St-Onge vd., 2004).

2.2 Önceki Çalışmalar

Meyveler, hücreleri reaktif oksijen türlerinin (ROS) zararlı etkilerinden koruyan, hidrojen peroksit, süperoksit radikali ve hidroksil radikali gibi reaktif serbest radikallerin mekanizmalarını nötralize eden veya bu radikalleri etkisiz hale getiren mükemmel antioksidan kaynaklarıdır. Bu özellikleri sayesinde, hücresel hasarın önlenmesine veya azaltılmasına katkıda bulunurlar (Carlsen vd., 2010). Antioksidan yetenekleri kimyasal bileşimleriyle; esas olarak fenolik bileşiklerin (flavonoidler ve fenolik asitler) ve vitaminler (C, B, A ve E), karotenoidler, mineraller (Zn, Se) vb. dahil olmak üzere diğer biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığıyla ilişkilidir (Capanoglu vd., 2018; Gulcin, 2020). Bu doğal antioksidanlar, diğerlerinin yanı sıra anti-inflamatuar, anti-kanseröz, anti-dejeneratif, yaşlanma karşıtı ve anti-diyabet özellikleri gibi bazı biyolojik işlevlere sahiptir (Jideani vd., 2021; Samtiya vd., 2021).

Huang vd. (2005), antioksidanları "radikal zincir reaksiyonlarını durdurabilen veya reaktif oksijen/azot türlerini (ROS/RNS) temizleyebilen ya da bu türlerin ilk etapta oluşumunu engelleyebilen maddeler" olarak tanımlamıştır. Bu antioksidan fonksiyonu, çeşitli terimlerle ifade edilmiştir; bunlar arasında antioksidan aktivite, kapasite, güç, özellikler, potansiyel, profil, içerik, bileşenler ve kompozisyon yer almaktadır. İlk belirtilen ikisi eşanlamlı olmasa da en yaygın olanlarıdır. Apak'a (2019) göre antioksidan kapasite; "bir oksitleyici madde tarafından bir antioksidanın oksidatif dönüşüm verimliliği (stokiyometrik olarak bağlantılı) ile ilgili termodinamik bir tanıma sahiptir ve bu dönüşümün denge sabiti ile ilişkilidir. Birimler genellikle sabit bir zaman periyodunda 1 mol antioksidan tarafından temizlenen reaktif türlerin mol sayısıdır" ve antioksidan aktivite ise; "esas olarak reaksiyon kinetiği ile ilgilidir, çünkü test edilen antioksidanın kimyasal oksidasyon oranını veya belirli bir reaktif türün antioksidan tarafından söndürülme oranını yansıtır ve bu birimler genellikle gecikme süreleri, bir referans bileşiğe göre inhibisyon veya temizleme yüzdesi ve nihai reaksiyon oranı sabitleridir". Antioksidan kavramı ve bunun etkileri gıda ve biyomedikal bilimlerinde farklılık göstermekte olup, kimyasal analizlerle elde edilen antioksidan indeksleri sıklıkla in vivo çalışmayı genelleştirememektedir (Yang vd., 2018; Pérez-Lamela vd., 2021).

Toplam fenolik madde (TFM) veya Folin–Ciocalteu indirgeme kapasitesi (FCR testi) doğrudan bir antioksidan yöntemi olmasa da fenolik bileşiklerin yüksek antioksidan potansiyelle ilişkilendirilmesi nedeniyle bu yöntem, bir oksidasyon/indirgeme reaksiyonuna dayandığı için başka bir antioksidan değerlendirme aracı olarak kabul edilebilir. Ayrıca, bu

yöntem hassas, duyarlı ve basit olmasıyla bilinir ve gıdaların toplam fenolik içeriğini belirlemek için yaygın olarak kullanılır. Folin–Ciocalteu reaktifi, fosfomolibdik ve fosfotungstik asit kompleksleri içerir. Fenolik bileşikler ve diğer indirgeme yeteneği olan türler bu reaktife elektron transferi (SET mekanizması) yaparak, 750–765 nm aralığında maksimum absorbanza sahip mavi renkli kompleksler oluşturur. Genellikle gallik asit ya da diğer fenolik bileşikler (kafeik asit, kateşin, klorojenik asit veya ferulik asit) ile karşılaştırılarak ifade edilir (Pérez-Lamela vd., 2021).

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikali (DPPH•) temizleme testi, baskın mekanizma SET olmasına rağmen karışık mod (HAT ve SET tabanlı) yöntemlere dahildir. Bu test, farklı bileşiklerin serbest radikal temizleme potansiyellerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. DPPH radikalinin çözeltileri, 515–520 nm'de emilen ve antioksidan bileşiklerle (molekülünde CH, NH, OH ve SH grupları içeren) reaksiyona girdiğinde azalan yoğun mor bir renge sahiptir ve soluk sarı renkte DPPH•nin (DPPH hidrazin) indirgenmiş formunu oluşturur. Sonuçlar genellikle Trolox gibi standart bir antioksidana veya DPPH radikalinin %50 inhibisyonunu sağlayan antioksidan konsantrasyonuna (IC50 olarak etiketlenir) atıfta bulunur Pérez-Lamela vd., 2021

López-Froilán vd. (2018), karışık meyve suları ve karışık nektarların Folin-Ciocalteu yönteminin gıda matrislerinde antioksidan güç karşılaştırma amaçları için yeniden değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmada, antioksidan güç bileşik indeksi kompoziti ve Folin-Ciocalteu testi ile bu içeceklerin antioksidan kapasitesini sınıflandırdığı içeceklerde kırmızı meyve formüllü meyve suları > turuncu meyve formüllü meyve suları > karışık meyve nektarları değerlerinin tutarlı olduğunu bildirmiştir.

Ryan ve Prescott (2010), gerçekleştirdikleri çalışmada, piyasada mevcut olan yirmi beş meyve suyunun toplam antioksidan kapasitesini, ferrik iyon indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemleriyle analiz etmiş ve in vitro sindirim prosedürünün ardından antioksidan kapasitesinin stabilitesini belirlemişlerdir. Çalışmalarında, tüm meyve sularının önemli antioksidan kaynakları olduğunu, ancak farklı meyve türleri arasında geniş bir çeşitlilik gösterdiğini belirtmişlerdir (1405–10232 µmol FeII L⁻¹, %30,5–84,8 DPPH inhibisyonu). Ayrıca, nar suyunun, portakal, elma, ananas, greyfurt, kırmızı üzüm ve kıvılcık gibi diğer analiz edilen meyve sularına kıyasla en yüksek toplam antioksidan kapasitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Gedik vd. (2024), yanıt yüzey metodolojisi (YYM) kullanarak gilaburu meyvesinden siyah havuç, riboflavin ve askorbik asitle zenginleştirilmiş şekerli bir fonksiyonel içecek üretmiş ve toplam fenolik madde ile ekstraksiyon verimi açısından en yüksek değerlere ulaşan optimum ekstraksiyon koşullarını belirlemişlerdir. Deneysel sonuçların başarılı bir şekilde tahmin edilmesi açısından modelin yeterli olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, içeceğin majör fenolik bileşiği olarak klorojenik asit (16,59-57,01 mg/g) tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam antioksidan kapasite değerlerinin 116,26-673,52 mg TE/100g aralığında, askorbik asit miktarının ise 648-3834,3 mg A.A/100mL aralığında olduğu belirlenmiştir.

Cendrowski vd. (2023) gül meyveleri bazında elma veya çilek ile hazırlanan karışık meyve sularının fizikokimyasal özelliklerini, C vitamini, toplam polifenoller, toplam antioksidan kapasite ve duyu tercihleri açısından değerlendirdikleri çalışmalarında, içeceklerin pH değerleri, toplam asidite, toplam çözünür katılar ve renk parametrelerinin sırasıyla 3,47–3,96, 0,94–1,36 g sitrik asit/100 mL, 15,8–21,1 °Brix, L* 77,46–87,38, a* 1,90–13,90 ve b* 30,18–54,39 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca karışık meyve suları, yüksek miktarda toplam fenolik bileşik (116,21–250,48 mg GAE/100 mL), toplam C vitamini (64,18–132,21 mg/100 mL) ve DPPH süpürme kapasitesi (30,15–39,23 µg Trolox/mL) göstermektedir. Renk açısından, gül-elma karışımlı meyve suları, gül-çilek karışımlı meyve sularına göre daha yüksek puanlar alırken, gül suyu ilavesinin artmasıyla karışık meyve sularının renk kabul puanlarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Raji vd. (2022), acı portakal ve ananasın farklı yüzdelerindeki pastörize edilmiş karışık meyve sularının (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) fizikokimyasal özelliklerini, antioksidan aktivitelerini, duyu özelliklerini ve mikrobiyal yüklerini inceledikleri çalışmalarında, pH, °brix, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam karotenoid, toplam antioksidan, DPPH, toplam fenolik ve indirgeyici güç değerlerinin sırasıyla 2,43 ile 4,34, 10,66–15,40 °brix, 0,08–0,86 mg/g, 0,10–0,45 mg/g, 0,03–0,98 mg/g, 0,25–1,01 mg/g, %14,95–91,28, 0,10–0,28 mg/g, 0,11–1,64 mg/g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Renk, tat, aroma, ağız hissi ve genel kabul edilebilirlik ise sırasıyla 6,53 ile 7,63, 4,42–8,16, 6,21–7,47, 4,63–7,89 ve 5,21–7,89 arasında değişmiştir. %25 acı portakal ve %75 ananas içeren meyve suyu örneği, yüksek antioksidan kapasitesi ve daha iyi saklama kalitesi nedeniyle panelistler tarafından en çok tercih edilen meyve suyu olarak seçilmiştir.

Matabura & Kibazohi (2021), ananas ve çarkıfelek meyve suları ile karıştırılmış düşük viskoziteli muz suyunun fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, asitlik arttıkça pH ve askorbik asidin önemli ölçüde azaldığını ($p<0,05$) ortaya koymuşlardır. Askorbik asit için %16 ile %37 arasında, pH için %0,8 ile %1,8 arasında ve asidite için %12 ile %27 arasında değişimler gözlemlenmiştir. Ayrıca, %80 muz suyu ve %20 çarkıfelek suyundan oluşan meyve suyu örneği, tüm duyuşsal özelliklerde en yüksek hedonik puanları alarak en beğenilen karışım olduğunu tespit etmişlerdir.

Okakpu vd. (2021), Afrika mangosu, ananas ve portakal suları ile harmanlanarak farklı karışık meyve suyu örnekleriyle içeceklerin özelliklerini inceledikleri çalışmada, meyve suyu karışımlarının protein içeriğini %0,76 ile %0,93, nem miktarını %70,05 ile %80,45, karbonhidrat miktarını ise %4,89 ile %5,55 arasında bulmuşlardır. Briks değeri ise %10,10 ile %10,88 arasında değişirken, toplam titrasyon asitliği değerlerini 0,16 ile 0,25 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Saponin ve tanen içeriklerinin düşük olduğunu ve bu içeceklerin tüketim için güvenli ve tolere edilebilir sınırlar içinde olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen duyuşsal değerlendirme sonuçları ise, meyve suyu örneklerinin organoleptik derecelendirmelere göre kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

Bianchi vd. (2021), pancar ve elma sularının ve karışımlarının kalitesini, işleme ve depolama sırasında renk, betalain içeriği ve antioksidan aktiviteyi ölçerek değerlendirdikleri çalışmalarında, toplam miktarın %85'ine kadar elma suyu eklenmesine rağmen pancar suyunda algılanabilir bir renk değişikliği gözlemlenmediğini, ancak elma suyu eklenmesinin toplam antioksidan kapasiteyi orantılı olarak azalttığını bildirmişlerdir.

Ogori vd. (2021), zencefil, ananas ve zerdeçal suyu karışımının fonksiyonel ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, zencefil miktarının sabit tutulduğu, ananasın azaltıldığı ve zerdeçalın oransal olarak arttırıldığı bir düzenek kullanmışlardır. Sonuçlar, ananas ve zerdeçal miktarları azaldıkça ve arttıkça, Ca, Mg, C vitamini ve β -karoten içeriklerinde önemli artışlar olduğunu göstermiştir. pH ve viskozitedeki artışlar ile briks^o ve toplam titrasyon asitliğindeki düşüşlere rağmen, zencefil ile potansiyel olarak takviye edilen zerdeçaldaki artışların, büyük olasılıkla bakteri ve mantar sayılarını ve inhibisyon bölgelerini azalttığını belirtmişlerdir.

Kostyra vd. (2021), kivi suyunun elma ve armut suları ile farklı oranlarda (%90 kivi - %10 elma, %80 kivi - %20 armut, %70 kivi - %30 armut, %60 kivi - %40 armut, %50 kivi - %50 elma/armut) karıştırılmasıyla elde edilen içeceklerin uçucu bileşiklerini, duyu özelliklerini ve beğeni düzeyini belirledikleri çalışmada, kivi bazlı meyve sularına artan oranlarda elma ve armut suyu ilavesinin, çiçeksi, tatlı ve meyvemsi kokulardan sorumlu uçucu bileşiklerin açığa çıkmasına katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Elma veya armut suyu ilavesi daha yüksek olan meyve suyu karışımları duyu imaj açısından daha uyumlu olup, bu karışımlar tüketiciler arasında daha yüksek puanlar aldığını ifade etmişlerdir.

Noah (2020), ananas, portakal, elma ve limon karışımından (%40; %25; %25; %10 oranında) üretilen meyve suyunun, üç farklı sıcaklık ve sürede uygulanan pastörizasyon işlemi sonrasında mikrobiyal, fizikokimyasal ve duyu özelliklerini incelediği çalışmada, toplam canlı mikroorganizma sayısının $3,2 \times 10^3$ ile $4,5 \times 10^3$ cfu/ml arasında, koliform bakterilerinin ise $1,0$ ile $2,8 \times 10^3$ cfu/ml arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca, örneklerde maya-küf sayılarının $1,5 \times 10^3$ ile $2,6 \times 10^3$ cfu/ml arasında değiştiği ve Salmonella'nın tüm numunelerde tespit edilmediği belirtilmiştir. pH, titrasyon asiditesi, toplam çözünür şekerler ve C vitamini içeriği sırasıyla 3,4 ile 4,1, 1,34 - 1,35 g/100g, %3,4 ila %10,32 ve 4,33 ile 7,2 g/100g arasında değişim göstermiştir. Duyu değerlendirmelere göre, karışık meyve örnekleri arasında renk, tat ve genel kabul edebilirlik açısından önemli farklar ($p < 0,5$) bulunmuş ve yüksek sıcaklıkta pastörize edilen örneklerin diğerlerinden daha kabul edilebilir olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, örneklerin pH, titrasyon asiditesi, C vitamini içeriği ve mikrobiyal sayımlarının daha düşük değerler kaydettiği bildirilmiştir.

Schiassi vd. (2020), piyasadaki meyve suyu endüstrisinde Hindistan cevizi suyunu formülasyonlara eklemeyi hedefleyerek, bu amaçla karışım tasarımı, arzu edilebilirlik fonksiyonu ve tepki yüzeyi metodolojisi kullanarak çilek, böğürtlen ve kırmızı ahududuya dayalı karışık meyve suları geliştirmeyi ve optimize etmeyi amaçladıkları çalışmada, çilek ile (%50 veya %100) üretilen formülasyonların panelistler tarafından tercih edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, böğürtlen kullanılarak hazırlanan meyve sularının daha yüksek viskoziteye, antioksidan aktiviteye, fenolik bileşiklere ve toplam antosiyaninlere katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir. Optimizasyona göre, karışık meyve sularının %50-60 çilek, %40 böğürtlen ve %0-10 ahududu içermesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, bu meyvelerden elde edilen karışık meyve sularının, tek bir meyve türünden üretilen sulara kıyasla daha üstün özellikler sergilediği belirlenmiştir.

Akonor (2020), graviola, ananas, portakal ve mango sularının karışımlarını incelediği çalışmalarında, basit bir merkez karışım tasarımı kullanarak, meyve suyunun fizikokimyasal özelliklerini belirlemiş ve amacının brix°, b* değeri, tat ve genel benzerliği en üst düzeye çıkarmak, ayrıca karışık meyve suyunun pH'ını en aza indirmek olduğunu belirtmiştir. Graviola = %0,21, ananas = %0,38, mango = %0,21, portakal = %0,20 olarak belirlenen optimum formülasyonun pH (4,06), °Brix (8,4), b* (29,45), tat (6,4) ve benzerlik (6,4) değerlerine sahip olduğu öngörülmüştür. Optimizasyon sonucu üretilen 15 karışık meyve suyunun pH'ı 4,0 ile 4,2 arasında, brix° değeri 7,7 ile 8,4 arasında, b* değeri 28,34 ile 29,45 arasında, tat değeri 5,4 ile 6,4 arasında ve benzerlik değeri 5,3 ile 6,4 arasında değişmiştir. Son olarak, optimize edilmiş formülasyonun doğrulanmış sonuçlarının öngörülen modellerle uyumlu olduğu bildirilmiştir.

Wellala vd. (2020), havuç, elma ve şeftaliden oluşan bulanık karışık meyve suyu içeceklerine farklı oranlarda yüksek basınçlı homojenizasyonun uygulanabilirliğini araştırdıkları çalışmada, basınç ve geçişin artırılmasının bulanıklık kararlılığını iyileştirdiğini, ancak sıcaklığın artışının olumsuz etki yarattığını bildirmiştir. Çalışmada, pH ve renk değişimlerinin hafif olduğu, ancak toplam çözünebilir katı içeriğinin yüksek basınçlı homojenizasyon işleminden etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu işlemlerin toplam canlı bakteri sayısı ile maya ve küf miktarlarında azalmaya yol açtığı tespit edilmiştir.

Samborska vd. (2019), elma suyuna çilek ve aronya suyu konsantreleri ile yaban mersini özütü ekleyerek hazırladıkları içeceklerde, elde edilen meyve suyu konsantrelerinin düşük konsantrasyonunun elmaların dehidratasyonu için yeterli olmadığını, ancak meyveleri istenen renklendiricilerle zenginleştirmek için uygun olabileceğini belirtmişlerdir. Daha yüksek ozmotik çözelti konsantrasyonlarının ve özellikle aronya suyu konsantrisinin daha büyük miktarlarda eklenmesinin, kurutulmuş elmaların renk değişimlerini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir. Çalışma sonuçları, ozmotik dehidrasyon sırasında, farklı oranlarda şeker, aronya ve yaban mersini suyu konsantreleri veya etanol yaban mersini özütü içeren ozmotik çözeltiler kullanılarak elmaların renginin ve diğer duyuşsal özelliklerinin tasarlanabileceğini göstermiştir. Ayrıca, şeker çözeltilisine çilek meyve suyu konsantreleri ve yan ürün özütü eklenerek gerçekleştirilen ozmotik dehidrasyonun, su içeriğini azaltarak ve katı madde kazanımını artırarak işlenmiş elmaların renk, tat, yumuşaklık ve aroma özelliklerini değiştirdiği ifade edilmiştir.

Sumayya Rani vd. (2018), mandalina ve ilek suyunun karışımını yaparak, başlangıçta farklı oranlarda bu iki meyve suyunu karıştırıp organoleptik olarak analiz etmiş ve karışım oranını (1:1) tespit etmişlerdir. Ardından, farklı oranlarda sodyum benzoat ve potasyum sorbat ilavesiyle karışık meyve sularının fiziko-kimyasal ve organoleptik özelliklerini incelemişlerdir. Depolama süresince içeceklerin pH, askorbik asit ve indirgeyici olmayan şeker değerlerinin azaldığı, buna karşın toplam çözünebilir katılar, asitlik yüzdesi ve indirgeyici şeker miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Tüm numunelerde, renk, lezzet, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından ortalama değerlerin düştüğü gözlemlenmiştir.

López-Froilán vd. (2018), karışık meyve suları ve nektarlarının farklı toplam antioksidan kapasite ölçüm yöntemleriyle inceledikleri çalışmalarında, toplam fenolik içeriğin tüm yöntemlerle pozitif bir korelasyon gösterdiğini ve bu içeriğin değerlendirilmesi için etkili bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Begum vd. (2018), mango, ananas ve portakal sularını kullanarak yaptıkları çalışmada, duyuşal değerlendirme sonucunda elde ettikleri karışık meyve suyu ile bozulmaya yatkın meyvelerin çekici bir meyve suyuna dönüştürülebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu da, ürünün raf ömrünün uzatılabileceği ve dolayısıyla değerinin artırılabilceği ifade edilmiştir.

Curi vd. (2017), karıştırma tasarımı ve tepki yüzeyi metodolojisi kullanarak, duyuşal ve besinsel özelliklere dayalı düşük kalorili hurma, portakal ve ananas karışık suyunun optimizasyonunu yaptıkları çalışmalarında, bu meyve sularının birleştirildiklerinde, tek başlarına izole edildiklerinden daha üstün duyuşal ve besinsel özellikler sergilediklerini ortaya koymuşlardır. Tüketiciler, daha tatlı ve daha asidik bir profile sahip olan portakal, ananas ve hurma içeren karışık meyve sularını tercih etmiş ve renk açısından ise daha az yoğun kırmızı renge sahip suları beğendiklerini ifade etmişlerdir. Değerlendirme sonuçlarına göre, en çok önerilen karışık meyve suyu formüllerinin %50 ananas ve %50 hurma ile %33 ananas, %33 hurma ve %33 portakal olduğu bildirilmiştir.

Haron vd. (2017), on bir çeşit karışık meyve ve sebze suyunun toplam fenolik içeriğini, antioksidan aktivitesini ve şeker içeriğini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, en yüksek toplam fenolik madde miktarını tatlı patates, yeşil elma ve portakaldan elde edilen karışık meyve ve sebze suyunda ($76,4 \pm 4,2$ mg GAE/100 mL) tespit etmişlerdir. Kereviz ve yeşil elma suyu, en yüksek DPPH değerini ($522,3 \pm 7,6$ mg TE/100 mL) gösterirken, havuç

ve karambola meyve suyu ise en yüksek FRAP değerini ($419,6 \pm 21,6$ mg TE/100 mL) göstermiştir. Karışık meyve ve sebze sularının şeker içeriği ise 5,7 ile 13,3 g/100 mL arasında değişmiştir. Çalışmada, karışık meyve ve sebze sularının yüksek fenolik bileşik içeriği ve düşük şeker içeriği nedeniyle sağlıklı bir içecek olarak kabul edilebileceği vurgulanmıştır.

Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyunun kabul edilebilir fiziksel özelliklere sahip olduğunu ve önemli miktarda fenolik ve antioksidan içerik barındırdığını bildirmişlerdir. Nar, guava ve roselle suyunun her birinin ayrı ayrı çeşitli besin maddeleri içerdiğini ve bu üç meyve suyunun birleşiminin sağlığa faydalı aktiviteler sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, içeceğin toplam monomerik antosiyanin değerinin 12,94 mg siyanidin-3-glukozit (C3G)/100 mL, toplam fenolik madde miktarının ise 609 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 ml olduğunu tespit etmişlerdir. Toplam antioksidan kapasite değerleri ise DPPH yöntemiyle %88,90, ABTS yöntemiyle ise 472,44 μ M Trolox eşdeğeri (TE) olarak belirlenmiştir.

Ghahremannejad vd. (2017), hurma konsantresini şeftali ve elma suyu karışımında şeker yerine ikame ettikleri çalışmada, meyve suyu karışımlarının fizikokimyasal ve renk özelliklerini incelemek için D-Optimal Kombine Tasarım temelli bir deneysel tasarım kullanmışlardır. Bu tasarımda, şeker şurubu (%a/a), hurma konsantresi (%a/a), elma konsantresi (%a/a), şeftali püresi (%a/a) ve depolama süresi (gün) gibi beş farklı faktör değerlendirilmiştir. Asitlik, C vitamini içeriği, toplam fenolik içerik, antioksidan kapasitesi, enzimatik olmayan esmerleşme indeksi (NEBI), HMF, bulanıklık, renk indeksi ve formalin indeksi gibi kalite indeksleri ölçölüp modellenmiştir. Meyve suyu karışımlarındaki şekerin hurma konsantresi ile kolayca değiştirilebileceğini ortaya koymuş, ayrıca hurma konsantresi içeren karışımın, şeker içeren karışım meyve suyuna kıyasla daha yüksek HMF, C vitamini ve NEBI indeksine sahip olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, depolama süresinin meyve sularının bulanıklığı, renk parametreleri (L^* , a^* ve b^*) ile antioksidan özellikleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Hossain vd. (2016), ananas, papaya, muz ve portakal içeren dört farklı formülasyondan karışık meyve suyu örnekleri hazırlayarak, şeker (%10) ve sodyum benzoat (%0,08) ilavesinin ardından, brix°, asitlik, toplam şeker ve bakteri yükünün depolama süresi boyunca hafifçe arttığını, ancak C vitamini ve pH'ın kademeli olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Depolama süresinin sonunda renk solması ve lezzet kaybı gözlemlenmiştir. Ayrıca, 4°C'lik depolama sıcaklığının, meyve suyu örneklerinin kalitesini biyokimyasal değişikliklere karşı korumak için daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. %40 ananas suyu, %30 papaya suyu, %20 portakal suyu ve %10 muz suyu oranında olan karışık meyve suyu örnekleri hem 4°C'de hem de 25°C'de, diğer örneklerden daha iyi C vitamini, pH, asitlik ve toplam şeker tutulumu göstermiştir. Duyusal özelliklerde ise panelistler, maksimum hedonik ölçek '8' puanını alan bu formülasyondaki örneği en çok tercih etmişlerdir.

Akusu vd. (2016), portakal ve ananas meyvelerinin karışımlarından elde ettikleri karışık meyve suları ile piyasadan alıp referans örneği olarak kullandıkları paketlenmiş karışık meyve suyunun fiziksel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, içeceklerin pH, titrasyon asitliği, toplam şeker ve toplam katı madde değerlerinin sırasıyla 3,50 - 3,97, 0,47 - 1,27%, 10,20 - 14,88% ve 11,75 - 17,53% aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Meyve suyu karışımlarının ve referans örneğinin kimyasal bileşenleri, nem içeriğinin %82,48 - %88,35, ham proteinin %0,81 - %1,17, külün %0,42 - %2,68, karbonhidratın %8,16 - %16,19 ve C vitamininin 33,45 - 66,55 mg/100 g aralığında olduğunu göstermişlerdir. Duyusal değerlendirmelerde, portakal/ananas suyu karışımlarının renk, aroma, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından referans örneğine göre anlamlı bir fark ($p < 0,05$) sergilediği bildirilmiştir.

Akuso vd. (2016), portakal ve ananas meyvelerinin karışımlarından elde ettikleri karışık meyve suları ile piyasadan temin ettikleri karışık meyve sularını referans olarak karşılaştırdıkları çalışmalarında, pH, titrasyon asitliği, toplam şeker ve toplam katı madde değerlerini sırasıyla 3,50 - 3,97, 0,47 - 1,27%, 10,20 - 14,88% ve 11,75 - 17,53% arasında tespit etmişlerdir. Meyve suyu karışımlarının ve referans örneğinin kimyasal bileşenleri, nem içeriğinin %82,48 - %88,35, ham proteinin %0,81 - %1,17, külün %0,42 - %2,68, karbonhidratın %8,16 - %16,19 ve C vitamininin ise 33,45 - 66,55 mg/100 g arasında olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, ev yapımı meyve sularının piyasada mevcut olan paketlenmiş karışık meyve sularına göre daha kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

Rodríguez-Roque vd. (2015), su, süt veya soya sütü-meyve suyu içecekleri ile farklı işleme yöntemlerinin C vitamini ve fenolik bileşiklerin in vitro biyoerişilebilirliği ile meyve suyu bazlı içeceklerin hidrofilik antioksidan aktivitesi (HAA) üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, termal ısının bu bileşiklerin çoğunun biyoerişilebilirliğini azalttığını

bildirmişlerdir. En yüksek C vitamini biyoerişilebilirliği soya sütü-meyve suyu içeceklerinde elde edilirken, su-meyve suyu içeceklerinin fenolik bileşiklerin ve hidrofilik antioksidan aktivitesinin biyoerişilebilirliğini desteklediği belirtilmiştir. Süt-meyve suyu içecekleri ise bu hidrofilik bileşenlerin biyoerişilebilirliğini azalttığını göstermiştir. Sonuçlar, gıda matrisinin ve işlemenin, meyve suyu bazlı içeceklerin C vitamini ve fenolik bileşiklerinin biyoerişilebilirliğini modüle ettiğini ortaya koymuştur.

Ameh vd. (2015), papaya ve limon sularını 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 ve 50:50 a/a oranlarında karıştırarak elde ettikleri karışık meyve suları çalışmasında, limon suyunun daha yüksek bir titrasyon asitliğine sahip olduğunu, papaya suyunun ise 5,36'ya kıyasla 2,89'lük daha düşük bir pH değerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, limon suyunun toplam canlı sayısının ($2,33 \times 10^5$ kob/mL) papaya suyunkinden ($5,33 \times 10^6$ kob/mL) çok daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Tüm duyuşal parametrelerde anlamlı farklar ($p < 0,05$) gözlemlenmiş ve 80:20 oranındaki papaya/limon suyu karışımı en çok tercih edilen seçenek olurken, 50:50 oranındaki karışık meyve suyu en az tercih edilmiştir.

Islam vd. (2014), ananas ve portakal suyunun farklı oranlarda karıştırılarak hazırlanan karışık meyve suları üzerinde yaptıkları çalışmada, brix ve pH değerlerini sırasıyla 7,73 ile 8,53 ve 4,33 ile 4,53 aralığında tespit etmişlerdir. Maksimum asidite %0,785 ve C vitamini içeriği ise 37,1 mg/100 ml olarak belirlenmiştir. Ayrıca, aerobik plak sayısının 92×10^6 ila 233×10^6 kob/mL arasında olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, meyve suyu örneklerinin ortalama genel kabul edilebilirlik puanlarının 8'in üzerinde olduğu gözlemlenmiş ve bu da portakal suyuyla harmanlanmış besleyici ananas suyu üretiminin ticari olarak uygulanabilirliğini göstermektedir.

Rehman vd. (2014), mango, elma, guava ve şeftali meyvelerinden elde ettikleri meyve suyu konsantrelerinin askorbik asit, malik asit, tartarik asit, asitlik, pH, toplam çözünür katılar, indirgeyici ve indirgeyici olmayan şekerler gibi kimyasal ve organoleptik özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, meyve suyu konsantrelerinin toplam şeker içeriklerinin önemli ölçüde etkilendiğini bildirmişlerdir. En yüksek toplam şeker miktarının, sırasıyla %9,70 ve %9,35 ortalama değerlerle mango ve şeftali suyu konsantrelerinde, en düşük toplam şeker miktarının ise %5,98 ile elma suyu konsantresinde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, askorbik asit içeriğinin mango, elma, guava ve şeftali için sırasıyla 51,43, 46,39, 36,38 ve 43,45 mg/100 mL olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, depolama periyodunun

başlangıcı olan sıfırncı günde, malik asit içeriğinin mango, elma, guava ve şeftali konsantrelerinde sırasıyla 319,62, 971,02, 281,09 ve 9,67 mg/100 mL ile en düşük seviyede olduğu ifade edilmiştir.

Leahu vd. (2013), havuç suyu örneklerinin elma, muz ve şeftali karışık meyve sularındaki fiziko-kimyasal parametrelerdeki değişiklikleri (C vitamini, toplam fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite) inceledikleri çalışmalarında, C vitamini değerlerinin şeftali için 30,3 mg/100 g'dan havuç için ise 3,1 mg/100 g'a kadar değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, toplam fenolik içeriğin elma için $438,8 \pm 6,05$ mg GAE/100 g ve havuç için $65,2 \pm 0,85$ mg GAE/100 g arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Çalışmalarında, rengin elma, muz ve şeftali karışık sularında havuç suyu örneklerini optimize etmek için önemli bir parametre olduğunu göstermişlerdir.

Freitas & Mattietto (2013), karışık meyve içeceklerini, üç posa ile formüle ettikleri altı farklı karışımdan oluşan iki grup halinde değerlendirerek, toplam on iki meyve karışımının ideal tatlılıklarını belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Belém şehrindeki (Brezilya) tüketicilerin tercih sıralamasına göre, beş farklı şeker konsantrasyonu kullanarak yapılan değerlendirmelerde, cupuassu-acerola-açai karışımı için optimum şeker konsantrasyonu 9,5 g/100 mL ve soursop-camucamu-sarı mombin karışımı için ise 10,7 g/100 mL olduğunu tespit etmişlerdir.

Diamante vd. (2013), elma suyu konsantresi, siyah frenk üzümü konsantresi ve pektinin farklı seviyelerinin elma-siyah frenk üzümü meyve derisinin (püre) nem içeriği, su aktivitesi, renk, doku ve askorbik asit içeriği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla tepki yüzey metodolojisini kullanmışlardır. Çalışmada, meyve derisinin posasındaki başlangıç askorbik asit miktarının $20,59 \pm 2,00$ mg/100 g olduğu tespit edilmiştir.

Shalaby vd. (2013), portakal, elma ve domates konsantrelerinin işlenmesi ve depolanması sürecinde meydana gelen kalite değişikliklerini inceledikleri çalışmalarında, portakal konsantresinin C vitamini içeriğinin hem konsantrasyon işlemi hem de depolama süresi boyunca azaldığını gözlemlemişlerdir. Elma konsantresinde, indirgeyici şeker içeriği taze elmada %0,38 iken, bu değer %1,33'e yükselmiş, domates konsantresinde ise taze domateste %1,277 olan değer, üç aylık depolamanın ardından %6,55'e ulaşmıştır.

Andres vd. (2012), yirmi dört temsili süt veya soya ile yapılan meyve suyu bazlı karışık içecekleri renk (L^* , a^* , b^*), antioksidan bileşikler (karotenoidler, askorbik asit ve polifenoller) ve antioksidan aktivite açısından değerlendirdikleri çalışmalarında, sarı-turuncu renk ile ilişkili b^* parametresinin, B-karoten konsantrasyonu ($r_2 = 0,917$) ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. B-karotenin ana karotenoid olduğunu ($58-3547 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), zeaksantin ($37-97 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) ve lutein ($5-15 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) ile takip edildiğini ifade etmişlerdir. Askorbik asit konsantrasyonunun ise $78 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ile $993 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. HPLC yöntemlerinin bu karışık içeceklerdeki karotenoidler ve C vitamini analizi için uygun olduğunu kanıtlamışlardır. Polifenoller, bu içeceklerde doğal olarak bulunmuş ($151-503 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Antioksidan kapasite her karışık içecek için ferrik indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemiyle in vitro olarak değerlendirilmiş ve $65 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ile $376 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ arasında değiştiği bulunmuştur. Bu içeceklerin antioksidan kapasitesinin esas olarak C vitamini (%97,7) ve küçük bir oranda polifenollerden (%2,3) kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Karışık içecek örneklerine ayırıcı analiz uygulanarak, 'tropikal' ve 'soya suyu' gruplarından gelen örneklerin ticari adlarına göre en iyi sınıflandırılanlar olduğu belirlenmiştir.

Bhardwaj & Mukherjee (2011), kinnow, aonla, zencefil ve nar sularının farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen karışık meyve suları ile yaptıkları çalışmada, 87:10:3 oranındaki kinnow meyve suyu karışımının brix (12,00 ila 14,13), asidite (0,720 ila 0,510%), askorbik asit (18,38 ila 12,90 mg/100 ml) ve limon (0,103 ila 0,250) değerlerinde minimum değişimle en etkili meyve suyu karışımı olduğunu gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda (altı ay), kinnow suyu: Aonla suyu: Zencefil suyu (92:5:3) karışımının enzimatik olmayan esmerleşme (0,081 ila 0,104) ve minimum bakteri ($4,0 \times 10^3$), küf ($1,5 \times 10^3$) ile maya ($2,1 \times 10^3$) popülasyonu nedeniyle en iyi karışım olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, zencefil suyu eklemenin karışımların kalitesini iyileştirdiği ve mikrobiyal büyümeyi azalttığı tespit edilmiştir. Son olarak, meyve suyunun altı aylık oda sıcaklığında depolanmasından sonra kabul edilebilir olduğu ifade edilmiştir.

Borges vd. (2010), otuz altı ticari Avrupa meyve suyunun antioksidan kapasitelerini ve polifenolik bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında, ürünlerin altısının %100 nar suyu, yirmisinin seyreltilmiş nar suyu veya diğer meyve suları ile karıştırılmış karışık meyve suyu ve geri kalan on tanesinin ise farklı nar içermeyen meyve suları olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan analizlerde, 26 nar suyu ve nar suyu karışımının antosiyanin, ellagitannin ve ellajik

asit profilleri tespit edilmiştir. %100 nar sularından üçü, en yüksek ellagitannin içeriğine ve en yüksek antioksidan kapasitesine sahip bulunmuş, ancak bu üç meyve suyundan yalnızca biri antosiyanin açısından zengin olmuştur. Ayrıca, bazı meyve sularının antioksidan kapasitesinin, fenolik bileşiklerden çok C vitamini tarafından önemli ölçüde etkilendiği gözlemlenmiştir.

2.3 Yanıt Yüzey Metodolojisi (YYM)

Yanıt Yüzey Yöntemi, istatistiksel temellere dayalı olarak ilk kez Box ve Wilson tarafından geliştirilmiş bir tekniktir. Bu yöntem, çıktıyı optimize etmek, problemleri modellemek ve analiz etmek amacıyla kullanılır. Bir çıktının farklı değişkenler tarafından nasıl etkilendiğini inceleyerek anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlar (Ergül vd., 2019). Deneysel tasarımın önemli ve pratik kategorilerinden biri olarak kabul edilen bu yöntem, birçok parametrenin sonuçlar üzerindeki etkisini değerlendiren sistemlerde, parametreler arasındaki etkileşimleri ortaya koymak için kullanılmaktadır (Shojaeimehr vd., 2018). Ayrıca, deney tasarımı aşamasında ve sonuçların yorumlanmasında bu istatistiksel yöntemlerin büyük bir önemi bulunmaktadır (Öney ve Samanlı, 2017).

YYM analitik optimizasyon için en alakalı çok değişkenli tekniklerden biri olarak kabul edilmektedir. YYM, süreçleri, ürünleri veya sistemleri geliştirme, iyileştirme ve optimize etme konusunda başarıyla kullanılan istatistiksel ve matematiksel tekniklerin bir koleksiyonudur (Myers vd., 2009). Bu yöntem, etkileşimlerin etkisini değerlendirmek için gereken deneysel denemelerin sayısını azaltarak, zamandan ve emekten tasarruf sağlamaktadır. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yanıt yüzey metodolojisi, optimizasyon çalışmalarında sıkça başvurulan istatistiksel bir yöntemdir (Erbay & Icier, 2009). Meyve suyu süreçlerini optimize etmek amacıyla da yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Suresh & Devi, 2011; Diamante vd., 2012a; Diamante vd., 2012b; Diamante vd., 2013).

Bu yöntem, proses değişkenleri ile yanıtlar arasındaki ilişkiyi iyileştirmek amacıyla matematiksel ve istatistiksel tekniklerin bir arada kullanıldığı bir süreçtir ve prosesin modellenmesi ve optimizasyonunda etkili bir araç olarak tanımlanmaktadır (Khuri & Mukhopadhyay, 2010). Diğer bir ifadeyle, YYM, bağımsız değişkenlerin değerlerine bağlı olarak bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek amacıyla kullanılan bir regresyon analizidir (Özmetin, 2019). Bezerra vd. (2008), yanıt yüzey metodolojisinin bir

optimizasyon tekniği olarak uygulanmasının altı aşamadan oluştuğunu belirtmiştir. Bu aşamalar řu şekildedir:

- Çalışmanın amacına uygun olarak, proses üzerindeki ana etkilere sahip bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve deneysel alanın sınırlanması.
- Deneysel tasarımı oluşturulması ve deney matrisine uygun şekilde uygulamaların gerçekleştirilmesi,
- Uygulama sonucunda elde edilen deneysel verilerin istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle incelenmesi,
- Modelin geçerliliğinin test edilmesi,
- Bağımsız değişkenlerin proses yanıtındaki etkilerinin, belirlenen optimum noktadaki sonuçlarla ne kadar rtuştğnn değerlendirilmesi,
- İncelenen her bir değişken için en uygun değerlerin tespiti şeklinde ifade edilebilir.

YYM'nin, daha az sayıda deneme ile proses yanıtlarını en verimli şekilde değerlendirme ve tanımlama, birden fazla bağımsız değişkenin etkilerini aynı anda inceleme, sistemi basit ampirik modellerle tanımlama ve bu sayede bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri modelleme gibi önemli avantajlara sahip olduğu ifade edilebilir (Köprüalan, 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma kapsamında, 2024 üretim yılına ait aseptik dolum tekniğiyle ambalajlanmış elma, elma deiyonize, mandalina ve siyah havuç suyu konsantreleri, DÖHLER Gıda Sanayi A.Ş. firmasından temin edilerek kullanılmıştır.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımları için PCA besiyeri (Plate Count Agar, Merck), toplam *Enterobacteriaceae* için VRBD besiyeri (Violet Red Bile Dextrose Agar, Merck), toplam koliform sayımları için VRB besiyeri (Violet Red Bile Agar, Merck), toplam maya-küf sayımları için PDA besiyeri (Potato Dextrose Agar, Merck) ve *Escherichia coli* sayımı için TBX besiyeri (Tryptone Bile X-Glucuronide Medium, Oxoid-CM945) kullanılmıştır.

3.2. Metot

Ön denemeler sonucunda belirlenen aşağıda verilen farklı 4 adet reçeteye göre hazırlanmış örneklere duyuusal değerlendirme yapılmış olup, en çok beğeni toplayan 2 formülasyon optimizasyon için alt ve üst limit olarak kullanılmıştır. Optimizasyon sürecinde elde edilen verilere göre, elma (elma SK), elma deiyonize, mandalina (mandalina SK) ve siyah havuç (siyah havuç SK) konsantreleri, Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği'nde (TGK, 2014) karışık meyve suyu için belirlenen minimum °Briks (11,2) değeri göz önünde bulundurularak, reçetelere uygun şekilde hazırlanmıştır. Optimizasyona göre elde edilen denemelerde meyve sularının antosiyanin miktarı, toplam fenolik maddeler, şeker bileşenleri belirlenmiş ve bu sonuçlara göre optimum formülasyon oluşturulmuştur. Bu denemelerdeki içeceklerin pH, titrasyon asitliği, °Brix, renk değerleri, renk absorpsiyonları gibi bazı kalite özellikleri tespit edilmiştir. Optimizasyon sonucunda model gıda olarak seçilen bu karışık meyve suyunun bazı kalitesel özellikleri tespit edilmiştir.

Reçete 1: Elma SK: 90; Deiyonize elma SK: 45; Siyah Havuç SK: 10; Mandalina SK: 55

Reçete 2: Elma SK: 90; Deiyonize elma SK: 25; Siyah Havuç SK: 10; Mandalina SK: 75

Reçete 3: Elma SK: 80; Deiyonize elma SK: 25; Siyah Havuç SK: 5; Mandalina SK: 90

Reçete 4: Elma SK: 80; Deiyonize elma SK: 45; Siyah Havuç SK: 5; Mandalina SK: 70

3.2.1. Duyusal değerlendirme

Ön denemeler sonucunda elde edilen 4 farklı karışık meyve suları genel olarak tat ve aroma (buruk/kekremsi tat, tatlılık, asidite, yabancı/kendine has olmayan tat), yapı ve tekstür (yoğunluk dengesi, viskozite, homojenlik, liflilik, yabancı/kendine has olmayan yapı), görünüş ve renk (renk, berraklık, homojenlik, liflilik, yabancı/kendine has olmayan görünüş) özelliklerine göre 10 panelist değerlendirmiştir. Panelistlerden, bu özellikleri 1'den (hiç beğenmedim) 4'e (çok beğendim) kadar olan bir skala üzerinden puanlamaları istenmiş ve duyusal analizlerde kullanılan puanlama formları EK 1'de sunulmuştur (Watts vd., 1989).

3.2.2. Antosiyanin dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi

Karışık meyve suyundaki antosiyaninlerin dağılımını belirlemek için ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama adımlarını içeren bir HPLC yöntemi uygulanmıştır.

Ekstraksiyon: Karışık meyve sularında antosiyanin dağılımını analiz etmek amacıyla, "Toplam monomerik antosiyanin tayini" bölümünde açıklanan ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen antosiyanin ekstraktı kullanılmıştır. Elde edilen ekstrakt, 0.45 µm gözenek çapına sahip PVDF filtre (Sartorius AG) ile süzüldükten sonra, HPLC oto-örnekleme ünitesine uygun amber renkli 2 mL'lik cam viallere aktarılmış ve herhangi bir gecikme olmaksızın doğrudan HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

Karışık meyve suyundaki antosiyanin dağılımını belirlemek için tanımlama ve hesaplama aşamalarını içeren bir HPLC yöntemi uygulanmıştır. Karışık meyve suyu örnekleri, 0.45 µm gözenek çapına sahip PVDF filtre (Sartorius AG) ile süzüldükten sonra, HPLC oto-örnekleme ünitesinde kullanılmak üzere amber renkli 2 mL'lik cam viallere aktarılmış ve zaman kaybına mahal vermeden doğrudan HPLC sistemine enjekte edilmiştir.

Tanımlama ve hesaplama: Antosiyaninlerin dağılımını incelemek ve miktarlarını belirlemek amacıyla, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC, 1200 serisi, Agilent Technologies GmbH, Waldbronn, Almanya) cihazı kullanılmıştır. HPLC sistemi; ikili pompa (binary pump), fotodiyot dizili dedektör (PDA, photodiode array detector), örnekleri 4°C'ye kadar soğutabilen termostatlı oto-örnekleyici (thermostatted auto-sampler), gaz giderici (degasser) ve termostatlı kolon bölmesi (thermostatted column compartment) gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Bu kromatogramlar, "ChemStation rev.B.02.01" yazılımı ile analiz edilmiştir.

Kromatografi koşulları:

- Kolon: Ters faz (reverse phase) C18 kolonu (250 x 4.6 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc., Los Angeles, CA, A.B.D.)
- Koruyucu kolon: C18 koruyucu kolonu (4 x 3 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- Akış hızı: 1 mL dak⁻¹
- Elüsyon süresi: 20 dak
- Enjeksiyon hacmi: 50 µL
- Dalga boyu: 520 nm
- Hareketli faz (mobile phase): Asetonitril (%100) (A) ve o-fosforik asit-asetik asit: asetonitril:su (1:10:5:84; v/v/v/v) (B) karışımı kullanılmıştır. Elüsyon işlemi, gradiyent akış yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve Skrede vd. (2000) tarafından önerilen elüsyon profili tarafımızca modifiye edilerek uygulanmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3. 1: HPLC ile antosiyaninler için uygulanan elüsyon profili

Süre (dak)	%A	%B
0	1	99
10	12	88
20	22	78

Kromatogramlarda elde edilen antosiyanin pikleri, standart maddenin retansiyon süresi ve standart madde eklenen örneklerdeki pik alanında gözlemlenen artış dikkate alınarak tanımlanmıştır. Karışık meyve suyunda, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan cy-3-glu standart maddesinin Agilent 1200 serisi HPLC cihazına enjekte edilmesiyle oluşturulan standart eğriler temel alınarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. HPLC yöntemi ile fenolik madde belirlenmesi

Karışık meyve suyunun fenolik içeriğini belirlemek için Kuşçu ve Bulantekin (2016) tarafından önerilen yöntem doğrultusunda HPLC tekniği kullanılmıştır. Ekstraksiyon için, 15 mL kapasiteli falcon tüplerine 2 g elma suyu örneği eklenmiş ve %80'lik metanol (%1 HCl içerir) ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Ekstraksiyon, oda sıcaklığında ve ışık almayan bir ortamda 240 dakika süreyle çalkalanarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstrakt, 9000 rpm'de 15 dakika boyunca +4 °C'de santrifüj edilerek süzülen örnek tüpe alınmıştır.

Enjeksiyondan önce ekstraktlar, 0,45 µm teflon membran filtresinden geçirilmiş ve kahverengi şişelere aktarılmıştır. Bu şişelerden alınan 20 µL ekstrakt, SIL-10AD vp otomatik örnekleme sistemi aracılığıyla HPLC sistemine (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) enjekte edilmiştir. HPLC sistemi; bir pompa (LC-10ADvp), bir kolon sıcaklık kontrol fırını (CTO-10Avp), bir degazör modülü (DGU-14A) ve DAD dedektör ($\lambda_{max} = 278 \text{ nm}$) içeren bir dedektörden oluşmaktadır. Kromatografik ayırmalar, Eclipse XDB-C18 kolonu (250 x 4,60 mm, 5 µm, Agilent) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz, %3 asetik asit (A) ve metanol (B) karışımından oluşmaktadır. Süpernatantların yürütülmesi, aşağıdaki ikili gradyan programına göre yapılmıştır: başlangıçta %7 B, 20. dakikada %28 B, 28. dakikada %25 B, 35. dakikada %30 B, 50. dakikada %30 B, 60. dakikada %33 B, 62. dakikada %42 B, 70. dakikada %50 B, 73. dakikada %70 B, 75. dakikada %80 B, 80. dakikada %100 B ve 81. dakikada tekrar %7 B olarak programlanmıştır.

3.2.4. Şeker dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi

Karışık meyve sularında şeker dağılımının belirlenmesi, tanımlama ve hesaplama olmak üzere iki aşamadan oluşan HPLC yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Şekerlerin tanımlanması ve hesaplanmasında, "Antosiyanin dağılımının HPLC yöntemiyle belirlenmesi" bölümünde açıklanan özelliklere sahip HPLC cihazı kullanılmış, ancak bu yöntemde foto diyot dizisi dedektörü (PDA) yerine refraktif indeks dedektörü (RID) tercih edilmiştir.

Kromatografi koşulları:

- Kolon: Rezex RHM Monosaccharide H+ kolonu (300 x 7.8 mm, 8 µm) (Phenomenex Inc.)
- Akış hızı: 0.5 mL dak⁻¹
- Elüsyon süresi: 25 dak
- Enjeksiyon hacmi: 10 µL
- Kolon sıcaklığı: 80°C
- Hareketli faz (mobil faz): Su. İsokratik akış söz konusudur.

Kromatogramlarda elde edilen şeker pikleri, hem standart maddelerin geliş süreleri hem de standart madde eklenmiş örneklerin pik alanındaki artışlar esas alınarak tanımlanmıştır. Örnek ekstraktlarında bulunan fruktoz, glukoz, laktoz ve sakaroz miktarları, her biri 6 farklı

konsantrasyonda hazırlanan standart çözeltilerin HPLC cihazına enjekte edilmesiyle oluşturulan standart eğrilerden (Şekil 3.11–3.14) hesaplanmıştır. Ayrıca, örneklerdeki şeker miktarları, numunenin seyreltme faktörü dikkate alınarak belirlenmiştir.

3.2.5. pH değeri

Karışık meyve sularının pH değerleri, Cemeroğlu (2018) tarafından belirtilen metoda göre ölçülmüştür. Analiz öncesinde pH metre cam elektrotu, pH 4.0 ve 7.0 tampon çözeltilerine daldırılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyonun ardından elektrot, distile su ile durulanmış ve elma suyu örneklerine daldırılarak yaklaşık 1 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda pH değerleri kaydedilmiş, her ölçümden sonra elektrot tekrar distile su ile durulanmıştır.

3.2.6. Titrasyon Asitliği

Karışık meyve suyunun titrasyon asitliği, Cemeroğlu (2018) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda, 10 mL karışık meyve suyu, 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e ulaşıncaya kadar fenolftalein indikatörü kullanılarak titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, titrasyon asitliği olarak % malik asit cinsinden (g/100 mL) hesaplanmıştır.

$$\% \text{Asitlik} = \frac{v \times 0,009 \times F}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

v: Tüketilen 0,1N NaOH miktarı (mL)

F: 0.1N NaOH çözeltisinin düzeltme faktörü

m: Titre edilen örnek miktarı (g)

3.2.7. Suda çözünen kuru madde (Briks°) tayini

Karışık meyve sularının suda çözünür kuru madde içeriği, Cemeroğlu (2018) tarafından belirtilen metoda uygun olarak dijital refraktometre (PAL-3, Atago Co. Ltd, Tokyo, Japonya) ile belirlenmiştir. Analiz öncesinde refraktometre, distile su kullanılarak sıfırlanmıştır. Berrak bir sıvı olan karışık meyve suyu örneğinden yaklaşık 1 mL alınarak doğrudan refraktometreye konulmuş ve oda sıcaklığında üç kez ölçüm yapılmıştır.

3.2.8. Renk analizi

Renk değerleri, Cemeroğlu (2018) tarafından önerilen yöntemle göre, Konica Minolta kolorimetre (Chromameter CR-400, Konica Minolta Holdings Inc., Marunouchi, Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak CIE (Commission Internationale de L'Éclairage) L*, a*, b* renk

uzayı sistemiyle ölçülmüştür. Yılmaz (2022) tarafından belirtilen yöntemde, analiz oda sıcaklığında ve beyaz floresan ışık altında gerçekleştirilmiş olup, ölçüm için numune kabına 5 mL meyve suyu örneği yerleştirilmiştir. ΔE değerleri Eşitlik 3.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E * = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2} \quad (3.2)$$

3.2.9. Toplam flavonoid içeriği

Toplam flavonoid madde miktarı, Zhishen vd. (1999) tarafından önerilen yöntemle belirlenmiştir. Kalibrasyon eğrisi, standart olarak kullanılan kateşinin 20, 40, 60, 80 ve 100 mg/L konsantrasyonlarında hazırlanarak oluşturulmuştur. Analizlerde %10'luk $AlCl_3$, %5'lik $NaNO_2$ ve 1M NaOH çözeltileri kullanılmıştır. Bu işlemde, tüplere 1,5 mL karışık meyve suyu örneği, 2,5 mL distile su ve 0,3 mL %5'lik $NaNO_2$ eklenmiş ve karışım oda sıcaklığında 5 dakika süreyle bekletilmiştir. Beşinci dakikada 0,3 mL %10'luk $AlCl_3$, altıncı dakikada ise 2 mL 1M NaOH ilave edilmiştir. Sonrasında, 2,4 mL distile su eklenmiş ve karışım vorteks cihazı (ViseMix, WM-10, Daihan Scientific Co. Ltd., Gangwon-do, Güney Kore) ile homojen hale getirilmiştir. Nihayetinde, karışımın absorbansı 510 nm dalga boyunda spektrofotometre (Optizen Pop, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Güney Kore) ile ölçülmüş ve sonuçlar, mg kateşin eşdeğeri (KE)/100 mL karışık meyve suyu olarak raporlanmıştır.

3.2.10. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır (Spanos & Wrolstad, 1990). Bu yöntem, fenolik bileşiklerin yalnızca bazik bir ortamda, yaklaşık pH 10 seviyesine ayarlanmış sodyum karbonat çözeltisi ile reaksiyona girmesi esasına dayanır. Yöntemin temelinde, fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu reaktifini (FCR) indirgemesi ve bu süreçte oksitlenmesi yer alır. Reaksiyon sonucunda ortaya çıkan indirgenmiş FCR'nin mavi renk oluşturması, fotometrik yöntemle ölçülerek toplam fenolik madde miktarının hesaplanmasını sağlar.

Toplam fenolik madde yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla, meyve suyu örneklerinden 1-5 mL alınarak 50 mL'lik balon jolyeye %50'lik metanol ile tamamlanmıştır. Hazırlanan karışım, 200 rpm hızında 15 dakika süreyle çalkalayıcıda karıştırılmış ve ardından 125 mm gözenek çapına sahip filtre kağıdından süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden 0.2 mL alınarak üzerine 1.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) eklenmiş ve karıştırılmıştır. Beş dakika sonra

karışıma 1.5 mL %7'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenip tekrar karıştırılmış, ardından oda sıcaklığında 90 dakika bekletilmiştir. Sonrasında, 765 nm dalga boyunda ayarlanmış spektrofotometrede absorban ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon amacıyla 2, 4, 6, 8 ve 10 mg gallik asit standartları hazırlanarak %50'lik metanol çözeltisiyle 100 mL'ye tamamlanmış ve kontrol ölçümü yine %50'lik metanol çözeltisi kullanılarak yapılmıştır. Gallik asit standart eğrisinin eğiminden faydalanılarak, 100 g meyve suyu içindeki toplam fenolik madde miktarı, mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100 mL) biriminde hesaplanmıştır.

3.2.11. DPPH yöntemiyle antioksidan aktivite tayini

Serbest radikal giderme etkinliği, Blois (1958) tarafından geliştirilen metoda uygun olarak 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem, ekstraktların bir proton veya elektron vererek mor renkli DPPH çözeltisinin rengini açma yeteneğine dayanır. Reaksiyon karışımında absorban değerindeki azalma, yüksek serbest radikal giderme etkinliğini gösterir. Analiz için, ekstraktan 100 µL alınarak 3,9 mL 0,1 mM DPPH çözeltisi (%80 metanolde) ile karıştırılmış ve vortekslenmiştir. Karışım, oda koşullarında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletildikten sonra, 517 nm dalga boyunda absorban ölçümü yapılmıştır. Kontrol grubu için, ekstrakt yerine 100 µL %80'lik metanol kullanılmış ve aynı prosedür izlenerek günlük absorban değerleri kaydedilmiştir. Serbest radikal giderme etkinliği, aşağıdaki formül ile % DPPH radikali giderme oranı olarak hesaplanmıştır:

$$\% \text{ DPPH Radikali giderme Aktivitesi} = \left(\frac{\text{Kontrolün Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}}{\text{Kontrol Absorbansı}} \right) \quad (3.3)$$

Örneklerin farklı konsantrasyonları (20, 40, 60, 80 ve 100 µL) için hesaplanan % inhibisyon değerlerine dayalı olarak bir grafik oluşturulmuş ve lineer regresyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda, %50 inhibisyona neden olan konsantrasyon (EC50) belirlenmiş ve elde edilen değerler mg/mL cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.12. C vitamini (askorbik asit) tayini

Karışık meyve sularındaki askorbik asit miktarı, spektrofotometrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2018). Bu yöntem, askorbik asitin 2,6-diklorofenolindofenolü indirgeme özelliğine dayanır; askorbik asit, bu bileşiğin rengini yok eder. Analizde, askorbik asit içeren örneğe eklenen 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisinin rengi, ortamda bulunan

askorbik asit miktarına bağı olarak azalır. İndirgenmeden kalan 2,6-diklorofenolindofenol ksilen ile ekstrakte edildikten sonra, spektrofotometrede ölçülen absorbans değeri kullanılarak askorbik asit miktarı hesaplanır. Doğal renk maddelerinin ksilen içinde çözünmemesi, bu yöntemin renkli örnekler için de uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır.

C vitamini analizinde kullanılan çözeltiler ve bu çözeltilerin hazırlama yöntemleri aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

- Asetat tampon çözeltisi (pH: 4.0) hazırlamak için, 300 g susuz sodyum asetat (CH_3COONa) veya 497,5 g kristal sodyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) hassas bir şekilde tartılmış, ardından üzerine 700 mL su ve 1000 mL glasiyel asetik asit ilave edilerek karıştırılmıştır.
- 2.6-diklorofenolindofenol çözeltisi (boya çözeltisi) hazırlamak için, 25 mg 2.6-diklorofenolindofenol sodyum tuzu tartılarak 150 mL ılık distile su içinde çözülmüştür. Çözeltinin hazırlanmasının ardından karışım filtre edilerek distile su ile hacim 200 mL'ye tamamlanmıştır.
- %6'lık metafosforik asit (HPO_3) çözeltisi hazırlanırken, 60 g HPO_3 , ısıtma uygulanmadan 900 mL saf su içerisinde çözüldürülmüş ve hacim 1 L'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin analiz öncesinde buzdolabında saklanması sağlanmıştır.
- Askorbik Asit Standart Çözeltisi hazırlanırken, 100 mg askorbik asit, %6'lık HPO_3 çözeltisinde çözüldürülüp, toplam hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Aşağıda, C vitamini tayini için izlenen prosedür adımları sunulmuştur. Tüm işlemler, ışığın etkisini önlemek amacıyla karanlık bir ortamda yapılmış ve bu süreçte koyu renkli cam malzemeler kullanılmıştır.

➤ Örnek Hazırlama

20 mg meyve suyu örneği, eşit miktarda %6'lık HPO_3 çözeltisi ile karıştırılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 20-30 mL kadar alınarak, hacmi 100 mL'ye tamamlamak için %6'lık HPO_3 çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan çözeltinin, katmanlı filtre kâğıdı kullanılarak süzülmesi sağlanmıştır.

➤ Boya çözeltisinin örnekteki askorbik asitle indirgenmesi

- Hazırlanan örnek filtratından, cam kapaklı 30-40 mL hacmindeki bir tüpe 1-5 mL arasında bir miktar alınarak bu tüp "tüp-1" olarak etiketlenmiştir.
- Bir diğer tüpe, tüp-1'de bulunan filtrat miktarına karşılık gelen aynı hacimde %6'lık HPO_3 çözeltisi eklenmiş ve bu tüp "tüp-2" olarak etiketlenmiştir.
- Her iki tüpe, içerdikleri sıvı hacmi kadar asetat tampon çözeltisi eklenmiş, ardından her iki tüpe de 2 mL boya çözeltisi ilave edilerek hafifçe çalkalanmış ve tamamen karıştırılmıştır.
- Her bir tüp, santrifüj edilerek içeriklerindeki katmanlar ayrılmıştır.
- Ksilen katmanı özenle ayrılarak spektrofotometre küvetine transfer edilmiştir.

Spektrofotometrik Ölçüm

- Tüp-1 ve tüp-2'den elde edilen renkli ksilen tabakalarının absorpsanları, 500 nm'de ksilene karşı ölçülmüş olup, Tüp-1'in absorpsansı A_1 , Tüp-2'nin absorpsansı ise A_2 olarak kaydedilmiştir.
- A_2 değeri her zaman A_1 'den daha yüksek olup, bu fark örneğin askorbik asit içeriğiyle ilişkilidir. Bu ilişki, askorbik asit standart eğrisinin kullanılmasıyla aşağıda açıklandığı şekilde hesaplanmıştır.

➤ Askorbik asit standart eğrisinin hazırlanması

- Askorbik asit standart çözeltisinden 20 mL alınarak, üzerine %6'lık HPO_3 çözeltisi eklenip hacmi 200 mL'ye tamamlanmış ve bu çözeltinin askorbik asit konsantrasyonu 0.1 mg/mL olarak belirlenmiştir.
- Sekiz adet 100 mL'lik balon kullanılarak, her birine sırasıyla 4, 6, 10, 15, 20 ve 25 mL seyreltilmiş askorbik asit çözeltisi eklenmiş ve bu işlemler sonucunda her balona sırasıyla 0.4, 0.6, 1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 mg askorbik asit ilave edilmiştir. Ardından, her balon %6'lık HPO_3 çözeltisi ile hacmine kadar tamamlanmış ve bu işlemle sırasıyla 0.004, 0.006, 0.01, 0.015, 0.02 ve 0.025 mg askorbik asit içeren çözeltiler elde edilmiştir.
- Askorbik asit içeren bu standart çözeltilerin her birine, daha önce "boya çözeltisinin askorbik asitle indirgenmesi" başlığı altında açıklanan prosedürler uygulanmış ve her çözelti için elde edilen ksilen ekstraktlarının absorpsan değerleri (A_s) olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, bir kontrol deneyinin tüp-2'de yapılmış olup, bu deneyin absorpsan değeri (A_t) olarak kaydedilmiştir.

- Her bir konsantrasyon için ölçülen (At-As) farkları, askorbik asit konsantrasyonlarına (mg/L) karşı bir grafik üzerinde çizilerek "askorbik asit standart eğrisi" oluşturulmuştur. Standart eğri, orijinden geçen doğrusal bir çizgi olarak çizilmiş ve elde edilen deneysel verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak eğrinin eğimi (a) hesaplanmıştır. Ayrıca standart eğri, her bir deneyde tekrar oluşturulmuştur.

➤ Hesaplama

Örnekteki askorbik asit miktarının hesaplanabilmesi için, seyreltme faktörü (Sf) aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$Sf = \frac{(W+H)}{W} \times \frac{V}{M} \quad (3.4)$$

Burada;

Sf: Seyreltme faktörü,

W: Orijinal örnek miktarı, g

H: Orijinal örneğe eklenen, metafosforik asit çözeltisi miktarı, g

M: "Örnek + metafosforik asit çözeltisi" karışımından (homojenat) alınan miktar, g (veya ml)

V: "M" miktar homojenatın tamamlandığı hacim, mL

• Sf değeri hesaplandıktan sonra örnekteki askorbik asit miktarı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Askorbik Asit Miktarı (mg/kg)} = (A2 - A1) \times \frac{Sf}{a} \quad (3.5)$$

Burada;

A1: Örnek tüpünde saptanan absorban değeri,

A2: Şahit tüpünde saptanan absorban değeri,

Sf: Seyreltme faktörü,

a : Askorbik asit standart eğrisinin eğimi.

3.2.13. Toplam monomerik antosiyanin tayini

Toplam monomerik antosiyanin miktarının belirlenmesi, Guisti ve Wrolstad (2001) tarafından geliştirilen pH diferansiyel yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, antosiyaninlerin maksimum absorbans gösterdiği dalga boyundaki absorbans değerlerinin pH seviyesine bağlı değişimini temel alır. Ölçümler, Shimadzu UV/VIS spektrofotometresi kullanılarak, örneklerin maksimum absorbans verdiği dalga boylarında saf su referans alınarak yapılmıştır. Yöntemin temel ilkesi, monomerik antosiyaninlerin pH 1.0'da renkli formda bulunmasına dayanır; dolayısıyla, pH 1.0 ve pH 4.5'teki absorbans farkı, antosiyanin konsantrasyonunu doğrudan yansıtır. Basitliği ve yüksek duyarlılığı nedeniyle yaygın olarak tercih edilen bu yöntem, antosiyaninlerin parçalanma ürünleri, renkli polimerler ya da diğer interferans oluşturan bileşenlere rağmen güvenilir sonuçlar sağlar. Bu analizde kullanılan Potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi (0,025 M, pH: 1.0) ve Sodyum asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) tampon çözeltisi (0,4 M, pH: 4.5) aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır.

Potasyum klorür (KCl) tampon çözeltisi (0,025 M, pH: 1.0) hazırlamak için, 1,86 g KCl hassas bir şekilde tartılarak 980 mL distile su içerisinde çözülmüş ve çözeltinin pH değeri, konsantre HCl çözeltisi kullanılarak 1.0'a ayarlanmıştır. Ardından, hazırlanan karışım 1 litrelik balon jöje içerisine aktarılmış ve distile su eklenerek toplam hacim 1 litreye tamamlanmıştır.

Sodyum asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$) tampon çözeltisi (0.4 M, pH: 4.5) hazırlamak için, 54,43 g sodyum asetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) hassas bir şekilde tartılmış ve 960 mL distile su içerisinde tamamen çözüldürülmüştür. Çözeltinin pH değeri, konsantre HCl çözeltisi kullanılarak 4.5'e ayarlanmıştır. Daha sonra, hazırlanan çözeltinin tamamı 1 litrelik balon jöjeye aktarılmış ve distile su ile hacim 1 litreye tamamlanmıştır.

Her bir karışık meyve suyu örneğinden 1 mL alınarak iki ayrı tüpe aktarılmıştır. İlk tüpe pH 1.0 tampon çözeltisinden 9 mL, ikinci tüpe ise pH 4.5 tampon çözeltisinden 9 mL ilave edilmiştir. Tüpler, iyice karıştırıldıktan sonra, seyreltik örneklerin karanlık ortamda 15 dakika süreyle bekletilerek dengeye ulaşmaları sağlanmıştır. Daha sonra, örneklerin absorbans değerleri 518 nm ve 280 nm dalga boylarında, saf su referans alınarak ölçülmüştür.

Seyreltik örneğin absorbans farkı, (3.6) numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A = (A_{518 \text{ nm}} - A_{280 \text{ nm}})_{pH 1.0} / (A_{518 \text{ nm}} - A_{280 \text{ nm}})_{pH 4.5} \quad (3.6)$$

A: Absorbans farkı

Karışık meyve suyundaki monomerik antosiyanin pigment konsantrasyonu, (3.7) numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Monomerik antosiyanin (mg cy - 3glu/L)} = (A \times MW \times DF \times 1000) + (\epsilon \times I) \quad (3.7)$$

MW: molekül ağırlığı (siyanidin -3-glukozit'in molekül ağırlığı: 449.2)

DF: seyreltme faktörü (10)

1000: dönüşüm faktörü, gr'ın mg'a dönüştürülmesi

ϵ : molar absorbans (cy-3-glu için 26 900)

I: Işık yolu uzunluğu, 1cm

3.2.14. ABTS yöntemiyle antioksidan aktivite tayini

ABTS (2.2-azino-bis-3-etilbenzo-tiyazolin-6- sülfonik asit) radikal katyon temizleme aktivitesi Re vd. (1999) tarafından tanımlanan metotla belirlenmiştir. ABTS çözeltisi PBS (tuzlu fosfat tamponu) çözeltisi ile 734 nm'de 0.700 (± 0.2) absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmiştir. Mikro küvet, spektrofotometreye yerleştirilerek küvetteki ABTS \cdot^+ radikal çözeltisinin başlangıç absorbans değeri kaydedilmiştir. 3 farklı örnek hacminde (10, 20, 30 μ L) çalışılarak 6 dakika sonunda 734 nm'de yapılan ölçümler neticesinde saptanmış ortalama yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarlarına (hacimlerine) karşı bir grafiğe aktarılıp linear regrasyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, troloks standart eğrisinin eğimine oranlanarak örneğin TEAC-ABTS (troloks eşdeğer antioksidan kapasite) değeri hesaplanmıştır.

3.2.15. Mikrobiyolojik analizler

Örnek hazırlama sürecinde, 10 g (± 0.01 g) örnek doğrudan steril bir poşete (Sartorius AX6202) tartılmıştır. Karışık meyve suyu örneğine 90 mL %0.1'lik peptonlu su eklenmiş (APHA, 2002) ve orbital çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010) 400 rpm hızında 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen başlangıç süspansiyonundan, 9 mL %0.1'lik peptonlu su ile uygun seyreltiler hazırlanarak belirtilen mikrobiyal sayımlar için kullanılmıştır. Tüm mikrobiyolojik inkübasyonlar, sıcaklık kontrollü inkübatörlerde (Sanyo MIR 253) gerçekleştirilmiştir.

3.2.15.1. Toplam Aerobik Mezofilik mikroorganizma sayımı

Toplam mezofilik aerobik mikroorganizma sayımı için uygun seyreltiler, Plate Count Agar (PCA, Merck KGaA) besiyerine dökme yöntemiyle eklenmiş ve petri kutuları, $30^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Anonymous, 2013).

3.2.15.2. Maya ve küf sayımı

Maya ve küf sayımı için uygun seyreltiler, Dichloran-rose Bengal Chloramphenicol agar (DRBC, Merck KGaA) besiyerine yayma yöntemiyle ekilmiş ve petri kutuları, $25^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir (Anonymous, 2008).

3.2.15.3. Koliform sayımı

Uygun seyreltiler, Violet Red Bile Lactose Agar (VRB, Merck KGaA) besiyerine çift kat dökme yöntemiyle ekilmiş ve petri kutuları $37^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında, çapı en az 0.5 mm olan, morumsu kırmızı renkli ve çevresinde haleli veya halosuz koloniler sayılmıştır (Anonymous, 2006).

3.2.15.4. *Escherichia coli* sayımı

Uygun seyreltiler, Minerals Modified Glutamate Broth (Sigma) besiyerine EMS (Enzyme-Mediated Substrate) yöntemiyle ekilmiş ve $37^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilmiştir. Asit oluşumunu gösteren sarı renk değişikliği gözlemlenen tüplerden örnek alınarak, Tryptone Bile X-glucuronide Agar (Merck KGaA) besiyerine çizme işlemi yapılmış ve $44^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası, koyu mavi veya mavi-yeşil renkli koloniler gözlemlenen petri kutularındaki tüpler pozitif olarak kabul edilerek, sonuçlar EMS mL⁻¹ cinsinden EMS tablosuna göre raporlanmıştır (Anonymous, 2005).

3.2.15.5. *Enterobacteriaceae* sayımı

Enterobacteriaceae sayımı için uygun seyreltiler, Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG, Merck KGaA) besiyerine çift kat dökme yöntemiyle ekilmiş ve petri kutuları $37^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin ardından, çapı en az 0.5 mm olan, morumsu kırmızı renkte ve çevresinde halo şeklinde bir bölgeler bulunan ya da bulunmayan koloniler, *Enterobacteriaceae* olarak kabul edilmiştir (Anonymous, 2017).

3.2.16. Deneysel tasarım ve istatistiksel analiz

Optimizasyon çalışmaları, Central composite yazılımı ve Minitab 18 programı kullanılarak deneysel tasarım elde edilerek yapılmıştır. Her bir deneysel tasarım üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve elma, mandalina, siyah havuç ile elma deiyonize konsantrelerinin karışımından elde edilecek karışık meyve suyu işlemi için seçilecek işlem parametrelerinin optimizasyonu yanıt yüzey metodolojisi (YYM) ile yapılmıştır.

Denemeler sonucunda elde edilen yanıt değerleri ile çalışmada kullanılan değişkenler arasında matematiksel modellerin geliştirilmesi amacıyla gerekli deneysel veriler, Face-Centered Central Composite Design deneme planına dayalı olarak oluşturulmuştur. Deneysel tasarımda kullanılacak bağımsız değişkenlerin seviyeleri, literatür taramaları doğrultusunda belirlenmiş olup, karışık meyve suyu hazırlama sürecinin optimizasyonuna yönelik bağımsız değişkenler ve seviyeleri Tablo 3.2'de, deneysel tasarım ise Tablo 3.3'de sunulmaktadır.

Tablo 3.2: Karışık meyve suyu üretimi optimizasyonu için değişkenler ve kodlanmış seviyeleri.

Bağımsız Değişkenler	Kodlanmış Seviyeler			
	-alpha	-1	+1	+alpha
Elma SK	75	80	85	90
Mandalina SK	67,5	70	72,5	75
Siyah Havuç SK	5	7,5	10	12,5
Elma Deiyonize SK	15	25	35	45

Tablo 3. 3: Karışık meyve suyu üretimi denemelere ait optimizasyon çalışmasında kullanılan deneysel tasarım.

Deneme Sırası	Bağımsız Değişkenler			
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK
1	80	25	5	70
2	90	25	5	70
3	80	45	5	70
4	90	45	5	70
5	80	25	10	70
6	90	25	10	70
7	80	45	10	70
8	90	45	10	70
9	80	25	5	75
10	90	25	5	75
11	80	45	5	75
12	90	45	5	75
13	80	25	10	75
14	90	25	10	75
15	80	45	10	75
16	90	45	10	75
17	75	35	7,5	72,5
18	95	35	7,5	72,5
19	85	15	7,5	72,5
20	85	55	7,5	72,5
21	85	35	2,5	72,5
22	85	35	12,5	72,5
23	85	35	7,5	67,5
24	85	35	7,5	77,5
25	85	35	7,5	72,5
26	85	35	7,5	72,5
27	85	35	7,5	72,5
28	85	35	7,5	72,5
29	85	35	7,5	72,5
30	85	35	7,5	72,5
31	85	35	7,5	72,5

Central Composite modeli ile Yanıt Yüzey Yöntemine göre belirlenen elma, mandalina, siyah havuç ve elma deiyonize konsantreleri belirlenen oranlarda karıştırılıp, 11,2^oBriks olacak şekilde karışık meyve suları üretilmiştir.

Deneme planlarının uygulanmasıyla elde edilen karışık meyve sularının antosiyanin değeri, toplam fenolik madde miktarı, toplam şeker miktarı ve renk değerleri yanıt değişkenleri olarak belirlenmiştir. Bu yanıtlar için oluşturulan modeldeki önemli terimler, varyans analizi (ANOVA) ile tespit edilmiş ve optimum koşul, toplam şeker miktarının minimum, antosiyanin değeri, toplam fenolik madde miktarı ve renk değerlerinin maksimum olduğu koşullarda belirlenmiştir. Optimizasyon süreci için istenebilirlik fonksiyonu (desirability) yaklaşımı kullanılmıştır. Üç kez tekrarlanan içecek üretiminde, raf ömrü boyunca elde edilen analiz verileri Minitab programı ile istatistiksel olarak incelenmiştir. Örnekler arasında anlamlı farkların olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve $p < 0,05$ veya $p < 0,01$ düzeyinde önemli farklar tespit edilen varyasyon kaynaklarının karşılaştırmaları, Fisher'ın En Az Anlamlı Fark (Fisher's LSD) testi ile gerçekleştirilmiştir (Mansoori & Acamovic, 2007).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Karışık Meyve Suyu Üretiminde Kullanılan Konsantrelerinin Kalite Özellikleri

Optimizasyon için hammadde olarak kullanılan mandalina, elma, siyah havuç ve deiyonize elma suyu konsantrelerinin bazı kalite özellikleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Optimizasyon için hammadde olarak kullanılan mandalina, elma, siyah havuç ve deiyonize elma suyu konsantrelerinin bazı kalite özellikleri

Analizler	Mandalina SK	Elma SK	Siyah Havuç SK	Deiyonize Elma SK
pH	3,35	3,67	3,6	-
Briks ^o	65,76	70,39	67,49	70,2
Asitlik (%)	4,31 (sitrik)	1,6 (malik)	7,57 (sitrik)	<5 (sitrik)
Laktik Asit (ppm)	16	17	41	<30
Sodyum (ppm)	10,22	5,06	412,46	<1
Absorbans 420nm	-	0,145	0,421	-
Absorbans 430nm	-	0,124	0,465	-
Absorbans 435nm	-	-	0,488	-
Absorbans 520nm	-	-	1,265	-
Absorbans 580nm	-	-	0,234	-
Absorbans 620nm	-	-	0,035	-
Renk %T (440nm)	-	78,3	-	-
Renk(620/520*100nm)	-	-	2,77	-
Berraklık %T (625nm)	-	99,8	-	-
Lassonde (>2,7)	-	-	2,98	-
Renk OJ Scale	2	-	-	-
L*	58,4	-	-	-
a*	8,31	-	-	-
b*	66,89	-	-	-
a*/b*	0,12	-	-	-
Pulp (%)	2	-	-	-
Sediment (mL/L)	4	-	-	-
Stabilite (%)	82,1	-	-	-
Viskozite(cps)	1259	-	-	-
Kabuk yağı (%)	0,0080	-	-	-
Bulanıklık (NTU)	-	0,39	0,43	-
Hızlı Test (NTU)	-	0,41	0,26	-
24 Saat Test (NTU)	-	0,59	0,48	-
48 Saat Test (NTU)	-	0,51	0,69	-
Patulin (ppb)	-	<10	-	<5
Sakkaroz (g/L)	-	-	-	6,914
Glikoz (g/L)	-	-	-	30,748
Fruktoz (g/L)	-	-	-	57,316
D-Sorbitol (g/L)	-	-	-	5,697
Klorojenik Asit (ppm)	-	16,51	-	7,50
HMF (ppm)	-	<1	-	2,54
Fumarik Asit (ppm)	-	3,74	-	<1
Nitrat (ppm)	-	-	-	<0,5
D-Laktik	-	-	-	<30
D+L-Laktik Asit	-	-	-	0,00

- Analiz gerçekleştirilmedi.

4.2. Duyusal Değerlendirme Bulguları

Ön denemeler sonucunda elde edilen metot kısmında belirtilen dört farklı reçeteden gerçekleştirilen karışık meyve suları, eğitimli panelistler tarafından duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuş olup, sonuçlar Tablo 4.2’de sunulmuştur. Dört reçeteden en yüksek puan alan iki reçete [Reçete 2 (Elma SK: 90; Deiyonize elma SK: 25; Siyah Havuç SK: 10; Mandalina SK: 75) ve Reçete 4 (Elma SK: 80; Deiyonize elma SK: 45; Siyah Havuç SK: 5; Mandalina SK: 70)] seçilmiş olup, yanıt yüzey metodolojisi yöntemi ile optimizasyonda kullanılmak üzere alt ve üst limit olacak şekilde uygulanmıştır. Tüm değerlendirmeler ve belirlenen ortalamalar göz önüne alındığında Reçete 4 en yüksek değerlendirme puanları aldığı ifade edilebilir. Reçetelerdeki mandalina miktarının yüksek olması acılığa sebep olduğundan dolayı değerlendirmelerde düşük puanlar alındığı gözlenmiştir.

Tablo 4.2: Duyusal değerlendirme sonuçları

ÖZELLİKLER	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3	Reçete 4
TAT VE AROMA	Puan	Puan	Puan	Puan
Buruk/kekremsi tat	3,13±0,21	3,30±0,20	3,03±0,15	3,43±0,15
Tatlılık	2,60±0,17	3,27±0,23	2,47±0,15	3,47±0,25
Asidite	2,23±0,21	3,13±0,21	2,27±0,12	3,37±0,25
Yabancı/Kendine Has Olmayan Tat	3,13±0,15	3,47±0,06	3,20±0,10	3,27±0,06
TOPLAM	11,10±0,10	13,43±0,87	10,97±0,29	13,53±0,59
YAPI VE TEKSTÜR	Puan	Puan	Puan	Puan
Yoğunluk Dengesi	3,10±0,10	3,23±0,06	2,67±0,21	3,57±0,21
Viskozite	3,20±0,20	3,30±0,20	3,30±0,46	3,27±0,25
Homojenlik	3,10±0,10	3,33±0,21	2,97±0,15	3,53±0,06
Liflilik	2,77±0,15	3,03±0,06	2,60±0,10	3,53±0,06
Yabancı/Kendine Has Olmayan Yapı	2,93±0,15	3,43±0,15	2,83±0,15	3,53±0,12
TOPLAM	15,10±0,20	16,33±0,61	14,37±0,49	17,43±0,55
GÖRÜNÜŞ VE RENK	Puan	Puan	Puan	Puan
Renk	3,07±0,12	3,13±0,15	3,17±0,15	3,43±0,12
Berraklık	2,77±0,25	3,10±0,10	3,07±0,06	3,33±0,12
Homojenlik	3,03±0,06	3,20±0,20	2,97±0,06	3,37±0,15
Yabancı/Kendine Has Olmayan Görünüş	3,17±0,15	3,23±0,23	3,27±0,21	3,30±0,30
TOPLAM	12,03±0,25	12,67±0,51	12,47±0,06	13,43±0,55

4.3. Karışım Meyve Suyu Formülasyonunun Yanıt Yüzey Metodolojisi ile Optimizasyonu

Central composite yazılımı ve Minitab 18 sürümü kullanılarak, elma, mandalina, siyah havuç ve elma deiyonize konsantrelerinden oluşan karışık meyve suyu formülasyonları için elde edilen deneysel tasarımlar, üçlü tekrarlarla uygulanmıştır. Optimizasyonda kullanılacak parametreler olarak antisiyonin miktarı (% Rel. Area 280 nm), toplam fenolik madde miktarı (mg/mL), şeker bileşenlerinden glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değerleri (g/L) ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamada hedeflemiş olduğumuz şekerli içeceğin antisiyonin ve toplam fenolik maddemiktarı yüksek olması istenirken, glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değerlerinin düşük olması tercih edilmiştir. Tablo 3.3’de sunulan deneyler gerçekleştirilerek sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre optimizasyona koyulan değerler Şekil 4.1’e göre çalıştırılmıştır.

Response Optimizer

Optimize up to 25 responses:

Response	Goal	Target
Sorbitol	Minimize	
Suc	Minimize	
Fru	Minimize	
Glu	Minimize	
% Rel. Area - 280nm	Maximize	
Fenolik Bileşen (mg/ml)	Maximize	

Şekil 4.1: Karışık meyve suyu üretimi denemelere ait optimizasyon çalışmasında kullanılan parametrelerin hedefleri

Tablo 4.3: Bağımsız değişkenler ve değerleri

Faktör	Tip	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Ortanca	Std.Sapma
Elma	Nümerik	80	90	85	7,07
Mandalina	Nümerik	70	75	72,50	3,54
Siyah Havuç	Nümerik	5	10	7,5	3,54
Elma Deiyonize	Nümerik	25	45	35	14,14

Elma konsantre, mandalina konsantre, siyah havuç konsantresi ve elma deiyonize konsantresi bağımsız değişkenlerinin sisteme tanıtılması (Tablo 4.3) sonucunda 31 denemeli bir deneme planı elde edilmiştir. Elde edilen deneme planındaki üretilen karışık meyve sularının bazı kalite özelliklerinden olan antosiyanin profili miktarı, toplam fenolik içerik miktarı ve şeker bileşenleri araştırılmıştır. Bu değişkenler hesaba katılarak elde edilen optimum formülasyonlarla gerçekleştirilen karışık meyve sularının bazı kalite özellikleri tespit edilmiştir. Deneme desenine göre üretilen içeceklerin pH, briks^o ve titrasyon asitliği sonuçları Tablo 4.4'de; L, a, b ve Colour Unit (CU) sonuçları Tablo 4.5'de ve renk absorbansları (Abs 420nm, Abs 430nm, Abs 520nm, Abs 580nm, Abs 620nm ve blue faktör) değerleri ise Tablo 4.6'de verilmiştir.

Tablo 4.4: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin pH, briks^o ve toplam titrasyon asitliği değerleri

Deneme No	Konsantreler				Analizler		
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	pH	Titrasyon Asitliği	Briks ^o
1	80	25	5	70	3,73	0,38	12,01
2	90	25	5	70	3,72	0,44	12,1
3	80	45	5	70	3,72	0,43	12,13
4	90	45	5	70	3,69	0,41	12,3
5	80	25	10	70	3,72	0,52	12,11
6	90	25	10	70	3,75	0,54	12,11
7	80	45	10	70	3,73	0,47	11,98
8	90	45	10	70	3,74	0,48	12,01
9	80	25	5	75	3,75	0,53	11,99
10	90	25	5	75	3,73	0,53	12,2
11	80	45	5	75	3,71	0,43	12,06
12	90	45	5	75	3,68	0,42	12,24
13	80	25	10	75	3,68	0,53	12,35
14	90	25	10	75	3,7	0,58	12,15
15	80	45	10	75	3,7	0,46	12,01
16	90	45	10	75	3,75	0,57	12,05
17	75	35	7,5	72,5	3,74	0,46	12,13
18	95	35	7,5	72,5	3,74	0,51	12,08

Tablo 4.4. (devam)

Deneme No	Konsantreler				Analizler		
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	pH	Titrasyon Asitliği	Briks°
19	85	15	7,5	72,5	3,75	0,43	12,11
20	85	55	7,5	72,5	3,72	0,38	12,16
21	85	35	2,5	72,5	3,73	0,53	12,31
22	85	35	12,5	72,5	3,73	0,45	11,98
23	85	35	7,5	67,5	3,02	0,53	12,07
24	85	35	7,5	77,5	3,72	0,51	12,1
25	85	35	7,5	72,5	3,72	0,51	12,26
26	85	35	7,5	72,5	3,72	0,50	12,26
27	85	35	7,5	72,5	3,72	0,52	12,25
28	85	35	7,5	72,5	3,72	0,52	12,27
29	85	35	7,5	72,5	3,72	0,51	12,26
30	85	35	7,5	72,5	3,72	0,50	12,23
31	85	35	7,5	72,5	3,72	0,51	12,26

Tablo 4.5: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin renk değerleri (L*, a*, b* ve Color Unit değerleri)

Deneme No	Konsantreler				Analizler			
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	L*	a*	b*	Color Unit (U)
1	80	25	5	70	24,90	24,78	10,95	0,62
2	90	25	5	70	25,11	23,96	13,04	1,02
3	80	45	5	70	26,41	22,89	12,67	0,34
4	90	45	5	70	24,44	23,17	9,97	0,70
5	80	25	10	70	18,07	25,18	9,06	1,20
6	90	25	10	70	16,98	26,23	9,68	1,02
7	80	45	10	70	15,53	26,46	10,44	0,96
8	90	45	10	70	16,95	24,20	8,88	1,00
9	80	25	5	75	21,84	26,01	13,18	0,50
10	90	25	5	75	22,05	27,04	14,26	0,42
11	80	45	5	75	20,84	27,22	14,10	0,74
12	90	45	5	75	25,42	23,31	11,13	0,62
13	80	25	10	75	20,18	25,52	9,69	0,70

Tablo 4.5. (devam)

Deneme No	Konsantreler				Analizler			
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	L*	a*	b*	Color Unit (U)
14	90	25	10	75	19,46	23,90	8,39	0,60
15	80	45	10	75	20,45	25,87	11,62	0,50
16	90	45	10	75	21,50	25,44	13,87	0,48
17	75	35	7,5	72,5	17,73	26,60	11,68	0,64
18	95	35	7,5	72,5	16,94	26,01	11,65	0,66
19	85	15	7,5	72,5	21,31	22,81	8,57	0,82
20	85	55	7,5	72,5	21,98	21,47	7,79	0,66
21	85	35	2,5	72,5	20,84	27,22	14,10	0,64
22	85	35	12,5	72,5	16,92	24,00	8,38	0,96
23	85	35	7,5	67,5	21,31	22,81	8,57	0,76
24	85	35	7,5	77,5	21,98	21,47	7,79	1,18
25	85	35	7,5	72,5	17,73	26,60	11,68	0,54
26	85	35	7,5	72,5	17,88	26,45	11,60	0,58
27	85	35	7,5	72,5	17,65	26,56	11,62	0,62
28	85	35	7,5	72,5	17,48	26,68	11,76	0,56
29	85	35	7,5	72,5	17,70	26,64	11,66	0,54
30	85	35	7,5	72,5	17,71	26,62	11,70	0,52
31	85	35	7,5	72,5	17,73	26,58	11,66	0,54

Tablo 4.6: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerdeki içeceklerin renk absorbanları (Abs 420nm, Abs 430nm, Abs 520nm, Abs 580nm, Abs 620nm ve blue faktör)

No	Konsantreler				Analizler					
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	Abs 420nm	Abs 430nm	Abs 520nm	Abs 580nm	Abs 620nm	Blue faktör
1	80	25	5	70	0,026	0,025	0,031	0,012	0,009	29,032
2	90	25	5	70	0,035	0,034	0,037	0,021	0,017	45,880
3	80	45	5	70	0,015	0,014	0,017	0,006	0,004	23,529
4	90	45	5	70	0,021	0,020	0,021	0,004	0,002	9,184
5	80	25	10	70	0,037	0,037	0,060	0,015	0,008	13,333
6	90	25	10	70	0,041	0,040	0,051	0,012	0,008	15,686
7	80	45	10	70	0,038	0,037	0,048	0,017	0,012	25,000
8	90	45	10	70	0,039	0,040	0,050	0,020	0,014	28,000
9	80	25	5	75	0,022	0,021	0,025	0,008	0,006	24,000

Tablo 4.6. (devam)

No	Konsantreler				Analizler					
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	Abs 420nm	Abs 430nm	Abs 520nm	Abs 580nm	Abs 620nm	Blue faktör
10	90	25	5	75	0,021	0,020	0,021	0,004	0,002	9,524
11	80	45	5	75	0,035	0,034	0,037	0,021	0,017	45,946
12	90	45	5	75	0,028	0,028	0,031	0,013	0,009	29,032
13	80	25	10	75	0,030	0,031	0,035	0,011	0,008	22,857
14	90	25	10	75	0,023	0,027	0,030	0,010	0,006	20,000
15	80	45	10	75	0,018	0,018	0,025	0,008	0,004	16,000
16	90	45	10	75	0,020	0,020	0,024	0,007	0,005	20,833
17	75	35	7,5	72,5	0,021	0,021	0,032	0,008	0,004	12,500
18	95	35	7,5	72,5	0,230	0,023	0,033	0,010	0,005	15,152
19	85	15	7,5	72,5	0,031	0,031	0,041	0,013	0,006	14,634
20	85	55	7,5	72,5	0,021	0,021	0,033	0,009	0,005	15,152
21	85	35	2,5	72,5	0,014	0,013	0,016	0,005	0,004	12,440
22	85	35	12,5	72,5	0,030	0,031	0,035	0,011	0,008	17,292
23	85	35	7,5	67,5	0,022	0,024	0,038	0,011	0,007	18,421
24	85	35	7,5	77,5	0,028	0,029	0,059	0,011	0,004	6,780
25	85	35	7,5	72,5	0,015	0,016	0,027	0,006	0,002	7,407
26	85	35	7,5	72,5	0,016	0,018	0,030	0,008	0,003	7,472
27	85	35	7,5	72,5	0,016	0,017	0,028	0,007	0,002	7,412
28	85	35	7,5	72,5	0,015	0,015	0,026	0,005	0,001	7,398
29	85	35	7,5	72,5	0,014	0,015	0,025	0,007	0,003	7,410
30	85	35	7,5	72,5	0,017	0,016	0,027	0,006	0,002	7,405
31	85	35	7,5	72,5	0,015	0,016	0,027	0,006	0,002	7,407

4.4. Karışık Meyve Sularının Optimizasyonu Sürecinde Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

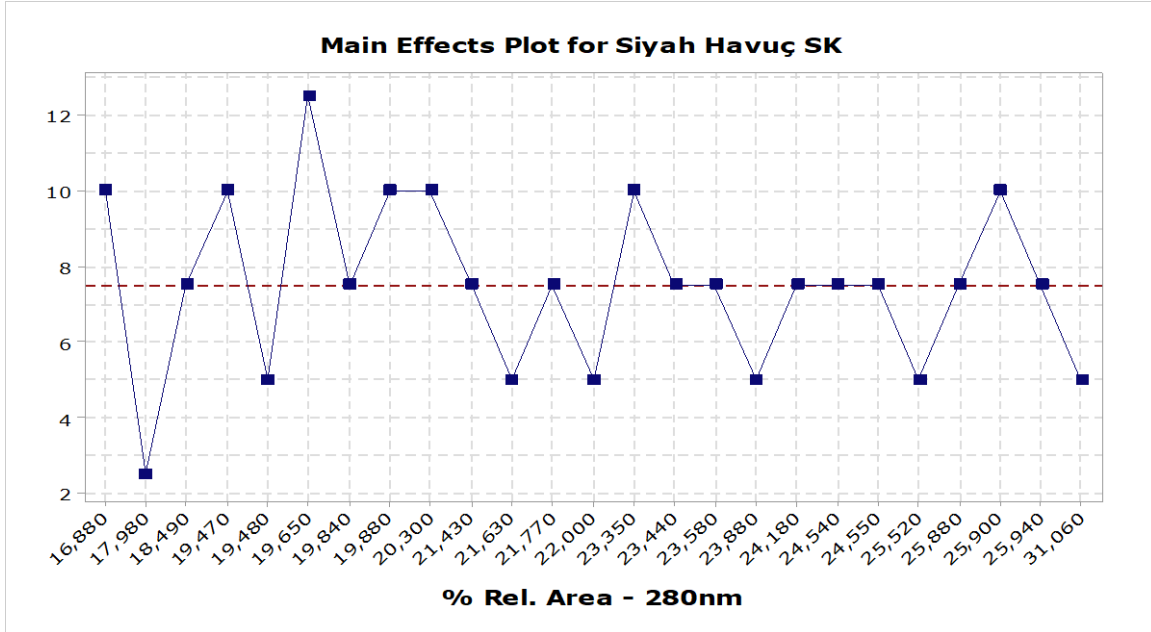
4.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Antosiyanin Profili

Toplam fenolik içeriğin antioksidan aktivite ve polifenollerin biyoyararlanımı ile yüksek oranda ilişkili olduğu bilinmektedir (Manach vd., 2005). Bu çalışmada, meyve sularında toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin olmak üzere iki fenolik test gerçekleştirilmiştir ve değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir Genel olarak, TFM mono-fenol, fenol, tri-fenol ve polifenol bileşikleri de dahil olmak üzere toplam fenol grubu miktarını belirlerken (Rana, 2014), antosiyanin yalnızca flavonoidlerin alt grupları altındaki polifenolleri ölçer.

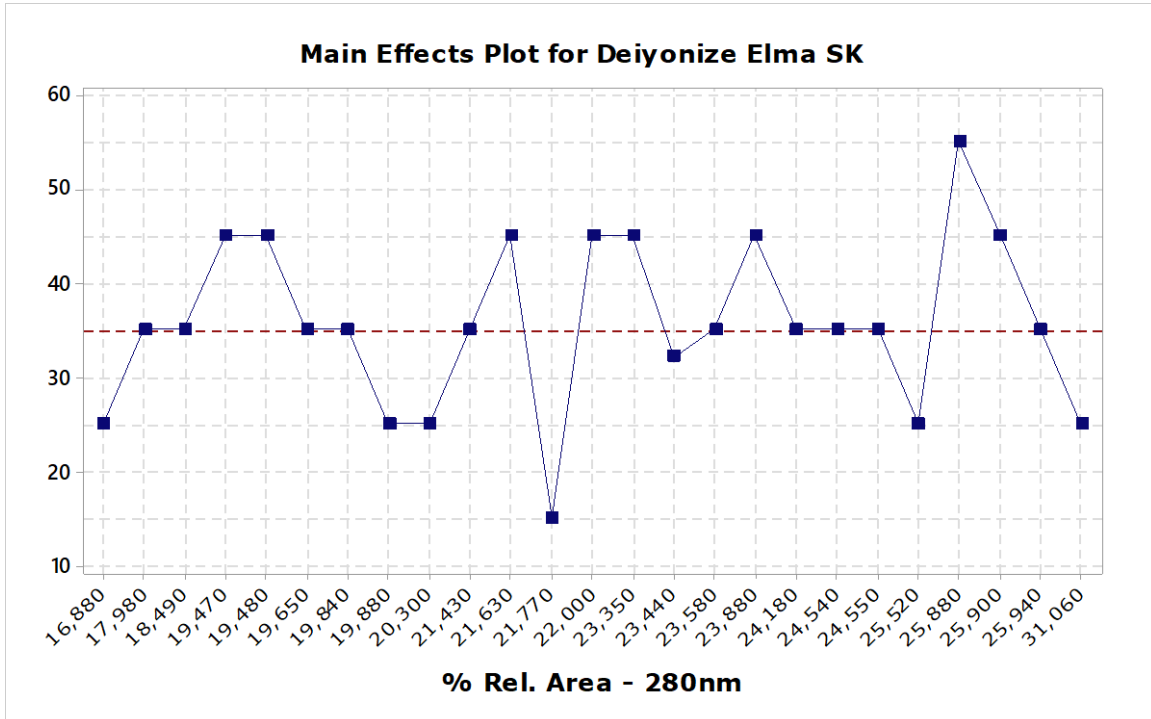
Tablo 4.7: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin toplam fenolik madde miktarı ve antosiyanin profili

No	Konsantreler				Analizler		
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	Toplam Fenolik Madde (mg/ml)	Antosiyanin Profili 280nm	Antosiyanin Profili 518nm
1	80	25	5	70	0,447	19,650	52,460
2	90	25	5	70	0,388	19,470	53,150
3	80	45	5	70	0,355	17,980	51,070
4	90	45	5	70	0,376	21,430	51,780
5	80	25	10	70	0,461	23,350	52,110
6	90	25	10	70	0,476	25,520	51,880
7	80	45	10	70	0,451	25,900	51,560
8	90	45	10	70	0,461	25,940	51,770
9	80	25	5	75	0,356	19,840	52,530
10	90	25	5	75	0,399	19,480	52,690
11	80	45	5	75	0,388	19,880	51,820
12	90	45	5	75	0,426	18,490	52,750
13	80	25	10	75	0,491	23,880	51,940
14	90	25	10	75	0,477	24,180	51,740
15	80	45	10	75	0,476	21,630	52,120
16	90	45	10	75	0,481	20,300	52,550
17	75	35	7,5	72,5	0,436	22,000	53,340
18	95	35	7,5	72,5	0,400	24,550	52,030
19	85	15	7,5	72,5	0,457	23,580	52,620
20	85	55	7,5	72,5	0,470	31,060	43,390
21	85	35	2,5	72,5	0,320	16,880	51,070
22	85	35	12,5	72,5	0,497	25,880	52,180
23	85	35	7,5	67,5	0,511	24,540	52,020
24	85	35	7,5	77,5	0,493	21,770	47,390
25	85	35	7,5	72,5	0,549	23,440	52,320
26	85	35	7,5	72,5	0,541	22,860	52,410
27	85	35	7,5	72,5	0,546	22,970	52,400
28	85	35	7,5	72,5	0,555	22,990	52,380
29	85	35	7,5	72,5	0,540	23,270	52,350
30	85	35	7,5	72,5	0,553	23,580	52,310
31	85	35	7,5	72,5	0,549	23,560	52,290

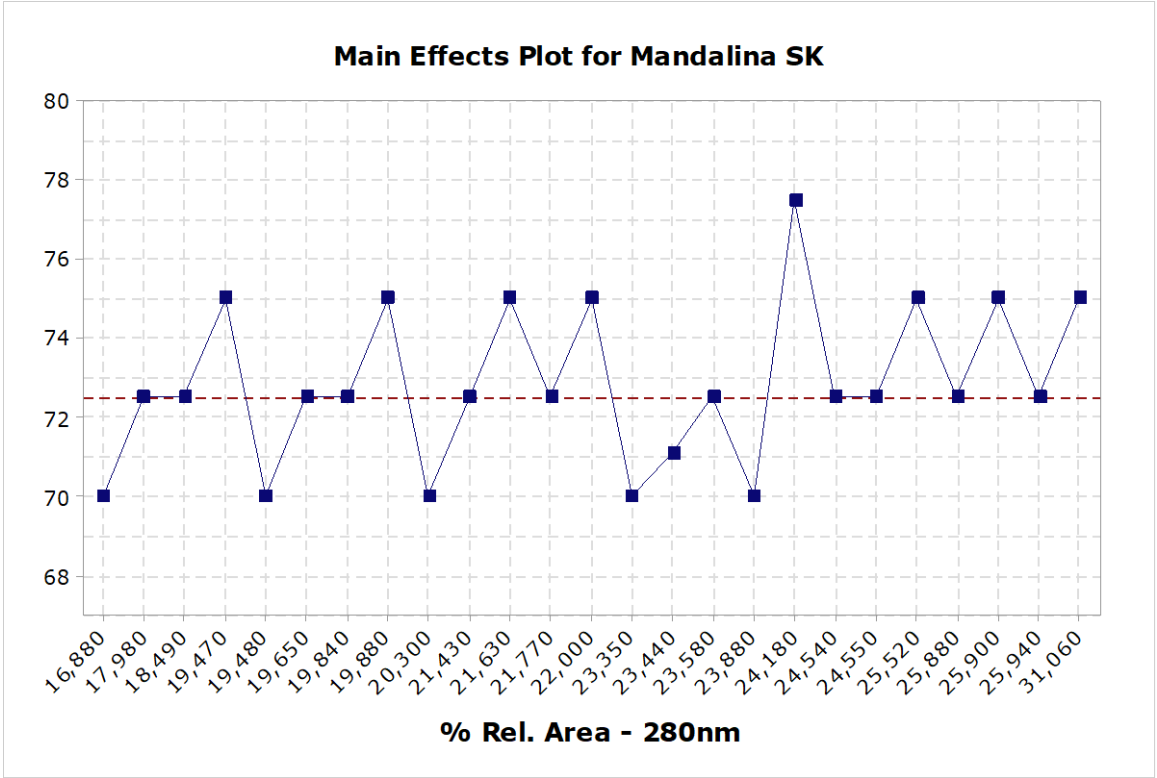
Optimizasyon kullanılarak gerçekleştirilen deneme desenindeki her bir konsantr için 31 deneye etkisi Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 4.6’da her bir denemedeki toplam antioksidan değeri verilmişken, Şekil 4.7’de tüm meyve konsantrleri yüzey alanının toplam antosiyanin miktarına etkisi sunulmuştur.



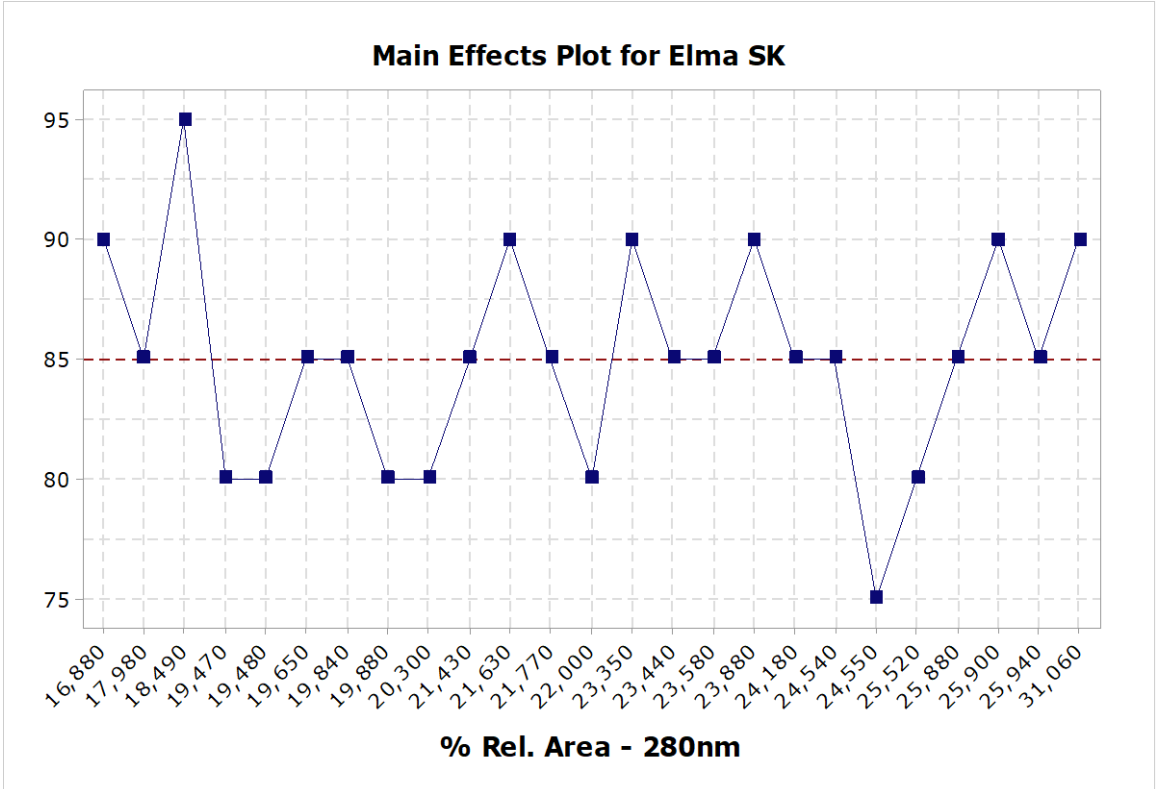
Şekil 4.2: Siyah havuç konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi



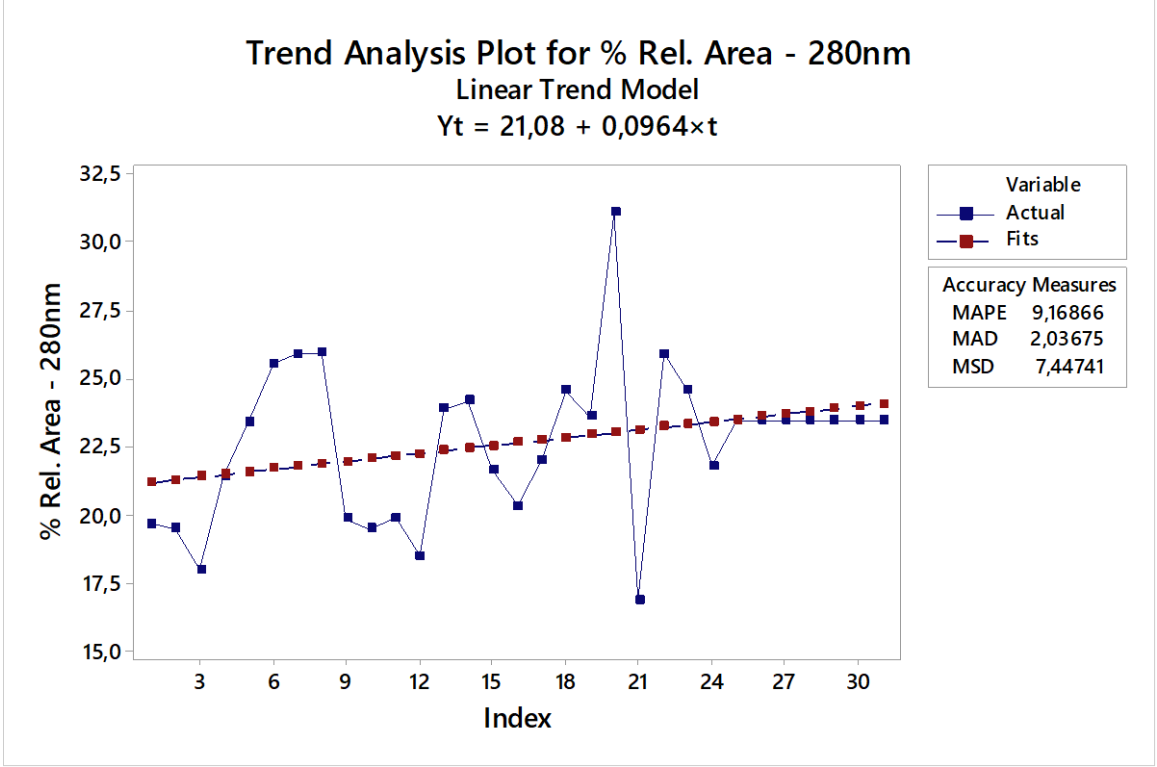
Şekil 4.3: Deiyonize elma konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi



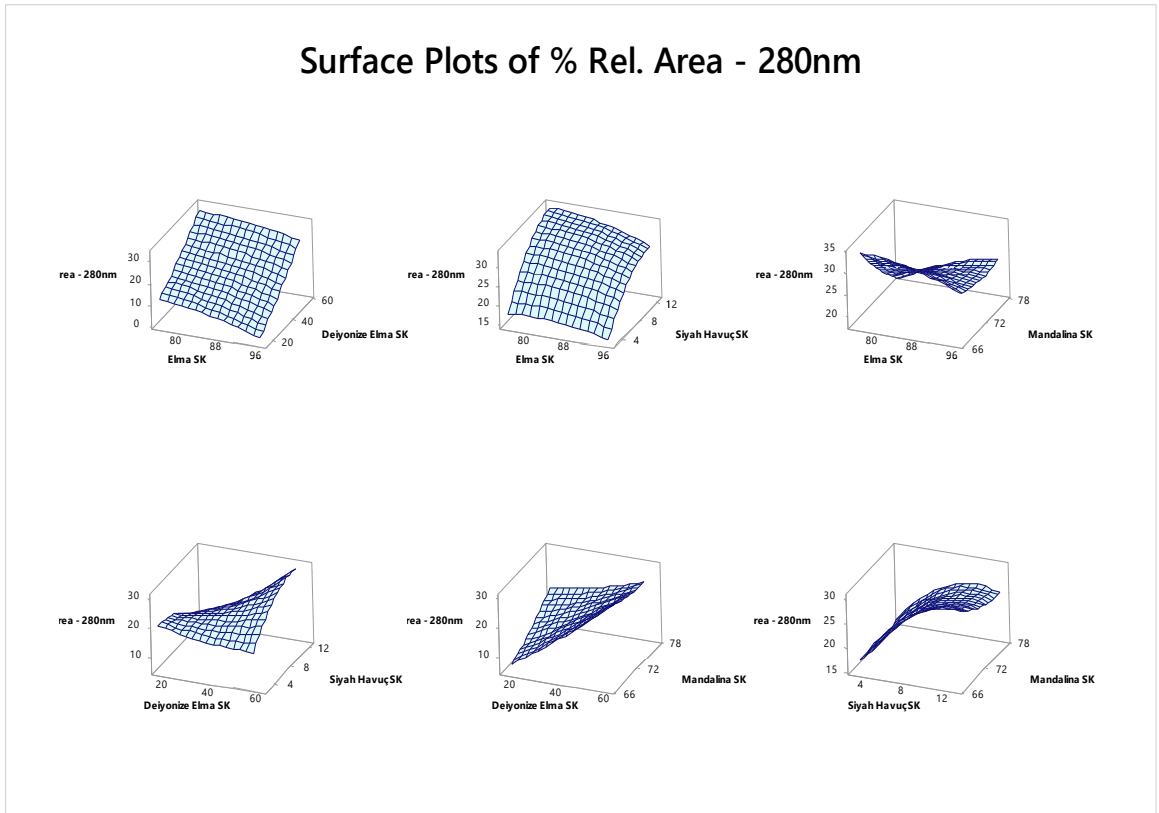
Şekil 4.4: Mandalina konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi



Şekil 4.5: Elma konsantresinin her bir deneyde toplam antosiyanin miktarına etkisi

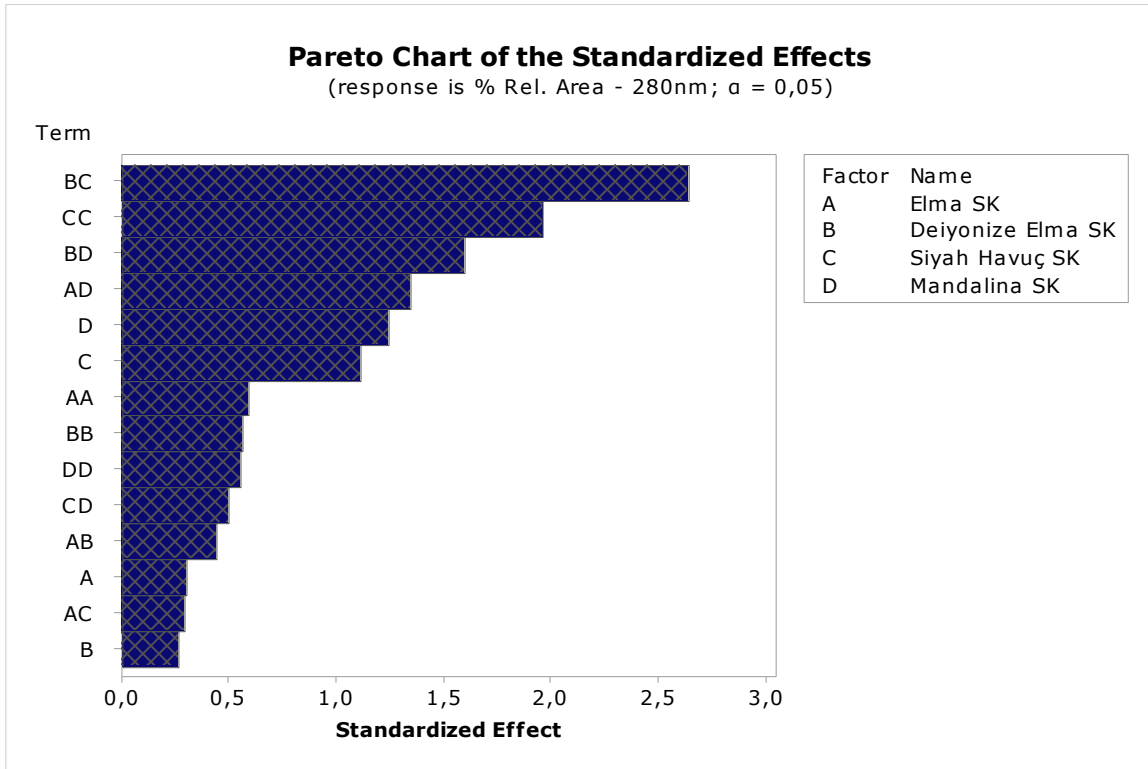


Şekil 4.6: Her bir denemede ki toplam antosiyanin miktarı

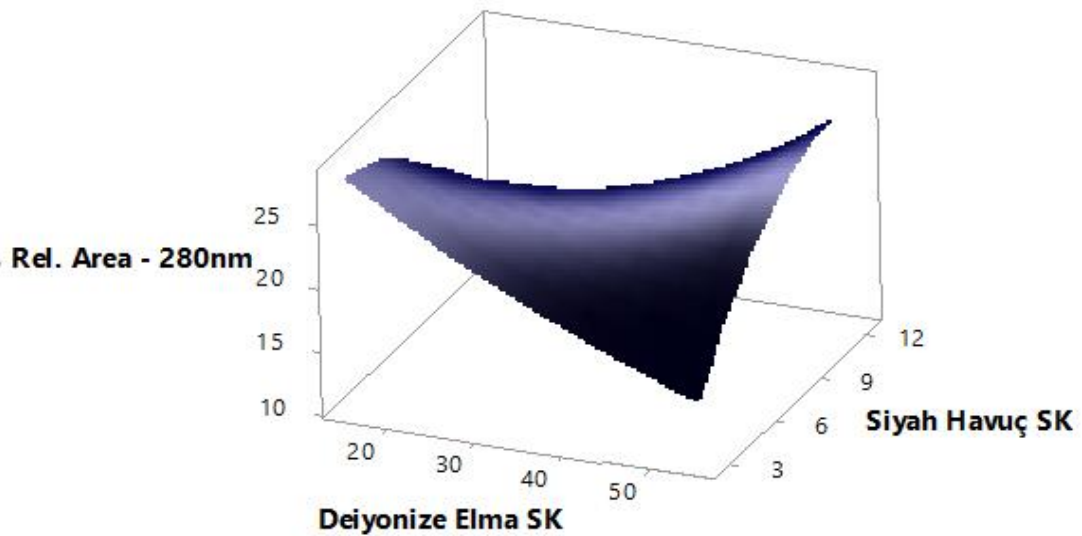


Şekil 4.7: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının toplam antosiyanin miktarına etkisi

Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen 31 deney sonuçlarına göre, faktörlerin etkilerinin önem sırasını göstermek için Pareto etkisi Şekil 4.8’de gösterilirken, toplam antosiyanin miktarında en etkili parametrenin etkisi Şekil 4.9’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre deiyonize elma ve siyah havuç konsantre miktarlarının yüksek olması toplam antosiyanin miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür.



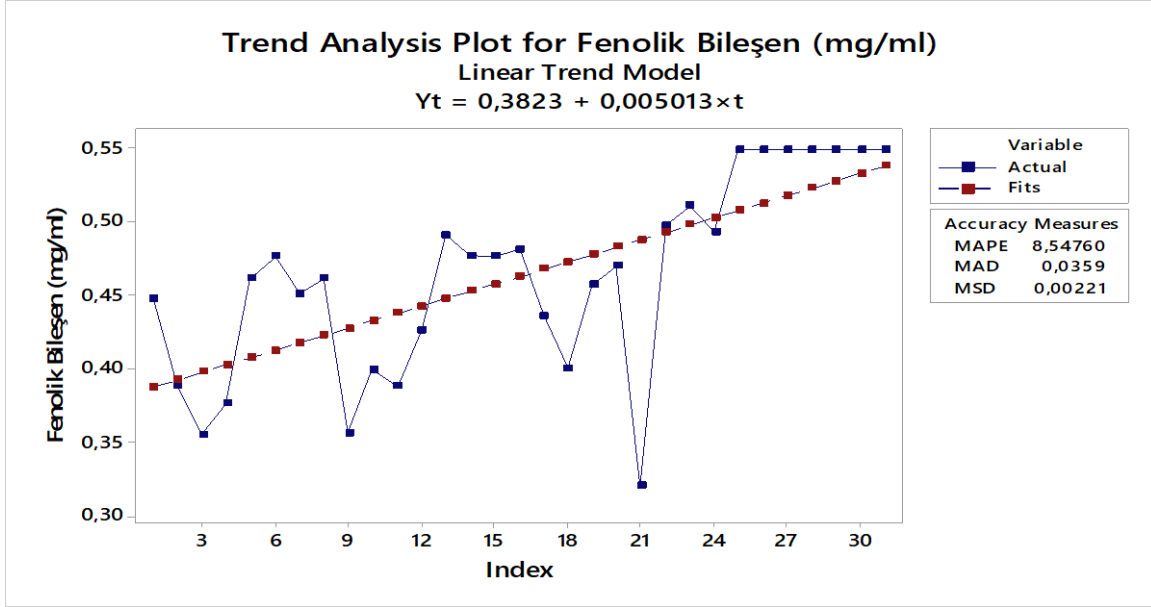
Şekil 4.8: Toplam antosiyanin miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



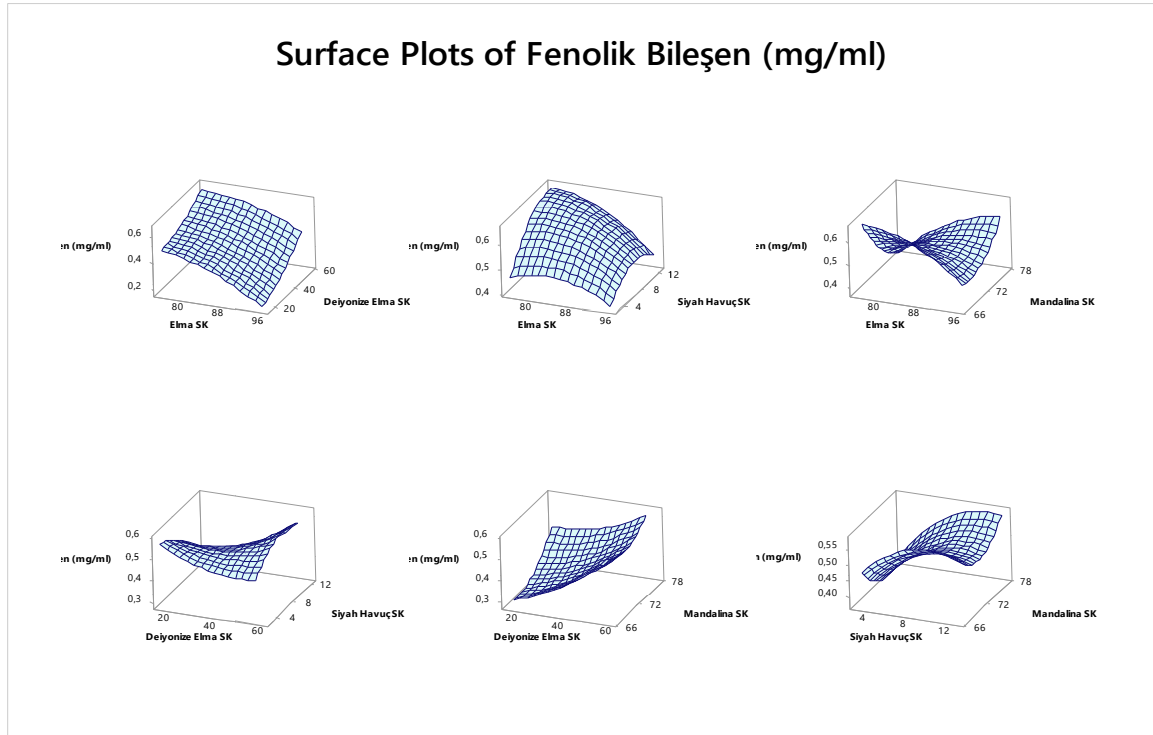
Şekil 4.9: Toplam antosiyanin miktarında en etkili parametrenin etkisi

Son yıllarda, sağlıklı beslenme ve yaşam tarzlarına yönelik artan ilgi, bilim dünyasının serbest radikaller ve antioksidan bileşiklerle ilgili çalışmalara yoğunlaşmasına neden olmuştur. Serbest radikaller, eşleşmemiş bir elektrona sahip atomlar, moleküller veya iyonlar olarak tanımlanmakta ve bu özellikleri onları kararsız ve oldukça reaktif kılmaktadır (Carocho & Ferreira, 2013). Vücutta serbest radikal oluşumu, çeşitli fizikokimyasal koşullara ya da patolojik durumlara maruz kalma sonucunda meydana gelir. Bu radikaller, biyolojik öneme sahip lipidler, nükleik asitler ve proteinler gibi moleküllere zarar vererek hücrel bütünlüğü tehdit eder. Bununla birlikte, hücre içi ve hücreler arası sinyal iletiminde, ara metabolik süreçlerde ve gerekli enzimatik reaksiyonlarda görev alarak yaşamın sürdürülmesinde rol oynarlar. Ancak, serbest radikal üretiminin dengede tutulması gereklidir, çünkü üretim hızının vücudun bunları nötralize etme kapasitesini aşması durumunda, serbest radikal-antioksidan dengesi bozulur ve "oksidatif stres" olarak bilinen durum ortaya çıkar (Lobo vd., 2010). Oksidatif stresin, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, nörodejeneratif bozukluklar, ateroskleroz, inflamatuvar hastalıklar ve diğer birçok sağlık sorununun gelişiminde rol oynadığı bildirilmektedir. Bu nedenle, beslenme yoluyla antioksidan alımının artırılması, serbest radikallerin zararlı etkilerine karşı koruyucu bir strateji olarak kabul edilmektedir (Alam vd., 2013). Antioksidanlar, bir substratın oksidasyonunu yavaşlatma veya önleme yeteneğine sahip olup, aynı zamanda yeni bir radikalin oluşumunu engelleyebilme ve bu radikali intramoleküler hidrojen bağı aracılığıyla kararlı bir forma dönüştürme kapasitesine sahiptir (Carocho & Ferreira, 2013). Antioksidanların etki mekanizmaları çeşitlidir; reaktif türlerin veya lipid peroksidlerinin parçalanmasını önleyebilir, metal iyonlarını şelatlayarak peroksit oluşumunu engelleyebilir, O₂- radikalini nötralize edebilir, pro-oksidan enzimleri inhibe edebilir, oto-oksidatif zincir reaksiyonunu durdurabilir ve lokal O₂ konsantrasyonunu azaltabilir (Griffiths vd., 2016). Bu bağlamda, antioksidanlar, gıda koruyucularının önemli bir kategorisini oluşturmaktadır ve genel olarak doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğal antioksidanlar arasında flavonoidler, fenolik asitler, karotenoidler ve tokoferoller gibi bileşikler bulunurken, amino asitler ve biyoaktif peptitler gibi protein türevli bileşikler de antioksidan özellikleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir (Rizzello vd., 2016). Antioksidanların etkinliği genellikle konsantrasyonlarına bağlı olarak artış gösterse de bu ilişki her zaman doğrusal değildir; belirli bir maksimum etki düzeyine ulaşıldığında etkinlikte azalma gözlemlenebilir. Karotenler, tokoferoller ve bunların esterleri dışında, doğal antioksidanlar genellikle sentetik olanlara göre daha polar özellik göstermekte, daha düşük aktiviteye sahip olmalarının yanı sıra substrata özgü etki sergilemektedirler. Ayrıca, bu bileşiklerin antioksidan aktiviteleri,

büyük ölçüde sinerjik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Pokorný, 2007). Şekil 4.10’da her bir denemedeki toplam fenolik madde miktarı, Şekil 4.11’de tüm meyve konsantreleri yüzey alanının toplam fenolik madde miktarına etkisi sunulmuştur.

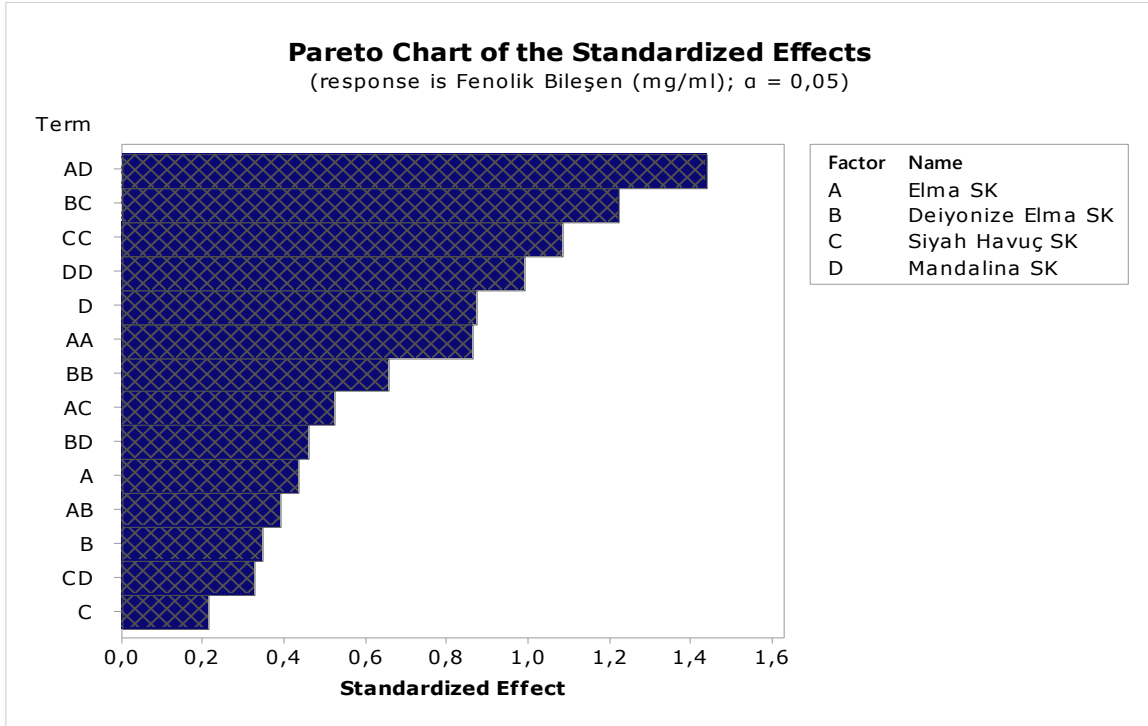


Şekil 4.10: Her bir denemedeki toplam fenolik madde miktarı

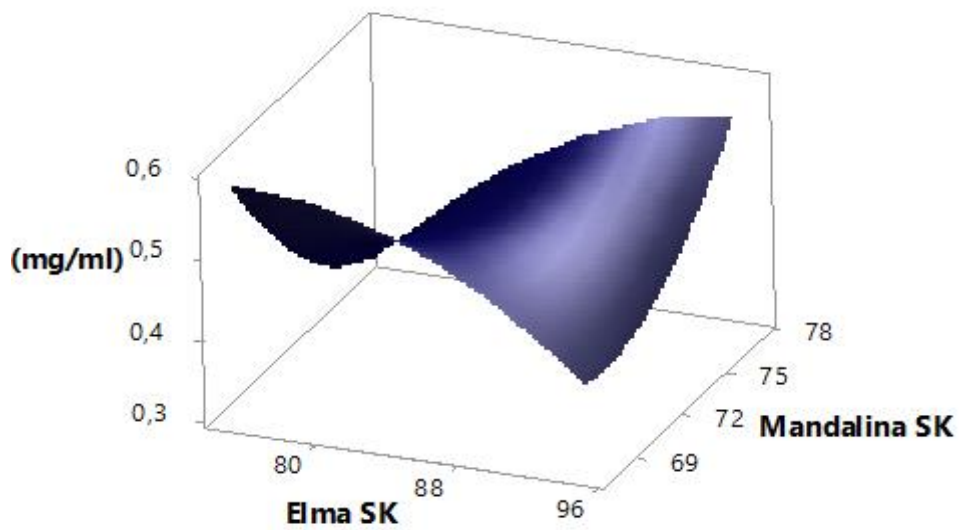


Şekil 4.11: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi

Optimizasyonla gerçekleştirilen 31 deney sonuçlarına göre, faktörlerin etkilerinin önem sırasını göstermek için Pareto etkisi Şekil 4.12’de gösterilirken, toplam fenolik madde miktarında en etkili parametrenin etkisi Şekil 4.13’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre elma ve mandalina konsantre miktarlarının yüksek olması toplam fenolik madde miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12: Toplam fenolik madde miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



Şekil 4.13: Toplam fenolik madde miktarında en etkili parametrenin etkisi

Yapmış olduğumuz çalışmada, optimizasyon sonucu elde edilen 31 deney doğrultusunda toplam fenolik madde miktarı 0,320-0,555 mg/mL aralığında değişmiştir. Şekil 4.12 (Toplam fenolik madde miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi) incelendiğinde, karışık meyve suyu örneklerinde elma ve mandalina içeriğinin artışıyla toplam fenolik madde miktarının arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Ghahremannejad vd. (2017) hurma konsantresini şeftali ve elma suyu karışımında şeker yerine ikame ettikleri çalışmada, karışık meyve suyu örneklerinde, elma suyu içeriğinin artışıyla toplam fenolik madde miktarının da arttığı belirtilmiştir. Suárez-Jacobo vd. (2011) yapmış oldukları karışık meyve suyunda benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

López-Froilán vd. (2018), karışık meyve suları ve karışık nektarlarla gerçekleştirdikleri çalışmada, örneklerin toplam fenolik madde miktarının 626,68 ile 3031,32 mg galik asit/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rekha vd. (2012) olgun ve olgunlaşmamış dört turunçgil meyvesinin taze suları ile yapmış olduğu çalışmada, toplam fenolik madde içeriği meyve suyunun 532 ila 960 µg GAE/mL'si arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Olgunlaşmamış meyvelerde yüksek toplam fenolik madde içeriği olduğunu bildirmişlerdir. Haron vd. (2017) on bir çeşit karışık meyve ve sebze suları ile yapmış olduğu çalışmada, içeceklerin toplam fenolik madde içeriği 49,6-76,4 mg GAE/100 mL aralığında olduğunu bildirmiştir. Tüm örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı $76,4 \pm 4,2$ mg GAE/100 mL değeriyle acı kavun, portakal ve yeşil elma suları ile hazırlanan karışık meyve suyunda tespit edilmiştir. Chu vd. (2002) kerevizin brokoli, ıspanak, havuç, marul ve diğer bazı sebzelerle karşılaştırıldığında daha düşük fenolik madde miktarına sahip olduğu ve bu değerinin $14,95 \pm 0,51$ mg GAE/100 g taze ağırlık olduğu bildirilmiştir. Leahu vd. (2013), havuç suyu örneklerinin elma, muz ve şeftali karışık meyve sularındaki değişimi inceledikleri çalışmada, elmanın toplam fenolik içeriği $438,8 \pm 6,05$ (GAE)/100 g, havucun toplam fenolik içeriği $65,2 \pm 0,85$ (GAE)/100 g idi. Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelere pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, karışık meyve sularının fenolik içeriği, karıştırma oranının etkisiyle 0,28'den 0,10 mg/ml'ye düştü.

Meyve sularındaki toplam fenolik madde (TFM) değerleri belirli değerlere göre birkaç gruba ayrılabilir. TFM değerleri 500 mg GAE/100 ml'den az ise düşük olarak kategorize edilebilirken, orta TFM değerleri 500 ila 2000 mg GAE/100 ml arasında değişmektedir. İçerik 2000 mg GAE/100 ml'yi aşarsa TFM değeri yüksek olarak kabul edilir (Ikram vd.,

2009). Reddy vd. (2007) bu çalışmada tek meyvenin TFM değerinin karışık meyve suyuna kıyasla çok daha düşük olduğunu bulmuştur. Manach vd. (2004) fenolik içeriği etkilemesi muhtemel birçok faktör olduğunu bildirmiştir. Bu faktörlerden bazıları meyvenin hasat edildiği zaman, meyvenin olgunlaşma durumu, çevresel faktörler ve işleme ve depolama operasyonu sırasındaki fiziksel faktörlerdir. Toprak ve hava koşulları gibi çevresel faktörler polifenol içeriği üzerinde en önemli etkiye sahiptir. Ghasemzadeh, vd. (2010) güneş ışığına maruz kalmanın neredeyse tüm flavonoid türlerini etkilediğini bulmuştur. Price vd. (1995) aynı ağaçtaki çeşitli meyve tohumları arasında flavonol konsantrasyonunda farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Bunun nedeni, polifenol içeriklerinde farklılık gösteren ağacın tüm bölümlerinin dengesiz güneş ışığına maruz kalmasıdır. Meyvelerin toplam antioksidan (serbest radikal süpürücü) aktivitesi, esas olarak başta fenolik bileşikler olmak üzere doğal fitokimyasalların katkı ve sinerjik etkilerine bağlanmıştır (Cartea vd., 2011).

Haziran 2004'te düzenlenen Birinci Uluslararası Antioksidan Yöntem Kongresi, gıda örneklerindeki antioksidan aktivitenin nihai sonuçlarını doğrulamak için TPC testi ve en az iki farklı antioksidan testinin yapılmasını önermiştir (Prior vd., 2005). Optimize edilmiş içeceklerin DPPH ve ABTS testleri ile elde edilen antioksidan değeri sırasıyla ml başına $672,6 \pm 0,46$ mg TE/100 ml ve $4326,62 \pm 65,70$ mg GAEs/100 g olarak bulunmuştur. Meyve suları normalde orta antioksidan kapasiteye sahiptir ancak fenolik bileşikler, karotenoidler ve C vitamini açısından daha yüksek değere sahiptir (Ramadan-Hassanein, 2008). Yang vd. (2012) da çalışmalarında aynı testi (DPPH ve ABTS) kullanmışlardır çünkü her iki testin de TFM ile iyi bir korelasyonu vardı. Mevcut çalışmada ayrıca TFM ile bildirilen her iki antioksidan testi arasında pozitif korelasyon bildirilmiştir (sırasıyla $r = 0,808$ ve $r = 0,826$). DPPH testi, pigmentli bileşiklerin fenolik ve antioksidan aktivitesini belirlemek için kullanımı kolay ve yaygın bir testti (Cai vd., 2003), ABTS testlerinin ise asidik koşullardaki ve hidrofilik bileşenler içeren numuneler için uygun olduğu bulundu (Fu vd., 2011). Ancak, bu antioksidan testleri çok hassastır ve dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekir. Analiz sırasında reaktifleri ve numuneleri doğrudan ışığa maruz bırakmamak ve her seferinde taze solüsyonlar kullanmak gibi önlemler alınmalıdır. Antioksidan kapasitesinin daha iyi tahminini elde etmek ve in vitro sonuçları klinik çalışmalarla desteklemek için birden fazla antioksidan testi çalıştırmak önemlidir (Seeram vd., 2008). Kullanılan antioksidan yöntemindeki küçük bir fark, sonuçlarda değişkenliğe neden olmuş olabilir. Meyve suyu hazırlamada kullanılan pastörizasyon koşulu gibi faktörler de meyve suyunun antioksidan kapasitesindeki değişiklikleri etkileyebilir. Bunun dışında, numune inkübasyonu sırasında

sıcaklık değişimi ve kullanılan spektrofotometrenin farklı spesifikasyonları da önemli iç değişkenliğe yol açabilir Hernández vd., (2009), bitki antioksidan aktivitesinin değerinin, hasat işleminin olgunluk seviyesinde geciktirilmesiyle artırılabilceğini öne sürmüşlerdir.

Antosiyaninler, kırmızı meyvelerde ve bunlara karşılık gelen meyve sularında kaliteyi belirleyen bileşiklerdir. Meyve suyu üretimi sırasında antosiyaninlerin kaderi sayısız faktör tarafından belirlenir ve meyve suyu süreçlerini optimize etmek için bunların hepsinin dikkate alınması gerekir (Weber & Larsen, 2017). Antosiyaninlerin renklendirici özelliklerinin yanı sıra çeşitli faydalı biyolojik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (He & Giusti, 2010). Bu nedenle, meyve sularındaki antosiyaninlerin içeriği yalnızca duyu kalite meselesi değil aynı zamanda potansiyel sağlık etkileriyle de ilgilidir. Antosiyaninler, polifenollerin flavonoid alt grubunun bir parçasıdır ve oksitlenmiş bir C halkası taşır. pH'a bağlı yapıları, asidik bir ortamda kırmızı renkli flavilyum katyonundan daha yüksek pH değerlerinde mavimsi kinoit forma kadar değişen farklı renklere neden olur. Antosiyaninler, özellikle B halkasındaki ikame örüntüsüne ve ağırlıklı olarak 3 ve 5 pozisyonlarında antosiyanidin aglikonunun glikozilasyonunun derecesine ve doğasına göre daha da farklılaştırılabilir. Çeşitli alifatik veya aromatik asitlerle esterleşme, bağlı şeker kısımlarını değiştirebilir (Andersen & Jordheim, 2014).

Yapmış olduğumuz çalışmada, optimizasyon sonucu elde edilen 31 deney doğrultusunda antosiyanin içeriği 280 nm'de 16,880-25,940 mg siyanidin 3-glukozit eşdeğeri/100 g aralığında değişirken, 518 nm'de ise 43,390-53,340 mg siyanidin 3-glukozit eşdeğeri/100 g aralığında değişmiştir. Toplam antosiyanin miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisine bakıldığında, karışık meyve suyu örneklerinde deiyonize elma ve siyah havuç konsantre içeriğinin artışıyla antosiyanin miktarının arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Schiassi vd. (2020) hindistan cevizi suyu ve meyvelere (çilek, böğürtlen ve kırmızı ahududu) dayalı karışık meyve sularını geliştirmek ve optimize etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, meyve sularının antosiyanin içeriğinin 77,38-327,91 mg siyanidin 3-glukozit eşdeğeri/100 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Alagöz Kabakçı (2019), fermantasyon sürelerinin farklılık gösterdiği koşullarda %10 çilek suyu eklemesinin kefir örneklerinin antosiyanin içerikleri üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmalarında, depolama öncesi tüm örneklerde antosiyanin içeriğinin 37.2–40.3 mg L⁻¹ pg-3-glu ve 4.3–4.8 mg L⁻¹ cyd-3-glu arasında olduğu belirlenmiştir.

4.4.2. Şeker Bileşenlerindeki Değişimler

Elma SK, siyah havuç SK, mandalina SK ve elma deiyonize SK konsantreleri ile hazırlanan ve 11,2< briks° değeri olacak şekilde optimizasyon sonucu 31 deneyle elde edilen şekersiz karışık meyve sularının şeker bileşenleri değerleri (g/L) HPLC-RID ile tespit edilip Tablo 4.8’de verilmiştir.

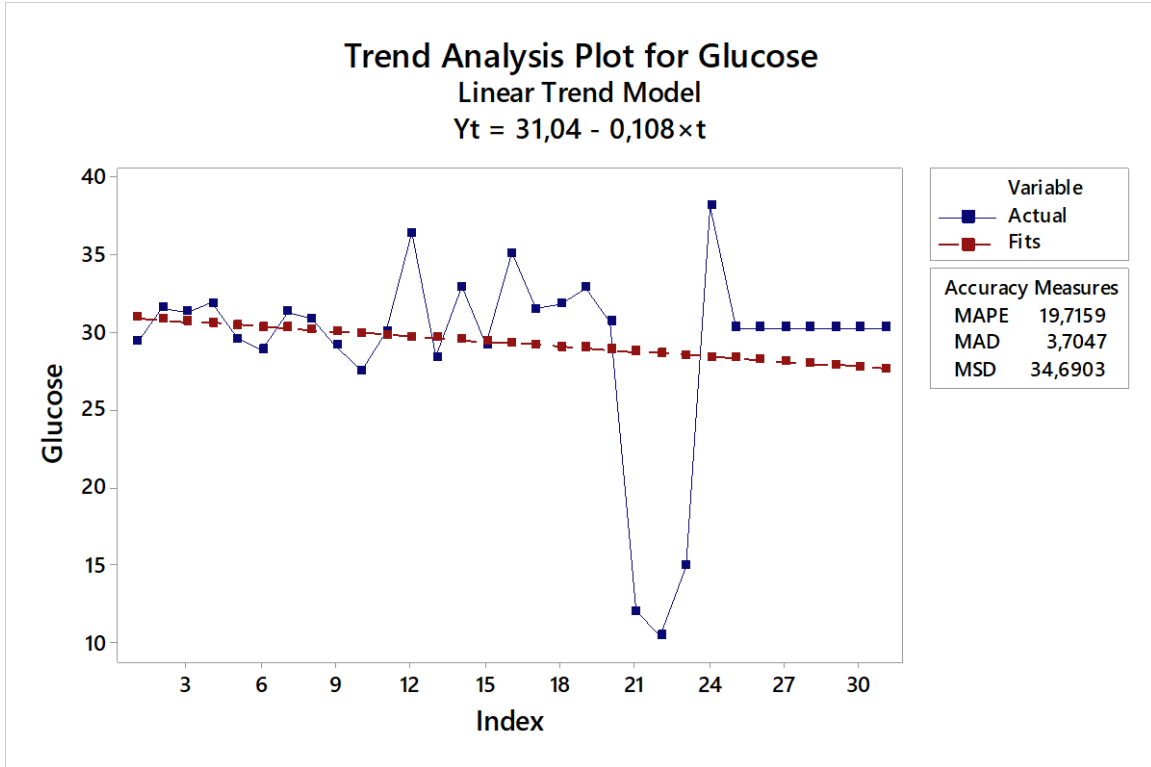
Tablo 4.8: Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen denemelerde elde edilen içeceklerin şeker bileşenleri değerleri (g/L)

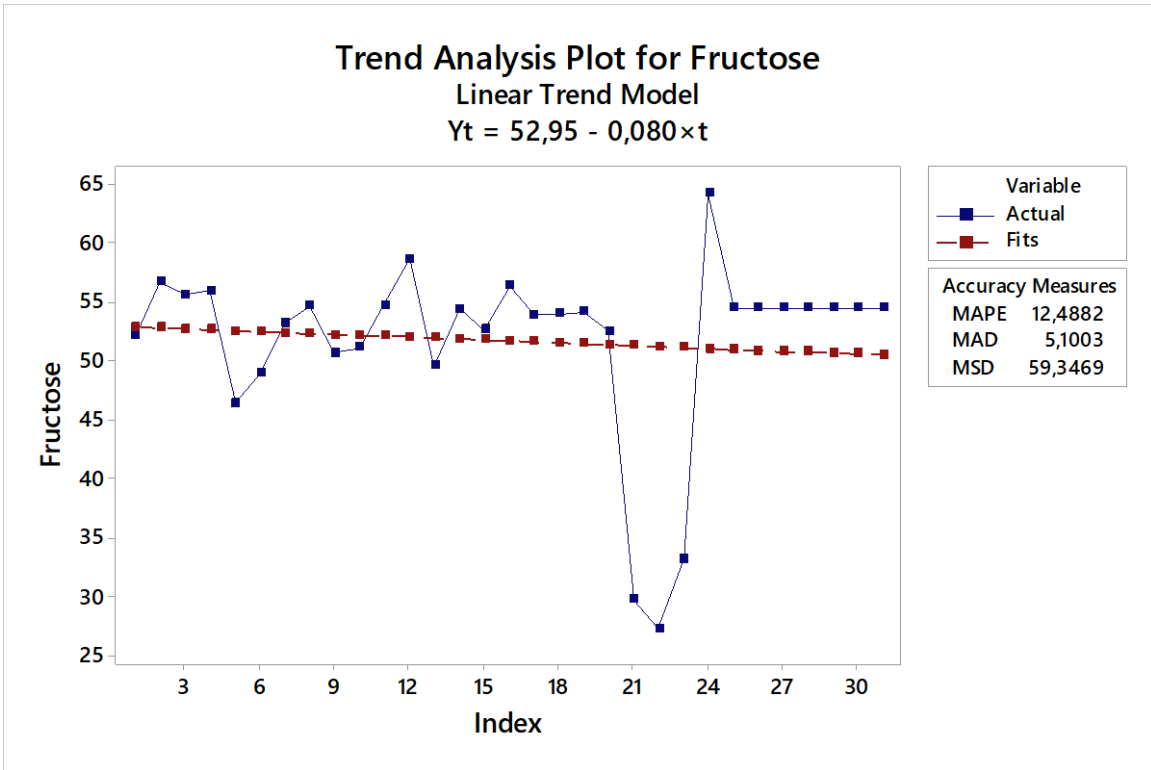
Deneme No	Konsantreler				Analizler			
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz	Sorbitol
1	80	25	5	70	29,39	52,08	17,01	3,92
2	90	25	5	70	31,62	56,71	26,68	4,37
3	80	45	5	70	31,35	55,61	20,52	4,11
4	90	45	5	70	31,95	55,96	23,24	4,29
5	80	25	10	70	29,58	46,38	21,64	3,34
6	90	25	10	70	28,87	48,85	10,74	3,36
7	80	45	10	70	31,37	53,24	22,96	3,94
8	90	45	10	70	30,86	54,68	23,68	4,12
9	80	25	5	75	29,14	50,68	14,63	3,80
10	90	25	5	75	27,55	51,11	18,72	3,75
11	80	45	5	75	30,03	54,78	24,69	4,1
12	90	45	5	75	36,46	58,67	21,98	4,39
13	80	25	10	75	28,42	49,53	21,46	3,66
14	90	25	10	75	32,96	54,40	22,34	3,87
15	80	45	10	75	29,23	52,60	13,53	4,00
16	90	45	10	75	35,15	56,33	21,24	4,24
17	75	35	7,5	72,5	31,53	53,87	23,87	3,87
18	95	35	7,5	72,5	31,84	54,01	23,91	3,89
19	85	15	7,5	72,5	32,87	54,19	24,55	4,19
20	85	55	7,5	72,5	30,7	52,53	31,48	3,95
21	85	35	2,5	72,5	11,98	29,68	22,21	2,89
22	85	35	12,5	72,5	10,40	27,21	26,39	3,07
23	85	35	7,5	67,5	14,88	33,15	24,90	3,18
24	85	35	7,5	77,5	38,19	64,21	10,08	4,32
25	85	35	7,5	72,5	30,31	54,46	19,33	4,09

Tablo 4.8. (devam)

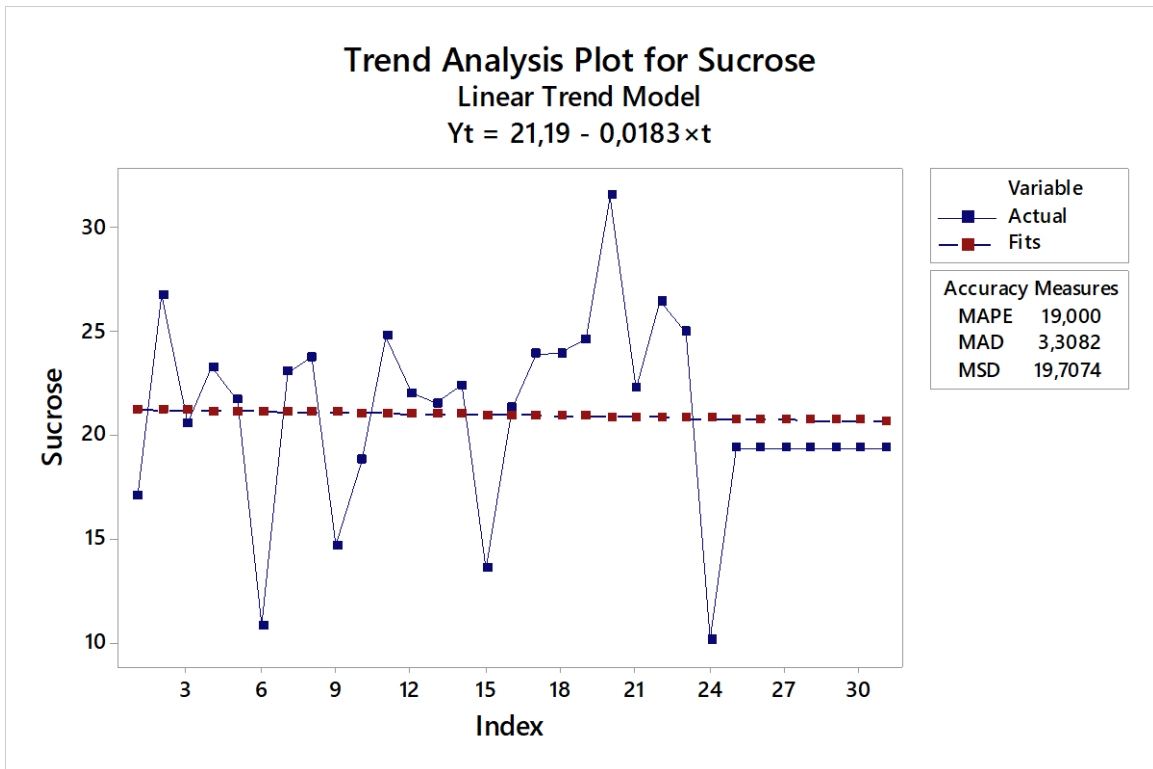
Deneme No	Konsantreler				Analizler			
	Elma SK	Deiyonize Elma SK	Siyah Havuç SK	Mandalina SK	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz	Sorbitol
26	85	35	7,5	72,5	30,25	54,40	19,38	4,12
27	85	35	7,5	72,5	30,33	54,48	19,31	4,10
28	85	35	7,5	72,5	30,34	54,50	19,35	4,08
29	85	35	7,5	72,5	30,22	54,42	19,30	4,09
30	85	35	7,5	72,5	30,30	54,44	19,33	4,07
31	85	35	7,5	72,5	30,31	54,48	19,32	4,10

Her bir denemedeki glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değerleri sırasıyla Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Karışık meyve sularında kullanılan tüm konsantreleri yüzey alanının şeker bileşenlerinden olan glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değerleri sırasıyla Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de sunulmuştur.

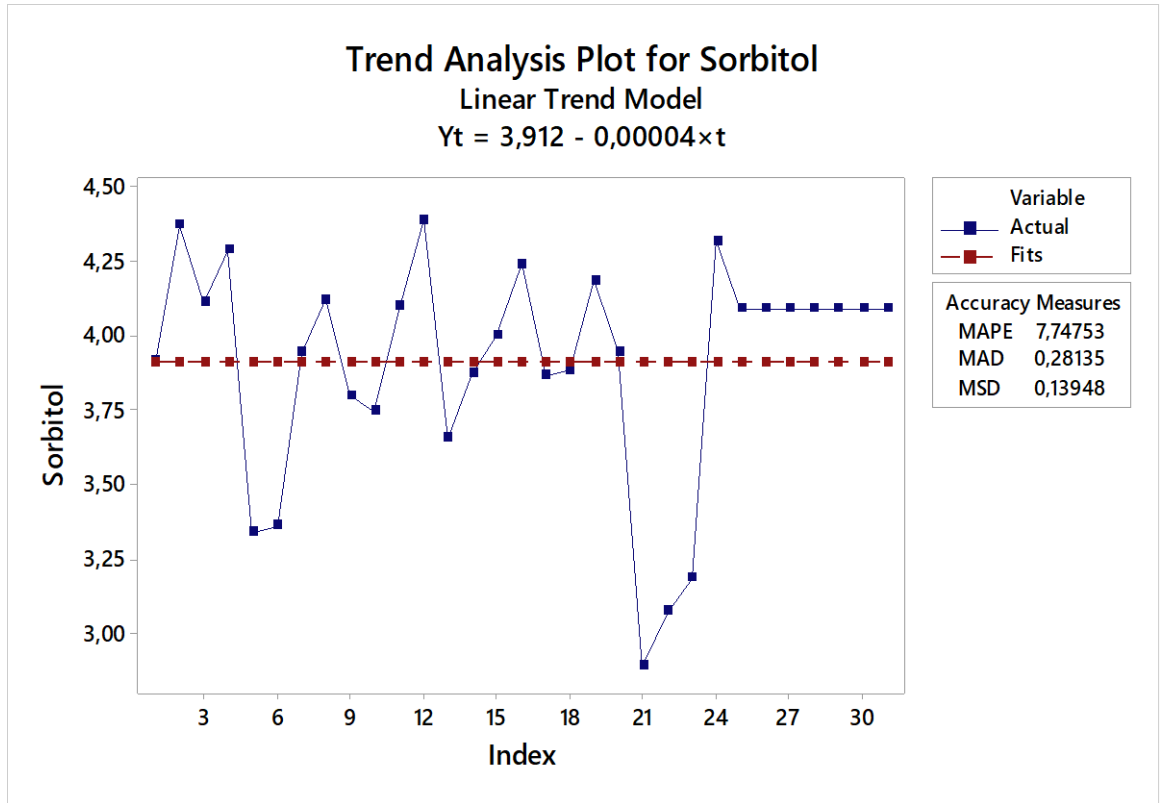
**Şekil 4.14:** Her bir denemedeki glikoz miktarı



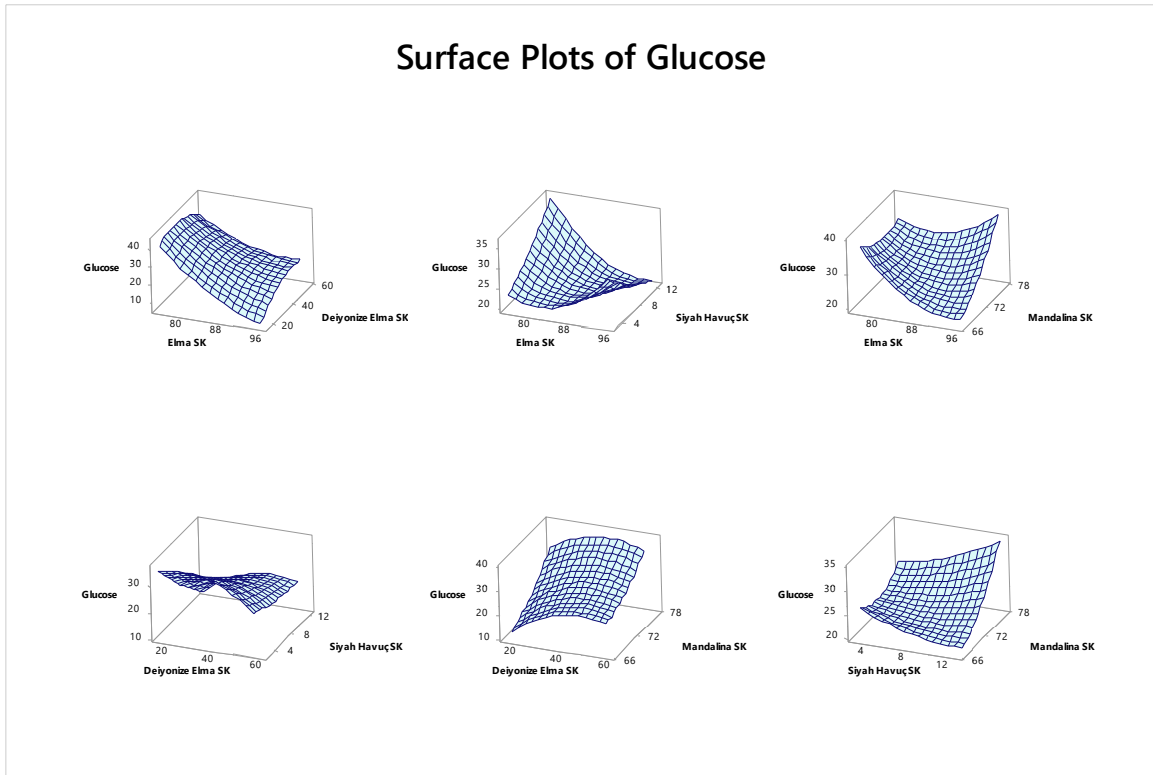
Şekil 4.15: Her bir denemedeki fruktoz miktarı



Şekil 4.16: Her bir denemedeki sakkaroz miktarı

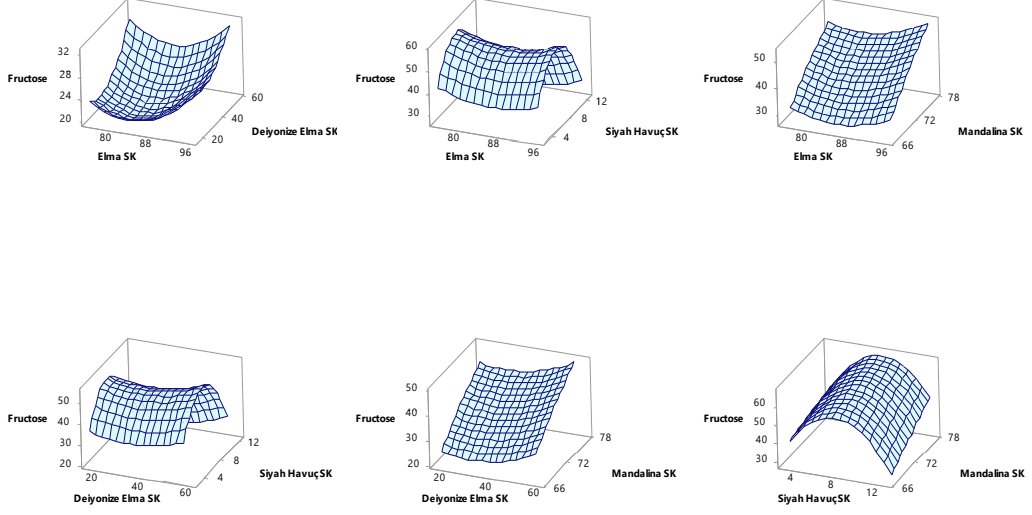


Şekil 4.17: Her bir denemedeki sorbitol miktarı



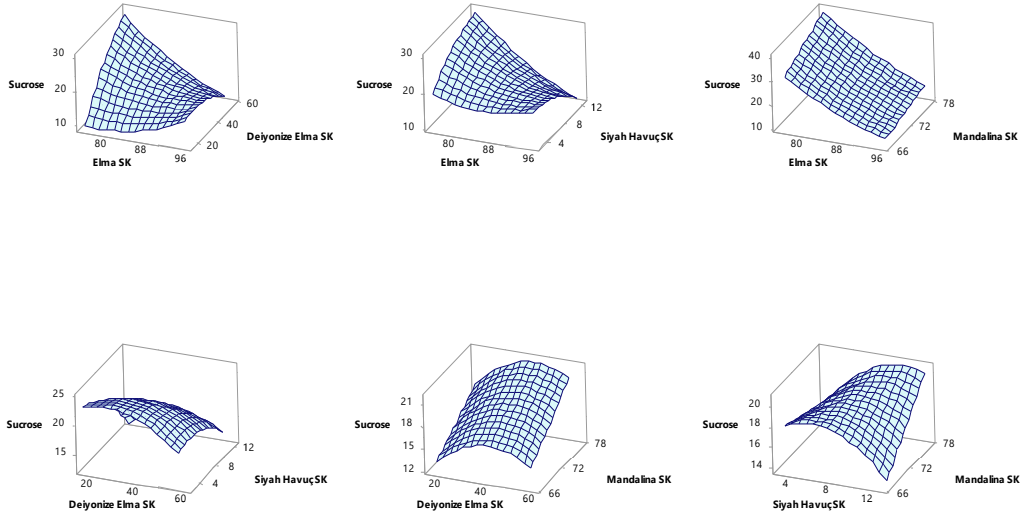
Şekil 4.18: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının glikoz miktarına etkisi

Surface Plots of Fructose

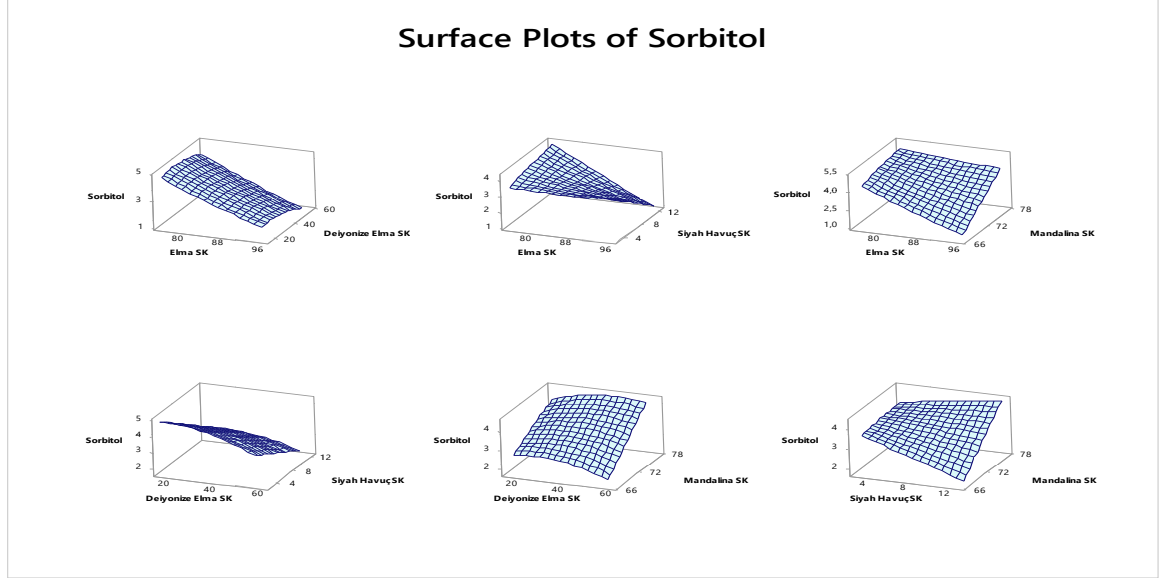


Şekil 4.19: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının fruktoz miktarına etkisi

Surface Plots of Sucrose

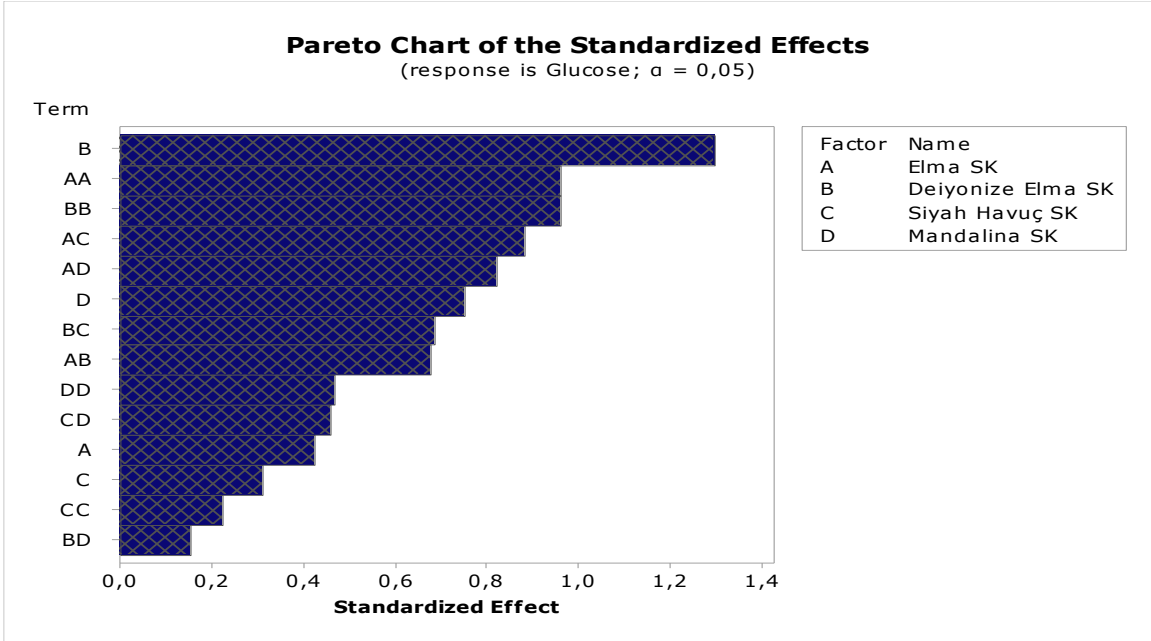


Şekil 4.20: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının sakkaroz miktarına etkisi

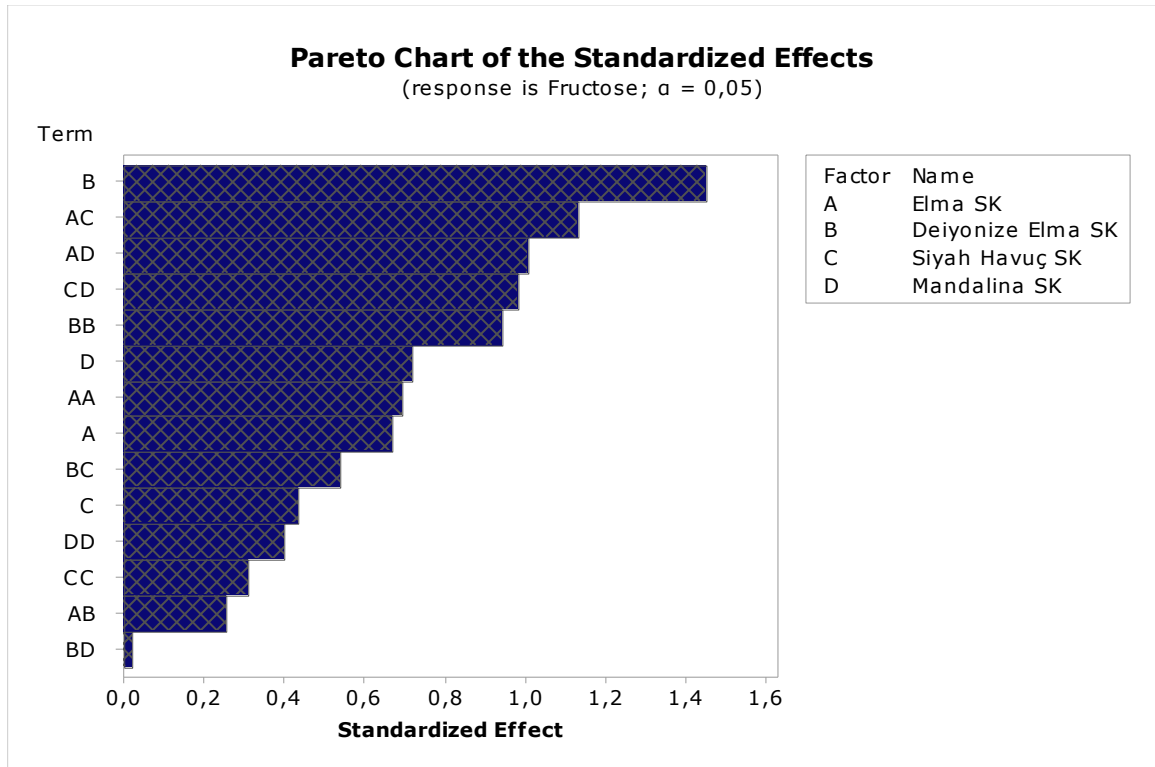


Şekil 4.21: Tüm meyve konsantreleri yüzey alanının sorbitol miktarına etkisi

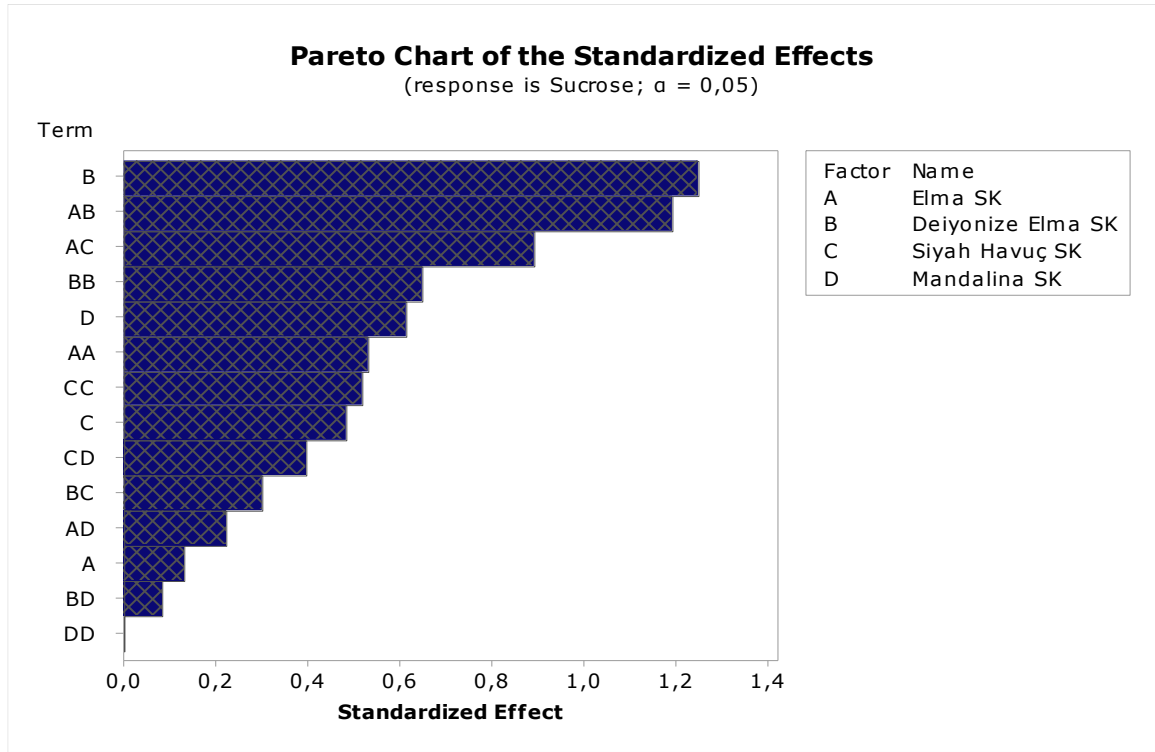
Optimizasyon sonucunda gerçekleştirilen 31 deney sonuçlarına göre, faktörlerin etkilerinin önem sırasını göstermek için glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değerlerinin Pareto etkisi sırasıyla Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de gösterilirken, şeker bileşenlerin glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol miktarında en etkili parametrenin etkisi sırasıyla Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da sunulmuştur. Optimizasyonla gerçekleştirilen 31 deney sonuçlarına göre, faktörlerin etkilerinin önem sırasını göstermek için Şekil 4.22’deki glikoz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi ve Şekil 4.26’daki glikoz miktarında en etkili parametrenin etkisi sonuçları incelendiğinde, elma ve deiyonize elma konsantre miktarlarının yüksek olması glikoz miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür. Şekil 4.23’deki fruktoz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi ve Şekil 4.27’deki fruktoz miktarında en etkili parametrenin etkisi sonuçları incelendiğinde, elma ve deiyonize elma konsantre miktarlarının yüksek olması glikoz miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür. Şekil 4.24’deki sakkaroz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi ve Şekil 4.28’deki sakkaroz miktarında en etkili parametrenin etkisi sonuçları incelendiğinde, elma ve deiyonize elma konsantre miktarlarının yüksek olması sakkaroz miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür. Şekil 4.25’deki sorbitol miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi ve Şekil 4.29’deki sorbitol miktarında en etkili parametrenin etkisi sonuçları incelendiğinde, elma ve siyah havuç konsantre miktarlarının yüksek olması sorbitol miktarının artmasında en etkili ürünler olduğu görülmüştür.



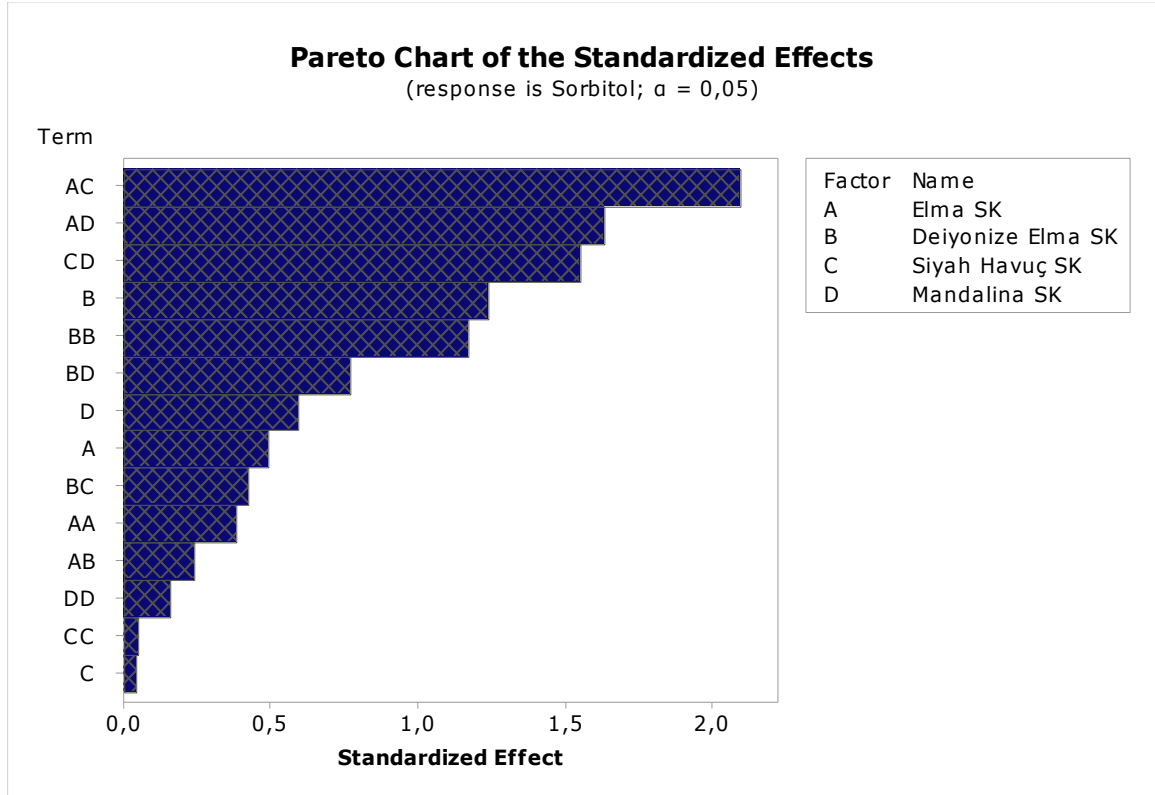
Şekil 4.22: Glikoz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



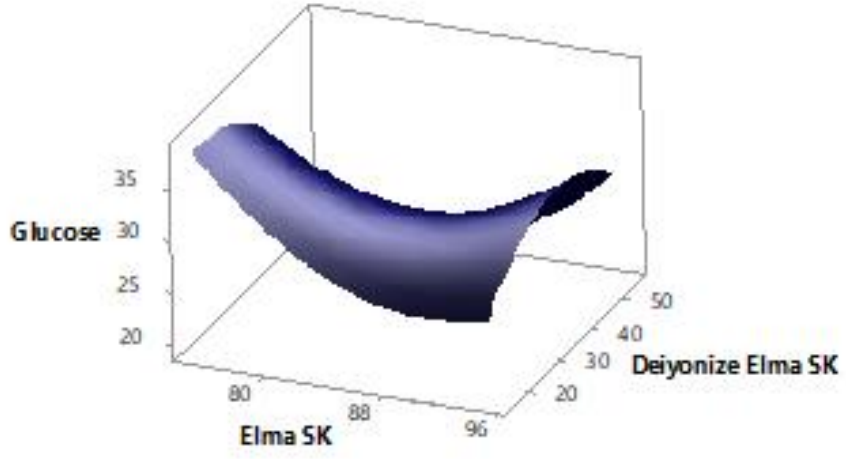
Şekil 4.23: Fruktöz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



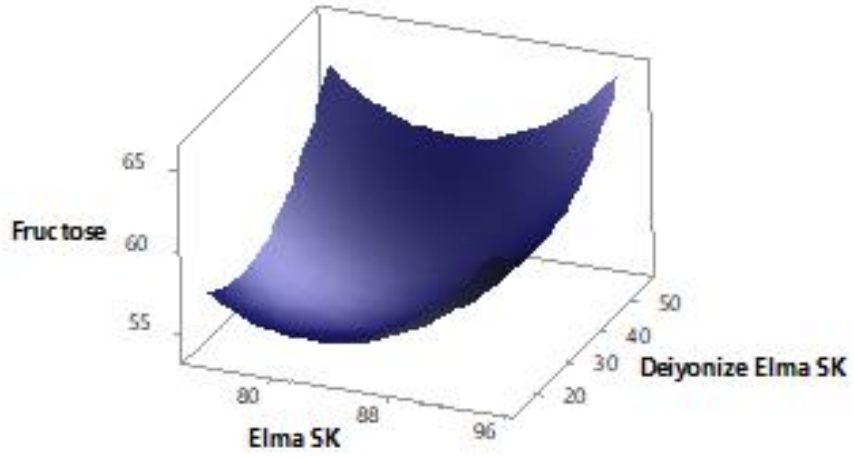
Şekil 4.24: Sakkaroz miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



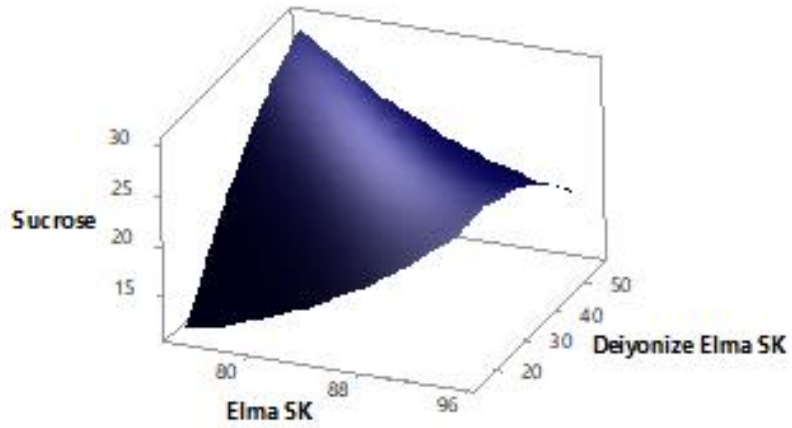
Şekil 4.25: Sorbitol miktarında optimizasyondaki faktörlerin önem sırasını gösteren pareto etkisi



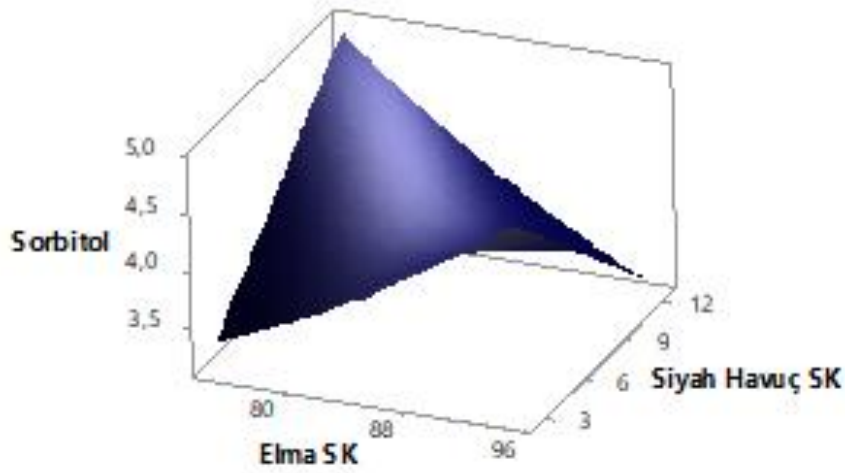
Şekil 4.26: Glikoz miktarında en etkili parametrenin etkisi



Şekil 4.27: Fruktoz miktarında en etkili parametrenin etkisi



Şekil 4.28: Sakkaroz miktarında en etkili parametrenin etkisi



Şekil 4.29: Sorbitol miktarında en etkili parametrenin etkisi

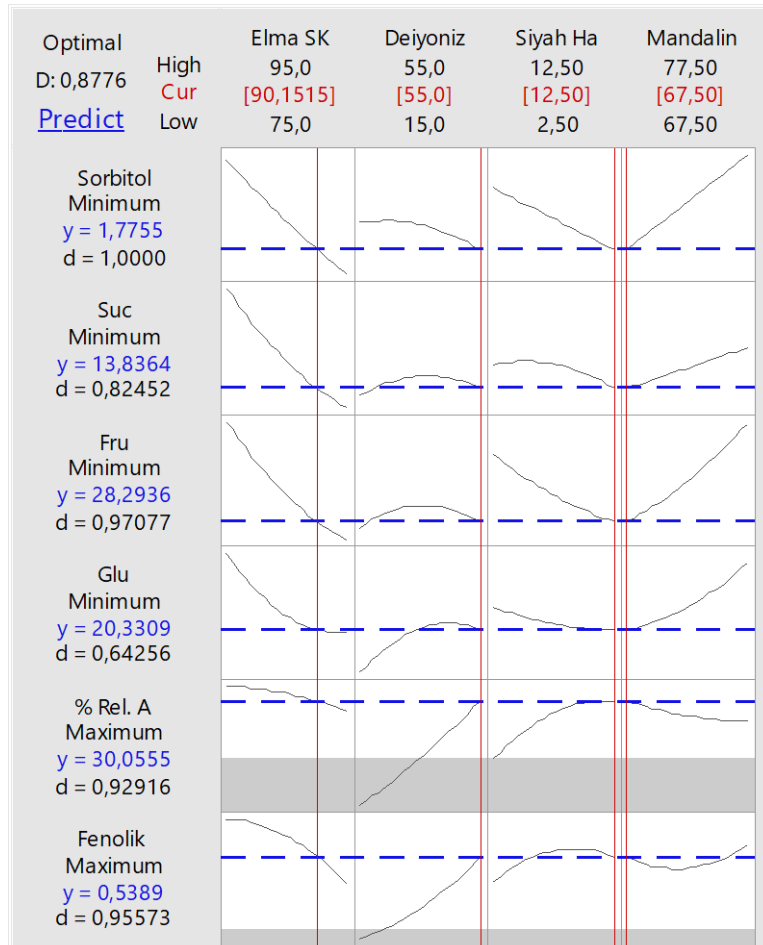
Yapmış olduğumuz çalışmada, optimizasyon sonucu elde edilen 31 deney doğrultusunda glikoz miktarı 10,40-36,46 g/L aralığında değişmiştir ve karışık meyve suyu örneklerinde elma ve elma deiyonize içeriğinin artışıyla glikoz miktarının arttığı belirlenmiştir. Fruktoz miktarı 27,21-64,21 g/L aralığında değişmiş olup, karışık meyve sularında elma ve elma deiyonize içeriğinin artışıyla fruktoz miktarının arttığı gözlenmiştir. Sakkaroz miktarı 10,08-26,68 g/L aralığında değiştiği tespit edilmiş olup, karışık meyve sularında elma ve elma deiyonize içeriğinin artışıyla sakkaroz miktarının arttığı bulunmuştur. Sorbitol miktarı ise, 2,89-4,39 g/L aralığında değişmiş olup, karışık meyve sularında elma ve siyah havuç içeriğinin artışıyla sakkaroz miktarının arttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Akusu & Emelike (2018), karpuz ve ananas karışımlarındaki toplam şeker içeriğinin sırasıyla %4,50 - %5,00 ve %6,90 - %7,70 olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Akusu vd. (2016) tarafından kaydedilen değer, toplam şeker içeriğinin %10,20 ile %13,00 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Mevcut şekerdeki artışın elma meyvesindeki mevcut şeker miktarına neden olmuş olabileceği öne sürülebilir.

Okakpu vd., (2021) Afrika mangosu, ananas ve portakal suları ile harmanlanarak farklı karışık meyve suyu örnekleriyle içeceklerin fizikokimyasal ve fiziksel özelliklerini değerlendirdiği çalışmada, içeceklerin karbonhidrat içerikleri %16,95 ile %26,95 arasında tespit etmişlerdir. Haron vd. (2017) on bir çeşit karışık meyve ve sebze suları ile yapmış olduğu çalışmada, içeceklerin şeker içeriği 5,7-13,3 g/100 mL aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu karışık meyve sularından havuç ve karambola karışık içeceği en yüksek şeker içeriğine sahipken ($13,3 \pm 0,9$ g/100 ml), acı kavun, kereviz ve yeşil elma karışık

içeceği en düşük şeker içeriğine sahip ($5,7 \pm 1,0$ g/100 ml) olduğunu tespit etmişlerdir. Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, Her 100 ml meyve suyu ayrıca %10,92 toplam şeker içerdiğini bildirmiştir. Freitas vd. (2013) egzotik meyvelerle hazırladıkları karışık meyve sularının farklı şeker farklı konsantrasyonları ile yapmış oldukları çalışmada, Cupuassu-acerola-açai karışımı için optimum şeker konsantrasyonu 9,5 g/100 mL iken, soursop-camucamu-sarı mombin karışımı için optimum şeker konsantrasyonu 10,7 g/100 mL olduğunu tespit etmişlerdir.

4.5. Karışık Meyve Suyunun Optimizasyonu Sonucunda Elde Edilen Model İçeceğin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Deneme desenine göre gerçekleştirilen 31 deneyin verilerinin optimizasyonu sonucu Şekil 4.30'daki formülasyon elde edilmiş olup, bu formülasyondaki içecekler üretilip model gıda olarak kabul edilmiştir ve bu içeceklerin bazı kalite özellikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.30: Optimizasyon sonucu model gıda formülasyonu

Karışık meyve suyu üretiminde elma konsantreden 90,1515 ml, deiyonize elma konsantresinden 55 ml, siyah havuç konsantresinden 12,50 ml ve mandalina konsantresinden 67,50 ml alınarak karıştırılıp, üzerine 1075 ml su ilave edilerek briks° değeri 11,2'den büyük içecek üretilmiştir. Model gıda olarak kabul ettiğimiz bu içeceğin bazı kalite özellikleri belirlenmiş ve sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Model gıda olarak kabul edilen içeceğin bazı kalite özellikleri

Analizler	Değer	Analizler	Değer
pH	3,75±0,15	Glikoz (g/L)	30,85±0,15
Briks°	12±0,20	Fruktoz (g/L)	54,7±0,30
Asitlik (malik asit cinsi)	0,48±0,05	Sakkaroz (g/L)	23,7±0,16
L*	16,93±0,10	Sorbitol (g/L)	4,11±0,11
a*	24,21±0,17	Laktik Asit (mg/L)	25,52±1,28
b*	8,85±0,82	Askorbik asit (mg/100g)	26,78±0,64
Color Unit	1±0,05	DPPH (mg TE/100 ml)	672,6±0,46
Toplam fenolik madde (mg/mL)	0,46±0,06	Karotenoid mg/mL	0,63±0,07
Abs 420nm	0,04±0,01	Toplam flavonoid (mg/mL)	0,195±0,05
Abs 430nm	0,041±0,01	Mikrobiyolojik analizler	
Abs 520nm	0,05±0,01	Toplam Mezofilik Aerobik (kob/g)	<10
Abs 580nm	0,019±0,01	Maya ve küf (kob/g)	<10
Abs 620nm	0,015±0,01	Koliform (kob/g)	<10
Blue Factor (BF)	28±1,50	<i>Escherichia coli</i> (kob/g)	<10
β-karoten (%)	32,16±0,12	<i>Enterobacteriaceae</i> (kob/g)	<10
Antosiyanin Profili % Rel. Area - 280nm	25,95±0,24		
Antosiyanin Profili % Rel. Area - 518nm	51,75±0,45		
ABTS (mg GAEs/100 g)	4326,62±65,70		

4.5.1. Briks°, pH ve titrasyon asitliği değerleri

Titre edilebilir asitlik ve pH değeri gıda analizleri içerisinde asitlikle ilgilenen ve birbiriyle ilişkili iki temel kavramdır. Kavramların her biri analitik olarak ayrı yollarla belirlenir ve gıda kalitesi hakkında kendine özgü bilgiler sağlar. Hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logu (baz 10) olan pH, bir pH metre ile ölçülür ve milivolt, Nernst denklemi kullanılarak pH değerine dönüştürülür. Bir gıdadaki toplam asit konsantrasyonunu ölçen titre edilebilir asitlik ise, içsel asitlerin standart bir baz yardımı ile titrasyonu neticesinde belirlenir. pH değeri bir mikroorganizmanın belirli bir gıdada büyüme kabiliyetini

değerlendirmek için önemli bir parametreyken, titre edilebilir asitlik gıdadaki organik asitlerin lezzeti nasıl etkilediğinin pH'dan daha iyi bir tahmincisidir (Tyl & Sadler, 2017).

Meyve sularındaki pH değeri $3,75 \pm 0,15$ olduğundan asidik durumda olduğunu ve içmeye hazır içecek olarak servis edilmeye uygun olduğunu göstermektedir (TGK, 2014). İçecek endüstrisinde, ticari meyve suyuna organik asit ilavesi, meyve sularının orijinal pH'ını düşürmeyi amaçlamaktadır (McLellan & Padilla-Zakour, 2007). Ancak, karışık meyve sularının hazırlanmasında organik asit ilavesi yapılmamıştır. Buna rağmen, *Escherichia coli* (O157:H7), *Salmonella* spp. gibi patojenler ve *Cryptosporidium parvum* gibi parazitik protozoalar pH'ı 4,6'nın altında olan meyve sularında üreyebilmektedir (FDA, 2016). Bunlar sadece ürünün raf ömrünü kısaltmakla kalmaz, aynı zamanda gıda kaynaklı hastalıklara ve ölüme de neden olabilir (Ashurst ve Hargitt, 2009). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, meyve sularının pH'ı ne kadar düşük olursa, özellikle basınç ve radyasyon seviyeleri açısından mikroorganizmalara verilen ısı etkisinin o kadar büyük olduğunu ortaya koymuştur (Roller, 2003). Benzer çalışmalarda Begum vd. (2018), mango, ananas ve portakal suları kullanılarak duyuşal değerlendirme sonucunda elde ettikleri karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, bir aylık depolamadan sonra pH 3,80'den 3.76, 3.75 ve 3.70'e düştüğünü bildirmişlerdir. Mishra vd. (2012), depolama sırasında amla-üzüm karışımı meyve suyunda pH değerlerinin 4.02'den 3.41'e düştüğünü bildirmiştir. Yüksek asit ve düşük pH, depolama sırasında asetik asit ve laktik asit üretimine bağlı olabilir. Depolama sırasında pH'daki düşüş, karışık meyve suyunda bulunan karbohidratların mikroorganizmaların etkisiyle bozulmasından kaynaklanıyor olabileceğini ifade etmiştir. Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, pH 3.69 gibi düşük bir pH değerine tespit etmiştir. Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelerinden pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, karışık meyve sularının pH değerleri 2,43 ile 4,34 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Elde etmiş olduğumuz karışık meyve sularının toplam asitlik miktarı malik asit cinsinden bile $0,48 \pm 0,05$ g/L olmuş olup, bu değerler, meyve sularında doğal olarak laktik asit miktarı 0,5 g/L'den düşük olacağından dolayı belirten Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği (Tebliğ no:2014/34) ile uyumludur. Titre edilebilir asitlik değeri (TTA), polisakkaritler, pektik maddeler ve ürik asit tarafından asit üretiminin neden olduğu meyve sularının asitlik derecesini belirlemek için ölçülmüştür (Durrani, Ayub, Muhammad ve Ali,

2010; Yadav, Tripathi ve Jha, 2013). Hussain, Zeb, Shakir ve Sattar Shah'a (2008) göre, olgunlaşma süreci sırasında indirgeyici şekerin oksidasyonu, meyve asitliğinin artmasına katkıda bulunabilir. Gıda analizinde, TTA değerinin pH değeri ile dolaylı bir ilişkisi vardır (AOAC, 2007). Bu değerlerin her biri farklı şekillerde ayrı ayrı belirlendi ve her birinin gıdanın kalitesi üzerinde kendi etkisi var. TTA, asidin gıdanın tadı üzerindeki etkisini pH'tan daha iyi açıklayabilir (Gardner, 1996). TTA değeri ayrıca meyvenin olgunlaşma hızını belirlemek için de kullanılabilir (Perkins-Veazie & Collins, 2002). Okakpu vd. (2021) TTA'nın, bir çözeltinin iyonik gücünü ölçer ve bu da kimyasal reaksiyon hızını belirleyeceğini bildirmişlerdir.

Ghahremannejad vd. (2017) hurma konsantresini şeftali ve elma suyu karışımında şeker yerine ikame ettikleri çalışmada optimizasyonda kullanılan 5 faktörün (elma suyu, şeftali suyu, hurma konsantresi ve şeker yüzdesi ve depolama süresi) tüm değişkenlerin asitliği etkilediğini ve değişkenler arasında bazı etkileşimler olduğunu göstermişlerdir. Depolama süresi asitlik üzerinde çok az etkiye sahip olduğunu ve hurma konsantresi yüzdesinin şeker yüzdesine karşı artması asitliği hafifçe artırdığı ifade etmişlerdir. Karışık meyve suyunun şeftali yüzdesi asitliği güçlü bir şekilde etkilediğini bildirmişlerdir. Karışık meyve suyu asitliği, şeftali yüzdesinin artırılmasıyla artış gösterdiğini ileri sürmüşlerdir.

Begum vd. (2018), mango, ananas ve portakal suları kullanılarak duyuşal değerlendirme sonucunda elde ettikleri karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, üç farklı orandaki karışık meyve sularının başlangıçtaki asiditenin her üç örnek için %0.3 olduğu bulmuşlardır. Oda sıcaklığında bir aylık depolamadan sonra asitlik %0,33, %0,35 ve %0,37 olarak arttığını ifade etmişlerdir. Majumdar vd. (2011) salatalık-fesleğen suyunun depolanması sırasında asitliğin %0,25-0,36'dan arttığı tespit etmişlerdir. Hossain & Rahman (2011), depolama sırasında elma ve kayısı karışımı suyunda asitliğin %0,39'dan %0,51'e değiştiğini buldu.

Okakpu vd. (2021), Afrika mangosu, ananas ve portakal suları ile harmanlanarak farklı karışık meyve suyu örnekleriyle yapmış oldukları çalışmada, toplam asitlik miktarının 0,16 ila 0,25 mg/L aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, içecek %0,44 titre edilebilir sitrik asit içerdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuç, İslam vd. (2014) portakal ve ananas meyvelerinden elde edilen karışık meyve suyunun %0,62 ila

%0,78 titrasyon asitlik aralığına sahip olduğunu bildirdiği bulgularla örtüştüğünü ifade etmişlerdir. Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelerinden pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, karışık meyve sularının titrasyon asitliği değerleri 0,08 ila 0,86 mg/100 mL arasında değiştiğini bildirmiştir.

Suda çözünen kuru madde (briks) miktarı, gıda ürününün tatlılığı hakkında bir fikir verir (Magwaza & Opara, 2015). Yapmış olduğumuz çalışmada, optimizasyon sonucu içeceklerin briks° değeri $12 \pm 0,20$ olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Begum vd. (2018) mango, ananas ve portakal sularının duyuşal değerlendirme sonucunda elde ettikleri karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, üç farklı orandaki karışık meyve sularının başlangıçtaki brix değerleri %12 iken depolama sonunda %12.1, 12.25 ve 12.30'a yükseldiğini, bunun nedeninde ananasın daha yüksek bir kısmının katı içeriğinin bulunması nedeniyle meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Majumdar vd. (2011), su kabağı-fesleğen yaprağı suyunun depolanması sırasında, briksin 11.32'den 11.50'ye değiştiğini bildirmiştir. Meyve suyunda bulunan kompleks karbonhidratların basit şekere dönüştürülmesi nedeniyle artmış olabileceğini ifade etmişlerdir.

Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, meyve sularındaki ana çözünebilir katı madde normalde şekerden oluşur. Bunun dışında, meyve suyunda bulunan organik bileşikler, amino asitler ve pektin de çözünebilir katılar olarak kabul edilebilir (Garner, Crisosto, Wiley ve Crisosto, 2013). Bu çalışmada, karışık meyve suyunun briks° değeri 8,1'tir. Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelerinden pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, Karışık meyve suyunun brix içeriği 15,40'tan 10,66 °briks'e düştü.

Schiassi vd. (2020) piyasadaki meyve suyu endüstrisinde kullanılan meyve sularının hazırlanmasında formülasyonlara Hindistan cevizi suyunu eklemek istedikleri, bundan dolayı karışım tasarımı, arzu edilirlilik fonksiyonu ve tepki yüzeyi metodolojisi yoluyla Hindistan cevizi suyu ve meyvelere (çilek, böğürtlen ve kırmızı ahududu) dayalı karışık meyve sularını geliştirmek ve optimize etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, Meyve sularının pH değerleri 3,73 ile 3,48 arasında değişti ve asitlik seviyesi 0,87 ile 0,52 g sitrik asit/100 g arasında değişti. Böylece, %100 çilekle yapılan meyve suyunun en yüksek pH'ı

ve dolayısıyla en düşük asiditeyi gösterdiği ve %100 kırmızı ahududuyla hazırlanan formülasyonun en düşük pH'ı ve en yüksek asiditeyi gösterdiği doğrulandı. Kırmızı ahududu suyunun asiditesi çilek ve böğürtlenle karıştırıldığında azaldı ve pH arttı. Benzer bir eğilim, farklı ahududu posası çeşitlerini (sarı, siyah ve kırmızı) gözlemleyen ve karışım siyah ahududu içerdiğinde veya üç çeşit birleştirildiğinde kırmızı ahududu asiditesinin azaldığını ve pH'ın arttığını bildiren Souza ve ark. (2014a) tarafından yapılan çalışmada da gözlemlendi.

4.5.2. Renk ve absorbans değişimleri değerleri

Renk gıda ürünlerinin duyuusal algısını ve tüketici tercihini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Kalite kontrol kriterlerini ve özelliklerini belirleyen gıda bilimciler renk ve görünümün ürünler için ne kadar önemli olduğunun bilincindedir. Gıda endüstrisinde subjektif görsel değerlendirme ve görsel renk standartları halen kullanılmaya devam etse de artık yaygın kullanım objektif enstrümantal renk ölçümleri şeklindedir. Objektif enstrümantal yöntemler arasında sıklıkla başvurulan Hunter (L, a, b) renk ölçüm sistemleri veya renk alanı başlıca gıda, tekstil ve eczacılık endüstrilerinde kullanılan bir sistemdir. Hunter (L, a, b), yansıtılan rengin bileşenlerini üç boyutlu renk skalasına ayıran bir filtre kolorimetredir. L, a, b renk skalası, rengi insan gözünün gördüğüne benzer şekilde görüntüler; L, açık ila koyu renk bileşenlerini ifade ederken a, kırmızı-yeşil renk bileşenlerini ve b, sarı-mavi renk bileşenlerini ifade eden bir ölçektir (Cheng vd., 2018). Meyve suları için renk parametrelerinin çeşitlendirilmiş değerleri, meyve sularının olgunluk derecesini ve meyve hasat tarihini elde etme yönteminden kaynaklanmaktadır (Zou vd., 2016). Ayrıca görünüm ve dolayısıyla renk, taze ve işlenmiş gıda ürünlerinin kalitesiyle ilgili en önemli özelliklerden biridir ve tüketicilerin seçimlerini, tercihlerini, satın alma isteklerini ve sağlıklılık algılarını etkiler (Luo vd. 2019; Plasek vd., 2020; Bianchi vd. 2021). Optimizasyon sonucunda üretilen içeceklerin, L* değeri $16,93 \pm 0,10$, a* değeri $24,21 \pm 0,17$ ve b* değeri $8,85 \pm 0,82$ şeklinde tespit edilmiştir. Tablo 4.5'de görüldüğü üzere, optimizasyonun bizlere vermiş olduğu 31 denemede gerçekleştirilen renk ölçümlerinin L*değerleri incelendiğinde, elma ve elma deiyonize konsantre miktarının artması L*değerinin artmasına sebep olmuştur. a* değeri incelendiğinde, elma ve siyah konsantre miktarının artması a* değerinin artmasını sağladığı gözlenmiştir. b* değeri değişimlerine bakıldığında, elma ve mandalina konsantre miktarının artması b* değerinde artmasına neden olduğu görülmüştür.

Cendrowski vd. (2023) gül meyveleri bazında elma veya çilek ile hazırlanan karışık meyve suları ile yapmış oldukları çalışmada, elma suyu, tek bileşenli meyve suları arasında en parlak olanı olup, gül suyu ise sarı rengin en yüksek payı ile karakterize edildiğini bildirmişlerdir. Çilek suyu ise en düşük parlaklığa ve en yüksek kırmızı renk payına sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Kalisz & Mitek (2006) tarafından yayınlanan çalışmada, elma suyunun rengi, bu çalışmada elde edilene çok benzer bir seviyede parlaklık ile karakterize edildiğini bildirmiştir. Öte yandan, sarı rengin payı, test edilen meyve suyuna kıyasla dört kat daha yüksekti.

Schiassi vd. (2020) piyasadaki meyve suyu endüstrisinde kullanılan meyve sularının hazırlanmasında formülasyonlara Hindistan cevizi suyunu eklemek istedikleri, bundan dolayı karışım tasarımı, arzu edilirlilik fonksiyonu ve tepki yüzeyi metodolojisi yoluyla Hindistan cevizi suyu ve meyvelere (çilek, böğürtlen ve kırmızı ahududu) dayalı karışık meyve sularını geliştirmek ve optimize etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, renk açısından, L* parametresi 30.57 ile 16.89 arasında, C* parametresi 30.97 ile 18.47 arasında ve h* parametresi 27.89 ile 14.26 arasında değişmiştir. Geliştirilen formülasyonlar arasında, açık kırmızı bir renk tonu ile karakterize edilen çilek suyu, L* ve h* parametreleri için en yüksek değerleri sunan ve kırmızı ahududu suyu daha yoğun bir renk ile karakterize edilen C* için daha yüksek bir değer gösteren formülasyondur. Çilek suyu böğürtlen veya kırmızı ahududu ile karıştırıldığında, renk parametreleri L* ve h*'de bir azalma gözlemlenmiştir ve böğürtlen suyu kırmızı ahududu veya çilek ile karıştırıldığında, renk parametresi değeri C*'de bir azalma gözlemlenmiştir. Rodrigues vd. (2017), Curi vd. (2019) ve Schiassi vd. (2018) de genel olarak karışık meyve ürünlerinde bu eğilimi gözlemlemişlerdir. Ghahremannejad vd. (2017) hurma konsantresini şeftali ve elma suyu karışımında şeker yerine ikame ettikleri çalışmada optimizasyonda kullanılan 5 faktörün (elma suyu, şeftali suyu, hurma konsantresi ve şeker yüzdesi ve depolama süresi) tüm değişkenlerin renk değerlerini (L*, a* ve b*) etkilediğini ve değişkenler arasında bazı etkileşimler olduğunu göstermişlerdir. L*, a* ve b* elma suyu yüzdesinin artmasıyla azaldığını, b* hurma konsantresi yüzdesinin artmasıyla azaldığını bildirmişlerdir.

Malek vd. (2017), nar konsantresi, guava ve nar ekşisi özütü kullanarak hazırladıkları karışık meyve suyu ile yapmış oldukları çalışmada, Gıda renginin ölçümü genellikle kalite kontrol amaçlı yapılır. Karışık meyve suyunun L değeri 33.25 iken a ve b değerleri sırasıyla 3.16 ve 4.63'tür. Suyun rengi, karışımında bulunan meyve türlerine büyük ölçüde bağlı olduklarını

bildirmişlerdir. Leahu vd. (2013), havuç suyu örneklerinin elma, muz ve şeftali karışık meyve sularındaki değişimi inceledikleri çalışmada, renk, karışık meyve sularının oranına göre önemli ölçüde değişmediğini bildirmişlerdir. İncelenen bir diğer renk parametresi, işleme sırasında gıdalardaki renk çeşitliliğini karakterize etmek için yaygın olarak kullanılan bir kolorimetrik parametre olan açıklık L^* idi. Buna karşılık, havuç, şeftali ve muz içeren elma suyu karışımlarında elma suyuna kıyasla kırmızı yeşil değerinde (a^*) hafif bir artış ve açıklıkta (L^*) ve mavi sarı değerinde (b^*) bir azalma gözlemlendiğini tespit etmişlerdir.

4.5.3. Toplam antioksidan kapasite değerleri

Optimizasyon sonucunda elde edilen model içeceğin toplam fenolik madde miktarı $0,46 \pm 0,06$ mg/mL, toplam flavonoid miktarı $0,195 \pm 0,05$ mg/mL, toplam antioksidan kapasite yöntemlerinden olan DPPH miktarı $672,6 \pm 0,46$ mg TE/100 mL iken ABTS miktarı ise $4326,62 \pm 65,70$ mg GAEs/100 g olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Schiassi vd. (2020), meyve suyu endüstrisinde Hindistan cevizi suyunun formülasyonlara eklenmesini amaçladıkları çalışmalarında, Hindistan cevizi suyu ve meyveler (çilek, böğürtlen ve kırmızı ahududu) temelinde karışık meyve suları geliştirmek ve optimize etmek için karışım tasarımı, arzu edirlilik fonksiyonu ve tepki yüzeyi metodolojisini kullanmışlardır. Çalışma, meyve sularının toplam antioksidan kapasitelerini değerlendirerek, ABTS yöntemi ile $1,77-6,10$ $\mu\text{mol TEs/g}$ ve DPPH yöntemi ile $367,37-1433,65$ g f.w./g arasında değişen sonuçlar elde ettiklerini bildirmiştir. Vasco vd. (2008) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre, tüm meyve suları orta içerik sunmuştur; ancak, yüksek toplam fenolik içeriğe sahip oldukları için öne çıkmıştır.

Castro-Lopez vd. (2016), sekiz meyve içeceğindeki toplam fenolik madde, askorbik asit, toplam karotenoidler ve antioksidan aktivitenin kararlılığı ürünlerin 20 günlük raf ömrü boyunca farklı depolama sıcaklıklarının ($4, 8$ ve 11 °C) etkisi değerlendirdiği çalışmada, nar Suyu, DPPH• analizine göre antioksidan aktivite ($552,93 \pm 6,00$ GAE $\mu\text{g mL}^{-1}$), toplam karotenoidler ($3,18 \pm 0,11$ $\beta\text{CE } \mu\text{g mL}^{-1}$) ve toplam fenolik içerik ($3967,07 \pm 2,47$ GAE $\mu\text{g mL}^{-1}$) açısından en yüksek değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Rekha vd. (2012) olgun ve olgunlaşmamış dört turunçgil meyvesinin taze suları ile yapmış olduğu çalışmada, bir hidrojen atomu bağışlayabilen bir maddenin varlığında, serbest radikal doğası kaybolup ve dolayısıyla DPPH radikalindeki azalma, 517 nm^2 'deki absorbansındaki azalma ile belirlendiğini bildirmişler. Serbest radikalın doza bağlı bir süpürülmesi

gözlemlendiğini ve olgunlaşmamış meyve suları, olgun meyve sularıyla karşılaştırıldığında güçlü süpürme aktivitesi gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca seçilen tüm meyve sularında, olgunlaşmamış meyveler hem DPPH yönteminde hem de ferrik indirgeme yönteminde olgun meyvelere göre daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun nedeni, meyve olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişiklikler olduğunu ve böylece olgunlaşmamış meyveler yüksek miktarda askorbik asit, fenolik, klorofil gibi organik madde içerdiğini söylemişlerdir. Olgunlaşma sırasında, fitokontituentleri parçalayan ve olgunlaşma sürecine dahil olan çeşitli enzimlerin sentezi için transkripsiyon genlerini aktive eden bir fitoharmon etilen salınır. Metabolizma hızlanır ve ayrıca bir dizi serbest radikal üretilir. Askorbik asit, fenolik gibi antioksidanlar kurtarmaya gelir ve üretilen serbest radikalleri zararsız indirgenmiş maddelere detoksifiye eder. Bulgulara göre, meyvelerin olgunlaşma süreci sırasında askorbik asit, fenolik bileşikler ve diğer antioksidan içeriklerinde bir azalma meydana gelmekte ve bunun sonucunda olgunlaşmış meyve sularının antioksidan aktivitesi, olgunlaşmamış meyve sularına kıyasla daha düşük olmaktadır.

Fenolik bileşiklerin karışık meyve ve sebze sularının antioksidan aktivitelerinde önemli rolleri vardır. Buna rağmen, vitaminler ve mineraller gibi diğer antioksidan bileşenler de karışık meyve ve sebze sularının antioksidan kapasitesine katkıda bulunur. Bu nedenle, DPPH ve FRAP gibi antioksidan analizleri kullanılarak antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi, tüm antioksidan bileşiklerin sinerjistik etkilerinin değerlendirilmesinde önemlidir (Haron vd., 2017).

Cendrowski vd. (2023), gül meyveleri ile elma veya çilek kullanılarak hazırlanan karışık meyve suları üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, toplam fenolik madde miktarının 116.21–250.48 mg GAE/100 mL, toplam C vitamini içeriğinin 64.18–132.21 mg/100 mL ve DPPH radikal süpürme kapasitesinin ise 30.15–39.23 µg Trolox/mL arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Curi vd. (2017) karıştırma tasarımı ve tepki yüzeyi metodolojisi aracılığıyla, duyuşal ve besinsel özelliklere dayalı olarak düşük kalorili bir hurma, portakal ve ananas karışık suyunu optimize ettikleri çalışmada, hazırlamış oldukları karışık meyve sularının toplam antioksidan kapasitesi 3730,42-5509,91 (mg GAEs/100 g) aralığında, β-karoten 22,42-45,28 (%) aralığında olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı %27,20 ile %70,70

arasında değişirken, askorbik asit değerleri ise 17,41 mg/100 g ile 44,23 mg/100 g arasında ölçülmüştür.

Haron vd. (2017) on bir çeşit karışık meyve ve sebze suları ile yapmış olduğu çalışmada, kereviz ve yeşil elma suları en yüksek DPPH değerini ($522,3 \pm 7,6$ mg TE/100 ml) gösterirken, havuç ve karambola tüm karışık meyve ve sebze suları örneklerinde en yüksek FRAP değerini ($419,6 \pm 21,6$ mg TE/100 ml) gösterdiğini ifade etmişlerdir. Hem kereviz hem de yeşil elma önemli miktarda fenolik bileşik, askorbik asit (AA) ve α -tokoferol içerir ve bunlar güçlü antioksidan etkiler göstermek için sinerjik olarak hareket edebilir. Toplam fenolik madde miktarı sonuçlarına uygun olarak havuç, salatalık ve yeşil elma hem DPPH hem de FRAP analizlerinde en düşük değerlere sahip karışık meyve ve sebze suları örneğiydi ve bu da fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerdeki rollerinin bir şekilde önemli olduğunu doğruladığını ifade etmişlerdir.

Raji vd. (2022), acı portakal ve ananasın farklı oranlarda karıştırıldığı pastörize edilmiş meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) üzerinde yaptıkları çalışmada, karışık meyve suyunun toplam antioksidan içeriğinin 1,01 mg/ml'den 0,25 mg/ml'ye düştüğünü gözlemlemişlerdir. Ayrıca, karışık meyve sularının karotenoid içeriği 0,03 ile 0,98 mg/ml arasında değişirken, DPPH radikal yakalama değerlerinin ise %91,28'den %14,95'e azaldığını rapor etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, karışık meyve sularının toplam flavonoid değerleri 0,01 ile 0,24 mg/ml arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.5.4. Mikrobiyolojik analizler

Depolama boyunca elde edilen mikrobiyolojik sonuçlara göre; karışık meyve suyunun üretimi esnasında *enterobacteriaceae* ve toplam koliform sayımlarının tespit sınırının altında olduğunu ve çevresel kaynaklardan fekal bakteri kontaminasyonu olmadığını göstermektedir. Aynı şekilde, küf ve mayalar ile toplam mezofilik aerobik bakteri tespit edilmedi ve bu da karışık meyve sularının yapımı boyunca uygun şekilde üretiminin gerçekleştirildiğini doğrulamaktadır. Ayrıca diğer mikrobiyolojik analize göre, patojenik bakterilerin (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus* ve *Salmonella* spp.) ekim sonuçları doğrultusunda tespit edilebilir düzeylerinin olmaması, tasarlanmış olduğumuz karışık meyve suyunun güvenli olduğunu ispatlamıştır.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği ile Gıda Hijyeni Yönetmeliğini (2011/28145) standartlarına göre bu çalışmadaki mikrobiyal yük izin verilen seviyenin içindedir. Meyve suyunun kirlenmesinden bir dizi faktör sorumludur. Çoğu meyve bakteri içerir, uygunsuz kullanım, kullanımdan önce meyvelerin yıkanması üretilen meyve suyuna bakteri ve mikroorganizma ekleyebilir ve kirlenmeye yol açabilir. Uygun şekilde pastörize edilmiş meyve suları genellikle güvenli kabul edilir ve çok nadiren gıda kaynaklı hastalık salgınlarıyla ilişkilendirilir. Isı kullanımını azaltmak için genellikle zayıf asit koruyucular (sitrik asit, benzoik asit, kükürt dioksit veya bunların kombinasyonu) eklenir. Ek olarak, pastörizasyondan sağ kurtulan bozulma mikroorganizmalarını kontrol etmek için 5 °C veya daha düşük sıcaklıkta soğutma uygulanmalıdır (Noah, 2020).

Noah (2020), ananas, portakal, elma ve limondan (40;25;25;10) oranında ürettiği karışık meyve suyunun üç farklı sıcaklık ve sürede pastörizasyon işleminin elde edilen içeceği incelediği çalışmada, toplam canlı sayımı $3,2 \times 10^3$ ila $4,5 \times 10^3$ cfu/ml arasında, koliform sayısı 1,0 ila $2,8 \times 10^3$ cfu/ml arasında, mantar sayısı $1,5 \times 10^3$ ila $2,6 \times 10^3$ cfu/ml arasında değişmişken, tüm numunelerde *Salmonella* tespit etmemiştir.

Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelerinden pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, Bakteri sayıları 0 ila $10,20 \times 10^2$ cfu/ml arasında değişirken, mantar sayıları 0 ila $0,95 \times 10^2$ cfu/ml arasında değişmiştir. Taze üretilmiş pastörize meyve suyu örneklerinin toplam bakteri sayıları ve toplam mantar sayıları için elde edilen sonuçlar 100% taze ananas suyu örneği hariç, karışık taze meyve suyu örneklerinin hiçbirinde büyüme kaydedilmediğini göstermiştir.

4.5.5. Duyusal Analizler

Ön denemeler sonucunda 4 reçeteden elde edilmiş içeceklere 4 puanlık hedonik ölçekte yapılan duyusal değerlendirmede, tat ve aroma (buruk/kekremsi tat, tatlılık, asidite, yabancı/kendine has olmayan tat), yapı ve tekstür (yoğunluk dengesi, viskozite, homojenlik, liflilik, yabancı/kendine has olmayan yapı) ile görünüş ve renk (renk, berraklık, homojenlik, yabancı/kendine has olmayan görünüş) parametreleri göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Reçete 2 (Elma SK: 90; Deiyonize elma SK: 25; Siyah Havuç SK: 10; Mandalina SK: 75) ve Reçete 4 (Elma SK: 80; Deiyonize elma SK: 45; Siyah Havuç SK: 5; Mandalina SK: 70) ile yapılmış karışık meyve suları tüm parametrelerde 3'ü üzerinde puan

almıştır ve genel beğeni açısından kabul görmüştür. Reçetelerde mandalina konsantre miktarının yüksek olması duyuşal değerlendirmede acılık tadı arttırdığından dolayı düşük puanlar aldığı gözlenmiştir. Benzer şekilde. Ndife vd. (2013) tarafından farklı marka portakal suyu örnekleri için bildirilen 5,14-8,35 aralığına benzer olmuştur. Ancak, acı portakal katılım oranı %25'in üzerine çıktıkça duyuşal özelliklerin azaldığı gözlenmiştir. Ancak, duyuşal özellikler tüketici açısından büyük öneme sahiptir (Ghadge ve ark., 2008) ve karışık meyvelerin genel kabul edilebilirlik temelinde iyi duyuşal özelliklere sahip olması beklenir. Soya/havuç/pancar suyu için 9 puanlık hedonik ölçekte 6,05-7,80 arasında kabul edilebilir bir duyuşal puan aralığı bildiren Banigo vd. (2015) ve kaju elma suyu için 5 puanlık hedonik ölçekte 3,50-4,56 arasında bir aralık belirleyen Emelike & Ebere (2016) bulgularımızla uyumludur.

Pereira vd. (2015), Curi vd. (2017) ve Schiassi vd. (2018) tarafından farklı meyve türleriyle karışık meyve suyu içeren benzer çalışmalarda ve Souza vd. (2014), Rodrigues vd. (2017), Curi vd. (2019) ve Schiassi vd. (2019), karışık meyve jöleleri ve meyve suları geliştiren, tek tek meyvelerle işlendiğinde tadımcılar arasında kabul görmediğini, ancak genel olarak birleştirildiğinde daha iyi kabul gördüğünü belirtmişlerdir. Kostyra vd. (2021) kivi suyunun, elma ve armut suları ile farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen karışık meyve suları ile yaptıkları çalışmada, kivi sularının elma ve armut suyuna artan şekilde eklenmesi, örneklerin genel beğenisinde önemli bir artışa neden olduğunu bildirmiştir.

Noah (2020), ananas, portakal, elma ve limondan (40;25;25;10) oranında ürettiği karışık meyve suyunun üç farklı sıcaklık ve sürede pastörizasyon işleminin elde edilen içeceği incelediği çalışmada, yüksek pastörizasyon sıcaklığına sahip örnekler tat kriteri bakımından önemli farklılıklar göstermişken, renk kriteri bakımından panelistler tarafından yüksek oranda kabul gördüğünü bildirmiştir. Aroma bakımından önemli bir fark bulunmazken, Genel kabul edilebilirlik açısından HPS numunesi (yüksek pastörizasyon sıcaklığına sahip numune) en iyi genel kabul edilebilirliğe sahiptir.

Raji vd. (2022) acı portakal ve ananasın çeşitli yüzdelerinden pastörize edilmiş karışık meyve suları (0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0%) ile yapmış oldukları çalışmada, Değerlendirmeler renk, aroma, ağız hissi, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından yapıldı ve bu parametreler sırasıyla 6,53 ila 7,63, 4,42-8,16, 6,21-7,47, 4,63-7,89 ve 5,21-7,89 arasında değiştirdi. Örnek 25J:75 P çoğunlukla renk, aroma, ağız hissi, tat ve genel kabul

edilebilirlik açısından tercih edildi. En az tercih edilen %100 ananas suyuydu. Meyve suyu örneklerinin renk duyuşal derecelendirmeleri, Ndife ve ark.'nın (2013) farklı marka portakal suyu örnekleri için bildirdiği 5,14–8,35 aralığına benzerdi ve renk derecelendirmelerindeki hafif düşüş, depolama sırasında meyve suyunun enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundaki artışın bir sonucu olabilir (Singh ve Sharma, 2017). Ancak, acı portakal dahil etme oranı %25'in üzerine çıktıkça duyuşal özelliklerin azaldığı gözlemlendi.

Sackey vd. (2017) graviola ve ananas karışık meyve sularının karışım oranlarının fizikokimyasal, duyuşal ve kalite değerlendirmeleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, meyve suyunun ananas suyunun eklenmesinin karışık içeceğin duyuşal nitelikleri üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir. Karıştırılmış örnekler renk, lezzet ve genel kalite açısından önemli ölçüde farklılık gösterse de, tüm örnekler panel tarafından beğenilmiş ve en düşük ortalama puan değerinin 3,13 olduğu (örnek D için ağız hissi puanı) gözlemlenmiştir. Panel tarafından kabul edilebilir olandan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer karıştırılmış ekşi elma suyunun kabul edilebilirliği üzerine çalışmalar bildirilmiştir (Omoifo, 2004; Onyechi vd., 2012). Renk açısından (Şekil 1), tüm karıştırılmış örnekler kontrolden (D) daha yüksek puan almış olsa da, %90 ekşi elma ve %5 ananas suyundan hazırlanan örnek C içeceği en çok tercih edileniydi (4,27/5,00). Ayrıca ananas suyu içeriğinin artırılmasının örnek A ve B için ortalama kabul edilebilirlik puanlarında hafif bir düşüşe neden olduğu gözlemlendi. Lezzet radarı grafiği, örnek A'nın (70:30) 5 üzerinden 4,30'luk en yüksek ortalama değerini almasıyla ananas suyu oranının artmasıyla ortalama kabul edilebilirlik değerlerinde bir artış olduğunu gösteriyor. Soursop (Badrie & Schauss, 2010; Dias ve ark., 2015) ve ananas (Hossain ve ark., 2015) ayırt edici tatlarıyla bilinir, dolayısıyla tat kabul edilebilirlik puanındaki artış tat kombinasyonlarının sinerjik etkisinden kaynaklanıyor olabildiği düşünölmektedir. Panel tarafından örneklerin kabul edilebilirliğinde de benzer bir eğilim gözlemlenmiştir. Genel duyuşal kalite kabul edilebilirliği (Şekil 1), örnek B'nin (80:20) daha yüksek puan aldđını göstermektedir. Meyve suyu B ve C'yi %100 ekşi elma suyuyla (D) karşılaştırdığımızda, genel duyuşal kabul edilebilirliğin ananas suyu oranının %20'ye kadar artırılmasıyla arttığı, daha sonra hafifçe azaldığı gözlemlendi (Şekil 1). Genel kalitedeki bu düşüş, ekşi elma suyunun büzücölüğünü artıran ve rengini maskeleyen daha yüksek ananas suyu konsantrasyonundan kaynaklanıyor olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- 1) Elma, mandalina ve siyah havuç suları konsantreleri kullanılarak elde edilen farklı karışımların enfüzyonu ile hazırlanan şeker ilavesiz içecekleri tatlandırmak için elma deiyonize ilave edilerek üretilmiş karışık meyve sularının antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde, toplam şeker miktarı ve renk değerleri baz alınarak yapılan optimizasyon sonucunda kabul edilebilir bir formülasyonun olduğu doğrulama deneyleriyle doğrulanmıştır.
- 2) Karışık meyve sularında kullanılan meyvelerin antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde, toplam şeker miktarı ve renk değerleri karışım sonucunda arttığı tespit edilmiştir.
- 3) Model gıda olarak seçilen karışık meyve suyunun kalitesel özellikleri tespit edilmiştir.
- 4) Model gıda olarak seçilen optimum içecek örneği panelistler tarafından duyuşal değerlendirmede genel beğeni açısından değerlendirmeleri sonucu olarak çok beğenilmiştir.
- 5) Karışık meyve sularındaki toplam fenolik madde miktarı tek meyveden üretilen meyve sularındaki toplam fenolik madde miktarlarından daha yüksektir.
- 6) Karışık meyve sularındaki toplam antioksidan kapasite miktarları (DPPH ve ABTS) tek meyveden üretilen meyve sularındaki toplam antioksidan madde miktarlarından daha yüksektir.
- 7) Karışık meyve suları üretiminde gıdaların bozulma durumunun ve işleme boyunca iyi uygulamaların göstergesi olarak kullanılan toplam aerobik mezofilik bakteri, çevresel kaynaklardan gelen fekal bakteri kontaminasyonunun olmadığını gösteren *enterobacteriaceae* ve toplam koliform, yeterli işleme uygulamalarının yapıldığını ifade eden küf-maya, içeceğin güvenliğini düşündüren patojenik bakterilerin (*E. coli*, *B. cereus* ve *Salmonella* spp.) sayımları sonucunda 1 log₁₀kob/g'nın altında olduğu tespit edilmiştir.
- 8) Karışık meyve suları üretiminde hem siyah havuç suyunun pH'sı düşürülerek tadı iyileştirilmiş, hem de duyuşal değerlendirmede renk kriteri açısından daha yüksek puan alan ve antosiyanince zengin karışık meyve suları elde edilmiştir.
- 9) Karışık meyve suları üretiminde şeker ikamesi olarak kullanılan elma deiyonize konsantresi %25-45 aralığında duyuşal değerlendirmede genel beğeni kabul kriteri bakımından en iyi sonuçları almıştır.

6. KAYNAKLAR

- Acar, M., (2013). Mandalina (*Citrus reticulata*) Meyvesinden Saflaştırılan Beta-glukosidaz Enziminin Nanopartiküllere İmmobilizasyonu ve Meyve Suyu Aroma Arttırma Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, 2013.
- Agcam, E., Akyıldız, A., Kamat, S., & Balasubramaniam, V. M. (2021). Bioactive compounds extraction from the black carrot pomace with assistance of high pressure processing: An optimization study. *Waste and Biomass Valorization*, 1-19.
- Agcam, E., Akyıldız, A., & Balasubramaniam, V. M. (2017). Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication. *Food chemistry*, 237, 461-470.
- Ağcam, E., & Akyıldız, A. (2015). Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *Gıda*, 40(3), 149-156.
- Akonor, P. T. (2020). Optimization of a fruit juice cocktail containing soursop, pineapple, orange and mango using mixture design. *Scientific African*, 8, e00368.
- Aktağ, I. G., & Gökmen, V. (2023). Acrylamide formation in apple juice concentrates during storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121, 105413.
- Akusu, O. M., Kiin-Kabari, D. B., & Ebere, C. O. (2016). Quality characteristics of orange/pineapple fruit juice blends. *American Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 43-47.
- Al-Jammaas, O. H. A., Saadallah, M. W., & Abd, A. F. (2023). Influence of Some Processing Treatments and Storage on Different Properties of Tangerine Juice. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1213, No. 1, p. 012082). IOP Publishing.
- Alagöz Kabakçı, S. 2019. Antosiyaninlerce zengin meyve ve sebze suyu eklenmiş kefirlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi ve kefir kültürü ile siyah havuç suyundan fermente içecek üretimi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Alam, M. N., Bristi, N. J., & Rafiquzzaman, M. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21(2), 143-152. <https://doi.org/10.1016/J.JSPS.2012.05.002>

- Ameh, B. A., Gernah, D. I., Obioha, O., & Ekuli, G. K. (2015). Production, quality evaluation and sensory acceptability of mixed fruit juice from pawpaw and lime. *Food and Nutrition Sciences*, 6(05), 532.
- Anandhi, E., Shams, R., Dash, K. K., Bhasin, J. K., Pandey, V. K., & Tripathi, A. (2024). Extraction and Food Enrichment Applications of Black Carrot Phytochemicals: A Review. *Applied Food Research*, 100420.
- Andersen, O., Krogh, B. B., Thomsen, C., & Torp, K. (2014, November). An advanced data warehouse for integrating large sets of GPS data. In *Proceedings of the 17th International Workshop on Data Warehousing and OLAP* (pp. 13-22).
- Andres, V., Villanueva, M. J., Mateos-Aparicio, I., & Tenorio, M. D. (2014). Colour, bioactive compounds and antioxidant capacity of mixed beverages based on fruit juices with milk or soya. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(1), 71-80.
- Anonim, 2004. Yoğurt - Karakteristik mikroorganizmaların sayımı - 37°C'ta koloni sayım tekniği. TS ISO 7889. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 2005. Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase positive *Escherichia coli*—Part 3: Most probable number technique using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-glucuronide. ISO 16649-3. British Standard Institute, United Kingdom.
- Anonymous, 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms—Colony count technique. ISO 4832. British Standard Institute, United Kingdom.
- Anonymous, 2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds—Colony count technique in products with water activity greater than 0,95. ISO 21527-1. British Standard Institute, United Kingdom.
- Anonymous, 2013. Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Part 1: Colony count at 30°C by the pour plate technique. ISO 4833-1. British Standard Institute, United Kingdom.
- Anonymous. 2017. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae—Part 2: Colony-count method. ISO 21528-2. British Standard Institute, United Kingdom.
- Apak, R. (2019). Current issues in antioxidant measurement. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(33), 9187-9202.

- APHA, 2002. Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods, Downes, F.P. and Ito, K. (eds.), 4th ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Ashurst, P. R., & Hargitt, R. (2009). Soft drink and fruit juice problem solved. Cambridge: Woodhead Publishing
- Assous, M.T.M., Abdel-Hady, M.M., Ghada, M. Medany, G.M., 2014. Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants. *Annals of Agricultural Science*, 59(1), 1-7.
- Aygören, E., 2023, Turunçgiller ürün raporu 2023, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), TEPGE Yayın No: 382, ISBN: 978-605- 7599-26-1, Ankara.
- Banigo, E. B., Kiin-Kabari, D. B., & Owuno, F. (2015). Physicochemical and sensory evaluation of soy/carrot drinks flavoured with beetroot. *African Journal of Food Science and Technology*, 6(5), 136-140.
- Bartoszek M, Polak J (2016) A comparison of antioxidative capacities of fruit juices, drinks and nectars, as determined by EPR and UV-vis spectroscopies. *Spectrochim Acta - Part A Mol Biomol Spectrosc* 153:546–549. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.09.022>
- Begum, S., Das, P. C., & Karmoker, P. (2018). Processing of mixed fruit juice from mango, orange and pineapple. *Fundamental and Applied Agriculture*, 3(2), 440-445.
- Berk, Z. (2018). *Food process engineering and technology*. Academic press.
- Bezerra, M.A., Santelli, R.E., Oliveiraa, E.P., Villar, L.S. and Escaleira, L.A., 2008, Response surface methodology (YYM) as a tool for optimization in analytical chemistry, *Talanta*, 76:965–977p
- Bhardwaj, R.L., & Mukherjee S. 2011. Effects of fruit juice blending ratios on kinnow juice preservation at ambient storage condition. *African J Food Sci* 5:281–286.
- Bhosale, P. B., Ha, S. E., Vetrivel, P., Kim, H. H., Kim, S. M., & Kim, G. S. (2020). Functions of polyphenols and its anticancer properties in biomedical research: A narrative review. *Translational Cancer Research*, 9(12), 7619–7631. <https://doi.org/10.21037/tcr-20-2359>. PubMed: 35117361, PubMed Central: PMC8798728.
- Bianchi, F., Pünsch, M., & Venir, E. (2021). Effect of processing and storage on the quality of beetroot and apple mixed juice. *Foods*, 10(5), 1052.
- Blois, M. S., “Antioxidant determinations by the use of stable free radical”. *Nature* 1199-1200,1958.

- Boeing, H., Bechthold, A., Bub, A., Ellinger, S., Haller, D., Kroke, A., ... & Watzl, B. (2012). Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European journal of nutrition*, 51, 637-663.
- Bokhary, A., Tikka, A., Leitch, M., & Liao, B. (2018). Membrane fouling prevention and control strategies in pulp and paper industry applications: A review. *Journal of Membrane Science and Research*, 4(4), 181-197.
- Borges, G., Mullen, W., & Crozier, A. (2010). Comparison of the polyphenolic composition and antioxidant activity of European commercial fruit juices. *Food & function*, 1(1), 73-83.
- Bulantekin, Ö. ve Kuşçu, A., (2016). “Elmada bulunan fitokimyasallar ve diğer bileşenlerin insan sağlığına yararları”, VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 4-7 Ekim, 2016.
- Cai, Y. Z., Sun, M., & Corke, H. (2003). Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2288-2294. <https://doi.org/10.1021/jf030045u>
- Candrawinata, V. I., Golding, J. B., Roach, P. D., & Stathopoulos, C. E. (2013). From apple to juice—the fate of polyphenolic compounds. *Food reviews international*, 29(3), 276-293.
- Capanoglu, E., Kamiloglu, S., Ozkan, G., & Apak, R. (2018). Evaluation of antioxidant activity/capacity measurement methods for food products. *Measurement of antioxidant activity & capacity: Recent trends and applications*, 273-286.
- Carocho, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2013). A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2012.09.021>
- Carlsen, M. H., Halvorsen, B. L., Holte, K., Bøhn, S. K., Dragland, S., Sampson, L., ... & Blomhoff, R. (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition journal*, 9, 1-11.
- Cartea, M. E., Francisco, M., Soengas, P., & Velasco, P. (2011). Phenolic compounds in Brassica vegetables. *Molecules Basel Switzerland*, 16(1), 251-280. <https://doi.org/10.3390/molecules16010251>
- Castro-Lopez, C., Sanchez-Alejo, E. J., Saucedo-Pompa, S., Rojas, R., Aranda-Ruiz, J., & Martinez-Avila, G. C. G. (2016). Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and

- total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. *Heliyon*, 2 (9), e00152. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.heliyon, e00152](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.10152).
- Cemeroğlu, B. (2018). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Yedinci Baskı. Bizim Grup Basımevi, Ankara, 707 s.
- Cendrowski, A., Przybył, J. L., & Studnicki, M. (2023). Physicochemical Characteristics, Vitamin C, Total Polyphenols, Antioxidant Capacity, and Sensory Preference of Mixed Juices Prepared with Rose Fruits (*Rosa rugosa*) and Apple or Strawberry. *Applied Sciences*, 14(1), 113.
- Charcosset, C. (2021). Classical and recent applications of membrane processes in the food industry. *Food Engineering Reviews*, 13(2), 322-343.
- Cheng, N., Barbano, D. M., & Anne Drake, M. (2018). Hunter versus CIE color measurement systems for analysis of milk-based beverages. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14197>
- Chhetri, L., Rizwan, M. D., Munkombwe, S., Dorji, N., & Mutum, E. (2022). Utilization and characteristics of black carrot (*Daucus carrot L.*): Potential health benefits and effect of processing. *J. Pharm. Innov*, 11, 30-41.
- Chu, Y.F., Sun, J.I.E., Wu, X. & Liu, R.H. 2002. Antioxidant and anti proliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(23): 6910-6916.
- Conidi, C., Castro-Muñoz, R., & Cassano, A. (2020). Membrane-based operations in the fruit juice processing industry: A review. *Beverages*, 6(1), 18.
- Conidi, C., Drioli, E., & Cassano, A. (2018). Membrane-based agro-food production processes for polyphenol separation, purification and concentration. *Current Opinion in Food Science*, 23, 149-164.
- Criscuoli, A., 2021. Osmotic Distillation and vacuum membrane Distillation for juice concentration: a comparison in terms of energy consumption at the permeate side. *Separ. Purif. Technol.* 278, 119593 <https://doi.org/10.1016/J.SEPUR.2021.119593>.
- Curi, P. N., Almeida, A. B., Pio, R., Lima, L. C. O., Nunes, C. A., & Souza, V. R. (2019). Optimization of native Brazilian fruit jelly through desirability-based mixture design. *Food Science and Technology*, 39(2), 388-395. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.31817>.
- Curi, P. N., Almeida, A. B., Tavares, B. S., Nunes, C. A., Pio, R., Pasqual, M., & Souza, V. R. (2017). Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional

- characteristics. *Food Science and Technology*, 37(2), 308-314. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.24716>.
- Daneshnia, S., Shams, A., Daraei, D., Abdouss, M., & Daneshmayeh, M. (2022). Novel thin film nanocomposite membrane modified with Boron Nitride Nanosheets for water treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 651, 129768.
- Demirtaş, C., (2018). Termosonikasyon uygulamasının elma suyunun kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2018.
- Díez, B., & Rosal, R. (2020). A critical review of membrane modification techniques for fouling and biofouling control in pressure-driven membrane processes. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, 5(2), 15.
- Diamante, L.M.; Savage, G.P.; Vanhanen, L.; Ihns, R. Vacuum-frying of apricot slices: Effects of frying temperature, time and maltodextrin levels on the moisture, color and texture properties. *J. Food Proc. Preserv.* 2012a, 36, 320–328.
- Diamante, L.M.; Yamaguchi, Y. Response surface methodology for optimization of hot air drying of blackcurrant concentrate infused apple cubes. *Int. Food Res. J.* 2012b, 19, 353–362.
- Diamante, L. M., Li, S., Xu, Q., & Busch, J. (2013). Effects of apple juice concentrate, blackcurrant concentrate and pectin levels on selected qualities of apple-blackcurrant fruit leather. *Foods*, 2(3), 430-443.
- Eisele, T. A., & Drake, S. R. (2005). The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. *Journal of food composition and analysis*, 18(2-3), 213-221.
- Emelike, N. J. T., & Ebere, C. O. (2016). Effect of treatments on the tannin content and quality assessment of cashew apple juice and the kernel. *European Journal of Food Science and Technology*, 4(3), 25-36.
- Erbay Z. and Icier, F., 2009, Optimization of hot air drying of olive leaves using response surface methodology, *Journal of Food Engineering*, 91(4):533- 541p.
- Ergül, E., U., Gezeğin, C., Yıldız, A. (2019). Yanıt yüzey yöntemi ve genetik algoritma kullanılarak transformatör sargı en sıcak nokta sıcaklığının modellenmesi ve optimizasyonu, *DÜMF Mühendislik Dergisi* 10:2: 467-480. <http://doi.org/10.24012/dumf.422182>
- FDA (Food Department of Agriculture of USDA). (2016). Guidance for industry: Juice HACCP hazards and controls guidance (1st ed.). Final Guidance. Retrieved from

<https://www.fda.gov/food/guidanceregulation/guidancedocumentsregulatoryinformation/juice/ucm072557.htm>

- Fraser, P. D., & Bramley, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in lipid research*, 43(3), 228-265.
- Freitas, D. D. G. C., & Mattietto, R. D. A. (2013). Ideal sweetness of mixed juices from Amazon fruits. *Food Science and Technology*, 33, 148-154.
- Fröhling B, Patz C-D, Dietrich H, Will F (2012) Anthocyanins, total phenolics and antioxidant capacities of commercial red grape juices. *Fruit Process* 3:100–104
- Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., & Li, H. B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129, 345-350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- Gama, T., Wallace, H.M., Trueman, S.J., Hosseini-Bai, S., 2018. Quality and Shelf Life of Tree Nuts: A Review. *Sci. Hortic.*, Amsterdam <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.036>.
- Gattuso, G., Barreca, D., Gargiulli, C., Leuzzi, U., & Caristi, C. (2007). Flavonoid composition of citrus juices. *Molecules*, 12(8), 1641-1673.
- Gedik, P. U., Aydin, E., Ozkan, G., & Ozcelik, M. M. (2024). Production of Encapsulated Hydrogel Beads and Sugar-Free Beverage from Gilaburu Fruit Rich in Antioxidants, Antidiabetic Bioactives, and its Microwave-Assisted Extraction Optimization. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 67, e24230018.
- Ghadge, P. N., Prasad, K., & Kadam, P. S. (2008). Effect of fortification on the physico-chemical and sensory properties of buffalo milk yoghurt. *Electronic journal of environmental, agricultural and food chemistry*, 7(5), 2890-2899.
- Ghahremannejad, N., Alizadeh, M., & Pirsá, S. (2017). Research Article Partial Substitute of Sugar with Date Concentrate in the Peach/Apple Juice and Study Physicochemical/Color Properties of Blend Fruit Juice. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 13(6), 236-252.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Rahmat, A., Megat Wahab, P. E., & Abd Halim, M. R. (2010). Effect of different light intensities on total phenolics and flavonoids synthesis and anti-oxidant activities in young ginger varieties (*Zingiber officinale* Roscoe). *International Journal of Molecular Science*, 11(10), 3885-3897. <https://doi.org/10.3390/ijms11103885>
- Gopalan C, Ramasastri BV, Balasubramanian SC. (2010). Nutritive value of Indian Foods. National Institute of Nutrition, (ICMR), Hyderabad, 47-48.

- Griffiths, K., Aggarwal, B. B., Singh, R. B., Buttar, H. S., Wilson, D., & De Meester, F. (2016). Food antioxidants and their anti-inflammatory properties: A potential role in cardiovascular diseases and cancer prevention. *Diseases*, 4(3). <https://doi.org/10.3390/diseases4030028>
- Guisti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy current protocols. In *Food Analytical Chemistry*. F1.2.1-F1.2.13.
- Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of toxicology*, 94(3), 651-715.
- Gülsoy, H., (2023). Ohmik ısıtma işleminin elma suyunun biyoaktif bileşenleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Haron, H., Hassan, S., & Keng, C. B. (2017). Evaluation of Total Phenolic Content, Antioxidant Activities and Sugar Content of Fresh Mixed Fruit and Vegetables Juices. *Jurnal Sains Kesihatan Malaysia*, 15(2), 53-58.
- He, J., & Giusti, M. M. (2010). Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annual review of food science and technology*, 1(1), 163-187.
- Holland B, Unwin JD, Buss DH. (1991). Vegetables, herbs and spices. *J Agric Food Chem*. 44:3426-31.
- Hossain MA, Rahman SMM. 2011. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. *Food Res Int* 44:672–676. doi: 10.1016/j.foodres.2010.11.036.
- Hossain, M., Shishir, M. R. I., Saifullah, K. U. S., & Safeuzzaman, R. M. (2016). Production and investigation of biochemical and organoleptic changes of mixed fruit juice during storage period. *Int. J. Food Sci. Nutri. Diet*, 5(3), 271-277.
- Ikram, E. H .K., Eng, K. H., Mohd Jalil, A. M., Amin, I., Salma, I., Azrina, A., ... Ruzaidi Azli, M. H. (2009). Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 388-393. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.04.001>
- Irwig, M.S., El-Sohemy, A., Baylin, A., Rifai, N. and Campos, H., 2002, Frequent intake of tropical fruits that are rich in β -cryptoxanthin is associated with higher plasma β -cryptoxanthin concentrations in Costa Rican Adolescents, *Nutritional Epidemiology*, 132(10):3161-3167p.

- Islam, M. A., Ahmad, I., Ahmed, S., & Sarker, A. (2014). Biochemical composition and shelf life study of mixed fruit juice from orange & pineapple. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 7(1), 227-232.
- Jaumbocus, W. B., Neergheen, V. S., Cheeneebash, J., Yagnik, D., & Baboolall-Ramful, D. (2024). Novel infusions from underutilized exotic fruits: Sensory Analysis and Consumer Acceptance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 101014.
- Jideani, A. I., Silungwe, H., Takalani, T., Omolola, A. O., Udeh, H. O., & Anyasi, T. A. (2021). Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 41-67.
- Kalisz, S., Mitek, M., & i Warzyw, W. Z. T. O. (2007). The influence of wild rose nectar addition into apple juices on the antioxidant activity and the bioactive components content. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc (Poland)*, 14(5).
- Kamiloglu, S., Van Camp, J., & Capanoglu, E. (2018). Black carrot polyphenols: Effect of processing, storage and digestion—An overview. *Phytochemistry Reviews*, 17, 379-395.
- Kammerer, D., Carle, R., & Schieber, A. (2004). Quantification of anthocyanins in black carrot extracts (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) and evaluation of their color properties. *European Food Research and Technology*, 219, 479-486.
- Karimi, E., E. Oskoueian, R. Hendra, A. Oskoueian, and H. Z. E. Jaafar. 2012. Phenolic compounds characterization and biological activities of *Citrus aurantium* bloom. *Molecules* 17:1203–1218.
- Katibi, K. K., Mohd Nor, M. Z., Yunus, K. F. M., Jaafar, J., & Show, P. L. (2023). Strategies to enhance the membrane-based processing performance for fruit juice production: A review. *Membranes*, 13(7), 679.
- Katibi, K. K., Yunus, K. F., Che Man, H., Aris, A. Z., bin Mohd Nor, M. Z., & Binti Azis, R. S. (2021). Recent advances in the rejection of endocrine-disrupting compounds from water using membrane and membrane bioreactor technologies: a review. *Polymers*, 13(3), 392.
- Karataş, İ., Elmastaş, M., Karataş, R., 2013. Siyah havuç (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef)kallus kültüründe antosiyanin üretimine bazı uygulamaların etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9, 30-41.
- Kaur, G., Sharma, N., Singh, A., Kapoor, S., & Khatkar, S. K. (2023). Ultrasound-assisted microemulsions of anthocyanins extracted from black carrot pomace and its

- utilisation as functional component in kulfi: implication on in vitro release, bio-functional components and rheological characteristics. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2744-2753.
- Khandare, V., Walia, S., Singh, M. and Kaur, C. 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. *Food and Bioproducts Processing*, 89, 482–486.
- Khuri, A.I. and Mukhopadhyay, S., 2010, Response surface methodology. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2(2):128-149p.
- Kırca, A., Özkan, M. and Cemeroglu, B. 2007. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Chemistry*, 101, 212–218.
- Kumar, S., Sharma, N., & Pandey, P. (2023). Black carrot as functional food: A review.
- Kuşçu, A., & Bulantekin, Ö. (2016). The effects of production methods and storage on the chemical constituents of apple pekmez. *Journal of food science and technology*, 53, 3083-3092.
- Kostyra, E., Król, K., Knysak, D., Piotrowska, A., Żakowska-Biemans, S., & Latocha, P. (2021). Characteristics of volatile compounds and sensory properties of mixed organic juices based on kiwiberry fruits. *Applied Sciences*, 11(2), 529.
- Köprüalan, Ö., 2019, Puf Kurutma Yöntemi ile Protein İçeriği Yüksek Atıştırmalık Beyaz Peynir Üretimi: Uygun Ön İşlem Koşullarının Belirlenmesi, Puf Kurutma İşlem Koşullarının Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 207s (yayımlanmamış).
- Le, T. T., Vu, L. T., & Le, N. L. (2021). Effects of membrane pore size and transmembrane pressure on ultrafiltration of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 96(6), 1561-1572.
- Leahu, A., Damian, C., Carpiuc, N., Oroian, M., & Avramiuc, M. (2013). Change in colour and physicochemical quality of carrot juice mixed with other fruits. *Journal of Agroalimentary processes and technologies*, 19(2), 241-246.
- Leong, S.Y.; Oey, I. Effect of endogenous ascorbic acid oxidase activity and stability on vitamin C in carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus*) during thermal treatment. *Food Chem.* 2012, 134, 2075–2085. [CrossRef]
- Liguori, L., Russo, P., Albanese, D., 2021. Production of highly valued vegetable juice by osmotic distillation technique: optimization of process parameters. *Chem. Eng. Trans.* 87, 331–336. <https://doi.org/10.3303/CET2187056>.

- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118-126.
- López-Froilán, R., Hernández-Ledesma, B., Cámara, M., & Pérez-Rodríguez, M. L. (2018). Evaluation of the antioxidant potential of mixed fruit-based beverages: A new insight on the folin-ciocalteu method. *Food analytical methods*, 11, 2897-2906.
- Lu, C., Bao, Y., & Huang, J. Y. (2021). Fouling in membrane filtration for juice processing. *Current Opinion in Food Science*, 42, 76-85.
- Luo, D., Yu, L., Westland, S., & Mahon, N. (2019). The influence of colour and image on consumer purchase intentions of convenience food. *Journal of the International Colour Association*, 24, 11-23.
- Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Crozier, A., 2003. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. *J. Sci. Food Agric.* 83 (5), 496–502.
- Magwaza, L. S., & Opara, U. L. (2015). Analytical methods for determination of sugars and sweetness of horticultural products—a review. *Scientia Horticulturae*, 184, 179–192. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.01.001>
- Majumdar TK, Wadikar DD, Vasudish CR, Premavalli KS, Bawa AS. 2011. Effect of storage on physicochemical, microbiological and sensory quality of bottlegourd-basil leaves juice. *Am J Food Technol* 6:226–234. doi: 10.3923/ajft.2011.226.234.
- Malek, S. N. A. A., Haron, H., Mustapha, W. A. W., & Shahar, S. (2017). Physicochemical properties, total phenolic and antioxidant activity of mixed tropical fruit juice, TP 3 in 1 TM. *Journal of Agricultural Science*, 9(13), 50-61.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Manach, C., Williamson, G., Morad, C., Scalbert, A., & Remesy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. 1. Review of 97 bioavailability studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 230S-242S. Retrieved from <http://ajcn.nutrition.org/content/81/1/230S.long>
- Mansoori, B., & Acamovic, T. (2007). The effect of tannic acid on the excretion of endogenous methionine, histidine and lysine with broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 134(3-4), 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.07.007>

- Matabura, V., & Kibazohi, O. (2021). Physicochemical and sensory evaluation of mixed juices from banana, pineapple and passion fruits during storage. *Tanzania Journal of Science*, 47(1), 332-343.
- McLellan, M. R., & Padilla-Zakour, O. I. (2007). Juice processing. In D. M. Barrett, L. P. Somogyi, & H. Ramaswamy (Eds.), *Processing fruits: Science and Technology* (pp. 72-95). Boca Raton: CRC Press.
- Mishra V, Puranik V, Singh V, Verma M, Yadav N, Rai GK. 2012. Development of vitamin C rich value added beverage. *Am J Food Technol* 7:222–229. doi: 10.3923/ajft.2012.222.229.
- Mphahlele, R. R., Fawole, O. A., Mokwena, L. M., & Opara, U. L. (2016). Effect of extraction method on chemical, volatile composition and antioxidant properties of pomegranate juice. *South African Journal of Botany*, 103, 135-144.
- Musara, C., Aladejana, E. B., & Mudyiwa, S. M. (2020). Review of the nutritional composition, medicinal, phytochemical and pharmacological properties of *Citrus reticulata* Blanco (Rutaceae). *F1000Research*, 9, 1387.
- Myers, R.H.; Montgomery, D.C.; Anderson-Cook, C.M. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2009.
- Nakilcioğlu-Taş, E., & Ötleş, S. (2020). Kinetic modelling of vitamin C losses in fresh citrus juices under different storage conditions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2), e20190328.
- Ndife, J., Awogbenja, D., & Zakari, U. (2013). Comparative evaluation of the nutritional and sensory quality of different brands of orange-juice in Nigerian market. *African Journal of Food Science*, 7(12), 479-484.
- Nkosi, N., Nkazi, D., & Tumba, K. (2023). A review of thermodynamic and kinetic studies relevant to gas hydrate-based fruit juice concentration. *Journal of Food Engineering*, 341, 111323.
- Noah, A. A. (2020). Microbial quality, physicochemical and sensory properties of mixed fruit juice subjected to different preservation methods. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(12), 3258-3265.
- Noguera, N. H., Lima, D. C., Filho, E. G. A., Fonteles, T. V., & Rodrigues, S. (2021). Influence of different non-thermal processing on guava, orange, and tangerine juices and the food matrix effects. *Food and Bioprocess Technology*, 14(9), 1662-1672.

- Nweze, C.C., M.G. Abdulganiyu and O.G. Erhabor, 2015. Comparative analysis of vitamin c in fresh fruits juice of *Malus domestica*, *Citrus sinensi*, *Ananas comosus* and *Citrullus lanatus* by iodometric titration. *Int. J. Sci. Environ. Technol.*, 4(1): 17-22.
- Nunes, J.C., Lago, M.G., Castelo-Branco, V.N., Oliveira, F.R., Torres, A.G., Perrone, D., Monteiro, M., 2016. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food Chem.* 197, 881–890.
- Ogori, A. F., Amove, J., Aduloju, P., Sardo, G., Okpala, C. O. R., Bono, G., & Korzeniowska, M. (2021). Functional and quality characteristics of ginger, pineapple, and turmeric juice mix as influenced by blend variations. *Foods*, 10(3), 525.
- Oikeh, E. I., Omoregie, E. S., Oviasogie, F. E., & Oriakhi, K. (2016). Phytochemical, antimicrobial, and antioxidant activities of different citrus juice concentrates. *Food science & nutrition*, 4(1), 103-109.
- Okakpu, C. J., Ojinnaka, M. C., Okakpu, K. G., Okudu, H. O., & Obasi, C. Q. (2021). Quality evaluation of mixed fruit juice produced from African bush mango, pineapple and orange. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 13(1), 7-13.
- Omar, J. M., Nor, M. Z. M., Basri, M. S. M., & Che Pa, N. F. (2020). Clarification of guava juice by an ultrafiltration process: analysis on the operating pressure, membrane fouling and juice qualities. *Food Research*, 4(Suppl.), 85-92.
- Oms-Oliu, G.; Odriozola-Serrano, I.; Soliva-Fortuny, R.; Elez-Martínez, P.; Martín-Belloso, O. Stability of health-related compounds in plant foods through the application of non thermal processes. *Trends Food Sci. Technol.* 2012, 23, 111–123.
- Oszmiański, J., Wojdyło, A., & Kolniak, J. (2009). Effect of enzymatic mash treatment and storage on phenolic composition, antioxidant activity, and turbidity of cloudy apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(15), 7078-7085.
- Oyebode, O., Gordon-Dseagu, V., Walker, A., Mindell, J.S., 2014. Fruit and vegetable consumption and all-cause, cancer and CVD mortality: analysis of Health Survey for England data. *J. Epidemiol. Community Health* 68 (9), 856–862.
- Öney, Ö., Samanlı, S. (2017). Kütahya/altıntaş grafitlerinin kaba flotasyon parametrelerinin boxbehnken deney tasarımı kullanılarak optimizasyonu ve modellenmesi, *Dokuz Eylul University-Faculty Of Engineering Journal Of Science And Engineering*, 19 (56), 532-542. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2017195651>
- Ötleş, S., Özdeştan Ocak, Ö., Nakilcioğlu Taş, E., Kartal, C. ve Özyurt, V.H., 2016, Gıda kimyası, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 62, Bornova, İzmir.

- Özmetin, E., 2019, Süt endüstrisi atıksularının kimyasal arıtımının yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyonu, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4):1968-1976p
- Pala, C., Sevimli-Gür, C., Yeşil-Çeliktaş, Ö., 2017. Green extraction processes focusing on maximization of black carrot anthocyanins along with cytotoxic activities. *Food Analytical Methods*, 10, 529-538.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47.
- Pandey, P., & Grover, K. (2020). Characterization of black carrot (*Daucus carota* L.) polyphenols; role in health promotion and disease prevention: An overview. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2784-2792.
- Pandey, P., Grover, K., Dhillon, T. S., Kaur, A., & Javed, M. (2021). Evaluation of polyphenols enriched dairy products developed by incorporating black carrot (*Daucus carota* L.) concentrate. *Heliyon*, 7(5).
- Raji, A. O., Adebayo, O. F., & Sanusi, S. M. (2022). Anti oxidative potentials and storage stability of pasteurised mixed fruits juices from pineapple and bitter orange. *Food Bioscience*, 49, 101937.
- Pei, J., Gao, S., Sarp, S., Wang, H., Chen, X., Yu, J., Yue, T., Youravong, W., Li, Z., 2021. Emerging forward osmosis and membrane distillation for liquid food concentration: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 20, 1910–1936. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12691>.
- Pereira, A. C. S., Wurlitzer, N. J., Dionísio, A. P., Lacerda, S. M. V., Rocha, B. M. S., Elesbão, A. R., & Montenegro, B. I. (2015). Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacities and bioactive compounds in tropical fruit juices. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 65(2), 119-127. PMID:26817384.
- Pérez-Lamela, C., Franco, I., & Falqué, E. (2021). Impact of high-pressure processing on antioxidant activity during storage of fruits and fruit products: A review. *Molecules*, 26(17), 5265.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J. K., Pair, S., & Roberts, W. (2002, December). Watermelon: Lycopene content changes with ripeness stage, germplasm, and storage. In *Cucurbitaceae* (Vol. 3, pp. 427-430).
- Plasek, B., Lakner, Z., & Temesi, Á. (2020). Factors that influence the perceived healthiness of food. *Nutrients*, 12(6), 1881.

- Pokorný, J. (2007). Are natural antioxidants better- and safer- Than synthetic antioxidants? *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 629-642. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700064>
- Polidori, J., Dhuique-Mayer, C., & Dornier, M. (2018). Crossflow microfiltration coupled with diafiltration to concentrate and purify carotenoids and flavonoids from citrus juices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 320-329.
- Price, S. F., Breen, P. J., Valladao, M., & Watson, B. T. (1995). Cluster sun exposure and quercetin in pinot noir grapes and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 187-194. Retrieved from <http://www.ajevonline.org/content/46/2/187>
- Prior, L. R., Wu, X. & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidants capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53, 4290-4302. <https://doi.org/10.1021/jf0502698>
- Putnik, P., Kresoja, Z., Bosiljkov, T., Režek Jambrak, A., Barba, F.J., Lorenzo, J.M., Roohinejad, S., Granato, D., Zuntar, I., Bursać Kovačević, D., 2019. Comparing the effects of thermal and non-thermal technologies on pomegranate juice quality: a review. *Food Chem.* 279, 150–161. <https://doi.org/10.1016/J>.
- Rajauria, G., Tiwari, B.K., 2018. Fruit juices: an overview. In: *Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis*. Elsevier, pp. 3–13. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802230-6.00001-1>.
- Ramadan-Hassanien, M. F. (2008). Total antioxidant potential of juices, beverages and hot drinks consumed in Egypt screened by DPPH in vitro assay. *Grasas y Aceites*, 59(3), 254-259. <https://doi.org/10.3989/gya.2008.v59.i3.516>
- Rampersaud, G. C., & Valim, M. F. (2017). 100% citrus juice: Nutritional contribution, dietary benefits, and association with anthropometric measures. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(1), 129-140.
- Rana, A. (2014). What is the relation between total phenol & total flavonoids? Retrieved December 28, 2016, from [https://www.researchgate.net/post/What is the relation between total Phenol total Flavonoids](https://www.researchgate.net/post/What_is_the_relation_between_total_Phenol_total_Flavonoids)
- Reddy, M. K., Gupta, S. K., Jacob, M. R., Khan, S. L., & Ferreira, D. (2007). Antioxidant, antimalarial and antimicrobial activities of tannin-rich fractions, ellagitannins and phenolic acids from *Punica granatum* L. *Plant Medicine*, 73(5), 461-467. <https://doi.org/10.1055/s-2007-967167>

- Rehman, M. A., Khan, M. R., Sharif, M. K., Shabbir Ahmad, S. A., & Faiz-ul-Hassan Shah, F. U. H. S. (2014). Study on the storage stability of fruit juice concentrates.
- Rekha, C., Poornima, G., Manasa, M., Abhipsa, V., Devi, J. P., Kumar, H. T. V., & Kekuda, T. R. P. (2012). Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits. *Chemical Science Transactions*, 1(2), 303-310.
- Renda, G., & Şöhretoğlu, D. (2024). Fruit juices: chemical compositions and health benefits. *Phytochemistry Reviews*, 1-28.
- Richa, R., Kohli, D., Vishwakarma, D., Mishra, A., Kabdal, B., Kothakota, A., ... & Naik, B. (2023). Citrus fruit: Classification, value addition, nutritional and medicinal values, and relation with pandemic and hidden hunger. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100718.
- Rizzello, C. G., Tagliazucchi, D., Babini, E., Sefora Rutella, G., Taneyo Saa, D. L., & Gianotti, A. (2016). Bioactive peptides from vegetable food matrices: Research trends and novel biotechnologies for synthesis and recovery. *Journal of Functional Foods*, 27, 549-569. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.09.023>
- Rodrigues, L. M., de Souza, D. F., da Silva, E. A., de Oliveira, T. O., & de Lima, J. P. (2017). Physical and chemical characterization and quantification of bioactive compounds in berries and berry jams. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 1853-1864.
- Rodríguez-Roque, M. J., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Cano, M. P., Elez-Martínez, P., & Martín-Belloso, O. (2015). Impact of food matrix and processing on the in vitro bioaccessibility of vitamin C, phenolic compounds, and hydrophilic antioxidant activity from fruit juice-based beverages. *Journal of Functional Foods*, 14, 33-43.
- Rudolph, G., Virtanen, T., Ferrando, M., Güell, C., Lipnizki, F., Kallioinen, M., 2019. A review of in situ real-time monitoring techniques for membrane fouling in the biotechnology, biorefinery and food sectors. *J. Membr. Sci.* 588, 117221 <https://doi.org/10.1016/J.MEMSCI.2019.117221>
- Roller, S. (2003). *Natural antimicrobials for the minimal processing of foods* (1st ed., Chapter 10, p. 201). Elsevier: Woodhead Publishing.
- Ruxton CHS, Gardner E, Walker D (2006) Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. *Int J Food Sci Nutr* 57:249–272. <https://doi.org/10.1080/09637480600858134>

- Ryan, L., & Prescott, S. L. (2010). Stability of the antioxidant capacity of twenty-five commercially available fruit juices subjected to an in vitro digestion. *International journal of food science & technology*, 45(6), 1191-1197.
- Sackey, A. S., Kwaw, E., Tchabo, W., & Apaliya, M. T. (2017). Effects of blending ratios on the physicochemical, sensory and quality rating of soursop and pineapple fruit juice. *Afri J Food Integrat Agri*, 1(1), 15-21.
- Sadilova, E., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Thermal degradation of acylated and nonacylated anthocyanins. *Journal of food science*, 71(8), C504-C512.
- Saffarionpour, S., Ottens, M., 2018. Recent advances in techniques for flavor recovery in liquid food processing. *Food Eng. Rev.* 10, 81–94. <https://doi.org/10.1007/S12393-017-9172-8/TABLES/1>.
- Salehi, F. (2020). Physicochemical characteristics and rheological behaviour of some fruit juices and their concentrates. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(5), 2472-2488.
- Samborska, K., Eliasson, L., Marzec, A., Kowalska, J., Piotrowski, D., Lenart, A., & Kowalska, H. (2019). The effect of adding berry fruit juice concentrates and by-product extract to sugar solution on osmotic dehydration and sensory properties of apples. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 1927-1938.
- Samtiya, M., Aluko, R. E., Dhewa, T., & Moreno-Rojas, J. M. (2021). Potential health benefits of plant food-derived bioactive components: An overview. *Foods*, 10(4), 839.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J.A. and Calixto, F.S., 1999. Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, Cilt.32, pp. 407-412.
- Sant'Ana, A.S., Rosenthal, A., ve Massaguer, P.R. (2008). The fate of patulin in apple juice processing: A review. *Food Research International*, 41(5), 441–453.
- Sapei, L., & Hwa, L. (2014). Study on the kinetics of vitamin C degradation in fresh strawberry juices. *Procedia Chemistry*, 9, 62-68.
- Scalbert A, Williamson G (2000) Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr* 130:2073S–2085S
- Schiassi, M. C. E. V., Carvalho, C. D. S., Lago, A. M. T., Curi, P. N., Pio, R., Queiroz, F., ... & SOUZA, V. R. D. (2020). Optimization for sensory and nutritional quality of a mixed berry fruit juice elaborated with coconut water. *Food Science and Technology*, 40(4), 985-992.

- Schiassi, M. C. E. V., Salgado, D. L., Meirelles, B. S., Lago, A. M. T., Queiroz, F., Curi, P. N., Pio, R., & Souza, V. R. (2019). Berry jelly: optimization through desirability-based mixture design. *Journal of Food Science*, 84(6), 1522-1528. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.14634>. PMID:31120586.
- Schiassi, M. C. E. V., Lago, A. M. T., Souza, V. R., Meles, J. S., Resende, J. V., & Queiroz, F. (2018). Mixed fruit juices from Cerrado: optimization based on sensory properties, bioactive compounds and antioxidant capacity. *British Food Journal*, 120(10), 2334-2348. <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-12-2017-0684>.
- Schulze, M.B., J.E. Manson, D.S. Ludwig, G.A. Colditz, M.J. Stampfer, W.C. Willett and F.B. Hu, 2004. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middleaged women. *J. Am. Med. Assoc.*, 292(8): 927-934.
- Seeram, N. P., Aviram, M., Zhang, Y., Henning, S. M., Feng, L., Dreher, M., & Heber, D. (2008). Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenols-rich beverages in United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1415-1422. <https://doi.org/10.1021/jf073035s>
- Severcan, S.S.; Uzal, N.; Kahraman, K. Clarification of pomegranate juice using PSF microfiltration membranes fabricated with nano TiO₂ and Al₂O₃. *J. Food Process. Preserv.* 2020, 44, e14559. [CrossRef]
- Shahbazi, Z., Mirsaeedghazi, H., & Sharif Paghaleh, A. (2021). Selection of the most effective chemical cleaning procedure in the membrane clarification of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15195.
- Shalaby, M. T., Ibrahim, F. Y., El-Shehawy, S. M., & Ibrahim, M. N. (2013). Effect of concentration process and storage period on quality properties of some fruit and vegetable concentrates. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4(7), 359-372.
- Shan, Y. (2015). *Canned citrus processing: Techniques, equipment, and food safety*. Academic Press.
- Shojaeimehr, T., Rahimpour, F., Schwarze, M., Repke Godini, H. R., Wozny, G. (2018). Use of YYM for the multivariate, simultaneous multiobjective optimization of the operating conditions of aliphatic carboxylic acids ion-exclusion chromatography column: quantitative study of hydrodynamic, isotherm, and thermodynamic behavior, *Journal Of Chromatography B* (1083),146-159. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2018.03.009>
- Shorbagi, M., Fayek, N. M., Shao, P., & Farag, M. A. (2022). Citrus reticulata Blanco (the common mandarin) fruit: An updated review of its bioactive, extraction types, food

- quality, therapeutic merits, and bio-waste valorization practices to maximize its economic value. *Food Bioscience*, 47, 101699.
- Skrede, G., Wrolstad, R. E. and Durst, R. W. 2000. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*, 65, 357–364.
- Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Evaluation of the jelly processing potential of raspberries adapted in Brazil. *Journal of Food Science*, 79(3), 407- 412. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12354>. PMID:24467459.
- Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E.,1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1565-1571.
- St-Onge, M.P., F. Rubiano, W.F. DeNino, A. Jr. Jones, D. Greenfield, P.W. Ferguson, S. Akrabawi and S.B. Heymsfield, 2004. Added thermogenic and satiety effects of a mixed nutrient vs a sugar-only beverage. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 28(2): 248-253.
- Suárez-Jacobo, A., C.E. Rüfer, R. Gervilla, B. Guamis, A.X. Roig-Sagués and J. Saldo,2011. Influence of ultra-high pressure homogenisation on antioxidant capacity, polyphenol and vitamin content of clear apple juice. *Food Chem.*, 127(2): 447-454.
- Sumayya Rani, S. R., Alam Zeb, A. Z., Muhammad Ayub, M. A., & Uzma Shahni, U. S. (2018). Quality evaluation of mandarin and strawberry mixed fruit juice for total period of 90 days at room temperature.
- Sun, D. W. (Ed.). (2009). *Infrared spectroscopy for food quality analysis and control*. Academic press.
- Suresh, K.P.; Devi, P. Optimization of some process variables in mass transfer kinetics of osmotic dehydration of pineapple slices. *Food Res. Int.* 2011, 18, 221–238.
- Suzme, S., Boyacioglu, D., Toydemir, G., & Capanoglu, E. (2014). Effect of industrial juice concentrate processing on phenolic profile and antioxidant capacity of black carrots. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(3), 819-829.
- Şahin, E.M., (2019). Elma Suyunda Termosonikasyon Süresince Fenolik Bileşiklerdeki Değişimin FTIR Spektroskopisi Kullanılarak Belirlenmesi ve Polifenol Oksidaz, Peroksidaz İnaktivasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 2019

- Tamuno, E.N.J. and E.C. Onyedikachi, 2015. Effect of packaging materials, storage conditions on the vitamin C and pH value of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice. *J. Food Nutr. Sci.*, 3(4): 160-165
- Tian, Y., Gou, X., Niu, P., Sun, L., & Guo, Y. (2018). Multivariate data analysis of the physicochemical and phenolic properties of not from concentrate apple juices to explore the alternative cultivars in juice production. *Food Analytical Methods*, 11, 1735-1747.
- Tobar-Bolanos, ~ G., Casas-Forero, N., Orellana-Palma, P., Petzold, G., 2021. Blueberry juice: bioactive compounds, health impact, and concentration technologies-A review. *J. Food Sci.* <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15944>.
- Tüfekci, H.B., ve Fenercioğlu, H. (2010). Türkiye’de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. *Akademik Gıda Dergisi*, 8(2), 11–17.
- 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, 1052-1058.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK), (2014). Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği. *Resmi Gazete*, 29080(1).
- Turgutoğlu, E. (2020). Mandarin Yetiştiriciliği. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. *TSI*, (2022). *Turkish Statistical Institute*. Date of access, 7, 2023.
- Tyl, C., & Sadler, G. D. (2017). pH and titratable acidity. S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (ss. 389-406). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_22
- Ulusoy, A., & Tamer, C. E. (2019). Determination of suitability of black carrot (*Daucus carota* L. spp. sativus var. atrorubens Alef.) juice concentrate, cherry laurel (*Prunus laurocerasus*), blackthorn (*Prunus spinosa*) and red raspberry (*Rubus ideaus*) for kombucha beverage production. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1524-1536.
- USDA, 2023, “FoodData Central Search Results”, <https://fdc.nal.usda.gov/> (Erişim Tarihi: 23.10.2024).
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 111(4), 816-823.

- Wang, L., He, F., Huang, Y., He, J., Yang, S., Zeng, J., ... & Xu, Q. (2018). Genome of wild mandarin and domestication history of mandarin. *Molecular plant*, *11*(8), 1024-1037.
- Wang, M. M., Wang, F., Li, G., Tang, M. T., Wang, C., Zhou, Q. Q., ... & Gu, Q. (2022). Antioxidant and hypolipidemic activities of pectin isolated from citrus canning processing water. *LWT*, *159*, 113203.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E. and Elias, L. G. 1989. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. The International Development Research Center, 160, Ottawa, Canada.
- Weber, F., & Larsen, L. R. (2017). Influence of fruit juice processing on anthocyanin stability. *Food Research International*, *100*, 354-365.
- Wellala, C. K. D., Bi, J., Liu, X., Liu, J., Lyu, J., & Zhou, M. (2020). Effect of high pressure homogenization on mixed juice stability, rheology, physicochemical properties and microorganism reduction. *Journal of food science and technology*, *57*, 1944-1953.
- Wenten, I.G., Khoiruddin, K., Reynard, R., Lugito, G., Julian, H., 2021. Advancement of forward osmosis (FO) membrane for fruit juice concentration. *J. Food Eng.* *290*, 110216 <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2020.110216>.
- WHO, (2015). WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children.
- WHO, 2022. Non communicable diseases. Available from. <https://www.who.int/new-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. (Erişim tarihi: 9 Kasım 2024).
- Włodarska, K., Pawlak-Lemańska, K., Khmelinskii, I., & Sikorska, E. (2017). Screening of antioxidant properties of the apple juice using the front-face synchronous fluorescence and chemometrics. *Food Analytical Methods*, *10*, 1582-1591.
- Włodarska, K., Pawlak-Lemańska, K., Khmelinskii, I., & Sikorska, E. (2016). Explorative study of apple juice fluorescence in relation to antioxidant properties. *Food Chemistry*, *210*, 593-599.
- Yadav, D., Hazarika, S., Ingole, P.G., 2021. Recent development in nanofiltration (NF) membranes and their diversified applications. *Emergent Mater.* <https://doi.org/10.1007/s42247-021-00302-6>.
- Yan, X., Anguille, S., Bendahan, M., Moulin, P., 2019. Ionic liquids combined with membrane separation processes: a review. *Separ. Purif. Technol.* *222*, 230–253. <https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2019.03.103>.

- Yang, C. S., Ho, C. T., Zhang, J., Wan, X., Zhang, K., & Lim, J. (2018). Antioxidants: Differing meanings in food science and health science. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(12), 3063-3068.
- Yang, L., Gou, Y., Zhao, T., Zhao, J., Li, F., Zhang, B., & Wu, X. (2012). Antioxidant capacity of extracts from calyx fruits of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(17), 4063-4068. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2227>
- Ye, X. (2017). *Phytochemicals in citrus: Applications in functional foods*. CRC Press.
- Yılmaz, S. (2022). Sürekli Sistem Ultraviyole Işık Uygulama İşleminin Ticari Elma Sularının Toplam Fenolik Madde İçeriği ile Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi, (Yüksek Lisans Tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye.
- Yousefnezhad, B., Mirsaedghazi, H., Arabhosseini, A., 2017. Pretreatment of pomegranate and red beet juices by centrifugation before membrane clarification: a comparative study. *J. Food Process. Preserv.* <https://doi.org/10.1111/jfpp.12765>.
- Yu, W., Graham, N., Liu, T., 2019. Prevention of UF membrane fouling in drinking water treatment by addition of H₂O₂ during membrane backwashing. *Water Res.* 149, 394–405. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2018.11.006>.
- Yüksel Sarıoğlu, H., & Dirim, S. N. (2023). The effect of the fluidized bed agglomeration process on the powder properties of black carrot juice powders. *Journal of Food Process Engineering*, 46(12), e14460.
- Zamora-Ros R, Serafini M, Estruch R, Lamuela-Raventós RM, MartínezGonzález MA, Salas-Salvadó J, Fiol M, Lapetra J, Arós F, Covas MI, Andres-Lacueva C, PREDIMED Study Investigators (2013) Mediterranean diet and non enzymatic antioxidant capacity in the PREDIMED study: evidence for a mechanism of antioxidant tuning. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 23:1167–1174. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2012.12.008>
- Zielinski AAF, Haminiuk CWI, Nunes CA et al (2014) Chemical composition, sensory properties, provenance, and bioactivity of fruit juices as assessed by chemometrics: a critical review and guideline. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 13:300–316. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12060>
- Zhang, Z., Li, X., Sang, S., McClements, D. J., Chen, L., Long, J., et al. (2022). Polyphenols as plant-based nutraceuticals: Health effects, encapsulation, nanodelivery, and application. *Foods* (Basel, Switzerland), 11(15), 2189. <https://doi.org/10.3390/foods11152189>. PubMed: 35892774, PubMed Central: PMC9330871.

- Zhishen, J., Mengcheng, T., ve Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559.
- Zou, Z., Xi, W., Hu, Y., Nie, C., & Zhou, Z. (2016). Antioxidant activity of Citrus fruits. *Food chemistry*, 196, 885-896.
- Zhu, D., Zhang, Y., Kou, C., Xi, P., & Liu, H. (2022). Ultrasonic and other sterilization methods on nutrition and flavor of cloudy apple juice. *Ultrasonics sonochemistry*, 84, 105975.
- Zhu, C. H., Gertz, E. R., Cai, Y., & Burri, B. J. (2016). Consumption of canned citrus fruit meals increases human plasma β -cryptoxanthin concentration, whereas lycopene and β -carotene concentrations did not change in healthy adults. *Nutrition research*, 36(7), 679-688.

EKLER

Duyusal Analiz Formu

ÖZELLİKLER	HİÇ BEĞENMEDİM	----->		ÇOK BEĞENDİM
TAT VE AROMA	1	2	3	4
Buruk/kekremsi tat				
Tatlılık				
Asidite				
Yabancı/Kendine Has Olmayan Tat				
TOPLAM				
YAPI VE TEKSTÜR	1	2	3	4
Yoğunluk Dengesi				
Viskozite				
Homojenlik				
Liflilik				
Yabancı/Kendine Has Olmayan Yapı				
TOPLAM				
GÖRÜNÜŞ VE RENK	1	2	3	4
Renk				
Berraklık				
Homojenlik				
Yabancı/Kendine Has Olmayan Görünüş				
TOPLAM				

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Damla ÇETİNER ÇETİN

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2022-2025
Lisans	Uludağ Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2011-2016
Lise	Bandırma Anadolu Lisesi	2007-2011