

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİYAH HAVUÇ POSASINDAN SÜRÜLEBİLİR ÜRÜN GELİŞTİRİLMESİ VE
FORMÜLASYONUN OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem ÇELİKDEMİR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ARALIK 2020

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİYAH HAVUÇ POSASINDAN SÜRÜLEBİLİR ÜRÜN GELİŞTİRİLMESİ VE
FORMÜLASYONUN OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gizem ÇELİKDEMİR
(170871201)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ

ARALIK 2020

TEZ ONAYI

Gizem ÇELİKDEMİR tarafından hazırlanan “**Siyah Havuç Posasından Sürülebilir Ürün Geliştirilmesi ve Formülasyonun Optimizasyonu**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda (**YÜKSEK LİSANS TEZİ**) olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ

Jüri Üyeleri

İmza:

Doç. Dr. Oktay YEMİŞ

Doç. Dr. Yalçın COŞKUNER

Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ

Tez Savunma Tarihi: 08/12/2020

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Ahmet KAYABAŞI
Enstitü Müdürü



BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

(İmza)
(Gizem ÇELİKDEMİR)





ÖNSÖZ

Bu çalışma Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ danışmanlığında tamamlanarak, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, her türlü desteğini, anlayışını ve zamanını esirgmeden tüm içtenliğiyle bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam sırasında her türlü makine-teçhizat ve laboratuvar imkanları ile engin bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Yalçın COŞKUNER ve Araş. Gör. Fuat GÖKBEL'e teşekkürü bir borç bilirim. Bu süreçte hiç bıkmadan, usanmadan yaklaşık 2 yıl boyunca gerek laboratuvar çalışmalarında gerek manevi olarak yardım ve desteklerini hiç esirgemeyen yüksek lisans arkadaşım Özge ŞİMŞEK'e teşekkür ederim.

Tüm yaşamım ve eğitim hayatım boyunca her zaman bana yol gösteren, yorulup sıkıldığımda destekleriyle yine motive eden ve hiçbir zaman maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, her anımda yanımda olan sevgili babam Murat ÇELİKDEMİR'e ve sevgili annem Ayfer ÇELİKDEMİR'e çok teşekkür ederim. Hayatım boyunca manevi desteklerini bana hep hissettiren kardeşlerim İrem ÇELİKDEMİR ve Furkan ÇELİKDEMİR'e sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda kullanılan siyah havuç posasının teminini sağlayan Erkon Konsantre ve Sanayii Tic. A.Ş./Ereğli-Konya ve çalışanlarına, ayrıca çalışma kapsamındaki mikrobiyolojik analiz için Isparta Gıda Kontrol İl Laboratuvarı'na ve personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2020

Gizem ÇELİKDEMİR
(Gıda Mühendisi)

* Bu çalışma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 01-YL-19 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Meyve/Sebze İşleme Sanayii Atıkları ve Değerlendirilmesi	5
2.2. Siyah Havuç ve Posası	12
2.3. Marmelat	20
2.4. Yanıt Yüzey Metodu	24
3. MATERYAL VE METOT.....	33
3.1. Materyal.....	33
3.2. Metot	33
3.2.1. Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması	33
3.2.2. Yanıt yüzey metodu ve deney tasarımı	34
3.2.3. Sürülebilir ürün üretimi.....	35
3.2.4. Analiz yöntemleri.....	38
3.2.4.1. Toplam kuru madde tayini	38
3.2.4.2. Suda çözünür kuru madde tayini.....	38
3.2.4.3. pH değeri tayini.....	38
3.2.4.4. Titrasyon asitliği tayini	39
3.2.4.5. Renk tayini	39
3.2.4.6. Kül tayini.....	39
3.2.4.7. İnvert şeker tayini.....	40
3.2.4.8. Toplam şeker tayini.....	41
3.2.4.9. Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	42
3.2.4.10. Toplam antioksidan aktivite tayini.....	43
3.2.4.11. Toplam monomerik antosiyanin tayini	45
3.2.4.12. Hidroksimetilfurfural tayini	46
3.2.4.13. Duyusal analiz	47
3.2.4.14. Tekstür analiz	47
3.2.4.15. Mikrobiyolojik analiz.....	47
3.2.4.16. Veri değerlendirme ve istatistiksel analiz	47
4. BULGULAR.....	49
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları.....	49
4.1.1. Siyah havuç posasının fizikokimyasal özellikleri	49
4.2. Sürülebilir Ürün Üretiminde Yanıt Yüzey Metodu ile Optimizasyon	
Sonuçları.....	59
4.2.1. Sürülebilir ürün üretiminde genel kabul edilebilirlik değerinin yanıt	
yüzey metodu ile optimizasyonu.....	61
4.2.2. Sürülebilir ürün üretiminde sürülebilirlik değerinin yanıt yüzey metodu	
ile optimizasyonu	70

4.2.3. Optimum noktanın belirlenmesi ve oluşturulan modelin doğrulanması ..	76
4.3. Belirlenen Optimum Formülasyonda Üretilen Sürülebilir Ürün ve Kontrol	
Örneğinin Karşılaştırılması	82
4.3.1. Toplam kuru madde ve nem sonuçları	83
4.3.2. Suda çözünür kuru madde sonuçları	83
4.3.3. pH ve titrasyon asitliği sonuçları.....	85
4.3.4. Renk sonuçları.....	86
4.3.5. Kül sonuçları	86
4.3.6. Toplam şeker ve invert şeker sonuçları.....	87
4.3.7. Toplam fenolik ve antioksidan aktivite miktarı sonuçları.....	88
4.3.7.1. Toplam fenolik madde miktarı	88
4.3.7.2. Toplam antioksidan aktivite miktarı	89
4.3.7.3. Toplam monomerik antosiyanin miktarı	93
4.3.8. Hidroksimetilfurfural analiz sonuçları	95
4.3.9. Mikrobiyolojik analiz (<i>E. coli</i>) sonuçları	96
4.3.10. Duyusal değerlendirme sonuçları.....	97
4.3.11. Sürülebilirlik sonuçları	97
4.4. Sürülebilir Ürün Maliyeti	98
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	101
KAYNAKLAR.....	103
EKLER	115
ÖZGEÇMİŞ.....	130

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Abs	: Absorbans
ABTS	: 2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)
AFHT	: Atık Fermente Havuç Tozu
BBT	: Box-Behnken Tasarım
CGE	: Siyanidin-3-Glukozid Eşdeğeri
C*	: Chroma Değeri
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EC₅₀	: DPPH'nin %50'sini İnhibe Eden Ekstrakt Konsantrasyon
ED	: Esterifikasyon Derecesi
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HCl	: Hidroklorik Asit
HMF	: Hidroksimetilfurfural
İ	: İstenilirlik Fonksiyonu
KM	: Kuru Madde
kob	: Koloni Oluşturan Birim
MSİSA	: Meyve Sebze İşleme Sanayii Atıkları
MEYED	: Meyve Suyu Endüstrisi Derneği
MSSA	: Meyve Suyu Sanayii Atığı
MKT	: Merkezi Kompozit Tasarım
NaOH	: Sodyum Hidroksit
PBS	: Tuzlu Fosfat Tampon Çözeltisi
R²	: Çoklu Belirleme Katsayısı
R²_{tahminlenmiş}	: Tahminlenmiş Çoklu Belirleme Katsayısı
R²_{düzeltilmiş}	: Düzeltilmiş Çoklu Belirleme Katsayısı
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde

SHP	: Siyah Havuç Posası
SSA	: Susuz Sitrik Asit
SÜ	: Sürülebilir Ürün
TAA	: Toplam Antioksidan Aktivite
TE	: Troloks Eşdeğeri
TFM	: Toplam Fenolik Madde
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TKHKT	: Tahminlenmiş Kalıntı Hata Kareler Toplamı
TKM	: Toplam Kuru Madde
TMA	: Toplam Monamerik Antosiyanin
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VEF	: Varyans Enflasyon Faktörü
VK	: Varyasyon Katsayısı
YYM	: Yanıt Yüzey Metodu

SEMBOLLER

a	: Ağırlık
°Bx	: Briks
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
h	: Hacim
J	: Joule
Kcal	: Kilokalori
Kg	: Kilogram
L	: Litre
mL	: Mililitre
mg	: Miligram
m	: Metre
mm	: Milimetre
M	: Molar
mM	: Milimolar
N	: Normalite
nm	: Nanometre
rpm	: Devir/dakika
s	: Saniye
W	: Watt
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
µM	: Mikromolar
%	: Yüzde



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Meyve-sebze işleme sanayii atıkları ve oranlarının bazıları.	6
Çizelge 2.2 : Türkiye’de 2007-2010 yılları arasında havuç üretimi miktarları.	15
Çizelge 2.3 : Türkiye’de 2013-2017 yılı havuç üretim miktarı.	15
Çizelge 2.4 : Türkiye’de 2009 ve 2010 yılında konsantreye işlenen siyah havuç miktarı.	16
Çizelge 3.1 : SÜ üretim parametreleri için Box-Bhenken YYM.	35
Çizelge 4.1 : SHP’nin fizikokimyasal bileşimi.	49
Çizelge 4.2 : SÜ üretiminin deneme deseni ve yanıtları.	60
Çizelge 4.3 : Genel kabul edilebilirlik değeri için bağımsız değişkenlerden elde edilecek matematiksel modellerin varyans analiz sonuçları.	61
Çizelge 4.4 : Farklı miktarlarda pektin, şeker ve sitrik asit kullanılarak üretilen SÜ’lerin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait istatistiksel varyans analiz sonuçları.	62
Çizelge 4.5 : Genel kabul edilebilirlik değeri için tanımlayıcı istatistiksel değerleri.	66
Çizelge 4.6 : Genel kabul edilebilirlik değeri için modelin katsayı tahmini ve VEF değeri.	67
Çizelge 4.7 : Sürülebilirlik değeri için bağımsız değişkenlerden elde edilecek matematiksel modellerin varyans analiz sonuçları.	71
Çizelge 4.8 : Farklı pektin, şeker ve sitrik asit kullanılarak gerçekleştirilen SÜ’lerin sürülebilirlik değerlerine ait istatistiksel varyans analiz sonuçları.	71
Çizelge 4.9 : Sürülebilirlik değeri için tanımlayıcı istatistiksel değerleri.	72
Çizelge 4.10 : Sürülebilirlik değeri için modelin katsayı tahmini ve VEF değeri.	73
Çizelge 4.11 : YYM ile belirlenen optimum noktalar.	78
Çizelge 4.12 : Yanıt yüzey metodu ile belirlenen optimum nokta.	81
Çizelge 4.13 : SHP’den SÜ üretimi ile elde edilen modelin doğrulanması.	82
Çizelge 4.14 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin TKM ve nem değerleri.	83
Çizelge 4.15 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin SÇKM değerleri.	83

Çizelge 4.16 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin pH ve titrasyon asitliği değerleri.	85
Çizelge 4.17 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin renk değerleri.	86
Çizelge 4.18 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin kül değerleri.	86
Çizelge 4.19 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin toplam ve invert değerleri.	87
Çizelge 4.20 : Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit standardının absorbens değerleri.	89
Çizelge 4.21 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların 517 nm'deki absorbens değerleri.	89
Çizelge 4.22 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların inhibisyon (%) değerleri.	90
Çizelge 4.23 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların 734 nm'deki absorbens değerleri.	91
Çizelge 4.24 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların inhibisyon (%) değerleri.	91
Çizelge 4.25 : Farklı konsantrasyonlardaki troloks standardının 734 nm'deki absorbens ve inhibisyon (%) değerleri.	92
Çizelge 4.26 : Ekstraktların 520 ve 700 nm'deki absorbens değerleri.	93
Çizelge 4.27 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin TFM, TAA ve TMA değerleri.	94
Çizelge 4.28 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin HMF değerleri.	95
Çizelge 4.29 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin mikrobiyoloji sonuçları.	96
Çizelge 4.30 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin genel kabul edilebilirlik sonuçları.	97
Çizelge 4.31 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin sürülebilirlik sonuçları.	97
Çizelge 4.32 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ'nün maliyet hesaplaması.	99

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ereğli siyah havucu.	13
Şekil 2.2 : YYM'nin akış şeması (Koç, 2015).....	27
Şekil 3.1 : Siyah havuç posası.	33
Şekil 3.2 : Sürülebilir ürün üretim düzeneği.	36
Şekil 3.3 : Sürülebilir ürün üretim akış şeması.....	37
Şekil 4.1 : Sürülebilir ürün görselleri (A) yaş siyah havuç posasından üretilen sürülebilir ürün, (B) kuru siyah havuç posasından üretilen sürülebilir ürün	51
Şekil 4.2 : Tahmin edilen ve gözlemlenen genel kabul edilebilirlik değerinin karşılaştırılması.....	68
Şekil 4.3 : Genel kabul edilebilirlik değeri etkinliği üzerine pektin, şeker ve sitrik asit miktarlarının etkisini gösteren yanıt yüzey grafiği. (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.....	69
Şekil 4.4 : Tahmin edilen ve gözlemlenen sürülebilirlik değerinin karşılaştırılması.	73
Şekil 4.5 : Sürülebilirlik değeri etkinliği üzerine pektin, şeker ve sitrik asit miktarlarının etkisinin yanıt yüzey grafiği (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.....	75
Şekil 4.6 : Optimum noktada istenilirlik fonksiyonu yaklaşımının yanıt yüzey grafiği (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.	79
Şekil 4.7 : Standart gallik asit grafiği.	89
Şekil 4.8 : DPPH için inhibisyon (%) grafikleri (A) kuru SHP ekstraktı, (B) SÜ ekstraktı, (C) kontrol ekstraktı.	90
Şekil 4.9 : ABTS için inhibisyon (%) grafiği (A) kuru SHP ekstraktı, (B) SÜ ekstraktı, (C) kontrol ekstraktı.....	92
Şekil 4.10 : Standart troloks grafiği.....	93



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SİYAH HAVUÇ POSASINDAN SÜRÜLEBİLİR ÜRÜN GELİŞTİRİLMESİ VE FORMÜLASYONUN OPTİMİZASYONU

Gizem ÇELİKDEMİR

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Evrim Burcu UNCÜ KİRTİŞ

Aralık, 2020, 130 sayfa

İyi bir antosiyanin kaynağı olan siyah havuç (*Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens* Alef.) meyve ve sebze suyu sanayiinde yoğun bir şekilde işlenmektedir. İşleme oranına paralel olarak siyah havuç posası (SHP) miktarında artış olduğu bildirilmektedir. Meyve suyu işleme sanayii yan ürünü olmasına rağmen, antosiyanin ve diğer biyoaktif bileşenlerce zengin bir kaynaktır. Ancak günümüzde halen hayvan yemi ve gübre olarak kullanılan SHP'nin, yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, meyve-sebze sanayii atığı (MSSA) olan SHP'den yüksek katma değerli sürülebilir nitelikte bir ürün geliştirmek ve formülasyonunu optimize etmektir. Sürülebilir ürün (SÜ), reçel/marmelat ve sos gibi ürünlerin üretimine benzer şekilde açık kazanda pişirme tekniğiyle üretilmiştir. Formülasyonun optimizasyonu yanıt yüzey metodu (YYM)'nin Box-Benken tasarımı (BBT)'ı kullanılarak yapılmıştır. Formülasyonda pektin (%0, %1, %2), şeker (%50, %55, %60) ve sitrik asit (%0,10, %0,55, %1,00) bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. En yüksek genel kabul edilebilirlik ve en uygun sürülebilirlik hedef değerleri olacak şekilde optimum formülasyon belirlenmiştir. YYM ile optimum formülasyonun (%1,43 pektin, %59,87 şeker ve %0,35 sitrik asit) tahmini genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik değerleri sırasıyla 33,88 ve 500,78 g.s olarak tespit edilmiştir. Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin bazı kalite özellikleri incelenmiştir. SÜ'nün, kontrol örneğine göre daha parlak kırmızı renkte olması nedeniyle tüketiciler açısından yüksek bir albeniye sahip olduğu belirlenmiştir. SÜ'nün kontrol örneğine göre toplam fenolik madde (TFM) ve 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) değerleri yakın iken 2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) ve toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriğinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. SHP'den üretilen SÜ, kontrol örneği ile eşdeğer kalitededir. Siyah havuç konsantresi üretiminde oluşan atığın değerlendirilmesiyle ürün çeşitliliğine ve ekonomiye katkı sağlanacağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık değerlendirme, genel kabul edilebilirlik, siyah havuç posası, sürülebilir ürün, sürülebilirlik, yanıt yüzey metodu.



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DEVELOPMENT OF A SPREADABLE PRODUCT FROM BLACK CARROT POMACE AND OPTIMIZATION OF FORMULATION

Gizem ÇELİKDEMİR

Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Evrim Burcu UNCU KİRTİŞ

December, 2020, 130 pages

Black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) which is a great source of anthocyanins have been extensively processing by the fruit and vegetable juice industry. In parallel with the processing rate, an increase is reported for the amount of black carrot pomace (BCP). Although BCP is a by-product of the juice industry, it is a rich source of anthocyanins and other bioactive ingredients. However, today it is important to convert BCP, which is still used only as animal feed and fertilizer, into high value-added products. The aim of this study is to develop a spreadable product with high added value from BCP, which is fruit and vegetable industrial waste (FVIW), and to optimize its formulation. Spreadable product (SP) is produced with the similar technique of cooking in an open cauldron such as jam/marmalade and sauce. The optimization of the formulation was conducted using the Box-Benken design (BBD) of the response surface method (RSM). In the formulation, pectin (%0, %1, %2), sugar (%50, %55, %60) and citric acid (%0.10, %0.55, %1.00) were selected as independent variables. The highest general acceptability and optimal spreadability values were selected as target values to obtain the optimum formulation. Estimated general acceptability and spreadability values of optimal formulation with RSM (%1.43 pectin, %59.87 sugar and %0.35 citric acid) were determined as 33.88 and 500.78 g.s, respectively. Some quality characteristics of SP and control sample produced in optimum formulation were examined. It was determined that SP has a high attractiveness for consumers as it's more bright-red color than control sample. Compared to the control sample, total phenolic matter (TFM) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) values of SP were close, while 2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) and total monomeric anthocyanin (TMA) contents were lower. SP produced from BCP is of equivalent quality with the control sample. It is predicted that the evaluation of waste generated in the production of black carrot concentrate will contribute to product range and economy.

Keywords: Waste evaluation, general acceptability, black carrot pomace, spreadable product, spreadability, response surface method.



1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun, her yıl hızlı artışıyla beraber gıdaya olan talebin de arttığı belirtilmektedir. Bununla birlikte hızlı şehirleşme ve etkili olmayan atık yönetim stratejileri gıda atık maddelerinin artmasına yol açmakta olup değerlendirilmesine yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır (Ravindran ve Jaiswal, 2016). Bu atıkların birçoğu herhangi bir enerjiye dönüştürülmeden yakılarak yok edilmekte ve büyük bir kısmı da çevre kirliliğine yol açmaktadır. Atıkların etkili bir şekilde değerlendirilmemesi, daha düşük teknolojiler ile işlenerek gübre, yem gibi katma değeri az olan ürünlerin üretimi için kullanılması ülke ekonomisine zarar vermektedir. Bu sebeplerle atıkların değerlendirilerek yeni ürünlere dönüştürülmesi ile çevre kirliliği ve ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği öngörülmektedir (Yağcı ve diğerleri, 2006). Gıda sanayii atıkları hayvansal ve bitkisel atıklar olmak üzere ikiye ayrılmakla birlikte meyve ve sebze işleme sanayii atıkları (MSİSA)'nın en fazla olduğu belirtilmektedir. (Ravindran ve Jaiswal, 2016; Sagar ve diğerleri, 2018). Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü (FAO)'ne göre meyve ve sebzelerdeki kayıpların ve atıkların tüm gıda türleri arasında en yüksek düzeyde olduğu ve %60'a kadar ulaşabileceği bildirilmektedir (Sagar ve diğerleri, 2018). Kaynakların etkin kullanımı için çeşitli tedbirlerin alınmasına rağmen hala yüksek düzeyde gıda atık maddesi oluşmaktadır (Ağçam ve Akyıldız, 2015). MSİSA; fenolikler, karotenoidler, vitaminler, diyet lifleri, yağlar ve enzimler gibi potansiyel olarak değerli biyoaktif bileşenleri içeren tohum, kabuk ve posadan oluşmaktadır (Nawirska ve Kwaśniewska, 2005; Goñi ve Hervert Hernández, 2011; Deng ve diğerleri, 2012; Wadhwa ve diğerleri, 2015; Sagar ve diğerleri, 2018). Yapısında biyoaktif bileşikler bulunduran bu atık maddelerinin ilaç üretiminde ve gıda endüstrisi alanında kullanımlarının yüksek potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Ayrıca yapısındaki bileşenlerden dolayı, antikansorejen, antioksidan, antibakteriyel, antiinflamatuvar ve antiviral özellikler taşıdığı rapor edilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015; Sagar ve diğerleri, 2018). Bu atıkların gıda zenginleştirici unsurlar olarak kullanımının üreticilere ekonomik yarar sağlamasının yanı sıra tüketicilerin sağlığı üzerine olumlu etkileri olması açısından da önem taşımaktadır (Bilen, 2015).

MSİSA'nın bünyesinde bulundurduğu bu özelliklerden dolayı değerlendirilmesine yönelik çalışmalar kaçınılmaz bir durum haline gelmektedir. Ereğli bölgesinde yetiştirilen siyah havucun bileşiminde önemli düzeyde antosiyaninlerin olmasından dolayı meyve-sebze suyu işleme sektörünün dikkatini çekmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (Anonim, 2018b) ve Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED) (Akdağ, 2011) verilerine bakıldığında, siyah havuç üretimi ve sektördeki konsantreye işleme hacminin dünya genelinde artan talebe bağlı olarak daha da artacağı düşünülmektedir. Buna paralel olarak meyve suyu sanayii atığı (MSSA) olan siyah havuç posası (SHP) miktarının da artacağı öngörülmektedir. SHP'nin başta antosiyaninler olmak üzere oldukça önemli düzeyde biyoaktif bileşenleri içerdiği bildirilmektedir. İçeriğindeki besin kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi için çevre koruma politikaları doğrultusunda katma değeri yüksek atık değerlendirme yollarının araştırılması gündeme gelmektedir. Bu nedenle oluşacak bu posanın katma değeri daha yüksek ürünlere dönüşümü için gerekli tedbirlerin alınması kaçınılmaz olacaktır. Ancak günümüzde siyah havuç işlenmesi ile ortaya çıkan SHP halen sadece hayvan yemi ve gübre gibi düşük katma değerli ürünlere dönüşümünde kullanılmaktadır (Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yeşilören Akal, 2019). Bunun yanı sıra gıda atığı olan posanın yüksek katma değerli ve dayanıklı ürünlerden biri olan reçele işlenebileceği de bildirilmektedir (Belović ve diğerleri, 2017).

Taze meyve ve sebzelerin bileşimlerinde fazla miktarda su ve insan beslenmesinde önemli olan çeşitli vitamin, mineral, fenolik madde, lif, karbonhidrat, azotlu bileşikleri içermesinden dolayı her türden mikroorganizma açısından uygun ortam oluşturduğu için normal koşullarda uzun süre dayanıklılığı az olan ürünlerdir (Esin, 2011; Güzel, 2011; Benzer Gürel, 2016). Bu sebeple meyve ve sebzeler, çeşitli yöntemlerle işlenerek daha dayanıklı hale getirilmektedir. Böylece istenildiği zaman tüketime hazır hale dönüştürülmektedir (Esin, 2011). Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biri de meyve ve sebzelerin şeker ilavesiyle daha dayanıklı reçel/marmelat ve benzeri ürünlere (jöle) işlenmesidir (Esin, 2011; Benzer Gürel, 2016). Reçel/marmelat formülasyonuna kristal şeker, invert şeker şurubu, pektin, C vitamini, sitrik asit, malik asit ve tartarik asitinin katkı maddesi olarak kullanımına izin verildiği bilinmektedir (Emrem, 2008). Reçel/marmelat ve benzeri ürünlerin üretiminde optimum

formülasyonunun belirlenmesi için birden fazla bağımsız değişkenin incelenmesi gerekmektedir.

Birden fazla bağımsız değişkenin etkisinin aynı anda incelenmesinin güç olduğu bildirilmektedir. Ancak yanıt yüzey metodu (YYM) bu sorunların üstesinden gelmektedir. YYM; bağımsız değişkenlerin işlem yanıtlarına etkisini modellemede kullanılan ve optimizasyonu içeren istatistiksel bir tekniktir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Özdikicierler ve diğerleri, 2016).

Bu çalışmanın amacı meyve suyu sanayii atığı olan siyah havuç posasından katma değeri yüksek sürülebilir nitelikte yeni bir ürün geliştirmek ve formülasyonunu yanıt yüzey metodu ile optimize etmektir.





2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Meyve/Sebze İşleme Sanayii Atıkları ve Değerlendirilmesi

Dünya nüfusunun, her yıl hızlı artışıyla beraber gıdaya olan talep de artmıştır. Hızlı şehirleşme ve etkili olmayan atık yönetim stratejileri gıda atık maddelerinin artmasına yol açmaktadır. Bu sebeple gıda atık maddelerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır (Ravindran ve Jaiswal, 2016). Bu atıkların birçoğu herhangi bir enerjiye dönüştürülmeden yakılarak yok edilmekte ve büyük bir kısmı da çevre kirliliğine yol açmaktadır. Atıkların etkili bir şekilde değerlendirilmemesi, daha düşük teknolojiler ile işlenerek gübre, yem gibi katma değeri az olan ürünlerin üretimi için kullanılması ülke ekonomisine zarar vermektedir. Bu sebeplerle atıkların değerlendirilerek yeni ürünlere dönüştürülmesi; çevre kirliliği ve ülke ekonomisine katkı sağlayacağı belirtilmektedir (Yağcı ve diğerleri, 2006). Gıda sanayii atıkları hayvansal ve bitkisel atıklar olmak üzere iki kola ayrılmakla birlikte en fazla atık oluşturan bitkisel atıklar grubundan MSİSA'nın olduğu bildirilmektedir. (Ravindran ve Jaiswal, 2016; Sagar ve diğerleri, 2018). FAO, meyve-sebzelerdeki kayıpların ve/veya atıkların tüm gıda türleri arasında en yüksek düzeyde olduğunu ve %60'a kadar ulaşabileceğini bildirmektedir (Sagar ve diğerleri, 2018). Dünya genelindeki sınırlı tarımsal kaynakların etkili kullanımının önemi anlaşılarak, dikkatler bu tarımsal kaynakları işleyen gıda sanayiine çevrilmektedir. Kaynakların etkin kullanımı için çeşitli tedbirlerin alınmasına rağmen hala yüksek düzeyde gıda atık maddesi oluşmaktadır (Ağçam ve Akyıldız, 2015). MSİSA ve oranlarının bazıları Çizelge 2.1'de verilmektedir. MSİSA; fenolikler, karotenoidler, vitaminler, diyet lifleri, yağlar ve enzimler gibi potansiyel olarak değerli biyoaktif bileşenleri içeren tohum, kabuk ve posadan oluşmaktadır (Nawirska ve Kwaśniewska, 2005; Goñi ve Hervert Hernández, 2011; Deng ve diğerleri, 2012; Wadhwa ve diğerleri, 2015; Sagar ve diğerleri, 2018). Yapısında biyoaktif bileşikler bulunduran bu atık maddelerinin ilaç üretiminde ve gıda endüstrisi alanında kullanımlarının yüksek potansiyele sahip olduğu bildirilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Ayrıca yapısındaki bileşenlerden dolayı, antikansorejen, antioksidan, antibakteriyel, antiinflamatuvar ve antiviral özellikler

taşıdığı rapor edilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015; Sagar ve diğerleri, 2018). Bu atıkların gıda zenginleştirici unsurlar olarak kullanımının üreticilere ekonomik yarar sağlamasının yanı sıra daha önemlisi, tüketicilerin sağlığı üzerine olumlu etkileri olması açısından önem taşımaktadır (Bilen, 2015). Bünyesinde bulundurduğu bu özellikler MSİSA'nın değerlendirilmesini kaçınılmaz bir durum haline getirmektedir.

Çizelge 2.1 : Meyve-sebze işleme sanayii atıkları ve oranlarının bazıları.

Meyve/Sebze Adı	Atık Kısım	Atık Oranı	Kaynaklar
Muz	kabuk	%30	
Havuç	posa	%30-40	
Guava	kabuk, tohum	%10-15	Schieber ve diğerleri, 2001
Çarkıfelek	kabuk, tohum	>%75	
Patates	kabuk	%15-40	
Enginar	dış yaprak, çiçek yaprak ve sapları	%60	Llorach ve diğerleri, 2002
Portakal	kabuk	%66	Li ve diğerleri, 2006
Narenciye	kabuk	%40-65	Deveci, 2008
Elma	posa, tahum	%11	
Mandalina	Kabuk	%16	Ayala-Zavala ve diğerleri, 2010
Mango	tohum, kabuk ve posa	%42-45	Ayala-Zavala ve diğerleri, 2010; Mitra ve diğerleri, 2013
Papaya	tohum, kabuk ve posa	%47	Ayala-Zavala ve diğerleri, 2010
Ananas	tohum, kabuk, bitkinin üst kısmı ve posa	%33-52	Ayala-Zavala ve diğerleri, 2010; Ketnawa ve diğerleri, 2011
Ejder Meyvesi	kabuk, tohum	%30-45	Cheok ve diğerleri, 2018

Yapılan çalışmalarda pek çok meyve ve sebze atıkları; organik asit ve minerallerin, enzimlerin, uçucu yağların, pigmentler ve renklendiricilerin, biyo-etanol/metanol, biyo-yakıt, biyo-pestisit, biyo-bozunur plastik, biyo-gübreler, biyo-koruyucular, diyet lifleri, kompost ve fermente yenilebilir ürünlerin üretimi için hammadde olarak

kullanılmaktadır (Wadhwa ve Bakshi, 2013; Wadhwa ve diğerleri, 2015). Bunun yanı sıra son yıllarda meyve ve sebze atıklarından yeni özütleme yöntemleri ile pektin, glikozit, antosiyanin ve birçok biyoaktif bileşiğin elde edilmesi (Hartati ve Subekti, 2015; Sepúlveda ve diğerleri, 2018; Yanık, 2019), lifçe zengin olan bu atıkların çeşitli gıdalara ilave edilmesi (Purma, 2006; Erdoğan, 2010; Güler, 2011; Olaitan ve diğerleri, 2017; Baltacıoğlu ve diğerleri, 2019), bu atıklardan reçel, sos ve şekerleme gibi ürünlerin üretilmesi (Souad ve diğerleri, 2012; Yadla ve diğerleri, 2013; Hussein ve diğerleri, 2015; Torbica ve diğerleri, 2016; Belović ve diğerleri, 2017; Sicari ve diğerleri, 2018) gibi çalışmalar dikkat çekmektedir.

El-Adawy ve Taha (2001) yaptıkları çalışmada kabak, karpuz, kırmızı biber çekirdeklerinden yağ ve un elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bunların fonksiyonel özellikleri, kimyasal bileşimi ve beslenme kalitesini incelemişlerdir. Elde edilen yağların, diğer yenilebilir yağlara alternatif olduğunu raporlamışlardır. Çekirdek unlarının ise fırın ürünleri ve öğütülmüş et formülasyonlarına eklenebileceğini belirtmişlerdir.

Nawirska ve Kwaśniewska (2005), meyve ve sebze atıklarının (siyah frenk üzümü, elma, armut, kuş kirazı, vişne ve havuç posası) içerdikleri diyet lifi fraksiyonlarını incelemişlerdir. Posalardaki pektin içeriğinin düşük olduğunu bildirmektedirler. Lignin içeriğinin ise siyah frenk üzümü ve vişne posasında çok yüksek miktarlarda iken armut, elma, kuş kirazı ve havuç posasında ise nispeten yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Purma (2006) yaptığı çalışmada sosis üretiminde %5, 10 ve 15 oranlarında kurutulmuş kayısı posası (%9 nem) kullanımının, sosislerin teknolojik ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Sosis formülasyonuna ilave edilen kayısı posalarından sadece %15 oranında eklenen örnekte emülsiyondan ayrılan jel ve yağ miktarında önemli düzeyde artışın olduğunu belirtmiştir. %10 ve 15 oranında kayısı posası ilave edilen örneklerin işlem verimlerinin önemli düzeyde arttığını bildirmiştir. Formülasyona eklenen posa miktarının kademeli olarak artırılmasıyla sosis örneklerinin; pH, su tutma kapasitesi, elastikiyet, sertlik ve batma direnci değerlerinde azalma olduğunu belirtmektedir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre %5'e kadar kayısı posası ilavesinin sosislerde kabul edilebilir düzeyde olduğunu bildirmiştir.

Erdoğan (2010) ekmek yapımında katkı maddesi olarak kuru elma posasının kullanım olanakları araştırmıştır. Elma posasını %5, 10 ve 15 oranlarında buğday unu ile paçal

ederek ekmek denemeleri yapıldığını bildirmektedir. StarkSpur, Golden Delicious ve Starkrimson Delicious elma çeşitlerinde toplam fenolik madde (TFM) ve toplam antioksidan aktivite (TAA)'nin elma eti, suyu ve posasına göre kabuklarında daha fazla olduğunu belirtmiştir. Elma posasının kurutulmasının fenolik bileşikler üzerine olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Elma posasının ham lif miktarının, kabuk ve etine göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Kuru elma posasının ekmek yapımında katkı maddesi olarak kullanım imkanının olduğunu ve ekmekteki lif oranını artırdığını, %5 elma posası katkılı ekmeğin duyuşal olarak genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu belirtmiştir.

Goni ve Hervert Hernández (2011) yaptıkları çalışmada bitkisel gıdalardan özellikle meyve-sebzelerin diyet lifi ve diğer fitokimyasal bileşikleri daha yüksek miktarda içerdiğini bildirmektedirler. Ayrıca meyve ve sebze yan ürünlerinin de diyet lif ve antioksidan kaynağı olduğunu vurgulamışlardır.

Güler (2011) yaptığı çalışmada üzüm posasının fonksiyonel katkı maddesi olarak ekstrüde atıştırmalık cips üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Formülasyondaki üzüm posası miktarının artmasıyla yeni geliştirilen fonksiyonel ekstrüde ürünün TFM ve TAA içeriğinin de arttığını bildirmiştir. Yeni atıştırmalık ekstrüde ürün olarak geliştirilen fonksiyonel cipslerin üzüm posası ilavesi ile kalite parametrelerinin zenginleştirilebileceğini belirtmiştir.

Deng ve diğerleri (2012) 50 adet meyve atığının (kabuk ve çekirdek) lipofilik-hidrofilik bileşenlerinin TAA ve TFM içeriğini değerlendirmişlerdir. Çeşitli meyve atıklarındaki TFM ile TAA arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, bu atıklarda kateşin, siyanidin-3-glukozid, epikateşin, galangin, gallik asit, homojenik asit, kaempferol ve klorojenik asitin yaygın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Atık çekirdeklerde TAA ve TFM miktarının kabuğa göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İçerdikleri biyoaktif bileşikler nedeniyle, meyve atıklarının gıda/ilaç endüstrisinde kullanılmak üzere ucuz ve uygun kaynaklar olabileceğini vurgulamışlardır.

Souad ve diğerleri (2012) karpuz kabuğu atığından reçel üretimi gerçekleştirmişlerdir. Reçel üretiminde karpuz kabuğu ve çeşitli aromaların (vanilya, ananas, çilek, limon aromalı ve aromasız) kullanıldığını bildirmişlerdir. Üretimde formülasyona giren meyve:şeker oranlarını 20-80:80-20 g/g aralığında belirlemişlerdir. 50:50 g/g meyve:şeker oranı kullanılarak üretilen reçelin en iyisi olarak seçildiğini

bildirmişlerdir. Üç aylık depolama süresince tüm reçel örneklerinde askorbik asit miktarı, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve pH değerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Yadla ve diğerleri (2013) yaptıkları çalışmada karpuz kabuklu sürülebilir nitelikte meyve ürünü üretiminde; karpuz kabuğu, elma, şeker ve baharat karışımının (Hindistan cevizi, karanfil ve tarçın) kullanıldığını belirtmişlerdir. Sürülebilir meyve ürünü üretiminde 25-100:75-0 g/g karpuz kabuğu:elma oranları kullanılarak optimizasyon yaptıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda 100:0 g/g karpuz kabuğu:elma oranında hazırlanan sürülebilir meyve ürününün, kontrol örneği olan sürülebilir elma ürünü ile kıyaslandığında yüksek oranda genel kabul edilebilirlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Meyvelerin kullanılamayan kısımlarının değerlendirilmesiyle ekonomiye katkı sağlanabileceğini raporlamışlardır.

Hartati ve Subekti (2015) karpuz kabuğundan pektinin elde edilmesinde mikrodalga destekli ekstraksiyon koşullarını optimize etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, değişkenlerin sülfirik asit konsantrasyonu (0,25-1,5 M), ekstraksiyon süresi (5-25 dk), katı:sıvı oranı (1:6-1:14 a/h) ve mikrodalga gücü (39,9, 119,7 ve 199,5 W) olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek ekstraksiyon verimi olan %11,25 değerine; 15 dk ekstraksiyon süresi, 0,5 M sülfirik asit konsantrasyonu ve 1:8 a/h katı:sıvı oranındaki ekstraksiyon koşullarında ulaşıldığını belirtmişlerdir. Karpuz kabuğundan pektin eldesi için mikrodalga gücü düştükçe ekstraksiyon veriminin arttığını bildirmişlerdir.

Hussein ve diğerleri (2015) yaptıkları çalışmada meyve ve sebze atıklarından (havuç, muz, mandalin kabuğu ve elma posası) ürettikleri reçel örneklerinin kalitesini belirlemek için TFM, TAA ve toplam flavonoid içeriğindeki değişimi incelemişlerdir. TAA tayininde DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve β -karoten yöntemlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Mandalin ve muz kabuğundan üretilen reçellerin diğerlerine kıyasla daha yüksek ham lif (%12,16 ve 5,25) ve C vitamini (%68 ve 16,6) içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Muz kabuğundan üretilen reçelin magnezyum, potasyum, kalsiyum ve demir içeriği açısından daha zengin olduğunu, fosfor içeriği bakımından ise elma posasından üretilen reçelin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Havuç kabuğundan üretilen reçelin en yüksek TFM (87,4 mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE)/100g), TAA (radikalin %50'sini inhibe eden ekstrakt

konsantrasyonu (EC_{50}):1,80 $\mu\text{g/mL}$, EC_{50} :1,62 $\mu\text{g/mL}$) ve toplam flavonoid (35,9 mg kateşin eşdeğeri/100g) içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Torbica ve diğerleri (2016) domates posasından katma değeri yüksek olan ketçap üretimi için taze domates posasını, su, şeker, tuz, sirke, glukoz şurubu, ksantan ve guar gam ile 30°C’de pişirildiğini bildirmişlerdir. Doğal lif içeriği artırılmış domates posası ketçabının lif içeriğini 3,18 g/100g olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen ürünün standart domates ketçabı özelliklerinin sınırları içinde kaldığını ve taze/az işlenmiş domates ketçaplarına benzer duyuşal özelliklere sahip olduğunu belirtmektedirler.

Belović ve diğerleri (2017) domates posası kullanarak düşük kalorili (87,1-193,7 kcal/100g), yüksek lif içerikli reçel üretildiğini ve reçel örneklerinin ticari reçellere göre 15-20 kat daha fazla diyet lifi içerdiğini bildirmişlerdir.

Olaitan ve diğerleri (2017) karpuz (*Citrulluslantis*) kabuğu ununun buğday bazlı bisküvilere eklenmesiyle bisküvi kalitesinde gerçekleşen değişimlerin incelendiğini bildirmektedirler. Karpuz kabuğu ununun %0, 2,5, 5 ve 7,5 oranlarında buğday unu ile karıştırılarak bisküvi üretiminin gerçekleştirildiğini belirtmektedirler. Bisküvilere karpuz kabuğu ununun eklenmesiyle; su tutma kapasitesi, köpürme kapasitesi, çözünürlük ve şişme indeksi değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Karpuz kabuğu ununun gıda formülasyonlarında fonksiyonel bir katkı olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Bisküvilere katılan karpuz kabuğu ununun artırılmasıyla nem, protein, ham lif, kül ve yağ içeriklerinde artış olurken karbonhidrat ve toplam kuru madde (TKM) içeriğinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca karpuz kabuğu ununun artan düzeylerde kullanımı ile demir, magnezyum, potasyum, fosfor, kalsiyum, A, B₁, B₂ ve C vitaminlerinde önemli bir artış olduğunu bildirmektedirler. %2,5 oranında karpuz ununun bisküviye eklenmesi ile en yüksek genel kabul edilebilirliğe ulaşıldığını raporlamışlardır.

Sicari ve diğerleri (2018) yaptıkları çalışmada marmelat üretiminde jelleştirici madde olarak portakal kabuğu kullanımı ile farklı sıcaklıklarda depolanmasıyla TAA ve hidroksimetilfurfural (HMF) değerlerindeki değişimi incelemişlerdir. Elde edilen marmelatların 150 gün boyunca 20 ve 35°C sıcaklıkta depolanması sırasında biyoaktif bileşikler, antioksidanlar, toplam fenoller ve antosiyaninler ile ilişkili olarak HMF oluşumunun görüldüğünü bildirmektedirler. Elde edilen ürünlerin TFM miktarı 110,09-157,32 mg/100g iken kontrollerin ise 73,65-147,67 mg/100g aralığında

bulunduğunu belirtmişlerdir. Başlangıçtaki HMF içeriği; kontrol marmelatı için 0,09 mg/100g iken elde edilen marmelatda ise 0,16 mg/100g olduğunu bildirmektedirler. Depolama sıcaklığı olarak 35°C'ye göre 20°C'de saklanan numunelerin analitik özelliklerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Baltacıoğlu ve diğerleri (2019) yaptıkları çalışmada atık fermente havuç tozu (AFHT)'nin bisküvi formülasyonuna %10, 20 ve 30 oranlarında ilave edilmesi sonucunda yeni ve fonksiyonel bir ürün elde edildiğini bildirmektedirler. AFHT ilave edilmeyen bisküvilerin, kontrol grubu olarak alındığını belirtmektedirler. AFHT ilavesinin bisküvilerdeki renk, su aktivitesi, nem, kül, askorbik asit, TFM, TAA ve tekstürel özelliklerine etkisini belirlemişlerdir. AFHT'ye ait askorbik asit, TFM ve TAA değerlerinin sırasıyla 1032,75 mg askorbik asit/1000g, 4254,92 mg GAE/kg kuru madde (KM) ve %43,30 inhibisyon olduğunu bildirmişlerdir. AFHT ilavesi olan bisküvilerin kontrol örneğine göre L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerinin arttığını bildirmektedirler. AFHT oranı artırıldıkça bisküvilerin su aktivitesi ve kül değerlerinde yükselme olduğunu raporlamışlardır. %30 oranında AFHT ilave edilmiş bisküvilerin askorbik asit, TFM ve TAA (DPPH) değerleri kontrol grubuna göre sırasıyla 4,89, 7,22 ve 4,04 kat artış gösterdiğini vurgulamaktadırlar. %20 oranında AFHT ilaveli bisküvilerde tekstür değerlerinden kuvvetin 6494,09 g olduğunu ve bisküvilerin tekstürel özelliklerini de iyileştirdiğini belirtmektedirler. %10 oranında AFHT ilave edilmiş bisküvilerin yüksek genel kabul edilebilirlik gösterdiğini raporlamaktadırlar.

Yanık (2019) yaptığı çalışmada nar/siyah havuç posalarından biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyon koşullarını optimize etmiş ve ön işlem olarak karbonik maserasyon uygulamasının yanıtlar üzerindeki etkisini incelemiştir. Nar posasındaki optimum koşullar; 3 bar, 25°C ve 25 saat 20 dk iken siyah havuç posasında ise 3 bar, 40°C ve 16 saat olduğunu belirtmişlerdir. Karbonik maserasyon ön işleminin ise ekstraksiyon süresini kısalttığını ve posaların TFM, TAA, toplam monomerik antosiyanin (TMA) ve toplam flavonoid değerlerinin kontrol gruplarına kıyasla arttırdığını tespit etmişlerdir. Sadece nar posasında kontrol gruplarına kıyasla TMA miktarında azalmanın olduğunu bildirmiştir.

2.2. Siyah Havuç ve Posası

Havuç, iğ ya da pişirilerek tüketilebilen yüksek besin değeriine sahip iki yıllık en önemli köksü sebze bitkilerden biridir. (Dereli, 2010; Tatoğlu, 2014; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Tavlaşoğlu, 2016). Havucun, *Apiaceae* (Eski adı: *Umbelliferae*) familyasına ait olduğu bilinmektedir (Dereli, 2010; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yanık, 2019; Yeşilören Akal, 2019). *Daucus* cinsine giren 22 türden biri olan havuç (*Daucus carota* L.), kültüre alınmış ve üretimi yapılan bir sebzedir. *Daucus carota*'nın tahmini olarak 13 alt türünün tanımlanmış olduğu ve bu alt türlerden birinin kültür havucu, diğeri on ikisinin ise kullanılabılır bir kök yapısına sahip olmayan yabani formda olduğu bildirilmektedir (Kiracı, 2013).

Botanik sınıflandırmaya göre kültür havuçları, Batı/karotenoid (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *sativus*) ve doğu/antosiyenin (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) grubu olarak ikiye ayrılmaktadır (Dereli, 2010; Kiracı, 2013; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Tavlaşoğlu, 2016). Batı/karotenoid havuçları turuncu, sarı, kırmızı veya beyaz kök renkli, yaprakları az tüylü ve uzun süreli düşük sıcaklığa maruz bırakılmadıkları takdirde çiçeklenmeye daha az eğilim göstermektedir. Doğu/antosiyenin havuçları ise antosiyenin içeren kırmızımtırak mor veya sarı kök renklerine sahip, tüylü yapraklı ve erken çiçeklenmeye eğilimli olduğu bilinmektedir (Kiracı, 2013). Turuncu havuçlar, batı/karotenoid grubuna girmekte olup daha çok batıda ve dünya genelinde yetiştirilmektedir. Siyah havuç ise doğu/antosiyenin grubuna girmekte olup Türkiye, Afganistan, Mısır, Pakistan, Hindistan ve Uzak Doğu gibi ölkelerde geleneksel olarak yetiştiiği bilinmektedir (Dereli, 2010; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yanık, 2019). Siyah havuç eşitleri Avrupa'da 12. yüzyıla kadar yetiştirilmemesine rağmen, Orta Asya'da en az 3000 yıldır yetiştirilmekte ve tüketimi Batı Avrupa'da giderek artmaktadır. 2006 yılında dünya çapında havuç üretim miktarının 24 milyon ton olduğu belirtilmektedir (Tavlaşoğlu, 2016; Yeşilören Akal, 2019). FAO 2018 yılı verilerine göre ise dünya çapında havuç üretim miktarının 58 milyon ton olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2018a).

Siyah havuç, Türkiye'nin bazı bölgelerinde yıl boyunca yetiştirilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Adana, Aydın (Kuşadası) ve Mersin (Anamur) illerinde kısmen yetiştirilmekte olup en önemli üretim bölgesinin İç Anadolu bölgesi olduğu belirtilmektedir. Konya ilinin Ereğli ilçesi ise siyah havucun en önemli üretim yeridir (Dereli, 2010; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yeşilören Akal, 2019). Ereğli ilçesinde

Ülkemiz için önemli olan Ereğli Siyah havuç çeşidi yoğun olarak yetiştirilmektedir (Şekil 2.1). Bu çeşidin içinde farklı genotipler içeren bir popülasyon olduğu düşünülmektedir. Yıllara göre fiyat farklılığı Ereğli Siyah havucunun üretim miktarını değiştirilmektedir (Ozgen ve Sekerci, 2013). Antosiyanince zengin bir besin olan siyah havuç; az ışık, yüksek rutubet ve nispeten düşük sıcaklık şartlarında oldukça iyi gelişim göstermektedir. Optimum gelişimi için yeterli sıcaklığın 15-21°C arasında olması gerektiği bilinmektedir (Kiracı, 2013; Tatoğlu, 2014). İlkbahar ortasında ekimi yapılıp, sonbahar aylarında hasadı gerçekleştirilmektedir. Yaz aylarında soğuk hava depolarında muhafaza edilebildiklerinden dolayı yıl boyu siyah havucun tedariği yapılabilir (Ozgen ve Sekerci, 2013).



Şekil 2.1 : Ereğli siyah havucu.

Siyah havuçta yaklaşık olarak %5,12-6,45 aralığında şeker bulunduğu belirtilmektedir. Türkiye’de yetiştirilen siyah havuçlarda tespit edilen sakkaroz, glukoz ve fruktoz miktarlarının sırasıyla; %1,20-3,31, %1,10-5,60 ve %1,0-4,36 aralığında olduğu bildirilmektedir. TKM ve protein içeriğinin ise sırasıyla %14,23-15,96 ve %0,7-1,38 aralığında değişim gösterdiği belirtilmektedir. Öte yandan, mineral maddelerden demir (4-5 mg/kg), potasyum (179-222 mg/kg), fosfor (252-310 mg/kg), kalsiyum (478-650 mg/kg) ve sodyum (298-447 mg/kg) bulunmaktadır. Bununla beraber, havuçların bileşiminin; çeşit, yetiştirme koşulları ve iklime göre değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Yanık, 2019). Siyah havucun, şalgam suyu ve konserve sanayiinde kullanımının haricinde taze tüketimi de mevcuttur (Ozgen ve Sekerci, 2013). Aynı zamanda yüksek TMA içeriğine sahip olması, asidik pH’larda mkemmekel düzeyde parlak ilek kırmızısı renk vermesi ve antosiyaninlerinin yüksek ısı, ışık ve pH

stabilitelelerinden dolayı havuç suyu ve konsantresi; şalgam, süt, dondurma, jöle, şekerleme, reçel-marmelat, pasta, alkollü içkiler, konserve vb. gıda işleme kollarında da doğal gıda renklendiricisi olarak kullanılmaktadır (Dereli, 2010; Ozgen ve Sekerci, 2013; Ağçam ve Akyıldız, 2015; Tavlaşoğlu, 2016; Yanık, 2019). Siyah havuç, TAA içeriğinin yüksek olmasından dolayı kozmetik sektöründe de ilgi görmektedir (Ozgen ve Sekerci, 2013).

Ereğli bölgesinde yetiştirilen siyah havucun bileşiminde önemli düzeyde antosiyanin içermektedir. Bu nedenle meyve-sebze suyu işleme sektörünün dikkatini çekmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015). Ereğli ilçesinde, üretimi 1940 yılında başlayan siyah havuç, iç piyasada çoğunlukla şalgam suyu ve siyah havuç suyu konsantresi üretiminde kullanılmaktadır. Ancak üretimin yarısından fazlası ise taze olarak; başta İtalya, Danimarka, Fransa, Almanya, Güney Kore, Japonya gibi Avrupa ve Uzak Doğu ülkeleri olmak üzere çeşitli ülkelere ihraç edilmektedir (Dereli, 2010; Yeşilören Akal, 2019). Ereğli’de siyah havuç ekilen arazi; 2007 yılında 8 bin dekar, 2008 yılında 25 bin dekara çıktığı belirtilmektedir. Son yıllarda siyah havuca talebin artmasıyla siyah havuç üretiminin önceki yıllara oranla büyük artış gösterdiği ve yıllık 80 bin tonun üzerine çıktığı belirtilmiştir. Siyah havuç üretiminin hububat üretimine göre daha kolay ve karlı olması nedeniyle, Ereğli’de üretimin giderek arttığı da ifade edilmektedir (Dereli, 2010). İl ve ilçe tarım ve orman müdürlüklerinden alınan bilgilere göre, Konya Ereğli’de her yıl mor havuç üretim alanının yaklaşık olarak 20-25 bin dekar civarında olduğu, üretimin ise 85-100 bin ton arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir. 2017 yılında ise yaklaşık olarak 17-18 bin dekar civarında bir alanın ekildiği belirtilmektedir (Lökoğlu, 2019).

Türkiye’de 2007-2010 yılları arasında üretilen turuncu ve siyah havuç miktarı Çizelge 2.2’de verilmiştir. Çizelge 2.2’de 2007-2010 yılları verilerine bakılarak üretilen toplam havucun yaklaşık %9’unun siyah havuçtan oluştuğu bildirilmektedir (Yeşilören Akal, 2019).

Çizelge 2.2 : Türkiye’de 2007-2010 yılları arasında havuç üretimi miktarları.

Yıl	Toplam Havuç Üretimi (bin ton)	Turuncu Havuç Üretimi (bin ton)	Siyah Havuç Üretimi (bin ton)
2007	642	544	98
2008	592	549	42
2009	594	566	28
2010	533	487	46
Toplam	2.360	2.146	214

TÜİK 2018 yılı verilerine göre 2013 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de üretilen havuç miktarı Çizelge 2.3’te verilmiştir (Anonim, 2018b). Ancak bu miktarın ne kadarının siyah havuç olduğuna dair bir veriye ulaşılmamıştır. 2007-2010 yılları arasındaki ortalama siyah havuç üretim yüzdesinden yola çıkılarak 2018 yılında 643 bin ton olan havuç üretiminin, tahmini 58 bin ton’unun siyah havuç olabileceğini bildirilmektedir (Yeşilören Akal, 2019). Çizelge 2.3 rakamlarına göre 2013 yılı havuç üretimi verilerine kıyasla 2018 yılında üretimde yaklaşık %13’lük bir artışın olduğunu görülmektedir.

Çizelge 2.3 : Türkiye’de 2013-2017 yılı havuç üretim miktarı.

Yıl	Toplam Havuç Üretimi (bin ton)	Tahmini Siyah Havuç Üretimi (bin ton)
2013	570	51
2014	558	50
2015	535	48
2016	555	50
2017	570	51
2018	643	58

Son yıllarda mor havucun önemli bir kısmı meyve suyu konsantresi üretiminde kullanılmaktadır (Lökoğlu, 2019). Ülkemiz meyve suyu sanayiinde işlenen meyvelerin arasında siyah havucun önemi gün geçtikçe arttığı belirtilmektedir (Yeşilören Akal, 2019). MEYED sektör raporlarına göre Çizelge 2.4’te görüldüğü gibi ülkemizde konsantreye işlenen siyah havuç miktarına ilişkin olarak yalnızca 2009 ve 2010 yılına ait veriler bulunmaktadır (Akdağ, 2011). Ereğli’deki Erkon konsantre fabrikası yetkililerinden alınan bilgilere göre fabrikada yıllık yaklaşık olarak 100 bin ton civarında siyah havuç işlendiği, bunun yaklaşık 30 bin tonunun şalgam suyu

üretiminde, 70 bin tonunun ise meyve suyu sanayiinde değerlendirilmekte olduğu belirtilmektedir. Kendi firmalarının sezonunda yaklaşık 40 bin tona yakın siyah havuç işlemiş oldukları ve bunun 8-10 bin tonunun konsantre üretiminde kullanıldığı bilgisi verilmektedir. Yıllara göre konsantre üretimi pazar talebine bağlı olarak %10 artmakta veya azalmakta olduğu bildirilmektedir (Lökoğlu, 2019).

Çizelge 2.4 : Türkiye’de 2009 ve 2010 yılında konsantreye işlenen siyah havuç miktarı.

Yıl	Toplam Havuç Üretimi (bin ton)	Turuncu Havuç Üretimi (bin ton)	Siyah Havuç Üretimi (bin ton)	Konsantreye İşlenen Turuncu Havuç (bin ton)	Konsantreye İşlenen Siyah Havuç (bin ton)
2009	594	566	28	3,3	9
2010	533	487	46	1,6	23

Türkiye’de 2009 ve 2010 yılında üretilen siyah havucun sırasıyla %32 ve 50 oranda konsantreye işlendiği görülmektedir (Çizelge 2.4). Bu iki yıla ait veriler göz önünde bulundurulduğunda toplam üretimin yaklaşık %45’inin konsantreye işlenmiş olduğu belirtilmektedir. Bu bilgiler ışığında 2017 yılı tahmini siyah havuç üretiminin (51 bin ton) yaklaşık 23 bin ton’nun konsantreye işlendiği belirtilmektedir. Siyah havuçtan meyve suyu üretiminde %70 düzeyinde verim sağlanabileceği bildirilmektedir. Bu verimden yola çıkılarak 2009 ve 2010 yılı için sırasıyla 2,7 ve 6,9 bin ton MSSA olarak SHP’nin ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir (Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yeşilören Akal, 2019). Tahmini siyah havuç konsantresi üretim miktarları göz önünde bulundurulduğunda 2017 yılında 6,9 bin ton, 2013 ve 2017 yılları arasında ise toplam yaklaşık 34 bin ton SHP atık olarak ortaya çıkabileceğini düşünmektedirler (Yeşilören Akal, 2019). Siyah havuç üretimi ve sektördeki konsantreye işleme hacmine bakıldığında dünya genelinde artan talebe bağlı olarak siyah havuç üretiminin ve işleme hacminin daha da artacağı düşünülmektedir. Buna paralel olarak MSSA olan SHP üretiminin de artacağı öngörülmektedir.

SHP başta antosiyaninler olmak üzere oldukça önemli düzeyde biyoaktif bileşenleri içermektedir. İçeriğindeki besin kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi için çevre koruma politikaları doğrultusunda katma değeri yüksek atık değerlendirme yollarının araştırılmasını gündeme getirmektedir. Bu nedenle oluşacak bu posanın katma değeri daha yüksek ürünlere dönüşümü için gerekli tedbirlerin alınması kaçınılmaz olacaktır. Ancak günümüzde siyah havuç işlenmesi ile ortaya çıkan SHP halen sadece hayvan

yemi ve gübre gibi düşük katma değerli ürünlere dönüşümünde kullanılmaktadır (Ağçam ve Akyıldız, 2015; Yeşilören Akal, 2019).

Ersus Uyan (2004) yaptığı çalışmada yüksek antosiyanin içeriğine sahip olan (125,17 mg/100g) siyah havuçlardan asitlendirilmiş etanol ile antosiyaninleri ekstrakte ettiğini bildirmiştir. Bu ekstraktları kaplama maddesi olarak seçilen farklı dekstroz eşdeğerine sahip maltodekstrinler ile karıştırarak püskürtmeli kurutucuda kuruttuğunu ve bu yöntemle antosiyaninleri mikrokapsüle ettiğini belirtmektedir.

Özen (2008) yaptığı çalışmada siyah havuç konsantresinin türk lokumunda doğal renk verici madde olarak kullanımı ve depolamaya bağlı olarak stabilitesini araştırmıştır. Siyah havuç suyu konsantresi ile türk lokumunu renklendirmiş ve çeşitli depolama sıcaklıklarında (12, 20 ve 30°C) 5 ay depolama süresi boyunca antosiyanin içeriklerinde ki değişimi gözlemlediğini bildirmiştir. Depolama süresince 12°C’de depolama işleminin türk lokumunda siyah havuç antosiyaninlerinin degradasyon hızının diğer depolama sıcaklıklarına (20 ve 30°C) kıyasla daha fazla arttığını tespit etmiştir. Siyah havuç antosiyaninlerin termal stabilitesi üzerine pH’nın da etkili olduğunu belirtmiştir. Türk lokumunda bulunan siyah havuç antosiyaninlerinin ısıl degradasyonu sırasında, pH değerine bağlı olarak değişim gösterdiğini ve pH değeri yükseldikçe antosiyaninlerin stabilitesinde azalma olduğunu bildirmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça bütün örneklerin kırmızı renk değerinde (a^*) azalma ve parlaklık değerinde ise (L^*) artmanın olduğunu bildirmiştir.

Koç ve diğerleri (2012) akide şekerlerini siyah havuç suyu konsantresi ile renklendirme işlemi yapıldığını bildirmişlerdir. Renklendirilen akide şekerlerini 10, 20 ve 30°C sıcaklıkta, depolama süresi boyunca örneklerin renk ve TMA stabilitelerindeki değişimlerini tespit etmişlerdir. Akide şekerinin TMA içeriği üzerine depolama sıcaklığı ve süresinin önemli seviyede bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Üç farklı sıcaklıkta depolanan şekerlerin polimerik renk oranında ise sırasıyla %2,1, 5,3 ve 7,7 artış olduğunu raporlamışlardır. Akide şekerlerinin renklendirilmesinde siyah havuç suyu konsantresinin sağladığı yüksek renk stabilitesi ve çekiciliği nedeniyle doğal renklendirici olarak kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Tatoğlu (2014) yaptığı çalışmada fermente siyah havuç suyu üretiminde SHP’nin kullanılabilirliğini belirtmektedir. 0-100:100-0 g/g siyah havuç:SHP oranlarında üretim yaptığını bildirmiştir. 75:25 g/g siyah havuç:SHP oranında üretilen ürünün;

SÇKM, titrasyon asitliği, reflektans renk, DPPH değerlerinin, %100 havuçla üretilen ürüne göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bunun yanı sıra pH, bulanıklık, renk yoğunluğu, renk tonu, renk indisi, TFM ve TMA değerlerinin ise daha düşük olduğunu belirtmiştir. Siyah havuç:SHP oranı %75:25 g/g olarak elde edilen ürünün; %100 siyah havuç kullanılarak elde edilen ürün kadar başarılı olduğunu tespit etmiş ve SHP'nin katkı maddesi olarak kullanılabileceğini raporlamıştır.

Bilen (2015) yaptığı çalışmada siyah havuç ve atıklarının (posa ve kabuk) polifenol karakterizasyonunun ve biyoyararlılıklarının incelendiğini bildirmektedir. Siyah havuç ve atıklarında toplam beş ana antosiyanin tespit edildiğini; iki tanesinin açillenmemiş (siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit ve siyanidin-3-ksilozil-galaktozit) üçünün ise sinapik asit (siyanidin-3-ksilozil-sinapoil-galaktozit-glukozil), ferulik asit (siyanidin-3-ksilozil-ferrulik-galaktozit-glukozil) ve *p*-kumarik asit (siyanidin-3-ksilozil-koumaroil-galaktozit-glukozil) ile açillenmiş olduğunu raporlamıştır. Ayrıca TMA'nın %61-88'inin açillenmiş antosiyoninlerden oluştuğunu belirtmiştir. İn Vitro sindirimden önceki başlangıç örneklerinde en yüksek TMA içeriğinin posada (1703,4 mg siyanidin-3-glukozid eşdeğeri (CGE)/100g KM) olduğunu tespit etmiştir. Tüm in vitro sindirim sonunda ise siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit dışında diğer antosiyaninlerde düşüş olduğunu bildirmiştir. Ayrıca açillenmiş TMA'ların açillenmemiş TMA'lara göre pH ve sıcaklık değişimlerine karşı toleranslı oldukları için siyah havuç atıkları açillenmiş antosiyanin kaynağı olarak gıda uygulamalarında rahatça kullanılabileceğini vurgulamıştır. Sindirimden önceki başlangıç örneklerinde, kabuğun (5170,1 mg GAE/100g KM) ve posanın (4151,3 mg GAE/100g KM) siyah havuçtan (5743,0 mg GAE/100g KM) daha düşük TFM içeriğine sahip olduğu raporlamıştır. Tüm in vitro sindirim sonunda TFM'lerde düşüş gözlemlendiğini belirtmiştir. Sindirimden önceki başlangıç örneklerinde TAA tayini için DPPH ve ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) metodlarını kullanarak en yüksek değerinin siyah havuçta olduğunu bildirmiştir. Tüm in vitro sindirim sonunda siyah havucun DPPH değerinde düşüş, ABTS değerinde ise artışın olduğunu vurgulamaktadır. Siyah havuç posasında ise her iki değerinde de (DPPH ve ABTS) düşüşün olduğunu belirtmiştir.

Ağçam ve Akyıldız (2015) tarafından yapılan çalışmada MSSA olan SHP'den, TMA'ların farklı asit konsantrasyonlarındaki çözgenlerle geri kazanıldığını bildirmişlerdir. Ekstraktlardan elde ettikleri bulgulara göre siyah havuç posasının

TMA miktarının 656,2-1191,9 mg/kg aralığında değiştiğini belirtmişlerdir. SHP'den antosiyaninlerin ekstraksiyonunda en etkili çözücünün asitlendirilmiş metanol olduğunu tespit etmişlerdir. Çözgenlerin asitlik düzeyinin antosiyanin geri kazanımı üzerine önemli düzeyde etki ettiğini belirtmişlerdir. SHP'de en baskın antosiyaninlerin siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit-ferulik asit (298,3-398,8 mg/kg) ve siyanidin-3-ksilozil-galaktozidin (217,7-330,4 mg/kg) olduğunu tespit etmişlerdir.

Kamiloglu ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada siyah havuç ve yan ürünlerinin (kabuk ve posa) in vitro mide-bağırsakta sindirim sırasında TFM, TMA ve TAA değerlerindeki değişimi incelediklerini belirtmektedirler. Ayrıca siyah havucun polifenollerinin tanımlandığını bildirmektedirler. TFM, TMA ve TAA'da in vitro mide-bağırsakta sindirim sonucu önemli ölçüde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Siyah havuç ve yan ürünlerinde belirlenen beş ana antosiyaninin iki tanesi açillenmemiş (siyanidin-3-ksilozil-glukozil-galaktozit ve siyanidin-3-ksilozil-galaktozit), üç tanesi ise sinapik, ferulik ve kumarik asitlerle açillenmiş siyanidin-3-ksilozil-glukozil- galaktozit olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte in vitro mide-bağırsakta sindiriminin tüm aşamalarında posadaki antosiyanin miktarının, siyah havuç antosiyaninlerinden daha yüksek bulunduğunu ve posanın daha iyi bir antosiyanin kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda siyah havuç yan ürünlerinin, gıda ürünlerini zenginleştirmek için kullanılabilecek önemli polifenol kaynakları olduğunu da vurgulamışlardır.

Akhtar ve diğerleri (2017) yüksek antosiyanin içeriğine sahip olan siyah havucun çok çeşitli flavonoidlere de iyi bir kaynak olduğunu belirtmektedirler. Siyah havuçların (*Daucus carota* L.) yapısında bulunan potansiyel fitokimyasalların varlığı; kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite gibi bazı önemli metabolik sendromların önlenmesinde önemli rolünün olduğunu bildirmektedirler. Bu sebzededen yararlanmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadırlar.

Yeşilören Akal (2019) yaptığı çalışmada geleneksel ekstraksiyon yöntemlerine alternatif olarak düşünölen basınçlı sıvı, ultrases destekli ve mikrodalga destekli ekstraksiyon ile SHP'den TMA ekstrakte edildiğini bildirmiştir. Ekstraksiyon süresi, posa:çözücü oranı ve çözücü çeşidinin TMA, TFM ve ekstraksiyon verimi üzerine etkisini incelemiştir. En yüksek TMA ekstaksiyonu sağlayan koşulların, basınçlı sıvı ekstraksiyonunda; 1:20 g/mL posa:çözücü oranında 84 dk; ultrases destekli ekstraksiyonda, 1:30 g/mL posa:çözücü oranında %50 etanollü su ile 60 dk,

mikrodalga destekli ekstraksiyonda 540 W mikrodalga gücünde, 1:20 g/mL posa:çözücü oranında, %50 etanollü su ile 30 saniye olduğu raporlanmıştır. Basınçlı sıvı, ultrases destekli ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen ekstraktların TMA miktarları sırasıyla 0,90, 1,58 ve 1,74 mg CGE/g KM iken, TFM ise sırasıyla 3,60, 6,53 ve 7,16 mg GAE/g KM olarak bulmuştur.

2.3. Marmelat

Taze meyve ve sebzeler normal koşullarda uzun süre dayanıklılığı az olan ürünler olarak bilinmektedir. Taze meyve ve sebzelerin bileşimlerinde fazla miktarda su içermelerinden dolayı her türden mikroorganizma için uygun ortam oluşturmaktadır. Ayrıca bunların bileşiminde bulunan; çeşitli vitaminler, mineral, fenolik maddeler, lifler, karbonhidratlar ve azotlu bileşikler insanların beslenmesindeki öneminin yanında, mikroorganizmalar için de elverişli bir ortam oluşturmaktadır (Esin, 2011; Güzel, 2011; Benzer Gürel, 2016). Bu sebeplerle meyve ve sebzeler, çeşitli yöntemlerle işlenerek daha dayanıklı hale getirilmektedir. Böylece istenildiği zaman tüketime hazır hale dönüştürülmektedirler (Esin, 2011). Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biri de meyve ve sebzelerin şeker ilavesiyle daha dayanıklı reçel/marmelat ve benzeri ürünlere (jöle) işlenmesi olarak nitelendirilmektedir (Esin, 2011; Benzer Gürel, 2016).

Marmelat; sap, çekirdek, yaprak vb. kısımlarından temizlenmiş, yıkanmış, sağlam ve olgun meyvelerden elde edilen sürülme kıvamında bir ürün olarak tanımlanmaktadır (Emrem, 2008). Türk Gıda Kodeksi (TGK) reçel, jöle, marmelat ve tatlandırılmış kestane püresi tebliği'ne göre geleneksel marmelat; meyve pulpu, püre, meyve suyu ve sulu ekstraktlarının veya bitkilerin kök, yaprak, çiçek gibi yenilebilen kısımlarının gerektiğinde şekerler ve su ilave edilmesiyle sürülebilir kıvamına getirilmiş karışım olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2006). Bunlara ilave olarak marmelatlarda katkı maddesi olarak kristal şeker, invert şeker şurubu, pektin, C vitamini, sitrik asit, malik asit ve tartarik asit katkılarına da izin verildiği bilinmektedir (Emrem, 2008).

Reçel ve marmelatların üretiminde ana madde olan meyve, tercihen taze olarak kullanılmaktadır. Meyvelerin bazı ön işlemlerden geçirilip (dondurma, kurutma ve ısı uygulaması vb.) dayanıklı hale getirilerek sezon dışında da marmelat ve reçel üretimi için kullanılabilirdiği belirtilmektedir (Emrem, 2008; Benzer Gürel, 2016). TGK Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde geleneksel marmelat

retiminde kullanılan meyve pulpu, pre, meyve suyu ve sulu ekstrakt miktarının en az 450 g/kg olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2006).

Reçel ve marmelat gibi ürünlerin toplam ağırlığının yaklaşık %40'dan fazlası ve TKM'nin %80'lik kısmını şeker oluşturmaktadır (Tokbaş, 2009). Reçel ve marmelatlarda kullanılan şeker çeşitlerinin; rafine toz sakkaroz, kristal glukoz, kristal fruktoz, glukoz şurubu, fruktoz şurubu, meyve suyu konsantreleri ve bal olduğu belirtilmektedir (Batu, 2015). TKG'da Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre uygun şekerlerler; fruktoz şurubu, meyvelerden ekstrakte edilen şekerler ve kahverengi şeker olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2006). Ayrıca şeker üründe istenen tadı, aromayı, rengi ve kıvamı sağlama/geliştirmede önemli rol oynamaktadır. Diğer taraftan ise ortamdaki serbest suyu bağlayarak jel ağının oluşmasına olanak sağlamaktadır. Jel ağının oluşmasıyla mikroorganizmaların üremesi engellenerek ürün muhafazası sağlanmış olmaktadır (Tokbaş, 2009; Batu, 2015). Ancak bazı durumlarda yüzeyde nemlenme ve hava oksijeninin etkisiyle bazı ozmofilik mayalar ve küfler gelişebilmektedir. Bunu önlemek için her zaman üründe istenen TKM oranının sağlanması, pH'nın istenen düzeyde tutulması, uygun jel yapısının oluşturulması ve nemlenmeye karşı tedbirlerin alınması gerekmektedir (Tokbaş, 2009). Reçel tipi ürünlerde meyvelerde bulunan TKM'ye ilaveten, pektin jelini oluşturmak ve su aktivitesini düşürerek ürünü dayanıklı hale getirmek için ortamda yaklaşık %68 SÇKM'nin sağlanması gerekmektedir (Tokbaş, 2009; Batu, 2015). Bu oranın orta düzeyde dayanıklı pektin jelini oluşturmak için zorunlu olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra şeker oranının fazla olması üretim sonrası üründe "şekerlenme" diye bilinen kristalizasyon probleminin oluşmasına da neden olabileceği bildirilmektedir. Normal koşullarda sakkarozun 10°C sıcaklıktaki SÇKM değeri %65 olarak bildirilmektedir. Reçel retimi sırasında yüksek sıcaklık ortamında ısının etkisiyle sakkarozun suda doymuş çözeltisi elde edilmektedir. Üretim sonrası soğumayla ise doymuş çözelti kristalizasyonla normal çözelti haline dönüşerek şekerlenme problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu problemi aşmak için ortamdaki sakkarozun sudaki çözünürlüğü daha yüksek olan invert şekere dönüşmesi gerektiği belirtilmektedir. Bilindiği gibi invert şeker; sakkarozun enzim veya asitlerle hidrolizi sonucunda glukoz ve fruktozdan oluşmaktadır. Reçel retimi sırasında meyvede doğal olarak bulunan veya sonradan ilave edilen organik asitler ve sıcaklığın etkileşimiyle doğal inversiyon olayı gerçekleşmektedir. Ayrıca invert şeker

tatlandırma gücü açısından da (tatlılık derecesi 130) sakkarozdan (tatlılık derecesi 100) daha kuvvetli olduğu bilinmektedir. Böylece inversiyon ile hem istenen TKM oranına çıkılmış hem de daha tatlı ürün üretilebilmektedir. Şekerlenmenin önlenmesi için bir başka yöntem ise; doğrudan glukoz veya yüksek fruktozlu mısır şurubu gibi monosakkarit çözeltilerinin tatlandırıcı olarak kullanılmasıdır. Reçel ve marmelat gibi ürünlerde TKM miktarı %65, 68 ve 70 olduğunda invert şeker oranı sırasıyla %3-43, %11-38 ve %20-36 aralığında olması gerektiği bildirilmektedir (Tokbaş, 2009).

Ayrıca reçel ve marmelat gibi ürünlerde jel oluşturarak arzulanan kıvamı kazanması, hoş giden tat ve lezzete sahip olması için asit ilavesi çoğu zaman zorunlu olmaktadır (Tokbaş, 2009; Batu, 2015). Reçel ve marmelat üretiminde jelleşme için gerekli olan pH aralığını ayarlama meyvede doğal olarak bulunan organik asitlerin çoğunlukla yeterli olmadığı belirtilmektedir. Bu sebeple reçel ve marmelat üretiminde dışarıdan asit ilavesinin yapılması gerekebilmektedir (Tokbaş, 2009; Kokangül, 2013; Batu, 2015). TGK Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde reçel ve marmelat gibi ürünlerde iyi bir jel oluşumu için pH'nın 2,8-3,2 aralığında olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2006). Bunun yanı sıra reçel ve marmelat gibi ürünlerde jel oluşturarak arzulanan kıvamın kazanılmasında pektinin de önemli bir rolünün olduğu belirtilmektedir (Batu, 2015; Tokbaş, 2009).

Pektin; tüm kara bitkilerinin hücre aralarında, zarlarında, veya orta lamel bölgelerinde bol miktarda doğal olarak bulunan kompleks yapıli polisakkarittir (Emrem, 2008; Batu, 2015). Pektinin, temel yapıtaşı α -D-galakturonik asittir ve molekül ağırlığı 30000-100000 birim arasında değişmektedir (Tokbaş, 2009; Batu, 2015). Genel olarak pektin, farklı oranlarda metil ester içeren ve farklı nötralizasyon derecesinde suda eriyen, uygun koşullar altında şeker ve asitle jel oluşturarak kıvamlı bir yapı sağlayan madde olarak bilinmektedir (Emrem, 2008; Tokbaş, 2009). Gıda sanayiinde de kıvam verici, emülgatör ve satabilizatör olarak sıklıkla pektin kullanılmaktadır (Benzer Gürel, 2016). Ürünün kıvamı sadece şeker ile oluşturulmak istense bile, üründe arzu edilen kıvama ulaşamadığı ve şekerlenme (kristalizasyon) gibi bazı kalite kusurlarının ortaya çıktığı belirtilmektedir (Tokbaş, 2009; Benzer Gürel, 2016). Pektin jelinin oluşturulmasının, kaliteli reçel/marmelat ve benzeri ürünler için çok önemli olduğu bildirilmektedir (Emrem, 2008; Benzer Gürel, 2016). Ayrıca kullanılacak pektinin jel oluşum koşullarının ve pektinin özelliklerinin de iyi bilinmesi gerektiği belirtilmektedir. Pektinin jel oluşturma özelliği galakturonanın lineer yapısından

kaynaklı olduğu bilinmektedir. Üründeki jel oluşumunu ve mekanik özelliklerini etkileyen esas faktörlerin; pektinin bileşimi, cinsi, esterleşme derecesi, molekül ağırlığı, şekerin cinsi ve miktarı, pH ve elektrolit varlığı olduğu bildirilmektedir. Moleküldeki galakturonik asidin bir kısmının metil alkol ile esterleştiğı belirtilmektedir (Tokbaş, 2009; Kokangül, 2013). Pektin molekülünde 100 galakturonik asit ünitesinde, esterleşmiş olanların sayısı esterleşme derecesi (ED) olarak bilinmekte ve istenen düzeye ayarlanabilmektedir. Genellikle ticari pektinlerin ED değeri %55-75 arasında olduğu bilinmektedir (Tokbaş, 2009; Benzer Gürel, 2016).

Dervisi ve diğerkleri (2001) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%0,1, 0,5, 2,5, 5,0, 7,5 ve 10,0) pektin kullanarak üretilen çilek reçellerinin renk ve yapı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. En iyi yapının %2,5 ve 5,0 pektin içeren reçel örneklerinde olduğunu belirtmişlerdir. Pektin miktarıyla depolama süresinin doğru orantılı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Renk üzerindeki etkininin ise absorbands şiddetinin azalması ve antosiyanin yıkımından kaynaklandığını raporlamışlardır.

Kim ve Padilla Zakour (2004) yaptıkları çalışmada erik, ahududu ve vişnenin TFM, TAA ve TMA içeriğinin reçele işlemeye bağlı olarak değişimini incelemişlerdir. Meyvelerin TFM, TAA ve TMA içeriği sırasıyla 245,7-398,5 mg GAE/100g, 354,8-692,3 mg C vitamini eşdeğeri/100 g ve 30,9-67,1 mg CGE/100 g olarak belirlemişlerdir. Reçellerde ise TFM, TAA ve TMA değerkleri sırasıyla 132,9-218,9 mg GAE/100 g, 205,6-373,5 mg C vitamini eşdeğeri/100 g ve 5,4-30,4 mg CGE/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Isıl işlem nedeniyle TFM, TAA ve TMA içeriğinde azalma olduğu ve en önemli kaybın ise TMA içeriğinde meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Levaj ve diğerkleri (2009) yaptıkları çalışmada reçel üretimi için ısıl işlem görmüş ve görmemiş mandalina (*Citrus clementine*) püresine iki tip şeker (sakkaroz ve fruktoz) ve üç farklı miktarda pektin ilavesinin reçel kalitesi üzerine etkisinin incelendiğini bildirmişlerdir. Isıl işlem görmüş püreden yapılan reçeldeki jel gücünün ısıl işlem görmemiş püre ile yapılan reçele göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca jel gücünün fruktoz içeren reçellere göre sakkaroz içeren reçellerde daha fazla olduğunu ve pektin miktarıyla da doğru orantılı olduğunu raporlamışlardır. Isıl işlem görmemiş püreden yapılan reçelin polifenol içeriği ve duysal kalitesinin ısıl işlem görmüş püreden yapılan reçele kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca fruktoz içeren reçellerin sakkaroz içeren reçellere kıyasla daha yüksek duysal kaliteye sahip olduğunu belirtmişlerdir. İşlem görmemiş püreye fruktoz ve %0,7 pektin ilavesi

yapılarak elde edilen reçelin en yüksek genel kabul edilebilirliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Kamiloglu ve diğerleri (2015) siyah havuç reçel ve marmelatlarında; işleme, depolama ve in vitro mide/bağırsak sindirimi sonrası TFM, TAA ve fenolik asitlerin stabilitesindeki değişimleri incelediklerini bildirmişlerdir. Reçel ve marmelat üretimi sonucunda TFM, TAA ve fenolik asit miktarında sırasıyla %89,2-90,5, %83,3-91,3 ve %49,5-96,7 oranında azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. 25 ve 4°C’de 20 hafta boyunca depolanan reçellerde sırasıyla %26,4-48,0 ve %21,0-42,5 oranında TFM miktarında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Siyah havucun reçel ve marmelata işlenmesi ile TFM (%7,2-12,6), TAA (%4,7-31,5) ve fenolik asitlerin (%4,7-31,5) biyoyararlılığının arttığını, yüksek biyoyararlılığa sahip ve iyi bir polifenol kaynakları olduğunu vurgulamışlardır.

Kaya ve diğerleri (2019) sakkaroz, stevia bitkisinden elde edilen stevia Reb D, ticari stevia şekeri ve bazı gıda katkı maddelerini (maltodekstrin, izomalt, inülin, polidekstroz) kullanarak enerjisi azaltılmış alıç marmelatının üretildiğini ve üretilen marmelatların bazı özelliklerinin incelendiğini belirtmişlerdir. Bileşiminde şeker olarak sadece sakkaroz içeren ve herhangi bir katkı maddesi içermeyen marmelatın genel kabul edilebilirliğinin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. Yanıt Yüzey Metodu

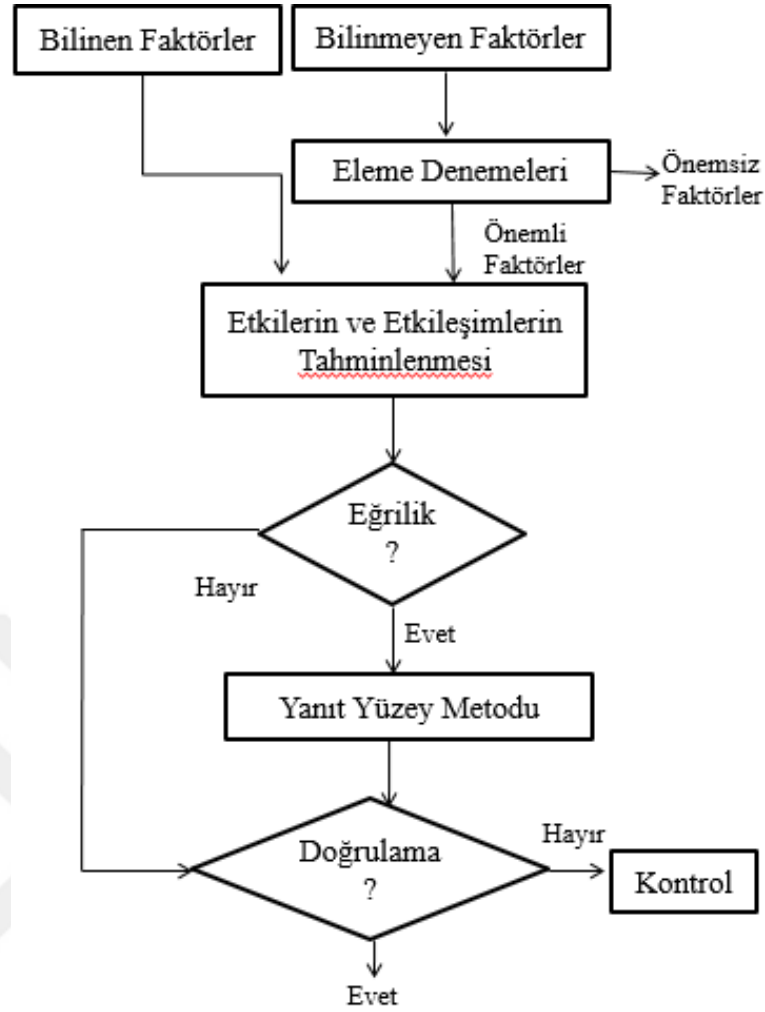
Deneysel verileri yorumlamak, analiz etmek, yapılması hedeflenen ürünler için planlama yapmak ve formülasyon oluşturmak için istatistiksel yöntemler son yıllarda önem kazanmış ve sıklıkla uygulanır hale gelmiştir (Benzer Gürel, 2016). Geleneksel optimizasyon yöntemleri farklı bağımsız değişkenlerden sadece bir tanesini değiştirirken diğerlerini sabit tutmak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem, araştırmacıya hem maliyet hem de çok sayıda bağımsız değişken olması durumunda zaman açısından önemli dezavantajlar getirmektedir. Ayrıca, çeşitli bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi ve işlemin tam anlamıyla tanımlanabilmesi için yeterli veri elde etmenin oldukça güç olduğu bilinmektedir (Koç, 2015; Benzer Gürel, 2016). Bu nedenle de bağımsız değişkenlerle optimum koşulların belirlenmesi garanti edilememektedir. Geleneksel optimizasyon yöntemlerinin bu dezavantajlarının istatistik tabanlı yöntemlerin kullanımı ile aşılabileceği bildirilmektedir (Benzer Gürel, 2016).

YYM; bağımsız değişkenlerin işlem yanıtlarına etkisini modellemede kullanılan ve optimizasyonu içeren istatistiksel bir teknik olduğu belirtilmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). YYM, “Denemelerin Optimum Koşullara Ulaşması” ismi ile 1951 yılında Box and Wilson tarafından tanımlandığı ve geliştirildiği bilinmektedir (Sivrioğlu Karakaya, 2013; Hendek Ertop, 2014; Koç, 2015). Box ve Wilson mümkün olan en az sayıda gözlem değeri ile yanıt yüzeyi üzerinde yanıt değişkeninin istenilen değeri aldığı noktaya ulaşılması amaçlanan deneme desenlerini ortaya koymaktadırlar (Turan ve Altundoğan, 2011). Box ve Draper, YYM’nin 1970 yılından itibaren kapsamlı olarak araştırıldığı ve özellikle gıda konusunda araştırmacılar tarafından sıkça kullanıldığını belirtmektedirler (Sivrioğlu Karakaya, 2013). YYM’nin birçok bilim dalında başarılı bir şekilde kullanıldığı aynı zamanda gıda bilimi ve teknolojisinde de çok faydalı olduğu bildirilmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Koç, 2015; Benzer Gürel, 2016). Gıda işlemede YYM’nin diğer optimizasyon yöntemleri arasından öne çıkmasının en önemli nedenleri; çok farklı gıda işlemlerinde başarıyla uygulanabilmesi ve çok fazla yanıt dikkate alınarak optimum noktanın belirlenmesine olanak sağlamasıdır (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Ayrıca gıda bilimi ve teknolojisi alanında gıda işleme verim ve ürün kalite kabulünün yüksek olması için kullanılan tek ve benzersiz bir optimizasyon tekniği olduğu da bildirilmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Kah How, 2017).

YYM’nin ilkesi, bir dizi istatistiksel ve matematiksel tekniklerin birbiri ardına uygulanması ve her bir aşamada elde edilen verilerin bir sonraki aşamada kullanılmasını içermektedir (Koç, 2015). Genel olarak YYM Şekil 2.2’de görüldüğü gibi üç aşamadan (eleme denemeleri, bölge araştırması ve işlem/ürünün optimizasyonu) oluşmaktadır. İlk aşama; ileride daha az sayıda ve daha verimli deneme yapılması için bağımsız değişkenlerin ve seviyelerinin belirlenmesinin yapıldığı “eleme denemeleri” aşamasıdır. Süreci etkileyen parametreler bağımsız değişkenleri, sonuçlar ise bağımlı değişkenleri oluşturduğu bilinmektedir. İkinci aşama olan “bölge araştırması” eleme denemeleri ile belirlenen bağımsız değişkenlerin sistemin yanıtında oluşturdukları değerlerin, optimum noktaya yakın sonuçlar verip vermediğini belirlemektir. Optimum noktaya yaklaştıkça yanıt yüzey grafiğindeki eğrilik daha belirgin hale gelmektedir. Birinci dereceden modeller sistemin yanıtını belirlemede yeterli ise seçilen deneme bölgesinin optimum noktadan uzakta olduğu anlaşılır ve yeni bir deneme bölgesi seçilir. Bu işlem, oluşturulan yanıt yüzey

grafiğindeki eğriliğin önemli olduğu bölgeler bulununcaya kadar devam etmektedir. Üçüncü aşama ise “ürünün/işlemin optimizasyonu” aşamasıdır. Bu aşama işlem optimum noktaya yaklaşıldığında başlamaktadır. Optimum bölge, sonuçların izohips eğrilerinin çizilerek üst üste yerleştirilmesiyle istenilirlik fonksiyonu ($\hat{I}$) veya lineer olmayan programlama yaklaşımları kullanılarak belirlenmektedir. Gerçek yanıt fonksiyonu optimum nokta etrafında önemli bir eğrilik göstermektedir. Bu eğriliğin tahminlenmesinde lineer olmayan modeller, genellikle ikinci dereceden polinomial modeller kullanıldığı bildirilmektedir. Uygun bir model elde edildikten sonra, bu model optimum noktanın araştırılmasında kullanılmaktadır (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Turan ve Altundoğan, 2011; Hendek Ertop, 2014; Koç, 2015; Kah How, 2017).

Ayrıca seçilen modelin matematiksel formunun uygunluğunun da test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, hipotez testlerinin çoklu belirleme katsayılarına bireysel olarak uygulanması, çoklu belirleme katsayısı (R^2), düzeltilmiş çoklu belirleme katsayısı ($R^2_{düzeltilmiş}$), varyasyon katsayısı (VK), tahminlenmiş kalıntı hata kareler toplamı (TKHKT) ve yeterli kesinlik (*Adequite Precision*), model uyumsuzluğu (*Lack of fit*) ve kalıntı analizi gibi farklı test yöntemlerinde uygulanması gerekmektedir (Sivrioğlu Karakaya, 2013; Koç, 2015; Özdikicierler ve diğerleri, 2016).



Şekil 2.2 : YYM'nin akış şeması (Koç, 2015).

YYM, işlem değişkenlerinin deneysel uzayını araştırmak için deneysel stratejileri, sistemin yanıtı ve üzerinde etkili olan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için empirik modelleme yapmaktadır. Ayrıca işlem değişkenlerinin sistemin yanıtında arzu edilen etkiyi gösterdiği değerlerinin bulunması için kullanılan optimizasyon tekniklerini içermektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Koç, 2015). YYM'nin avantajları; işlem faktörlerinin önem sıralarını belirlemede kullanılabilmesi, faktör eliminasyonunu sağlaması, geleneksel istatistiksel tekniklerden daha az sayıda deneme sayısı ile çalışmaya imkan vermesiyle kısa bir süre sonra istenilen değere ulaşılabilmesi, belirlenen çalışma aralığı dışına çıkıldığında pertürbasyon eğrileri yaklaşımıyla elde edilmesi olası sonuçların tahmini ve yorumlanmasına olanak tanımaktadır (Özdikicierler ve diğerleri, 2016; Kah How, 2017). Ayrıca bağımsız değişkenlerin etkilerinin birlikte incelenmesini mümkün kılmaktadır. Sistemin matematiksel bir model ile tanımlanması, dolayısıyla bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin bu model ile ifade edilmesini sağlamaktadır (Koç, 2015).

Deneyisel çalışmaların tasarlanması ve optimizasyonda kullanılan tasarım türleri uygun bir yazılıma sahip paket programlar yardımıyla oldukça anlaşılır ve kolay hale gelmektedir. Söz konusu yazılımların bünyesinde oldukça fazla sayıda ve ihtiyaca göre düzenlenmiş YYM tasarımları mevcut olduğu bilinmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). YYM’de Merkezi Kompozit Tasarım (MKT) ve Box-Behnken Tasarım (BBT) en çok kullanılan iki tasarım olarak bilinmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Sivrioğlu Karakaya, 2013; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Bunun yanı sıra tam faktöriyel, bir faktör, 3 düzeyli, D-optimal, hibrid, pentagonal, hegzagonal, kullanıcı tanımlı tasarım vb. şeklinde iç tasarımlar da tercih edilebilmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Söz konusu tasarım yöntemlerinden hangisinin ihtiyacı karşılayacağı hususu önemli olup, araştırmacının yapacağı çalışma konusuna hakim olması ile yakından ilgili olduğu belirtilmektedir. Çünkü çok çeşitli tasarım yöntemleri mevcut olup bunların tasarım kriterleri ve uygulama alanları farklılık göstermektedir. BBT yöntemi çok kullanılan tasarımlardan biri olup, sadece ana tasarım noktalarında deneylerin yapılmasını sağlamaktadır (Turan ve Altundoğan, 2011). Ayrıca araştırma ve geliştirme alanında yaygın olarak kullanılmakta ve her bağımsız değişken için sadece üç değer gerekmektedir (Kah How, 2017). Bunlar alt (-1), üst (+1) ve orta (0) değerlerden oluşmaktadır (Sivrioğlu Karakaya, 2013).

Jayabalan ve Karthikeyan (2013) yaptıkları çalışmada aloe vera suyundan reçel üretiminin optimizasyonu için YYM’de MKT’nin kullanıldığını belirtmişlerdir. Optimizasyon işlemi için, 800-1200 mL aloe vera suyu, 800-1200 g/kg şeker, 35-60 g/kg pektin ve 20-40 mL sitrik asit aralığındaki değişimlerin duyusal kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Duyusal kalitesini (renk, tat, aroma ve tekstür) en üst düzeye çıkarmak için optimum formülasyonun; 990 mL aloe vera suyu, 1022 g/kg şeker, 50,3 g/kg pektin ve 28,2 mL sitrik asit olarak tespit etmişlerdir.

Parsayee ve diğerleri (2013) pektin, kalsiyum ve aspartamın düşük kalorili vişne reçelinin genel kabul edilebilirliği üzerindeki etkilerini analiz etmek için YYM’nin kullanıldığını belirtmişlerdir. Reçel formülasyonundaki; pektin, kalsiyum, aspartam gibi bileşenlerin bağımsız değişken olarak seçildiğini ve bunların MKT kullanılarak optimize edildiğini bildirmişlerdir. Genel kabul edilebilirlik yanıtının pektin düzeyindeki değişikliklerden etkilenirken, kalsiyum ve aspartam düzeylerindeki değişiklikten önemli ölçüde etkilenmediğini belirtmişlerdir. Genel kabul edilebilirliğin

en yüksek olduğu optimum formülasyonun; %0,104 aspartam, %1,091 pektin ve %0,015 kalsiyum olduğunu bildirmişlerdir.

Peinado ve diğerleri (2015) sürülebilir çilek ürününün üretim koşullarını optimize etmek için YYM kullanıldığını bildirmişlerdir. Optimum üretim koşullarını belirlemek için; %0-50 izomaltuloz, %0,5-2,5 pektin, %0-1 sitrik asit ve 0-20 dk ısıtma işlem süresini bağımsız değişken olarak seçmişlerdir. Dört bağımsız değişkenin yanıtlar üzerindeki etkisini analiz etmek için MKT'nin uygulandığını belirtmişlerdir. Optimizasyon sonucunda, depolama süresince (90 gün) en yüksek TMA, TAA miktar ve en uygun renk ve tekstür (kıvam ve yapışkanlık) özelliklerini veren optimum üretim koşullarını belirlediklerini bildirmişlerdir. Optimum üretim koşulunun; %50 izomaltuloz (50:50 oranında fruktoz:izomaltuloz), %1 sitrik asit, %1,5 pektin olarak tespit etmişlerdir. Ancak işlem süresindeki değişimin yanıt üzerinde istatistiksel olarak bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bağımsız değişken arasından pektin ve sitrik asitin en çok yanıtları etkilediğini raporlamışlardır. Genel olarak, pektin ve sitrik asit bağımsız değişkenlerinde üst değerlere yaklaşıldıkça TAA ve tekstür (kıvam ve yapışkanlık) değerlerinde artış olduğunu belirtmişlerdir.

Benzer Gürel (2016) yaptığı çalışmada böğürtlen reçeli üretiminde YYM ile %0,5-1,0 pektin, %15-50 şeker ve %0,02-0,06 stevia bağımsız değişkenlerinin optimize edildiğini bildirmiştir. YYM'de MKT seçilerek optimizasyon yapıldığını belirtmektedir. Duyusal (kıvam, görünüm, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik), renk, HMF ve reolojik özelliklerinin incelendiğini vurgulamaktadır. Genel kabul edilebilirlik yanıtı için gerçekleştirilen optimizasyon ile elde edilen formülasyonun; %0,06 stevia, %0,34 pektin ve %28,80 şeker olarak seçildiğini bildirmiştir. Ticari böğürtlen reçelinin duyusal özelliklerine en yakın duyusal özelliklere sahip düşük kalorili böğürtlen reçeli formülasyonunun oluşturulduğunu belirtmiştir.

Ağcam ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada SHP'den antosiyaninlerin ekstraksiyonunu gerçekleştirmek için bir termosonikasyon prosesi geliştirildiğini belirtmektedirler. SHP'den antosiyaninlerin ekstraksiyonunu en verimli şekilde gerçekleştirebilmek için YYM'de ultrason enerji yoğunluğu ve sıcaklık uygulama koşullarını optimize ettiklerini bildirmişlerdir. Tüm antosiyanin bileşiklerinin verimini en üst düzeye çıkarmak için en iyi kombinasyon olan modelin enerji yoğunluğu ve sıcaklık parametreleri sırasıyla 183,1 J/g ve 50°C olarak belirlendiğini raporlamışlardır. Ultrason işlemi sonucunda ekstrakte edilen antosiyaninlerin

siyanidin-3-ksilozil-galaktozit-glukozil-ferrulik asit (60,85-74,22 mg/L) ve siyanidin-3-ksilozil-galaktozit (49,56-70,12 mg/L) olduğunu tespit etmişlerdir.

Pala ve diğerleri (2017) siyah havuçtan antosiyanin ekstraksiyonunda etanol kullanarak mikrodalga (40-60°C ekstraksiyon sıcaklığı, 5-25:1 mL/g sıvı:katı oranı, 3-15 dk ekstraksiyon süresi), ultrason (30-50°C ekstraksiyon sıcaklığı, 5-25:1 mL/g sıvı:katı oranı, 20-100 dk ekstraksiyon süresi) ve solvent (30-50°C ekstraksiyon sıcaklığı, 5-25:1 mL/g sıvı:katı oranı, 2-6 saat ekstraksiyon süresi) destekli ekstraksiyon tekniklerinin optimizasyonu için YYM'de BBT'nin kullanıldığını belirtmektedirler. Mikrodalga, ultrason ve solvent destekli ekstraksiyonlar için antosiyanin miktarlarının (optimum koşul) sırasıyla; 95,81 mg/L (60°C, 9 dk, 5:1 mL/g katı/sıvı oranında), 97,78 mg/L (50°C, 27 dk, 5:1 mL/g katı/sıvı oranında) ve 90,70 mg/L (40°C, 3,2 saat, 5:1 mL/g katı/sıvı oranında) olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıklarda difüzyon hızı artacağından dolayı ekstraksiyonun etkinliğinde de artmanın görüleceğini belirtmişlerdir. Yüksek sıcaklıkların aynı zamanda antosiyanin bozulma hızını artırabileceğinden dolayı uygun ekstraksiyon sıcaklığının 20-50°C arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Gérard Bertin ve diğerleri (2018) muz kabuğundan reçel üretiminin optimizasyonunda YYM'de MKT'nin seçildiğini belirtmişlerdir. Optimizasyon için; 250-500 g muz kabuğu, 175-275 g şeker ve 35-47 dk pişirme süresini bağımsız değişkenler olarak seçmişlerdir. Posa ile aynı oranda su ve posanın 2,5 katı daha az oranda misket limon suyunun bağımsız olmayan değişkenler olduğunu bildirmişlerdir. Titrasyon asitliği ve pH değerlerini yanıt olarak belirlemişlerdir. Her yanıt için ayrı ayrı optimizasyon yapıldığını vurgulamaktadırlar. Titrasyon asitliği için Bansoa reçelinin (%0,55 titrasyon asitliği) optimum koşulu; 338,9 g muz kabuğu, 194 g şeker, 47,25 dk pişirme süresi iken Njombe reçelinin (%0,49 titrasyon asitliği) 350 g muz kabuğu, 170 g şeker, 51,09 dk pişirme süresi olduğunu belirtmişlerdir. pH için Bansoa reçelinin (3,91 pH) optimum koşulu; 464,65 g muz kabuğu, 228,44 g şeker, 41,00 dk pişirme süresi iken Njombe reçelinin (3,91 pH) 500 g muz kabuğu, 260 g şeker, 44,00 dk pişirme süresi olduğunu rapor etmişlerdir. Panelistler tarafından dört optimum formülasyonun da kabul edildiğini bildirmişlerdir.

Sepúlveda ve diğerleri (2018) özütleme çözücüsü olarak sadece su kullanılan alternatif bir teknoloji olan otohroliz işlemiyle ananas atıklarından glikozit ve polifenollerin ekstrakte ettiklerini bildirmişlerdir. Optimizasyon işlemini YYM ile BBT kullanılarak

yapmışlardır. Optimizasyon için 150-200°C ekstraksiyon sıcaklığı, 1-40:1-10 a/h katı:sıvı oranı ve 15-45 dk ekstraksiyon süresini bağımsız değişkenler olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Glukoz (27,6 g/L) ve fruktoz (33,8 g/L) ekstraksiyonu için en iyi çalışma koşulunun 150°C sıcaklıkta, 1:10 a/h katı:sıvı oranında ve 30 dk da gerçekleştiğini belirlemişlerdir En yüksek polifenol miktarının (1,75 g/L) elde edildiği ekstraksiyonun ise 200°C’de, 1:10 a/h katı:sıvı oranında ve 30 dk’da elde edildiğini bildirmişlerdir. Elde edilen ürünlerin hepsinde gallik, hidroksibenzoik, klorojenik, epikateşin, kumarik ve kafeik asittin saptandığını belirtmişlerdir. Gıda, kozmetik ve sağlık alanındaki endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere yüksek katma değerli moleküllerin sürdürülebilir ekstraksiyonu için verimli ve çevre dostu bir teknik olarak otohırolizin kullanılabileceğini vurgulamışlardır.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan presleme sonrası yan ürün olarak oluşan SHP (Şekil 3.1) Erkon Konsantre San. Tic. A.Ş. (Ereğli, Konya) tesisinden temin edilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan diğer katkı ve/veya tamamlayıcı maddeler; Türkiye Şeker Fabrikaları tarafından üretilen beyaz kristal şeker (sakkaroz; çay şekeri), ED %65-70 düzeyinde olan orta hızda jelleşen turuncuğil pektini (pectin classic CF 307, Herbstreith&Fox, Almanya), piyasada granüler halde satılan kristal sitrik asit ve toz halde bulunan aroma vericiler (karanfil ve tarçın) kullanılmıştır.



Şekil 3.1 : Siyah havuç posası.

3.2. Metot

3.2.1. Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması

Temin edilen posaların yabancı kısımları ayıklanıp temizlenmiş ve kullanılıncaya kadar kilitli plastik torbalar içinde -18°C’de muhafaza edilmiştir. Muhafaza edilen posaların bir kısmı kurutmak için dondurucudan çıkarılarak 4°C’de buzdolabında bir gün bekletilmiştir. Oda sıcaklığına getirilen posalar tepsili kurutucuya (Özel İmalat, Biosan Kimya, Konya/Türkiye) ince tabaka halinde serilerek 50°C’de %3-4 nem seviyesine kadar düşürülmüştür. Kurutma işlemi koşulları literatür araştırması

yapılarak belirlenmiştir (Katsube ve diğerleri, 2009; Demir, 2010; Garba ve Kaur, 2014; Rahman ve diğerleri, 2018). Kurutulmuş posalar değirmende öğütülerek boyutlandırma (Özel İmalat, Arsel Mutfak Makinaları, Konya/Türkiye) işlemi yapılmıştır. Üretim anına ve analiz edilinceye kadar serin ve karanlık bir odada muhafaza edilmiştir.

TFM, TAA ve TMA tayini için yaş-kuru SHP'ye, optimum noktadaki SÜ (siyah havuç posasından yapılmış sürülebilir ürün) ve kontrol örneğine (siyah havuçtan yapılmış ürün) ön ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemi Bilen (2015) tarafından yapılan yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlar -18°C'de analiz edilinceye kadar muhafaza edilmiştir.

Kurutulmuş toz halindeki SHP, analiz ve üretimden bir gün önce 1:4 oranında (posa:su, a/h) rehidre edilip yaş (taze) siyah havuç posası nem düzeyine (%78,88) getirilerek kullanılmıştır.

3.2.2. Yanıt yüzey metodu ve deney tasarımı

SHP'den SÜ üretiminde formülasyonunun optimizasyonu için YYM kullanılmıştır. Çalışmada; pektin, şeker ve sitrik asit miktarı bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Üç faktörlü Box-Behnken deneme deseni ile 17 deney noktasında üretim yapılmıştır (Çizelge 4.2). Genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik değerleri bağımlı değişken olarak belirlenmiştir (Jayabalan ve Karthikeyan, 2013; Parsayee ve diğerleri, 2013; Peinado ve diğerleri, 2015; Benzer Gürel, 2016).

YYM'de her bağımsız değişken için alt değer (-1), üst değer (+1) ve orta değer (0) belirlenmiştir. Gerçek değerler denklem 3.1'de yerine koyularak kodlanmış değerler belirlenmiştir ve değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

$$\text{Kodlanmış değer} = \left[\frac{\text{gerçek değer} - \left(\frac{\text{üst sınır} + \text{alt sınır}}{2} \right)}{\left(\frac{\text{üst sınır} - \text{alt sınır}}{2} \right)} \right] \quad (3.1)$$

Çizelge 3.1 : SÜ üretim parametreleri için Box-Bhenken YYM.

Bağımsız Değişkenler	Sembol	Kodlanmış Değerler		
		-1	0	+1
		Gerçek Değerler		
Pektin (%)	X_1	0	1	2
Şeker (%)	X_2	50	55	60
Sitrik Asit (%)	X_3	0,10	0,55	1,00

YYM'deki bağımsız değişkenler ve alt-üst değerleri belirlenirken; literatür araştırması (Tokbaş, 2009; Souad ve diğerleri, 2012; Jayabalan ve Karthikeyan, 2013; Peinado ve diğerleri, 2015; Gürel, 2016; Gérard Bertin ve diğerleri, 2018), Türk Gıda Kodeksi Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliğindeki sınırlar (Anonim, 2006) dikkate alınarak ön denemeler ile belirlenmiştir. YYM'de bağımsız değişkenimiz olan pektin %0-2, sitrik asit %0,1-1,0 aralığında seçilmiş ve sitrik asit ve pektin miktarları toplam karışımın %'si olarak hesaplanmıştır. Bağımsız değişkenlerimizden biri olan şeker ise %50-60 aralığında seçilmiş ve posa+şeker karışımın %'si olarak hesaplanmıştır. Posa miktarı ise son üründe en az %45 oranında ve posa: şeker oranı 50:50-45:55-40:60 g/g olacak şekilde sabit tutulmuştur. Örneğin 45:55 g/g posa:şeker oranı için üretim yapılırken; posa + şeker miktarının 45 g sabit tutulan posa miktarına denk gelecek şekilde şeker miktarı (posa + şeker miktarının 55 g) belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

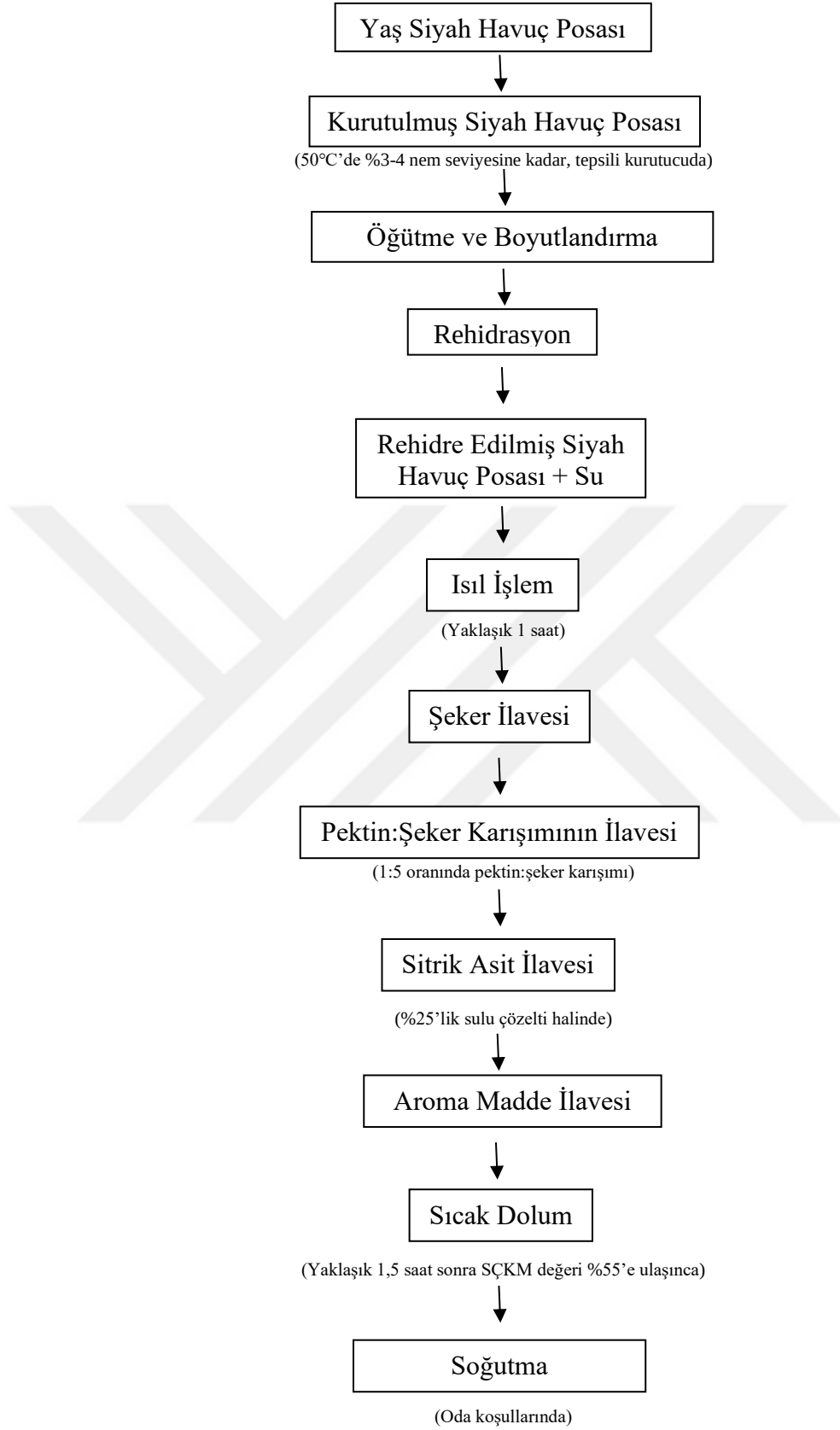
3.2.3. Sürülebilir ürün üretimi

Formülasyon optimizasyonunda pektin (X_1 : 0, 1, 2), sitrik asit (X_2 : 0,10, 0,55, 1,00) ve şeker (X_3 : 50, 55, 60) kullanılarak Çizelge 4.2'deki 17 deney noktasında üretim yapılmıştır. Bu üretimlerde sitrik asit, pektin ve şeker miktarı değişken olup, posa ve su miktarı sabit alınmıştır. Rehidre edilen posadan belirlenen miktarda tencereye alınıp üzerine 2,5 katı kadar su ilave edilerek açık kazanda pişirme tekniğiyle (elektrikli sıcak plaka düzeneğinde) yaklaşık 1 saat pişirme işlemi uygulanmıştır (Şekil 3.2). Deneme deseninde belirlenen pektin miktarının 5 katı kadar şeker, pektin + şeker karışımı için ayrılmıştır. Geriye kalan şeker ise tencereye ilave edilmiştir. Bir süre sonra jel oluşumu için 1:5 oranında pektin:şeker karışımı tencereye eklenerek pişirme işlemine devam edilmiştir. Daha sonra sakkaroz inversiyonu ve jel oluşumu için ürünün pH değeri 2,8-3,5 arasında olacak şekilde sitrik asit (kristal halde olduğu için %25'lik çözelti halinde kullanılmıştır) ilavesi yapılmıştır. Kısa bir süre sonra aroma maddeleri eklenmiş ve son ürünün SÇKM oranı %55'e ulaştığında pişirme işlemine son verilmiştir. Yaklaşık

olarak 17 deney noktasında da toplam pişirme süresi 1,5 saat olarak belirlenmiştir. Pişirme işleminin sonunda daha önceden sterilize edilmiş 105 mL'lik kavanozlara sıcak dolum yapılmış ve hermetik olarak kapatılmıştır. Hazırlanan örnekler analiz edilinceye kadar oda koşullarında karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Sürülebilir ürün üretim akış şeması Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2 : Sürülebilir ürün üretim düzeneği.



Şekil 3.3 : Sürülebilir ürün üretim akış şeması.

3.2.4. Analiz yöntemleri

Aşağıdaki analizler yaş SHP’de, kuru SHP’de, optimum formülasyonda siyah havuç posasından üretilen SÜ ve siyah havuçtan üretilen kontrol örneklerinde üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.1. Toplam kuru madde tayini

Yaş SHP, kuru SHP, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneklerinde TKM miktarı tayini vakumlu etüvde (Nüve, EV018, Türkiye) gerçekleştirilmiştir. Numuneler 65-70°C’ye ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde soğutulup tekrar tartıldıktan sonra ağırlık kaybı esasına göre örneklerin öncelikle su oranı (%) denklem 3.2’ye göre hesaplanmıştır. Daha sonra ise denklem 3.3’e göre TKM miktarı (%) belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Su Miktarı (\%)} = \frac{M_2}{M_1} 100 \quad (3.2)$$

Burada;

M₁: Tartılan örnek miktarı, g

M₂: Örneğin içerdği su miktarı, g

$$\text{Toplam Kuru Madde Miktarı (\%)} = 100 - (\text{su miktarı (\%)}) \quad (3.3)$$

3.2.4.2. Suda çözünür kuru madde tayini

SÇKM tayini yaş SHP’de, rehidre edilmiş kuru SHP’de dört katlı tülbentten geçirilerek, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinde ise saf su ile 4 kat seyreltilip kaba filtre kağıdından geçirildikten sonra Abbe refraktometre (Kem, RA-600, Japonya) ile analiz edilerek SÇKM oranı belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.3. pH değeri tayini

Saf su ile seyreltilip homojenize hale getirilmiş yaş SHP’nin, rehidre edilmiş kuru SHP’nin, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin pH değeri dijital pH metre (Ohaus, ST10, Çin) ile oda koşullarında saptanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.4. Titrasyon asitliği tayini

Yaş SHP, rehidre edilmiş kuru SHP, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneği 1:10 oranında su ile seyreltilip kaba filtre kağıdından filtre edilerek analize hazırlanmıştır. Seyreltik numunelerden 20 mL alınarak 0,1 N NaOH ile pH 8,1 noktasına kadar titre edilmiştir. Harcama miktarı belirlenmiş ve susuz sitrik asit (%SSA) cinsinden denklem 3.4'teki formülle hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Titrasyon Asitliği (\%SSA)} = \frac{V \cdot f \cdot E \cdot 100}{m} \quad (3.4)$$

Burada;

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

f: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin (NaOH) normalitesi eğer tam 0,1 değilse, bu f değeri çözeltinin faktörüdür. Çözeltinin normalitesi tam 0,1 ise f:1'dir. Yani formülde yer vermeye gerek yoktur.

E: 1 mL 0,1 N NaOH'ın eşdeğeri olan susuz sitrik asit miktarı (0,006404 g)

m: Titrasyonda kullanılan örnek miktarı, mL

3.2.4.5. Renk tayini

Örneklerin renk değerleri ölçümü, L^* , a^* ve b^* değerleri Hunter Lab renk ölçüm cihazında (Hunterlab, Color Flex, ABD) tayin edilmiştir. Elde edilen değerlerden Chroma değeri (C^*) ve Hue açısı sırasıyla denklem 3.5 ve 3.6'ya göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.5)$$

$$\text{Hue Açısı} = \arctan b^*/a^* = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3.6)$$

3.2.4.6. Kül tayini

Kurutulmuş SHP'de, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinde kül tayini yapılmıştır. Bunun için önceden sabit tartıma getirilen porselen kül krozelerine her bir örnekten ayrı ayrı 2-4 g alınarak %95'lik etil alkolle ön yakma işlemi yapılmıştır. Kül fırınında (Nüve, MF110, Türkiye) sıcaklık kademeli olarak 550 °C'ye getirilip yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Numune akkor haline gelinceye kadar yakma işlemine devam edilmiş olup akkor haline geldiğinde ise yakma işlemine son

verilmiştir. Daha sonra kül fırınından çıkarılan krezeler desikatörde soğutulup tartıldıktan sonra ağırlık kaybı esasına göre örneklerin kül içeriği denklem 3.7 ve 3.8'deki formüle göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Yaş Ağırlıktaki Kül Oranı (\%)} = \frac{M_2}{M_1} 100 \quad (3.7)$$

Burada;

M₁: Tartılan örnek miktarı, g

M₂: Örnekte yanma sonucu kalan kül miktarı, g

$$\text{Kuru Ağırlıktaki Kül Oran (\%)} = \frac{\text{yaş ağırlıktaki kül oranı, \%}}{\text{örneğin toplam kuru madde içeriği, \%}} 100 \quad (3.8)$$

3.2.4.7. İnvert şeker tayini

İnvert şeker tayini Lane-Eynon Metodu'na göre yapılmıştır. Yaş SHP, rehidre edilmiş kuru SHP, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneği 1:5 oranında seyreltilmiştir. Bu seyreltiklerden yaş-kuru SHP için 200 mL, SÜ ve kontrol için ise 50 mL alınarak 250 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Üzerine durultma amacıyla 5'er mL %15'lik potasyum ferrosiyanit (Carez I) ve %30'luk bakır sülfat (Carez II) eklenerek saf su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Yaklaşık 30 dk bekletilen çözeltiler kaba filtre kağıdından geçirilerek berrak filtrat elde edilmiştir. Titrasyon işlemi için berrak filtratlar bürete alınmıştır. Ayrıca erlene 5'er mL Fehling A ve Fehling B, 2-3 adet kaynama taşı ve 25 mL saf su konularak kaynatılmıştır. Kaynamaya başladıktan 2 dk sonra 3-4 damla metilen mavisi eklenerek kaynamanın 2. dakikasında büretteki örnekler ile kaynama devam ederken yavaş yavaş titre edilmiştir. Titrasyon işlemi ortamın rengi bakır kırmızısı oluncaya kadar sürdürülmüştür ve harcanan sarfiyat kaydedilmiş, örneklerin invert şeker miktarı denklem 3.9'da ki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{İnvert Şeker Miktarı (\%)} = \frac{S \cdot F}{V} 100 \quad (3.9)$$

Burada;

F: Faktör, g

S: Seyreltme faktörü

V: Sarfiyat, mL

3.2.4.8. Toplam şeker tayini

Toplam şeker tayini Lane-Eynon Metodu'na göre yapılmıştır. Yöntemin ilkesi invert şeker tayini ile belirlenemeyen disakkaritlerin inversiyona uğratılması ve invert şekerin Fehling çözeltisinde bulunan Bakır-2-oksidi suda çözünmeyen Bakır-1-oksidi indirgemesi reaksiyonuna dayanmaktadır. Yaş SHP, rehidre edilmiş kuru SHP, optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneği 1:5 oranında seyreltilmiştir. Bu seyreltiklerden yaş-kuru SHP için 200 mL, SÜ ve kontrol için ise 50 mL alınarak 250 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Üzerine durultma amacıyla 5'er mL %15'lik potasyum ferrosiyanit (Carez I) ve %30'luk bakır sülfat (Carez II) eklenerek saf su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır. Yaklaşık 30 dk bekletilen çözeltiler kaba filtre kağıdından geçirilerek berrak filtrat elde edilmiştir. Berrak filtrattan 50 mL alınarak üzerine 5 mL derişik (%37) HCl çözeltisinden eklenip 67-70°C'ye ayarlanmış su banyosunda 5 dk bekletildikten sonra soğutulmuş ve böylelikle inversiyon işlemi tamamlanmıştır. Çözeltiye 1-2 damla fenolftalein indikatörü damlatılarak 5 N NaOH ile hafif pembe renk elde edilene kadar titre edilerek nötralleştirilmiş ve saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözelti bürete konulmuştur. Ayrıca erlene 5'er mL Fehling A ve Fehling B, 2-3 adet kaynama taşı ve 25 mL saf su konularak kaynatılmıştır. Kaynamaya başladıktan 2 dk sonra 3-4 damla metilen mavisi eklenerek kaynamanın 2. dakikasında büretteki örnekler ile kaynama devam ederken titre edilmiştir. Titrasyon işlemi ortamın rengi bakır kırmızısı oluncaya kadar sürdürülmüş ve harcanan sarfiyat kaydedilmiştir. Daha sonra denklem 3.10'daki formüle göre hesaplama yapılmıştır.

$$\text{Toplam Şeker Miktarı (\%)} = \frac{S \cdot F}{V} 100 \quad (3.10)$$

Burada;

F: Faktör, g

S: Seyreltme faktörü

V: Sarfiyat, mL

Faktör tayini; 5 mL Fehling A ve 5 mL Fehling B çözeltilerini indirgeyen invert şekerin mg olarak miktarını ifade etmektedir. Stok çözeltinin hazırlanması için 9,5 g saf sakkaroz 1 L'lik ölçü balonunda yaklaşık 80 mL saf su ile çözündürülmüştür. Üzerine 5 mL derişik (%37) HCl eklenmiş ve oda sıcaklığında bekletildikten sonra 1 L'ye saf

su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltinin dayanıklılık süresi sonsuzdur. Standart çözelti için 50 mL stok çözeltiden alınıp Fenolftalein eşliğinde 5 N NaOH nötrleştirildikten sonra 250 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti 1 mL'sinde 2 mg invert şeker içermektedir. Toplam şeker miktarı tayininde yapılan titrasyon işleminin aynısı gerçekleştirilmiştir. Bu sefer büret içerisinde hazırlanan standart çözelti konulmuştur ve sarfiyat kaydedilerek denklem 3.11'deki formüle göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Faktör (mg)} = V \cdot 2 \quad (3.11)$$

Burada;

V: Titrasyonda harcanan sarfiyat, mL

2: 1 mL standart invert şeker çözeltisi içerisindeki şekerin mg cinsinden değeri, mg/mL

3.2.4.9. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Bu yöntemin ilkesi, fenolik bileşiklerin alkali ortamda Folin-Ciocalteu ayıracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Analiz edilecek örnekler %0,1 formik asit ile asitlendirilmiş %75'lik metanollü (75 mL metanol:25 mL su, h/h) çözücü yardımıyla daha önceden ekstrakte edilip analiz için hazır hale getirilmiştir. Örneklerdeki fenolik madde miktarına göre gerekli seyreltmeler önceden ön denemelerle saptanmıştır. Hazırlanmış seyreltiklerden 0,4 mL alınarak üzerine 2 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu ayracı ve 1,6 mL %7,5'lik doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenip 60 dk karanlık bir ortamda kendi haline bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda çözeltinin absorbansı spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 765 nm dalga boyunda şahit numuneye (0,4 mL örnek yerine ekstraksiyonda kullanılan çözelti kullanılmıştır) karşı okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değerinin GAE cinsinden fenolik madde miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart eğrinin denkleminden hesaplanmıştır. Örneklerdeki TFM miktarı mg GAE/100g KM olarak ifade edilmiştir.

Standart eğri için %0,1 formik asitli %75'lik metanol çözeltisi ile farklı konsantrasyonlarda (20, 30, 40, 50, 80, ve 100 ppm) gallik asit standartları hazırlanmıştır. Bu seyreltiklerden 0,4 mL alınarak üzerine 2 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu ayracı ve 1,6 mL %7,5'lik doymuş sodyum karbonat çözeltisi eklenip 60 dk karanlık bir ortamda kendi haline bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda çözeltinin absorbansı

spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 765 nm dalga boyunda şahit numuneye (0,4 mL örnek yerine ekstraksiyonda kullanılan çözelti kullanılmıştır) karşı okunmuştur. Bu konsantrasyonlara karşılık gelen absorbans değerlerinin grafiği çizilmiş ve %99,28 R²'ye sahip denklem elde edilmiştir (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.10. Toplam antioksidan aktivite tayini

3.2.4.10.1. DPPH

Bu yöntem, DPPH radikalının indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Analiz edilecek örnekler %0,1 formik asit ile asitlendirilmiş %75'lik metanollü (75 mL metanol:25 mL su, h/h) çözücü yardımıyla daha önceden ekstrakte edilip analiz için hazır hale getirilmiştir. Hazır hale getirilen örneklerden 5 farklı konsantrasyonda alınıp üzerlerine 600 µL 1 mM'lık DPPH çözeltisi (metanol içerisinde hazırlanan) ilavesinden hemen sonra toplam hacim 6 ml olacak şekilde metanol ile tamamlanmıştır. Daha sonra çözeltiler oda sıcaklığında karanlık bir yerde 30 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözeltilerin absorbansı (A_{A(t)}) spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Bunun yanında kontrol olarak 600 µL DPPH çözeltisi ve üzerine son hacim 6 ml olacak şekilde metanol ilave edilerek elde edilen çözeltinin absorbansı (A_{C(0)}) aynı dalga boyunda okunarak denklem 3.12'de ki formül yardımıyla inhibisyonu hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = \frac{A_{C(0)} - A_{A(t)}}{A_{C(0)}} 100 \quad (3.12)$$

DPPH için: t= 30 dk

ABTS için: t= 6 dk

DPPH radikalının %50'sini inhibe eden ekstrakt konsantrasyonu olarak tanımlanan EC₅₀ değeri (mg KM/µL) ise 5 farklı konsantrasyonda hazırlanan ekstraktlara karşı çizilen DPPH radikalının inhibisyon (%) oranından elde edilen R² değeri %95 üzerinde olan doğru denkleminde hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.10.2. ABTS

Bu yöntem, ABTS'nin potasyum persülfat ile oksidasyonu ile üretilen ABTS^{•+} radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu radikalın indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Analiz edilecek örnekler %0,1 formik asit ile asitlendirilmiş %75'lik metanollü (75 mL metanol:25 mL su, h/h) çözücü yardımıyla

daha önceden ekstrakte edilip analiz için hazır hale getirilmiştir. Mikro küvete seyreltilmiş 2,45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS^{*+} radikal çözeltisinden 2000 µL'ye tamamlanacak şekilde alınmıştır (Analize başlamadan önce radikal çözeltisi, 0,1 M tuzlu fosfat tampon çözeltisi (PBS) ile 734 nm'de 0,700±0,02 absorbans değerini verecek şekilde seyreltilmiştir). Mikro küvet spektrofotometreye (Shimadzu, UV-1800, Japonya) yerleştirilerek küvetteki ABTS^{*+} radikal çözeltisinin başlangıç absorbans değeri kaydedilmiştir. Yaş-kuru SHP ve SÜ estraktlarındaki TAA miktarına göre mikro küvet içerisindeki radikal çözeltisi üzerine eklenecek örnek miktarları ön denemelerle belirlenmiştir. Belirlenen miktarlardaki ekstraktlardan radikal çözeltisi üzerine eklendiği o anda kronometre çalıştırılmış ve 6 dk tamamlandığında işleme son verilmiştir. Böylece 6 dk sonunda saptanmış olan absorbans değeri esas alınarak başlangıç değerine göre denklem 3.8'deki formülle inhibisyonlar (%) hesaplanmıştır. Daha sonra 6 dk sonunda saptanmış ortalama inhibisyon (%) değerleri örnek miktarlarına (hacimlerine) karşı bir grafiğe aktarılıp lineer regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriği ve bu eğriği tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Örneğe ilişkin eğrinin eğimi, troloks standart eğrisinin eğimine oranlanarak örneklerin troloks eşdeğeri (TE) antioksidan kapasite değeri (µM TE/g KM) denklem 3.13'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{ABTS Değeri} \left(\frac{\mu\text{M Troloks}}{\text{g KM}} \right) = \frac{\text{Örneğe ilişkin eğrinin eğimi}}{\text{Troloks standart eğrisinin eğimi}} \quad (3.13)$$

Standart kurve için 2,5 mM'lık troloks stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden 2, 3, 5, 7 mL alınıp 10 mL'lik balon jojede PBS çözeltisi ile tamamlanmıştır. Böylece 0,5, 0,75, 1,25, 1,75 mM çalışma standart çözeltileri elde edilmiştir. Çalışma standart çözeltilerinden 20 µL alınıp mikro küvet içerisinde bulunan 1980 µL radikal çözeltisine (0,700±0,002 absorbansa ayarlanmış) eklendiğinde mikro küvet içerisinde sırasıyla 5, 7,5, 12,5 ve 17,5 µM konsantrasyonlarda troloks elde edilmiştir. Çalışma standart çözeltilerinden 20 µL alınıp mikro küvet içerisinde bulunan 1980 µL radikal çözeltisine eklendiği o anda kronometre çalıştırılarak karanlıkta bekletilmiştir ve 6 dk'nın sonunda spektrofotometre (Shimadzu, UV-1800, Japonya) ile 734 nm'de absaobansları okunmuştur. Bu veriler lineer regresyon analizi uygulanıp bir grafiğe aktarılacak suretiyle standart troloks eğrisine ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.4.11. Toplam monomerik antosiyanin tayini

TMA tayini için pH-diferansiyel metodu kullanılmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2001; Wrolstad ve diğerleri, 2005). Bu metodun ilkesi, monomerik antosiyaninlerin pH 1,0'de renkli oksonium formunun, pH 4,5'de ise renksiz hemiketal formunun hakim olmasına dayanmaktadır. Buna göre ortam pH 1,0 ve pH 4,5 olduğu zaman ölçülen absorbans değerlerinin farkı, doğrudan antosiyanin konsantrasyonu ile orantılı bulunmaktadır. Bu amaçla pH değerlerinin istenen değerlere ayarlamak için 0,025 M potasyum klorür ve 0,4 M sodyum asetat tampon çözeltileri kullanılmıştır. Analiz edilecek örnekler uygun çözücü yardımıyla daha önceden ekstrakte edilip analiz için hazır hale getirilmiştir. Ekstrakte edilen numunelerin tampon çözelti ile ne kadar seyreltileceği ön denemelerle saptanmıştır. Seyreltme işlemi, $\lambda_{vis-max}$ (520 nm) dalga boyundaki absorbans okumaları, spektrofotometrenin (Shimadzu, UV-1800, Japonya) lineer sınırlarında yani 1,2'nin altında olması ilkesi baz alınarak yapılmıştır. Fakat en iyisi, absorbans okumalarının 0,2-0,8 arasında kalmasıdır. Ayrıca bu seyreltmede, ortamın tampon kapasitesini aşmamak için örnek miktarı, seyreltiğin %20'sinden fazla olmamasına dikkat edilmiştir. Her bir numune için daha önceden saptanmış olan seyreltme faktörüne uygun şekilde birisi potasyum klorür tampon ile (pH 1,0), diğeri ise sodyum asetat tampon ile (pH 4,5) iki ayrı seyreltme yapılmıştır (aynı oranda seyreltme yapılması temel koşuldur). Denge oluşması için her iki seyreltik bir süre kendi haline bırakılmıştır. Seyreltme sonunda pH değerleri dijital pH metre (Ohaus, ST10, Çin) ile kontrol edilerek gerçekten pH 1,0 ve pH 4,5 olduğu belirlenmiştir. Hazırlanan bu seyreltikler 45 dk bekletilerek süre sonunda her iki seyreltikte 520 nm ($\lambda_{vis-max}$) ve 700 nm (örnekteki bulanıklık unsurlarından kaynaklanabilecek hatayı düzeltmek için yapılan okumadır) dalga boyundaki absorbansları okunmuştur. Okumalar, şahit olarak damıtık suya karşı yapılmıştır. 520 nm ($\lambda_{vis-max}$) ve 700 nm'deki absorbans okumalarından yararlanılarak monomerik antosiyaninlerden kaynaklanan absorbans (A) denklem 3.14'e göre hesaplanmıştır. Daha sonra örnekteki, monomerik antosiyanin konsantrasyonu denklem 3.15 yardımıyla Siyanidin-3-Glukozid eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$A = (A_{\lambda_{vis-max}} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{\lambda_{vis-max}} - A_{700})_{pH 4.5} \quad (3.14)$$

$$\text{Toplam Monomerik Antosiyanin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right) = \frac{A \cdot MW \cdot S_f \cdot 1000}{\epsilon \cdot l} \quad (3.15)$$

Burada;

A: Düzeltilecek hesaplanmış absorbans farkı,

MW: Siyanidin-3-Glukozid antosiyaninin molekül ağırlığı,

Sf: Seyreltme Faktörü,

ε: Siyanidin-3-Glukozid antosiyaninin absorpsiyon katsayısı,

l: Spektrofotometre küveti katman kalınlığı.

3.2.4.12. Hidroksimetilfurfural tayini

Görünür bölgede absorbans okumalarına dayalı HMF tayini yöntemi kullanılmıştır. Diğer birçok aldehitler gibi, HMF’de barbiturik asit ve *p*-toluidin ile reaksiyona girerek kırmızı renkli bir bileşik oluşturmaktadır. Oluşan rengin yoğunluğunun HMF miktarına bağlı olması, kantitatif-kolorimetrik bir yöntemin temelini oluşturmaktadır. Yaş SHP, rehidre edilmiş kuru SHP, optimum noktadaki SÜ ve kontrol örneklerinden 100 mL’lik balon jojeye 20 g alınarak üzerlerine 50 mL saf su ve durultma işlemi için 5’er mL Carez-I ve Carez-II çözeltisi ilave edildikten sonra balon joje hacmi saf su ile tamamlanarak 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler kaba filtre kağıdından filtre edilerek berrak bir çözelti elde edilmiştir. Böylece analiz için kullanılacak örnekler hazırlanmış ve cam kapaklı 2 test tüpüne 2’şer mL aktarılmıştır. Her iki tüpe 5’er mL *p*-toluidin çözeltisi vorteks cihazı (Wisemix, VM-10, Kore) ile karıştırılmıştır. Tüplerden şahit olarak kullanılacak olan birinci tüpe 1 mL saf su, deney tüpüne ise 1 mL barbiturik asit çözeltisi eklenmiş ve vorteks cihazı (Wisemix, VM-10, Kore) ile karıştırılmıştır. *P*-toluidin ve barbiturik asit çözeltilerinin tüplere eklenmesi 1-2 dk içinde gerçekleştirilmiştir. Deney tüpünün absorbansı 1 cm’lik küvette 550 nm’de şahite (birinci tüpe) karşı okunarak saptanmıştır. Absorbans, barbiturik asidin eklenmesinden 3-4 dakika sonra en yüksek değerine ulaşmış ve spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okuma yapılmıştır. Denklem 3.16’daki formüle göre HMF miktarı mg/kg cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{HMF (mg/L)} = 162 \cdot (A) \quad (3.16)$$

A: Şahite karşı okunan absorbans

3.2.4.13. Duyusal analiz

Üretilen SÜ ve kontrol örneğinin duyusal değerlendirilmesi 5 aralıklı hedonik test ile yapılmıştır. Eğitimli (KMÜ Gıda Mühendisliği akademik personeli ve lisansüstü öğrencileri) 7 panelist tarafından ürünlerin görünüş, renk, koku, tat-lezzet, sürülebilirlik-kıvam (tekstür), tatlılık, ağız hissi ve genel kabul edilebilirlik gibi karakteristik özellikleri tespit edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik değeri 40 puan üzerinden değerlendirilmiş olup 30 puan altı kabul edilemez, 30-35 arası iyi, 35-40 arası çok iyi olarak belirlenmiştir. Duyusal analiz sırasında panelistler tarafından doldurulan değerlendirme formu EK A'da verilmiştir.

3.2.4.14. Tekstür analiz

Üretilen SÜ ve kontrol örneklerinin tekstürel özellikleri tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems, TA-XT Plus, Birleşik Krallık) kullanılarak yapılmıştır. Ahmed ve Ali (1986) tarafından belirlenen yöntem modifiye edilerek örneklerin tekstür özelliğinden sürülebilirliği (kesme işi, *g.s*) değerlendirilmiştir. Sürülebilirlik ekipmanları; 5 kg yük hücresi, 45° açılı perspex konileri (akrilik cam) içeren sürülebilirlik probundan (HDP/SR) oluşmaktadır. Cihazın; ön test hızı (1 mm/s), test hızı (3 mm/s), test sonrası hız (10 mm/s), mesafe (23 mm) ve tetik kuvveti (5 g) ayarları yapılmıştır.

3.2.4.15. Mikrobiyolojik analiz

Mikrobiyolojik analiz olarak *Escherichia coli* (*E. coli*) tayini, kurutulmuş SHP ve optimum formülasyonda üretilen SÜ'de TS ISO 16649-2 metoduna göre Isparta Gıda Kontrol İl Laboratuvarı'nda hizmet alımı olarak yaptırılmıştır. Sonuçlar koloni oluşturan birim (kob)/g cinsinden verilmiştir.

3.2.4.16. Veri değerlendirme ve istatistiksel analiz

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve YYM ile SHP'den SÜ üretimi için optimum formülasyonun belirlenmesinde Design Expert 11.1.0.1 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, ABD) Analiz Programı kullanılmıştır. YYM ile oluşturulan regresyon modelinin *F* değeri, model uyumsuzluğu, standart sapma, varyasyon katsayısı, tahminlenmiş kalıntı hata karaler toplamı, yeterli kesinlik, R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$, $R^2_{tahminlenmiş}$, istenilirlik ve hata değerleri (%) verilmiştir. Yaş-kuru SHP'nin, optimum noktada üretilen SÜ ve kontrol örneğinin bazı fizikokimyasal analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ise Statistica Paket İstatistik

Programı (ver. 8.0) kullanılarak tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (StatSoft, 2007).



4. BULGULAR

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

4.1.1. Siyah havuç posasının fizikokimyasal özellikleri

SÜ üretiminde kullanılan SHP'nin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. SÜ üretiminin hammaddesi olarak kuru SHP kullanılmış olup kurutma prosesiyle hammaddede olan değişiklikleri gözlemleyebilmek için herhangi bir işlem uygulanmamış yaş SHP ile karşılaştırma yapılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 : SHP'nin fizikokimyasal bileşimi.

Özellikler	SHP	
	Yaş	Kuru
Nem (%)	78,88±0,09*	3,92±0,07
SÇKM (%)	9,99±0,01	9,97±0,06
pH	3,17±0,06	3,23±0,06
Titrasyon Asitliği (%SSA)	0,52±0,00	0,46±0,00
Toplam Şeker (% KM)	15,35±0,55	15,50±0,62
Şeker İçeriği	İnvert Şeker (% KM)	11,01±0,25
	Hesaplanan Sakkaroz (% KM)	4,13±0,38
Kül (% KM)	0,98±0,00	0,98±0,00
	<i>L*</i>	20,34±0,17
	<i>a*</i>	19,05±0,23
Renk Değerleri	<i>b*</i>	8,17±0,23
	<i>C*</i>	20,73±0,29
	<i>Hue Açısı</i>	23,22±0,41
TFM (mg GAE/g KM)	6,66±0,64	6,95±0,62
	DPPH (EC ₅₀ değeri, mg KM/μL)	0,0015±0,00
TAA	ABTS (μM TE/g KM)	40,08±0,64
TMA (mg CGE/kg KM)	1774,90±4,54	1925,81±4,94
HMF (mg/kg)	1,05±0,08	0,92±0,09
Mikrobiyoloji (<i>E. coli</i> , kob/g)	-	<10

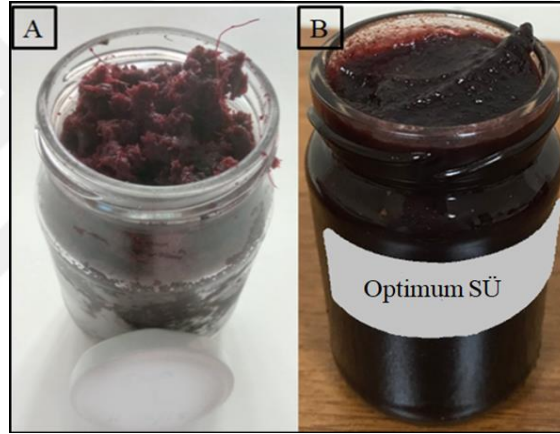
*Özelliklere ait verilerin aritmetik ortalaması ± standart sapması (örnek sayısı=3).

EK B'de verildiği gibi yaş ve kuru SHP'lerin toplam şeker, kül, SÇKM, HMF, pH, titrasyon asitliği, TFM ve DPPH değerleri arasında istatistiksel olarak farkın önemli olmadığı ($p>0,05$) bulunurken nem, invert şeker, ABTS, TMA, L^* , a^* , b^* , C^* ve *Hue açısı* değerleri arasındaki farkın ise önemli olduğu ($p<0,05$) görülmüştür. Kurutma

işlemi ile SHP'nin ABTS ve TMA değerlerinde önemli derecede artışın olduğu tespit edilmiştir.

TFM, TAA ve TMA değerleri üzerine gıdanın yapısının, bileşiminin, uygulanan ısıl işlemin türü ve sıcaklık derecesinin etkili olduğu belirtilmektedir (Sakaç ve diğerleri, 2011; Carmona-Jiménez ve diğerleri, 2018; Akdoğan, 2019). Meyve, sebze ve tahıl gibi gıdaların fenolik bileşenleri üzerine ısıl işlemin olumsuz etkilerini ortaya koyan birçok çalışma mevcuttur (Larrauri ve diğerleri, 1997; Kuljarachanan ve diğerleri, 2009; Nóbrega ve diğerleri, 2015; Kelebek ve diğerleri, 2018). Literatüre göre özellikle meyve ve sebzelerin ısıl işlem sırasında çeşitli kimyasal değişimleri nedeniyle fenolik bileşiklerinde artış ve daha yüksek biyolojik aktivitelere sahip olduklarında bildirilmektedir (Choi ve diğerleri, 2006; Sakaç ve diğerleri, 2011; Meral, 2016). Kurutma işlemiyle gıdaların TFM ve TAA değerlerinde artışın olduğu ve bu artışın ısıl işlemin etkisiyle gıdalarda bağlı bulunan fenolik maddelerin serbest hale geçmesinden kaynaklı olduğu bildirilmektedir. Kurutma işlemiyle TMA miktarındaki artışın ise gıdalarda bulunan antosiyaninlerin degradasyonu ve oksidasyonuna neden olan enzimlerin ısıl işlem ile inaktive edilerek antosiyaninlerin kaybının önlendiği belirtilmektedir (Gahler ve diğerleri, 2003; Choi ve diğerleri, 2006; Demir, 2010; Meral, 2016; Akdoğan, 2019). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, SHP kurutma koşullarının (sıcaklık 50°C, kurutma süresi 8-9 saat) uygulanabilir olduğu düşünülmektedir. Çizelge 4.1'deki kuru SHP'nin TFM ve TAA değerlerinin artmasının nedeni ısıl işlem ile bağlı halde bulunan fenolik bileşenlerin serbest hale geçmesinden, TMA'daki artışın ise siyah havuçta bulunan özellikle polifenoloksidaz enzimin ısıl işlem sonucu inaktive edilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan ortamda bulunan bazı şekerlerin ve bunların parçalanma ürünlerinin de (HMF vb.) antosiyaninlerin degradasyonunu hızlandırdığı bildirilmektedir (Demir, 2010). Kurutma işlemi ile HMF içeriğinde değişim olmaması ve antosiyaninlerde de kaybın olmaması bu durumu doğrulamaktadır. Aynı zamanda kurutma işlemi ile örneklerin TKM içerikleri ile birlikte antosiyanin içeriğinin de arttığı bildirilmektedir (Akdoğan, 2019). Kurutma sonucu elde edilen antosiyanin miktarı da (1925,81 mg CGE/kg KM) bu durumu doğrulamaktadır. Kurutma işlemi ile gıdaların renk değerlerinde de değişimin olduğu belirtilmektedir (Ersus Uyan ve diğerleri, 2004; Alam ve diğerleri, 2013; Akdoğan, 2019; Chaturvedi ve Yadav, 2019). Bu çalışmada da SHP'nin kurutulmasıyla renk değerlerinde değişim söz konusu olup özellikle *L** (açık) değerinde belirgin bir artışın (%65,78) olduğu saptanmıştır. Literatüre

bakıldığında, elde edilen bu sonuçların (Çizelge 4.1) daha önce yapılan farklı ürünlerdeki kurutma çalışmalarıyla tutarlı olduğu görülmüştür (Ersus Uyan ve diğerleri, 2004; Chang ve diğerleri, 2005; Katsube ve diğerleri, 2009; Alam ve diğerleri, 2013; da Silva ve diğerleri, 2013; Garba ve Kaur, 2014; Carmona-Jiménez ve diğerleri, 2018; Rahman ve diğerleri, 2018; Akdoğan, 2019). Elde edilen sonuçlara bakıldığında ılımlı sıcaklıkta (50°C’de) kurutma işlemi SHP’nin bazı fizikokimyasal özelliklerinin kalitesini artırmış, mikrobiyal bozulmalara karşı korumuş ve depolanmasını kolaylaştırmıştır (Çizelge 4.1). Ayrıca ön denemeler ile yaş siyah havuç posası kullanıldığında istenilen sürülebilir ürünün elde edilemediği tespit edilmiştir (Şekil 4.1.A). Bu sonuçların hepsi göz önünde bulundurulduğunda hammadde olarak yaş yerine kuru siyah havuç posası kullanılarak sürülebilir ürün üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1.B).



Şekil 4.1 : Sürülebilir ürün görselleri (A) yaş siyah havuç posasından üretilen sürülebilir ürün, (B) kuru siyah havuç posasından üretilen sürülebilir ürün

Literatüre bakıldığında çeşitli meyve, sebze ve yan ürünlerin kurutulması sonucu elde edilen nem içerikleri %1,4-11,35 arasında değişim göstermiştir (Alam ve diğerleri, 2013; da Silva ve diğerleri, 2013; Nóbrega ve diğerleri, 2015; Polatçı ve diğerleri, 2018; Akdoğan, 2019; Baltacıoğlu ve diğerleri, 2019). Bu çalışmada da kurutulmuş SHP’nin nem içeriği %3,97 olup literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Gıdaların nem içeriklerinin %10’nun altında olması durumunda bozulmalara neden olabilecek mikroorganizmaların aktif olamayacağı bildirilmektedir (Rahman ve diğerleri, 2018). Kuru SHP nem içeriğinin %10’un altında olmasıyla ürünün uzun süre depolanması, taşıma, nakliye ve depolama giderlerinin azalması beklenmektedir. EK B’de verildiği gibi yaş ve kuru SHP’nin nem içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).

Bu çalışmada kuru SHP'nin SÇKM içeriği %9,97 olarak tespit edilmiştir. Siyah havuç ve havuç genotiplerinin SÇKM içeriği %3,51-12,20 arasında değiştiği literatürde bildirilmektedir (Bajaj ve diğerleri, 1978; Gills ve diğerleri, 1999; Sarı ve Paksoy, 2004; Ersus Uyan, 2004; Gajewski ve diğerleri, 2009; Demir, 2010; Şekerci, 2010; Kumar ve diğerleri, 2011; Rashidi ve Gholami, 2011; Kiracı, 2013; Uçan Türkmen ve diğerleri, 2018). Yaş SHP'nin SÇKM içeriği ise %2,5-16,92 aralığında olduğu belirtilmektedir (Yeşilören Akal, 2019; Yanık, 2019). Elde edilen SÇKM içeriği literatür bilgileri ile kıyaslandığında uyumlu olduğu görülmüştür. Kurutulmuş siyah havuç posasının SÇKM içeriğinin yaş siyah havuç, havuç genotipleri ve siyah havuç posasının SÇKM içerikleriyle paralellik göstermesi, ılımlı koşullarda kurutma işleminin (50°C'de 8-9 saat) siyah havuç posasının SÇKM içeriğini önemli seviyede etkilemediğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada da EK B'de verildiği gibi yaş ve kuru SHP'nin SÇKM içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Bununla birlikte yaş siyah havuç, havuç genotipleri ve SHP'nin SÇKM içeriklerinin bu kadar geniş aralıkta değişim göstermesinin nedeni, SÇKM içeriğinin çeşit, iklim ve yetiştirme koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen kuru SHP'nin pH ve susuz sitrik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 3,23 ve %0,46 olarak saptanmıştır. Literatüre bakıldığında ise siyah havuç ve havuç genotiplerinin pH ve titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 5,82-6,78 ve %0,08-0,54 aralığında olduğu görülmektedir (Sarı ve Paksoy, 2004; Ersus Uyan, 2004; Şekerci, 2010; Kiracı, 2013; Uçan Türkmen ve diğerleri, 2018). Yanık (2019) yaş SHP'nin pH ve titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla 5,77 ve %0,03 olduğunu bildirilmiştir. Yeşilören Akal (2019) ise yaş SHP'nin pH değerinin 4,3-5,2 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile kıyaslandığında, pH değeri siyah havuç ve havuç genotiplerinin altında çıkarken titrasyon asitliği değeri paralellik göstermiştir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlar yaş SHP'den yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Yanık (2019)'ın bildirdiği değerlerin altında olduğu görülürken, Yeşilören Akal (2019)'ın bildirdiği değerlerle yakınlık gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak kuru SHP'yi literatür bilgileri ile kıyasladığımızda asitliğe daha yakın bir karakteristik özellik gösterdiği görülmüştür. Bunun sebebinin, kullanılan hammaddenin sanayii yan ürünü olması ve temin edilene kadar geçen depolama sürecinde laktik asit bakterilerinin karbonhidratları

parçalayarak fermentasyon sonucu laktik asit üretmesinden (Kıran, 2006) kaynaklı olabileceği ve bunun sonucunda da ürünlerdeki asit içeriğinin artmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada kullandığımız SHP'nin temin edilen sanayide ortaya çıkış aşamasında sitrik asit ile muamele edilerek asitliğe yakın bir karakteristik özelliğin oluşmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu çalışmadaki yaş ve kuru SHP'nin pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) bulunmuştur (EK B).

Rengin, havuç çeşitlerinde hem iç (meyve eti) hem de dış (meyve kabuğu) kalitesi için önemli bir parametre olduğu bilinmektedir (Kıracı, 2013). Renk değerlerinde L^* : 0 siyahlığı, L^* : 100 beyazlığı (koyuluk/açıklık), $+a^*$: kırmızılığı, $-a^*$: yeşilliği, $+b^*$: sarılığı, $-b^*$: maviliği ifade etmekte olduğunu bildirmektedirler (Şekerci, 2010; Kıracı, 2013; Keskin ve diğerleri, 2017). Kroma değeri (C^*) yükseldikçe rengin daha parlak, düştükçe ise daha mat olduğunu belirtmektedirler. *Hue açısı* değerinin ise $0^\circ +a^*$ eksenine (kırmızı), $90^\circ +b^*$ eksenine (sarı), $180^\circ -a^*$ eksenine (yeşil) ve $270^\circ -b^*$ eksenine (mavi) karşılık gelmekte olduğunu bildirmektedirler (Keskin ve diğerleri, 2017). Kuru SHP'nin renk değerlerinden L^* : 33,72, a^* : 20,40, b^* : 7,78, C^* : 21,83 ve *Hue açısı* değeri ise 20,88 olarak tespit edilmiştir. Kuru SHP'nin L^* ve C^* değerlerine bakıldığında mat ve siyah renk tonuna yakın olduğu görülmüştür. *Hue açısı* değeri ile kuru SHP'nin kırmızı renge yakınlığı tespit edilmiştir. Kıracı (2013) mor havuç tiplerinin iç (meyve eti) renk değerlerini incelemiş olup L^* : 23,13-51,34, C^* : 14,63-27,36, *Hue açısı* değerinin ise 3,44-46,48 aralığında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Şekerci (2010) farklı havuç çeşitlerinde dış (meyve kabuğu) renk değerlerinden L^* : 37,12-39,55, a^* : 15,07-25,95, b^* : 4,20-7,65, C^* : 17,28-26,67, *Hue açısı* değerinin ise 12,72-28,40 aralığında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Yanık (2019) yapmış olduğu çalışmada yaş SHP'nin renk değerlerinden L^* : 32,98, a^* : 12,21 ve b^* değerinin 10,56 olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki renk değerlerinin, literatürde siyah havuç ve posası ile ilgili verilen değerler arasında olduğu görülmüştür. Havucun rengini etkileyen ana faktör genotip olup aynı zamanda bitki gelişim süreci ve yetiştigi iklim sıcaklığının da etkili olduğu bildirilmiştir. Gübreleme gibi diğer değişkenlerinde havucun renk oluşumu üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (Heinonen, 1990). Bu nedenle elde edilen sonuçların literatürde verilenlerle uyumlu olmayışı bu durumla açıklanabilmektedir. bu çalışma ile literatür arasında farklılık görülmesi mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada yaş ve kuru SHP renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* , *Hue*

açısı) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur (EK B).

Bu çalışmada kuru SHP'nin yaş ve kuru ağırlıktaki kül içerikleri sırasıyla %0,95 ve %0,98 olarak tespit edilmiştir. Literatürde siyah havuç ve havuç genotiplerinin yaş ağırlıktaki kül içeriğinin %0,84-1,20 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Hardegger ve Sturm, 1998; Ersus Uyan, 2004; Anonim, 2020). Elde edilen sonuçların, siyah havuç ve havuç genotiplerinin kül içerikleriyle paralellik gösterdiği görülmüştür. EK B'de verildiği gibi yaş ve kuru SHP'nin kül içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Wadhwa ve Bakshi (2013) yaptıkları çalışmada çeşitli meyve yan ürünlerinin kuru ağırlıktaki kül içerikleri %3,5-7,9 aralığında, sebze yan ürünlerinin ise %4,8-23,3 aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca sebze sınıfına giren havuç yan ürünlerinin kuru ağırlıktaki kül içeriğinin %8,2 olduğunu belirtmişlerdir. Romelle ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada bazı seçilmiş meyve kabuklarının kuru ağırlıktaki kül içeriğinin %1,39-12,45 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatürle farklılık göstermiştir.

Bu çalışmada kuru SHP'nin kuru ağırlıktaki toplam ve invert şeker içeriği sırasıyla %15,50 ve 10,45 olarak bulunmuştur. Yaş ağırlıkta toplam ve invert şeker içeriği ise sırasıyla %3,3 ve 2,2 olarak tespit edilmiştir. Mor, turuncu, kırmızı, sarı ve beyaz havuçlarda yaş ağırlıktaki ortalama toplam şeker içeriğinin sırasıyla %7,9, 10,1, 9,2, 9,3, 9,6 olduğunu bildirmişlerdir. İnvert şeker içeriğinin ise sırasıyla %3,6, 2,4 2,8 2,7 ve 2,5 olduğunu belirtmişlerdir (Baranski ve diğerleri, 2012). Mor havuçların diğerlerine kıyasla daha düşük toplam şeker, daha yüksek invert şeker içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kreutzmann ve diğerleri (2008a) mor, sarı, beyaz, turuncu ve kırmızı havuçlarda yaş ağırlıktaki ortalama toplam şeker içeriğinin sırasıyla %9,32, 6,70, 6,35, 7,47 ve 6,03 olduğunu tespit etmişlerdir. İnvert şeker içeriğinin ise sırasıyla %1,72, 3,45, 3,09, 3,53 ve 1,43 olduğunu belirtmişlerdir. Gajewski ve diğerleri (2009) farklı havuç çeşitlerinin vejetasyon sonunda ortalama toplam şeker içeriğinin %4,6-7,0 aralığında değişim gösterdiğini raporlamışlardır. Mor havuç çeşitlerinin diğerlerine kıyasla daha yüksek toplam şeker ve düşük invert şeker içeriğine sahip olduğunu bildirmektedirler. Literatürde havuçların şeker içeriğinin farklılık göstermesinin nedeni çeşit, toprak özellikleri ve yetiştirme mevsimi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiğinden kaynaklı olabileceği belirtilmektedir (Baranski ve

diğerleri, 2012; Yeşilören Akal, 2019). Kreutzmann ve diğerleri (2008b) farklı havuç çeşitlerinde yaptığı başka bir çalışmada yaş ağırlıktaki ortalama toplam ve invert şeker içeriğinin sırasıyla %7,24 ve 3,11 olduğunu bildirmişlerdir. Alasalvar ve diğerleri (2001) mor, sarı, beyaz ve turuncu havuç çeşitlerinin yaş ağırlıktaki ortalama toplam şeker içeriğinin sırasıyla %5,38, 5,04, 5,04 ve 5,47 invert şeker içeriğinin %1,27 3,08 3,06 ve 2,78 olduğunu bildirmişlerdir. Ersus Uyan (2004) ise siyah havucun toplam ve invert şeker içeriğini sırasıyla %7,73 ve %3,80 olduğunu raporlamıştır. Gills ve diğerleri (1999) farklı çeşitlerdeki havuçların ortalama toplam şeker içeriğinin %6,30-9,70 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedirler. Kiracı (2013) yaptığı çalışmada siyah havucun toplam şeker içeriğinin %7,13-9,62 arasında değişim gösterdiğini rapor etmiştir. Havucun toplam şekerinin glukoz, fruktoz ve sakkarozdan oluştuğunu bildirilmektedirler (Hardegger ve Sturm, 1998). Yapılan çalışmalar genel olarak ele alındığında siyah havuç ve havuç genotiplerinin toplam şeker içeriğinin yüksek oranlarda sakkarozdan oluştuğu, glukoz ve fruktozun ise daha düşük oranlarda olduğu görülmüştür (Alasalvar ve diğerleri, 2001; Kreutzmann ve diğerleri, 2008a; Kreutzmann ve diğerleri, 2008b; Baranski ve diğerleri, 2012). Bu çalışmada kullanılan kuru SHP'nin şeker içeriğinin; büyük bir kısmının invert şekerlerden oluştuğu ve sakkaroz miktarının ise (%4,80) düşük olduğu tespit edilmiştir. Literatürle bu bağlamda farklılık göstermesinin sebebi, sanayii yan ürünü olan siyah havuç posasının oluşumu sırasında sıcaklık, asit gibi işlemlere maruz kalması, başta sakkaroz olmak üzere diğer disakkarit şekerlerin parçalanmasına neden olarak invert şekerlerin oluşmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kuru SHP'nin şeker içeriğinin literatüre kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin ise posa elde etmek için siyah havucun preslenmesi aşamasında şekerin bir kısmının havuç suyu ile uzaklaşmış olmasından kaynaklı olabileceği tahmin edilmektedir. Buna rağmen havuç suyu üretimi için presleme işleminde oluşan posanın zengin bir şeker kaynağı olduğu belirtilmekte olup elde ettiğimiz bulgularda bu bilgiyi doğrulamaktadır (Wadhwa ve Bakshi, 2013). Bu çalışmada yaş ve kuru SHP'nin şeker içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) bulunmuştur (EK B).

Çalışma sonucunda kuru ağırlıktaki SHP'nin TFM içeriği 6,95 mg GAE/g KM olarak tespit edilmiştir. Yaş ağırlıktaki TFM içeriği ise 6,68 mg GAE/g KM olarak hesaplanmıştır. Literatürde siyah havuç ve çeşitleri için saptanan ortalama TFM içeriği incelendiğinde; Demir (2010) Ereğli siyah havucunda 13,56 mg GAE/g KM, Şekerci

(2010) renkli havuçlarda 791,19-5588,14 µg GAE/g, Ozgen ve Şekerci (2013) Ereğli siyah havuç çeşitlerinde 516,54-1199,23 µg GAE/g, Bilen (2015) siyah havuçta 57,43 mg GAE/g KM, Karataş ve diğerleri (2018) siyah havuçta 18,38 mg GAE/g KM olduğunu bildirmektedirler. Literatürdeki bulguların elde ettiğimiz sonuçlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise kullanılan hammaddenin siyah havuç yan ürünü olan SHP olması ve presleme-işleme sırasında TFM'lerin bir kısmının uzaklaşması ve/veya kayıpların olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yeşilören Akal (2019) siyah havuç posasından (maksimum antosiyanin ekstraksiyonunun sağlandığı koşullarda) elde edilen ekstraktların TFM içeriğinin 3,60-7,16 mg GAE/g KM aralığında olduğu belirtmiş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir Literatürde SHP için saptanan ortalama TFM içeriğinin 15,27-41,5 mg GAE/g KM aralığında olduğu bildirilmiş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla farklılık göstermiştir (Bilen, 2015; Yanık, 2019). TFM içeriğine etki eden en önemli faktörlerin çözgen çeşidi ve ekstraksiyon metodu olduğunun unutulmaması gerektiği belirtilmektedir. Havuçların yapısında bulunan hidrofilik yapıdaki (suda çözünür) antosiyaninler ile hidrofobik yapıdaki (yağda çözünür) karoten ve likopenlerin ekstraksiyonu farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Şekerci, 2010). Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kullanılan ekstraksiyon metodunun hidrofilik (su bazlı) olduğu düşünülerek elde edilen sonuçların kıyaslanması yapılmıştır. Bu çalışmada yaş ve kuru SHP'nin TFM içerikleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) bulunmuştur (EK B).

Çalışmada kuru SHP'nin DPPH yöntemiyle ölçülen TAA (EC_{50}) değeri 0,0014 mg KM/µl olarak tespit edilmiştir. Yanık (2019) yaptığı çalışmada SHP'nin EC_{50} değerinin 8,53 mg KM/mL olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki TAA değerinin literatüre göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yaş ve kuru SHP'nin DPPH yöntemiyle elde edilen TAA değerlerinin arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) bulunmuştur (EK B).

Bu çalışmada kuru SHP'nin ABTS yöntemiyle ölçülen TAA değeri 43,45 µM TE/g KM olarak tespit edilmiştir. Literatürde siyah havuç ve çeşitlerinde ABTS yöntemiyle elde edilen TAA değerleri incelendiğinde; Mizgier ve diğerleri (2016) mor havuçta 3,83 mM TE/g, Karataş ve diğerleri (2018) siyah havuçta 258,63 µM TE/g KM olduğunu bildirmektedirler. Kuru SHP'nin TAA değeri literatür bilgileri ile kıyaslandığında siyah havuç ve çeşitlerine göre daha düşük çıktığı görülmüştür. Buna

karşılık kuru SHP'nin TAA değerinin siyah havuç ve çeşitlerinden elde edilen bulgulara göre daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalarında mevcut olduğu görülmektedir (Şekerci, 2010; Ozgen ve Şekerci, 2013). Yeşilören Akal (2019), SHP'den farklı ekstraksiyon teknikleriyle (maksimum antosiyanin ekstraksiyonunun sağlandığı koşullarda) elde edilen ekstraktların TAA değerlerinin 33,2-60,3 $\mu\text{M TE/g KM}$ aralığında olduğunu bildirmekte olup bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada yaş ve kuru SHP'nin ABTS yöntemiyle elde edilen TAA değerlerinin arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur (EK B).

Bu çalışmada kuru SHP'nin TMA içeriğinin 1925,81 mg CGE/kg KM olduğu tespit edilmiştir. Literatürde siyah havuç ve çeşitlerinde elde edilen TMA içeriği incelendiğinde; Ersus Uyan ve diğerleri (2004) siyah havuçta 4,95 mg CGE/g KM, Demir (2010) Ereğli siyah havucunda 342,02 mg CGE/g KM, Algarra ve diğerleri (2014) iki farklı siyah havuç çeşitlerinde (Antonina ve Purple Haze) 93,8-126,4 mg CGE/g, Bilen (2015) siyah havuçta 16,53 mg CGE/g KM, Karataş ve diğerleri (2018) siyah havuçta 13,72 mg CGE/g KM olduğunu bildirmektedirler. Kuru SHP'nin TMA içeriği literatür bilgileri ile kıyaslandığında daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin bu çalışmada kullanılan hammaddenin siyah havuç yan ürünü olan SHP olması ve presleme-işleme sırasında TMA'ların bir kısmının uzaklaşması ve/veya kayıpların olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Yeşilören Akal (2019) SHP'den farklı ekstraksiyon teknikleriyle (maksimum antosiyanin ekstraksiyonunun sağlandığı koşullarda) elde ettikleri ekstraktların TMA içeriği 0,89-1,74 mg CGE/g KM aralığında olup bu çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Yanık (2019) yaptığı çalışmada SHP'nin TMA içeriğinin 0,77 mg CGE/g KM olduğunu belirtmekte olup bu çalışmadaki sonuçlarla farklılık göstermektedir. Ağçam ve Akyıldız (2015) MSSA olan SHP'nin TMA içeriğinin 656,2-1191,9 mg CGE/kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca SHP'den antosiyaninlerin ekstraksiyonunda en etkili çözücünün asitlendirilmiş metanol olduğunu belirtmişlerdir. Bilen (2015) ise siyah havuç kabuk ve posasında (yan ürünlerinin) TMA içeriğini sırasıyla 12,21 mg CGE/g KM ve 17,03 mg CGE/g KM olduğunu belirtmiş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bilgiler ışığında siyah havucun presleme-işlenmesi sonrasında elde edilen yan ürünlerde halen yüksek düzeyde TMA içeriğinin bulunabileceği bildirilmektedir. Bu

çalışmada yaş ve kuru SHP'nin TMA içeriklerinin arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur (EK B).

Maillard reaksiyonu olarak da bilinen enzimatik olmayan renk esmerleşmesinde oluşan en önemli bileşiklerden birinin HMF olduğu bildirilmektedir. Meyve-sebze gibi taze ve işlenmemiş gıdalarda doğal olarak bulunmamaktadır. Ancak monosakkaritleri içeren ve ısıtılma işlemi gören ürünlerde uygulanan ısıtılma işleminin yoğunluk derecesine bağlı olarak artış gösteren bir reaksiyon ara ürünü olup, gıdaların tadında, renginde ve kokusunda istenmeyen değişikliklere neden olduğu bildirilmektedir. Ayrıca uzun süreli depolamanın bir sonucu olarak da yükselme eğiliminde olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle HMF miktarı, gıdanın tazeliği ve kalitesi ile ilgili tanınmış bir parametre olarak bilinmektedir (Hastürk Şahin, 2010; Vatansever, 2016; Uçan Türkmen ve diğerleri, 2018; Hepsağ ve Hayoğlu, 2019). Bu çalışmada kuru SHP'nin HMF içeriği 0,92 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde ise EK B'de verildiği gibi yaş ve kuru SHP'ler arasındaki farkın önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Literatürde meyve-sebze ürünlerinin HMF içeriği ile ilgili çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Muratore ve diğerleri (2008) yarı kurutulmuş ön işlemsiz çeri domateslerinin 40, 60 ve 80°C kurutma sıcaklıklarında HMF içeriklerini sırasıyla 0,8, 1,0 ve 1,3 mg/kg olduğunu bildirmişler ve bu çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermiştir. Hepsağ ve Hayoğlu (2019), aydınlık ve karanlık ortamda depoladıkları çilek konservelerinin HMF içeriğini sırasıyla 3,9-14,87 ve 3,9-9,76 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ortam aydınlığının ve sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda HMF içeriğinin daha yüksek çıktığını raporlamışlardır. Hastürk Şahin (2010) farklı koşullarda kurutulmuş domates örneklerinin HMF içeriğinin 2,62-39,58 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Literatüre kıyasla bu çalışmada HMF içeriğinin düşük bulunması, kurutma işleminde uygun koşulların sağlanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yaş SHP'nin HMF içeriğinde literatüre göre daha düşük çıktığı görülmüştür. Bu durum temin edilen yaş SHP'nin presleme-işlenmesine rağmen başlangıçtaki HMF içeriğinin düşük olduğu, sonrasında uygulanan kurutma işleminin de uygun koşullarda yapıldığının bir göstergesidir.

E. coli, insanlar dahil tüm memelilerin bağırsaklarında bulunan, doğrudan veya dolaylı bulaşma kaynağı olan, Gram-negatif patojenik bir bakteri olduğu bildirilmektedir (EFSA, 2013; Featherstone, 2015). Toprak, gübre ve gübreli toprakta uzun süre

hayatta kalmasıyla birlikte burada yetişen sebzelerin yüzeylerinde de hayatta kalabildiği belirtilmektedir (EFSA, 2013). Bu çalışmada kuru SHP’de *E. coli* tespit edilmemiştir (Çizelge 4.1). Bunun sebebi; SHP’nin hammaddesi olan siyah havuca (kök bitkisi) toprak ve gübreden *E. coli* bulaşısının olmadığı, presleme-işleme sırasında var olan bulaşının giderilebildiği ve SHP’nin pH değerinin *E. coli* üremesini engellemiş olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Sürülebilir Ürün Üretiminde Yanıt Yüzey Metodu ile Optimizasyon Sonuçları

Bu çalışmada SHP’den SÜ üretiminde optimum noktayı belirlenmek üzere bağımsız değişkenlerin (pektin, şeker ve sitrik asit) etkileri incelenmiş ve söz konusu parametrelerle en yüksek genel kabul edilebilirlik ve en uygun sürülebilirliğin elde edilebileceği optimizasyon modeli oluşturulmuştur. Deneme deseni ve elde edilen yanıtlar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’deki bağımsız değişkenlerin kodlanmış değerleri 3.1’deki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 : SÜ üretiminin deneme deseni ve yanıtları.

Sayı	Bağımsız Değişkenler						Bağımlı Değişkenler (Yanıtlar)	
	Kodlanmış Değerler			Gerçek Değerler			Genel Kabul Edilebilirlik	Sürülebilirlik/Kesme İşi (g.s)
		Pektin (%)	Şeker (%)	Sitrik Asit (%)	Pektin (%)	Şeker (%)		
1	F	0	+1	-1	1	60	0,10	32,0
2	F	+1	-1	0	0	50	0,55	27,9
3	F	+1	0	+1	2	55	1,00	20,2
4	F	-1	0	-1	0	55	0,10	24,8
5	F	-1	0	+1	0	55	1,00	25,9
6	F	0	-1	-1	1	50	0,10	29,3
7	F	+1	0	-1	2	55	0,10	30,9
8	F	+1	+1	0	2	60	0,55	31,1
9	F	+1	-1	0	2	50	0,55	24,4
10	F	-1	+1	0	0	60	0,55	27,7
11	F	0	+1	+1	1	60	1,00	28,8
12	F	0	-1	+1	1	50	1,00	28,0
13	O	0	0	0	1	55	0,55	33,6
14	O	0	0	0	1	55	0,55	31,0
15	O	0	0	0	1	55	0,55	29,6
16	O	0	0	0	1	55	0,55	31,0
17	O	0	0	0	1	55	0,55	33,5

F: Faktöriyel nokta, O: Orta noktaları ifade eder.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi yanıtlardan biri olan genel kabul edilebilirlik değeri 20,2-33,6 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek değeri 33,6 olup 13 numaralı denemede (orta nokta) görülmüş ve bu deney numarasındaki bağımsız değişkenlerin %1 pektin, %55 şeker, %0,55 sitrik asit olduğu bilinmektedir. En düşük değeri ise 20,2 olup 3 numaralı denemede görülmüş ve bu deney numarasındaki bağımsız değişkenler %2 pektin, %55 şeker, %1 sitrik asit olarak belirlenmiştir. İkinci bir yanıt olarak sürülebilirlik değeri 71,19-3878,50 g.s aralığında değişim göstermiştir. En yüksek değeri 3878,5 g.s olup 9 numaralı denemede görülmüş ve bu deney numarasındaki bağımsız değişkenlerin %2 pektin, %50 şeker, %0,55 sitrik asit olduğu tespit edilmiştir. En düşük değeri ise 71,19 g.s olup 10 numaralı denemede görülmüş ve bu deney numarasındaki bağımsız değişkenler %0 pektin, %60 şeker, %0,55 sitrik asit olarak belirlenmiştir.

4.2.1. Sürülebilir ürün üretiminde genel kabul edilebilirlik değerinin yanıt yüzey metodu ile optimizasyonu

SÜ’lerin genel kabul edilebilirlik değerleri panelistler tarafından doldurulan değerlendirme formuna göre belirlenmiş ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.3’te genel kabul edilebilirlik değeri için matematiksel modellerin varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.4’te ise verilen her deneme sonucu elde edilen SÜ’lerden belirlenen genel kabul edilebilirlik değerlerinin istatistiksel varyans analiz (ANOVA) sonuçları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 : Genel kabul edilebilirlik değeri için bağımsız değişkenlerden elde edilecek matematiksel modellerin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	F Değeri	p Değeri
Ortalama ve Toplam	1	-	-
Doğrusal ve Ortalama	3	1,02	0,4154
İkili Fraksiyon Etkileşimi ve Doğrusal	3	1,43	0,2916
İkinci Dereceden ve İkili Fraksiyon Etkileşimi	3	13,24	<0,0028-Önerildi
Kübik ve İkinci Dereceden	3	0,4804	0,7134-Önerilmedi
Kalıntı	4	-	-
Toplam	17	-	-

Çizelge 4.4 : Farklı miktarlarda pektin, şeker ve sitrik asit kullanılarak üretilen SÜ'lerin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait istatistiksel varyans analiz sonuçları.

Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Model	178,47	7	25,50	13,7	<0,0005** - Önemli
X_1	0,0113	1	0,0113	0,0058	0,9411 ^{ns}
X_2	12,50	1	12,50	6,41	0,0322*
X_3	24,85	1	24,85	12,74	0,0060**
X_1X_2	11,90	1	11,90	6,10	0,0356*
X_1X_3	34,81	1	34,81	17,85	0,0022**
X_1^2	68,13	1	68,13	34,93	0,0022**
X_3^2	21,70	1	21,70	11,13	0,0087**
Kalıntı	17,55	9	1,95		
Model Uyumsuzluğu	5,32	5	1,06	0,3481	0,8612 ^{ns} -Önemsiz
Saf Hata	12,23	4	3,06		
Toplam	196,03	16			

* $p < 0,05$ ve ** $p < 0,01$, ns: $p > 0,05$, X_1 ; pektin, X_2 ; şeker, X_3 ; sitrik asiti temsil etmektedir.

Çoklu doğrusal regresyon analizi yapılarak, işlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ifade eden regresyon modelleri oluşturulmuştur. Bu amaçla modellere her bir değişkenin öncelikli olarak “doğrusal” (lineer) etki terimleri, daha sonra “ikinci dereceden” (kuadratik) ve “ikili fraksiyon etkileşimi” (interaksiyon) terimleri Çizelge 4.4’te incelenmiştir. Çizelge 4.4 ve 4.5’teki verilere göre genel kabul edilebilirlik yanıtı için ikinci dereceden terimlerin eklenmesinin modelleri önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir. Dolayısı ile SÜ üretiminde genel kabul edilebilirlik yanıtı için en uygun modelin ikinci dereceden matematiksel model olduğu saptanmıştır. Deneysel verilerin ikinci dereceden matematiksel modele uygunluğunun varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3’te görülmektedir. İkinci dereceden matematiksel modellerin YYM’de yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Bunun sebebinin, esnekliği nedeni ile çok çeşitli fonksiyonel formlar alabilmesi, gerçek yanıt fonksiyonun tahminlenmesinde kolaylık sağlaması, katsayı değerleri karmaşık hesaplamalar olmadan en küçük kareler yöntemi kullanılarak tahminlenebilmesi ve optimum noktanın matematiksel olarak kolayca belirlenebilmesi olarak bilinmektedir. Üç veya daha yüksek dereceli matematiksel modellerin de kullanıldığı görülmekte ancak terimlerin açıklanmasında güçlüklerin olduğu belirtilmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Literatürdeki çalışmalarda da ikinci dereceden matematiksel modellerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Vatsala ve diğerleri, 2001; Singh ve diğerleri, 2004; Alizadeh ve diğerleri, 2005; Acosta ve diğerleri, 2006; Acosta ve

diğerleri, 2008; Jayabalan ve Karthikeyan, 2013; Hendek Ertop, 2014; Koç, 2015; Benzer Gürel, 2016; Şimşek, 2020).

İstatistiksel olarak model açısından önemliliği F ve p değerlerinden bulunmuş ve p değeri 0,05'den büyük olan (önemsiz) bu terimler modelden çıkarılmıştır. Çizelge 4.4'teki SÜ üretiminde genel kabul edilebilirlik değeri için şeker (X_2) ve sitrik asitin (X_3) doğrusal etkisinin yanında; pektin (X_1^2) ve sitrik asitin (X_3^2) ikinci dereceden etkisi; pektin ile şekerin (X_1X_2) ve pektin ile sitrik asitin (X_1X_3) ikili fraksiyon etkileri önemli model terimleri olarak belirlenmiştir. Bağımsız değişkenlerden olan pektinin (X_1) doğrusal etkisinin önemli olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Ancak ana bağımsız değişken olması (pektinin, X_1), ikinci dereceden ve ikili fraksiyon etkileşimlerinde önemli ($p<0,05$) görülmesi ile model hiyerarşisine zarar vermemek için denklemden çıkarılmamıştır. YYM'de tasarım edilmiş denemelerden alınan verilerden matematiksel model tahminlendikten sonra modelin işlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ne derece açıkladığı ve bu model kullanılarak yapılacak tahminlerin ne derece hassas olacağını araştırılması gerekmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Bu sebeple model uyumsuzluğu, R^2 ve $R^2_{\text{düzeltilmiş}}$, VK, yeterli kesinlilik, TKHKT ve kalıntı analizi gibi farklı test yöntemlerinin uygulandığı bildirilmektedir (Baş ve Boyacı, 2007; Koç ve Kaymak Ertekin, 2010).

Elde edilen bu matematiksel modelin gerçek yanıt fonksiyonuna sadece bir yaklaşımı olduğu için tahminlenen değerler ile deneysel veriler arasındaki fark (kalıntı), sadece saf deneysel hatayı değil modelin matematiksel formunun uyumsuzluğundan kaynaklanan hatayı da içermektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Modelin matematiksel formunun uyumsuzluğundan kaynaklanan hataya model uyumsuzluğu denmektedir. İdeal olarak istatistiksel açıdan modelin matematiksel formunun uyumsuzluğunun önemsiz ($p>0,05$) ve model için önemli olması gerekmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Çizelge 4.4'e bakıldığında model uyumsuzluğunun istatistiksel olarak ($p: 0,8612>0,05$) önemsiz, regresyon modelinin ($p: 0,005<0,05$) ise önemli olduğu görülmektedir.

Oluşturulan modellerin deneysel veriyi ne ölçüde karşıladığını ise R^2 , $R^2_{\text{düzeltilmiş}}$ ve VK değerleri ile belirlenmiştir. R^2 , modelin genel olarak deneysel verileri açıklayabilme oranını ortaya koyan değer olduğu bildirilmektedir (Baş ve Boyacı, 2007; Koç, 2015; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Fakat R^2 'nin tek başına modelin doğruluğunun bir ölçüsü olmadığı bilinmektedir. Çünkü modele yeni terimlerin eklenmesi, ilave edilen

terim istatistiksel olarak önemsiz olsa da R^2 'yi her zaman artırmaktadır (Baş ve Boyacı, 2007; Koç, 2015). Bu nedenle, yüksek R^2 değerlerine sahip olan modellerin yeni gözlemleri veya ortalama yanıt tahminlerinin zayıf tahminlerini vermesinin mümkün olduğu belirtilmektedir (Baş ve Boyacı, 2007). Bu açıdan model doğruluğunun değerlendirilmesinde $R^2_{düzeltmiş}$ değerinin kullanılması önerilmekte ve bu değerin oldukça yüksek olması beklenmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Koç, 2015; Özdoğan, 2015). Modelin doğruluğunu kontrol etmek için R^2 ve $R^2_{düzeltmiş}$ değerlerinin birlikte değerlendirilmesinin daha iyi olduğu belirtilmektedir (Baş ve Boyacı, 2007). Modelden istatistiksel olarak önemsiz olan değerler çıkartılmışsa, R^2 ve $R^2_{düzeltmiş}$ katsayılarının aynı değerde olması gerektiği bildirilmektedir (Koç, 2015; Özdoğan, 2015). Ayrıca R^2 ve $R^2_{düzeltmiş}$ değerlerinin birbirine yakın olması gözlemlenen ve tahminlenen sonuçlar arasında iyi bir uyum olduğunu da göstermektedir (Turan ve Altundoğan, 2011; Said ve Amin, 2015). VK değeri ise yanıt değişkeninin açıklanamayan veya kalıntı varyasyonunun ortalamaya bağlı yüzdesinin bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir (Montgomery, 2013; Koç, 2015). Diğer bir ifadeyle deneysel noktaların model önermelerine göre dağılımını ifade etmekte olup %10'un altında olması beklenmektedir (Özdoğan, 2015). VK değerinin yüksek olması verilerin ortalamadan çok fazla saptıklarını, düşük olması ise verilerin hemen hemen ortalamayla aynı değere sahip olduğunu göstermektedir (Koç, 2015). Bu çalışmada genel kabul edilebilirlik değerinin R^2 , $R^2_{düzeltmiş}$ ve VK değerleri sırasıyla 0,91, 0,84 ve 4,85 olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra bir matematiksel modelin daha sonra yapılacak gözlemlerde tahminleme modeli olarak kullanılabilmesi için yeterli kesinlik, $TKHKT$ ve $R^2_{tahminlenmiş}$ değerlerinin de kullanılması gerektiği bilinmektedir (Montgomery, 2013; Koç, 2015; Özdoğan, 2015). Yeterli kesinlik değeri ölçümün yeterliliği, dolayısıyla verilerin kesinliği ile ilgili bir değer olup sinyal/gürültü oranı olarak hesaplanmaktadır (Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Diğer bir ifadeyle tahmin edilen en yüksek yanıt ile tahmin edilen en düşük yanıt arasındaki farkın, tahmin edilen tüm yanıtların ortalama standart sapması ile bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Montgomery, 2013). Bu değerin 4'ten büyük olması ya da en az 4 olması gerektiği bilinmektedir (Montgomery, 2013; Koç, 2015; Özdoğan, 2015; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Bu çalışmada elde edilen modelin yeterli kesinlik değeri 12,22 olup bu durumu doğrulamaktadır. $TKHKT$ değerinin genellikle düşük olması istenmekte olup düşük olmasının modelin yeni tahminlemeleri rahatlıkla yapabileceğini gösterdiği bilinmektedir (Montgomery, 2013; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Genel

olarak normal kalıntı ile *TKHKT* arasındaki farkın büyük olması durumu, modelin verileri iyi bir şekilde göstereceği vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra aralarındaki fark küçük olacak şekilde oluşturulan modelin ise yeni tahminlemeleri iyi yapamayacağı bildirilmektedir (Montgomery, 2013). Bu çalışmada elde edilen modelin *TKHKT* değeri 49,24 olarak bulunmuştur. Elde edilen *TKHKT* değeri hem düşük olması hem de normal kalıntı (17,55) ile arasındaki farkın yüksek olması bu durumu doğrulamaktadır. $R^2_{tahminlenmiş}$ değerinin ise $R^2_{düzeltilmiş}$ değerine yakın olması istenmektedir (Hendek Ertop, 2014). R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$ ve $R^2_{tahminlenmiş}$ değerlerinin yüksek ve orantılı bir şekilde artmaları durumu tahmin edilen ve gözlenen sonuçlar arasında iyi bir uyum olduğunu göstermektedir. Bu çalışma sonucunda $R^2_{tahminlenmiş}$ değerinin R^2 ve $R^2_{düzeltilmiş}$ değerine yakın olarak 0,75 bulunması bu durumu doğrulamaktadır. R^2 değerlerinin %75'in üzerinde olması teorik model ile tahminlenen değerlerin, gözlemlenen değere eşdeğer olduğunu ifade etmektedir (Gérard Bertin ve diğerleri, 2018). Çizelge 4.5'te SÜ üretiminde genel kabul edilebilirlik değeri için tanımlayıcı tüm istatistiksel değerler yer almaktadır.

Vatsala ve diğerleri (2001) tarafından yapılan püri (Hint ekmeği) formülasyonunun ve işlem koşullarının belirlenmesinde genel kabul edilebilirliğin optimizasyonu çalışmasında R^2 değerinin 0,925, regresyon modelinin önemli ($p<0,05$), model uyumsuzluğunun ise önemsiz ($p>0,05$) olarak bulunduğu modelin uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Alizadeh ve diğerleri (2005) tarafından yapılan İran beyaz salamura peyniri formülasyonunun ve işlem koşullarının belirlenmesinde genel kabul edilebilirliğin optimizasyonu çalışmasında R^2 değeri 0,915, $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri 0,812, regresyon modeli önemli ($0,0002<0,05$), model uyumsuzluğunun ise önemsiz ($0,2716>0,05$) olarak bulunduğu modelin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Acosta ve diğerleri (2006) tarafından yapılan düşük kalorili böğürtlenli (*Rubus irasuensis* Liebm.) jöle formülasyonunun belirlenmesinde genel kabul edilebilirliğin optimizasyonu çalışmasında R^2 değeri 0,925, $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri 0,791, regresyon modeli önemli ($p<0,05$) model uyumsuzluğunun ise önemsiz ($p>0,05$) olarak bulunduğu modelin uyumlu olduğunu raporlamışlardır.

Acosta ve diğerleri (2008) tarafından yapılan düşük kalorili karışık meyveli jöle formülasyonunun belirlenmesinde genel kabul edilebilirliğin optimizasyonu çalışmasında R^2 değeri 0,940, $R^2_{düzeltilmiş}$ değeri 0,832, regresyon modeli önemli

(0,014<0,05) model uyumsuzluğu ise önemsiz (0,253>0,05) olarak bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Jayabalan ve Karthikeyan (2013) aloe vera reçel formülasyonunun belirlenmesinde renk, tat, aroma ve tekstürün optimizasyonu çalışmasında, renk değeri için oluşturulan matematiksel modelin R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$, $R^2_{tahminlenmiş}$ ve $TKHKT$ değerlerinin sırasıyla 0,9913, 0,9837, 0,9507 ve 0,163467 olduğunu bildirmişlerdir. Tat değeri için R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$, $R^2_{tahminlenmiş}$ ve $TKHKT$ değerlerinin sırasıyla 0,9886, 0,9787, 0,9362 ve 0,193710 olduğunu bildirmişlerdir. Aroma için R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$, $R^2_{tahminlenmiş}$ ve $TKHKT$ değerlerinin sırasıyla 0,9791, 0,9608, 0,8797 ve 6,582 olduğunu raporlamışlardır. Tektür değeri için R^2 , $R^2_{düzeltilmiş}$, $R^2_{tahminlenmiş}$ ve $TKHKT$ değerlerini sırasıyla 0,9763, 0,9555, 0,8642 ve 6,48674 olarak bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu vurgulamışlardır.

Koç (2015) farklı kurutma yöntemleri ile bal tozu üretim koşullarının optimizasyonu çalışmasında oluşturulan matematiksel modellerin R^2 değerleri %90'ın üstünde, $R^2_{düzeltilmiş}$ değerleri %70'in üstünde, VK değerleri 10'un altında, yeterli kesinlik değerleri 4'ün üstünde, matematiksel modelleri önemli, model uyumsuzluğu ise önemsiz olarak bulunduğunda modellerin uyumlu olduğunu bildirmiştir.

Benzer Gürel (2016) stevia özü içeren düşük kalorili böğürtlen reçeli formülasyonunun belirlenmesinde genel kabul edilebilirliğin optimizasyonu çalışmasında R^2 değeri 0,9633, regresyon modeli önemli (0,000<0,05) model uyumsuzluğunun ise önemsiz (0,058>0,05) olarak bulunduğunda modelin uyumlu olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.5 : Genel kabul edilebilirlik değeri için tanımlayıcı istatistiksel değerleri.

Özellikler	Değerler
Standart Sapma	1,40
Ortalama	28,81
VK	4,85
$TKHKT$	49,24
Yeterli Kesinlik	12,2169
R^2	0,9104
$R^2_{düzeltilmiş}$	0,8408
$R^2_{tahminlenmiş}$	0,7488

Tüm bu bilgiler ışığında, SÜ üretiminde genel kabul edilebilirlik yanıtı için en uygun modelin denklem 4.1 ve 4.2'de verilen ikinci dereceden matematiksel model olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilave olarak modelin yeterliliği için varyans enflasyon faktörü (VEF) değerlerine bakılması gerektiği, bu değer 1 olması çoklu doğrusal

bağlantı olmadığı, 1'den büyük olmasının ise çoklu doğrusal bağlantı olduğunun bir göstergesi olup 10'dan küçük *VEF*'lerin tolere edilebileceği bildirilmektedir (Montgomery, 2013). Çizelge 4.6'da genel kabul edilebilirlik değeri için modelin katsayı tahmini ve *VEF* değeri verilmiştir. Regresyon analizi sonuçlarına göre *VEF* değerlerinin 1'e eşit olması çoklu doğrusal bağlantı olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.6).

(Kodlanmış Değerli) Genel Kabul Edilebilirlik Değeri =

$$31,76 + 0,04 X_1 + 1,25 X_2 - 1,76 X_3 + 1,72 X_1 \cdot X_2 - 2,95 X_1 \cdot X_3 - 4,02 X_1^2 - 2,27 X_3^2 \quad (4.1)$$

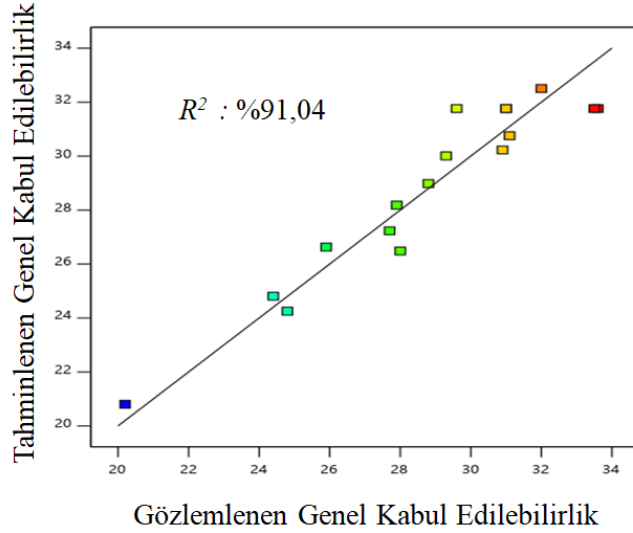
(Gerçek Değerli) Genel Kabul Edilebilirlik Değeri =

$$28,10 - 7,30 X_1 - 0,10 X_2 + 14,95 X_3 + 0,35 X_1 \cdot X_2 - 6,56 X_1 \cdot X_3 - 4,02 X_1^2 - 11,20 X_3^2 \quad (4.2)$$

Çizelge 4.6 : Genel kabul edilebilirlik değeri için modelin katsayı tahmini ve *VEF* değeri.

Faktör	Modelin Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Standart Hata	%95 Güven Aralığında Düşük Değer	%95 Güven Aralığında Yüksek Değer	<i>VEF</i>
Kesim	31,76	1	0,5550	30,51	33,02	1
X_1	0,04	1	0,4938	-1,08	1,15	1
X_2	1,25	1	0,4938	0,1330	2,37	1
X_3	-1,76	1	0,4938	-2,88	-0,6455	1
$X_1 X_2$	1,72	1	0,6983	0,1453	3,30	1
$X_1 X_3$	-2,95	1	0,6983	-4,53	-1,37	1
X_2^2	-4,02	1	0,6797	-5,55	-2,48	1
X_3^2	-2,27	1	0,6797	-3,80	-0,7296	1

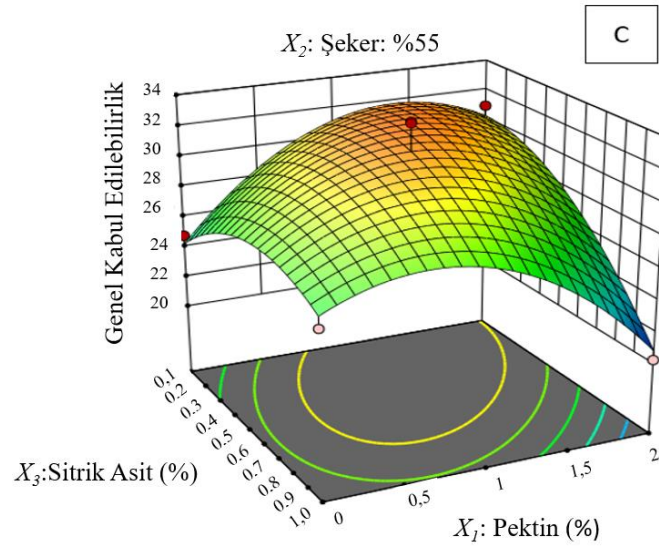
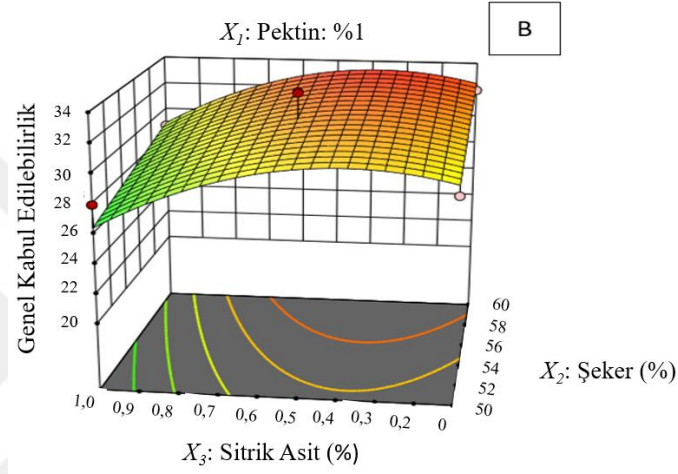
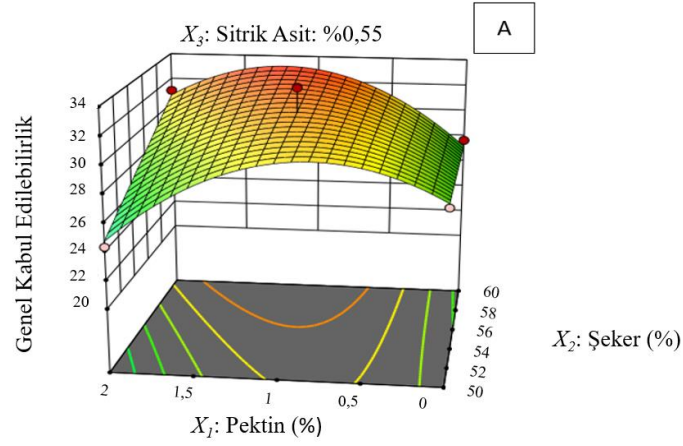
Çalışmadaki ana parametrelerin (pektin, şeker ve sitrik asit) hangi değerlerde kullanılması sonucunda modele göre ulaşılabilecek genel kabul edilebilirlik değeri denklem 4.1 ve 4.2'den hesaplanabilmektedir. Ancak denklem 4.1'de kodlanmış değerler (-1, 0, +1) kullanılarak model oluşturulurken, denklem 4.2'de ana faktörler için gerçek değerler (pektin: %0, 1, 2-şeker: %50, 55, 60-sitrik asit: %0,10, 0,55, 1,00) kullanılarak model oluşturulmuştur. Bu sebeple model kullanılarak yapılacak hesaplamalarda kodlanmış değerlerle oluşturulan modelde kodlanmış değerler, gerçek değerlerle oluşturulan modelde gerçek değerlerin kullanılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Denklem 4.1'den tahminlenen değerler ile gözlemlenen değerler arasındaki ilişki Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : Tahmin edilen ve gözlemlenen genel kabul edilebilirlik değerinin karşılaştırılması.

Gözlemlenen değerlerin grafikte oluşturulan doğrudan fazla sapmaması gerektiği bildirilmektedir (Turan ve Altundoğan, 2011). Şekil 4.2’de SÜ üretimindeki genel kabul edilebilirlik değerleri için model ile tahminlenen değerlerin gözlemlenen değerlerle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır. Burada R^2 değerinin %91,04 olması bağımsız değişkenlerle (pektin, şeker, sitrik asit) genel kabul edilebilirlik değerinin nitelenebilir olduğunu ifade etmektedir.

Denemede kullanılan ana bağımsız değişkenlerin (pektin, şeker, sitrik asit) birbirleriyle olan etkileşimlerinin genel kabul edilebilirlik değeri üzerindeki etkilerinin görsel olarak kolayca belirlenebilmesi için yanıt yüzey grafikleri Şekil 4.3’te verilmiştir. Bu grafikler, işlem değişkenlerinden herhangi birinin deneysel tasarımın orta noktasında sabit tutulup, diğer iki değişkenin sonsuz sayıdaki kombinasyonlarını vermektedir. Katsayılara bağlı olarak izohips eğrilerinin dairesel, eliptik ya da eyer şeklinde olması; maksimum nokta, minimum nokta, (eyer noktası) durgun ya da yükselen/azalan tepe koşullarını verebilmektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Yanıt yüzeyinin dairesel şekilde olması, değişkenler arasındaki etkileşimin ihmal edilebilir olduğunu, elips ya da eyer şeklinde olması ise iç etkileşimin önemli olduğunu göstermektedir. En küçük elips ya da dairesel şekil ile sınırlandırılmış yüzey öngörülen en yüksek veya düşük yanıtı vermektedir (Koç, 2015). Bu çalışmada da izohips eğrilerinin eyer (Şekil 4.3.A ve 4.3.B) ve elips (Şekil 4.3.C) şeklinde olması değişkenler arasındaki iç etkileşimin önemli olduğunu doğrulamaktadır.



Şekil 4.3 : Genel kabul edilebilirlik değeri etkinliği üzerine pektin, şeker ve sitrik asit miktarlarının etkisini gösteren yanıt yüzey grafiği. (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.

Pektin ve sitrik asit miktarındaki değişimin genel kabul edilebilirlik değeri üzerine etkisinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Parsayee ve diğerleri, 2013). Şekil 4.3.A'da

sitrik asitin orta noktasında sabit tutulup şeker ile pektinin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada sitrik asit orta noktadayken şekerin artmasıyla doğru orantılı olarak genel kabul edilebilirlik değerinin de yükseleceği, pektinin artması veya azalmasıyla ise genel kabul edilebilirlik değerinin düşeceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri için şekerin olabildiğince yüksek ve pektinin ise orta noktalarda olması gerekmektedir. Şekil 4.3.B pektinin orta noktasında sabit tutulup şeker ile sitrik asitin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada pektin orta noktadayken şekerin artmasıyla doğru orantılı olarak genel kabul edilebilirlik değerinin de yükseleceği, sitrik asitin artmasıyla ise ters orantılı olarak genel kabul edilebilirlik değerinin düşeceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri için şekerin olabildiğince yüksek ve sitrik asitin ise olabildiğince düşük (%0,1-0,5 aralığında) olması gerekmektedir. Şekil 4.3.C şeker orta noktasında sabit tutulup pektin ile sitrik asitin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada ise şeker orta noktadayken sitrik asitin tek başına genel kabul edilebilirlik değerine çok etkisinin olmamasıyla beraber pektin ile etkileşimde genel kabul edilebilirlik değeri üzerine önemli etkisinin olduğu, pektinin artması veya azalmasıyla ise genel kabul edilebilirlik değerinin düşeceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri için pektinin ve sitrik asitin orta noktalara yakın olması gerekmektedir.

4.2.2. Sürülebilir ürün üretiminde sürülebilirlik değerinin yanıt yüzey metodu ile optimizasyonu

SÜ'lerin ikinci yanıtı olarak sürülebilirlik değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.7'de sürülebilirlik değeri için matematiksel modellerin varyans analizi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.8'de ise verilen her deneme sonucu elde edilen SÜ'den ölçülen sürülebilirlik değerlerinin istatistiksel varyans analiz (ANOVA) sonuçları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7 : Sürülebilirlik değeri için bağımsız değişkenlerden elde edilecek matematiksel modellerin varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	F Değeri	p Değeri
Ortalama ve Toplam	1	-	
Doğrusal ve Ortalama	3	20,97	0,0001
İkili Fraksiyon Etkileşimi ve Doğrusal	3	4,88	0,0242
İkinci Dereceden ve İkili Fraksiyon Etkileşimi	3	65,83	0,0001-Önerildi
Kübik ve İkinci Dereceden	3	0,4243	0,7464-Önerilmedi
Kalıntı	4	-	
Toplam	17	-	

Çizelge 4.8 : Farklı pektin, şeker ve sitrik asit kullanılarak gerçekleştirilen SÜ'lerin sürülebilirlik değerlerine ait istatistiksel varyans analiz sonuçları.

Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestli Derecesi	Karelerin Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Model	2,155x10 ⁷	8	2,694x10 ⁶	412,24	<0,0001**- Önemli
X ₁	1,249x10 ⁷	1	1,249x10 ⁷	1911,05	0,0001**
X ₂	3,377x10 ⁶	1	3,377x10 ⁶	516,87	0,0001**
X ₃	2,038x10 ⁶	1	2,038x10 ⁶	311,88	0,0001**
X ₁ X ₂	1,064x10 ⁶	1	1,064x10 ⁶	162,83	0,0001**
X ₁ X ₃	1,133x10 ⁶	1	1,133x10 ⁶	173,39	0,0001**
X ₁ ²	7,714x10 ⁵	1	7,714x10 ⁵	118,06	0,0001**
X ₂ ²	3,144x10 ⁵	1	3,144x10 ⁵	48,12	0,0001**
X ₃ ²	2,254x10 ⁵	1	2,251x10 ⁵	34,46	0,0004**
Kalıntı	52272,84	8	6534,10	-	-
Model Uyumsuzluğu	13287,20	4	3321,80	0,3408	0,8390 ^{ns} - Önemsiz
Saf Hata	38985,64	4	9746,41	-	-
Toplam	2,160x10 ⁷	16	-	-	-

* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, ns: $p > 0,05$, X₁; pektin, X₂; şeker, X₃; sitrik asiti temsil etmektedir.

Çoklu doğrusal regresyon analizi yapılarak, işlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel modeller Çizelge 4.8'de incelenmiştir. Model hiyerarşiye zarar vermemek için model oluşturulurken istatistiksel olarak p değeri 0,05'den büyük olan etkiler önemsiz kabul edilmiş ve bu terimler modelden çıkarılmıştır. Çizelge 4.8'de görülmek üzere SÜ üretiminde sürülebilirlik değeri için pektin (X₁), şeker (X₂) ve sitrik asitin (X₃) doğrusal etkisinin yanında; pektin (X₁²), şeker (X₂²) ve sitrik asitin (X₃²) ikinci dereceden etkisi; pektin ile şekerin (X₁X₂) ve pektin ile sitrik asitin (X₁X₃) ikili fraksiyon etkileri önemli model terimleri olarak belirlenmiştir.

SÜ üretiminde sürülebilirlik değerine ait Çizelge 4.8 ve 4.9'daki tüm istatistiksel verilere göre ikinci dereceden terimlerin eklenmesinin modeli önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir. Deneysel verilerin ikinci dereceden matematiksel modele uygunluğunun varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Çizelge 4.9 : Sürülebilirlik değeri için tanımlayıcı istatistiksel değerleri.

Özellikler	Değerler
Standart Sapma	80,83
Ortalama	1196,66
VK	6,75
TKHKT	1,971x10 ⁷
Yeterli Kesinlik	64,5780
R^2	0,9976
$R^2_{düzeltmiş}$	0,9952
$R^2_{tahminlenmiş}$	0,9909

SÜ üretiminde sürülebilirlik yanıtı için en uygun modelin denklem 4.3 ve 4.4'te verilen ikinci dereceden matematiksel model olduğu saptanmıştır. Modelin yeterliliğine bakıldığında Çizelge 4.10'daki regresyon analizi sonuçlarına göre VEF değerlerinin 1'e yakın olması çoklu doğrusal bağlantının olmadığını göstermektedir.

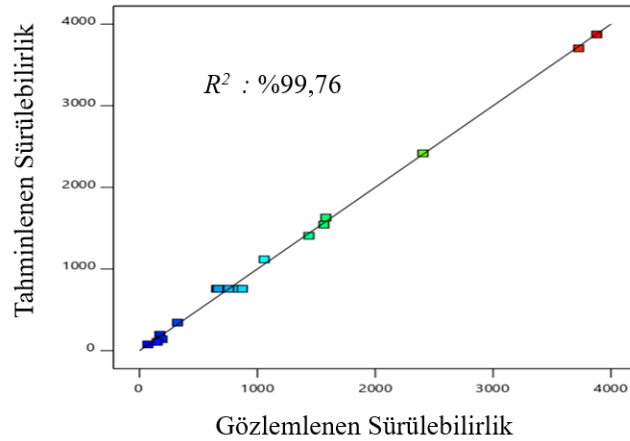
$$\begin{aligned}
 & \text{(Kodlanmış Değerli) Sürülebilirlik Değeri (g. s) =} \\
 & 757,82 + 1249,35 X_1 - 649,74 X_2 + 504,71 X_3 - 515,73 X_1 \cdot X_2 + \\
 & 532,20 X_1 \cdot X_3 + 428,03 X_1^2 + 273,26 X_2^2 + 231,24 X_3^2 \quad (4.3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{(Gerçek Değerli) Sürülebilirlik Değeri (g. s) =} \\
 & 34853,87 + 5415,91 X_1 - 1229,14 X_2 - 1317,20 X_3 - 103,15 X_1 \cdot X_2 + \\
 & 1182,66 X_1 \cdot X_3 + 428,03 X_1^2 + 10,93 X_2^2 + 1141,91 X_3^2 \quad (4.4)
 \end{aligned}$$

Çizelge 4.10 : Sürülebilirlik değeri için modelin katsayı tahmini ve VEF değeri.

Faktör	Modelin Katsayısı	Serbestlik Derecesi	Standart Hata	%95 Güven Aralığında Düşük Değer	%95 Güven Aralığında Yüksek Değer	VEF
Kesim	757,82	1	36,15	674,46	841,18	1
X_1	1249,35	1	28,58	1183,45	1315,25	1
X_2	-649,74	1	28,58	-715,64	-583,83	1
X_3	504,71	1	28,58	438,80	570,61	1
X_1X_2	-515,73	1	40,42	-608,94	-422,53	1
X_1X_3	532,20	1	40,42	439,00	625,40	1
X_1^2	428,03	1	39,39	337,19	518,87	1,01
X_2^2	273,26	1	39,39	182,19	364,10	1,01
X_3^2	231,24	1	39,39	140,39	322,08	1,01

Çalışmadaki ana parametrelerin (pektin, şeker ve sitrik asit) hangi değerlerde kullanılması sonucunda modele göre ulaşılabilecek sürülebilirlik değeri denklem 4.3 ve 4.4'ten hesaplanabilmektedir. Ancak denklem 4.3'te kodlanmış değerler (-1, 0, +1) kullanılarak model oluşturulurken, denklem 4.4'te ana faktörler için gerçek değerler (Pektin: %0, 1, 2-şeker: %50, 55, 60-sitrik asit: %0,10, 0,55, 1,00) kullanılarak model oluşturulmuştur. Denklem 4.3'teki modelle tahminlenen değerler ile bu gözlemlenen değerler arasındaki ilişki Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



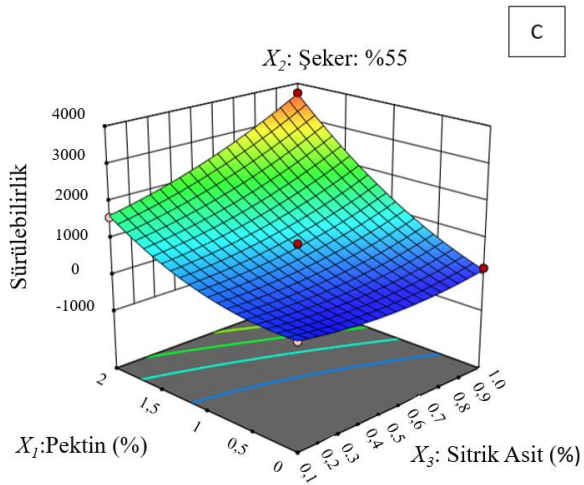
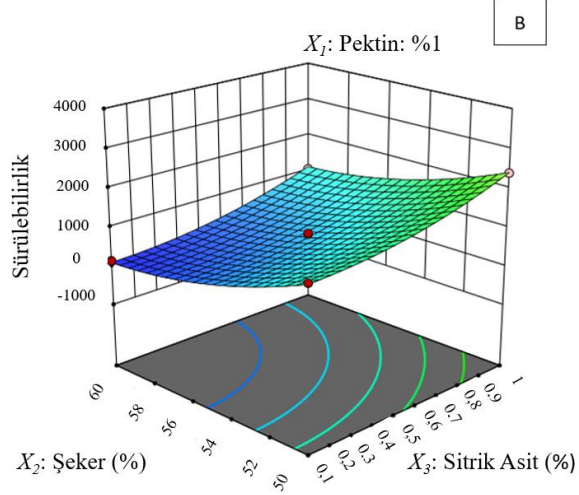
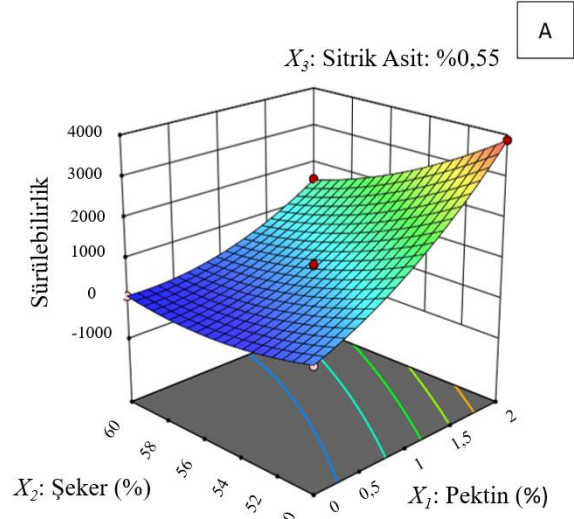
Şekil 4.4 : Tahmin edilen ve gözlemlenen sürülebilirlik değerinin karşılaştırılması.

Şekil 4.4'te görülmek üzere SÜ üretiminde sürülebilirlik değerleri için model tahminlerinin gözlemlenen değerlerle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır. Burada R^2 değerinin %99,76 olması bağımsız değişkenlerle (pektin, şeker, sitrik asit) sürülebilirlik değerinin nitelenebilir olduğunu ifade etmektedir.

Denemede kullanılan bağımsız değişkenlerin (pektin, şeker, sitrik asit) sürülebilirlik değeri üzerindeki etkilerinin görsel olarak kolayca belirlenebilmesi için, elde edilen

modeller kullanılarak yanıt yüzey grafikleri Şekil 4.5'te verilmiştir. Şekil 4.5'teki izohips eğrilerinin eyer şeklinde olması değişkenler arasındaki iç etkileşimin önemli olduğunu göstermektedir.





Şekil 4.5 : Sürülebilirlik değeri etkinliği üzerine pektin, şeker ve sitrik asit miktarlarının etkisinin yanıt yüzey grafiği (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.

Şekil 4.5.A sitrik asitin orta noktasında sabit tutulup şeker ile pektinin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada sitrik asit orta noktadayken şekerin tek başına sürülebilirlik değerine çok etkisinin olmamasıyla beraber pektin ile etkileşiminde sürülebilirlik değeri üzerine önemli etkisinin olduğu, pektinin artmasıyla doğru orantılı olarak sürülebilirlik değerinin yükseleceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek sürülebilirlik değeri için şekerin olabildiğince düşük ve pektinin ise olabildiğince yüksek olması gerekmektedir. Şekil 4.5.B pektinin orta noktasında sabit tutulup şeker ile sitrik asitin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada pektin orta noktadayken şekerin tek başına sürülebilirlik değerine çok etkisinin olmamasıyla beraber sitrik asit ile etkileşiminde sürülebilirlik değeri üzerine önemli etkisinin olduğu, sitrik asitin artmasıyla doğru orantılı olarak sürülebilirlik değerinin yükseleceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek sürülebilirlik değeri için şekerin olabildiğince düşük ve sitrik asitin ise olabildiğince yüksek olması gerekmektedir. Şekil 4.5.C şeker orta noktasında sabit tutulup pektin ile sitrik asitin sonsuz sayıdaki kombinasyonu görülmektedir. Burada ise şeker orta noktadayken sitrik asitin tek başına sürülebilirlik değerine çok etkisinin olmamasıyla beraber pektin ile etkileşiminde sürülebilirlik değeri üzerine önemli etkisinin olduğu, pektinin artmasıyla doğru orantılı olarak sürülebilirlik değerinin yükseleceği görülmektedir. Bu durumda, en yüksek sürülebilirlik değeri için sitrik asit ve pektinin olabildiğince yüksek olması gerekmektedir.

4.2.3. Optimum noktanın belirlenmesi ve oluşturulan modelin doğrulanması

Optimizasyon, sürecin belirlenen yanıtlar doğrultusunda, bağımsız değişkenlerin birbirleriyle olan etkileşimleri ve bu bağımsız değişkenlerin yanıtta olan etkileri de göz önünde bulundurularak bir araya getirilip uygulanması işlemi olarak bilinmektedir (Koç, 2015). Süreçlerin optimizasyonunda genellikle işlem verimi veya ürünün kalite kriterlerini belirleyen çok sayıda yanıtla eş zamanlı olarak çalışmaktadır. Bu yanıtların bazılarının en yüksek seviyede tutulması, bazılarının en düşük seviyede tutulması, bazılarının da kabul edilebilir değerler veya hedef değer alması arzu edilmektedir. Birçok durumda, yanıtlar birbirleri ile rekabet halindedir, diğer bir ifadeyle bir yanıtın geliştirilmesi diğer bir yanıt üzerinde olumsuz bir etki oluşturabilmektedir. Bu yüzden, optimizasyon çalışmalarında sistemi karakterize eden tüm yanıtların hep birlikte ele alınması gerekmektedir. Ancak bu durumda, optimizasyon oldukça karmaşık bir hal almaktadır. Bu problemi çözmek için farklı yaklaşımlar öne sürülmektedir. Çok yanıtlı

optimizasyon problemlerinin çözümünde; doğrusal olmayan programlama, yanıtların izohips eğrileri çizilerek üst üste yerleştirilmesi (superimposing) ve istenilirlik fonksiyonu gibi yaklaşımlar kullanılmaktadır (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Koç, 2015).

Fakat doğrusal olmayan programlama yaklaşımında çok yanıtli sistemlerin optimizasyonunda temel amaç olan, tüm yanıtlar arasında en iyi dengenin sağlanması karşılanamamaktadır (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010). Yanıtların izohips eğrilerinin çizilerek üst üste yerleştirilmesi, çok yanıtli optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan diğer bir yaklaşım olup genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik modellerinin katsayılarına bağlı olarak eyer veya elips şeklinde izohips eğrileri Şekil 4.3 ve 4.5’de görülmektedir. Ancak bu yaklaşım çok sayıda bağımlı ve bağımsız değişkenin (dört veya daha fazla) bir arada incelendiği durumlar için kullanışlılığını kaybetmektedir. Ayrıca, yanıtların çok farklı skalaya sahip olması aynı grafik üzerinde gösterilmelerini de zorlaştırmaktadır (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010).

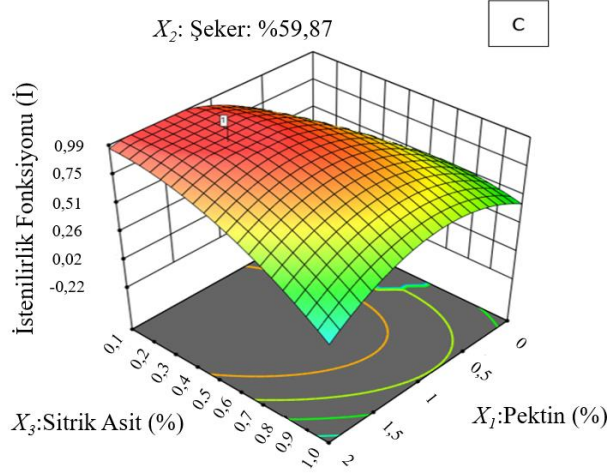
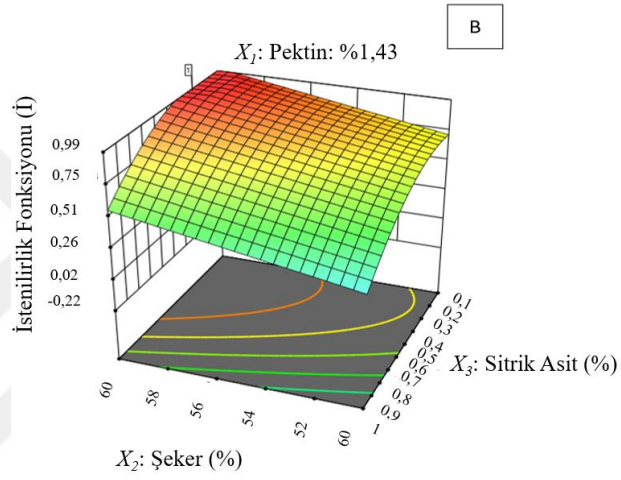
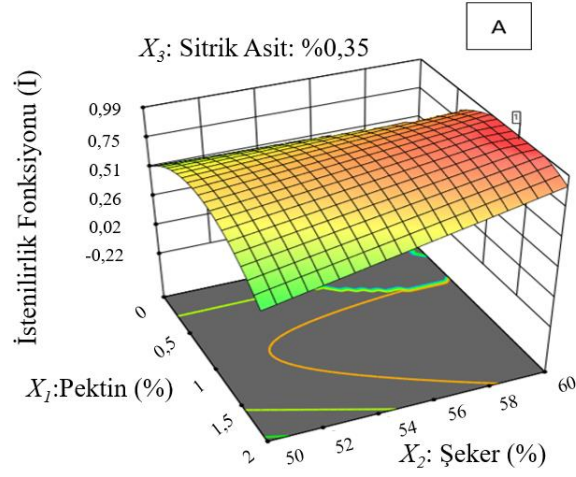
İ değeri yaklaşımının ise çok yanıtli optimizasyon ile ilişkili endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. İ değerinin ilkesi, tüm yanıtların, boyutsuz istenilirlik skalasını içeren bir fonksiyon altında toplanmasını ve bu fonksiyonun arzu edilen sonuçları verecek şekilde maksimize edilmesini içermektedir. Farklı skalaya sahip yanıtların birlikte incelenebilmesi, yanıtların bir fonksiyona kolayca dönüştürülebilmesi, kalitatif ve kantitatif yanıtların kullanılabilmesi bu yöntemin önemli avantajlarının olduğunu göstermektedir (Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Koç, 2015). İ değeri, bireysel fonksiyonların geometrik ortalaması alınarak tüm yanıtların bir araya getirildiği, 0-1 aralığında değişen tek bir yanıt indeksidir. Bu değerin 1’e yaklaşması araştırmacının belirlediği kriterlerin sağlandığını belirtmektedir (Bezerra ve diğerleri, 2008; Koç ve Kaymak Ertekin, 2010; Koç, 2015; Özdikicierler ve diğerleri, 2016). İ değerinin standart tahminleme skalasında; 1: mükemmel, 1,0-0,8: çok iyi, 0,8-0,63: iyi, 0,63-0,37: yeterli, 0,37-0,20: kötü ve 0,2-0: çok kötü olarak sınıflandırılmaktadır (Koç, 2015, Özdikicierler ve diğerleri, 2016).

Bu çalışmada YYM ile belirlenen optimum noktalar ve İ değeri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmada İ değerinin Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi 1 olması seçilen optimum noktanın mükemmel bir şekilde istenilen kriterlere ulaşıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.11 : YYM ile belirlenen optimum noktalar.

Optimum Noktalar	Pektin (%)	Şeker (%)	Sitrik Asit (%)	Genel Kabul edilebilirlik	Sürülebilirlik (g.s)	İ değeri
1	1,43	59,87	0,35	33,88	500,78	1,000- Seçil miş
2	1,49	59,71	0,28	33,90	490,83	1,000
3	1,75	59,86	0,10	33,71	517,01	1,000
4	1,42	59,41	0,34	33,73	510,98	1,000
5	1,49	59,15	0,23	33,69	486,93	1,000

Optimum noktaların seçiminde en yüksek genel kabul edilebilirlik ve en uygun kabul edilebilir sürülebilirlik değerinin sağlanması hedeflenmiştir. İ değeri 1’de iken %1,43 pektin, %59,87 şeker ve %0,35 sitrik asit miktarları SÜ üretiminin optimum formülasyonu olarak seçilmiştir. Literatürde yapılan optimizasyon çalışmalarında optimum noktanın İ değeri 1 ve 1’e yakın olması gerektiği bildirilmiştir (Hendek Ertop, 2014; Koç, 2015). Bu çalışmada da İ değeri literatürle paralellik göstermiştir. Optimum noktada istenilirlik fonksiyonu yaklaşımının yanıt yüzey grafiği Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 : Optimum noktada istenilirlik fonksiyonu yaklaşımının yanıt yüzey grafiği (A) X_1X_2 'nin yanıt yüzey grafiği, (B) X_2X_3 'ün yanıt yüzey grafiği, (C) X_1X_3 'ün yanıt yüzey grafiği.

Şekil 4.6.A'daki grafik, sitrik asit değeri (%0,349) optimumdayken pektin ile şekerin $\hat{I}$ değeri üzerindeki etkisini vermektedir. Pektin alt-üst değerlerde iken şeker azaltıldıkça $\hat{I}$ değeri düşmektedir. Pektin üst değerde iken şeker artırıldıkça $\hat{I}$ değeri

yükselmektedir. Ancak pektin alt değerde iken şeker artırıldıkça İ değerinin düştüğü görülmektedir. Yani İ değeri; pektinin alt-üst değerlerinde en düşük, orta değerinde en yüksek iken şeker ile doğru orantılı olduğu görülmektedir (Şekil 4.6.A). Şekil 4.6.B'deki grafik, pektin değeri (%1,427) optimumdayken şeker ile sitrik asitin İ değeri üzerindeki etkisini vermektedir. Peinado ve diğerleri (2015) yaptıkları çalışmada optimum pektin miktarının %1,5 olan orta değerin seçildiğini bildirmektedir ve bu çalışmadaki optimum pektin değeri ile paralellik göstermektedir. Sitrik asit üst değerde şeker ise alt değerde iken İ değeri düşmektedir. Aynı zamanda sitrik asit alt değerde şeker üst değerde iken İ değeri yükselmektedir. Yani İ değerinin; şeker ile doğru sitrik asit ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6.B). Şekil 4.6.C'deki grafik, şeker (%59,87) optimumdayken sitrik asit ile pektinin İ değeri üzerindeki etkisini vermektedir. Jayabalan ve Karthikeyan (2013) yaptıkları çalışmada 900:1022 ml/g aleo vera suyu:şeker oranını optimum olarak seçildiğini belirtmektedirler ve bu çalışmadaki şekerin posa miktarının yüzdesi olarak hesaplandığı bilinmekte olup optimum posa:şeker oranının 40,13:59,87 g/g olarak bulunmasıyla yakınlık göstermektedir. Pektin alt-üst değerde iken sitrik asit miktarı artıkça İ değeri düşmektedir. Parsayee ve diğerleri (2013) yaptıkları çalışmada pektin ve sitrik asitin üst değere yaklaştıkça kıvam ve yapışkanlık değerlerinde artışın olduğunu bildirmektedirler. Pektin üst değerde iken sitrik asit azaldıkça İ değeri yükselmektedir. Ancak pektin alt değerde iken sitrik asit azaldıkça İ değerinin düştüğü görülmektedir. Yani İ değeri; pektinin alt-üst değerlerinde en düşük, orta değerinde en yüksek iken sitrik asit miktarıyla ters orantılı olduğu görülmektedir (Şekil 4.6.C).

Bu çalışmada YYM ile optimizasyon işleminde optimum genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik değerlerine ulaşabilmek için SÜ üretiminde seçilen optimum değerler Çizelge 4.11 ve 4.12'de belirlenmiştir. Bu durumda %1,43 pektin, %59,87 şeker ve %0,35 sitrik asit (İ:1) kullanılarak gerçekleştirilecek SÜ tahmin edilecek olan genel kabul edilebilirlik değeri 33,88 iken sürülebilirlik değeri 500,78 g.s olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 : Yanıt yüzey metodu ile belirlenen optimum nokta.

Faktör	İsim	Değer	Alt Değer	Üst Değer	Standart Sapma	Gerçek-Kodlanan Değer	
X_1	Pektin (%)	1,43	0,00	2,00	0,00	Gerçek	
X_2	Şeker (%)	59,87	50,00	60,00	0,00	Gerçek	
X_3	Sitrik Asit (%)	0,35	0,10	1,00	0,00	Gerçek	
Yanıt	Tahmin	Ortalama Standart Sapma	%95 Güven Aralığında Düşük Değer	%95 Güven Aralığında Yüksek Değer	Tahminlenen Standart Sapma	%95 Güven Aralığında Tahminlenen Düşük Değer	%95 Güven Aralığında Tahminlenen Yüksek Değer
Genel kabul edilebilirlik	33,88	0,78	32,11	35,65	1,60	30,26	37,50
Sürülebilirlik (g.s)	500,78	49,42	386,83	614,74	94,74	282,31	719,26

Bu aşamadan sonra belirlenen optimum noktalarda doğrulama denemeleri yapılmaktadır. Optimizasyonda tahminlenen değerler ile doğrulama denemeleri arasındaki fark (hata değeri (%)) hesaplanmakta ve bu farkın %15'in altında olması beklenmektedir (Özdikicierler ve diğerleri, 2016). Bu çalışmada SÜ üretimi optimizasyonu neticesinde elde edilen şartların geçerliliğinin belirlenmesi amacı ile saptanan optimum noktada doğrulama testleri yapılmıştır. Bu şartlar altında gerçekleştirilen doğrulama üretimleri sonucunda alınan 3 paralel SÜ ortalama genel kabul edilebilirlik 33,65 sürülebilirlik değeri ise 510,55 g.s olarak belirlenmiştir. Doğrulama üretimlerinde matematiksel modelin tahmini ile gözlemlenen değer arasında hata değeri denklem 4.5'e göre (Özdikicierler ve diğerleri, 2016) hesaplanmış ve Çizelge 4.13'te verilmiştir. Doğrulama testleri sonucunda belirlenen genel kabul edilebilirlik ve sürülebilirlik değerinin matematiksel modeli kullanılarak hesaplanan değer ile uyumlu olduğu Çizelge 4.13'te görülmektedir.

$$\text{Hata Değeri (\%)} = \left[\frac{(\text{Tahminlenen değer} - \text{Deneyysel değer})}{\text{Tahminlenen değer}} \right] \times 100 \quad (4.5)$$

Çizelge 4.13 : SHP'den SÜ üretimi ile elde edilen modelin doğrulanması.

İstenilirlik Fonksiyonu (İ)	Yanıtlar	YYM ile Tahminlenen Değer	Deneyysel Olarak Gözlemlenen Değer	Hata Değeri (%)
1,00	Genel Kabul Edilebilirlik	33,88	33,65	0,68
	Sürülebilirlik	500,78 g.s	510,55 g.s	1,95

4.3. Belirlenen Optimum Formülasyonda Üretilen Sürülebilir Ürün ve Kontrol Örneğinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada belirlenen optimum formülasyonda (%1,427 pektin, %59,87 şeker ve %0,349 sitrik asit) SHP'den üretilen SÜ ile kontrol örneği karşılaştırılmıştır. Kontrol örneği, SÜ üretim koşulları ve formülasyonu ile aynı şekilde üretilmiştir. Ancak hammadde olarak siyah havuç kullanıldığı için bazı ön işlemlere gerek duyulmuştur. Birinci ön işlem; siyah havucun yıkanması ve doğranması, ikinci ön işlem ise SÜ üretim akış şemasındaki şeker ilavesinden önce karışımın parçalanarak püre haline getirilmesidir (Şekil 3.3). Literatürde siyah havuç posasının reçel/marmelata işlenerek değerlendirilmesi konusunda çalışmalara rastlanmadığı için analiz sonuçları farklı meyvelerden üretilen reçel/marmelat ya da meyve sosları ile karşılaştırma yapılmıştır.

4.3.1. Toplam kuru madde ve nem sonuçları

SÜ ile kontrol örneklerinin TKM ve nem değerleri denklem 3.2 ve 3.3'teki formüller yardımıyla hesaplanarak Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin TKM ve nem değerleri.

	TKM (%)	Nem (%)
SÜ	76,86±0,05	23,14±0,05
Kontrol	74,44±0,86	25,56±0,86

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ile kontrol örneklerinin Çizelge 4.14'te görüldüğü gibi TKM değerleri sırasıyla %76,86 ve 74,44 olarak tespit edilmiştir. EK B'de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin TKM değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Yurdagül (2007) ve Kokangül (2013) Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'ne göre geleneksel marmelatta TKM içeriğinin %62'den az olmaması gerektiğini bildirmektedirler. Bu durumda, çalışmada elde edilen SÜ'nün TKM içeriğinin, ilgili tebliğe uygun olduğu bulunmuştur. Literatürde çeşitli marmelat örneklerinin TKM içeriklerinin %52,00-77,36 aralığında değişim gösterdiği raporlanmaktadır (Özdemir ve diğerleri, 1997; Yurdagül, 2007; Emrem, 2008; Özdemir ve diğerleri, 2011; Ajala ve Ajao, 2012; Kokangül, 2013; Vatansever, 2016; Şirin, 2019). SÜ'den elde edilen TKM içeriği literatür bilgileri ile kıyaslandığında çeşitli marmelat örnekleri ile paralellik göstermiştir. Kamiloglu ve diğerleri (2015)'nin yaptığı çalışmada siyah havuç marmelatının TKM içeriği %69,60 olarak bu çalışmadaki sonuçlarla yakınlık göstermektedir. Ritthiruangdej ve diğerleri (2011) yaptıkları çalışmada *Artocarpus heterophyllus*, dutgiller (*Moraceae*) familyasına ait tropikal bir meyveden elde ettikleri meyve sosunun TKM içeriğinin %33,55-41,71 aralığında değişim gösterdiğini raporlamış ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir.

4.3.2. Suda çözünür kuru madde sonuçları

SÜ ile kontrol örneklerinin SÇKM değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin SÇKM değerleri.

	SÇKM (%)
SÜ	55,60±0,58
Kontrol	56,19±0,53

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ile kontrol örneklerinin Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi SÇKM değerleri sırasıyla %55,60 ve 56,19 olarak tespit edilmiştir. EK B'de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin SÇKM değerleri arasındaki farkın istatistiksel önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğine sabit miktarda şeker (%59,87) ilave edilmiş ve sabit ısı işlem süresi uygulanmıştır. Bu sebeple SÜ ve kontrol örneğinin SÇKM içeriklerinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde geleneksel marmelat SÇKM içeriğinin %55'den daha az olmaması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2006). Elde edilen sonuçlara göre SÜ'nün SÇKM içeriğinin tebliğe uygun olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli marmelat örneklerinin SÇKM içeriklerinin %50,00-69,77 aralığında değişim gösterdiği raporlanmıştır (Özdemir ve diğerleri, 1997; Yurdagül, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011; Özdemir ve diğerleri, 2011; Ajala ve Ajao, 2012; Kokangül, 2013; Vatansever, 2016; Şirin, 2019). SÜ'den elde edilen SÇKM literatür bilgileri ile kıyaslandığında çeşitli marmelat örneklerinin SÇKM içeriği sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Kamiloglu ve diğerleri (2015)'nin yaptıkları çalışmada siyah havuç marmelatının SÇKM içeriğini %68'e sabitlemiş olup bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir. Ritthiruangdej ve diğerleri (2011) *Artocarpus heterophyllus*, dutgiller (*Moraceae*) familyasına ait tropikal bir meyveden elde ettikleri meyve sosunun SÇKM içeriğinin %34,50-41,80 aralığında değişim gösterdiğini raporlamış ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir. Peinado ve diğerleri (2015) yaptıkları çalışmada sürülebilir çilek ürünlerinin SÇKM içerikleri %50 olarak sabit tutulmuş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla yakınlık göstermiştir. Marmelat ve reçel örneklerinin SÇKM miktarlarının meyvelere göre fazla olması, üretim sırasında ilave edilen şekerden ve uygulanan ısı işleminden kaynaklandığı bildirilmektedir (Vatansever, 2016). Çalışmada SÜ ve kontrol örneklerinden elde edilen SÇKM hem meyveden (siyah havuç posası ve siyah havuç) hem de marmelat üretiminde formülasyona ilave edilen posa, şeker, sitrik asit, pektin ve aroma verici maddelerin (tarçın ve karanfil) suda çözünen bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu durumda literatürde SÇKM içeriğinin geniş bir aralıkta değişim göstermesi ve elde edilen sonuçlarının literatürle farklılık göstermesi formülasyonda kullanılan bileşenler, son üründe istenilen SÇKM içeriği ve uygulanan ısı işlem süresinin çeşitlilik göstermesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

4.3.3. pH ve titrasyon asitliği sonuçları

SÜ ile kontrol örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin pH ve titrasyon asitliği değerleri.

	pH	Titrasyon Asitliği (%SSA)
SÜ	3,0±0,00	0,51±0,11
Kontrol	3,7±0,00	0,39±0,00

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin pH değerleri sırasıyla 3,0 ve 3,7 iken titrasyon asitliği değerleri ise sırasıyla %0,51 ve 0,39 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). EK B’de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğine sabit miktarda (sitrik asit miktarı; %0,349) sitrik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Ancak hammaddenin kimyasal bileşime bağlı olarak pH ve titrasyon asitliği değerinde farklılık gözlemlenmiştir. Reçel/marmelat ürünlerinin lezzetine ve jel oluşum mekanizmasına destek sağlamak için sitrik asitin eklendiği belirtilmektedir (Benzer Gürel, 2016). Ürünün jel oluşturarak belli bir kıvam kazanması için, ortamın pH derecesinin belirli sınırlarda olması gerektiği de bilinmektedir (Yurdagül, 2007). Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği’nde reçellerde olması gereken pH aralığı 2,8-3,5 olarak belirtilmiştir (Anonim 2006). Kokangül (2013), Türk Standartları Enstitüsü TS 3734 marmelatlar standardına göre titrasyon asitliğinin (SSA) en çok %1,5 olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlarla SÜ’nün pH ve titrasyon asitliği değerlerinin uygun olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli marmelat örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 3,03-4,70 ve %0,10-1,33 aralığında değişim gösterdiği raporlanmıştır (Özdemir ve diğerleri, 1997; Yurdagül, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011; Özdemir ve diğerleri, 2011; Kokangül, 2013; Vatansever, 2016; Şirin, 2019). SÜ’den elde edilen pH ve titrasyon asitliği değerleri literatür bilgileri ile kıyaslandığında çeşitli marmelat örneklerinin pH ve titrasyon asitliği sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Ritthiruandej ve diğerleri (2011) *Artocarpus heterophyllus*, dutgiller (*Moraceae*) familyasına ait tropikal bir meyveden elde ettikleri meyve sosunun pH ve titrasyon asitliği değerinin sırasıyla 3,42-3,97, %0,04-0,10 aralığında değişim gösterdiğini raporlamış ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir. Sürülebilir çilek ürünlerinin pH değerinin 3,45

olduğu bildirmekte ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir (Peinado ve diğerleri, 2015).

4.3.4. Renk sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin renk değerleri.

	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>C*</i>	<i>Hue Açısı</i>
SÜ	3,42±0,09	9,37±0,07	2,56±0,04	9,72±0,07	15,29±0,14
Kontrol	2,01±0,07	4,39±0,26	0,91±0,06	4,48±0,26	11,69±0,84

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ’nün *L**, *a**, *b** değerleri sırasıyla 3,42, 9,37, 2,56 iken kontrol örneğinin 2,01, 4,39, 0,91 olarak tespit edilmiştir. SÜ’nün *C** ve *Hue açısı* değerleri ise sırasıyla 9,72 ve 15,29 iken kontrol örneğinin 4,48 ve 11,69 olarak bulunmuştur. EK B’de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin renk değerleri (*L**, *a**, *b**, *C** ve *Hue açısı*) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki üründe de *L** değerleri sıfıra yakın bulunup ürünlerin koyu bir renk tonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. *L** değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ’nün (3,42) daha açık olduğu görülmüştür. *a** değerlerine bakıldığında ise SÜ’nün kontrol örneğine göre daha kırmızı olduğu belirlenmiştir. *C** değeri ele alındığında ise kontrol örneğine göre SÜ’nün daha parlak olduğu saptanmıştır. Tokbaş (2009) iki farklı pektin oranları ile üretilen kara dut marmelatının *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla 20,87-21,38, 2,38-5,23 ve 0,54-0,82 aralığında olduğunu belirtmiş ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir. Wicklund ve diğerleri (2005)’nin yaptığı çalışmada farklı çilek çeşitlerinden yapılan reçel örneklerinin 3 aylık depolama sonunda *L**, *a** ve *b** değerlerinin sırasıyla 13,0-16,5, 21,1-25,0 ve 15,6-17,8 aralığında değişim gösterdiği raporlanmış ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermemiştir.

4.3.5. Kül sonuçları

SÜ ile kontrol örneklerinin kül değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin kül değerleri.

	Kül (% , KM)
SÜ	1,01±0,00
Kontrol	1,01±0,00

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin kül değerleri her ikisinin de %1,01 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.18). EK B’de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin kül değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Literatürde çeşitli marmelat örneklerinin kül içeriği %0,03-0,49 aralığında değişim gösterdiği raporlanmıştır (Özdemir ve diğerleri, 1997; Yurdagül, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011; Özdemir ve diğerleri, 2011; Kokangül, 2013; Vatansever, 2016; Şirin, 2019).

4.3.6. Toplam şeker ve invert şeker sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin toplam ve invert şeker değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin toplam ve invert değerleri.

	Toplam Şeker (%)	İnvert Şeker (%)	Hesaplanan Sakkaroz (%)
SÜ	77,81±0,41	15,12±0,04	59,56±0,35
Kontrol	80,25±0,27	5,15±0,02	71,34±0,27

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi toplam şeker değerleri sırasıyla %77,81 ve 80,25 iken invert şeker değerleri %15,12 ve 5,15 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca SÜ ve kontrol örneklerinin hesaplanan sakkaroz değerleri ise sırasıyla %59,56 ve 71,34 olduğu bulunmuştur. EK B’de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin toplam şeker, invert şeker ve hesaplanan sakkaroz değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu bulunmuştur. Toplam şeker değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ’nün (77,81) düşük olduğu görülmüştür. Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğine sabit miktarda şeker (%59,87) ilave edilmiştir. Buna rağmen SÜ’nün kontrol örneğine göre düşük olmasının sebebi, SÜ hammaddesinin (SHP) sanayii yan ürünü olması ve siyah havucun presleme-işleme aşamasında şekerin bir kısmının siyah havuç suyu ile uzaklaşması olarak düşünülmektedir. Reçel/marmelat gibi ürünlerin üretiminde ortamda meyveden gelen şeker ve organik asitlerin bulunması durumunda pişirme sırasında sıcaklık yükseldiği için doğal inversiyonun oluştuğu belirtilmektedir. İnversiyonla, sakkaroz hidrolize olarak glukoz ve fruktoz (invert şeker) monosakaritlerine indirgendiği bildirilmektedir (Tokbaş, 2009). Bu çalışmada SÜ ve kontrol örneklerinin üretiminde her ikisine de aynı

miktarda şeker, asit ilavesi ve aynı ısı işlem süresi uygulanmıştır. Bu sebeple oluşacak invert şeker miktarının birbirine yakın olabileceği düşünülerek invert şekerdeki farklılığın bu durumdan kaynaklı olmayacağı göz önünde bulundurulmuştur. Invert şeker değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ'nün (15,12) daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin ise sanayii yan ürünü olan SÜ hammaddesinin önceden (yan ürün olarak ortaya çıkış aşamasında) sıcaklık, asit gibi işlemlere maruz kalması, başta sakkaroz olmak üzere diğer disakkarit şekerlerin parçalanmasına neden olarak ortamdaki invert şeker miktarını artırmış olabileceği tahmin edilmektedir. Yani SÜ'nün üretimi için kullanılan hammaddedeki invert şeker miktarının kontrol örneğine göre daha fazla olmuş olabileceği göz önünde bulundurularak aralarındaki farklılığın bu durumdan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Hesaplanan sakkaroz miktarları da buna bağlı olarak farklılık gösterip kontrol örneğinde SÜ'ye göre daha fazla çıkmıştır. Literatürde çeşitli marmelat örneklerinin toplam şeker, invert şeker ve sakkaroz değerlerinin sırasıyla %42,3-64,9, 15,7-24,4 ve 19-50 aralığında değişim gösterdiği raporlanmıştır (Özdemir ve diğerleri, 1997; Yurdagül, 2007; Özdemir ve diğerleri, 2011). SÜ'den elde edilen toplam, invert şeker ve sakkaroz değerleri literatür bilgileri ile kıyaslandığında çeşitli marmelat örneklerinin sonuçları ile yakınlık gösterdiği görülmüştür. Ritthiruangdej ve diğerleri (2011) *Artocarpus heterophyllus*, dutgiller (*Moraceae*) familyasına ait tropikal bir meyveden elde ettikleri meyve sosunun invert şeker değeri %4,46-6,80 aralığında değişim gösterdiğini raporlamış ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.

4.3.7. Toplam fenolik ve antioksidan aktivite miktarı sonuçları

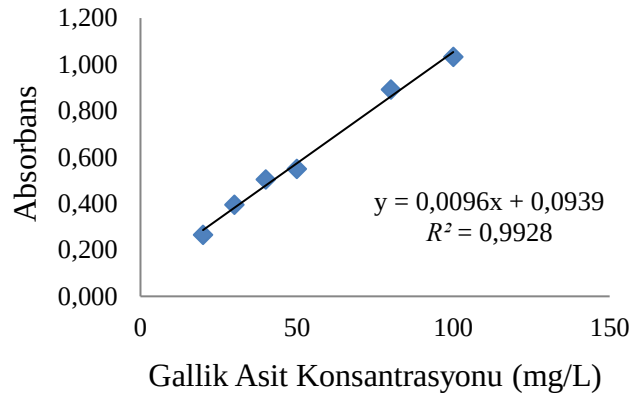
4.3.7.1. Toplam fenolik madde miktarı

TFM miktarı analizinde standart olarak kullanılan gallik asidin farklı konsantrasyonlarıyla yapılan deneylerden elde edilen absorpsiyonlar Çizelge 4.20'de verilmiştir. Bu değerlere göre Şekil 4.7'deki standardının grafiği elde edilmiştir.

Çizelge 4.20 : Farklı konsantrasyonlardaki gallik asit standardının absorbanans değerleri.

Gallik Asit Konsantrasyonu (mg/L)	760 nm'deki Abs
20	0,264
30	0,394
40	0,503
50	0,549
80	0,891
100	1,033

Abs: Absorbans.



Şekil 4.7 : Standart gallik asit grafiği.

SÜ ve kontrol örneklerinden elde edilen ekstraktların absorbanans değerleri Şekil 4.7'deki grafikteki denklemde yerine konularak TFM miktarı bulunmuş ve mg GAE/g KM cinsinden Çizelge 4.27'de verilmiştir.

4.3.7.2. Toplam antioksidan aktivite miktarı

4.3.7.2.1. DPPH

SÜ ve kontrol örneklerinden elde edilen ekstraktların farklı hacimlerdeki absorbanans değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların 517 nm'deki absorbanans değerleri.

Örnek Hacmi (µL)	Kuru SHP Ekstraktının Abs	Örnek Hacmi (µL)	SÜ Ekstraktının Abs	Örnek Hacmi (µL)	Kontrol Ekstraktının Abs
300	0,836	1100	0,722	1100	0,623
500	0,647	1500	0,626	1500	0,510
700	0,507	2000	0,524	2000	0,395
900	0,376	2500	0,429	2500	0,312
1100	0,294	3000	0,351	3000	0,228

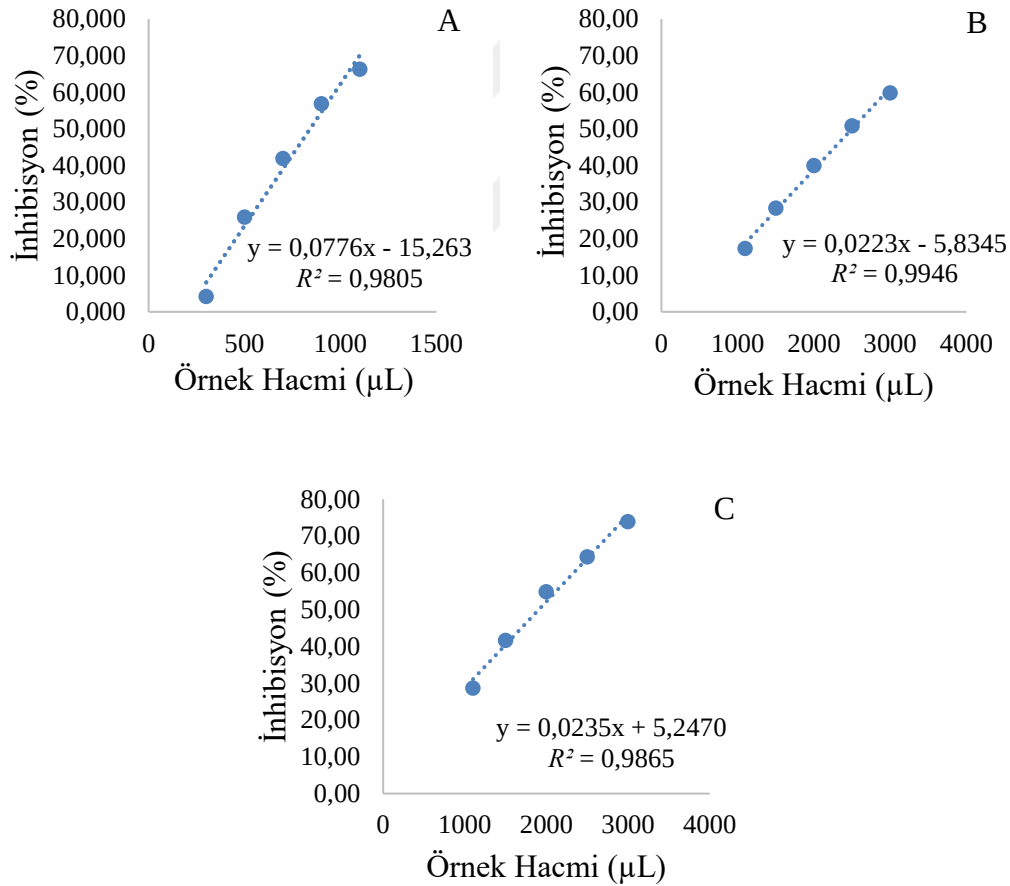
Abs: Absorbans.

Çizelge 4.21'deki değerler denklem 3.12'deki inhibisyon (%) denklemine göre hesaplanmış ve Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların inhibisyon (%) değerleri.

Örnek Hacmi (µL)	Kuru SHP Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri	Örnek Hacmi (µL)	SÜ Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri	Örnek Hacmi (µL)	Kontrol Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri
300	4,24	1100	17,35	1100	28,64
500	25,89	1500	28,35	1500	41,64
700	41,92	2000	40,03	2000	54,81
900	56,93	2500	50,86	2500	64,26
1100	66,32	3000	59,85	3000	73,88

Çizelge 4.22'ye göre her bir numune için farklı hacimlere karşılık gelen inhibisyon (%) grafikleri oluşturulmuş ve Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 : DPPH için inhibisyon (%) grafikleri (A) kuru SHP ekstraktı, (B) SÜ ekstraktı, (C) kontrol ekstraktı.

Her numune için Şekil 4.8'deki grafiklerden elde edilen denklemlerde %50 inhibisyona karşılık gelen örnek hacmi (EC₅₀) hesaplanmış ve Çizelge 4.27'de sonuçlar verilmiştir.

4.3.7.2.2. ABTS

SÜ ve kontrol örneklerinden elde edilen ekstraktların farklı hacimlerdeki absorbans değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların 734 nm'deki absorbans değerleri.

Örnek Hacmi (µL)	Kuru SHP Ekstraktının Abs	Örnek Hacmi (µL)	SÜ Ekstraktının Abs	Örnek Hacmi (µL)	Kontrol Ekstraktının Abs
20	0,470	50	0,493	30	0,540
30	0,359	100	0,347	50	0,481
40	0,249	150	0,237	100	0,316
50	0,160	200	0,115	150	0,201

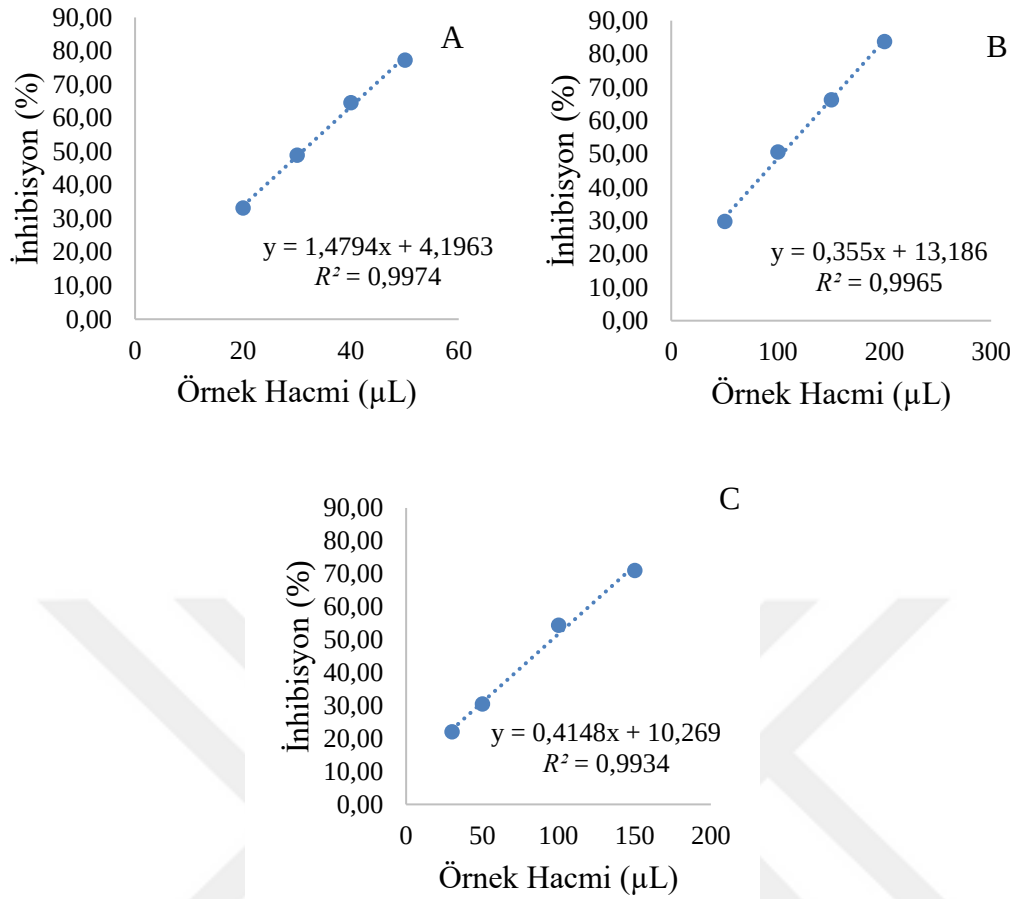
Abs: Absorbansı.

Çizelge 4.23'teki değerler denklem 3.12'de yerine konularak inhibisyon (%) değerleri hesaplanmış ve Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24 : Farklı hacimlerdeki ekstraktların inhibisyon (%) değerleri.

Örnek Hacmi (µL)	Kuru SHP Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri	Örnek Hacmi (µL)	SÜ Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri	Örnek Hacmi (µL)	Kontrol Ekstraktının İnhibisyon (%) Değeri
20	33,14	50	29,72	30	22,04
30	48,93	100	50,61	50	30,49
40	64,58	150	66,22	100	54,41
50	77,24	200	83,68	150	71,03

Çizelge 4.24'e göre her bir numune için farklı hacimlere karşılık gelen inhibisyon (%) grafikleri oluşturulmuş ve Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9 : ABTS için inhibisyon (%) grafiği (A) kuru SHP ekstraktı, (B) SÜ ekstraktı, (C) kontrol ekstraktı.

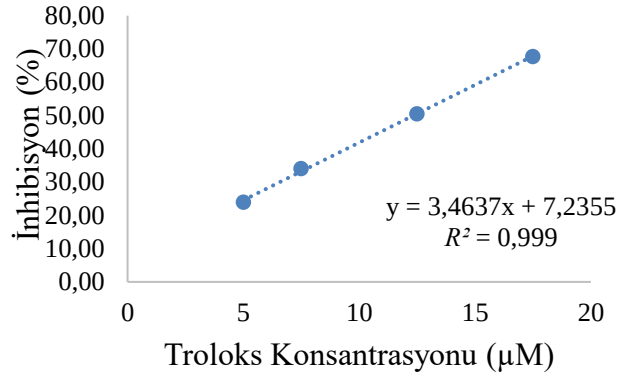
Troloks standardının absorbans değerleri ve denklem 3.12'deki formülle hesaplanmış inhibisyon (%) değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25 : Farklı konsantrasyonlardaki troloks standardının 734 nm'deki absorbans ve inhibisyon (%) değerleri.

Troloks Konsantrasyonu (µM)	Abs	İnhibisyon (%) Değeri
Kontrol	0,707	-
5	0,538	23,92
7,5	0,466	34,04
12,5	0,350	50,46
17,5	0,228	67,73

Abs: Absorbans.

Çizelge 4.25'e göre farklı troloks konsantrasyonlarına karşılık gelen inhibisyon (%) grafiği oluşturulmuş ve Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 : Standart troloks grafiği.

Her numune için Şekil 4.9'daki grafiklerden elde edilen eğimler Şekil 4.10'daki Troloks standardının eğimine oranlanarak sonuçlar µM Troloks/g KM cinsinden Çizelge 4.27'de verilmiştir.

4.3.7.3. Toplam monomerik antosiyanin miktarı

SÜ ve kontrol örneklerinden elde edilen ekstraktların 520 ve 700 nm'deki absorbans değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 : Ekstraktların 520 ve 700 nm'deki absorbans değerleri.

		520 nm'deki Abs	700 nm'deki Abs
Kuru SHP	pH:1	0,540	0,096
	pH:4,5	0,348	0,129
SÜ	pH:1	0,343	0,050
	pH:4,5	0,253	0,065
Kontrol	pH:1	0,402	0,028
	pH:4,5	0,221	0,016

Abs: Absorbans.

Çizelge 4.26'daki değerler denklem 3.14'te yerine konularak düzeltilmiş absorbans farkı hesaplanmıştır. Bu değer ise denklem 3.15'te yerine konulup monomerik antosiyanin miktarı bulunmuş ve sonuçlar mg CGE/kg KM cinsinden Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin TFM, TAA ve TMA değerleri.

	TFM (mg GAE/g KM)	DPPH (EC₅₀ Değeri) (mg KM/μL)	ABTS (μM Troloks/g KM)	TMA (mg CGE/kg KM)
SÜ	1,18±0,05	0,0045±0,00	9,59±0,09	82,56±7,83
Kontrol	1,90±0,04	0,0034±0,00	11,22±0,26	132,96±6,68

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin TFM, DPPH, ABTS ve TMA sonuçları Çizelge 4.27’de verilmektedir. Tüm bu sonuçlar genel bir şekilde ele alındığında SÜ’nün kontrol örneğine göre TFM, DPPH, ABTS ve TMA değerlerinin düşük olduğu saptanmıştır. SÜ’nün kontrol örneğine göre düşük olmasının sebebi; SÜ hammaddesinin (SHP) sanayii yan ürünü olması ve elde edilinceye kadar birçok işleminden geçmiş olmasından dolayı yapısındaki biyoaktif bileşiklerin kaybından ve/veya uzaklaşmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. EK B’de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin TFM ve DPPH değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$), ABTS ve TMA değerleri arasındaki farkın ise önemli ($p<0,05$) olduğu bulunmuştur. Literatürde elde edildiği hammaddeye kıyasla marmelatların ısıtılıp işlemle TFM, TAA ve TMA içeriğinde düşüş olduğu, en önemli kaybın ise TMA da olduğu bildirilmektedir (Kim ve Padilla-Zakour, 2004). Bu çalışmada da üretilen SÜ ve kontrol örneklerinin TFM, TAA ve TMA değerleri hammaddeye kıyasla düşük olduğu tespit edilmiş olup en önemli kayıp ise TMA’da görülmüştür. TFM değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ’nün (1,18 mg GAE/g KM) nispeten daha düşük olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli meyvelerden üretilen reçel/marmelat örneklerinin TFM içeriği 0,31-3,99 mg GAE/g aralığında değişim gösterdiği raporlanmış ve çalışmada elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir (Kim ve Padilla-Zakour, 2004; Sağlam, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011; Rababah ve diğerleri, 2011; Sicari ve diğerleri, 2018). Hussein ve diğerleri (2015) meyve ve sebze yan ürünlerini kullanarak (havuç, mandalina ve muz kabuğu, elma posası) yaptıkları reçel örneklerinin TFM içeriğinin 0,35-0,87 mg GAE/g aralığında değişim gösterdiğini tespit etmiş ve çalışmada elde edilen bulgulara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. TMA değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ’nün (82,56 mg CGE/kg KM) düşük olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli meyvelerden üretilen reçel/marmelat örneklerinin TMA içeriği 48,7-304,0 mg CGE/kg aralığında değişim gösterdiği raporlanmış ve çalışmada elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir (Kim ve Padilla-Zakour, 2004;

Sağlam, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011; Rababah ve diğerleri, 2011; Sicari ve diğerleri, 2018). ABTS yöntemiyle elde edilen TAA değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ'nün (9,59 μM Troloks/g KM) düşük olduğu görülmüştür. Literatürde çeşitli meyvelerden üretilen reçel/marmelat örneklerinin ABTS yöntemiyle elde edilen TAA değerleri 6,54-10,97 μM TE/g aralığında değişim gösterdiği raporlanmış ve çalışmada elde edilen bulgularla paralellik göstermiştir (Tokbaş, 2009; Güzel, 2011). DPPH yöntemiyle elde edilen TAA değerleri kıyaslandığında kontrole göre SÜ'nün (EC_{50} :0,0045 mg KM/ μL) nispeten daha düşük olduğu görülmüştür. Sağlam (2007) yaptığı çalışmada kara, mor dut ve gilaburu reçellerinin DPPH yöntemiyle elde edilen TAA'nın EC_{50} değerlerinin sırasıyla 30,94, 28,70, 26,52 $\mu\text{g/ml}$ olarak tespit etmiş ve bu çalışmadaki bulgularla farklılık göstermiştir. Bulgulardaki farklılığın nedeni araştırmada kullanılan hammaddenin ve uygulanan tayin yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.8. Hidroksimetilfurfural analiz sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin HMF değerleri Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin HMF değerleri.

	HMF (mg/kg)
SÜ	1,70 $\pm$ 0,08
Kontrol	0,86 $\pm$ 0,00

Bu çalışmada optimum formülasyonda elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin HMF değerleri sırasıyla 1,70 ve 0,86 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.28). EK B'de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin HMF değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). HMF değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ'nün (1,70 mg/kg) daha yüksek olduğu görülmüştür. Gıdalarda pH, sıcaklık, ısıtma süresi, şeker konsantrasyonu ve reaksiyon kaynakları gibi birçok faktöre bağlı olarak HMF'nin oluştuğu bildirilmektedir (Benzer Güzel, 2016; Vatansever, 2016). Dolayısıyla düşük pH değerlerinde ve yüksek sıcaklıkta uzun süre ısıtma işlemi maruz kalan ürünlerin HMF miktarında artış olacağı belirtilmektedir (Vatansever, 2016). Bu bilgiler doğrultusunda kontrol örneğine göre SÜ'deki yüksek HMF'nin; hammadde kaynağı olan SHP'nin sanayii yan ürünü olması ve SHP'nin oluşumu sırasında sıcaklık, asit gibi işlemlere maruz kalmasından kaynaklı olabileceği

düşünülmektedir. HMF'nin, reçel/marmelatta kalite derecelendirilmesinde kriter olarak ele alınan bileşiklerden birisi olduğu bildirilmektedir (Ekşi ve Velioğlu, 1990; Yurdagül, 2007; Tokbaş, 2009; Güzel, 2011). Gıda maddelerindeki HMF miktarının belli bir düzeyin üzerinde bulunması halinde renk esmerleşmekte, tat ve koku açısından önemli bozulmalara, ürünün besleyici değerinde azalmalara neden olmakta ve dolayısıyla ürünün pazarlanabilme olanaklarını kısmen veya tamamen ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle gıdalarda bulunmasına izin verilen HMF miktarı sınırlandırılmaktadır (Kokangül, 2013). Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği'nde HMF sınırlandırmasına rastlanmamaktadır. Özdemir ve diğerleri (2011) ve Kokangül (2013) Türk Standartları Enstitüsü TS 3734 marmelatlar standardına göre birinci ve ikinci sınıf marmelatın HMF içeriğinin sırasıyla en çok 25 ve 50 mg/kg olması gerektiğini belirtmektedirler. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre SÜ'nün HMF içeriğinin uygun olduğu görülmüştür. Kokangül (2013) ve Sicari ve diğerleri (2018) yaptıkları çalışmada marmelatların HMF içeriğinin 0,9-1,6 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini rapor etmişler ve bu çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir. Literatürde çeşitli reçel/marmelat örneklerinin HFM içeriğinin 11,48-55,33 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir (Yurdagül, 2007; Kaplan, 2006; Tokbaş, 2009; Özdemir ve diğerleri, 2011). SÜ'den elde edilen HMF içeriği literatür bilgileri ile kıyaslandığında çeşitli reçel/marmelat örneklerine göre daha düşük çıkarak paralellik göstermemiştir. Düşük çıkmasının sebebi SÜ'nün üretim aşamasında uygulanan ısıtıl işlemin uygunluğunun bir göstergesi olduğu düşünülmektedir.

4.3.9. Mikrobiyolojik analiz (*E. coli*) sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin mikrobiyolojik (*E. coli*) analiz sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin mikrobiyoloji sonuçları.

	<i>E. coli</i> (kob/g)
SÜ	<10
Kontrol	-

Bu çalışmada optimum formülasyondan elde edilen SÜ'de *E. coli* tespit edilmemiştir (Çizelge 4.29). *E. coli* bakterisinin yaklaşık pH değerinin 3,6-9,2 aralığındaki düşük asitli gıdalarda ürediği bildirilmektedir (Featherstone, 2015). Bu çalışmada da *E. coli*

bakterisinin tespit edilmemesinin sebebi; SÜ'nün pH değerinin 3,0 olması ve üretim sırasında *E. coli* bulaşısının olmamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca SÜ üretiminde hammadde olarak kullanılan kuru SHP'de de *E. coli* bakterisi tespit edilmemiş olup hammadde kaynaklı bulaşının olmadığıda belirlenmiştir.

4.3.10. Duyusal değerlendirme sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin genel kabul edilebilirlik sonuçları.

Genel Kabul Edilebilirlik	
SÜ	33,65±0,85
Kontrol	33,88±1,38

Bu çalışmada optimum formülasyonda elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri sırasıyla 33,65 ve 33,88 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.30). EK B'de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Genel kabul edilebilirlik değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ'nün (33,65) nispeten daha düşük olduğu görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik değeri 40 puan üzerinden değerlendirilmiş olup bu değer; renk, koku, tat-lezzet, sürülebilirlik-kıvam (tekstür), tatlılık ve ağız hissi gibi karakteristik özellikleri toplamını içermektedir.

4.3.11. Sürülebilirlik sonuçları

SÜ ve kontrol örneklerinin sürülebilirlik sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ ve kontrol örneğinin sürülebilirlik sonuçları.

Sürülebilirlik (kesme işi, g.s)	
SÜ	510,55±2,32
Kontrol	477,32±6,46

Bu çalışmada optimum formülasyonda elde edilen SÜ ve kontrol örneklerinin sürülebilirlik değerleri sırasıyla 510,55 ve 477,32 g.s olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.31). EK B'de verildiği gibi SÜ ve kontrol örneklerinin sürülebilirlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Sürülebilirlik değerleri kıyaslandığında kontrol örneğine göre SÜ'nün (510 g.s) nispeten daha yüksek olduğu görülmüştür. Kesme işi veya kuvvenin zaman eğrisine göre alanı çeşitli yayılabilir ürünlerde sürülebilirlik derecesini belirlemek için

kullanılmaktadır. Kesme işlemini gerçekleştirmek için gereken toplam kuvvet miktarını temsil eden kuvvetin zaman eğrisine göre alanın küçük olması daha yumuşak bir yapıya sahip olarak daha yüksek sürülebilirlik gösterdiği, yüksek olmasıyla ise daha düşük sürülebilirlik gösterdiği bilinmektedir (Shakerardekani ve diğerleri, 2013). Yani en düşük kesme işi, yayılması için gerekli olan kuvvetin az olduğunu ve böylelikle en yüksek sürülebilirlik gösterdiği belirtilmektedir (McGill ve Hartel, 2018). Literatürde bir cihaz kullanılarak sürülebilirliği yansıtan kesme işi verileri ve duyusal analizde panelistler tarafından ürünün sürülebilirlik/yayılabilirliği üzerine genel kabul edilebilirlik puan ortalamaları ile karşılaştırıldığı zaman, kesme işinin kabul edilebilir bir sürülme için 0-11.0 kg.s, orta derecede kabul edilebilir bir sürülme için 0-867.5 kg.s ve kabul edilemez bir sürülme için 867.5-3976.6 kg.s arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Shakerardekani ve diğerleri, 2013). Bizim ise sürülebilirlik/kesme işi sonuçlarımız 71,19-3725,94 g.s aralığında değişmekte olup bu sonuçlar genel kabul edilebilirlik puan ortalamaları ile karşılaştırıldığında genel olarak 321,58-1580,18 g.s aralığında kabul edilebilir nitelikte sürülebilir ürün elde edilmiştir. Fakat en yüksek kabul edilebilir sürülebilir ürün 756,56 g.s olan kesme işi sonucunda elde edilmiş olup optimum noktada üretilen SÜ'nün (510,55 g.s) bu değere yakın olması bu durumu doğrulamaktadır.

4.4. Sürülebilir Ürün Maliyeti

Elde edilen optimum formülasyonda üretilen SÜ için gerekli üretim maliyeti Çizelge 4.32'de verilmiştir. 1 kg SÜ için maliyet hesaplaması yapılırken formülasyona giren bütün bileşenlerin güncel fiyatları belirlendikten sonra her bileşen için gerekli olan maliyet hesaplanmıştır. Üretim aşaması kurutma ve ısıtma işlem basamaklarını içermekte olup her basamak için harcanan elektrik gideri hesaplanmıştır. Son olarak ambalaj metaryalinin güncel fiyatı belirlendikten sonra SHP'den 1 kg SÜ üretimi için maliyetin 5,68 TL olduğu Çizelge 4.32'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.32 : Optimum formülasyonda üretilen SÜ'nün maliyet hesaplaması.

		Bileşenlerin Birim Maliyeti (TL/kg bileşen)	SÜ Üretim Maliyeti (TL/kg SÜ)
SÜ Formülasyonu	SHP	0,10	0,04
	Şeker	3,49	1,05
	Pektin	95,70	1,41
	Sitrik Asit	4,01	0,01
	Aroma Maddeleri	100,67	0,35
SÜ Üretim	Kurutma	-	0,52
Aşaması	Isıl işlem	-	0,92
SÜ Dolum	Ambalaj	0,69	1,38
Aşaması			
Toplam (TL/1 kg SÜ)			5,68



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

MSSA'dan biri olan SHP'nin yapısında insan sağlığı açısından önemli olan biyoaktif bileşenleri yapısında hala bir miktar bulundurması ve son yıllarda da yüksek miktarlarda ortaya çıkmasından dolayı geniş alanlarda değerlendirilebilecek bir ürün olduğu öngörülmektedir. SHP'nin antosiyanin eldesinde, katkı maddesi olarak veya yem sanayiinde kullanıldığı bildirilmektedir. Ancak SHP endüstriyel boyutta işlenerek ekonomik değer taşıyan ürünlere dönüştürülmesiyle ilgili yeterli çalışmanın yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışma SHP'nin besinsel özelliklere sahip ve gıda endüstrisinde (kahvaltılık, pastacılık ve fırın ürünleri) değerlendirilebilir olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada siyah havucun presleme-işlemesi sonucu atık olarak ortaya çıkan SHP'den çeşitli gıda sanayilerinde kullanılabilecek ve tüketici tarafından kabul edilebilir nitelikte direkt olarak tüketilebilen SÜ üretimi geliştirilmiştir. Ayrıca yeni bir ürün olan SÜ'nün üretimindeki formülasyon optimize edilerek literatüre de katkı sağlanmıştır. Optimum üretim formülasyonu ($\bar{I}=1$) %1,43 pektin, %59,87 şeker ve %0,35 sitrik asit olarak belirlenmiştir. YYM gibi istatistiksel analizlerin, optimum üretim formülasyonu geliştirmede yararlı olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak SHP'den SÜ üretiminin geliştirilmesiyle hem ürün çeşitliliğine hem de sanayii atığının hammadde olarak kullanımıyla ekonomiye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda formülasyonunun optimize edilmesiyle endüstriyel üretiminde daha verimli olacağı öngörülmektedir.

Bu çalışmada SHP'den üretilen SÜ'nün kalitesini belirlemek için optimum formülasyonda (%1,43 pektin, %59,87 şeker ve %0,35 sitrik asit) siyah havuç (kontrol) ve posasından (SÜ) üretilmiş ürünlerin bazı fizikokimyasal özellikleri kıyaslanmıştır. SÜ ve kontrol örneğinin bazı kalite parametreleri (TKM, SÇKM, HMF, pH ve titrasyon asitliği) Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliğine ve Türk Standartları Enstitüsü TS 3734 marmelatlar standardına uygunluğu tespit edilmiştir. Ürün kalitesi için önemli bir parametre olan renk değerlerine bakıldığında SÜ'nün kontrol örneğine göre daha kırmızı ($a^*_{(sü)}$: 9,37) ve parlak ($L^*_{(sü)}$:

3,42; $C^*_{(s\ddot{u})}$: 9,72) olduğu belirlenerek tüketiciler tarafından albenisi yüksek bir renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Reçel ve marmelat benzeri olan SÜ gibi ürünlerin depolama sürecinde fiziksel bir bozulma olan şekerlenme olayının olmaması için şeker içeriğindeki invert şeker miktarının yüksek olması istenmektedir. Bu bağlamda SÜ'nün kontrol örneğine kıyasla invert şeker miktarının yüksek olması depolanma süresince SÜ'nün daha stabil kalabileceğini göstermektedir. SÜ'nün kontrol örneğine göre TFM ve DPPH değerleri yakın iken ABTS ve TMA içeriğinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. SHP'den üretilmesine rağmen SÜ'nün genel kabul edilebilirlik (kontrol: 33,68; SÜ: 33,65) ve sürülebilirlik değerleri (kontrol: 477,32; SÜ: 510,55 g.s) kontrol örneği ile yakınlık göstermiş ve eşdeğer kalitede ürün elde edilebilmiştir. Bir girdi ile (siyah havuç) bir değil iki ürün (konsantre ve SÜ) elde edilerek maliyetin düşürüleceği ön görülmektedir. Ayrıca hammadde kaynaklı olarak SÜ maliyeti marmelat benzeri ürünlerin maliyetine kıyasla düşürülmektedir. Endüstride atık bir hammaddeden kaliteli ürün elde etmenin ve maliyetin önemini düşündüğümüzde marmelat ve benzeri ürünlere alternatif olarak SHP'den SÜ üretiminin de tercih edilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acosta, O., Viquez, F., Cubero, E. ve Morales, I. (2006). Ingredient Levels Optimization and Nutritional Evaluation of A Low-Calorie Blackberry (*Rubus irasuensis* Liebm.) Jelly. *Journal of Food Science*, 71(5), 390-394. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00044.x>
- Acosta, O., Viquez, F. ve Cubero, E. (2008). Optimisation of Low-Calorie Mixed Fruit Jelly by Response Surface Methodology. *Food Quality and Preference*, 19(1), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.010>
- Agcam, E., Akyıldız, A. ve Balasubramaniam, V. M. (2017). Optimization of Anthocyanins Extraction from Black Carrot Pomace with Thermosonication. *Food Chemistry*, 237, 461-470. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.098>
- Ağcam, E. ve Akyıldız, A. (2015). Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayını*, 40(3), 149-156. doi: 10.15237/gida.GD14064
- Ahmed, E. M. ve Ali, T. (1986). Textural Quality of Peanut Butter as Influenced by Peanut Seed and Oil Contents. *Peanut Science*, 13(1), 18-20. <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-13-1-6>
- Ajala, A. S. ve Ajao, A. I. (2012). Production and Quality Evaluation of Ginger-Flavoured Banana Marmalade. *International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development*, 2(7), 579-584.
- Akdağ, E. (2011). Türkiye Meyve Suyu vb. Ürünler Sanayii Raporu. *Meyve Suyu Endüstrisi Derneği*. İstanbul.
- Akdoğan, Ş. (2019). Kara Havuç Posasından Farklı Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kara Havuç Tozu Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Akhtar, S., Rauf, A., Imran, M., Qamar, M., Riaz, M. ve Mubarak, M. S. (2017). Black Carrot (*Daucus carota* L.), Dietary and Health Promoting Perspectives of Its Polyphenols: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 66, 36-47. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.004>
- Alam, M. S., Gupta, K., Khaira, H. ve Javed, M. (2013). Quality of Dried Carrot Pomace Powder as Affected by Pretreatments and Methods of Drying. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15(4), 236-243.
- Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C. ve Shahidi, F. (2001). Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1410-1416. <https://doi.org/10.1021/jf000595h>
- Algarra, M., Fernandes, A., Mateus, N., de Freitas, V., da Silva, J. C. E. ve Casado, J. (2014). Anthocyanin Profile and Antioxidant Capacity of Black Carrots (*Daucus carota* L. ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alef.) from Cuevas Bajas, Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.005>

- Alizadeh, M., Hamed, M. ve Khosroshahi, A. (2005). Optimizing Sensorial Quality of Iranian White Brine Cheese Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*, 70(4), S299-S303. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07206.x>
- Anonim, (2006). Reçel, Jöle, Marmelat ve Tatlandırılmış Kestane Püresi Tebliği. Türk Gıda Kodeksi. Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/12/20061230-41.htm>. (Erişim Tarihi; 04.05.2020).
- Anonim, (2018a). Food and Agriculture Organization. Erişim Adresi: <https://faostat3.fao.org>. (Erişim Tarihi; 18.12.2020).
- Anonim, (2018b). Tük İstatistikleri, Yumru ve kök sebzeler. Erişim Adresi: <http://tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi; 12.05.2020).
- Anonim, (2020). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TürKomp) Siyah Havuç. Erişim Adresi: <http://www.turkomp.gov.tr/main>. (Erişim Tarihi; 29.04.2020).
- Ayala-Zavala, J., Rosas-Domínguez, C., Vega-Vega, V. ve González-Aguilar, G. A. (2010). Antioxidant Enrichment and Antimicrobial Protection of Fresh-Cut Fruits Using Their Own Byproducts: Looking for Integral Exploitation. *Journal of Food Science*, 75(8), 175-181. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01792.x>
- Bajaj, K. L., Kaur, G., Brar, J. S. ve Sukhija, B. S. (1978). Chemical Composition and Keeping-Quality of Carrot (*Daucus Carota* L.) Varieties. *Plant Foods for Man*, 2(3-4), 159-165. <https://doi.org/10.1080/03062686.1977.11904197>
- Baltacıoğlu, H., Baltacıoğlu, C. ve Tangüler, H. (2019). Effect of Waste Fermented Carrot Powder Addition on Quality of Biscuits. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1237-1244. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1237-1244.2759>
- Baranski, R., Allender, C. ve Klimek-Chodacka, M. (2012). Towards Better Tasting and More Nutritious Carrots: Carotenoid and Sugar Content Variation in Carrot Genetic Resources. *Food Research International*, 47(2), 182-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.006>
- Baş, D. ve Boyacı, I. H. (2007). Modeling and Optimization I: Usability of Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 836-845. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.024>
- Batu, H. S. (2015). Karayemiş Meyvesinin Reçel ile Marmelata İşlenebilirliğinin ve Bazı Parametrelerin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tunceli.
- Belović, M., Torbica, A., Pajić-Lijaković, I. ve Mastilović, J. (2017). Development of Low Calorie Jams with Increased Content of Natural Dietary Fibre Made from Tomato Pomace. *Food Chemistry*, 237, 1226-1233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.045>
- Benzer Gürel, D. (2016). Cevap Yüzeyi Yöntemi Kullanılarak Stevia Özüt İçeren Düşük Kalorili Böğürtlen Reçeli Formülasyonunun Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.

- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S. ve Escaleira, L. A. (2008). Response Surface Methodology (RSM) as A Tool for Optimization in Analytical Chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>
- Bilen, F. D. (2015). Polyphenol Content and In Vitro Bioavailability of Black Carrot (*Daucus carota*) Pomace and Peel. *Master Thesis, Istanbul Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences, İstanbul*.
- Carmona-Jiménez, Y., García-Moreno, M.V. ve García-Barroso, C. (2018). Effect of Drying on the Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace, *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(1), 74-81.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34(2), 1-429, Ankara.
- Chang, C. H., Lin, H. Y., Chang, C. Y. ve Liu, Y. C. (2005). Comparisons on the Antioxidant Properties of Fresh, Freeze-Dried and Hot-Air-Dried Tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 77(3), 478-485. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.061>
- Chaturvedi, K. ve Yadav, S. K. (2019). Ultrasonication Assisted Salt-Spices Impregnation in Black Carrots to Attain Anthocyanins Stability, Quality Retention and Antimicrobial Efficacy on Hot-Air Convective Drying. *Ultrasonics Sonochemistry*, 58, 1-15. 104661. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104661>
- Cheok, C. Y., Mohd Adzahan, N., Abdul Rahman, R., Zainal Abedin, N. H., Hussain, N., Sulaiman, R. ve Chong, G. H. (2018). Current Trends of Tropical Fruit Waste Utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 335-361. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1176009>
- Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B. ve Lee, J. (2006). Influence of Heat Treatment on the Antioxidant Activities and Polyphenolic Compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99(2), 381-387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.004>
- da Silva, D. I., Nogueira, G. D., Duzzioni, A. G. ve Barrozo, M. A. (2013). Changes of Antioxidant Constituents in Pineapple (*Ananas comosus*) Residue During Drying Process. *Industrial Crops and Products*, 50, 557-562. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.001>
- Demir, D. (2010). Kurutma İşlemi ve Öncesinde Uygulanan Farklı Haşlama Tekniklerinin Siyah Havucun Antioksidan Etkili Bileşikleri Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
- Deng, G. F., Shen, C., Xu, X. R., Kuang, R. D., Guo, Y. J., Zeng, L. S. ve Li, S. (2012). Potential of Fruit Wastes as Natural Resources of Bioactive Compounds. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(7), 8308-8323. <https://doi.org/10.3390/ijms13078308>
- Dereli, U. (2010). Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Depolanması Sürecinde Fenolik Maddeler ve Antosiyaninlerdeki Değişimler ve Bu Değişimlerin Antioksidan Aktivite ile İlişkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

- Deveci, E. Ü. (2008). Portakal Atıklarından *Aspergillus niger* Filamentli Fungusu Kullanılarak Sitrik Asit Üretiminde Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- Dervisi, P., Lamb, J. ve Zabetakis, I. (2001). High Pressure Processing in Jam Manufacture: Effects on Textural and Colour Properties. *Food Chemistry*, 73(1), 85-91. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00289-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00289-2)
- EFSA Panel on Biological Hazards (2013). Scientific Opinion on the Risk Posed by Pathogens in Food of Non-Animal Origin. Part 1 (Outbreak Data Analysis and Risk Ranking of Food/Pathogen Combinations). *EFSA Journal*, 11(1), 3025.
- Ekşi, A. ve Velioğlu, S. (1990). Hidroksimetilfurfural (HMF) Miktarı Açısından Ticari Reçellerin Durumu. *Gıda Sanayii*, (16), 30-34.
- El-Adawy, T. A. ve Taha, K. M. (2001). Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika Seed Oils and Flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1253–1259. <https://doi.org/10.1021/jf001117+>
- Emrem, Ö. (2008). Alıç Meyvesinden (*Crataegus oxyacantha*) Pekmez ve Marmelat Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar.
- Erdoğan, S. S. (2010). Elma Posası Tozunun Antioksidan Aktivitesi ile Fenolik Bileşenlerinin Belirlenerek Ekmek Yapımında Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Ersus Uyan, S. (2004). Kara Havuç (*Daucus carota* L.) Antosiyanin Ekstraktının Püskürtmeli Kurutucu Kullanılarak Mikroenkapsülasyonu. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Ersus Uyan, S., Baysal, T., Yurdagel, Ü. ve El, S. N. (2004). Effects of Drying Process on Antioxidant Activity of Purple Carrots. *Food/Nahrung*, 48(1), 57-60. <https://doi.org/10.1002/food.200300373>
- Esin, Y. (2011). Frenk Üzümünden (*Ribes spp.*) Üretilen Reçel ve Marmelatın Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Featherstone, S. (2015). A Complete Course in Canning and Related Processes: Volume 1 Fundamental Information on Canning. *Woodhead Publishing*, United Kingdom, 3-25.
- Gahler, S., Otto, K. ve Böhm, V. (2003). Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7962-7968. <https://doi.org/10.1021/jf034743q>
- Gajewski, M., Szymczak, P. ve Bajer, M. (2009). The Accumulation of Chemical Compounds in Storage Roots by Carrots of Different Cultivars During Vegetation Period. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 8(4), 69-78.
- Garba, U. ve Kaur, S. (2014). Effect of Drying and Pretreatment on Anthocyanins, Flavenoids and Ascorbic Acid Content of Black Carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Global Biosciences*, 3(4), 772-777.

- Gérard Bertin, N. N., Bilkissou, N., Jonas, T. T., Mama, N., Eric, N. N., Vepowo C  dric, K., Ngoungoure, M., Ulrich, S. ve Ngoufack Francois, Z. (2018). Optimization of Process Conditions for Jam Production from Plantain-Like Hybrid (CARBAP K74) Grown in Two Agro-Ecological Zones of Cameroon. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 6(4), 50-63. <https://doi.org/10.15739/IJAPR.18.006>
- Gills, L. A., Resurreccion, A. V. A., Hurst, W. C., Reynolds, A. E. ve Phatak, S. C. (1999). Sensory Profiles of Carrot (*Daucus Carota* L.) Cultivars Grown in Georgia. *HortScience*, 34(4), 625-628. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.4.625>
- Giusti, M. M. ve Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, (1), F1-2. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Goñi, I. ve Herv  rt Hernández, D. (2011). By-Products from Plant Foods are Sources of Dietary Fibre and Antioxidants. *Phytochemicals-Bioactivities and Impact on Health*, Editor: Rasooli, I. Spain, 95-116.
- Güler, A. (2011). Siyah   z  m Posası Katkılı Mısır Cipsi Eldesi: Yeni   r  nde Kalite   zelliklerinin, Antioksidan Kapasitenin ve Bazı Kate  sin Fenoliklerin   zlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.
- Güzel, E. K. (2011). Maviyemi  sten (*Vaccinum* sp.)   retilen Reçel ile Marmelatın Fitokimyasal   zelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Hardegger, M. ve Sturm, A. (1998). Transformation and Regeneration of Carrot (*Daucus carota* L.). *Molecular Breeding*, 4(2), 119-127.
- Hartati, I. ve Subekti, E. (2015). Microwave Assisted Extraction of Watermelon Rind Pectin. *International Journal of ChemTech Research*, 8(11), 163-170.
- Hastürk   ahin, F. (2010). Domates Kurutmada Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Heinonen, M. I. (1990). Carotenoids and Provitamin a Activity of Carrot (*Daucus carota* L.) Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(3), 609-612.
- Hendek Ertop, M. (2014). Ekşi Hamur Formül Optimizasyonunun Ekmeğin Aromatik Profili, Biyoaktif Nitelikleri ve Raf   mr     zerine Etkileri. *Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri.
- Hepsağ, F. ve Hayoğlu,   . (2019).   ilek Konservelerinde Siyah Dut Antosiyanin Ekstraktı Kullanımının Esmerle  me   ndisi   zerine Etkileri. *Ady  tayam*, 7(1), 61-72.
- Hussein, A. M. S., Kamil, M. M., Hegazy, N. A., Mahmoud, K. F. ve Ibrahim, M. A. (2015). Utilization of Some Fruits and Vegetables By-Products to Produce High Dietary Fiber Jam. *Food Science and Quality Management*, 37, 39-45.
- Jayabalan, K. ve Karthikeyan, C. (2013). Optimization of Ingredients for Sensory Evaluation of Aloe Vera Jam Preparation Using Response Surface Methodology (RSM). *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(1), 1224-1234.

- Kah How, K. (2017). Development and Optimization of Pumpkin (*Cucurbita moschata*)-Carrot (*Daucus carota*) Pasta Sauce Formulations Using Response Surface Methodology. *Project Report, University Tunku Abdul Rahman Faculty of Science, Malaysia*.
- Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, B., Van Camp, J. ve Capanoglu, E. (2015). Influence of Different Processing and Storage Conditions on In Vitro Bioaccessibility of Polyphenols in Black Carrot Jams and Marmalades. *Food Chemistry*, 186, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046>
- Kamiloglu, S., Capanoglu, E., Bilen, F. D., Gonzales, G. B., Grootaert, C., Van de Wiele, T. ve Van Camp, J. (2016). Bioaccessibility of Polyphenols from Plant-Processing Byproducts of Black Carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(12), 2450-2458. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02640>
- Kaplan, B. (2006). Çukurova Bölgesinde Satışa Sunulan Bazı Reçellerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Türk Gıda Kodeksine Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*.
- Karataş, İ., Polat, F., Karataş, R., Dal, T. ve Elmastaş, M. (2018). Determination of Antioxidant Activity and Phenolic Compound Content of Black Carrot Callus Culture. *Ecological Life Sciences*, 13(2), 87-93.
- Katsube, T., Tsurunaga, Y., Sugiyama, M., Furuno, T. ve Yamasaki, Y. (2009). Effect of Air-Drying Temperature on Antioxidant Capacity and Stability of Polyphenolic Compounds in Mulberry (*Morus alba* L.) Leaves. *Food Chemistry*, 113(4), 964-969. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.041>
- Kaya, C., Topuz, S., Bayram, M. ve Kola, O. (2019). Alıç Marmelatı Üretiminde Farklı Tatlandırıcı Kullanımının Ürün Özelliklerine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(3), 180-192.
- Kelebek, H., Dıblan, S., Kadiroğlu, P., Kola, O. ve Selli, S. (2018). Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 127-136.
- Keskin, M., Setlek, P. ve Demir, S. (2017). Use of Color Measurement Systems in Food Science and Agriculture. In *International Advanced Researches and Engineering Congress*, 2350-2359.
- Ketnawa, S., Chaiwut, P. ve Rawdkuen, S. (2011). Aqueous Two-Phase Extraction of Bromelain from Pineapple Peels ('Phu Lae'cultv.) and Its Biochemical Properties. *Food Science and Biotechnology*, 20(5), 1219-1226. doi: 10.1007/s10068-011-0168-5
- Kıran, F. (2006). Hücre Duvarı Protein Profilleri ve Pilazmid İçeriklerine Göre Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Tanısı. *Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Kim, D. O. ve Padilla-Zakour, O. I. (2004). Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-Rich Fruits: Cherry, Plum and Raspberry. *Journal of Food Science*, 69(9), 395-400. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09956.x>

- Kiracı, S. (2013). Konya ve Yöresinde Üstün Teknolojik Özelliklere Sahip Mor Havuç Tiplerinin Seleksiyonu. *Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Koç, B. ve Kaymak Ertekin, F. (2010). Yanıt Yüzey Yöntemi ve Gıda İşleme Uygulamaları. *Gıda*, 35(1), 1-8.
- Koç, B. E., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. (2012). Siyah Havuç Suyu Konsantresinin Akide Şekerlerinde Renklendirici Olarak Kullanılması ve Monomerik Antosiyaninlerin Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 10(1), 30-39.
- Koç, M. (2015). Farklı Kurutma Yöntemleri ile Bal Tozu Üretim Koşullarının Optimize Edilmesi ve Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Kokangül, G. (2013). Adana'da Yetiştirilen Trabzon Hurmalarını Kullanarak Karışık Meyveli Geleneksel Marmelat Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Kreutzmann, S., Thybo, A. K., Edelenbos, M. ve Christensen, L. P. (2008a). The Role of Volatile Compounds on Aroma and Flavour Perception in Coloured Raw Carrot Genotypes. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1619-1627. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01662.x>
- Kreutzmann, S., Christensen, L. P. ve Edelenbos, M. (2008b). Investigation of Bitterness in Carrots (*Daucus Carota* L.) Based on Quantitative Chemical and Sensory Analyses. *LWT-Food Science and Technology*, 41(2), 193-205. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.02.024>
- Kuljarachanan, T., Devahastin, S. ve Chiewchan, N. (2009). Evolution of Antioxidant Compounds in Lime Residues During Drying. *Food Chemistry*, 113(4), 944-949. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.026>
- Kumar, R., Vashisht, P., Gupta, R. K., Singh, M. ve Kaushal, S. (2011). Characterization of European Carrot Genotypes Through Principal Components and Regression Analyses. *International Journal of Vegetable Science*, 17(1), 3-12. <https://doi.org/10.1080/19315260.2010.486021>
- Larrauri, J. A., Rupérez, P. ve Saura-Calixto, F. (1997). Effect of Drying Temperature on The Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390-1393. <https://doi.org/10.1021/jf960282f>
- Levaj, B., Dragović-Uzelac, V., Dančević, T., Liber, S., Repajić, M. ve Bursać Kovačević, D. (2009). Quality of Clementine Jam Influenced by Purée Pretreatment, Sugar Type and Pectin Addition. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74(3), 227-231.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. ve Cheng, S. (2006). Evaluation of Antioxidant Properties of Pomegranate Peel Extract in Comparison with Pomegranate Pulp Extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.033>

- Llorach, R., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A., ve Ferreres, F. (2002). Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Byproducts as A Potential Source of Health-Promoting Antioxidant Phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3458-3464. <https://doi.org/10.1021/jf0200570>
- Lökoğlu, N. (2019). Mor Havuçlarda (*Daucus Carota* L.) Tohumluk Köklerin Depolanma Şekillerinin, İriliklerinin ve Dikim Aralıklarının Tohum Verim ve Kalitesine Etkisi. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- McGill, J. ve Hartel, R. W. (2018). Investigation into the Microstructure, Texture and Rheological Properties of Chocolate Ganache. *Journal of Food Science*, 83(3), 689-699. doi: 10.1111/1750-3841.14053
- Meral, R. (2016). Isıl İşlemin Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 55-67.
- Mitra, S. K., Pathak, P. K., Lembisana Devi, H. ve Chakraborty, I. (2013). Utilization of Seed and Peel of Mango. *Acta Horticulturae*, (992), 593-596. doi:10.17660/actahortic.2013.992.74
- Mizgier, P., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., Kolniak-Ostek, J., Kidoń, M. ve Fecka, I. (2016). Characterization of Phenolic Compounds and Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Red Cabbage and Purple Carrot Extracts. *Journal of Functional Foods*, 21, 133-146. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.12.004>
- Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments. Eighth Edition, *John Wiley and Sons, Incorporated*, New York, 1-757.
- Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F. ve Maccarone, E. (2008). Partial Dehydration of Cherry Tomato at Different Temperature, and Nutritional Quality of The Products. *Food Chemistry*, 111(4), 887-891. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.001>
- Nawirska, A. ve Kwaśniewska, M. (2005). Dietary Fibre Fractions from Fruit and Vegetable Processing Waste. *Food Chemistry*, 91(2), 221-225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.005>
- Nóbrega, E. M., Oliveira, E. L., Genovese, M. I. ve Correia, R. T. (2015). The Impact of Hot Air Drying on the Physical-Chemical Characteristics, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Acerola (*Malpighia emarginata*) Residue. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(2), 131-141. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12213>
- Olaitan, N. I., Eke, M. O. ve Agudu, S. S. (2017). Effect of Watermelon (*Citrullus lantus*) Rind Flour Supplementation on the Quality of Wheat Based Cookies. *The International Journal of Engineering and Science*, 6(12), 38-44. DOI: 10.9790/1813-0612013844
- Ozgen, S. ve Şekerci, S. (2013). Phytochemical Variation of Carrot Variety" Ereğli Siyahı". *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 1(2), 86-89. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v1i2.86-89.39>

- Özdemir, F., Aksu, M. İ. ve Sebahattin, N. A. S. (1997). Isıl İşlemsiz Elde Edilen Kuşburnu Pulplarından Farklı Pulp/Şeker Oranlarında Üretilen Marmelatların Kalite Özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(2), 353-358.
- Özdemir, F., Topuz, A., ve Karkacier, M. (2011). Kuşburnu Pulpunun Marmelata İşlenmesinde Pişirme Yöntemi ve Formülasyonun Marmelat Kalitesine Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(2), 577-580.
- Özdikicierler, O., Eren, İ., Göksungur, Y., Yemişçioğlu, F. ve Gümüşkesen, A. S. (2016). Gıda Mühendisliğinde Optimizasyon ve Modelleme Süreçlerinde Cevap Yüzey Metodu Yaklaşımı. *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, Edirne.
- Özdoğan, K. (2015). Geleneksel ve Ultrasonik Yöntemlerle Kırmızı Lahana Antosiyaninlerinin Ekstraksiyon Koşullarının Optimizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat.
- Özen, G. (2008). Siyah Havuç Suyu Konsantresinin Türk Lokumunda Renklendirici Olarak Kullanılması ve Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Pala, C., Sevimli-Gur, C. ve Yesil-Celiktas, O. (2017). Green Extraction Processes Focusing on Maximization of Black Carrot Anthocyanins Along with Cytotoxic Activities. *Food Analytical Methods*, 10(2), 529-538. doi: 10.1007/s12161-016-0599-y
- Parsayee, S. A., Zonuz, A. A., Zadeh, B. G. ve Ayase, A. (2013). Low Calorie Sour Cherry Jam: Optimization of Ingredient Levels Using Response Surface Methodology. *International Journal of Applied Science and Engineering Research*, 2(1), 35-43. DOI: 10.6080.ijaser. 020100005
- Peinado, I., Rosa, E., Heredia, A. ve Andrés, A. (2015). Use of Isomaltulose to Formulate Healthy Spreadable Strawberry Products. Application of Response Surface Methodology. *Food Bioscience*, 9, 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2014.08.002>
- Polatcı, H., Taşova, M., Saraçoğlu, O. ve Taşkın, O. (2018). Şeftali (*Prunus persica* L.) Posasının Farklı Sıcaklıklarda Kuruma Parametrelerinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 14(3), 149-156.
- Purma, Ç. (2006). Sosis Üretiminde Kurutulmuş Kayısı Posası Kullanımının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Rababah, T. M., Al-Mahasneh, M. A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M. N., Ereifej, K., ve Al-u'datt, M. (2011). Effect of Jam Processing and Storage on Total Phenolics, Antioxidant Activity, and Anthocyanins of Different Fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(6), 1096-1102. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4289>
- Rahman, N. F. A., Shamsudin, R., Ismail, A., Shah, N. N. A. K. ve Varith, J. (2018). Effects of Drying Methods on Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacity of the Pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Peels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 50, 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.01.009>

- Rashidi, M. ve Gholami, M. (2011). Prediction of Carrot Firmness Based on Total Soluble Solids of Carrot. *Middle East Journal of Scientific Research*, 7(1), 91-94.
- Ravindran, R. ve Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34(1), 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>
- Ritthiruangdej, P., Srikamnoy, W. ve Amatayakul, T. (2011). Optimization of Jackfruit Sauce Formulations Using Response Surface Methodology. *Kasetsart Journal Natural Science Impact Factor*, 45, 325-334.
- Romelle, F. D., Rani, A. ve Manohar, R. S. (2016). Chemical Composition of Some Selected Fruit Peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4(4), 12-21.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M. ve Lobo, M. G. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 512-531. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>
- Sağlam, F. (2007). Antosiyanince Zengin Dut, Kiraz ve Gilaburu Meyvelerindeki Fenolikler ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Reçel Yapım İşleminin Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Said, K. A. M. ve Amin, M. A. M. (2015). Overview on The Response Surface Methodology (RSM) in Extraction Processes. *Journal of Applied Science and Process Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.33736/jaspe.161.2015>
- Sakač, M., Torbica, A., Sedej, I. ve Hadnađev, M. (2011). Influence of Breadmaking on Antioxidant Capacity of Gluten Free Breads Based on Rice and Buckwheat Flours. *Food Research International*, 44(9), 2806-2813. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.026>
- Sarı, T. ve Paksoy, M. (2004). Konya Yöresinde Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Bazı Havuçlarda Kalite. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(33), 17-22.
- Schieber, A., Stintzing, F. C. ve Carle, R. (2001). By-Products of Plant Food Processing as A Source of Functional Compounds-Recent Developments. *Trends in Food Science and Technology*, 12(11), 401-413. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00012-2)
- Sepúlveda, L., Romani, A., Aguilar, C. N. ve Teixeira, J. (2018). Valorization of Pineapple Waste for The Extraction of Bioactive Compounds and Glycosides Using Autohydrolysis. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47, 38-45. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.01.012>
- Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M. ve Chin, N. L. (2013). Development of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Spread. *Journal of Food Science*, 78(3), S484-S489. doi: 10.1111/1750-3841.12045
- Sicari, V., Pellicanò, T. M., Laganà, V. ve Poiana, M. (2018). Use of Orange By-Products (Dry Peel) as an Alternative Gelling Agent for Marmalade Production: Evaluation of Antioxidant Activity and Inhibition of HMF Formation During Different Storage Temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2), 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13429>

- Singh, S., Raina, C. S., Bawa, A. S. ve Saxena, D. C. (2004). Sweet Potato-Based Pasta Product: Optimization of Ingredient Levels Using Response Surface Methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(2), 191-200. <https://doi.org/10.1046/j.0950-5423.2003.00764.x>
- Sivrioğlu Karakaya, S. (2013). Buğday Unlarından Hidrotermal Yolla Jel Yapı (Arabaşı) Oluşumuna Etki Eden Parametrelerin Optimizasyonu ve Jel Yapının Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri*.
- Souad, A. M., Jamal, P. ve Olorunnisola, K. S. (2012). Effective Jam Preparations From Watermelon Waste. *International Food Research Journal*, 19(4), 1545-1549.
- StatSoft, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system). Version 8.0, www.statsoft.com.
- Şekerci, Ş. (2010). Renkli Havuçların Tokat Koşullarında Bazı Bitkisel ve Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat*.
- Şirin, P. (2019). Rheological, Textural, Physico-Chemical and Sensory Properties of Low Sugar Apple Marmalade. *Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.
- Şimşek, Ö. (2020). Palmiye Meyvelerinden (*Washingtonia robusta*) Şeker Özütleme Koşullarının Optimizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman*.
- Tatoğlu, Ö. (2014). Siyah Havuç Posasının Fermente Siyah Havuç Suyu Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
- Tavlaşoğlu, M. (2016). Kara Havuç Ekstraktının Soğuk Jelleşme Yöntemiyle Pektin ve/veya Na-Aljinat ile Enkapsülasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Tokbaş, H. (2009). Karadut Meyvesinin (*Morus nigra L.*) Reçel ile Marmelata İşlenmesi ve Ürünlerin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat*.
- Torbica, A., Belović, M., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Pestorić, M., Škrobot, D. ve Hadnađev, T. D. (2016). Nutritional, Rheological, and Sensory Evaluation of Tomato Ketchup with Increased Content of Natural Fibres Made from Fresh Tomato Pomace. *Food and Bioproducts Processing*, 98, 299-309. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.007>
- Turan, M. D. ve Altundoğan, H. S. (2011). Hidrometalurjik Araştırmalarda Yanıt Yüzey Yöntemlerinin (YYY) Kullanımı. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 50(3), 11-23.
- Uçan Türkmen, F., Mercimek Takcı, H. A., Özmermer, S., Bozkurt, Y., Güneri, A. ve Elagöz, Z. (2018). Mikrodalga ve Pastörizasyon Uygulamalarının Siyah Havucun Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2), 196-206. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.322926>

- Vatansever, H. (2016). Aliç (*Crataegus tanacetifolia*, *Crataegus monogyna*) Meyvesi Çeşitlerinden Üretilen Marmelat ve Reçellerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar.
- Vatsala, C. N., Saxena, C. D. ve Rao, P. H. (2001). Optimization of Ingredients and Process Conditions for The Preparation of Puri Using Response Surface Methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(4), 407-414. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00474.x>
- Yadla, A. K., Baig, M. S. ve Teja, R. (2013). Development of Watermelon Rind Incorporated Fruit Butter. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2(10), 70-75.
- Yağcı, S., Altan, A., Göğüş, F. ve Maskan, M. (2006). Gıda Atıklarının Alternatif Kullanım Alanları. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 499-502.
- Yanık, M. M. (2019). Nar ve Siyah Havuç Posalarında Biyoaktif Bileşik Ekstraksiyon Verimini Artırmak için Karbonik Maserasyon Ön İşleminin Uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Yeşilören Akal, G. (2019). Siyah Havuç Posasından Antosiyanin Ekstraksiyonu. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Yurdagül, E. (2007). Erik Bazlı Karışık Meyveli Geleneksel Marmelat Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Wadhwa, M. ve Bakshi, M. P. S. (2013). Utilization of Fruit and Vegetable Wastes as Livestock Feed and as Substrates for Generation of Other Value-Added Products. *Rap Publication*, Editor: Makkar, H. P. S., 4, 1-67.
- Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S. ve Makkar, H. P. S. (2015). Wastes to Worth: Value Added Products From Fruit and Vegetable Wastes. *CAB International*, 43, 1-25. doi: 10.1079/PAVSNNR201510043
- Wicklund, T., Rosenfeld, H. J., Martinsen, B. K., Sundfær, M. W., Lea, P., Bruun, T. ve Haffner, K. (2005). Antioxidant Capacity and Colour of Strawberry Jam as Influenced by Cultivar and Storage Conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 38(4), 387-391. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.017>
- Wrolstad, R.E., Durst, R.W. ve Lee, J. (2005). Tracking Color and Pigment Changes in Anthocyanin Products. *Trends in Food Science and Technology*, 16(9), 423-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>

EKLER

EK A : Duyusal analiz formu.

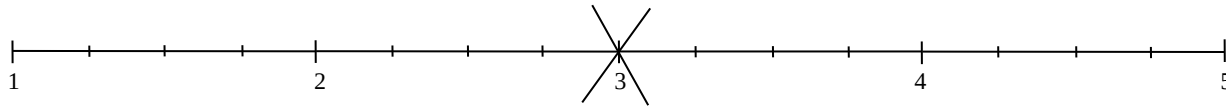
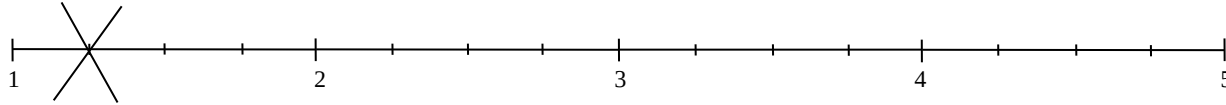
DUYUSAL ANALİZ FORMU

Değerli panelist;

Duyusal değerlendirme analizimiz için önünüzde bulunan üç basamaklı kodlardaki örnekler farklı formülasyonlarla üretilen siyah havuç posası bazlı marmelat benzeri ürünleri içermektedir. Duyusal analiz formunda her özelliğe ait verilen kategori skalalarında değerlendirdiğiniz ürüne ait en uygun olan tanımın olduğu yeri “X” ile işaretleyiniz. Duyusal analize başlamadan önce ve her bir örneğin duyusal analizi yapıldıktan sonra mutlaka ağzınızda herhangi bir kalıntı kalmayacak şekilde su ile çalkalamalısınız.

Örnekleri değerlendirirken her özellik hakkında size verilen bilgilendirme notlarını dikkatli bir şekilde okuyup, değerlendirmenizi bilgilendirme notuna göre yapmanız gerekmektedir. Her bir özellik için değerlendirme 1 (çok kötü) ve 5 (çok iyi) aralığında yapılacaktır. Katılımınız için çok teşekkür ederiz.

İşaretleme Örnekleri;



Panelistin adı-soyadı:		Tarih:....../....../2019	
		Saat:	
Cinsiyetiniz:			
Yaşınız:			
Mesleğiniz:			
Sigara kullanıyor musunuz?			
Evet		Hayır	
Herhangi bir rahatsızlığınız var mı? Eğer varsa evet bölümünün altına rahatsızlık durumunuzu yazınız.			
Evet		Hayır	
Tatlı gıdaların tüketimini sınırlayan bir rahatsızlığınız var mı?			
Evet		Hayır	

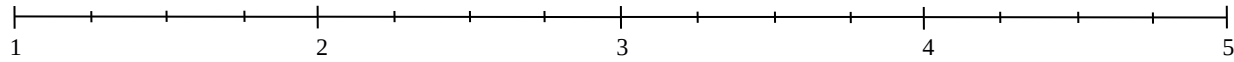
Ürün Kodu:

1. GÖRÜNÜŞ

Bu durum siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün içindeki karışımların homojen bir şekilde dağılmış ve doku bütünlüğünün olmasını ifade eder.

- 1) Homojen dağılmamış ve doku bütünlüğü yok, çok kötü
- 2) Biraz homojen dağılmış ve doku bütünlüğü biraz var, kötü
- 3) Ne homojen ve doku bütünlüğü var ne de homojen değil ve doku bütünlüğü yok, orta
- 4) Homojene yakın ve doku bütünlüğü sağlanmış, iyi
- 5) Homojen ve doku bütünlüğü var, çok iyi

çok kötü



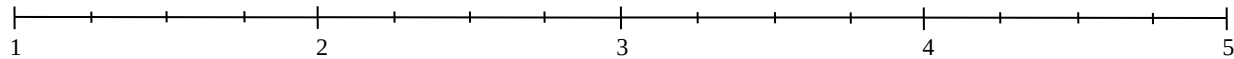
çok iyi

2. RENK

Bu özellik siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün rengini tanımlar. Siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri üründe parlak vişne kırmızısından koyu kahverengiye kadar değişen bir renk değişimi görülebilir. İdeal olarak ön görülen renk parlak vişne kırmızı bir renkte olmasıdır.

- 1) Koyu kahverengimsi renk mevcut, çok kötü
- 2) Biraz kahverengimsi renk mevcut, kötü
- 3) Ne parlak vişne kırmızı renkte nede koyu kahverengimsi renkte, orta
- 4) Parlak vişne kırmızısı rengine yakın, iyi
- 5) Parlak vişne kırmızısı renkte, çok iyi

kahverengi



parlak vişne kırmızı

3. KOKU

Bu özellik siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün kokusunu tanımlar. Koku, üretildiği hammaddenin cinsi, kalitesi ve işleme koşullarından etkilenmektedir. Ayrıca kullanılan diğer katkı maddelerinin de yabancı koku olarak algılanmasında bazı etkilerinin olduğu düşünülmekte olup yabancı koku olarak değerlendirilmemelidir. Bu ürün yabancı koku içerip içermemesi ve hoşça giden ya da gitmeyen koku varlığı açısından değerlendirilmelidir.

- 1) Yabancı ve hoşça gitmeyen koku var çok yoğun hissediliyor, çok kötü
- 2) Yabancı ve hoşça gitmeyen koku var yoğun hissediliyor, kötü
- 3) Yabancı ve hoşça gitmeyen koku ne var ne de yok, orta
- 4) Yabancı koku ve hoşça gitmeyen koku hissedilebilir düzeyde yok, iyi
- 5) Yabancı ve hoşça gitmeyen koku hiç yok, çok iyi



4. TAT ve LEZZET

Bu özellik siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünü ağızımıza aldığımız andan yutulmasına kadar geçen sürede ağızda bıraktığı tat ve lezzet ile ilgili hislerin toplamını ifade eder. Siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürün yeterince tatlı, ortamdaki asitlikten dolayı hafif ekşi ve bileşiminde bulunan baharat karışımının (tarçın vb.) tadını verir şekilde olmalıdır.

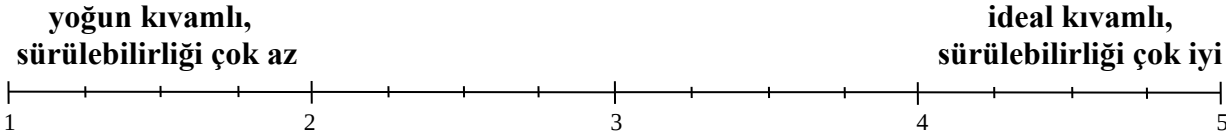
- 1) Baharat, ekşilik ve tatlılık çok yoğun hissediliyor ya da hiç hissedilmiyor, çok kötü
- 2) Baharat, ekşilik ve tatlılık yoğun hissediliyor ya da hissedilmiyor, kötü
- 3) Baharat, ekşilik ve tatlılık ne hissediliyor ne de hissedilmiyor, orta
- 4) Baharat, ekşilik ve tatlılık istenilen düzeye yakın, iyi
- 5) Baharat, ekşilik ve tatlılık istenilen düzeyde, çok iyi



5. SÜRÜLEBİLİRLİK ve KIVAM

Bu durum siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün sürülebilirlik ve kıvamını ifade eder. Meyveden yapılan marmelatların kıvam ve sürülebilirliği ile kıyaslanmamalı, ürünün posadan yapılması ve lif oranının yüksek olması meyveden yapılan ürünlere kıyasla sürülebilirliğinin azalmasına neden olacaktır fakat olabildiğince sürülebilir nitelikte olması istenmektedir. Ürünün bıçakla alınıp bir yüzeye sürülmesi durumunda zorluk yaşanması ve yüzeye yaymak için gereken kuvvetin fazla olması durumu yoğun kıvamlı bir yapının olduğunun göstergesidir. Bu durumun tam tersinde ise düşük kıvamlı bir yapı olur ve bıçak yüzeyinde ürünün tutulması zorlaşır. İdeal olarak ön görülen özellik her ikisinin ortasında olmasıdır.

- 1) Çok yoğun veya düşük kıvamlı, sürülebilirliği çok az, çok kötü
- 2) Biraz yoğun kıvamlı veya biraz düşük kıvamlı, sürülebilirliği az, kötü
- 3) Ne yoğun kıvamlı ve sürülebilirliği kötü nede düşük kıvamlı ve sürülebilirliği iyi, orta
- 4) Kıvamı ve sürülebilirliği iyi
- 5) Kıvamı ve sürülebilirliği çok iyi



6. TATLILIK

Bu özellik siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün ağza alınmasından yutana kadarki geçen süreçte tatlılık hissinin ölçülmesini ifade eder.

- 1) Şeker miktarı çok fazla, tüketilemeyecek kadar yoğun hissediliyor ya da şeker miktarı çok az, hiç tatlılık gelmiyor, çok kötü
- 2) Şeker miktarı biraz fazla, tüketilemeyecek kadar yoğun değil ya da şekeri biraz az, hiç tatlılık gelmeyecek kadar değil, kötü
- 3) Şeker miktarı ne az ne fazla, orta
- 4) Şeker miktarı istenilene yakın, iyi
- 5) Şeker miktarı istenilen gibi, çok iyi



7. AĞIZ HİSSİ

Siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürün ağıza alındığında lifli ve pütürlü yapının olup olmadığını ifade eder.

- 1) Pütürlülük var ve lifli yapı çok yoğun hissediliyor, çok kötü
- 2) Biraz pütürlülük var ve lifli yapı yoğun hissediliyor, kötü
- 3) Ne pütürlü ve lifli yapı yoğun hissediliyor ne de pütürsüz yapıda ve lifli yapı hiç hissedilmiyor, orta
- 4) Pütürsüz bir yapıya yatkın ve lifli yapı az hissediliyor, iyi
- 5) Pütürlülük yok ve lifli yapı hiç hissedilmiyor, çok iyi



8. GENEL BEĞENİ

Bu özellik siyah havuç posasından yapılan marmelat benzeri ürünün bütün duysal özellikleri göz önünde bulundurularak ürünün kabul edilebilirlik durumunu ifade eder.

- 1) Hiç beğenmedim, asla kabul edilemez
- 2) Beğenmedim, kabul edilemez
- 3) Ne beğendim ne de beğenmedim
- 4) Beğendim, kabul edilebilir
- 5) Çok beğendim, kesinlikle kabul edilebilir



Bu duysal test için önerileriniz;

EK B : Optimum üretim formülasyonunda elde edilen sürülebilir ve kontrol örneklerinin ve hammaddenin bazı fizikokimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları.

Her Bağımlı Değer için Tek Değişkenli Sonuçlar, p Kısıtlı Parametreleştirme, Etkili Hipotez Ayrıştırması									
	<i>SD</i>	ABTS-Kareler	ABTS-Karelerin	ABTS-<i>F</i>	ABTS-<i>p</i>	DPPH-Kareler	DPHH-Karelerin	DPHH-<i>F</i>	DPHH-<i>p</i>
		Toplamı	Ortalaması	Değeri	Değeri	Toplamı	Ortalaması	Değeri	Değeri
Kesim	1	8165,492	8165,492	45543,55	0,00	0,000087	0,000087		
Özellik	3	2970,805	990,268	5523,29	0,00	0,000021	0,000007	5523,286	0,00
Hata	8	1,434	0,179			-0,000000	-0,000000		
Toplam	11	2972,240				0,000021			

SD: Serbestlik derecesi. $p < 0,05$ düzeyinde önemli.

Her Bağımlı Değer için Tek Değişkenli Sonuçlar, p Kısıtlı Parametreleştirme, Etkili Hipotez Ayrıştırması									
	<i>SD</i>	TFM-Kareler	TFM-Karelerin	TFM-<i>F</i>	TFM-<i>p</i>	TMA-Kareler	TMA-Karelerin	TMA-<i>F</i>	TMA-<i>p</i>
		Toplamı	Ortalaması	Değeri	Değeri	Toplamı	Ortalaması	Değeri	Değeri
Kesim	1	208,7611	208,7611	1036,783	0,00	11502664	11502664	304967,7	
Özellik	3	83,9794	27,9931	139,024	0,00	9147839	3049280	80844,9	0,00
Hata	8	1,6108	0,2014			302	38		
Toplam	11	85,5902				9148141			

SD: Serbestlik derecesi. $p < 0,05$ düzeyinde önemli.

Tanımlayıcı İstatistikler						
	Faktör	Örnek Sayısı	ABTS-Ortalama	ABTS-Standart Sapma	DPPH-Ortalama	DPPH-Standart Sapma
Özellik	Yaş posa	3	40,077	0,636286	0,002	0,000000
Özellik	Kuru posa	3	43,451	0,486445	0,001	0,000000
Özellik	SÜ	3	9,59250	0,090553	0,00450	0,000000
Özellik	Kontrol	3	11,2218	0,259750	0,0034	0,000000

Tanımlayıcı İstatistikler						
	Faktör	Örnek Sayısı	TFM-Ortalama	TFM-Standart Sapma	TMA-Ortalama	TMA-Standart Sapma
Özellik	Yaş posa	3	6,655	0,640392	1774,896	4,537256
Özellik	Kuru posa	3	6,948	0,625231	1925,811	4,936722
Özellik	SÜ	3	1,17587	0,053650	82,56440	7,826661
Özellik	Kontrol	3	1,9044	0,039050	132,9618	6,682517

ABTS Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması: 0,17929, SD:8

Özellik	ABTS-Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	40,07727 ^b			****	
2 Kuru posa	43,45073 ^a				****
3 SÜ	9,59250 ^d	****			
4 Kontrol	11,22183 ^c		****		

DPPH Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata aralığı $p: 0.05$, Karelerin Ortalaması: 0.00000, SD:8

Özellik	DPPH-Ortalama	1
1 Yaş posa	0,002 ^a	****
2 Kuru posa	0,001 ^a	****
3 SÜ	0,00450 ^a	****
4 Kontrol	0,0034 ^a	****

TFM Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması: 0,20135, SD:8

Özellik	TFM-Ortalama	1	2
1 Yaş posa	6,655467 ^a		****
2 Kuru posa	6,948067 ^a		****
3 SÜ	1,175867 ^b	****	
4 Kontrol	1,9044 ^b	****	

TMA Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması: 37,718, SD:8

Özellik	TMA-Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	1774,896 ^b			****	
2 Kuru posa	1925,811 ^a				****
3 SÜ	82,564 ^d	****			
4 Kontrol	132,962 ^c		****		

SD: Serbestlik derecesi.

Her Bağımlı Değer için Tek Değişkenli Sonuçlar, p Kısıtlı Parametreleştirme, Etkili Hipotez Ayırıştırması									
	<i>SD</i>	Toplam Şeker- Kareler Toplamı	Toplam Şeker- Karelerin Ortalaması	Toplam Şeker - F Değeri	Toplam Şeker - p Değeri	İnvert Şeker- Kareler Toplamı	İnvert Şeker - Karelerin Ortalaması	İnvert Şeker - F Değeri	İnvert Şeker - p Değeri
Kesim	1	26764,79	26764,79	115629,0	0,00	1305,661	1305,661	43044,01	0,00
Özellik	3	12144,22	4048,07	17488,5	0,00	150,671	50,224	1655,74	0,00
Hata	8	1,85	0,23			0,243	0,030		
Toplam	11	12146,07				150,914			

SD: Serbestlik derecesi.

Tanımlayıcı İstatistikler						
	Faktör	Örnek Sayısı	Toplam Şeker- Ortalama	Toplam Şeker -Standart Sapma	İnvert Şeker- Ortalama	İnvert Şeker - Standart Sapma
Özellik	Yaş posa	3	15,352	0,548615	11,006	0,245253
Özellik	Kuru posa	3	15,501	0,621336	10,451	0,243223
Özellik	SÜ	3	77,80890	0,405396	15,11883	0,041617
Özellik	Kontrol	3	80,2463	0,272951	5,1474	0,017152

Toplam Şeker Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,23147, *SD*:8

Özellik	Toplam Şeker- Ortalama	1	2	3
1 Yaş posa	15,35220 ^c	****		
2 Kuru posa	15,50097 ^c	****		
3 SÜ	77,80890 ^b		****	
4 Kontrol	80,24633 ^a			****

İnvert Şeker Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,03033, *SD*:8

Özellik	İnvert Şeker- Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	11,00643 ^b			****	
2 Kuru posa	10,45120 ^c		****		
3 SÜ	15,11883 ^a				****
4 Kontrol	5,14740 ^d	****			

SD: Serbestlik derecesi

Her Bağımlı Değer için Tek Değişkenli Sonuçlar, p Kısıtlı Parametreleştirme, Etkili Hipotez Ayırıştırması

	S D	pH- Kareler Toplam 1	pH- Karelerin Ortalaması 1	pH- F Değeri	pH- p Değeri	Titrasyon Asitliği- Kareler Toplamı	Titrasyon Asitliği- Karelerin Ortalaması	Titrasyon Asitliği - F Değeri	Titrasyon Asitliği - p Değeri	L^* - Kareler Toplam 1	L^* - Karelerin Ortalaması	L^* - F Değeri	L^* - p Değeri
Kesim	1	128,7075	128,7075	77224,50	0,00	2,661150	2,661150	870,9669	0,00	2654,593	2654,593	119129,1	0,00
Özellik	3	0,8092	0,2697	161,83	0,00	0,033282	0,011094	3,6310	0,064251	2045,553	681,851	30599,2	0,00
Hata	8	0,0133	0,0017			0,024443	0,003055			0,178	0,022		
Toplam	11	0,8225				0,057725				2045,732			
	S D	a^* - Kareler Toplam 1	a^* - Karelerin Ortalaması 1	a^* - F Değeri	a^* - p Değeri	b^* -Kareler Toplamı	b^* -Karelerin Ortalaması	b^* - F Değeri	b^* - p Değeri	C^* - Kareler Toplam 1	C^* - Karelerin Ortalaması	C^* - F Değeri	C^* - p Değeri
Kesim	1	2123,212	2123,212	44488,47	0,00	282,9494	282,9494	12117,75	0,00	2416,026	2416,026	38440,60	0,00
Özellik	3	534,874	178,291	3735,81	0,00	121,2241	40,4080	1730,54	0,00	646,298	215,433	3427,68	0,00
Hata	8	0,382	0,048			0,1868	0,0233			0,503	0,063		
Toplam	11	535,256				121,4109				646,801			

SD : Serbestlik derecesi. $p < 0,05$ düzeyinde önemli.

Her Bağımlı Değer için Tek Değişkenli Sonuçlar, p Kısıtlı Parametreleştirme, Etkili Hipotez Ayırıştırması													
	S D	Hue Açısı- Kareler Toplam 1	Hue Açısı- Karelerin Ortalaması 1	Hue Açısı - F Değeri	Hue Açısı - p Değeri	SÇKM- Kareler Toplamı	SÇKM - Karelerin Ortalaması	SÇKM - F Değeri	SÇKM - p Değeri	Nem- Kareler Toplam 1	Nem- Karelerin Ortalama sı	Nem- F Değeri	Nem- p Değeri
Kesim	1	3789,413	3789,413	16291,22	0,00	13018,55	13018,55	84972,84	0,00	12968,90	12968,90	69023,22	0,00
Özellik	3	247,230	82,410	354,29	0,00	6325,10	2108,37	13761,43	0,00	9307,49	3102,50	16512,14	0,00
Hata	8	1,861	0,233			1,23	0,15			1,50	0,19		
Toplam	11	249,091				6326,32				9308,99			
	S D	Kül-Kareler Toplamı	Kül-Karelerin Ortalaması	Kül- F Değeri	Kül- p Değeri	HMF-Kareler Toplamı	HMF- Karelerin Ortalaması	HMF- F Değeri	HMF- p Değeri				
Kesim	1	11,91336	11,91336	16858524	0,00	15,43147	15,43147	2016,000	0,00				
Özellik	3	0,00226	0,00075	1065	0,00	1,34282	0,44761	58,476	0,00				
Hata	8	0,00001	0,00000			0,06124	0,00765						
Toplam	11	0,00226				1,40405							
	S D	Genel Kabul Edilebilirlik- Kareler Toplamı	Genel Kabul Edilebilirlik - Karelerin Ortalaması	Genel Kabul Edilebilirlik - F Değeri	Genel Kabul Edilebilirlik - p Değeri	Sürülebilirlik - Kareler Toplamı	Sürülebilirlik- Karelerin Ortalaması	Sürülebilirlik - F Değeri	Sürülebilirlik - p Değeri				
Özellik	1	0,07707	0,07707	0,06	0,820	1656,35	1656,35	70,42	0,001				
Hata	4	5,22627	1,30657			94,08	23,52						
Toplam	5	5,30333				1750,43							

SD : Serbestlik derecesi. $p < 0,05$ düzeyinde önemli.

Tanımlayıcı İstatistikler										
Faktör		Örnek Sayısı	pH-Ortalama	pH-Standart Sapma	Titrasyon Asitliği-Ortalama	Titrasyon Asitliği - Standart Sapma	L*-Ortalama	L*-Standart Sapma	a*-Ortalama	a*-Standart Sapma
Özellik	Yaş posa	3	3,167	0,057735	0,522	0,004026	20,340	0,167033	19,050	0,225167
Özellik	Kuru posa	3	3,233	0,057735	0,464	0,004219	33,723	0,220076	20,397	0,264071
Özellik	SÜ	3	3,000	0,000000	0,5098	0,110389	3,42000	0,087178	9,37333	0,066583
Özellik	Kontrol	3	3,7000	0,000000	0,38767	0,001328	2,0100	0,072111	4,3867	0,256970
Faktör		Örnek Sayısı	b*-Ortalama	b*-Standart Sapma	C*-Ortalama	C*-Standart Sapma	Hue Açısı-Ortalama	Hue Açısı-Standart Sapma	Nem-Ortalama	Nem-Standart Sapma
Özellik	Yaş posa	3	8,173	0,229420	20,730	0,286153	23,218	0,405266	78,876	0,093650
Özellik	Kuru posa	3	7,780	0,186815	21,830	0,313253	20,877	0,213717	3,925	0,067747
Özellik	SÜ	3	2,56333	0,041633	9,71753	0,074742	15,29413	0,141712	23,13703	0,051988
Özellik	Kontrol	3	0,9067	0,064291	4,4797	0,256527	11,6920	0,836912	25,5609	0,857616
Faktör		Örnek Sayısı	Kül-Ortalama	Kül-Standart Sapma	SÇKM-Ortalama	SÇKM-Standart Sapma	HMF-Ortalama		HMF-Standart Sapma	
Özellik	Yaş posa	3	0,983	0,001102	9,993	0,011547	1,053		0,081000	
Özellik	Kuru posa	3	0,983	0,001102	9,967	0,057735	0,918		0,093531	
Özellik	SÜ	3	1,01020	0,000624	55,59667	0,577350	1,70100		0,081000	
Özellik	Kontrol	3	1,0100	0,000100	56,1933	0,525389	0,8640		0,093531	
Faktör		Örnek Sayısı	Genel Kabul Edilebilirlik-Ortalama	Genel Kabul Edilebilirlik- Standart Sapma		Sürülebilirlik-Ortalama		Sürülebilirlik -Standart Sapma		
Özellik	SÜ	3	33,6500	0,85000		510,5467		2,31500		
Özellik	Kontrol	3	33,8767	1,37500		477,3167		6,45608		

pH Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,00167, $SD:8$					
Özellik	pH-Ortalama	1	2	3	
1 Yaş posa	3,167 ^c	****			
2 Kuru posa	3,233 ^c	****			
3 SÜ	3,0000 ^b		****		
4 Kontrol	3,7000 ^a			****	
Titrasyon Asitliği Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,00306, $SD:8$					
Özellik	Titrasyon Asitliği-Ortalama	1	2	3	
1 Yaş posa	0,522 ^{a b}	****	****		
2 Kuru posa	0,4642 ^{ab}	****	****		
3 SÜ	0,5098 ^a		****		
4 Kontrol	0,38767 ^b	****			
L*Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,02228, $SD:8$					
Özellik	L*-Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	20,340 ^b			****	
2 Kuru posa	33,723 ^a				****
3 SÜ	3,42000 ^c		****		
4 Kontrol	2,0100 ^d	****			
a* Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,04773, $SD:8$					
Özellik	a*-Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	19,050 ^b			****	
2 Kuru posa	20,3967 ^a				****
3 SÜ	9,3733 ^c		****		
4 Kontrol	4,3867 ^d	****			
b* Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,02335, $SD:8$					
Özellik	b*-Ortalama	1	2	3	4
1 Yaş posa	8,1733 ^a				****
2 Kuru posa	7,780 ^b			****	
3 SÜ	2,5633 ^c		****		
4 Kontrol	0,9067 ^d	****			

SD : Serbestlik derecesi.

C Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,06285, SD:8					
	Özellik	C*-Ortalama	1	2	3 4
1	Yaş posa	20,7297 ^b			****
2	Kuru posa	21,8301 ^a			****
3	SÜ	9,7175 ^c		****	
4	Kontrol	4,4797 ^d	****		
Hue Açısı Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,23260, SD:8					
	Özellik	Hue Açısı-Ortalama	1	2	3 4
1	Yaş posa	23,2185 ^a			****
2	Kuru posa	20,8767 ^b			****
3	SÜ	15,2941 ^c		****	
4	Kontrol	11,6920 ^d	****		
Nem Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı $p:0,05$, Karelerin Ortalaması:0,18789, SD:8					
	Özellik	Nem Ortalama	1	2	3 4
1	Yaş posa	78,876 ^a			****
2	Kuru posa	3,925 ^d	****		
3	SÜ	23,13703 ^c		****	
4	Kontrol	25,5609 ^b			****

SD: Serbestlik derecesi.

Kül Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı p :0,05, Karelerin Ortalaması:0,0000, SD :8					
	Özellik	Kül Ortalama	1	2	
1	Yaş posa	0,983 ^b	****		
2	Kuru posa	0,983 ^b	****		
3	SÜ	1,01020 ^a		****	
4	Kontrol	1,0100 ^a		****	
SÇKM Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı p :0,05, Karelerin Ortalaması:0,15321, SD :8					
	Özellik	SÇKM Ortalama	1	2	
1	Yaş posa	9,9933 ^b	****		
2	Kuru posa	9,9667 ^b	****		
3	SÜ	55,5967 ^a		****	
4	Kontrol	56,1933 ^a		****	
HMF Değişkeni için Duncan Testi, Homojen Gruplar, Hata Aralığı p :0,05, Karelerin Ortalaması:0,00765, SD :8					
	Özellik	HMF Ortalama	1	2	3
1	Yaş posa	1,053 ^b		****	
2	Kuru posa	0,918 ^{bc}	****	****	
3	SÜ	1,7010 ^a			****
4	Kontrol	0,8640 ^c	****		

SD : Serbestlik derecesi.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı :Gizem ÇELİKDEMİR
Doğum Tarihi ve Yeri :23.09.1994 - ISPARTA
E-posta :gizemcelikdemir70100@gmail.com
Adresi :Batıkent Mahallesi, 5770 Sokak, Tomurcuk Sitesi,
No:4/E, Merkez/ISPARTA
Öğrenim Durumu:
Lise :2012, Gülistan Lisesi/ISPARTA
Lisans :2017, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü/KARAMAN
Yüksek Lisans :2020, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı/KARAMAN

Yabancı Dil ve Düzeyi: İngilizce/İyi

Mesleki Deneyim :-
Deneyim Alanları :-

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi:

- Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü/01-YL-19 numaralı proje/10.197,16 TL

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar:

- Çelikdemir, G. ve Uncu Kırtış, E. B. (2019). Meyve ve Sebze Sanayii Atıklarının Gıda Sanayiine Geri Dönüşümü. *I. Ulusal Mühendislik ve Teknoloji Kongresi (UMTK)*, 29, 17-19Ekim 2019, Karaman, Türkiye.

Diğer Yayınlar

- Çelikdemir, G. ve Uncu Kırtış, E. B. (2019). Karaman’ da Yetişen Alıç (*Crataegus orientalis*) Meyvesinin Bazı Pomolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *International Symposium on Academic Studies in Science, Engineering and Architecture Studies (ISMS)*, 283-299, 15-17 Kasım 2019, Ankara, Türkiye.