



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



**FARKLI UNLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN PESTİLLERİN  
FİZİKOKİMYASAL, BİYOAKTİF, REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ  
İLE OPTİMİZASYONUN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BÜŞRA YAVUZ**

**KASIM 2019  
GÜMÜŞHANE**

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

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI UNLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN PESTİLLERİN  
FİZİKOKİMYASAL, BİYOAKTİF, REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ  
İLE OPTİMİZASYONUN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra YAVUZ**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.11.2019  
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 22.11.2019**

**KASIM 2019**



## KABUL ve ONAY



Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL danışmanlığında **Büşra YAVUZ** tarafından hazırlanan **“FARKLI UNLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN PESTİLLERİN FİZİKOKİMYASAL, BİYOAKTİF, REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OPTİMİZASYONUN BELİRLENMESİ”** isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği/Oy Çokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan

: Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU

Üye (Danışman)

: Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre TUNÇİL

ONAY

Bu tez 18/12/19 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ferkan SİPAHİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu çalışma GUBAP projeleri kapsamında desteklenmiştir. Proje No: 18.F5115.02.01**

## **TEZ BEYANNAMESİ**

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum **“FARKLI UNLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN PESTİLLERİN FİZİKOKİMYASAL, BİYOAKTİF, REOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ İLE OPTİMİZASYONUN BELİRLENMESİ”** isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 07/11/2019

**Büşra YAVUZ**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### **FARKLI UNLAR KULLANILARAK HAZIRLANAN PESTİLLERİN FİZİKOKİMYASAL, BİYOAKTİF, REOLOJİK ve DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ile OPTİMİZASYONUN BELİRLENMESİ**

Büşra YAVUZ

Gümüşhane Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL

2019, 95 sayfa

Bu çalışmada, buğday, mısır ve patates unları ile zenginleştirilmiş, yüksek duyuşal kabul görmüş, düşük HMF içerikli ve daha yumuşak pestil üretilmiştir ve bu amaç için buğday, mısır ve patates unları farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Simplex lattice mixture model yönteminin kullanıldığı bu teknikte buğday, mısır ve patates unları %0-12, aralığında seçilmiş olup pestil örneklerinin bazı fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik, beslenme ve duyuşal özellikleri üzerine çalışılmıştır. Ayrıca, en beğenilen ürün için duyuşal skorlar ışığında optimizasyon değişkenleri belirlenmiştir.

Yapılan analizlere göre sonuçlar incelendiğinde buğday unu ile birlikte formülasyona katılan mısır ve patates unlarının miktarı arttıkça son ürünlerdeki analiz sonuçlarında önemli değişimler yaptığı tespit edilmiştir. Örneklerin kuru madde, protein, L\*, b\* değerleri artan mısır ve patates unları ile pestil örneklerinde anlamlı azalmalar sergilemişlerdir ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ). Kül, a\*, nem değerleri ise anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ). Formülasyona katılan patates unu miktarı arttıkça herlelerin viskozite değerleri önemli oranda arttığı belirlenmiştir ( $p<0.01$ ). Örneklerin HMF içerikleri 50 mg/kg'ın altında belirlenmiştir. En yüksek HMF 6.60 mg/kg ile 13 numaralı örnekte görülürken en düşük HMF içeriği ise 1.42 mg/kg ile 4 numaralı örnekte belirlenmiştir. Toplam şeker içeriği % 33.34 ile % 48.55 aralığında değişim göstermiş olup en yüksek şekerin sakaroz olduğu tespit edilmiştir. Pestil örneklerinin toplam fenolik değerleri 783.0-2154.8 mgGAE/kg aralığında değişim göstermiş olup bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ). Pestil örneklerinin antioksidan özelliklerinde anlamlı artışlar belirlenmiştir ( $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ). Genellikle pestil örneklerinin duyusal özellikleri patates unu miktarı arttıkça anlamlı bir biçimde azalmıştır ( $p<0.05$ ). Diğer taraftan, duyusal analizlere göre formülasyona katılan mısır ununun buğday unu ile benzer özellikler sergiledikleri belirlenmiştir. Örneklerin optimizasyonu duyusal analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir ve en iyi pestil formülasyonun 4.69 g/100g buğday unu ve 7.39 g/100g mısır unu olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çölyak hastaları için pestil üretimindeki en iyi formülasyonun her 100 g için 10.69 g mısır unu ve 1.39 g patates unu olarak belirlenmiştir. Genel olarak tüm veriler değerlendirildiğinde, mısır unu ile üretilen pestillerin kontrol örneklerine göre (buğday unu içeren) benzer sonuçlar verdiği ve bu nedenle pestil üretiminde rahatlıkla kullanılabileceği görülürken patates ununun çok düşük miktarlarda kullanılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, Mısır ve patates unu, Optimizasyon, Pestil, Yanıt yüzey metodu.

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

# **DETERMINATION OF THE PHYSICOCHEMICAL, BIOACTIVE, RHEOLOGICAL AND SENSORY PROPERTIES OF PESTIL PRODUCED USING DIFFERENT FLOURS AND OPTIMIZATION OF ITS FORMULATION**

Büşra YAVUZ

Gümüşhane University  
Institute of Science and Technology  
Department of Food Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Ferhat YUKSEL

2019, 95 pages

In this study, a softer dried fruit roll up (pestil) was produced using different concentrations of wheat, corn and potato flours, which received high sensory acceptance scores and had low-HMF content. Simplex lattice mixture model technique with which wheat, corn and potato flours percentages (between 0-12%) were determined was used to study the some physicochemical, bioactive, rheological, nutrition and sensory properties of pestil. In addition, optimization variables of the most-liked product were determined according to the sensory scores.

Corn and potato flours incorporated into the formulation along with wheat flour were found to significantly affect the physicochemical, bioactive, rheological and sensory attributes of the end product. The dry matter, protein, L\*, b\* values of the pestil samples

were significantly reduced with increased corn and potato flour proportions ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). On the other hand,  $a^*$ , moisture values were significantly increased when corn and potato flour proportions were increased ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). It was determined that the increased potato flour proportion resulted in the formation of more viscous herles ( $p < 0.01$ ). The HMF content of the samples were determined to be below 50 mg/kg. The highest HMF was observed in the 13<sup>th</sup> sample with 6.60 mg/kg; and the lowest in the 4<sup>th</sup> sample with 1.42 mg/kg. Total sugar contents were between 33.34% and 48.55%, and the most dominant sugar was found to be saccharose. It was observed that the total phenolic contents of the samples varied between 783.0-2154.8 mgGAE/kg and this variation was significant ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). Significant increases in the antioxidant properties were also determined in the pestil samples ( $p < 0.01$  and  $p < 0.05$ ). Generally, the sensory properties of the pestil samples significantly decreased when potato flour proportion was increased ( $p < 0.05$ ), and corn and wheat flours exhibited similar sensory properties. The optimization of the samples was done according to the sensory analyses, and it was determined that the best pestil formulation can be produced by incorporating 4.69 g wheat flour and 7.39 g corn flour per 100 g. Moreover, the best formulation in pestil production for celiac patients was determined to be 10.69 g corn flour and 1.39 g potato flour per 100 g. In conclusion, the pestils produced using corn flour exhibit similar results with the control group (wheat flour-containing samples) and they could be conveniently used for pestil production; while potato flour should be incorporated in very small percentages.

**Key Words:** Wheat, Corn and potato flours, Optimization, Pestil, Response surface methodology.



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmaya maddi destek sağlayan Gümüşhane Üniversitesi Rektörlüğü ve BAP Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Doç. Dr. Ferhat YÜKSEL'e teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Yine çalışmamda yöntem, analiz açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren kıymetli Doç. Dr. Cemalettin BALTACI'ya ve Öğr. Gör. Dr.Merve Tuğçe TUNÇ ODABAŞ'a, yüksek lisans öğrencisi Pervin SOYLU'ya teşekkürü borç bilirim. Teşekkürlerin az kalacağı diğer üniversite hocalarımdan da bana 4 yıllık üniversite hayatım boyunca kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum. Son olarak çalışmamda desteğini ve bana olan güvenini benden esirgemeyen İlhan AŞÇIOĞLU'na ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan babam Erdoğan YAVUZ'a, annem Nermin YAVUZ'a ve kardeşlerim Fethiye YAVUZ'a, Rabia YAVUZ'a, Nehir YAVUZ'a, Elifnur YAVUZ'a sonsuz teşekkürler.

Büşra YAVUZ

GÜMÜŞHANE, 2019

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	VI
TEŞEKKÜR .....	VIII
İÇİNDEKİLER .....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XII
TABLolar DİZİNİ .....	XIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Pestil Üretiminde Kullanılan Hammaddeler .....	2
1.2.1. Buğday Unu .....	2
1.2.2. Patates Unu .....	4
1.2.3. Mısır Unu .....	5
1.2.4. Pekmez/Meyve Şırası .....	8
1.2.5. Nişasta .....	9
1.2.6. Tatlandırıcılar .....	11
1.2.7. Süt .....	12
1.2.8. Su .....	12
1.2.9. Pestil Üretiminde Ve Ürünlerinde Karşılaşılan Sorunlar .....	12
1.2.10. Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Akrilamid .....	13
1.2.11. Raf ömrü .....	17
1.2.12. Mikrobiyolojik Sorunlar .....	19

1.2.13. Duyusal Sorunlar .....	21
1.2.14. Otomasyon .....	21
1.2.15. Pestil Ürünleri Ve Sağlık .....	23
1.2.16. Çölyak Hastalığı .....	26
1.2.17. Geleneksel Ve Endüstriyel Pestil Üretimi .....	26
1.2.18. Pestil Ve Ürünleri Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	28
1.2.19. Kodekse Göre Pestil .....	33
1.2.20. Yanıt Yüzey Metodu .....	34
1.2.21. Çalışmanın Amacı .....	34
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	37
2.1. Materyal .....	37
2.2. Yanıt Yüzey Yöntemi .....	37
2.2.1. Pestil Üretimi .....	38
2.3. Örneklerin Genel Bileşim Analizleri .....	39
2.4. Reoloji analizi .....	39
2.5. HMF Tayini .....	39
2.6. Sakaroz, Glikoz, Fruktöz ve Toplam Şeker Tayini .....	40
2.7. Toplam Fenolik Madde İçeriği .....	41
2.8. Toplam Antioksidan Madde İçeriği .....	42
2.9. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini .....	43
2.10. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi .....	44
2.11. Toplam Flavonoid Madde İçeriği .....	45
2.12. ABTS <sup>•+</sup> Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini .....	46
2.13. Duyusal Analiz .....	47
2.14. İstatistiksel Analiz ve Optimizasyon .....	47
3. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	49

4.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	83
5.	KAYNAKLAR .....	85
	ÖZGEÇMİŞ .....	96

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. 2016/17 Dünya Mısır Üretiminde Başlıca Ülkelerin Payları (%) .....	6
Şekil 1.2. Nişastanın Jelleşmesi.....	10
Şekil 1.3. HMF oluşum reaksiyonu .....	15
Şekil 1.4. Üzüm Pestili Yapımının Aşamaları.....	27
Şekil 1.5. Erik ve Kayısı Pestili Yapımının Aşamaları.....	27
Şekil 2.1. Pestil Akış Şeması.....	38
Şekil 2.2. Toplam fenolik madde analizi kalibrasyon eğrisi .....	42
Şekil 2.3. Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi .....	43
Şekil 2.4. AA ve Troloks standartları DPPH % inhibisyon grafiği .....	44
Şekil 2.5. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi.....	45
Şekil 2.6. Toplam flavanoid analizi kalibrasyon eğrisi.....	46
Şekil 2.7. AA ve Troloks standartları ABTS●+ % inhibisyon grafiği.....	47
Şekil 3.1. Örneklerin bazı fizikokimyasal ve renk analiz sonuçların 3 boyutlu grafikleri.....	53
Şekil 3.2. Örneklerin duyu analizi sonuçların 3 boyutlu gösterimi .....	56
Şekil 3.3. HMF ve şeker analiz sonuçların üç boyutlu gösterimi .....	59
Şekil 3.4. Fenolik ve antioksidan analiz sonuçların 3 boyutlu gösterimi.....	62
Şekil 3.5. Herle örneklerinin kayma hızına karşı viskozite grafikleri .....	63
Şekil 3.6. Herle örneklerinin frekans değerlerine karşı G' değerleri .....	64
Şekil 3.7. Herle örneklerinin frekans değerlerine karşı G'' değerleri .....	66
Şekil 3.8. Herle formülasyonlarında kullanılan farklı unların görünür viskozite, G', G'' ve tan $\delta$ değerleri üzerindeki etkisi .....	69
Şekil 3.9. Pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim .....	71
Şekil 3.10. İstenirliği en yüksek pestil örneği için optimizasyon verileri .....	72
Şekil 3.11. İstenirliği en yüksek glütensiz pestil örneği için optimizasyon verileri .....	73
Şekil 3.12. Glütensiz pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim .....	73

## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. 1. Pestil ve ürünlerindeki besinsel elementler ve miktarları.....	25
Tablo 2. 1. Pestil üretimi için oluşturulmuş simplex lattice karışım dizaynı (%) .....	37
Tablo 3. 1. Pestil örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları.....	49
Tablo 3.2. Örneklerin bazı fizikokimyasal analiz sonuçları için varyans analiz tablosu ...	51
Tablo 3.3. Reel değerler açısından örneklerin bazı fizikokimyasal ve renk analiz sonuçlarına ait nihai denklem.....	51
Tablo 3.4. Duyusal analiz sonuçları.....	54
Tablo 3.5. Örneklerin duyusal analiz sonuçları için varyans analiz tablosu .....	54
Tablo 3.6. Reel değerler açısından örneklerin duyusal analiz sonuçlarına ait nihai denklem .....	55
Tablo 3.7. Örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçları.....	57
Tablo 3.8. Örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçları için varyans analiz tablosu .....	57
Tablo 3.9. Reel değerler açısından örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçlarına ait nihai denklem .....	57
Tablo 3.10. Örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan analiz sonuçları.....	60
Tablo 3.11. Örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan analiz sonuçları için varyans analiz tablosu .....	60
Tablo 3.12. Reel değerler açısından örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan kapasitelerine ait nihai denklem .....	61
Tablo 3.13. Örneklerin reolojik analiz sonuçları.....	65
Tablo 3.14. Örneklerin reolojik analiz sonuçları için varyans analiz tablosu .....	67
Tablo 3.15. Reel değerler açısından örneklerin reolojik analiz sonuçlarına ait nihai denklem .....	68
Tablo 3.16. Optimizasyon sonucunda elde edilen üretim metotları .....	70

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonikasıit)
DAD	: Diyot Dizisi Detektörü
f	: Bağımsız Değişkenlerin Sürekli Fonksiyonu
g	: Gram
G'	: Elastik Özellik
G''	: Viskoz Özellik
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografi
kg	: Kilogram
mcg	: Mikrogram
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
n	: Bağımsız Değişkenlerin Sayısı
°C	: Santigrat Derece
RID	: Refraktif İndeks
s.	: Sayfa
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TPTZ	: Ferrik 2,4,6-tripiridril-s-triazin
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UV	: Ultra Viyole Görünür
Vd.	: Ve Diğerleri
w/w	: Ağırlıkça Yüzde
Y	: Yanıt
ε	: İstatistiksel Hata

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Pestilin yaklaşık 200 sene öncesinde Ermeniler tarafından Malatya bölgesinde “orjik” adı ile ortaya çıkartıldığı belirtilmektedir. Akabinde pestil ülke çapında beğenilmesi sebebiyle farklı adlarda üretimi yapılmaya başlanmıştır. Örneğin Gaziantep’te şeker sucuğu ve cevizli sucuk, Kahramanmaraş’ta Maraş sucuğu, bandırma, Erzurum’da köme gibi isimlerle anılmaktadır. Bu ürüne en çok Gümüşhane kenti sahip çıkmış ve 23.01.2004 tarihinde geçerli olmak üzere pestil tescil belgesini almışlardır. (Gümüşhane Ticaret ve Sanayi Odası, 2009).

Ülkemizde pestil ve köme dendiğinde akla ilk gelen şehir Gümüşhane’dir. Gümüşhane’yi pestilde öncü marka yapan etmenlerin başında endüstriyel anlamda pestilin ilk üretim yapıldığı yer olması gelir. Gümüşhane ilinin coğrafi yapısı, su, toprak ve hava kirliliğinin çok az olması ve mikro klima iklim yapısına sahip olmasından dolayı burada üretilen meyvelerin pestil üretimi için uygun olması diğer etmenler arasında gösterilebilir. Gümüşhane pestilinin imalatında oldukça farklı bir ekol yaşanır. Üretim metodun farklılığının yanında pestil üretiminde yalnızca buğday unu tercih edilmektedir. Diğer bölgelerimizde ise genellikle nişasta kullanılmaktadır. Bu ayrım pestil ürünlerinin sertliğinde kendini oldukça belli etmektedir. Gümüşhane pestil ve kömesi diğer bölgelerde üretilen ürünlere göre daha yumuşak ve çiğnenebilirliği daha kolaydır (Özdemir, 2008).

Gümüşhane şehri dağlar arasında bir vadi yatağına kurulmuş olmasından dolayı yeterli düzeyde tarım alanlarına sahip değildir. Bu nedenle bölgede yaşayan halkın büyük bir bölümü daha iyi geçim koşullarında yaşamak için büyük şehirlere göç etmiştir. Şehirde yaşayan insanlar ise genel olarak az miktardaki tarım alanlarında tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile geçimlerini sağlamaktadırlar. Gümüşhane şehir merkezi ve ilçelerinde halen geleneksel olarak pestil üretimi yapılmaktadır. Bu imalathaneler aile tipi işletme biçiminde kurulmuştur ve küçük çapta ve mevcut olanaklarıyla pazarlama faaliyetini yürütmektedirler. Şehrin organize sanayi bölgesinde kurulu pestil fabrikalarında ise üretim biraz daha modernize edilmişse de halen üretimde tam bir otomasyonun olduğunu söylemek oldukça güçtür. Bu sebeple bu işletmeler Dünya çapında hızla ilerleyen teknolojik gelişmelere uyum sağlayamamakta ve yaşanan teknolojik gelişmelerin de



gerisinde kalmaktadır (Özdemir, 2008). İlk başlarda Gümüşhane ilinde sadece pestil üretimi yapıyorken son zamanlarda faaliyetlerde bulunan firmalar artan rekabeti karşılayabilmek için pestilin alt ürünlerini de üretmeye başlamışlardır. Üretilen bu ürünlerin temel hammaddeleri pestil üretiminde kullanılan hammaddelerin aynısı olup sadece bu ürünlerde çeşitlendirilme yoluna gidilmiştir. Pestil ile ilgili diğer ürünler şu şekildedir; Cevizli kuşburnu pestili, fındıklı dut pestili, cevizli dut pestili, sade dut pestili, fındıklı köme, cevizli köme ve pikolali köme. Gümüşhane’de firmaların toplam üretim miktarları yıllık bazda şu şekildedir: pestil 1.450.800 kg, köme 606.000 kg, ballı pestil 76.800 kg, kudret lokması 7.200 kg, pekmez 54.000 kg, cevizli ballı 87.600 kg, fındıklı ballı 81.600 kg, cevizli pestil 192.000 kg, pestil tatlısı 409.500 kg, kuşburnu marmelatı 2.520 kg’dır (Gümüşhane Ticaret ve Sanayi Odası, 2009).

## **1.2. Pestil Üretiminde Kullanılan Hammaddeler**

### **1.2.1. Buğday Unu**

Buğday yüksek besin değeri ile beslenmemizde yaygın olarak kullanılan, ekilişi ve üretimi yönünden tahıl bitkileri arasında geniş bir yeri olan bir kültür bitkisidir (Özaydın, 2001; Dong, et al., 2002). Dünyanın hemen hemen her yerinde yetişebilen tarımsal ürün olan buğday Türkiye’de en fazla üretilen tarım ürünü olarak bilinmektedir. Ülkemizde 8.1 milyon hektarlık ekim alanı ile tüm tahıl bitkilerinin ekim alanının %66’sını oluşturmaktadır (URL-1, 2019). Ülkemizde son 10 yılda ortalama buğday üretimi 22.500.000 ton civarındadır (ZMO, 2018). Ülkemizin buğday üretim verilerine göre 1930’larda buğday üretimi yaklaşık 2.5 milyon ton olurken, 1967’de 10 milyon tona, 2011’de ise 21.8 milyon tona kadar yükselmiştir (Mehmet vd., 2009). 2012’de 20.100.000, 2013’te 22.050.000, 2014’te 19.000.000, 2015’te 22.600.000, 2016’da 20.600.000 ve 2017’de 21.500.000 ton buğday üretimi gerçekleşmiştir. 2018 sonunda buğday üretimi 20.000.000 ton olduğu görülmektedir (URL-2, 2018).

Gelişmiş ülkelerde buğday tüketimi daha azdır, kişi başına gelir düzeyi düşük olan ülkelerde ve ülkemizde buğday tüketimi fazladır (Serpi vd., 2011). Son verilere göre Çin 128.5 milyon ton tüketimle ilk sırada yer almaktadır. Hindistan 97.5 milyon, Rusya 40 milyon ton, ABD 31.6 milyon ton buğday tüketmiştir (URL-3, 2018). Ülkemizde beslenme alışkanlıklarımız dikkate alındığında ilk sırada buğday ve ürünleri gelir. Bunun

nedenleri arasında ülkemizin içinde bulunduğu coğrafi konumundan dolayı tarıma elverişli topraklara sahip olması gösterilebilir. Türkiye'nin buğday tüketimi şu şekildedir: yurt içi kullanımı 18.756 bin ton, gıda olarak tüketimi 14.490 bin ton, tohum olarak kullanımı 1.381 bin ton, yemlik olarak kullanımı 2.305 bin ton ve kişi başına tüketim 182 kg'dır (ZMO, 2018). İklim şartlarına adaptasyon becerisi oldukça yüksek olan ve serin iklim tahılları içinde en fazla tüketilen buğday, bulgur, nişasta, un, makarna, bisküvi, ırmik ve yem sanayisinde oldukça yaygın biçimde kullanılmaktadır. Buna ek olarak hasat ve harman sonrasında kalan buğday artıkları da hayvanların beslenmesinde kaba yem olarak kullanılır (Kün, 1988; Aktaş, 2010). Buğdayın kalitesine etki eden birincil faktörler çeşit (genotip) ve iklim, sulama, gübreleme gibi çevresel faktörler iken ikincil faktörlerin ise depolama şartları ve kullanılan öğütme teknolojisi olduğu belirtilmektedir. Buğdayın kalite kriterlerinin değerlendirilmesinde şu faktörler dikkate alınır;

**Tane Sertliği:** Tanenin endosperm tabakasında nişasta-gluten arasındaki bağlar ve aralarındaki etkileşimin kuvveti buğdayın sertlik derecesini belirlemektedir (Turnbull ve Rahman, 2002). Sert buğday unları; su absorpsiyonu yüksek, dirençli, yoğurma enerjisi yüksek ve daha elastik özelliktedir. Yumuşak buğday unları ise su absorpsiyonu düşük, dirençsiz, enerjisi düşük ve daha viskoz özelliktedir (Türker ve Ertaş, 2012).

**Un Partikül Boyut Dağılımı:** Un partiküllerinin büyüklüğü öğütme teknolojisi ve kullanılan buğday paçalına bağlı olarak farklılık gösterir. Bir unun partikül büyüklüğü ve boyut dağılımı, endospermin sertliğinin bir ölçüsü olarak görülmektedir (Ünal, 1979). Su absorpsiyon kapasitesi bir unun partikül büyüklüğünden etkilenen en önemli parametredir (Türker ve Ertaş, 2012).

**Zedelenmiş Nişasta İçeriği:** Buğdayın asıl bileşeni olan nişastanın öğütme sürecindeki zedelenme veya mekanik zarar görme oranıdır. Buğdaydan un elde edilmesi aşamalarında endospermde protein matriksinin arasında düzgün ve düzenli bir yapıda bulunan nişasta granülleri, bazen tamamen bazen de kısmen orijinal yapılarını kaybederler. Bu nişastanın zedelenmesi olayıdır (Ekinci ve Ünal, 2002).

**Protein Miktarı ve Kalitesi:** Protein miktarı temel olarak çevresel ve kalıtsal faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Un proteininin yeterli miktarda ve kaliteli olması katkılandıkları ürünlerde güçlü ve elastiki yapı kazandırmakta hacim genişlemesi sağlamakta ve ürünün tekstüründe iyileşmeler yapmaktadır (Göçmen, 1991; Pala, 2012).

Amilaz Enzim Aktivitesi: Amilazın unda nişastayı parçalama işlemine diastatik aktivite denir. Amilaz enzimleri, zedelenmiş nişastayı şekerlere parçalayarak hamurda mayanın daha iyi çalışmasını sağlamaktadır (Pomeranz, 1971; Ertugay, 2010).

### 1.2.2. Patates Unu

Dünyanın en büyük tarımsal ürünlerinden biri olan patates (*Solanum tuberosum*) milyonlarca insan tarafından günlük beslenmelerinde vazgeçilmez bir yere sahiptir (Meral, 2008). Patatesin bu denli tüketilmesindeki ana etmen içermiş olduğu yüksek karbohidrat içeriğinden kaynaklanmaktadır. (Yılmaz vd., 2006). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütünün 2011 yılındaki üretim istatistiklerine göre patates, Dünya da 374.38 milyon ton ile buğday, mısır ve çeltikten sonra dördüncü sırada yer almıştır (Yılmaz vd., 1997; Lakta ve Sehgal, 2009). Dünya patates üretiminden Çin %23.6'lük pay ile dünya üretiminin yaklaşık 1/4'ini gerçekleştirmektedir. Çin'i sırasıyla Hindistan (%11.3), Rusya (%8.7), Ukrayna (%6.5) ve ABD (%5.2) izlemektedir (Karadoğan ve Özer, 1997). Ülkemiz ise 4.6 milyon ton'luk üretim ile 2011 yılında Dünya sıralamasında on dördüncü sırada yer alarak Dünya patates üretiminin %1.2'lik kısmını oluşturmuştur. Patates Türkiye'de tüm tarımsal ürünler arasında üretim miktarı olarak buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Karadoğan ve Özer, 1997).

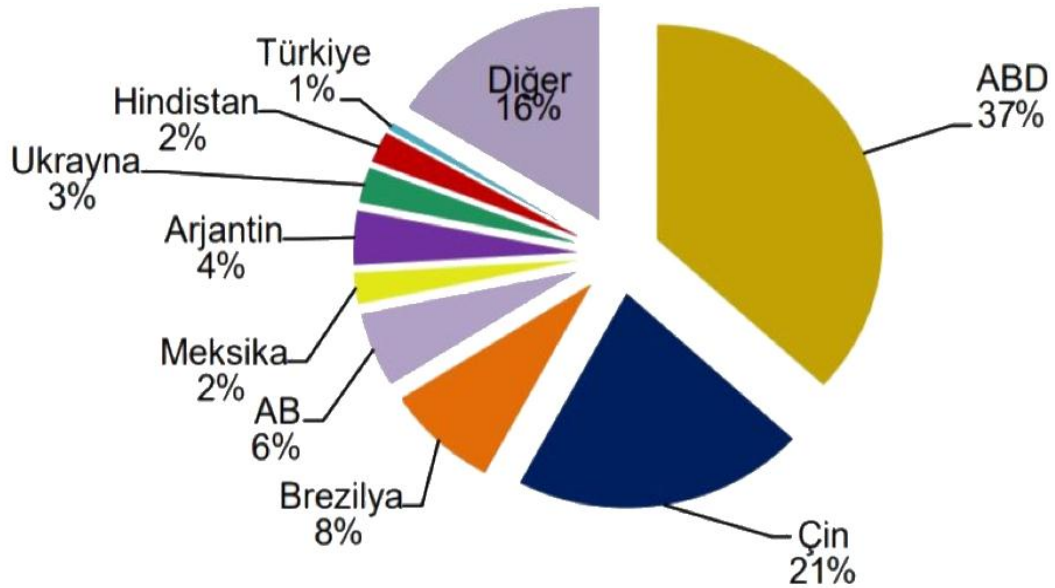
Patates, belirli antioksidanlar, şeker ve L-askorbik açısından zengin bir gıdadır. 100 gr patates şu besin öğelerinden oluşmaktadır; 0.1 gram yağ, 17 gram karbohidrat (2.2 gram diyet lifi, 0.8 gram şeker), 2 gram protein, 2 UI A vitamini, 0.3 mg B6 vitamini, 12 mg kalsiyum, 19.7 mg C vitamini, 6 mg sodyum, 421 mg potasyum, 23 mg magnezyum, 0.8 mg demir (Duran vd., 2004; Hüseyin vd., 2000). Mineral maddelerince değerlendirildiğinde ise patates orta düzeyde demir ve iyi düzeyde magnezyum, potasyum ve fosfor kaynağıdır (Lakta ve Sehgal, 2009). Patates nişastasının %20-23'ü amilozdur. Amilopektin oranı ise %79-80 arasındadır. Patates nişastası genellikle kalınlaştırıcı, yapıştırıcı, yapı düzenleyici ve bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Lokum imalatında ürünlerin parlaklığı, kalitesi ve şeffaflığını artırmak için mısır nişastası ile beraber karıştırılarak kullanılmaktadır. Patates nişastasının sindirimi tahıl nişastasına kıyasla çok daha kolay olur. Buna ek olarak patates nişastası soğuk suda çözünmemektedir. Bu nişasta sıcak su içerisinde jelatinize olur, yapışkan bir yapısı yoktur ve jelatinizasyon derecesi de oldukça düşüktür (59-67.5 °C) (Rajaratnam ve Narpinder, 2011).

Patates genel olarak yemeklik olarak tüketimi yapılmaktadır. Son yıllarda kurutma teknolojilerinde gelişmeler sayesinde patates unu üretimi de giderek artmaktadır. (Jaromir-Lachman, et al., 2009). Patates unu eski ticari işlenmiş patates ürünlerinden bir tanesi olup çeşitli gıda ürünlerinin işlenmesinde kullanılan çok yönlü bir hammaddedir (Jaspreet vd., 2003; Jaspreet vd., 2009). Patates unu genellikle basınç altında patatesin pişirilmesi sonrasında ise akan su altında oda sıcaklığına kadar soğutulup en son kabin kurutucuda kurutulmasıyla üretilmektedir (Budzaki ve Seruga, 2005). Patates unu bileşimi, genel olarak elde edildiği patates yumrularının bileşimini yansıtmaktadır (Jaspreet vd., 2003). Patates unu nişasta, vitamin B1 ve B2 vitamini, kül içeriği, lif içeriği ve temel amino asitler bakımından zengindir. Patates ununda (100 g) 7 gram protein, 0.3 gram yağ (0.1 gram doymuş, 0.2 gram çoklu doymamış yağ), 55 mg sodyum, 83 gram karbonhidrat, 1.001 mg potasyum bulunmaktadır, kalan miktar ise sudur (Jaromir-Lachman, vd., 2009). Patates ununun buğday ununa alternatif olarak halka arz edilişi 1. Dünya Savaşı ile birlikte artmıştır (Singh vd., 2003). Yaygın olarak fırıncılık endüstrisinde kullanılmaktadır (Singh vd., 2009; Yadav vd., 2007). Patatesin ekmek hamuruna eklenmesiyle ekmeğin tazeliğinin korunmasına yardımcı olduğu ayrıca ekmeğe farklı hoş bir aroma verdiği ve kızarma niteliklerini de geliştirdiği bilinmektedir (Yuksel ve Campanella, 2018). Patatesin tüketimini artırmak ve yüksek beslenme değerinden daha çok yarar sağlamak için patates ununun ekmeklik unla karıştırılması önerilmesine rağmen pratiğe geniş ölçüde aktarılamamıştır (Rajarathnam ve Narpinder, 2011). Farklı araştırmacılar patates ununun erişte, puding, sos, lapa ve çeşitli unlu mamuller gibi farklı gıda maddelerinin hazırlanmasında ürün özelliklerini geliştirmede kullanılma potansiyelini araştırmışlardır. Bu araştırmalar patates ununun büyük bir kullanım potansiyeli olduğunu göstermektedir (Boskou, 2003). Ayrıca patates unundan; cips, nişasta, hazır mama ve çorba gibi gıdalarda ingrediyen, alkol elde edilmesinde substrat, yem sanayinde ve çeşitli kimyasal maddelerin üretiminde hammadde olarak faydalanılmaktadır (Rajarathnam ve Narpinder, 2011). Patates unun pestil üretiminde kullanımı ile ilgili bir bilgiye ise rastlanmamıştır.

### **1.2.3. Mısır Unu**

Dünya çapında kültür bitkileri arasında yaygın olarak üretilen bir bitki türü olan mısırın anavatanı Amerika'dır ve binlerce yıldır tarımı yapılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nin New Mexico eyaletinde yapılan arkeolojik kazılarda, mağaralarda ve

barınaklarda bulunan mısır taneleri ve mısır koçanı parçalarının yaklaşık 5 bin yıl öncesine ait olduğu saptanmıştır. 1954 yılında Mexico City’de yapılan arkeolojik kazılarda, toprağın 50–60 m derinliğinde yaklaşık 7 bin yıllık olduğu tespit edilen mısır çiçek tozları bulunmuştur (TMO, 2016; Lusas ve Rooney, 2001; Aksoy, 2015). Dünya genelinde, 2016 yılında 183 milyon hektarlık alanda yapılan ekimden elde edilen mısır üretimi bir önceki yıla göre 74 milyon ton artış ile 1045 milyon ton seviyesine yükselmiştir. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi, %37’lik pay ile ABD mısır üretiminde ilk sırayı alırken, %21’lik oranla Çin ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise %1’lik bir dilim ile mısır üretiminde Dünya pazarında dokuzuncu sırada bulunmaktadır. TÜİK verilerine göre, Türkiye’de 2016 yılında 680 bin hektarlık alanda yapılan mısır ekiminden 6.4 milyon ton mısır üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2019).



Şekil 1.1. 2016/17 Dünya Mısır Üretiminde Başlıca Ülkelerin Payları (%) (TMO, 2017)

Mısır bitkisinin oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır. Genellikle mısır insan besini ve hayvan yemi olarak kullanılsa da endüstride; irmik, nişasta, dekstrin, yağ, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve alkol gibi destilasyon ve fermantasyon ürünlerinin imalatında da sıklıkla kullanılmaktadır (Lusas ve Rooney, 2001; Aksoy, 2015; TMO, 2016). Dünya da üretilen mısırın yaklaşık %60’lık kısmı yem sanayiinde, %12’lik kısmı insan gıdası olarak ve %28’lik kısmı da endüstrinin diğer dallarında kullanım oranları vardır (IGC, 2019).

Mısır tanesinin içermiş olduğu besinsel elementler şu şekildedir: mısır tanesinin endosperm kısmı % 82-84, kepek kısmı % 5-6 ve embryo kısmı ise % 10-12 (kuru madde ağırlık bazında) dir. Mısır tanesinde % 61-78 nişasta, % 6-12 protein, % 3-6 yağ bulunmaktadır (Ai ve Jane 2016). Mısır unu çeşitli ülkelerde mısır nişastasası veya mısır unu olarak da bilinmekte olup esasında mısır tanelerinin özünden elde edilmiş olan ince öğütülmüş beyaz nişasta tozudur. Mısır unu taneler öğütülerek elde edilirken, mısır nişastasası tanelerin besi dokusundan elde edilir. Mısır unu soluk beyaz renktedir ve neredeyse tatsızdır. Üretim süreci aynı olmasına rağmen, üretildiği bölgeye bağlı olarak mısır unu çeşitli adlarla adlandırılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da mısır nişastasası olarak adlandırılırken, İngiltere, İrlanda ve bazı İngiliz Milletler Topluluğu ülkelerinde mısır unu olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca Fransa, İtalya, İsviçre ve birkaç ülkede 'Maizena' olarak da adlandırılmaktadır.

Mısır unu üretim süreci mekanik bir süreçtir ve çeşitli işlemlerden oluşmaktadır. Bu süreç çeşitli alt süreçlerden meydana gelmekte olup mısırın temizlenmesi ile başlar, öğütülmesi ve un haline gelmesi ile sona erer. İlk alt süreç "Temizlik" sürecidir. Mısır unu üretim sürecinde Temizlik alt süreci mısırdaki bulunabilecek kum, kum ve kir gibi tüm yabancı maddelerin uzaklaştırılmasıyla yapılır. Bu yabancı maddeler, mısır ununun tüketiminden sonra insan sağlığına zarar verebilecek ya da öğütme sırasında makineye zarar verebilecek diğer kirlilikler giderilir. Bu alt süreç, mısırdan üstün kalite un elde edilmesini sağlar. Tüm bu yabancı maddeler, tüm kaba parçacıklarının çıkarıldığı bir eleme işlemi ile ortadan kaldırılır. Daha büyük ya da daha küçük parçacıkların mısırdan arındırılmasını sağlamak için farklı eleme türleri kullanılır. Temizlik sürecinden sonra, mısır unu üretiminde ikinci alt süreç "Havalandırma" sürecidir. Bu süreçte, mısır ununa nem ilave edilir ve bir süre ıslanmasına izin verilir. Bu işlem mısırdaki kepeklerin kolayca soyulmasını sağlar. Mısır daha sonra öğütülmeden önce çekirdeklerinden ayrılır ve parlatılır. Bu süreçte, mısır özü küspesi, besi doku ve kepek mısır unundan ayrılır. Bu süreç sonunda çok kaliteli mısır unu elde edilir. Öte yandan kepek, besi doku ve mısır özü küspesinin bir arada olduğu mısır unu düşük kalite olarak kabul edilir. Bunun nedeni tüm bunlar bir arada olduğunda daha kısa bir raf ömrüne sahip olmasıdır. Zira bu durumda söz konusu bileşenler mısır ununa yulaf lapasına benzer sarı bir görünüm kazandırır ve yiyen kişiye şişkinlik hissi verir. Üçüncü alt süreç "Öğütme" sürecidir. Mısır daha sonra un haline getirildiği bir öğütme makinesinden geçirilir. Öğütmeden sonra, mısır unu üretim

sürecinin son adımı unun elenmesidir. Bunun sonucunda istenen kalitede un elde edilir ve geride kalan artık daha fazla öğütülmesi için makineye geri gönderilir (URL-4, 2019).

Mısır unu tüm besin maddeleri ile çok iyi karışmaktadır. Hamur işleri, kekler ve diğer şekerlemelerde glüten içeriğini en aza indirmek için buğday unu ile de karıştırılabilmektedir. Mutfak sanatında mısır unu, pudingler ve benzeri tarifler için birleştirici madde vazifesi görmektedir. Çorbalar, yahniler, soslar ve diğer yemekler için koyulaştırıcı olarak kullanılmaktadır. İtalyan mutfağında ekmek yapmak için mısır unu kullanılır. Mısır nişastası, süt ve şeker ile basit bir puding yapabilmek mümkündür. Besin değeri açısından ele alındığında, mısır çekirdeğindeki besin içeriğinin çoğu, mısır unu rafine işlemlerinden dolayı kaybolmaktadır. Ayrıca mısır unu içindeki magnezyum ve demir içeriği, sindirim sistemine yardımcı olur. Daha da önemlisi mısır unu glutensiz bir üründür (URL-5, 2019). Gençler arasında meyve tüketimini artırmada önemli bir rol oynayan pestilin yapımında mısır unu kıvam artırıcı olarak kullanılmaktadır. Örneğin Hindistan bölgesine özgü bir meyve olan bael meyvesi besleyici ve tıbbi açıdan oldukça önemlidir. Bu meyvenin pestilinin yapımında en iyi kıvam artırıcının mısır unu olduğu saptanmıştır (Wijesinghe ve Thanaweera, 2016). Benzer şekilde mango meyvesinden yapılan pestilin yapışkanlığını azaltmada mısır unu kullanılmaktadır (FAO, 2018).

#### **1.2.4. Pekmez/Meyve Şırası**

Pekmezin tanımı TGK ya göre şu şekildedir: “Katı üzüm pekmezi: Üzüm pekmezi teknolojisine gereği çöven ekstraktı ve/veya yumurta akı ilavesiyle üretilen, istenildiğinde çeşni maddeleri de katılabilen katı kıvamdaki ürünü”, “Üzüm pekmezi: Fermente olmamış taze üzüm veya kuru üzüm ekstraktının uygun yöntemlerle asitliğinin azaltılıp durultulmasından sonra tekniğine uygun olarak vakum altında veya açıkta koyulaştırılması ile elde edilen kıvamlı ürün.” Ülkemizde genel olarak pestil ve benzeri ürünler üretiminde üzüm ve dut meyveleri tercih edilirken Dünyada bu meyveler ek olarak elma, kayısı ve hurma gibi çeşitli meyveler de kullanılmaktadır. Pestil üretiminde bu meyvelerin seçilmesinin nedenleri posalarının çıkabiliyor olmasıdır.

Üzüm pestilinin içeriği; % 9.78 nem, % 90.22 kuru madde, % 1.2 kül, % 0.14 asitlik, % 0.52 lif, % 4.34 protein, % 0.98 ham yağ, % 62.54 toplam şeker, % 56.23 invert şeker, 27.94 mg/kg HMF, 32.24 mg GAE per 100 g toplam fenolik ve 92.3 mM TE g<sup>-1</sup> antioksidan (Yıldız, 2013). Üzüm ve dut pestilin sağlığınıza olan katkılarını şunlardır;

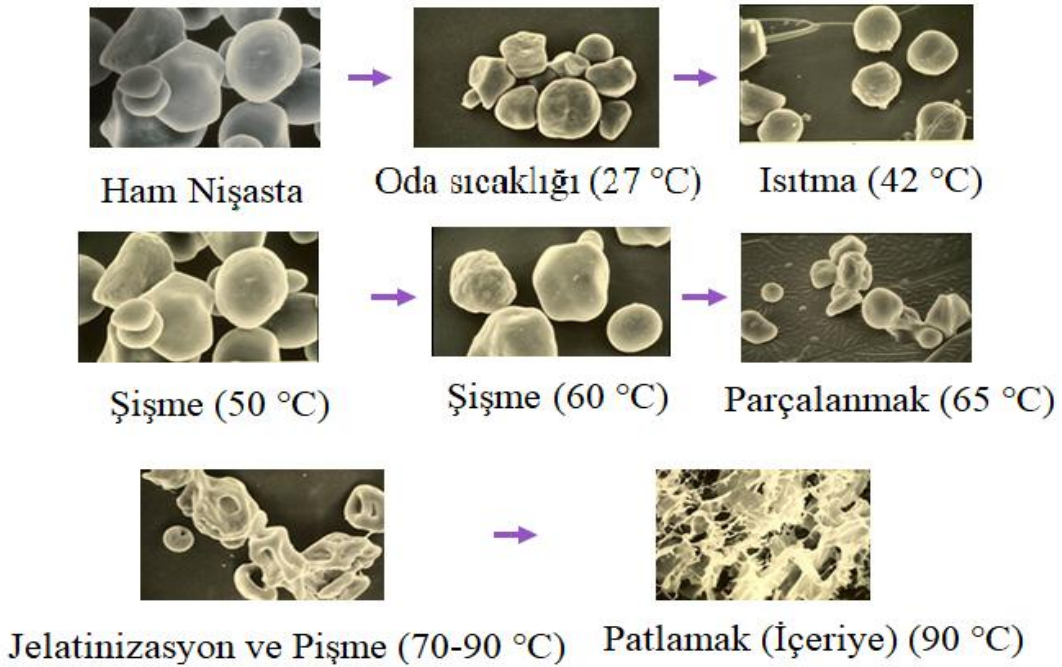
Zengin içeriği nedeniyle enerji vermektedir, hücre dışından içine basit difüzyon ile kana geçtiği için çok hızlı şekilde enerji sağlamaktadır, Kalsiyum ve potasyum gibi mineraller bakımından zengindir, Protein, yağ, vitamin ve yağ asitleri bakımından zengindir ve Bağışıklık sistemini güçlendirmektedir (Uçar, 2008; Kalkışım ve Özdemir, 2012). Hasat edilen üzümler yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra ezme havuzunda preslenir ve berrak şıra elde edilir. Daha sonra bu berrak şıra hızlıca kaynatma kazanlarına aktarılır. Kırsal bölgelerde geleneksel olarak yapılan kaynatma işlemi açık ve yayvan kazanlarda yapılırken, fabrikalarda modern yöntem kullanılarak vakum kazanlarının içerisinde düşük sıcaklıkta koyulaştırma işlemi yapılmakta ve açık renkli pekmez üretilmektedir. Kaynatma kazanındaki berrak şıra kaynamaya başladığında oluşan köpükler bir kevgir yardımıyla alınır. Kaynama işlemi sürdükçe şıranın üzeri gittikçe kızarmaya başlayan köpük bağlar. Daha sonraki aşamada şıra göz göz olacak şekilde kaynamaya devam eder ve kendine özgü bir pekmez kokusu yaymaya başlar. Bahsi geçen gözlemler neticesinde pekmezin kıvamını aldığı görülür. Bu işlemlerin ardından elde edilen ürün tatlı sıvı pekmez olarak da adlandırılır. Ancak açık kazanların içerisinde yüksek sıcaklık altında yapılan kaynatma işleminin, pekmezin şeker oranının %5-%10'luk bir kısmının karamelize olarak, tadı ve kokusu bozuk bir ürün elde edilmesine ve pekmezde sağlık açısından kanserojen etki yaratan HMF maddesinin yüksek oranda görülmesine yol açtığı belirtilmektedir (Uçar, 2008).

#### **1.2.5. Nişasta**

Başlıca amiloz ve amilopektin makro moleküllerinden oluşan nişastada ayrıca minör olarak, yağ (fosfolipitler ve serbest yağ asitleri), fosfat monoesterleri ve protein de bulunmaktadır (Jane, 2009). Amiloz,  $\alpha$ -1,4 glukozidik bağlarla bağlanmış düz glukoz zincirlerinden oluşurken amilopektin ise  $\alpha$ -1,4 glukozidik bağları ile bağlanmış glukoz zincirlerinin yanında  $\alpha$ -1,6 bağlanmalarla dallanmış yan zincirlerden meydana gelmektedir. (Svihus vd., 2005). Amiloz ve amilopektinin miktarları ve yapıları nişastanın fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Nişasta granülü (buğday) %70-80 amilopektin ve %20-30 amiloz içermektedir. Amilozun çözünürlüğü yüksektir ve düz zincir yapısından dolayı sert jel ve güçlü film oluşturma özelliğine sahiptir. Amilopektin ise, yumuşak jel ve zayıf film oluştururken sıvı dispersiyonda daha stabildir ve su içerisinde çözünmekten çok şişme özelliği göstermektedir (Jane, 2009). Nişasta



granülündeki amiloz-amilopektin oranı, nişastanın gıda endüstrisi açısından sahip olduğu fonksiyonel özellikleri olan jelatinizasyon, çirşlenme ve jelleşme özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Jane, 2009). Jelatinizasyon progresif ısıtma ile su içerisinde bulunan nişasta granülleri şişerek kristalliklerini ve moleküler organizasyonlarını kaybetmesi olayıdır. Isıtma ile birlikte şişen granülden amiloz molekülleri çözünerek dış yapısı bozulmaya başlayan nişasta granülün dışına çıkar ve ortamda kolloidal çözünmüş halde bulunurlar. Amilopektin molekülleri ise kısmi olarak çözünürler ve yapısı bozulmuş nişasta granüllerinden bazıları bu esnada koparak parçalanırlar (Blazek ve Copeland, 2009). Kopma ve parçalanma ile birlikte nişasta moleküllerinde küçülme gerçekleşir ve ortamın viskozitesi artar. Ortamın viskozitesinin en yüksek hale geldiği bu olaya çirşlenme denir (Gönül, 1978). Çirşlenme sırasında nişasta moleküllerinin kısalması ile nişastanın daha az su emmesi sağlanmaktadır. Böylelikle daha sonra ürün soğuduğunda su salma gerçekleşmemekte ve sertleşme ile pestil gibi ürünlerin vikoelastik yapısını oluturmaktadır (Nas ve Nas, 1987). Devam eden reaksiyonlar sonucunda ortamdaki amiloz ve amilopektin molekülleri enerjileri koruyabilmek için birbirleri ile bağlar yaparak bir fermuar gibi kapanırlar. Bu sayede ürünün jelleşmesi meydana gelir. (Biliaderis, 2009). (Akın, 2017). Nişastanın jelleşmesi Şekil 1.2’de gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Nişastanın Jelleşmesi (Hubbart, 2015)

Niřastanın jelatinizasyonu, ortamda bulunan asit, su ve řekerin řeřit ve miktarı, kullanılan niřastanın tůrů ve modifikasyon yapılp yapılmadıęı etkilemektedir. (Uluůz vd., 1974). Asitle modifiye edilmiř niřasta doęal niřasta gibi hızlı bir řekilde katılařabilirken ۆretim esnasındaki yapılan iřlemlere karřı daha dayanıklı olabilmektedirler. Asitle modifiye edilmiř niřastanın bu ۆzellięi ile, daha fazla kuru madde bulunan ۆretim alanlarında kolaylıkla kullanılabileceęi belirtilmektedir. Bahsi geçen durum ۆzellikle kapalı sistem piřirme yۆntemi açısından ۆnem tařımaktadır (Gۆnöl, 1985). Ayrıca tam jelatinize edilen bir niřastanın ۆretim ařamasında kullanılması, ۆrűnűn doku, yűzey parlaklıęı ve saydamlık kazanmasını saęlaması da ۆnemli bir avantajdır (Gۆnöl, 1985). Pestil ۆretiminde istenen yapı, tat ve aromanın ya da depolama stabilitesinin saęlanması gibi farklı nedenlerle niřasta, modifiye niřasta ve řeřitli hidrokolloidler gibi pek çok katkı maddesi kullanılabilmektedir. Pestil ۆretiminde kullanılan bu katkı maddeleri ۆrűn içindeki suyu baęlayarak ۆrűnűn yűzeyinde bir kaplama rolű gۆrdűęű ve tam olarak kurumasına engel olarak ۆrűnűn yenilebilir bir formda kendine ۆzgű bir kıvamının oluřmasını saęladıęı bildirilmiřtir. ۆzellikle ۆlkemizde yapılan pestillerde, niřasta ya da niřasta içeren buęday unu, pestilde kıvam arttırıcı olarak vazgeçilmez bir katkı maddesidir. Bu nedenlerden dolayı pestil ۆretiminde yaygın bir biçimde tercih edilmektedirler (Gۆnöl, 1985).

#### **1.2.6. Tatlandırıcılar**

Pestil ۆrűnlerindeki ekşiliği azaltıp tatlılık vermek için bal, şeker (sakkaroz), mısır, glukoz şurubu, maltodekstrin veya sakkarin bazlı tatlandırıcılar kullanılabilmektedir (Doymaz ve İsmail, 2011). Tatlandırıcılar, pestilde tatlılık sağlama fonksiyonunun yanında kuru maddenin arttırılmasına ve pestilin jel yapısının sağlanmasına da katkı sunmaktadırlar. Suda ۆzűnen tatlandırıcılar suyun viskoziteni arttırmakta, ısınında etkisi ile jel kıvamı sağlamaktadırlar. (Vatthanakul vd., 2010). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları pestil ۆrűnlerinde pestile rengi veren en ۆnemli mekanizmadır. Bu kapsamda Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları dikkat çekmektedir. Pestil ۆretim aşamasında oluşan bu reaksiyonlar kurutma boyunca ve depolama esnasında da devam etmekte ve ۆrűn rengine koyulaşma veya esmerleşmeye sebep olabilmektedir. Bu durum elma, armut, kayısı, muz gibi açık renkli meyvelerde sıklıkla gۆrűlebilmektedir. Sitrik asit veya askorbik asit kullanımı pestil de meydana gelen bu reaksiyonların oluşumunu ۆnlemek için kullanılmaktadır (Raab ve Oehler, 1976; Ruiz vd., 2011). Ayrıca doğrudan limon suyu

kullanılarak da aynı etki sağlanabilmektedir (Brown, 2009). Asit ilavesinin renk üzerine olan etkisinin yanında yüksek şeker konsantrasyonu ile birlikte pestilin jelleşmesine de katkı yaptığı belirtilmektedir. İlaveten Kendall ve Sofos (2003), asit ilavesinin kurutma boyunca üründe bakteri yıkımını arttırdığını bildirmişlerdir. Pestile tarçın, nane gibi baharatlar ve fındık, fıstık, ceviz ve kuru üzüm gibi çerezlerde eklenerek farklı tat da ürünler üretilmektedir.

#### **1.2.7. Süt**

Pestil üretiminde süt, ürünün besleyiciliğini artırmaktadır. Bunun yanında süt kullanılan pestillerde yumuşaklık artmakta ve renk daha da açık hale gelmektedir. İçerdiği mineraller, vitaminler, protein ve yağ ile pestilin besin değerini artıran süt, pestil üretiminde kullanılmadığında ürün daha sert olmaktadır (Kalkışım ve Özdemir, 2012).

#### **1.2.8. Su**

Pestil üretiminde suyun önemi oldukça büyüktür. Herlenin yüzde 40 ile 65’lik oranını su oluşturmaktadır. Pestilde karışımların erimesi ve homojen bir yapıya kavuşması için su çok önemlidir. Pestilde bulunması gereken maksimum su miktarı %18 olmalıdır. Eğer su miktarı bu oranın üzerinde ise kurutma aşamasında fazla su üründen uzaklaştırılmalıdır (Kalkışım ve Özdemir, 2012).

#### **1.2.9. Pestil Üretiminde Ve Ürünlerinde Karşılaşılan Sorunlar**

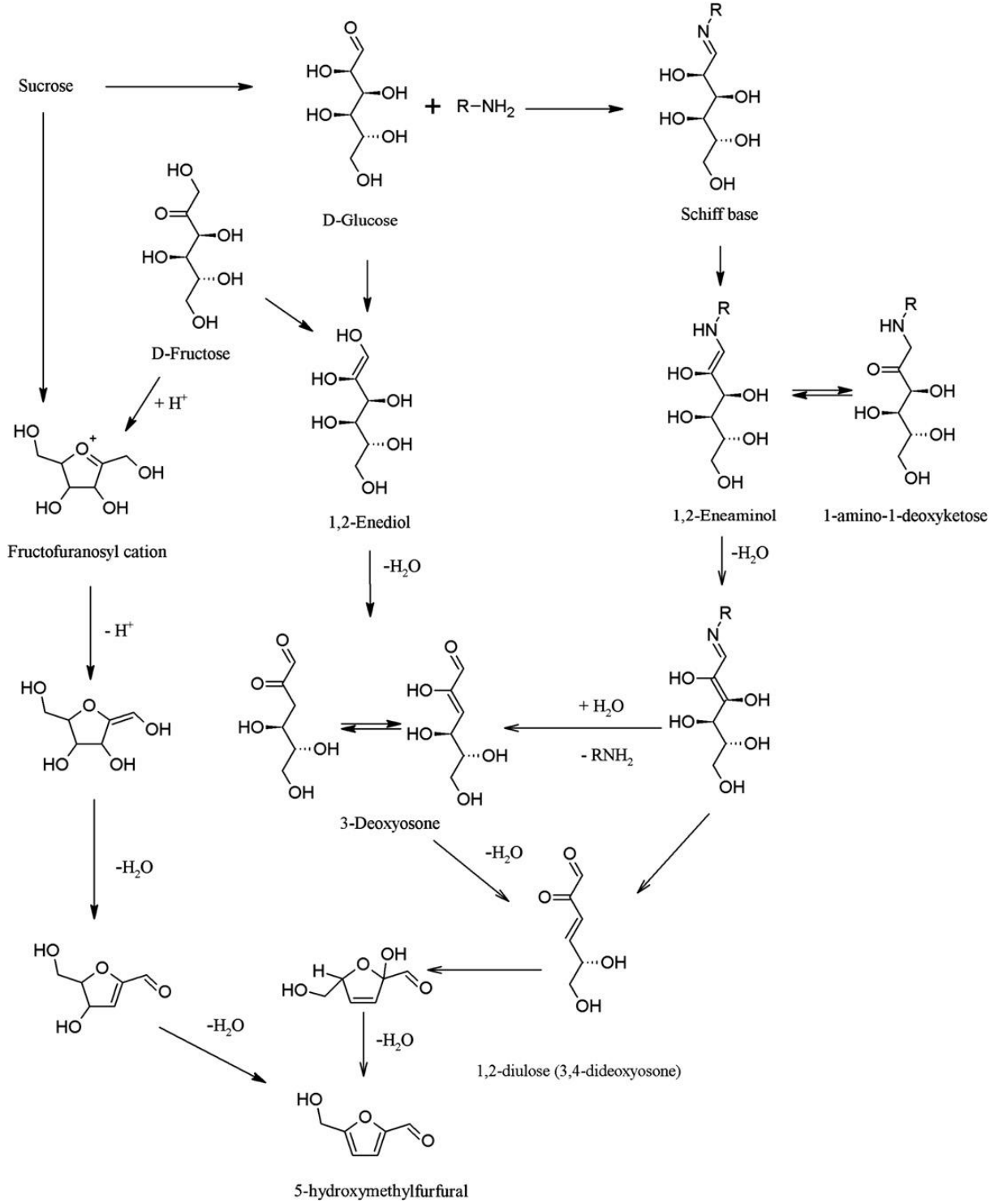
Pekmez ve pestil, enerji ve mineral kaynağı olarak en önemli geleneksel ürünler arasında olmasına rağmen üretimde çözülmesi gereken birçok problem mevcuttur. Özellikle konuyla ilgili çok sınırlı düzeyde araştırma yapılmış olması, pekmez ve pestil üretiminde teknolojik esasların tam olarak tespit edilememiş olması ve her iki ürünle ilgili mevzuatların yetersiz kalması nedeniyle yeni yöntemler ve standartların belirlenmesine ihtiyaç olduğu açıktır (Nas ve Nas, 1987). Pestil üretiminde karşılaşılan en önemli sorunların başında HMF gelmektedir. Bunu takiben endüstride yaşanan sorunlar şu şekilde özetlenebilir; depolamaya bağlı olarak kuruma (raf ömrü), mikrobiyolojik sorunlar, duyuusal problemler, otomasyon.

### 1.2.10. Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Akrilamid

Hidroksimetilfurfural (HMF) Maillard reaksiyonu ile ya da doğrudan asitli ortamda gıdalara uygulanan yüksek ısıl işlemlerdeki şekerlerin dehidrasyonu ile oluşan bir furanik bileşiktir. HMF, Maillard reaksiyon ürünleri arasında en bilinenidir. Adını Fransız bilim adamı Louis C. Maillard'dan (1878-1936) alan Maillard reaksiyonu ise gıda maddelerinin aşamalı biçimde ısıl işlem görmesi ve depolanması sonucunda oluşan renk esmerleşmesi ile aroma oluşumu ile devam eden bir seri reaksiyondur (Yıldız vd., 2010). Pestil üretiminde de bahsedilen ısıl işlem gibi aşamalar bulunduğundan HMF konumuz açısından önem taşımaktadır. 5-HMF bileşiğinin oluşumu Şekil 1.3'te verilmiştir. Aromatik alkol, aromatik aldehit furan halkasından oluşan HMF nin molekül ağırlığı 126.11 g/mol iken yoğunluğu 1.29 g/cm<sup>3</sup> tür ve ayrıca molekülün formülü C<sub>6</sub>O<sub>6</sub>H<sub>3</sub> şeklindedir (Batu vd., 2014). 5-HMF oluşumunda anahtar bileşik 3-Deoxyosone'dir. Glukoz ya da früktozun dehidrasyonu ile oluşan 1,2 enolisasyon ile oluşan bu bileşik devamında oluşan 3-Deoksosonun daha fazla dehidrasyonu ve siklizasyonu ile 5-hidroksimetilfurfurala dönüşür. Ayrıca kuru ve pirolitik koşullarda früktoz ve sukroz dan HMF ye giden bir dizi reaksiyon da belirlenmiştir. Bu reaksiyonda yüksek miktarda fruktofuranosil bileşiği oluşmaktadır ve devamında HMF bileşiği oluşmaktadır (Capuano ve Fogliano, 2011). Gıdalarda ısıtılması ile oluşan HMF ayrıca şu faktörlerden de etkilenmektedir; pH, a<sub>w</sub>, şeker türü ve medyanın iki değerli katyonlarının konsantrasyonu.

Üzüm şirasının kaynama aşamasında şekerin belirli bir oranının yanması sonucunda HMF oluşmaktadır. Pestil üretiminin ana malzemelerinden biri olan üzüm şirasında HMF'nin oluşma koşulları ve miktarı üzerine etkili olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz; ortamın şeker konsantrasyonu, ısıl işlem süre ve sıcaklığı, pH derecesi ve ürünün depolama süresi. Ortamın pH'sı 5 ve sıcaklığı 75°C olduğunda HMF bileşiğinin oluşmadığı, ancak ortamın pH'sı 3-4 olduğunda da ise oluşan HMF miktarının ısıl işlem süresine bağlı olarak arttığı belirtilmektedir (Baysal, 1997). TSE'nin vermiş olduğu sınırlara göre dut pekmezinde bulunması gereken HMF miktarı 50 mg/kg 'ı aşmamalıdır. Bu kapsamda HMF içeriği en fazla 50 mg/kg olan pekmezin 1. sınıf, HMF içeriği en fazla 150 mg/kg olan pekmezin 2. sınıf pekmez olduğu belirtilmektedir. (Baysal, 1997). Pekmez üretiminde kullanılan teknikler yıkama, presleme, üzüm şirası, asit giderme (pekmez toprağı ilavesi), tatlı berrak şıra/üzüm şirası, koyulaştırma şeklindedir. Geleneksel yöntemle bu biçimde pekmez elde edilmektedir. Modern yöntemle pekmez üretiminin aşamaları şu şekildedir;

Üzüm yıkanır ve nemlendirilir, daha sonra kıyılır (varsa sap ayrılır), ezilir/preslenir, elde edilen bulanık üzüm şırası seperasyondan geçirilir, pekmez toprağı ya da  $\text{CaCO}_3$  ile ısıtılır ve asitlik giderme işlemi yapılır, soğutulur ve bekletildikten sonra durultma ve filtrasyon aşamalarından geçirilir, elde edilen berrak tatlı üzüm şırası evoparasyon ile koyulaştırılır, soğutma ve dinlendirmeden sonra sıvı pekmez elde edilir ve devamında ambalaj işlemleri ile ürün elde edilmiş olur. (Kaya vd., 2005).



Şekil 1.3. HMF oluşum reaksiyonu (Capuano ve Fogliano, 2011)

Pekmez imalatında pişirme tekniklerinin yarattığı etkilerin incelendiği bir araştırma kapsamında, açık kazan tekniği kullanılarak üretilen pekmez renginin, vakum tekniği kullanılarak üretilen pekmez rengine kıyasla çok daha koyu ( $L^*=11$ ,  $a^*=6$ ,  $-b^*=3$ ) olduğu

ve pH'nın da (2.5) çok daha düşük olduğu saptanmıştır. Açık kazan ve vakum altında üretilen üzüm pekmezlerin HMF içeriklerinin incelendiği bir çalışmada vakum altında imalatı yapılan pekmezde 35.25 mg/kg, açık kazan tekniğinde ise 681.40 mg/kg seviyesinde olduğu saptanmıştır (Batu, 1991). Pestil gibi ürünler geleneksel yöntemlerle retilendiğinde son rndeki HMF miktarı önemli oranda artarken, üretim vakum altında gerçekleştirilmesi ve kurutma işleminin kontrollü şartlarda yapılması durumunda HMF miktarında önemli düzeyde azalmalar görüldüğü belirtilmektedir (Yıldız, 2009). Kayahan (1982) tarafından açık kazanda pişirme yöntemi kullanılarak üretilen pekmez örneklerinde (%45-75 Kuru madde) pH 3.6 iken tespit edilen HMF miktarının 10.8- 458 mg/kg iken pH 7 de HMF miktarının 1.89-5mg/kg olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte açık kazan tekniği kullanılarak yapılan pekmezlerin yüksek asit içeriklerine sahip olmasının, (4.80 üzeri) ortam içerisinde yer alan heksozların düşük pH derecesiyle (2.5) HMF üzerinden formik asit ve levulin aside kadar parçalanmasıyla bağlantılı olduğu ifade edilmiştir (Kayahan, 1982). Bozkurt vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada, piyasadan temin edilen üzüm ve dut pekmezlerin HMF içerikleri belirlenmiştir. pH'si 3.5 olan pekmezlerin HMF miktarının 55°C'de dört günden sonra, 65°C'de ise 3 günden sonra lineer artış gösterdiği saptanırken, pH' si 6 olan örneklerde 5 günlük bir adaptasyon sürecinin olduğu ancak 75°C'de tüm pekmezlerde HMF birikiminin hızla arttığı saptanmıştır. Aynı çalışmada 10 gün sonrasında 73°Bricks suda çözünen kuru madde içeren, pH değeri 3.5 olan örneklerde HMF miktarı yaklaşık 580mg/100g olarak belirlenirken, pH değeri 6 olduğunda aynı süre sonunda HMF miktarının yaklaşık beş kat azalarak 100mg/100g gerçekleştiği vurgulanmıştır (Bozkurt vd., 1999).

Monomerik ve polimerik olmak üzere iki türü bulunan akrilamid karbonhidrat açısından zengin besinlerin ısıtılması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yüksek sıcaklık ve düşük nemli ortamda hazırlanan patates ve tahıl ürünlerinin yapısında kızartma, fırınlama, ızgara sonucunda oluşmaktadır. Akrilamidin insan sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkileri vardır. Bunlar karsinojen, üreme sistemi ve mutajenler üzerinde toksisitedir. Genotoksik, karsinojenik, nörotoksik, üreme ve gelişim toksisitesidir (Arusoğlu, 2015). Son dönemlerde yüksek sıcaklıkla üretimi yapılan gıdalarda akrilamid oluşumu dikkat çekmektedir. Bu hususta yürütülen çalışmalar da giderek önem kazanmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2006). Bu erevede Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) tarafından yürütülen çalışma sonucunda, günlük tüketilen gıdalarda akrilamid düzeyleri tespit edilmiş ve pekmezin de akrilamid içeren gıdalar içerisinde olduğu

açıklanmıştır (Karagöz, 2009). Pekmezde ortalama 95 µg/kg düzeyde akrilamid bulunmaktadır (Ölmez vd., 2008).

Gıdalarda oluşan akrilamid miktarının, gıdanın indirgen şeker içeriğiyle pozitif ilişkili olduğu için indirgen şekerlerin miktarının azaltılması suretiyle akrilamid miktarının azaltılabileceği ifade edilmektedir. Ancak indirgen şekerlerin esmerleşme için gerekli olması nedeniyle indirgen şeker miktarını azaltmak yerine, akrilamid oluşumunda reaktif olan şekerlerin daha az aktif olan şekerlerle yer değiştirme yolunun seçilmesinin daha doğru olacağı ileri sürülmektedir. Örneğin pastane ürünlerinde fruktoz glukozla yer değiştirilerek akrilamid içeriği azaltılabileceği gibi indirgen şekerlerin sakkarozla yer değiştirmesi de akrilamid içeriğini azaltacağı vurgulanmaktadır (Özkaynak, 2006). Gertz ve Klostermann (2002) akrilamid oluşum mekanizmasını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, nişasta içeren gıdalarda akrilamid oluşumu için özellikle indirgen şeker mevcudiyetinde en önemli faktörün asparajin olduğuna işaret ederken uygulanan sıcaklık, ürün pH'sı ve neminin de akrilamid oluşumunda etkili diğer faktörler olduğunu bildirmişlerdir. Serbest asparajinin hamur yapımından önce una eklenmesinin fırında pişirilen zencefilli pekmezli ekmeklerde akrilamid içeriğini önemli derecede artırdığı, 1 kg una 250 mg asparajin eklenmesi ile akrilamid miktarının 4 kat arttığı ve zencefilli pekmezli ekmeklerde akrilamid oluşum miktarını serbest asparajinin belirlediği bildirilmiştir. 1000 mg/kg eklendiğinde, akrilamid miktarı >8000 µg/kg olmaktadır (Amrein vd., 2004).

#### **1.2.11. Raf ömrü**

Ülkemizde geleneksel ve endüstriyel yollar ile üretilen pestil ve ürünlerin raf ömrü içermiş olduğu nem ve koruyucu bileşenler ile doğrudan alakalıdır. Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği (26.01.2017) uyarınca raf ömürleri içerisindeki gıdalar kendilerine özgü özelliklerini korumaktadırlar. Üreticinin ifade ettiği depolama koşullarına uyulduğu takdirde gıda raf ömrüne ulaşana kadar bozulmadan kalabilecektir. Raf ömrünün başladığı an gıda üretiminin tamamlandığı andır. Raf ömrünü etkileyen faktörler içerikteki çeşitlilik, üretim sürecinin yapısı, ambalajın çeşidi ve saklama koşulları gibi etkenlerdir (Saldamlı, 2007). Pestil ve ürünlerinde kurutma sıcaklığının kontrolü çok önemlidir. Çok yüksek sıcaklık (kurutma odalarında 22-55 °C ve yaz günlerinde günlük hava sıcaklığı normaldir) yüzeyde kabuk oluşumuna ve suyun çıkışının engellenmesine neden olur. Ayrıca dökülen herlenin kalınlığı da önemlidir. Çok



ince olması (0.5 mm'den az) ürünü kırılgan yapar ve kuruduktan sonra bez yüzeyinden ayrılması zorlaşır. Kalın olması halinde (2 mm'den fazla) ise yeterli kurumaz (yaz günlerinde 6-8 saat, kurutma odalarında 10-12 saate ulaşabilmektedir) ve bu durum depolamada ürünün bozulmasına neden olur (Azeredo vd., 2006). Herlenin maksimum nem miktarı %11-18 arasında olmalıdır. Yüksek nem içeren gıdalar zararlı mikroorganizmaların üremesi için uygun ortam durumundadırlar. Kurutma ile bu canlıların üreme süreci engellenir ve gıdalar uzun süre bozulmadan kalabilir (Aktaş vd., 2013). Kurutma sayesinde ürünlerin raf ömrü uzatılır ve tüketiciye talep ettiği ürün sunulur. Pestillerin kuru mekanizmaları incelendiğinde genelde dış kenarlarından merkeze doğru kurudukları ve bu nedenle Kurumanın yeterli olup olmadığını anlamak için pestilin birkaç yerine parmakla bastırılır. Eğer basılan yerlerde çentik veya çukur oluşmuyorsa yeterli miktarda kuruduğu anlaşılır. Ayrıca kenarından kaldırıp çekince kuruma yüzeyinden kolayca sıyrılıyorsa da kuruduğu anlaşılabilmektedir. Bir diğer yolda doğrudan orta kısmına dokunmaktır. Eğer merkezi nemliyse pestilin kurumadığı anlaşılmaktadır (Brown, 2009). Pestilin kurutma süresi sıcaklık, nem ve herle kalınlığına göre değişmektedir. (Kalkışım ve Özdemir, 2012). Pestil gereğinden fazla (yazın ve kışın kurutma sıcaklık ve süreleri ile ilgili bilgiler yukarıda verilmiştir) kurutulursa kırılgan ve ufalanır halde olur. Tam kurumazsa da depolamada küflenerek bozulmaktadır. Pestillerin depolama işlemi ise serin ve güneş görmeyen yerlerde gerçekleştirilmelidir (Che Man ve Sin, 1997). Gıda ürünleri antioksidan bileşikler içerir ve bu yüzden antioksidan aktivite göstermektedirler. Antioksidanlar hücrelerin oksidasyon reaksiyonları ile zararlı maddeler oluşturmalarını engelledikleri için sağlığı korumaktadırlar. Antioksidan içeriği yüksek olan gıdalar oksidasyona maruz kalmadıkları için bunların raf ömürleri uzun olmaktadır. Meyveden ürüne geçildiğinde antioksidan aktivite azalması tespit edilmiştir ve antioksidan aktiviteyi arttıran faktörler ısıtma işlem uygulaması ile kurutma ve nişasta oranıdır. Formüllerinde düşük nişasta ihtiva eden pestiller kurumadıkları içerisinde daha az nişasta içerirler. Nişasta kurumadığında daha az olduğunda kuru madde miktarındaki antioksidan aktivitesi nispi olarak daha fazla ölçülür. Pestiller meyve posalarından üretildiği için yüksek meyvelerden gelen yüksek antioksidan içeriklerine sahiptirler. Bu nedenle uzun süreli depolamalarda oksidasyona karşı doğal bir koruma içindedirler. Dut pestillerinde toplam antioksidan ve fenolik miktarları Tablo 1.1 de verilmiştir. Buradan da görüldüğü üzere yüksek antioksidan ve fenolik içerik sayesinde dut pestillerin raf ömrü de uzun olmaktadır.

Pestil formülasyonunda fıstık, ceviz, tarçın gibi maddelere yer verildiğinde hem besin değeri olumlu etkilenir hem de bunlar daha lezzetli olurlar. Pestilin potasyum, kalsiyum ve demir değerleri yüksektir ve hangi maddeden üretildiğine göre A, B1, B2, B6, C ve E vitaminleri de ihtiva edebilir. Ancak nem kaybından dolayı azalan esneklik sebebiyle pestilin raf ömrü kısalabilir. Dolayısıyla depolanan pestilin kalitesinin düşmemesi için ambalajın nem geçirgenliğinin yüksek olması gerekmektedir (Türkmen vd., 2010). Mango pestili üreten Azeredo vd. (2006), bu pestilleri altı ay boyunca gözlemleyerek bunların stabilitesinin altı ay boyunca bozulmadığını belirlemiştir. Irwandi vd. (1998), sorbik asit koruyucu ile üretmiş oldukları Durian pestilinin üç aylık depolamada 60 kob/g'dan daha az mezofil bakteri içerdiğini belirtmişlerdir. Pestilde kuru madde oranı yüksektir ve yüksek oranda da şeker içermektedir. Bu yüzden raf ömrü yüksek olan bir gıdadır. Buna karşın, hem şeker şurubu ile hem de şeker şurubu olmadan üretimi yapılan pestillerde iki ay geçildiğinde sertleşme meydana gelmektedir. Dolayısıyla daha taze pestilin tercih edilmesi pestil satın alınırken daha doğru olacaktır. Bunların dışında pestilin gıdalarda raf ömrünü uzatmak için yenilebilir film olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Kaya ve Maskan, 2003).

#### **1.2.12. Mikrobiyolojik Sorunlar**

Pekmez, pestil gibi şekerli ürünlerde, bakteri, maya ve küflerin hammadde ve yardımcı maddelerden bulaştığı ifade edilirken hammaddede *Penicillium* cinslerine ait küflerin gelişerek okratoksin oluşturabilecekleri belirtilmektedir. Ayrıca bu ürünlerde çeşitli kuru yemişlerin kullanılmasına bağlı olarak *Aspergillus* suşlarının aflatoksin oluşturabilecekleri üzerinde durulmuş ve bu tip ürünlerde *E. coli*, maya-küf ve ozmofilik maya analizlerinin yapılması önerilmiştir (Evren vd., 2010). Azeredo ve arkadaşları 2006'da gerçekleştirdikleri çalışmada koruyucu madde ve şeker ilavesi olmadan üretilmiş mango pestili örneklerinin kabul edilebilirliği ve depolama sürelerinin değerlendirilmesi yapmışlardır. 25°C paketlenmiş, su aktivitesi 0.62 ve pH değeri 3.8 olan örneklerde ürünler kimyasal koruyucu gerektirmeksizin 6 ay mikrobiyolojik dayanıklılık göstermişlerdir. Ancak bu ürün, lezzet açısından uygun bulunmakla birlikte, panelistler ürünün sert olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir (Azeredo vd., 2006).

Huang ve Hsieh (2005), yaptıkları çalışmada armut pestili üretmişlerdir. Ürünün analizinde bazı bulgular elde edilmiştir. Ürüne ne kadar su eklenirse L\* (parlaklık)

değerinin o kadar düştüğü ve esmerleşme reaksiyonlarının hız kazandığı belirlenmiştir. Üründe mısır şurubu kullanımı ise  $L^*$  değerini arttırmaktadır. Ürün yapısındaki pektin miktarı ürünü sertleştirmekte, mısır şurubu ise zıt etki yapmaktadır. Son olarak su aktivitesi ve nem miktarı az olan bir pestilin düşük mikrobiyolojik yüke sahip olduğu belirtilmiştir. Kara (2014) de farklı nişasta yoğunlukları ve kurutma şartları ile altınçilek meyvesinin pestilini üretmiştir. Kurutma için güneşte kurutma ile kurutma kabininde kurutma kullanılmış, kabinde 60, 70 ve 80 °C olmak üzere üç ayrı sıcaklık kullanılmıştır. Kurutma kabininde kullanılan sıcaklık arttıkça fenolik madde miktarında artış gözlemlenmiştir. 80 °C sıcaklıktaki pestillerin karotenoid madde ve C vitamini kaybı en fazla olarak görülmüştür. Araştırma göstermiştir ki incelenen bütün pestillerde fenolik bileşikler,  $\alpha$ -karoten ve  $\beta$ -karoten miktarları düşerken şeker miktarlarının da değiştiği görülmüştür. Altı ay bekletilen örnekler mikrobiyolojik açıdan incelenmiş ve uygun bulunmuşlardır. Bir diğer araştırma ise pestilin kaplama olarak kullanımı ve yenilebilir film maddesi olarak kullanımındaki uygunluğunu incelemiştir. Kaynatılmış üzüm suyu ile nişasta karışımından üretilen ve geleneksel yöntem ile üretimi yapılan pestil farklı kalınlıklarda üretilmiştir ve güneşte ve sıcak havada olmak üzere iki tip uygulama ile kurutulmuşlardır. Güneşte kurutması yapılan pestillerin mikrobiyolojik açıdan daha riskli olduğu belirlenmiştir. Pestildeki renk parametreleri kurutma yöntemlerinin ikisine de hayli duyarlıdır; bağıl nem %55'in altına düştüğü takdirde antep fıstığı kaplamalı pestilin ağırlığı değişebildiği tespit edilmiştir (Maskan vd., 2002). Depolanmış durian pestili üzerine yapılan başka bir çalışmada, pestilin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri incelenmiştir. İncelenen ambalaj materyalleri alüminyum folyo, yüksek yoğunluklu polietilen, düşük yoğunluklu polietilen ve polipropilendir. Depolamanın ilk haftalarında su aktivitesi ve nem içeriği dalgalı bir şekilde farklılaştığı fakat bu iki parametrenin de sekiz haftalık depolamanın ardından sürekli olarak azaldığı tespit edilmiştir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına bakıldığında bütün ambalajlarda bu reaksiyonların arttığı görülmüştür. Ancak en fazla reaksiyon düşük yoğunluklu polietilen ambalaj kullanılan pestillerde görülmüştür. Ayrıca depolama süresi arttıkça  $L^*$  ve  $b^*$  renk değerleri artmakta,  $a^*$  renk değeri ise azaldığı görülmüştür. On iki haftalık depolamanın ardından pestilleri deneyen panelistler hiçbir örnekte duyusal açıdan bir sorun bildirmemişlerdir (Irwandi vd., 1998). Gümüşhane'de üretilen pestil ve bahsi geçen ürünlerin modifiye edilmeleri sonucunda "Çokopestil" adında yeni ve alternatif bir pestil ürünü piyasa kazandırılmıştır. Bu çerçevede 25 kg çiçek balı, 15 kg süt, 25 kg şeker,

15 kg un ve 80 kg taze meyve kullanılarak yapılan herleye fındık ve ceviz ilave edilip 30-40°C’de kurutulmuş çokopestilin sade pestile göre daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu (%7.73), ürünlerde kuruma süresinde aflatoksin oluşmadığı ve HMF miktarının 6.28-9.68 mg/kg arasında değiştiği belirtilmiştir (Yıldız, 2009).

### **1.2.13. Duyusal Sorunlar**

Pestillerin ve kömelerin açık ambalajlı saklandıkları takdirde nitelikleri 3. aydan itibaren hızla düşmektedir. Bu ürünlerin nem içerikleri düşer, asitlikleri yükselir, mikrobiyal yükleri artar. Duyusal bakış açısıyla 6. aydan itibaren bu ürünler uygunsuz olarak görülmektedir. Aflatoksin oluşumu gözlemlenmemekle birlikte sertlik-yumuşaklık ve koku-tat konularında ambalajsız ürünler tüketiciler tarafından çok kötü puanlandırılmıştır. Ambalajsız ürünler için 3 aylık bir raf ömrü dahi önerilmemiştir. İncelenen ballı tatlı ve muska 3 ay saklandıktan sonra kabul edilemez duruma gelmişlerdir. Bilhassa muskanın sertlik-yumuşaklık değeri 3. ay sonunda panelistlerin verdiği 0-36 puan aralığında 20 puana dahi ulaşamamıştır (Bayram, 2018). Yakın zamandan başlayarak pestil ve köme üreticilerine modifiye atmosfer ambalajlama şekli önerilmeye başlamıştır. Bulgular bu ambalajlama şeklinin PVC tabaklamaya kıyasla pek bir farkının olmadığına işaret etmektedir. Bu bulguya ulaşılan çalışmada değişik CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> ortamları test edilmiştir. Bunun yanında vakum ambalajlama ile paketlenen ürünün raf ömrü de diğer ambalajların kullanılmış olduğu ürünlere nazaran daha düşük olarak görülmüştür. Bu durumun sebebinin vakumlu ortamın ürüne yaptığı baskının ürün sertliği puanlarını olumsuz etkilemesi olduğu tahmin edilmektedir. Görsel olarak mat ve bulanık bir görünüm ortaya çıkmaktadır. Muska pestilde dışarı sızan fındık yağı görünümü en fazla olumsuz etkileyen unsurlar arasındadır. Koku ve tat olarak oldukça düşük puanlar belirlenmiştir. Fındıklı pestil koku-tat değerlendirmesinde en dayanıklı pestildir (Bayram, 2018).

### **1.2.14. Otomasyon**

Geleneksel gıdalar bugüne ulaşmaya kadar toplumun içinde yaşadığı mekan, zaman, iklim, bitki örtüsü ve kültürel öğeler ile etkileşime girerek bugünkü halini almış gıdalardır. Çevresel faktörler bu gıdaların tarihsel gelişiminde hayli etkili olmuşlardır. Bu faktörler gıdaların zaman geçtikçe gelişmesine ve değişmesine, yöreden yöreye farklı

gıdalar ortaya çıkmasına ve yeni üretim süreçleri, tarifler ve yeni tatlar ortaya çıkmasına önayak olmuşlardır. Yeni gelişen teknolojiler ile bu ürünler olumlu veya olumsuz etkilenmişlerdir. Güncel üretimin şekillenmesinde özellikle ambalajlama, üretim araçları ve üretim ortamlarındaki değişimler etkili olmuştur (Boz, 2012).

Türkiye’de geleneksel pestil üretiminde geleneksel yöntemler kullanılarak meyvelerin şıraları çıkarılır, nişasta eklenerek bulamaç üretilir, ince bir şekilde bezlere serilir, güneşte veya kurutma fırınlarında kurutulur ve bezlerden ayrılır. Pestilde kuşkusuz hammadde olan meyvenin büyük etkisi bulunmaktadır; ancak üretim şeklide nasıl bir pestil elde edileceğini belirlemektedir (Maskan vd., 2002). Günümüzde geleneksel yöntemlere modern ve hijyenik üretim ortamları, yeni makineler ve işletme teknolojileri eklenmiş, ürün özellikleri bu durumdan hayli fazla etkilenmiştir. Açık kazanlarda ve atmosfere açık şekilde üretim yapılması olumsuz etkiler yaratmakta ve açık havada kurutma ürünleri mikrobiyal etkilere açık hale getirmektedir. Dolayısıyla geleneksel metotların terk edilip modern üretime geçilmesi daha kaliteli ürünler anlamına gelmektedir. Günümüzde ideal bir üretim geleneksel pestilin yerel ve geleneksel özelliklerini korumalı ancak modern teknolojileri kullanmalıdır (Boz, 2012). Pestil görüntüsüyle insanları cezbeder, korunması kolaydır, pratiktir ve yüksek enerjilidir. Fakat üretim sürecinde yoğunlaştırma, jelatinleştirme ve kurutma adımlarında biyoaktif bileşenlerin önemli bir bölümü kaybolma riskiyle karşı karşıyadır. Bu durum son ürünün besin değerlerini olumsuz etkiler. Bunun yanı sıra usulsüz üretilen pestiller zararlı bileşenler ihtiva edebilirler (Boz, 2012). Meyve püresi veya meyve suyu yoğunlaştırılırken yapılan ısı işlemlerde enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri yaşanabilir ve HMF ve akrilamid gibi sağlığa zararlı maddeler oluşabilir. Buna ek olarak, geleneksel üretimde gölgede serilip kurutulan pestiller çevre koşullarına açıktır ve kontamine olabilirler. Diğer olumsuz etkenler yoğun işçilik gerektirmesi ve mevsim şartlarının son üründe standardizasyonu zorlaştırmasıdır. Sıcak hava akımı ile endüstriyel kurutma yapılması daha fazla enzimatik olmayan esmerleşme tepkimesine sebep olmaktadır. Bu durum, pestil üretilirken istenen yararlı maddeler korunurken zararlı maddelerin oluşmasının engellenebilmesini sağlayan yeni üretim süreçlerinin geliştirilmesini elzem kılmaktadır (Maskan vd., 2002). Pestil üretiminde yararlanılan güneşte kurutma yönteminin, uzun kuruma süresi, çevresel faktörlere dayanıyor oluşu ve mikrobiyal kontaminasyona ve sonrasında bozulmaya son derece açık olması gibi nedenlerle birçok dezavantajı bulunmaktadır. Pestil üretiminde bu dezavantajların üstesinden gelmek için daha önce sıcak havayla kurutma, fırında kurutma

ve kızılötesi kurutma kullanılmıştır. Başka bir kurutma yöntemi olan tünel kurutma yöntemi ise renk bozulması ve kahverengileşme gibi dezavantajlara sahiptir. Bir diğer yöntem olan akışkan yataklı kurutma ise kurutan havanın ısıtılmasını gerektirdiğinden ilave enerji maliyeti ortaya çıkarmaktadır. Öte yandan osmotik dehidrasyon yöntemi, nispeten düşük kurutma sıcaklıkları ve düşük enerji tüketimi nedeniyle arzu edilen kalitede nihai kurutulmuş ürünlerdeki besin maddelerinin korunmasında kullanılan kurutma yöntemleri arasında yer almaktadır (Channe ve Datta, 2018). Geleneksel yöntemlerdeki dezavantajları ortadan kaldırmak için, pestil üretiminde sıcak hava ile kurutma, mikrodalga ile kurutma veya kızılötesi kurutma gibi yöntemler test edilmiştir. Ancak bu yöntemlerde kullanılan yüksek sıcaklıklar kurutulan ürünün lezzetini, rengini ve besin değerlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Tontul ve Topuz, 2017). Kısacası, geleneksel yöntemler terk edilerek yukarıda zikredilen yeni yöntemler Otomasyon ile pestil üretiminde kullanıldığında avantajlar ve dezavantajlar birlikte gelecektir.

#### **1.2.15. Pestil Ürünleri Ve Sağlık**

Pestil ve ürünleri içeriğindeki değerli katkı maddelerinden dolayı oldukça besleyici gıda ürünleridir. Yapılan çalışmalarda pestil ve ürünlerinde belirlenen önemli besinsel elementler ve miktarları Tablo 2.1 verilmiştir. Ülkemizde geleneksel yollarla üretilen pestiller ilk başlarda kışın tüketilmek için kurutulurdu ve içeriğindeki yüksek besin değeri ile kış aylarında insanların ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılardı. Pestil, potasyum açısından oldukça zengin iken sodyum bakımından fakirdir. Aşağıdaki Tablo 2.1 ele alındığında, dut pestilinde, erik pestilinde, kayısı pestilinde ve üzüm pestilinde sırasıyla 3881, 8061, 15206, 5173 mg/kg potasyum mevcuttur. Örneğin Bu durum pestilin kalp-damar hastalıklarının önlenmesi bakımından önemli bir besin hale gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca pestilin besin içeriği, imalatında kullanılan dut, ceviz, bal, süt ve fındığın kalitesi ile ilgilidir. Bunun yanı sıra suda eriyen (A, D, E, K) vitaminler ile B grubu vitaminlerini de barındırmaktadır. Bu nedenle hücrelerinin yenilenmesinde, su dengesinin sağlanmasında, hormon ve enzim üretiminde, bağışıklık sisteminin kuvvetlendirilmesinde büyük ölçüde önemli bir etkiye sahiptir. Selenyum mineralinin eksikliği vücudun savunma mekanizmasının zayıflamasına yol açan etkenlerden biridir ve kalp hastalıkları, kanser ve kısırlığa sebep olabilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1312 hasta üzerinde yapılan araştırmada, 200 mcg selenyum alımı sonucunda prostat kanseri %63 oranında, akciğer kanseri %47 oranında,

kolorektal kanserde %58 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Buna ek olarak bütün kanser türlerinde genel olarak ortalama %37 oranında bir azalma saptanmıştır. Vücudun günlük alması gereken selenyum ihtiyacı 70–100 mcg arasındadır. Pestil, içeriğinde selenyum minerali bulunan nadir besinlerden biridir (Özbek, 2010). Beyaz, renkli çekirdekli veya çekirdeksiz 100 gr üzümün 0.1 µg selenyum içerdiği belirtilmektedir (Çelik, 2014). Çinin ankang şehrindeki dutlarda yapılan başka bir çalışmada selenyum miktarını 0.025 mg/kg olarak bulmuşlardır (Fang, 2012). Pestil demir minerali açısından da oldukça zengin bir besindir. 100 gr fındıkta 4.5 mgr, cevizde 3.1 mgr, dutta 1.57 mgr ve balda 0.05 mgr kadar bulunan demir tamamıyla pestilin yapısına geçmektedir (Özbek, 2010). Aşağıdaki Tablo 2.1 de incelendiğinde, dut pestilinde, erik pestilinde, kayısı pestilinde ve üzüm pestilinde sırasıyla 14, 11, 46, 13 mg/kg demir mevcuttur. Pestil ürünleri % 80 civarlarındaki şeker varlığı ile iyi bir enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Pestil ürünleri 1.9 ile 4.0 g/100g protein içeriklerin olduğu anlaşılmaktadır. Dut, üzüm ve erik gibi yüksek fenolik içeriğine sahip meyvelerden elde edilen pestillerin yine aynı doğrultuda yüksek antioksidan kapasitelerini olduğu da tablodan anlaşılmaktadır. Tüm bunlar dikkate alındığında dengeli tüketildiğinde pestil ve ürünleri birçok sağlık bileşeni ile besleyici bir gıda olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. 1. Pestil ve ürünlerindeki besinsel elementler ve miktarları

Besinsel element	Bileşimin Adı	Miktarı (g/100g)	Ürün (Pestil)	Kaynaklar
Karbonhidrat Nişasta Diyet lif	Toplam kül	1.4	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
		1.6	Erik	
		3.5	Kayısı	
		1.6	Üzüm	
	Toplam kül	4.0	Dut	Kerse 2018
Nem	Toplam nem	14.3	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
		19.5	Erik	
		17.3	Kayısı	
		11.3	Üzüm	
	Rutubet	18	Dut	Kerse 2018
Protein	Protein	2.0	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
		2.0	Erik	
		1.9	Kayısı	
		4.1	Üzüm	
	Protein	1.6	Dut herlesi	Baltacı vd., 2016
	Protein	1.5	Dut	Kerse 2018
Yağ	Ham yağ	0.4	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
		0.1	Erik	
		2.6	Kayısı	
		0.6	Üzüm	
Şeker	Toplam şeker	83.4	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
		79.0	Erik	
		80.1	Kayısı	
		87.6	Üzüm	
	Toplam şeker	22.0	Dut herlesi	Baltacı vd., 2016
Mineral Maddeler (mg/kg)	Fe, Cu, P, K, Na, Ca, Mg	14-10-401-3881-215-2507-47	Dut	(Ekşi ve Artık, 1984)
	Fe, Cu, P, K, Na, Ca, Mg	11-6-821-8061-245-3828-68	Erik	
	Fe, Cu, P, K, Na, Ca, Mg	46-9-865-15206-207-2318-72	Kayısı	
	Fe, Cu, P, K, Na, Ca, Mg	13-10-1099-5173-203-2563-65	Üzüm	
Toplam Antioksidan	Toplam Antioksidan FRAP Antioksidan	40.05 (%)	Dut	Sengul vd, 2010 Yıldız, 2013
		92.3 (mM TE g <sup>-1</sup> )	Dut	
Toplam Fenolik	Toplam Fenolik	4.79 (ug GAE/ mg)	Dut	Sengul vd, 2010 Boz, 2012 Yıldız, 2013
		35.77 (µgGAE/mg)	Dut	
		32.24 (mg GAE per 100 g)	Dut	



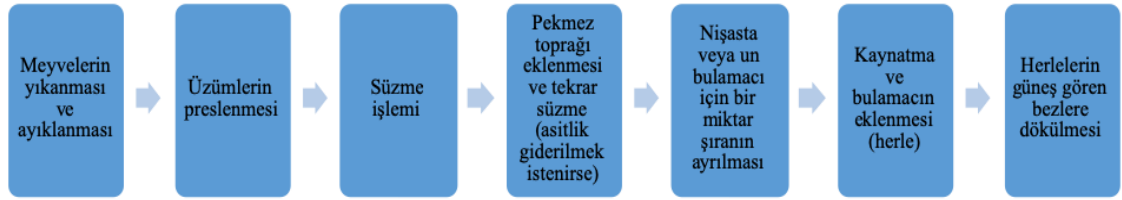
### 1.2.16. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı, ince bağırsağa büyük ölçüde etki eden otoimmün bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Çölyak hastalığı ince bağırsak mukozasında intraepitelyal lenfosit artışı ve kript hiperplazisi ile villus atrofisine neden olmaktadır. İnce bağırsakta hasara yol açan besinlerin alımıyla besin Emilimi bozulmaktadır. Glüten intoleransı olarak da ifade edilmektedir. Gluten tahıl proteinlerinden gliadin ve glüteninin birleşmesi ile oluşur ve buğdayın özü olarak ifade edilmektedir. Buğday ununda yapılan yaş öz tayininde tuzlu suda çözünen albümin ve globülin ile nişasta kısmı uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen sakızimsı bileşiktir (Demirçeken, 2011). Çölyak hastalığına sahip olan kişiler arpa, buğday, yulaf ve çavdar gibi tahılların içeriğindeki proteini (prolaminleri) tolere edememektedirler. Çölyak hastalığının en iyi ve en etkili tedavi yöntemi ise bireylere hayat boyu glutensiz bir diyet uygulamaktır. (Köksel vd., 2015). 'Glutensiz diyet' ifadesi günümüzde çok sık kullanılmakta olup bu ifade bazı insanlar için kafa karıştırıcı olabilmektedir. Zira çoğu insanın anlayabileceği bir diyet değildir. Bu diyet insanların kilo vermesine yardımcı olmak için tasarlanmamıştır. Bu diyet yalnızca bağırsakları iyileştirmeye yardımcı olacak bir beslenme şeklidir. Glutensiz diyet; buğday, arpa, yulaf, çavdar içeren tüm gıdaların yer almadığı bir beslenme reçetesidir. Mısır, patates, pirinç, soya unu glutensiz diyet için zararsızdır (URL-6, 2018). Açıklandığı üzere çölyak hastalığında glutensiz diyet için en riskli besin buğdaydır. Gümüşhane'de üretilen pestillerde daha çok buğday tercih edilmesi, çölyak hastaları için bu ürünlerin tüketiminde sorun oluşturmaktadır. Bu noktada glutensiz pestil üretiminin artırılması büyük bir önem taşımaktadır.

### 1.2.17. Geleneksel Ve Endüstriyel Pestil Üretimi

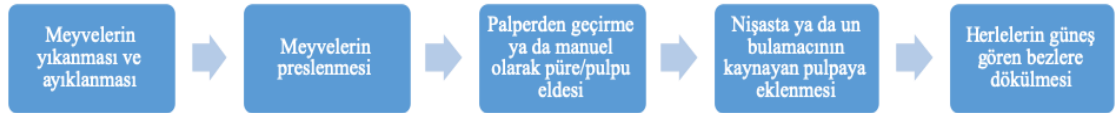
Ülkemizin birçok bölgesinde geleneksel olarak üretilen pestil ve ürünlerinin üretim proseslerinde bazı farklılıklar görülebilmektedir (Kaya ve Kahyaoglu, 2005). Ülkemizde pestil ve ürünlerinin üretim tekniklerinde üretildiği yöreye göre bazı farklı uygulamalar olsada geleneksel olarak üretilen üzüm, erik ve kayısı pestilleri aşağıda anlatıldığı şekilde yapılmaktadır. Geleneksel üzüm pestili yapımında (Şekil 1.4) öncelikle meyvelerin temiz ve kullanıma uygun hale gelmesi için yıkama ve ayıklama işlemi yapılmaktadır. Daha sonra sap ve salkımlarından ayrılan üzümler parçalanarak bir pres yardımıyla preslenir. Bu

aşamada bir bez yardımıyla süzme işlemi yapılarak çekirdek vb. parçalar ayrılır. Çekirdeklerinden ayrılan şıraya asitliği gidermek için %70 civarı kalsiyum karbonat içeren pekmez toprağı eklenip, tortunun kazanın dibine çökmesi beklenerek tekrar süzme yapılır. Asitlik giderilmek istenmezse bu işlem uygulanmaz. Bu aşamada şıranın bir bölümü nişasta veya un bulamacı hazırlamak için ayrılır. Kazanda kalan kısım yaklaşık 30 dakika kadar kaynatıldıktan sonra nişasta veya un bulamacı da kazana eklenir ve istenen kıvama kadar kaynatılarak herle elde edilir. Herleler, güneş görecek yerlere serilmiş olan bezlere, ince bir tabaka halinde dökülürken bir taraftan da mala benzeri bir araçla üzerleri düzeltilerek yayımları sağlanır.



Şekil 1.4. Üzüm Pestili Yapımının Aşamaları

Geleneksel olarak yapılan erik ve kayısı pestilinde (Şekil 1.5) ise çekirdekleri ayrılan meyveler ezildikten sonra palperden geçirilerek ya da manuel olarak meyve püresi ya da pulpu elde edilir. Daha sonra bir taraftan kaynamakta olan pulpa nişasta veya un bulamacı üzüm pestili üretimindekine benzer şekilde eklenir. İstenen kıvama gelen herleler kurutmak için bezlere yayılırlar. Güneş altında genelde bir iki günde kuruyan pestiller, kuruduklarında bezden sıyrılıp çıkarılarak depolanabilirler (Ekşi ve Artık, 1984; Nas ve Gökalp, 1993; Maskan vd., 2002; Batu vd., 2007).



Şekil 1.5. Erik ve Kayısı Pestili Yapımının Aşamaları

Literatürde pestil üzerine yapılan çalışmalardan pestil üretimi ile ilgili bazı bilgilerde şu şekildedir; Ruiz vd. (2011), genel olarak meyvelerden pestil yapım aşamalarının; meyvenin hazırlanması, ısıtma, meyve püresinin hazırlanması, katkıların ilave edilerek karıştırılması ve kurutma ile pestilin eldesi şeklinde olduğunu bununla beraber bu prosesin, kullanılan meyve, katkı maddeleri ve kurutma metoduna göre değişebileceğini

bildirmişlerdir. Elma pestili üzerine yapılan başka bir çalışmada ise, üretiminde öncelikle elmalar yıkanıp soyulduktan sonra küçük parçalara ayrılmıştır. 99.1 °C’de 10 dakika haşlanan elmalar daha sonra soğutulup püre haline getirilmiştir. Katkı maddeleri de eklenip karıştırıldıktan sonra sıcak hava kurutucuda tepsilere ince tabaka halinde yayılıp kurutularak ürün elde edilmiştir (Demarchi vd., 2013).

Endüstriyel olarak pestil üretimi ise manuel olarak yapılan bu işlemlerin özel makineler ile yapılmasına dayanmaktadır. Pestil gibi geleneksel ürünlerin günümüzde yöresel olarak küçük imalathanelerde hijyenik olmayan şartlarda ve kalitesiz bir işçilik ile üretildiği ve bu yüzden imalatçıların bu konularda bilgilendirilmelerinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Batu vd., 2007). Üreticilerin kendi formülasyonları ve el becerileri ile yöresel ve geleneksel olarak üretilen pestil örnekleri, kendilerine has karakterleri bakımından değerlendirildiğinde birbirlerinden oldukça farklılık gösterdiği, bu farklılığın temel nedeni olarak da, ürünlerin tamamen aile ihtiyaçları gözetilerek üretilmesi, ticari anlamda endüstriyel bir üretime tam anlamıyla geçilememiş olması ve Türk Gıda Kodeksi ürün tebliğlerinin bulunmaması gösterilmektedir (Kaya vd., 2010).

#### **1.2.18. Pestil Ve Ürünleri Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Jackfruit (tropik bir meyve) pestili üretiminde kurutma yöntemlerinin etkisi araştırılmış ve bu amaçla jackfruit pestilinin tüketici kalitesi ve tüketici kabul edilebilirliğinde güneşte kurutma yöntemi, kabin ve konveksiyon fırınlarda kurutma yöntemlerinin etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre güneşte kurutulmuş pestiller (%18.50) ile kabin ve konveksiyon fırınlarında kurutulan pestiller (%18.85) arasında nem içeriği bakımından önemli bir fark olmadığı, güneşte kurulan pestillerin kabin ve konveksiyon fırınlarda kurutulan pestillere kıyasla panelistlerden kısmen daha az puanlar aldığı belirtilmiştir. Ayrıca enstrümantal dokusal analiz sonuçlarına göre pestil örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı da belirlenmiştir (Okilya vd., 2010). Durian pestilinin depolama sırasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerinde farklı ambalaj materyallerin (aleminyum folyo, yüksek yoğunluklu polietilen, düşük yoğunluklu polietilen ve polipropilen) etkilerinin belirlendiği çalışmada, depolamanın ilk haftalarında su aktivitesi ve nem içeriğinde dalgalanmalar meydana geldiği ancak sekiz haftalık depolamadan sonra her iki parametrenin de azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan bütün ambalaj çeşitlerinde depolama

süresine bağılı olarak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının arttığı, ancak düşük yoğunluklu polietilen ile ambalajlanmış pestillerde en yüksek düzeyde gerçekleştiği, depolama süresindeki artışa bağılı olarak ise L ve b renk değerleri artarken a renk değerinin ise azaldığı gözlemlenmiştir. On iki haftalık depolama periyodu sonrasında yapılan duyuusal testlerde bütün pestil örneklerinin panelistler tarafından kabul gördüğü belirtilmiştir (Irwandi vd., 1998).

Babalola vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada %80 meyve pulpu (papaya ve guava), %20 şeker çözeltisi, %0.2 sitrik asit ve %0.1 sodyum benzoat kullanılarak üretilen pestil örnekleri 60°C’de 8 saat kurutulmuştur. Üretilen papaya ve guava pestillerinin 8°C sıcaklıkta depolama sırasında papaya pestilinin kalori değeri, su aktivitesi, pH ve toplam maya içeriğinin guava pestilinden daha yüksek olduğu, ancak guava pestilinin dokusal özelliklerinin daha iyi olduğu ve bütün duyuusal parametrelerde papaya pestilinden daha yüksek skorlar aldığı tespit edilmiştir. Orijini Çin olan mango (*Mangifera indica*) tropikal meyvesinden yapılan pestillerin şeker ve koruyucu madde ilave edilmeksizin minimum kurutma sıcaklığı ve süresini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, mango pestili üretimi için petri kabı üzerine sprey şeklinde yayılmış mango püresinin kurutulabilmesi için 60-80°C sıcaklıkta 120 dakika bekletilmesi gerektiği ve 25°C sıcaklıkta polipropilen malzeme ile ambalajlanmış mango pestillerinin kimyasal koruyucular kullanılmaksızın 6 ay mikrobiyolojik olarak stabilite gösterdiği belirlenmiştir (Azeredo vd., 2006).

%0, %4.5 ve %9 oranında soya proteini konsantratu, süt tozu ve sakkaroz ilave edilerek mango pestilinin, dehidrasyon, dokusal, renk ve duyuusal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin nem içeriğinin %10’a düşmesi için 60°C de 7.6 saat kurutulması gerektiği tespit edilmiştir. Mango pestili üretiminde formülasyona ilave edilen üç bileşenin de pestilin kuruma oranını düşürdüğü belirlenmiştir. Soya proteini konsantratu, süt tozu ve sakkarozun mango pestilinin L ve a renk değerlerini artırırken, b renk değerlerini önemli ölçüde azalttığı, soya proteini ilave edilmiş pestil örneklerinin duyuusal nitelikleri açısından panelistler tarafından kabul görmemesine karşılık süt tozu ve sakkaroz ilave edilerek üretilen mango pestillerin oldukça yüksek düzeyde kabul gördüğü ifade edilmiştir. Aynı araştırmada soya proteini, süt tozu ve sakkaroz ilavesinin pestilin kesmeye karşı direncini azalttığı da tespit edilmiştir (Gujral ve Khanna, 2002). Yüksek Himalaya bölgesinin kuru ve soğuk alanlarında yabani olarak yetişen çilek çeşidi olan ve besinsel bileşenleri bakımından zengin bir içeriğe sahip seabuckthorn (*Hippophae salicifolia*) meyvesinden üretilen ve %12-14 nem içeriğine kadar bir mekanik kurutucuda 55°C’de kurutulduktan

sonra polietilen malzeme ile ambalajlanıp 14.6-26.1 °C’de depolanan örneklerde, askorbik asit ve karotenoid bileşik içerikleri incelenmiş ve ürün için en iyi depolama şartlarının oda sıcaklığında %45-65 nispi nem ortamı olduğu tespit edilmiştir (Kaushal vd., 2013).

Ananas pestilinin duyuusal ve fizikokimyasal özelliklerinde pektin ve glikoz şurubunun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada %2, %4 ve %6 olmak üzere üç farklı seviyede glikoz şurubu; %0.5, %1.0 ve %1.5 olmak üzere üç farklı seviyede de pektin ilavesi yapılmıştır. Glikoz şurubu ve pektin ilavesinin suda çözülebilir kuru madde içeriğini artırarak üretim süresini kısalttığı, pektin konsantrasyonundaki artış ile örneklerin a ve b renk değerlerinin artarken pestilin nem içeriği ve su aktivitesinin azaldığı vurgulanmıştır. En fazla kabul gören formülasyonların %6 glikoz şurubu varlığında %0,5 ve %1 pektin içeren formülasyonlar olduğu, %1’den daha yüksek oranlarda pektin ilavesinin ise örneklerin duyuusal özelliklerini olumsuz bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir (Phimpharian vd., 2011).

Antosiyaninler gibi biyoaktif bileşenleri içeren ve vitamin, mineral ve diyet lifi açısından oldukça zengin bir meyve çeşidi olan taze Roselle calyx meyvesi %10 nem içerecek şekilde 36 saat 50°C’de hava sirkülasyonlu kurutucuda kurutulup hızlı bir şekilde toz haline getirildikten sonra 1/10(w/v) oranında sulandırılarak pestil üretiminde kullanmıştır (Dangkrajang vd., 2010). Roselle pestili üretiminde formülasyona ek olarak %19.50 sakkaroz, %9 gliserol, %0.10 sitrik asit ve %0.075 potasyum metabisülfid ile stabilizör madde olarak %0-1.0- 2.0 ve 3.0 (w/w); %0- 0.2- 0.4 ve 0.6(w/w) guar gum kullanılan çalışmada yapılan kimyasal ve dokusal analizler neticesinde pektin ve guar gum ilave edilmiş örneklerin dokusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği, özellikle panelistler tarafından bütün duyuusal parametreler temelinde kabul görmediği ve sonuçta roselle pestili üretiminde pektin ve guar gum ilavesinin gereksiz olduğu vurgulanmıştır (Dangkrajang vd., 2010). Ruiz vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada; %60.8 elma püresi, %13.8 sakkaroz, %2.3 sitrik asit solüsyonu (0.302mol/l), %0.0057. potasyum metabisülfid (kontrol hariç) ve %23.1 distile su kullanarak hazırladıkları karışımda polifenol oksidaz enzimini inaktif hale getirecek düzeyde ısıtım uygulanmış ve 60°C’de örneklerin su aktivitesi 0.7 olacak şekilde kurutulmuştur. Hermetik olarak ambalajlanan örnekler 20 ve 30°C’de 7 ay süre ile depolamış ve kalitedeki değişimler incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, potasyum metabisülfid ilave edilmiş elma pestillerinin 7 ay boyunca mikrobiyal gelişme olmaksızın memnun edici düzeyde kalite özelliklerini muhafaza ettiği, ayrıca 20°C’de depolanmış kontrol örneklerinde depolamanın neticesinde antioksidan

içeriğinde yaklaşık %47 oranında azalmaya neden olduğu halde aynı şartlarda potasyum metabisülfite ilave edilerek depolanmış örneklerde bu kaybın %15.9 oranında olduğu belirtilmiştir. 0.05 ve 0.1 mm'lik polipropilen malzeme ile ambalajlanmış tropikal ciku pestilinin 8 °C'de 3 ay süre ile depolanması sonrasında örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve organoleptik özelliklerinin incelendiği çalışmada, Hunter L, a ve b renk değerlerinin zamanla kısmi bir azalma gösterdiği, her iki ambalajın kullanıldığı bütün pestil örneklerinde su aktivitesinin önemli düzeyde, toplam maya sayısının ise çok düşük oranda arttığı ve depolama sonunda yapılan duysal değerlendirmede bütün örneklerin panelistler tarafından kabul gördüğü belirtilmiştir (Che Man vd., 1992).

Fıstık, ceviz, tarçın gibi çeşni maddeleri ilave edilerek üretilen pestillerde hem lezzet gelişmekte hem de besin değeri artmaktadır. Potasyum, kalsiyum ve demir miktarı yüksek olan pestilin üretildiği meyveye bağlı olarak A, B1, B2, B6, C ve E vitamini de içerebildiği ifade edilirken pestilin raf ömrünü kısıtlayan en önemli etkenin nem kaybına bağlı olarak esnekliğin azalması olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle depolama sırasında kalitenin korunması açısından en kritik faktör olarak ambalajın nem geçirgenliğine dikkat çekilmiştir (Türkmen vd., 2010). Gujral ve Brar (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, %1, 2 ve 3(w/w) seviyelerinde kullanılan farklı hidrokolloidlerin (pektin, guar gum, karboksimetil selüloz, sodyum alginat ve gum acacia) pestilin renk, kurutma kinetikleri ve dokusal özellikleri üzerine etkileri araştırılmış, hidrokolloidlerin örneklerin rengi üzerinde önemli bir değişiklik meydana getirmediği, kesmeye karşı direncini büyük ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca ilave edilen hidrokolloidlerin kuruma hızını düşürerek kurutma süresini artırdığı tespit edilmiştir (Gujral ve Brar, 2003).

Demarchi vd. (2014)'nin kuşburnu pestili yaptıkları çalışmada ise, öncelikle olgun kuşburnu meyveleri 30 dakika kaynatılıp 1 kilogram meyve için 0.2 kilogram su eklenmiştir. Daha sonra yumuşamış meyve, pulp makinesinden geçirildikten sonra bir kevgir yardımıyla yenilmeyen kısımları ayrılmıştır. Ardından katkı maddeleri ilave edilip karıştırıldıktan sonra, sıcak hava kurutucuda yayılıp kurutularak kuşburnu pestili üretilmiştir. (Huang ve Hsieh, 2005). Pestil üretimi üzerine yapılan bir diğer çalışmada Babalola vd. (2002), tropikal bir meyve olan guavadan pestil üretmişlerdir. Pestilin yapımında, öncelikle guava, püre haline getirilmiştir. Meyve püresine katkı maddeleri eklenip karıştırıldıktan sonra haşlama işlemi uygulanmış daha sonra bir miktar soğutulup sıcak hava kurutucuda tepsilere yayılıp kurutma işlemi gerçekleştirilmesiyle pestil elde edilmiştir. Hindistan'da ise geleneksel mango pestili yapılırken, olgunlaşmış mango

meyvesinin pulp haline getirildiği daha sonra şeker kamışından elde edilen şeker eklenip bambu hasırlar üzerine serilerek ya da sıcak hava kurutucularda kurutularak pestilin elde edildiği bildirilmiştir. Mango pestili üretimi üzerine yapılan bir çalışmada öncelikle olgunlaşmış mango meyveleri yıkanıp soyulduktan sonra 80 °C’de 5 dakika ısıtılıp soğutulmuştur. Daha sonra katkı maddeleri ilave edilip karıştırıldıktan sonra sıcak hava kabin tip kurutucuda tepsilere yayılıp kurutularak pestil üretiminin gerçekleştirildiği bildirilmiştir (Gujral ve Brar, 2003). Pestil üretimi gerçekleştirilen bir diğer çalışmada kivi pestili üretilmiştir. Pestilin yapımında öncelikle kivi meyvesi püre haline getirilmiştir. Daha sonra katkı maddeleri ile blendırda karıştırıldıktan sonra pürenin doğrudan sıcak hava kurutucuda tepsiye yayılıp kurutulmasıyla üretim gerçekleştirilmiştir (Vatthanakul vd., 2010). 15, 25 ve 35°C de depolanmış üzüm pestillerinde gravimetrik metotla yapılan su aktivitesi tayinlerinde en yüksek su aktivitesi ( $a_w > 0.60$ ) değeri 35°C’de depolanmış üzüm pestili örneklerinde belirlenmiş, su aktivitesindeki artış ile pestilin yayılma basıncının depolamada uygulanan üç farklı sıcaklıkta da artış gösterdiği, ayrıca örneklerde nemi içeriği %20’nin altında iken net integral entalpinin 20 kJ/mol olduğu, nem içeriği yaklaşık %90 olduğunda ise entalpinin 10 kJ/mol’ün altına düştüğü de belirtilmiştir (Kaya ve Kahyaoglu, 2005).

Huang vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada, armut suyu konsantresine pektin (%16-20-24), su (%4-6-8) ve mısır şurubu (%0-8) ilave edilerek hazırlanan herlenin 70°C’de 8 saat kurutulmasıyla pestil örnekleri üretilmiş ve ingredientlerin armut pestilinin nem içeriği, su aktivitesi, rengi, dokusal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Üretilen armut pestili örneklerinde nem içeriğinin %6.42 ile %13.47 arasında değiştiği ve pestil örneklerinin tamamında su aktivitesinin 0.50’den düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mısır şurubu ilavesinin armut pestilinin camsılığa geçiş sıcaklığını değiştirmedeği ancak %4 su ve %24 pektin ilavesinde en yüksek camsılığa geçiş sıcaklığına (-6 °C) ulaşıldığı, pestillerin renginde depolama süresinin önemli bir etkisinin olmadığı ve armut pestilindeki rengin armut suyu konsantresinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Üzüm suyunun konsantre edilmesi, pestil üretimi için pişirme ve pestillerin kurutulması sırasındaki renk değişimlerinin incelendiği başka bir çalışmada, 20°Brix’lik olacak şekilde konsantre edilen üzüm suyu pestil üretiminde kullanılmış ve 30 dakikalık pişirme neticesinde elde edilen 40°Brix’lik konsantrasyona sahip herle yayılarak güneşte ve sıcak havada kurutulmuş ve renk değişimleri belirlenmiştir. Pestil örneklerindeki renk değişimlerinin (L, a, b) yüksek oranda pişirme sırasında meydana geldiği, güneşte ya da

sıcak hava ile kurutma sırasında sadece a renk değerlerinin etkilendiği tespit edilmiştir (Maskan vd., 2002).<sup>1</sup>

İzmir piyasasında satışa sunulan üzüm, dut ve kayısı pestillerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada toplam kuru madde %81.7-88.2, kül %0.2-3.6, protein %3.0-4.6, nem %11.8-18.3, karbonhidrat %73.7-82.4 ve enerji değerlerinin ise 321.5-256.4 kcal/100g düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Cagindi ve Otles, 2005). Üzümsü meyvelerden elde edilen ürünler mineral madde içeriği bakımından oldukça zengindir. Piyasadan temin edilen üzüm, dut, kayısı ve erik pestillerinin mineral bileşimini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, pestil örneklerinin mineral içeriği atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmiş, en yüksek demir (46mg/kg) ve potasyum miktarları (51.2g/kg) kayısı pestilinde, fosfor miktarı (1099mg/kg) üzüm pestilinde ve kalsiyum miktarı (3228mg/kg) erik pestilinde belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada pestil örneklerinin kuru madde içeriğinin %80.05-88.7 değiştiği, toplam asitlik (%6.2), toplam kül (%3.5) ve ham yağ (%2.6) oranı açısından en yüksek içeriğe sahip pestilin kayısı pestili olduğu belirtilmektedir (Ekşi ve Artık, 1984).

#### **1.2.19. Kodekse Göre Pestil**

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına göre dut pestili (TS 12677) taze olgun dutların (TS 11127) çekirdeklerinin ayrıldıktan sonra pulp haline getirilmesi ve nişasta (TS 2970) ile beyaz şeker (TS 861) eklenmesi ile yapılır. Kabul edilen katkı maddeleri şeker, kıvam verici ve asitlendiricidir. Malzemelerin eklenmesi sonrası pestil tekniği çerçevesinde koyulaştırılır ve istenen kalınlıkta yayılır. İç fındık (TS 3075) ve iç badem (TS 1278) gibi ilaveler yapılabilir ve ardından katlanarak pestil üretilmiş olur (TSE, 2000). Erik (TS 12678), kayısı (TS 12679) ve üzüm pestili (TS 12680) de TSE standartları ile tanımlanmaktadır (TSE, 2000).

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) kızılçık pestilini herhangi bir standart ile tanımlamamıştır. Fakat erik, dut ve kayısı pestilleri için kuru madde miktarı %80 ve üstü olmak, HMF miktarı ise en çok 50 mg/kg olmak zorundadır (TSE, 2000). TS 1267 numaralı TSE tarafından hazırlanan dut pestili standardında beklenen veriler şu şekildedir; toplam katı madde en az % 80, rutubet en çok % 18, titrasyon asitliği en çok % 0.2 SSA,

---

<sup>1</sup> L\* açıklık, siyah 0, beyaz 100. a\* kırmızı/yeşil, +a\* kırmızı, -a\* yeşil. b\* sarı/mavi, +b\* sarı, -b\* mavi.



sunı boyı maddesi bulunmamalı, pH 2.5-4 arası olmalı, HMF en çok 50 mg/kg, protein en çok % 1.5, toplam kül en çok % 4, % 10 HCL den çözünmeyen kül en çok % 0.1 dir. Yine aynı kodekte mikrobiyolojik ve mineral analiz veriler şu şekilde belirtilmiştir; toplam mezofilik aerobik bakteri en çok 100000 adet/g, maya ve küf en çok 100 adet/g, aflatoksin B1 en çok 5 ppb, aflatoksin (B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub>) en çok 10 ppb, Fe en çok 15 mg/kg, Cu en çok 5 mg/kg, Zn en çok 5 mg/kg, Sn en çok 150 mg/kg ve pB en çok 0.3 mg/kg dır.

#### 1.2.20. Yanıt Yüzey Metodu

Yanıt yüzey metodu Box ve Wilson tarafından 1951’de geliştirilmiştir. Öncelikle kimya endüstrisinde uygulanmış, Myers ve Montgomery tarafından “*proseslerin geliştirilmesi ve optimizasyonu için gerekli istatistiksel ve matematiksel tekniklerin birlikte kullanıldığı yöntem*” olarak tanımlanmıştır (Myers ve Montgomery, 1995). Yanıt yüzey metodu eleme denemeleri, bölge araştırması ve işlemin ya da ürünün optimizasyonu olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Optimizasyon süreçlerde işlem verimi ile ürün kabulünün yüksek olması için büyük önem taşımaktadır (Koç ve Kaymak-Ertekin, 2009). Yanıt yüzey metodu sayesinde daha az deneme ünitesi kullanılarak hızlı biçimde sonuca ulaşılabilmektedir (Yüksel, 2014).

Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi anlatabilmek için yanıt yüzey metodun 1. ve 2. dereceden polinomiyal denklemlerinden faydalanılmaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır;

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) + \epsilon$$

Burada Y: yanıt, f: bağımsız değişkenlerin sürekli fonksiyonu, n: bağımsız değişkenlerin sayısı,  $\epsilon$ : istatistiksel hata’yı temsil etmektedir.

#### 1.2.21. Çalışmanın Amacı

Pestil, ülkemizin çeşitli yörelerinde üretimi yapılan ve yediden yetmiş herkesin beğeniyle tükettiği önemli geleneksel gıdalarımızdan birisidir. Son yıllara kadar aile işletmeleri tarafından geleneksel metotlarla üretimi yapılan pestil, günümüzde fabrika ölçeğinde üretilen ürünler arasına dâhil olarak, ülke ekonomisine de katkı sağlar hale gelmiştir. Pestil bazı çalışmalarda, ıslak pürenin (herle) düz bir zemin üzerindeki beze serilerek nemi arzulanan seviyeye kadar uzaklaştırılıp kurutulmasıyla elde edilen bir ürün

olarak tanımlanırken (Cagindi ve Otles, 2005), TS9776' a göre pestil, üzüm, erik, dut ve kayısıdan elde edilen meyve ezmesi ya da sularının gerektiği zamanlarda şeker, çeşni, nişasta ve katkı maddelerinin eklenerek yöntemine uygun bir biçimde yoğunlaştırılması ve uygun bir biçimde kurutulması ile elde edilen bir mamul olarak ifade edilmektedir (TSE, 1992). Pestil üretim formülasyonunda şu bileşenler kullanılmaktadır; şeker, pekmez, bal, un/nişasta ve su dur. Kullanılan bu maddelerden un ya da nişasta pestil üretiminde mamüle viskoleastik bir yapı kazandırarak arzu edilen dokusal özelliklerin oluşmasında birinci dereceden etkilidirler. Bunun sebebi olarak ise, nişastanın ısının etkisi ile önce jelatinize olması ve daha sonra retrogrede olarak pestilin arzu edilen sertliğe ulaşması olarak gösterilmektedir (Özer ve Yağmur, 2004a; Goksel vd., 2011). Pestil ve köme gibi ürün formülasyonlarına yeterli seviyede un veya nişasta ilave edilmediği takdirde üretilen ürünler oldukça kırılgan bir yapıya sahip olurken kıvrılabilme ve bükülebilme özelliği de kaybolmaktadır. Bu nedenden dolayı pestilin arzu edilen viskoelastik özelliklere sahip olması için üretimde formülasyonlara belirli seviyede un yâda nişasta ilavesi gerekmektedir (Goksel vd., 2011).

Pestil içermiş olduğu bileşenlerden dolayı besleyici değeri yüksek atıştırmalık bir gıda ürünüdür. Ancak Türk gıda kodeksinde (TGK) belirtilen yöntem ve katkıların dışındaki uygulamalar ile üretildiği takdirde faydası bir yana beslenme açısından zararlı bir gıda olabilmektedir. Pestil üretiminde pişirme işlemi için açık kazanların ve yüksek ısı işlemlerin kullanılması ile maliyeti yüksek olan meyve şırası yerine daha ucuz sakkaroz ve mısır nişastasından elde edilen glikoz şurubu gibi bileşenlerin tercih edilmesi üretilen ürünlerin besleyici özelliklerine olumsuz yansımaktadır. Karamelizasyon, maillard reaksiyonları ve askorbik asit degradasyonu gıdaların işlenmesi ve depolanması sırasında gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır ve gıdaların beslenme değerleri ile fonksiyonel özelliklerini azaltabilen ve bazen de toksik bileşenlerin oluşmasına sebep olabilen kimyasal reaksiyonlardır (Delgado-Andrade vd., 2006; Özhan, 2008). Gıdaların raf ömrünü uzatmak, renk, tat ve aroma gibi duysal özelliklerini geliştirmek amacıyla uygulanan ısı işlemler sırasında meydana gelen yukarda saydığımız reaksiyonlar sonucunda özellikle şeker içeriği yüksek gıdalarda karamelizasyon ve maillard reaksiyonları ile oluşabilen toksikolojik potansiyeli yüksek akrilamid ve hidroksimetilfurfural (HMF) gibi bileşenlere rastlanabilmektedir (Capuano ve Fogliano, 2011; Rada-Mendoza vd, 2002). Gıda ürünlerinde arzulanan tat ve aromayı yakalamak için uygulanan yüksek ısı işlemler ile insan sağlığını tehdit eden akrilamid ve HMF gibi

bileşiklerin oluşması uygulanan bu üretim metotlarının kontrol altında yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Bozkurt vd, 1998).

Geleneksel gıdalar ve beslenme alışkanlıkları, toplumların yaşayış şekli ve şartları ile ilgili en önemli ipuçlarından olup, kültürel mirasın da birer parçasını oluşturmaktadır. Ulusal gıda kültürümüzün korunması, gıda çeşitliliğimizin artması ve böylece insanlarımızın daha sağlıklı beslenebilmesi için yöresel ve geleneksel tatlarımıza önem verilmesi gerekmektedir (Kara ve Çakal, 2010). Geleneksel ürünlerimizin, üretim koşullarının iyileştirilmesi ve optimize edilmesi, modern işletmelerin kurulması ve mevcut firmaların modern bir yapıya kavuşturulması, iyi bir denetim sisteminin oluşturulması ve pestil gibi geleneksel gıdaların gelecek nesillere aktarılması üzerinde durulması gereken oldukça önemli sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunların çözümü bileşim ve kalite farklılıklarının ortadan kaldırılması, daha sağlıklı ve hijyenik ortamlarda üretim yapılabilmesi ve ürünlere standardizasyon kazandırılabilmesiyle mümkün olacaktır (Capuano ve Fogliano, 2011).

Bu tez çalışmasında, geleneksel olarak üretilen pestil ürünlerinde meydana gelen sorunlara ürün formülasyonunda bazı modifikasyonlar yaparak çözüm üretilmesi amaçlanmıştır. Pestil üretiminde kullanılan buğday unu ya da nişasta bileşenin yerine mısır ve patates unları kullanılarak pestil ürünlerin yaşamış olduğu üretime ve depolamaya bağlı bazı fiziksel ve kimyasal (sertlik ve HMF gibi) sorunlara karşı etkileri araştırılmıştır. Ayrıca pestil üretiminde buğday unu kullanılmasında dolayı gluten hastalarının bu ürünleri tüketememeleri, kullanılan gluten içermeyen unlar ile ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Duyusal veriler ışığında optimizasyonu yapılarak en uygun pestil üretim formülasyonu ortaya konulmuş ve bu tez çalışması ile pestil endüstrisine alternatif bir pestil üretimi kazandırılmıştır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada buğday, mısır ve patates unları pestil üretiminde kullanılarak fonksiyonel özellik kazandırılıp duyuşal kabul görmüş ürün elde edilmeye çalışılmıştır. Materyal olarak; pestil üretiminde buğday, mısır ve patates unları, süt, bal, şeker, dut pekmezi ve su kullanılmıştır.

### 2.2. Yanıt Yüzey Yöntemi

Simplex lattice karışım deneme tasarımı kullanılarak 3 faktörlü (Buğday, mısır ve patates un miktarları (g/100 g un)) pestil üretim dizaynı oluşturulmuştur (Tablo 2.1). Elde edilen duyuşal veriler kullanılarak optimizasyon yapılmıştır. Pestil üretimi için gerekli malzemeler bölgesel marketlerden temin edilmiş ve üretim laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir.

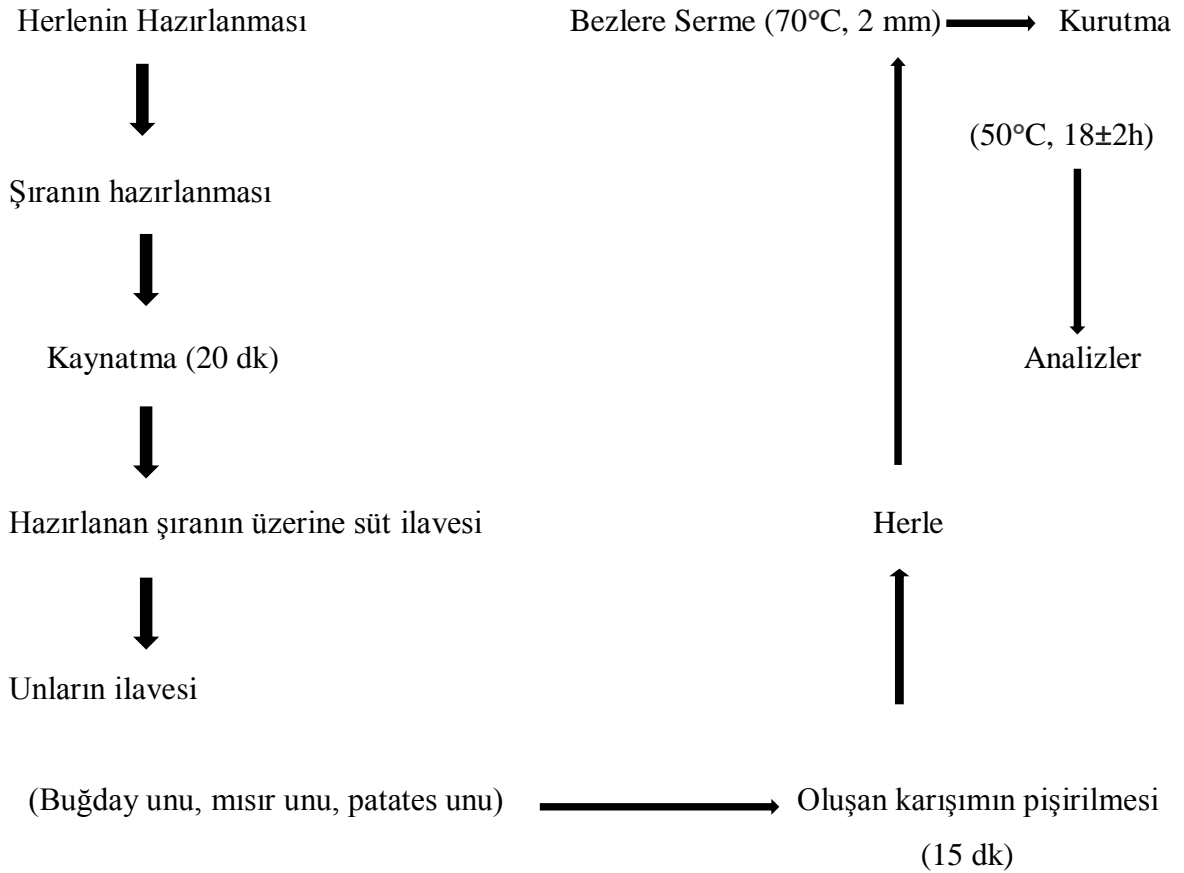
Tablo 2.1. Pestil üretimi için oluşturulmuş simplex lattice karışım dizaynı (%)\*

Örnek	Buğday unu (g/100g)	Mısır unu (g/100g)	Patates unu (g/100g)
1	6.000	6.000	0.000
2	2.000	8.000	2.000
3	0.000	12.000	0.000
4	6.000	0.000	6.000
5	0.000	6.000	6.000
6	2.000	2.000	8.000
7	6.000	6.000	0.000
8	8.000	2.000	2.000
9	0.000	12.000	0.000
10	4.000	4.000	4.000
11	12.000	0.000	0.000
12	6.000	0.000	6.000
13	0.000	0.000	12.000
14	0.000	0.000	12.000
15	12.000	0.000	0.000

\* Karışımın % 12 un geriye kalan % 88'i diğer komponentlerden oluşmaktadır.

### 2.2.1. Pestil Üretimi

Pestil üretimi Şekil 2.1’de belirtilen akım şemasına göre gerçekleştirilmiştir. Pestil üretimi için kullanılan hammaddelerin formülasyon oranları şu şekildedir; 70 g/100g su, 12 g/100g un, 9 g/100g şeker, 1.5 g/100g bal (çiçek), 6.5 g/100g süt ve 3.0 g/100g dut pekmezi. Pestil üretimi oda şartlarında ( $25\pm5$  °C) gerçekleştirilmiştir. Herle üretimi yapıldıktan sonra 1 mm kalınlıkta bezlere serilen pestiller 50 °C de  $18\pm2$  saat etüv ortamında kurutulmuştur. Kurutulan pestillerin arkası ıslak bez ile silindikten sonra pestiller bezlerden ayrılmıştır. Daha sonra elde edilen pestiller oda şartlarında ağzı kapalı saklama kaplarında muhafaza edilerek tüm analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklere ait herleler bezlere serilmeden önce viskozite tayinleri ( $70\pm3$  °C) yapılmıştır.



Şekil 2.1. Pestil Akış Şeması

### 2.3. Örneklerin Genel Bileşim Analizleri

Mikserden geçirildikten sonra elde edilmiş öğütülmüş pestil örneklerinde proximate analizleri için AOAC metot 2000'den yararlanılmıştır. Bu kapsamda kuru madde miktarı için tartım kapları sabit tartıma gelmesi için 105 °C de 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra konulan örneğin 102±3 °C'ye ayarlı fırında sabit tartıma (>3 saat) gelene kadar kurutulması ile tespit edilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere örnekler konulduktan sonra ön kurutmaya tabi tutulmuş ve daha sonra örneklerin 500 °C'a ısıtılmış kül fırınında yakılması ile gerçekleştirilmiştir. Örneklerin renk ölçümleri Lovibond marka cihaz ile yapılmıştır. L\*; siyahtan (0) beyaza (100) kadar örneğin açıklık-koyuluk, a\*; yeşil-kırmızı, b\*; sarı mavi renk değerleri ölçülmüştür. Örneklerin toplam azot (N) içerikleri Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş ve proteine dönüştürülmüştür. Su aktivitesi değerleri ise otomatik su aktivitesi tayin cihazı (Aqualab Series 3T) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği sitrik asit cinsinden (SSA) alkali titrasyon metodu ile belirlenmiştir.

### 2.4. Reoloji analizi

Örneklerin akış davranış grafikleri, viskozite değerleri, viskoz ve elastik özelliklerinin frekans ile değişimleri incelenmiştir. Bu amaç ile Anton Paar MCR 102 (Thermo Scientific, Almanya) cihazı ile paralel plaka (çap 35 mm, aralık 1.000 mm) kullanılmıştır. Akış davranış özelliklerinin belirlenmesi için 70°C sıcaklıkta, 1-100 s<sup>-1</sup> kayma hızı aralığında kayma gerilimi ölçülmüştür. Görünür viskozite değerleri 50 s<sup>-1</sup> kayma hızında belirlenmiştir. Frekans tarama analizleri lineer viskoelastik bölgede ve 70°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Örneklerin viskoz ve elastik özelliklerinin belirlenebilmesi için frekans tarama grafikleri elde edilmiştir. G' (elastik özellik), G'' (viskoz özellik) ve tan δ (G''/G') değerleri belirlenmiştir. Frekans tarama analizi 0.1-100 Hz frekans aralığında, sıcaklık tarama ise ürünün işlenmesinde uygulanan sıcaklık aralıklarında belirlenmiştir (Göksel vd., 2013).

### 2.5. HMF Tayini

5 g numune tartıldıktan sonra 50 mL balon jojeye alınmıştır ve 25 mL saf su ilave edilerek parçalayıcıda numunenin çözülmesi sağlanmıştır. 0.5 ml Karrez I ve 0.5 Karrez II

mL çözeltileri eklenerek huni yardımıyla örnekler süzölmüştür. Çözeltili 0.45 mikronluk filtreden geçilerek viallere alınmıştır. Miktar tayini için analitik standartla kalibrasyonu yapılarak HPLC-UV-DAD (Agilent 1100 seri, USA) cihazı kullanılmıştır. Ayrım C<sub>18</sub> kolon, 250 mm×4.6 mm, 5 µm (Nucleosil, USA) izokritik mobil faz: 90-10 (Su-Metanol), akış hızı: 1 ml/dakika, dalga boyu: 285 nm UV-DAD detektörlü ve şartlanmış olan HPLC sistemine 100 µL enjekte edilmiştir (IHC 5.1, 2009). Numunedeki HMF miktarı standart ve numune çözeltileri pik alanlarına göre gerekli seyreltmelerde dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplama 5 farklı konsantrasyondaki standart çözeltileri ile oluşturulan kalibrasyon tablosu da kullanılabilir. HMF pikinin alımı ile konsantrasyon arasında lineer bir ilişki vardır. Sonuçlar virgülden sonra 2 basamak biçiminde mg/kg olarak verilmiştir. Numunenin HMF içeriği, HMF olarak mg/kg olarak aşağıdaki bağıntı (1) ile hesaplanmıştır.

$$\text{HMF} \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{V_1}{m_1} \times \frac{1}{V_2} \times (y - b_0) / m \quad (1)$$

Burada; V<sub>1</sub> = 5 g numuneden naftalin ekstraksiyonu için kullanılan sikloheksanın hacmi, ml, V<sub>2</sub> =HPLC' ye enjekte edilen çözelti hacmi, ml, m= Numunesinin kütlesi, g, (y-b<sub>0</sub>) / m = kalibrasyon sabitidir.

## 2.6. Sakaroz, Glikoz, Fruktöz ve Toplam Şeker Tayini

Deney numunesinden 5.00 g cam behere tartılıp 40 ml damıtık suda ısıtılmadan parçalayıcıdan geçirilerek çözülmüştür. İçinde daha önceden 25 mL Metanol bulunan 100 mL'lik balon jöjeye aktarıldıktan sonra hacmine kadar tamamlanmıştır. Çözeltili 0.45 mikron mebran filtreden süzölüp viallere aktarılmıştır. HPLC-UV-DAD-RID (Agilent 1100 seri, USA) HPLC cihazı (akış hızı: 1.3 mL/dk, hareketli faz Asetonitril/su (80:20) hacimsel olarak kolon sıcaklığı: 30 °C ± 1 °C, Enjeksiyon Hacmi: 20 µL, 250x4.6 mm ebadında, 5–7 mikron çapında amin gruplu modifiye edilmiş silikajel kolon) kullanılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki formül (2) kullanılarak % (m/m) olarak hesaplanmıştır (TS 13359).

$$\% \text{ Şeker} = \frac{A_1 \times V_1 \times m_1 \times 100}{A_2 \times V_2 \times m_0} \quad (2)$$

A<sub>1</sub>: Örneğin her bir şeker için pik alanı, A<sub>2</sub>: Her bir standarta ait pik alanı, V<sub>1</sub>: Numune çözeltisinin toplam hacmi, V<sub>2</sub>: Standart çözeltisinin toplam hacmi, m<sub>0</sub>: Numune kütlesi, g, m<sub>1</sub>: V<sub>2</sub> (standart çözelti) hacmindeki şeker kütlesi, g.

## 2.7. Toplam Fenolik Madde İçeriği

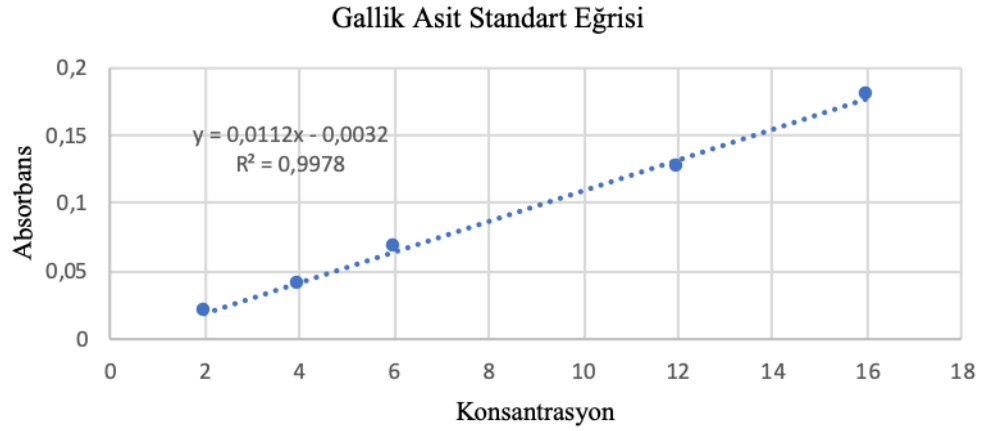
Pestil örnekleri toplam fenolik ve antioksidan analizlerine şu şekilde hazırlanmıştır; Pestiller öncelikle beherde tartılmış (5 gr) ve üzerini kaplayacak kadar saf su ilave edilmiştir. Blenderda tüm katı örneğin parçalanıp suya geçmesinin ardından süzölmüştür. Daha sonra analizler bu süzöntüden gerekli miktarda alınarak yapılmıştır.

100 µL pestil örneğinden alınarak 4.5 mL deiyonize su ilave edildikten sonra karışıma 100 µL folin–ciocalteu’s reaktifi eklenmiştir. Karışım vortekslenip 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 300 µL %2 lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. Son karışım tekrar vortekslenip 30 dakika oda şartlarında karanlıkta inkübe edildikten sonra inkübasyon süresinin sonunda karışımın 760 nm deki absorbansı okunmuştur. Kör olarak 4.6 mL su +100 µL folin–ciocalteu’us reaktifi + 300 µL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> karışımı kullanılmıştır. Pestil örneklerinde fenolik madde miktarları; gallik asidin (2, 4, 6, 12 ve 16 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin (Şekil 2.2.) doğru denklemi kullanılarak (3) toplam fenolik mg GA Eşdeğeri/ L pestil olarak ifade edilmiştir (Kasangana vd., 2015).

$$C = \left( \left( \frac{Abs + 0.0032}{0.0112} \right) \right) * 10 \quad (3)$$

C = Konsantrasyon mg GA Eşdeğeri/ L

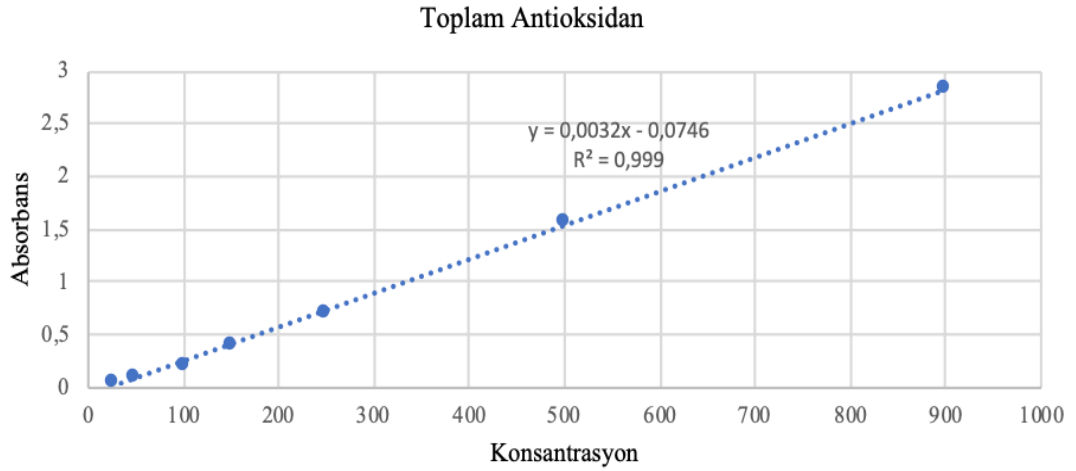




Şekil 2.2. Toplam fenolik madde analizi kalibrasyon eğrisi

## 2.8. Toplam Antioksidan Madde İçeriği

500 µL daha önce parçalanıp süzölmüş pestil örneğinden alınarak 2500 µL deiyonize su ilave edilmiştir. Karışıma 1000 µL molybdate (reaktifi 3.2.13.2) ilave edilip karışım vortekslenmiş ve 90 dakika 95 °C su banyosunda ağızları kapalı olarak inkübasyonu gerçekleştirilmiştir. Oda sıcaklığına gelmesi için 20-30 dk beklenmiştir. Kör olarak örnek yerine 250 µL saf su kullanılmıştır. Elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbansı 695 nm spektrofotometre okunmuştur. Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapılmıştır. Pestil örneklerinde toplam antioksidan madde miktarları; Askorbik asidin (25, 50, 100, 150, 250, 500 ve 900 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin (Şekil 2.3.) doğru denklemi (4) kullanılarak toplam antioksidan mg AA Eşdeğeri/ L pestil olarak tespit edilmiştir (Parmer, 2012).



Şekil 2.3. Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi

$$C = \left( \left( \frac{Abs + 0,0746}{0,0032} \right) \times 2 \right) \quad (4)$$

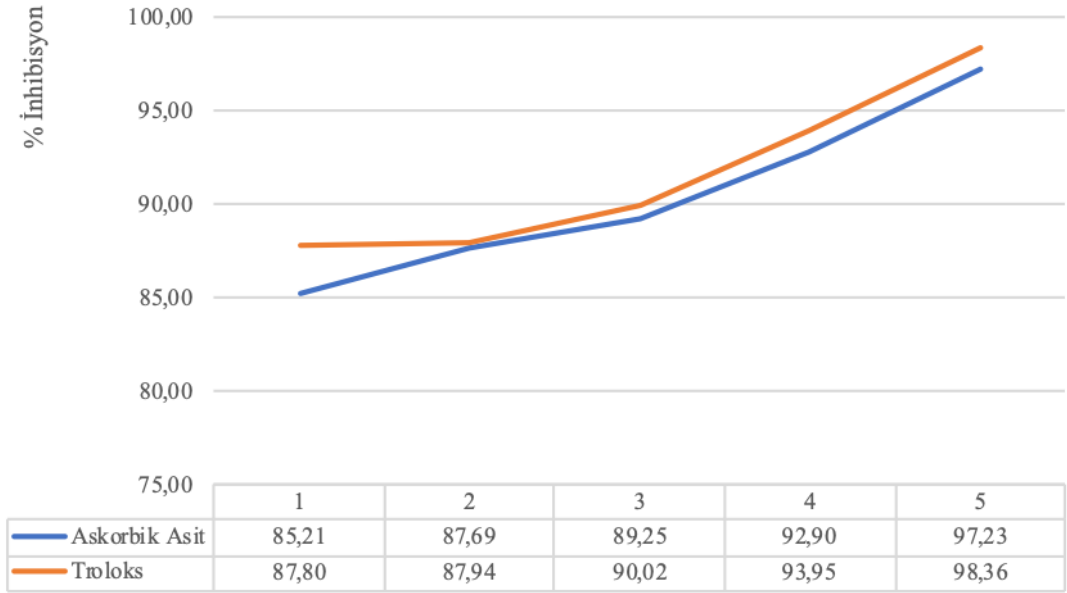
C = Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L

## 2.9. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

39.5 mg DPPH (2,2 diphenyl 1- picpylhrazyl) 10 ml metanol içinde çözüldükten sonra buzdolabı koşullarında saklanmıştır. DPPH çalışma çözeltinin hazırlanması için ana stok çözeltisinden 2.5 mL alınıp 250 mL'ye metanol ile tamamlanmıştır (Tamamlanan çözeltinin absorbansı 517 nm'de okunduğunda  $0.980 \pm 0.02$  gelmelidir). Duruma göre seyreltme ya da ana stoktan ilave edilerek absorbansı  $0.980 \pm 0.02$  değere ayarlanmıştır. 100 µL örnekten alınarak 3000 µL DPPH çalışma çözeltiye ilave edilmiştir. Karışım vortekslenip 30 dk beklenmiştir. Elde edilen çözelti sonra 517 nm'de Spektrofotometre absorbansı okunmuştur. Kör olarak 100 µL metanol kullanılmıştır. Standartlardan (Askorbik asit ve Troloks) 100 µL alınıp aynı işlemler yapılmıştır (Şekil 2.4.). Pestil örneklerinde DPPH radikal temizleme miktarları aşağıdaki şekilde (5) hesaplanmıştır (Uysal vd., 2014).

$$\% \text{ İnhibisyon Kapasite} = \left( \frac{Ac - As}{Ac} \right) \times 100 \quad (5)$$

\* DPPH Antioksidan Kapasite: % inhibisyon kapasite



Çalışma Sayısı

Şekil 2.4. AA ve Trolox standartları DPPH % inhibisyon grafiği

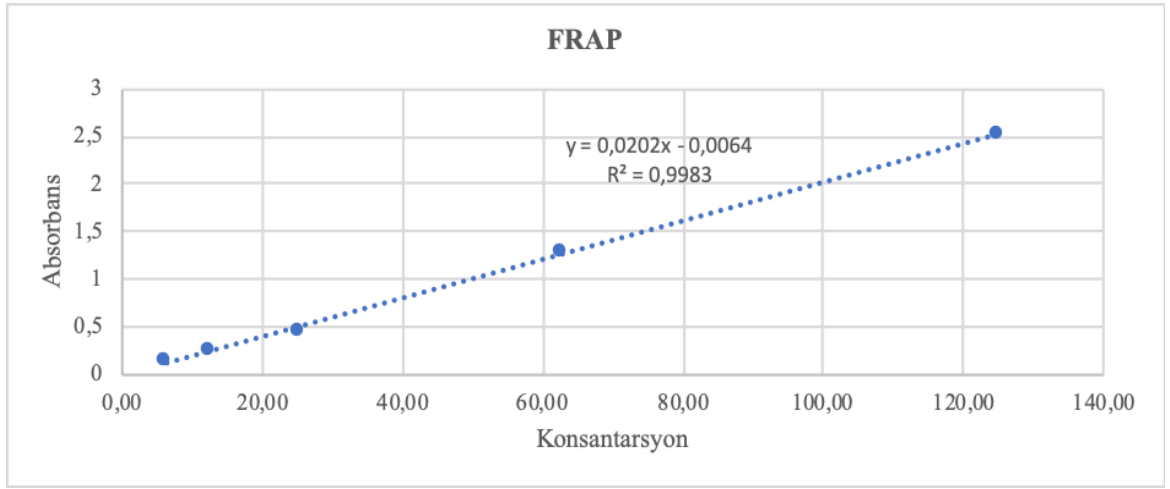
## 2.10. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

Litrelik balona 3.1 g Sodyumasetat trihidrat tartılıp bir miktar saf su ile çözülmüştür. Üzerine 16 ml Glacial asetik asit ilave edildikten sonra pH'sı 3.60'a ayarlanmıştır. 40 mM HCl çözeltisi ( $d=1.19$ , % 37'lik derişik HCl) 3.4 mL alınarak hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. 10 mM TPTZ çözeltisi: 3.123 g TPTZ 40 mM HCl çözeltisi ile hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  çözeltisi, 5.406 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  saf su ile hacmi litreye tamamlanmıştır. FRAP çözeltisi 10:1:1 (Asetat buffer çözeltisi: 10 mM TPTZ çözeltisi 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). FRAP çözeltisi kullanılmadan önce 37 °C de 15 dk inkübe edilmiştir. Ana Stok 1000 mg/L Demir iki sülfat heptahidrat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) çözeltisi 0.1830 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  tartılarak 1 litreye tamamlanmıştır. Ana stok Demir iki sülfat heptahidrat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) çözeltisinden 6.2, 12.50, 25.00, 62.50 ve 125.00  $\mu\text{L/mL}$  çözeltiler hazırlanmıştır. 250  $\mu\text{L}$  pestil örneğinden alınarak 2750  $\mu\text{L}$  FRAP çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım vortekslenip 30 dk beklenmiştir. Kör olarak 250  $\mu\text{L}$  saf su kullanılmıştır. Standartlardan 250  $\mu\text{L}$  alınıp aynı işlemler yapılmıştır. Pestil örneklerinde toplam flavanoid madde miktarları; AA (6.2, 12.50, 25.00, 62.50 ve 125.00  $\mu\text{L/mL}$ )

çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin (Şekil 2.5.) doğru denklemi (6) kullanılarak toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg AA Eşdeğeri/L pestil olarak tespit edilmiştir (Uysal vd., 2014).

$$C = \left( \frac{Abs + 0,0064}{0,0202} \right) \times 2 \quad (6)$$

C = Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L



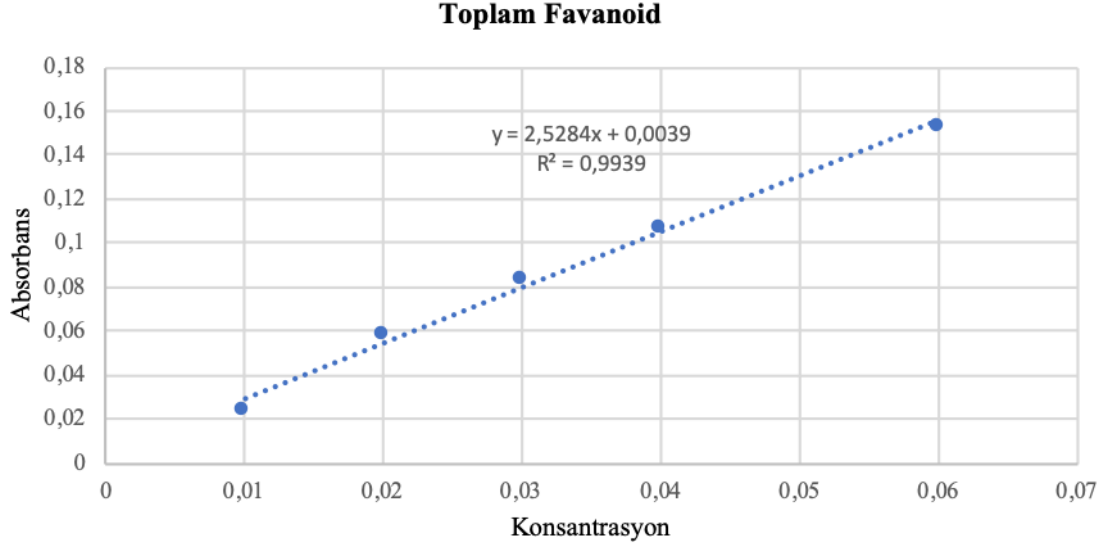
Şekil 2.5. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi

## 2.11. Toplam Flavanoid Madde İçeriği

500 µL pestil örneğinden alınarak üzerine 3200 µL metanol (% 30 v/v) ilave edilmiştir. Karışım vortekslendikten sonra üzerine 0.5 M Sodyumnitrit çözeltisinden 150 µL ilave edilmiş arkasından 150 µL 0.3 M aliminyumklörür eklenmiştir. 5 dk beklendikten sonra 1 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. Karışım tekrar vortekslenip 10 dk beklendikten sonra 506 nm’ de spektrofotometerde absorbası okunmuştur. Kör olarak 500 µL saf su kullanıldı. Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Pestil örneklerinde toplam flavanoid madde miktarları; Kateşin veya Qercetin (Etanolde çözülerek) (25, 50, 100, 200, ve 400 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin (Şekil 2.6.) doğru denklemi kullanılarak (7) toplam flavanoid mg Kateşin Eşdeğeri/L pestil olarak tespit edilmiştir (Kasangana vd., 2015).

$$C = \left( \frac{Abs - 0,0039}{2,5284} \right) \times 2 \quad (7)$$

C = Konsantrasyon mg Kateşin Eşdeğeri/ L



Şekil 2.6. Toplam flavonoid analizi kalibrasyon eğrisi

## 2.12. ABTS<sup>•+</sup> Radikal Katyonu Süpürücü Etki Tayini

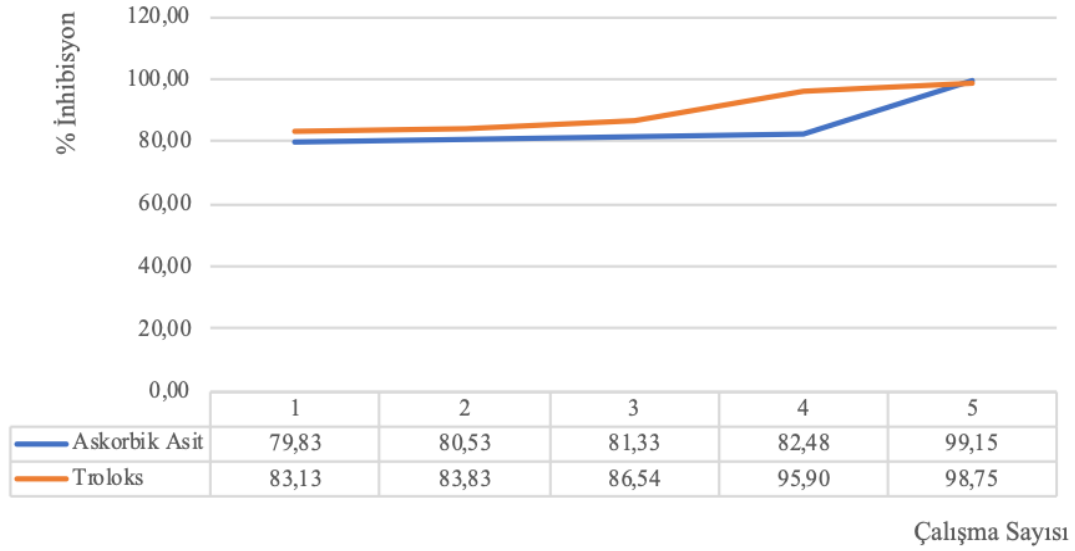
Ana stok ABTS<sup>•+</sup> Çözeltisi Reaktifinin Hazırlanması: 0.0384 mg ABTS ve 0.0134 g Potasyumpersulfat 10 mL bidistile saf su içinde çözülmüştür. Elde edilen çözeltiden 10 mL alınıp 100 mL balon jojeye bidistile saf su ile sulandırılmıştır (1:9 v/v). Kararlı hale gelmesi için 12 saat karanlıkta saklanmıştır.

ABTS<sup>•+</sup> Çalışma Çözeltisinin Hazırlanması: Ana stok çözeltisinden 1 mL alınıp 60 mL metanol ile seyreltilmiştir (Çözeltinin absorbansı 734 nm de okunduğunda absorbansı 0.706±0.001gelmelidir). Duruma göre metanol ile seyreltme yada ana stoktan ilave edilerek absorbansı 0.706±0.001 değere ayarlanmıştır.

150 µL pestil örneğinden alınarak 2850 µL ABTS çalışma çözeltinin içerisine ilave edilmiştir. Karışım vortekslenip 120 dk karanlıkta bekletildikten sonra 734 nm’de Spektrofotometre absorbansları okunmuştur. Kör olarak 150 µL metanol kullanılmıştır. Standartlardan (Askorbik asit ve Troloks) 150 µL alınıp aynı işlemler yapılmıştır (Şekil 2.7.). Pestil örneklerinde ABTS katyonu süpürücü etki tayini miktarları aşağıdaki şekilde (8) hesaplanmıştır (Uysal vd., 2014).

$$\% \text{ İnhibisyon Kapasite} = \left( \frac{Ac - As}{Ac} \right) \times 100 \quad (8)$$

#### ABTS<sup>•+</sup> Antioksidan Kapasite : % inhibisyon kapasite



Şekil 2.7. AA ve Trolox standartları ABTS<sup>•+</sup> % inhibisyon grafiği

### 2.13. Duyusal Analiz

Örneklerin duyusal analizleri Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşturulmuş olan eğitimli 20 kişilik panel grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelist grup öncelikle ürün hakkında bilgilendirilmiştir. Rastgele servis edilen pestil örnekleri tat, koku, renk, sertlik, yapışkanlık ve genel beğeni bakımından duyusal değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Değerlendirmede 1-9 aralığında skalalandırılmış olan değerlendirme formu kullanılmıştır. Panelistlerin örnekler arasında su içerek ağızlarını nötrlemeleri sağlanmıştır (Yüksel vd., 2018).

### 2.14. İstatistiksel Analiz ve Optimizasyon

Sonuçların istatistik değerlendirilmesi SAS 8.0 (SAS Institute, 1999) ve dizayn expert istatistiksel paket programları ile yapılmıştır. Elde edilen verilerde sonuçlar üzerine

faktörlerin etkisi varyans analizi (ANOVA) ile tespit edilmiş, çoklu karşılaştırmalar ile grup ortalamaları karşılaştırılmıştır ( $p= 0.05$ ). Simplex lattice karışım metodu ile hazırlanan deneme tasarımına göre belirlenen 15 noktalı çalışma sonucunda her bir cevap değişkenin ikinci dereceden polinom denklemi şu şekildedir (9):

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 \quad (9)$$

Denklemdaki veriler; Y tahmin edilen cevap değişkenidir,  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $X_3$  (Buğday, mısır ve patates unu) işlem değişkenlerini gösterirken,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{13}$  ve  $b_{23}$  ise sabit katsayıları göstermektedir (işlem parametrelerindeki model tarafından tahmin edilen her bir lineer ve lineer olmayan sabit katsayılar). Yanıt yüzey yöntemi dahilinde çalışılan duyu parametrelerin optimum seviyeleri belirlenerek faktör seviyeleri optimize edilmiştir.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Pestil örneklerinin kuru madde, kül, su aktivitesi, protein ve renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) içerikleri Tablo 3.1 de verilmiştir. En yüksek kuru madde içeriği 91.69 g/100 g iken en düşük kuru madde içeriği 84.79 g/100g olarak tespit edilmiştir. Yüksek determinasyon katsayısına ( $R^2$ : 0.76) sahip olan kuru madde değerleri için ilave edilen karışım un örnekleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir. Modelin anlamlı olduğu ( $p < 0.05$ ) kuru madde değerlerine ait model uyumsuzluğu ise anlamlı bulunmamıştır (Tablo 5.2,  $p > 0.05$ ). Tablo 5.3 de verilen reel değerler açısından örneklerle ait kuru madde değerlerinde A\*B ve A\*C karışımların negatif diğerlerin ise pozitif olduğu belirlenmiştir. Pestil üretiminde kullanılan patates ve mısır unu miktarı arttıkça örneklerin kuru madde değerlerinde azalmalar (nem seviyelerinde artış) Şekil 3.1 deki 3 boyutlu grafikte görülmektedir.

Tablo 3.1. Pestil örneklerine ait bazı fizikokimyasal analiz sonuçları

Örnek	Kuru madde g/100g	Kül g/100g	Su aktivitesi $a_w$	Protein g/100g	$L^*$	$a^*$	$b^*$
1	88.95±0.18	0.96±0.02	0.57±0.02	5.15±0.20	42.93±1.14	6.47±0.47	19.44±2.33
2	88.37±0.20	1.21±0.02	0.58±0.01	4.22±0.25	40.82±1.16	6.66±1.27	21.40±1.37
3	87.25±0.66	1.16±0.01	0.62±0.01	4.15±0.42	43.09±0.50	7.02±0.44	24.04±1.22
4	86.24±0.10	1.36±0.03	0.56±0.01	5.11±0.16	41.06±1.06	6.83±1.49	18.99±1.28
5	87.32±0.50	1.51±0.05	0.60±0.01	3.22±0.25	42.02±3.02	6.92±0.78	22.80±3.51
6	87.97±1.08	1.71±0.01	0.54±0.01	5.53±0.06	40.36±1.73	7.37±0.96	19.79±2.06
7	88.37±0.39	0.79±0.10	0.56±0.01	4.99±0.01	42.99±1.54	6.00±1.09	21.88±0.53
8	89.51±0.19	0.84±0.08	0.55±0.01	6.00±0.05	41.93±0.80	6.35±0.42	18.90±0.86
9	86.71±0.12	1.06±0.06	0.63±0.01	5.36±0.32	43.13±0.51	6.76±0.50	24.60±1.21
10	84.79±0.10	1.24±0.01	0.60±0.01	4.01±0.48	40.56±1.06	7.32±1.35	21.35±1.65
11	91.46±0.10	0.67±0.09	0.54±0.02	6.27±0.19	42.20±1.80	6.20±0.98	19.80±1.81
12	88.47±0.33	1.30±0.06	0.55±0.01	5.22±0.25	39.92±0.58	7.52±1.41	20.35±1.78
13	85.61±0.56	1.65±0.08	0.58±0.01	4.80±0.67	40.17±0.96	6.56±0.72	19.07±1.42
14	85.86±0.24	1.49±0.48	0.56±0.01	5.63±0.80	41.54±1.96	6.17±0.57	19.65±2.04
15	91.69±0.31	0.66±0.05	0.55±0.01	6.58±0.85	41.52±2.05	6.16±0.79	21.54±2.34

Pestil örneklerin kül içerikleri ilave edilen un miktarlarına göre anlamlı bir şekilde etkilendiği belirlenmiştir (Tablo 3.2,  $p < 0.01$ ). Özellikle A\*C formülasyonunda kül değeri önemli seviyede artmıştır (Şekil 3.1). Model örneklerin kül değerlerini anlamlı bir biçimde



açıklayabilirken ( $p<0.01$ ), model uyumsuzluğu önemsiz bulunmuştur (Tablo 3.2  $p>0.05$ ). Kül içeriklerine ait determinasyon katsayısı 0.94 gibi yüksek bir değer olarak belirlenmiştir. Reel değerler açısından bakıldığında formülasyondaki A\*B birlikte kullanıldığında negatif değer vermiş, diğerleri ise pozitif değerler vermiştir.

Pestil üretiminde kullanılan farklı unların örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 3.2,  $p>0.05$ ). Tek başlarına un formülasyonları (linear mixture) üretimde kullanıldığında bir miktar su aktivitesi değerlerini arttırdığı, birlikte kullandıklarında da yine bir miktar azalttıkları tespit edilmiştir. Şekil 3.1 de örneklere ait su aktivitesi değerleri incelendiğinde mısır ununun ilavesi su aktivitesi değerlerini arttırdığı görülmektedir. Örneklere ait protein değerleri mısır ve patates ununun ilavesiyle azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3.1).

Mısır ve patates unu ilavesinin örneklerin protein içerikleri üzerine etkisi anlamlı bulunurken ( $p<0.01$ ) diğer karışımların etkisi anlamsız olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.2,  $p>0.05$ ). Protein analizinde modelin etkisi anlamlı ( $p<0.05$ ), model uyumsuzluğunun etkisi yine anlamsız olarak belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Maksimum protein içeriği 15 numaralı örnekte 6.58 g/100g olarak tespit edilirken minimum protein içeriği ise 5 numaralı örnekte 3.22 g/100g olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1).

Pestil örneklerine ilave edilen unlar örneklerin L\* (parlaklık) değerlerinde anlamlı bir değişime yol açmazken ( $p>0.05$ ) a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) değerlerinde anlamlı bir değişim meydana getirmiştir (Tablo 3.2,  $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ). Örneklerin a\* değerlerinde A\*C interaksiyonun etkisi önemli bulunmuştur. A\*B interaksiyonun etkisi ise b\* değerlerinde anlamlı bulunmuştur. Model örneklerin tüm renk değerleri anlamlı bir biçimde açıklanabilirken (Tablo 3.2,  $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ), model uyumsuzluğu ise önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Formülasyonda kullanılan un örnekleri tek başlarına örneklerin değerlerini pozitif yönde etkilerken, A\*C örneklerin L\* değerlerini, A\*B örneklerin b\* değerlerini ve A\*C ve A\*B ise örneklerin b\* değerlerini negatif yönde etkilemiştir. Örneklere ilave edilen patates ve mısır unları örneklerin parlaklık (L\*) değerlerini azaltırken, buğday unu ilavesinin kırmızılık (a\*) ve buğday ve patates unu ilavesinin de sarılık (b\*) değerlerini azalttığı görülmüştür (Şekil 3.1).

Tablo 3.2. Örneklerin bazı fizikokimyasal analiz sonuçları için varyans analiz tablosu

Varyans analizinin kaynağı	Kuru madde g/100g	Kül g/100g	Su aktivitesi a <sub>w</sub>	Protein g/100g	L*	a*	b*
Lineer Mixture	12.62*	70.11*	15.42*	8.28*	8.36*	2.45	16.39*
AB	0.85	0.16	1.73	0.77	0.046	1.08	6.50**
AC	2.48	6.63**	0.070	0.97	3.39	14.90*	0.40
BC	0.34	4.15	0.048	6.75**	1.23	2.38	0.48
Model	5.73**	30.30*	6.53*	5.03**	4.31**	4.82**	7.97*
Lack of fit	4.55	2.09	3.76	2.07	2.25	1.13	0.61
R <sup>2</sup>	0.76	0.94	0.78	0.74	0.71	0.73	0.82

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu. R<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı, Lack of fit: Model uyumsuzluğu, \*p<0.01, \*\*p<0.05

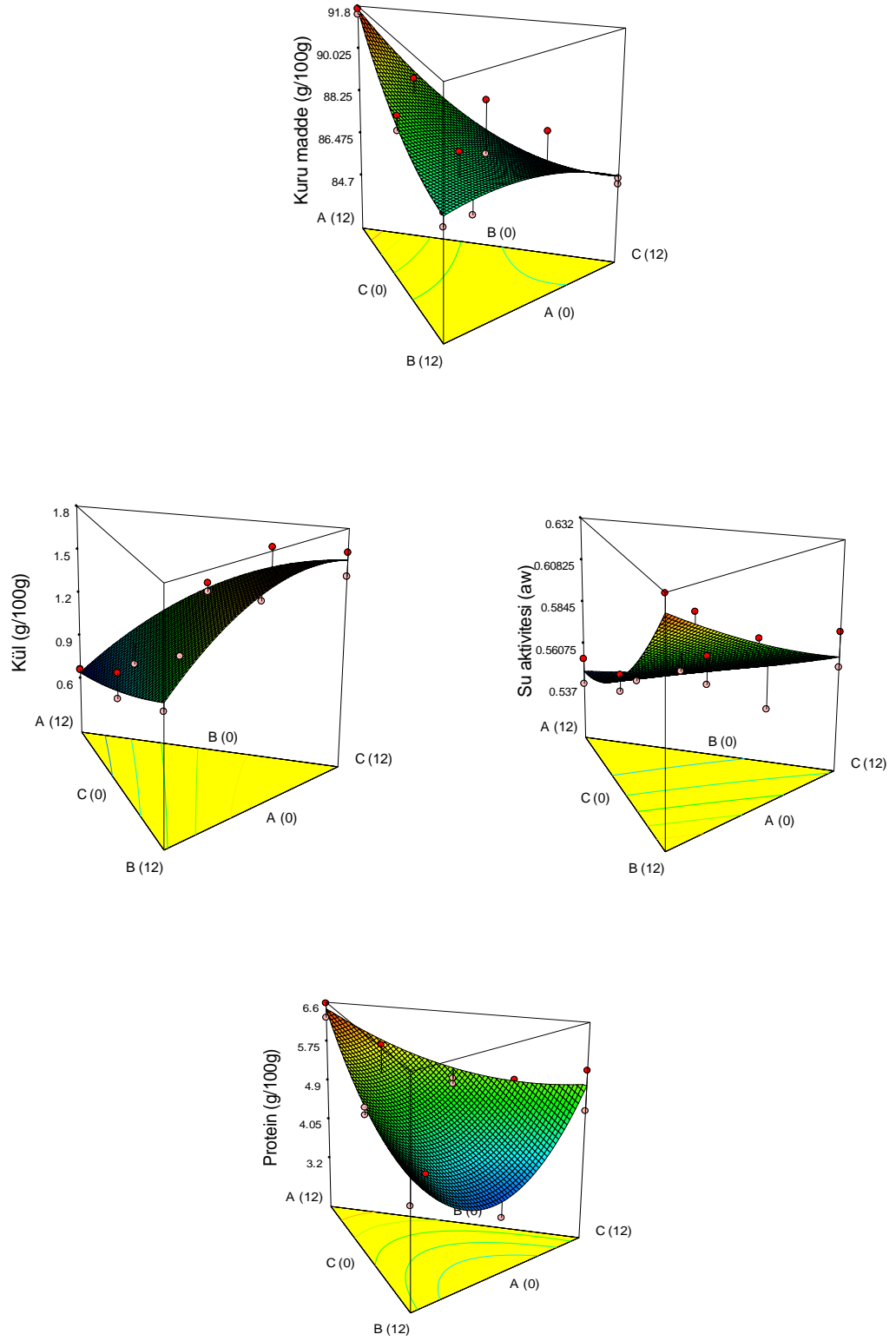
Bu tez çalışmasında uygulanan model aşağıdaki eşitlikte verilmiştir. Burada; b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>12</sub>, b<sub>13</sub> ve b<sub>23</sub> işlem bileşenleri bakımından tahmin modeli tarafından üretilen lineer ve lineer olmayan terimlerin katsayılarını ifade etmektedir. A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve C<sub>3</sub> ise sırasıyla A (buğday unu), B (mısır unu) ve C (patates unu) parametrelerini ifade etmektedir. Analiz sonuçlarında aşağıdaki model (9) kullanılarak hazırlanan nihai denklemlerin sonuçları Tablo 3.3, Tablo 3.6, Tablo 3.9, Tablo 3.12 ve Tablo 3.15 de verilmiştir.

$$Y = b_1A_1 + b_2B_2 + b_3C_3 + b_{12}A_1B_2 + b_{13}A_1C_3 + b_{23}B_2C_3 \quad (10)$$

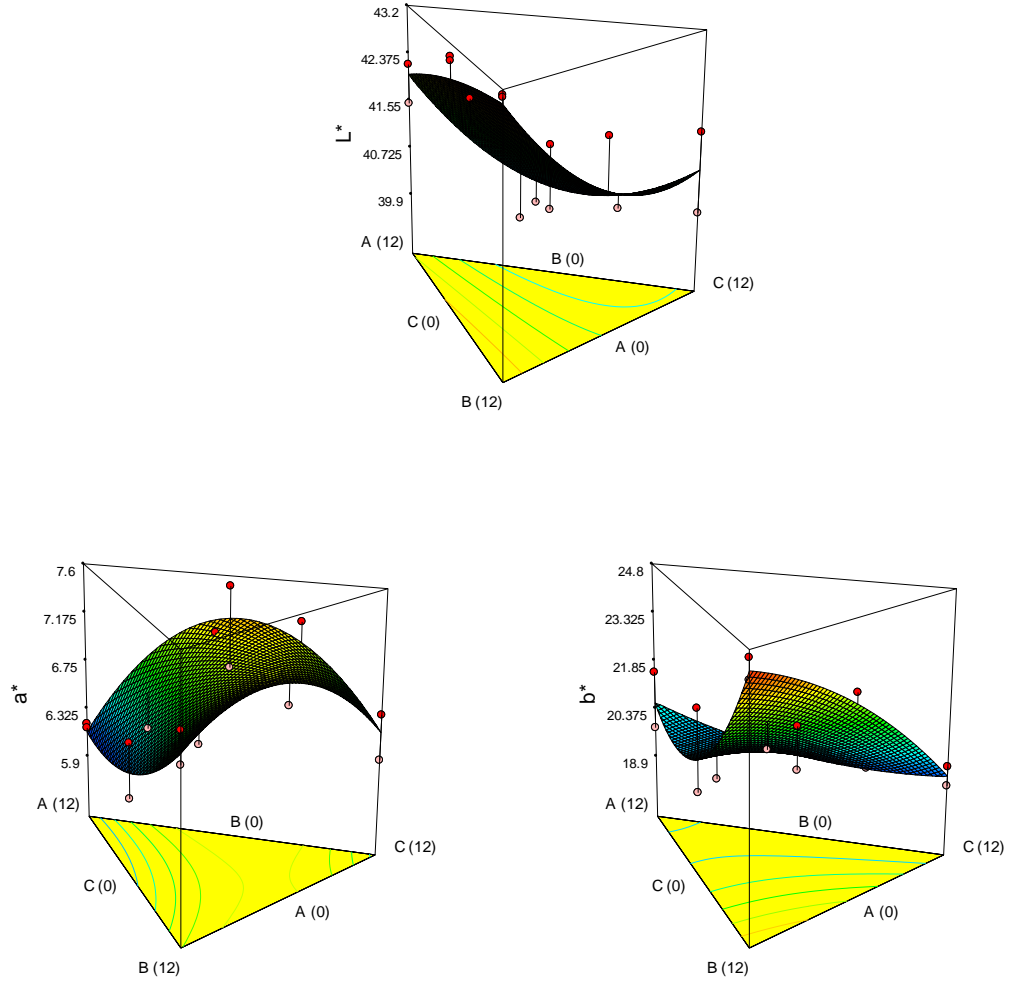
Tablo 3.3. Reel değerler açısından örneklerin bazı fizikokimyasal ve renk analiz sonuçlarına ait nihai denklem

Denklem	Kuru madde g/100g	Kül g/100g	Su aktivitesi a <sub>w</sub>	Protein g/100g	L*	a*	b*
A	+91.66	+0.64	+0.55	+6.46	+42.03	+6.12	+20.58
B	+87.12	+1.11	+0.62	+4.69	+42.99	+6.85	+24.28
C	+85.95	+1.60	+0.57	+5.32	+40.91	+6.41	+19.37
A*B	-3.64	-0.13	-0.069	-1.66	+0.53	-1.05	-8.11
A*C	-6.23	+0.85	-0.014	-1.86	-4.52	+3.91	-2.01
B*C	+2.77	+0.80	-0.014	-5.84	-3.24	+1.86	+2.63

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu.



Şekil 3.1. Örneklerin bazı fizikokimyasal ve renk analiz sonuçlarının 3 boyutlu grafikleri



Şekil 3.1. (devamı)

Farklı unlar ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait duyuşal skorlar Tablo 3.4 de verilmiştir. Renk, sertlik, tat/koku, yapışkanlık ve genel beğeni için maksimum ve minimum skorlar sırasıyla şu şekilde tespit edilmiştir: 6.35-3.75, 6.10-3.85, 6.35-4.35, 6.05-4.40 ve 6.00-4.35. Duyusal analizlere ait varyans analiz sonuçlarında model uyumsuzluğu anlamsız bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Bu sonuç uygulanan modelin duyuşal skorları anlamlı bir biçimde açıklayabildiğini göstermektedir. Örneklerin sertlik, tat/koku ve genel beğeni değerlerinde A\*C interaksiyonun anlamlı olduğu (Tablo 3.5.  $p<0.05$ ) belirlenmiştir. Uygulanan model renk ve yapışkanlık skorlarında önemsiz bulunurken ( $p>0.05$ ), diğer duyuşal verilerde önemli olduğu görülmüştür (Tablo 3.5  $p<0.01$  ve  $p<0.05$ ).

Tablo 3.4. Duyusal analiz sonuçları

Örnek	Renk	Sertlik	Tat/koku	Yapışkanlık	Genel beğeni
1	6.15±1.50	5.55±1.50	5.95±1.65	5.75±1.90	5.65±1.27
2	6.35±1.55	5.2±2.01	5.15±1.52	5.35±2.08	5.10±1.75
3	5.60±1.85	6.1±1.75	5.95±1.59	5.85±1.98	5.85±1.76
4	6.55±1.60	6,00±1.81	6.35±1.45	5.60±1.60	6,00±1.41
5	5.15±1.35	4.60±1.80	5.05±1.53	5.05±1.80	5,00±1.30
6	5.30±1.87	4.30±2.19	4.65±1.79	4.40±1.90	4.70±1.76
7	5.45±1.56	6.05±1.68	5.70±1.45	6.05±1.93	5.85±1.71
8	5.75±1.97	5.35±1.95	5.40±1.53	5.10±1.64	5.15±1.74
9	3.75±2.21	5.55±2.01	5.40±1.74	5.25±2.18	5.35±1.82
10	6.25±1.41	4.95±2.15	5.40±1.62	5.05±2.01	5.65±1.31
11	5.80±2.22	4.65±1.88	5,00±1.70	5.20±2.08	5.40±1.50
12	5.80±1.75	4.90±1.86	5.40±1.68	5.45±1.75	5.45±1.65
13	5.50±1.91	3.85±2.40	4.50±1.53	4.75±1.60	4.35±1.55
14	5.90±1.86	4.60±1.77	4.35±1.87	4.70±2.14	4.65±1.81
15	6.15±1.68	4.60±2.55	5.15±1.80	5.60±1.56	5,00±1.87

Tablo 3.5. Örneklerin duyusal analiz sonuçları için varyans analiz tablosu

Varyans analizin kaynağı	Renk	Sertlik	Tat/koku	Yapışkanlık	Genel beğeni
Lineer Mixture	2.15	8.63*	6.09**	6.49**	6.27**
AB	1.28	1.83	1.00	0.76	0.81
AC	0.43	6.94**	10.71*	0.73	8.18**
BC	0.094	3.42	1.01	1.92	0.71
Model	2.21	5.74**	4.87**	3.24	4.36**
Lack of fit	0.73	0.39	0.97	2.85	1.60
R <sup>2</sup>	0.40	0.76	0.73	0.64	0.71

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu. R<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı, Lack of fit: Model uyumsuzluğu, \*p<0.01,

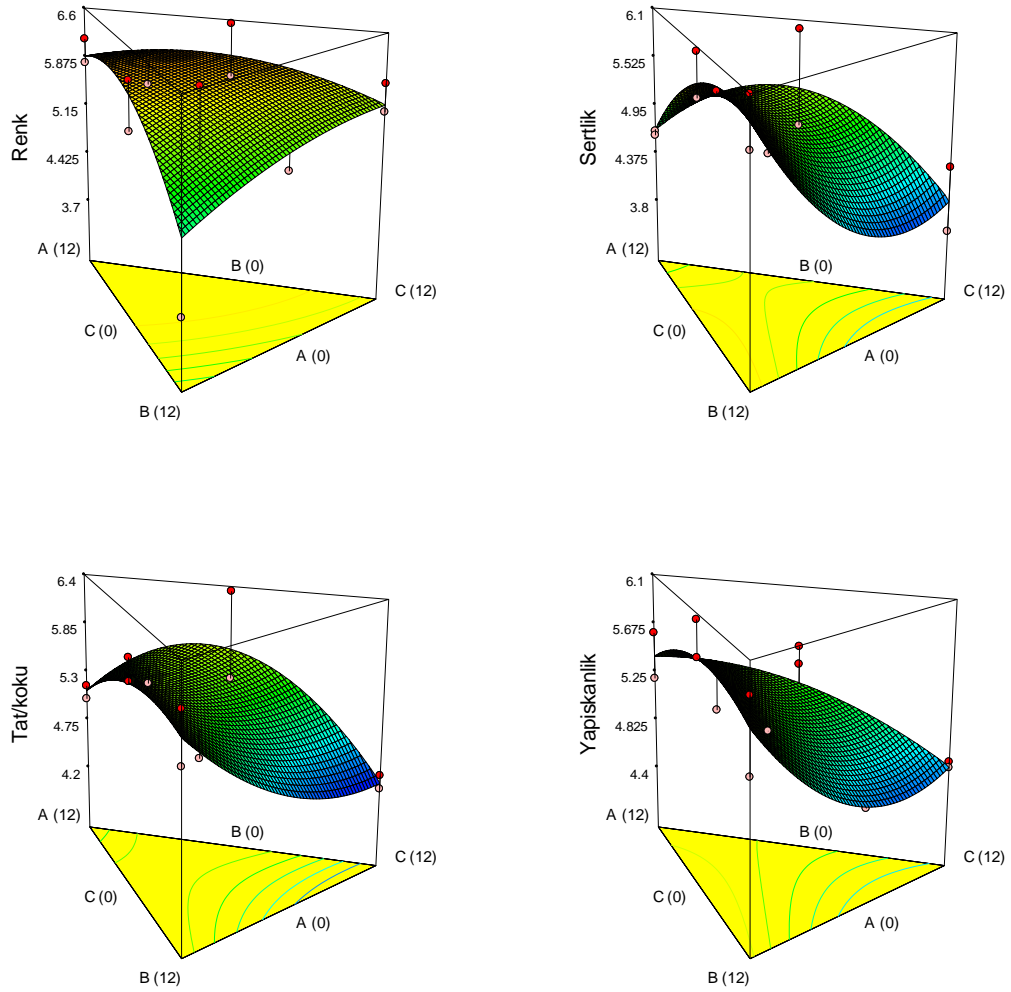
\*\*p&lt;0.05

Duyusal analiz sonuçlarına ait reel değerlere bakıldığında, kullanılan unların tek başlarına (lineer mixture) ve A\*B ile A\*C interaksiyonların genel olarak duyusal skorlarda pozitif bir etki yaparken B\*C interaksiyonun renk dışındaki skorlarda negatif bir etki yaptığı tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Bu sonuç Şekil 3.2 de daha net görülmektedir. Formülasyondaki patates unu miktarı arttıkça panelistler renk skorları hariç diğer duyusal değerlendirmelerinde düşük puanlar verdikleri görülmektedir.

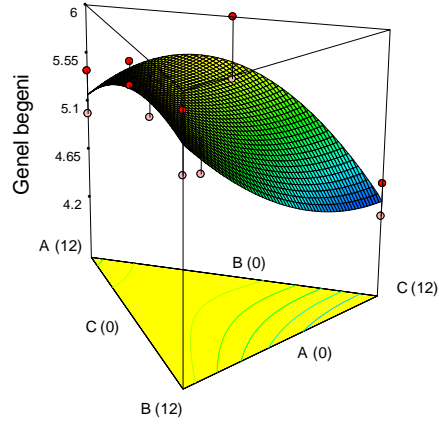
Tablo 3.6. Reel değerler açısından örneklerin duyusal analiz sonuçlarına ait nihai denklem

Denklem	Renk	Sertlik	Tat/koku	Yapışkanlık	Genel beğeni
A	+5.90	+4.67	+5.10	+5.40	+5.18
B	+4.80	+5.84	+5.68	+5.61	+5.59
C	+5.60	+4.20	+4.41	+4.70	+4.49
A*B	+2.39	+1.82	+1.17	+0.96	+0.96
A*C	+1.39	+3.54	+3.84	+0.95	+3.05
B*C	+0.77	-2.96	-1.41	-1.83	-1.07

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu



Şekil 3.2. Örneklerin duyusal analiz sonuçların 3 boyutlu gösterimi



Şekil 3.2. (devamı)

Farklı unlar ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait HMF ve şeker analiz sonuçları Tablo 3.7 de verilmiştir. Örneklerin HMF içeriklerinin TSE de belirtilmiş olan sınırdan oldukça aşağıda oldukları tespit edilmiş olup en yüksek ve en düşük HMF değerlerinin şu şekilde olduğu belirlenmiştir; 6.60-1.42 mg/kg. HMF değerlerine ait determinasyon katsayısının 0.79 olduğu ve model uyumsuzluğunun önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Model ve A\*C interaksiyonun anlamlı olduğu (Tablo 3.8,  $p<0.01$ ), pestil örneklerine ait HMF değerlerini modelin yüksek doğrulukta açıklayabildiği tespit edilmiştir. Örneklere ait reel değerler incelendiğinde HMF içeriklerin A\*C (buğday\*patates unu) ve B\*C (mısır\*patates unu) interaksiyonların da negatif yönde etkilendiği görülürken diğerlerinin ise pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.9). Pestil üretiminde ilave edilen patates ununun örneklerin HMF değerlerini artırdığı Şekil 3.3 de daha net anlaşılmaktadır.

Pestil üretiminde un dışında kullanılan tüm formülasyonun aynı olması örneklerin şeker analizlerine yansımış ve örnekler arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3.8,  $p>0.05$ ). Uygulanan model çalışmasının da bu durumdan etkilendiği elde edilen varyans analizinde görülmektedir. En yüksek toplam şeker içeriği 3 numaralı örnekte % 48.55 olarak belirlenmişken en düşük toplam şeker içeriği ise 15 nolu örnekte % 33.34 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.7). Modelin vermiş olduğu nihai denkleme bakıldığında yalnızca A\*B interaksiyonun toplam şekerde negatif olduğu diğerlerinin ise pozitif sonuç verdiği belirlenmiştir (Tablo 3.9). Buğday unu içeriği

arttıkça pestillerdeki toplam şekerin bir miktar düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 3.3). Fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 3.7. Örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçları

Örnek	HMF (mg/kg)	Fruktoz (%)	Glukoz (%)	Sakkaroz (%)	Toplam Şeker (%)
1	3.48±0.51	5.16±0.11	5.07±0.46	31.31±0.43	41.53±0.99
2	4.17±0.37	5.09±0.11	5.21±0.11	30.31±0.08	40.59±0.28
3	2.01±0.11	5.68±0.04	5.58±0.06	37.29±0.35	48.55±0.23
4	1.42±0.10	4.94±0.01	4.59±0.35	30.26±0.06	39.79±0.42
5	3.15±0.10	5.34±0.06	4.98±0.03	34.83±0.08	45.14±0.16
6	3.51±0.15	4.91±0.08	4.72±0.05	32.01±0.01	41.64±0.02
7	3.18±0.10	4.60±0.01	4.53±0.05	30.95±0.11	40.08±0.05
8	3.00±0.17	4.48±0.00	4.05±0.00	29.43±0.08	37.97±0.08
9	2.19±0.85	4.34±0.06	4.26±0.01	32.29±0.47	40.88±0.52
10	2.43±0.10	4.22±0.34	4.02±0.32	28.64±0.55	36.88±1.22
11	4.11±0.20	3.81±0.01	3.54±0.03	29.25±0.18	36.60±0.21
12	2.77±0.27	3.69±0.08	3.39±0.05	28.35±0.42	35.42±0.55
13	6.60±0.50	3.68±0.00	3.23±0.00	31.02±0.26	37.93±0.25
14	4.78±0.02	4.22±0.05	5.02±0.03	29.00±0.21	38.75±0.52
15	4.24±0.20	3.43±0.15	3.53±0.12	26.38±0.54	33.34±0.80

Tablo 3.8. Örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçları için varyans analiz tablosu

Varyans analizinin kaynağı	HMF (mg/kg)	Fruktoz (%)	Glukoz (%)	Sakkaroz (%)	Toplam Şeker (%)
Lineer Mixture	5.29**	4.70**	3.67	7.51**	7.98**
AB	0.37	0.91	0.75	0.40	4.408E-003
AC	21.14*	0.87	0.010	0.013	4.580E-003
BC	0.23	1.45	0.32	0.20	0.41
Model	6.58*	2.52	1.69	3.12	3.28
Lack of fit	1.09	0.37	0.20	0.99	0.70
R <sup>2</sup>	0.79	0.58	0.48	0.63	0.65

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu. R<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı, Lack of fit: Model uyumsuzluğu, \* $p<0.01$ ,

\*\* $p<0.05$

Farklı unlar ile zenginleştirilmiş pestil örneklerine ait titrasyon asitliği, toplam antioksidan ve fenolik analizlerin sonuçları Tablo 3.10 da verilmiştir. Pestil örneklerinin titrasyon asitliği sonuçları incelendiğinde en yüksek asitlik % 0.70 ile 13 numaralı örnekte iken en düşük asitliğinin ise 0.19 ile 15 numaralı örnekte olduğu belirlenmiştir. TSE ye göre dut pestilinde titrasyon asitliğinin en çok % 0.2 (SSA) olduğu belirtilmiştir. Bazı

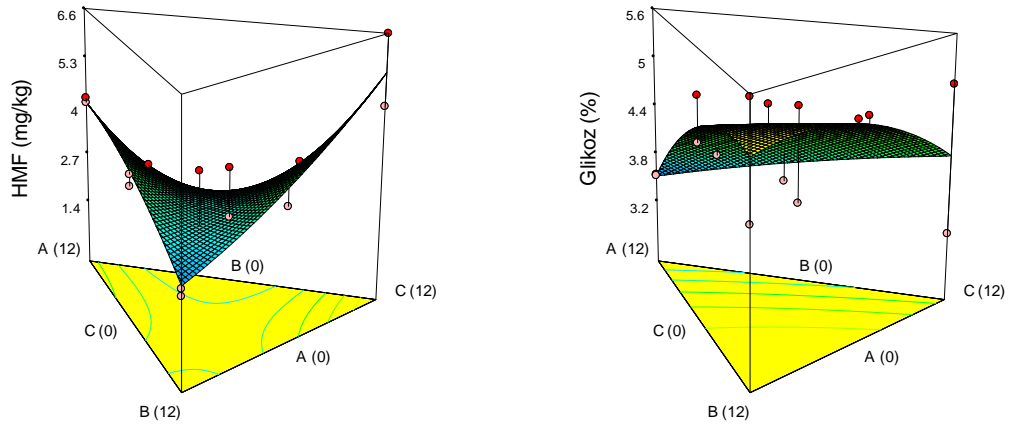


örneklerin asitlik içeriğinin bu değerden fazla olduğu görülmektedir. 11 ve 15 numaralı örneklerin tek başına buğday unu içerdiği (kontrol grubu) ve asitlik değerlerinin belirtilen sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir. Kullanılan unların ayrı ayrı (lineer karışımları) örneklerin asitliğinde anlamlı değişiklikler yaptığı tespit edilmiştir (Tablo 3.11  $p<0.01$ ). Kullanılan unların interaksiyonları (buğday unu:patates unu) önemli olarak belirlenmişken ( $p<0.05$ ) diğer karışımlar ve model uyumsuzluğunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.11  $p>0.05$ ).

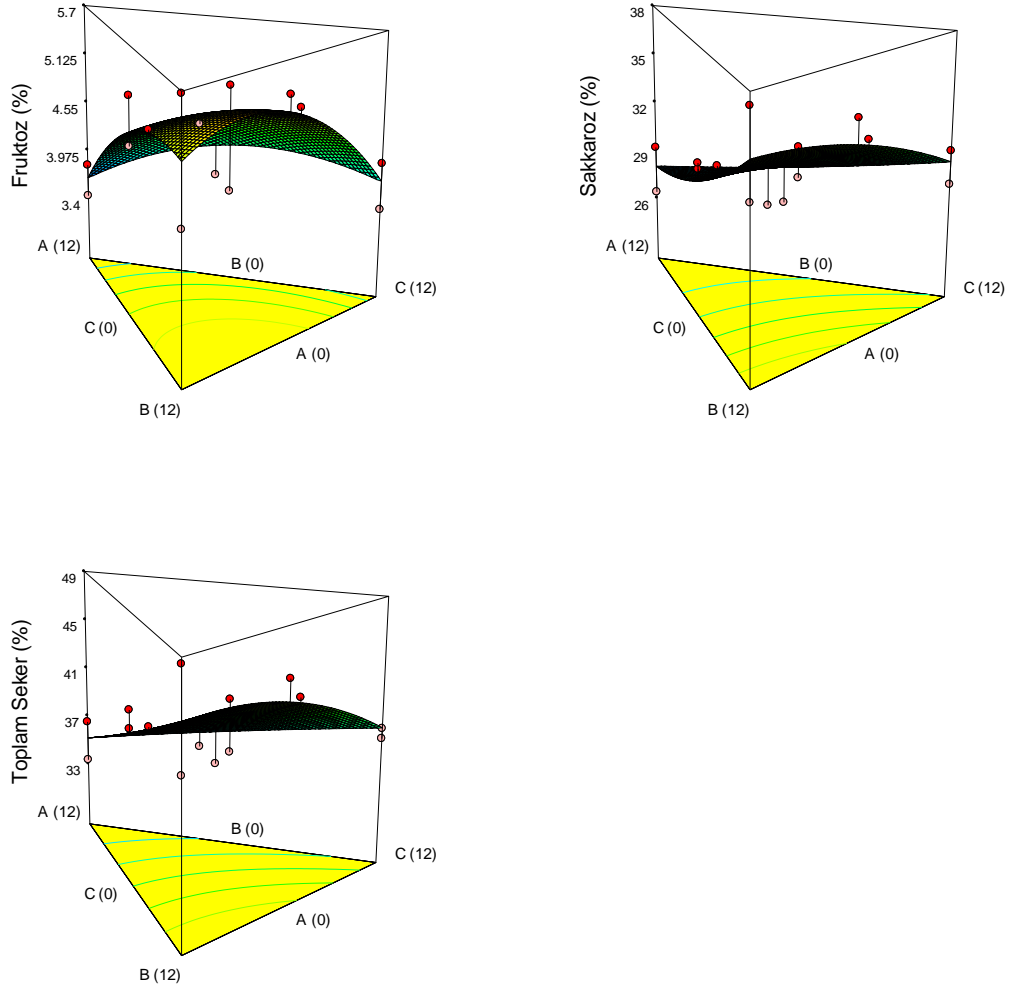
Tablo 3.9. Reel değerler açısından örneklerin HMF ve şeker analiz sonuçlarına ait nihai denklem

Denklem	HMF (mg/kg)	Fruktoz (%)	Glukoz (%)	Sakkaroz (%)	Toplam Şeker (%)
A	+4.12	+3.65	+3.53	+28.05	+35.23
B	+2.26	+5.02	+4.96	+34.56	+44.55
C	+5.64	+4.01	+4.18	+30.37	+38.81
A*B	+1.47	+1.69	+1.85	-4.19	-0.61
A*C	-11.09	+1.66	+0.22	-0.76	+0.62
B*C	-1.38	+2.54	+1.44	+3.50	+6.96

A: Buğday unu, B: Mısır unu, C: Patates unu



Şekil 3.3. HMF ve şeker analiz sonuçlarının üç boyutlu gösterimi



Şekil 3.4. (devamı)

Pestil örneklerine ait toplam fenolik içeriklerinin varyans analizi incelendiğinde örneklerin lineer karışımları, buğday ve mısır unu interaksyonunun (A:B) ve model uyumsuzluğu olan lack of fit'in anlamsız olduğu ( $p>0.05$ ), buğday unu ile patates ununun (A:C) ve mısır unu ve patates ununun (B:C) interaksyon sonuçlarının anlamlı bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.11  $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ). Toplam antioksidan, DPPH, FRAP ve toplam flavonoid sonuçlarının pestil örnekleri üzerine olan lineer etkilerine bakıldığında toplam antioksidan sonuçlarının istatistiksel olarak anlamsız olduğu ( $p>0.05$ ) diğerlerin ise anlamlı sonuçlar verdiği görülmüştür (Tablo 3.11  $p<0.05$ ). Yine aynı analizlerin interaksyonları incelendiğinde buğday unu ve mısır unu (A:B) interaksyonu sadece DPPH sonuçlarında, buğday unu ve patates unu (A:C) interaksyonu toplam antioksidan ve

DPPH sonuçlarında, mısır ve patates unu (B:C) interaksyonu ise FRAP analiz sonuçlarında anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.11  $p<0.05$  ve  $p<0.01$ ). Model uyumsuzluğu tüm analiz sonuçlarında önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). En yüksek toplam antioksidan değeri 20746.7 mgA.A.Cin./kg ile 11 numaralı örnekte iken en düşük değer 13191.1 mgA.A.Cin./kg ile 4 numaralı örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 3.10. Örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan analiz sonuçları

Örnek	Titrasyon Asitliği (%) SSA	Toplam Fenolik (mg GAE/kg)	Toplam Antioksidan (mg AACin /kg)	DPPH (mg AA Cin/kg)	FRAP (mg FeSO <sub>4</sub> /kg)	Toplam Flavonoid Kapasitesi (mg Quersetin/kg)
1	0.30±0.01	1441.3±49.5	13630.0±935.0	138.79±10.7	9645.8±335.9	4752.6±676.6
2	0.37±0.01	2154.8±676.3	15874.4±1139.2	334.24±38.6	19712.5±595.1	5677.6±0.0
3	0.28±0.02	1446.3±28.3	13674.4±86.4	525.15±120.0	20225.0±400.7	5294.9±225.5
4	0.50±0.04	1649.7±4.7	13191.1±47.1	388.79±47.1	14441.7±200.3	2583.6±0.0
5	0.52±0.02	2122.2±109.6	14207.8±683.5	606.97±17.1	23383.3±766.0	4114.7±315.8
6	0.55±0.05	2126.0±592.1	13696.7±887.8	646.36±4.3	24291.7±400.7	5486.3±0.0
7	0.26±0.02	1239.7±0.0	16135.6±770.0	76.67±4.3	13116.7±70.7	2232.8±90.2
8	0.32±0.01	1198.0±37.7	14668.9±157.1	237.27±21.4	10387.5±170.9	1738.4±157.9
9	0.33±0.02	1119.7±23.6	14846.7±518.5	429.70±70.7	10895.8±29.5	4306.1±1172.8
10	0.43±0.05	1643.8±29.5	17174.4±1107.8	325.15±47.1	16366.7±117.9	4178.5±360.9
11	0.20±0.03	1092.2±43.6	20746.7±848.5	102.42±23.6	8516.7±153.2	1515.1±112.8
12	0.53±0.01	1663.0±4.7	16874.4±2604.5	367.58±25.7	14925.0±377.1	2456.1±315.8
13	0.70±0.04	1151.3±0.0	19996.7±227.8	975.15±53.6	21037.5±889.8	4609.1±67.7
14	0.71±0.00	784.7±459.6	18007.8±353.6	867.58±124.3	20420.8±618.7	4210.4±135.3
15	0.19±0.02	783.0±553.9	18307.8±966.4	49.39±17.1	7679.2±253.4	1291.8±112.8

Tablo 3.11. Örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan analiz sonuçları için varyans analiz tablosu

Varyans analizinin kaynağı	Titrasyon asitliği (%) SSA	Toplam Fenolik (mg GAE/kg)	Toplam Antioksidan (mg A.A. Cin. /kg)	DPPH (mg AA Cin/kg)	FRAP (mg FeSO <sub>4</sub> /kg)	Toplam Flavonoid Kapasitesi (mg Quersetin/kg)
Lineer Mixture	448.66*	2.76	3.37	193.26*	20.07*	11.86*
AB	1.89	0.86	1.11	14.56*	0.035	0.62
AC	9.71**	10.36**	13.24*	6.35**	0.033	0.028
BC	0.094	18.84*	0.75	2.72	5.47**	0.21
Model	181.68*	7.18*	4.30**	81.86*	9.14*	4.92*
Lack of fit	0.89	2.53	1.54	0.86	0.53	1.58
R <sup>2</sup>	0.99	0.80	0.71	0.98	0.84	0.73

A: Buğday unu. B: Mısır unu. C: Patates unu. R<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı. Lack of fit: Model uyumsuzluğu. \* $p<0.01$ .

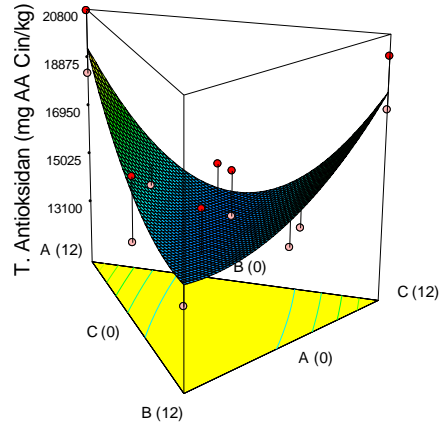
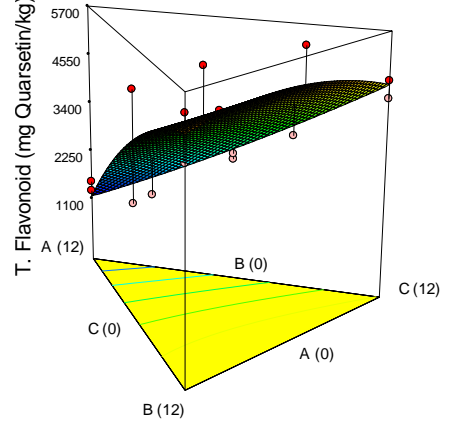
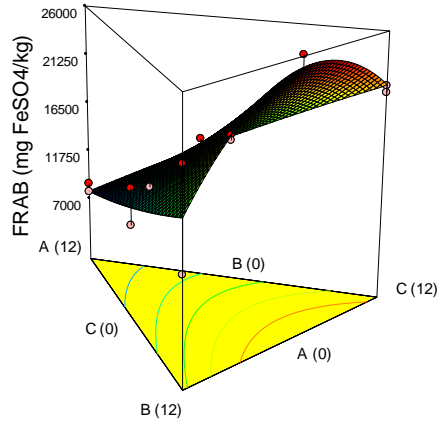
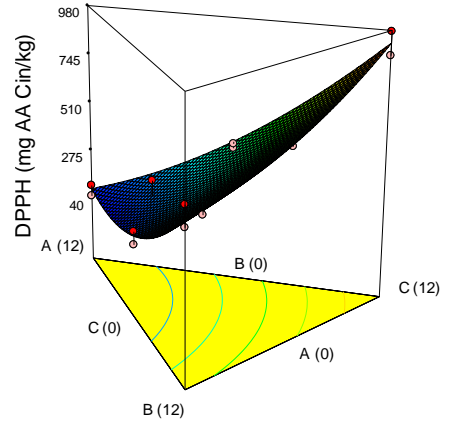
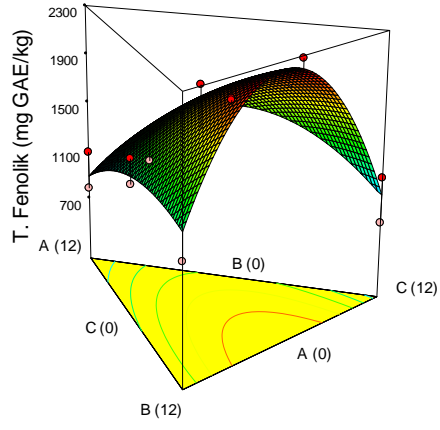
\*\* $p<0.05$

Örneklere ait asitlik sonuçları için nihai denklemin lineer ve interaksiyon etkilerinde B:C (mısır\*patates unu) interaksiyonu dışındaki sonuçların pozitif değerler verdiği tespit edilmiştir. Formülasyondaki buğday ve mısır unu miktarı arttıkça nihai denklemin TSE'nin sınırı olan % 0.20 SSA'ya yaklaştığı görülmektedir. Bu durum buğday ve mısır unu ilavesinin örneklerin asitliğini TSE'nin belirlemiş olduğu sınırlarda tutabildiklerini göstermektedir. Patates unu ilavesinin tek başına asitliği artırdığı görülürken interaksiyonlardaki etkisinin ise azalttığı belirlenmiştir. Toplam fenolik sonuçların nihai denkleminde en yüksek toplam fenolik değerlerin mısır unu içeren formülasyonlarda olduğu görülürken patates unu da toplam fenoliği artırmıştır. Mısır ve patates unlarından gelen toplam fenolik miktarları örneklerin sonuçlarını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Toplam antioksidan, DPPH, FRAP ve toplam flavanoid içeriklerinin tek başlarına kullanımları pozitif yönde etki ederken birlikte kullanımlarında negatif yönde etkiler yaptığı Tablo 3.12 deki nihai denklem tablosunda görülmektedir.

Tablo 3.12. Reel değerler açısından örneklerin asitlik, toplam fenolik ve antioksidan kapasitelerine ait nihai denklem

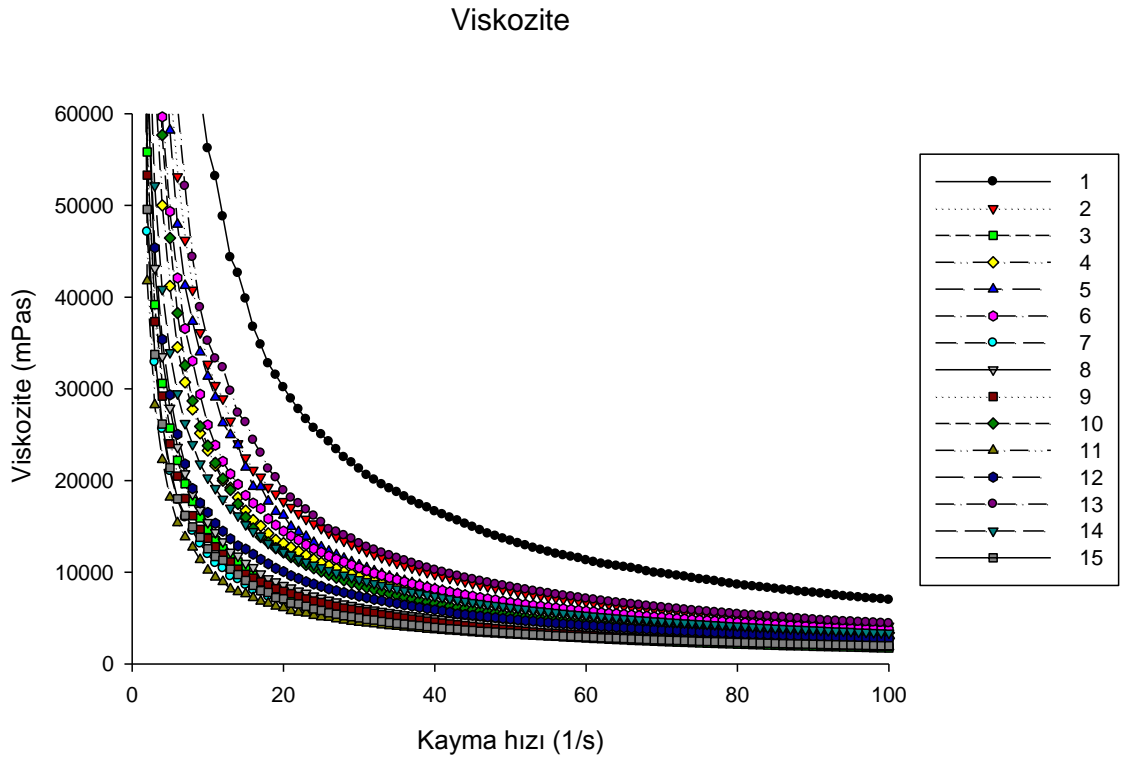
Denklem	Titration asitliği (%) SSA	Toplam Fenolik (mg GAE/kg)	Toplam Antioksidan (mg A.A. Cin. /kg)	DPPH (mg AA Cin/kg)	FRAP (mg FeSO <sub>4</sub> /kg)	Toplam Flavonoid Kapasitesi (mg Quarsetin/kg)
A	+0.20	+888.15	+19300.10	+84.39	+7714.94	+1166.37
B	+0.31	+1333.68	+14447.96	+468.75	+15731.68	+4879.13
C	+0.70	+1014.32	+18664.42	+923.79	+21163.77	+4527.87
A*B	+0.10	+762.03	-5534.60	-636.18	-1728.10	+2503.20
A*C	+0.21	+2646.65	-19151.68	-420.04	+1669.40	-527.81
B*C	-0.03	+4246.10	-5418.28	-327.26	+25563.35	+1733.24

A: Buğday unu. B: Mısır unu. C: Patates unu

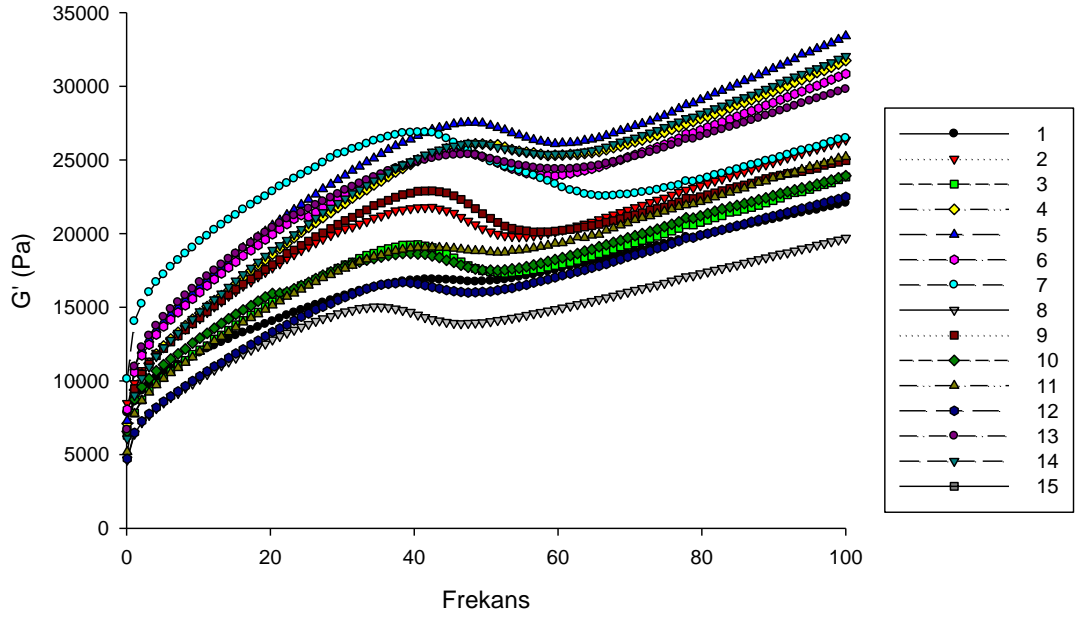


Şekil 3.5. Fenolik ve antioksidan analiz sonuçlarının 3 boyutlu gösterimi

Şekil 3.5’de herle örneklerinin viskozite grafikleri görülmektedir. Tüm örneklerde kayma hızının artması ile viskozitenin azaldığı görülmektedir. Bu davranış tipi pseudoplastik davranış; kayma hızının artması ile viskozitenin azaldığı sistemleri ifade etmektedir. Pseudoplastik materyalin viskozitesi tek bir nokta ile ifade edilemez, viskozite kayma hızı arttıkça azalır, bu nedenle sabit kayma hızında görünür viskozite değerlerinden bahsedilmelidir. Farklı formülasyonlar oluşturularak hazırlanan herle örneklerinin  $50 \text{ s}^{-1}$  kayma hızı değerinde görünür viskozite değerleri incelenmiştir. En yüksek görünür viskozite değeri 13 numaralı örnekte (12 g/100g patates unu) bulunmuşken, en düşük görünür viskozite değeri 11 numaralı örnek formülasyonunda (12 g/100g buğday unu) görülmüştür. Genel olarak görünür viskozite değerleri incelendiğinde patates unu ilave edilen formülasyonlarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Tek çeşit un kullanılarak hazırlanan örnekler arasında en yüksek görünür viskozite patates unu içeren örneklerde, en düşük değerler ise buğday unu içeren örneklerde görülmüştür (Tablo 3.13).



Şekil 3.5. Herle örneklerinin kayma hızına karşı viskozite grafikleri



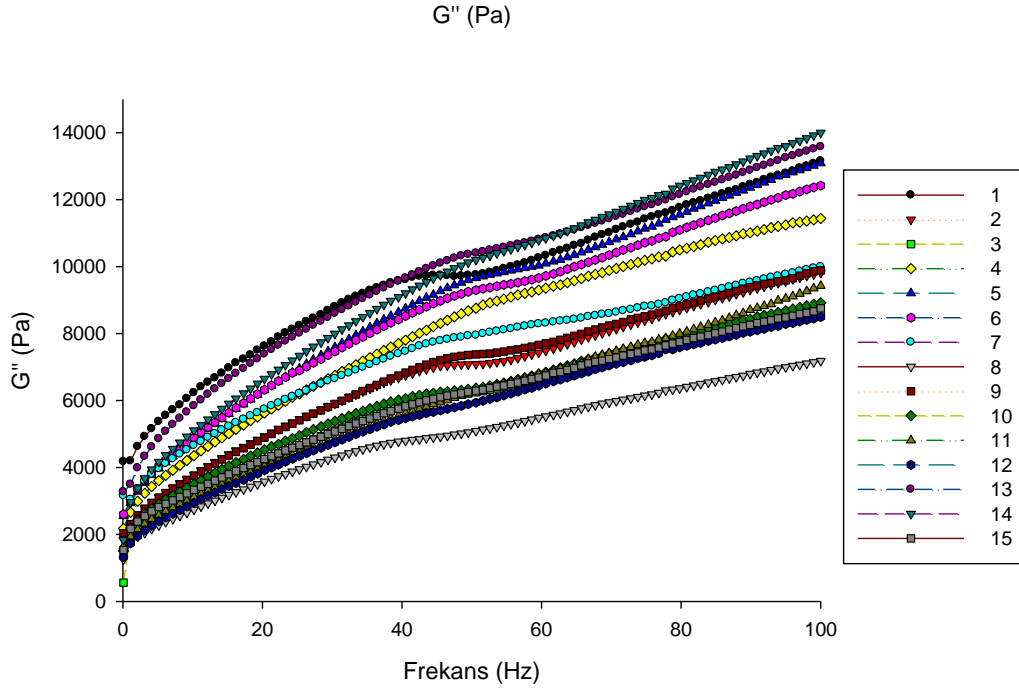
Şekil 3.6. Herle örneklerinin frekans değerlerine karşı  $G'$  değerleri

Tablo 3.13. Örneklerin reolojik analiz sonuçları

Örnek	Görünür viskozite (50 s <sup>-1</sup> )	G' (10 Hz)	G' (50 Hz)	G'' (10 Hz)	G'' (50 Hz)	tan δ (10 Hz)	tan δ (50 Hz)
1	4738.3±299.9	12683.9±3908.6	21415.7±3900.2	3262.4±856.8	6635.3±891.9	0.26±0.01	0.31±0.02
2	7978.3±476.9	14253.0±197.9	20123.5±432.0	3784.6±35.9	7089.8±65.23	0.27±0.00	0.35±0.00
3	3354.7±471.6	12105.7±386.9	17487.7±826.3	3182.3±133.7	6210.6±264.2	0.26±0.00	0.35±0.00
4	6206.6±166.1	12462.5±609.5	21067.0±873.4	4354.6±191.5	8678.4±183.6	0.29±0.01	0.33±0.01
5	6583.9±681.9	16442.0±582.7	27343.0±345.1	4830.4±192.8	9658.7±181.4	0.29±0.00	0.35±0.01
6	6717.1±71.6	16022.5±146.4	25023.0±1202.1	4889.5±43.9	9296.8±232.6	0.30±0.00	0.37±0.01
7	3250.4±180.6	12680.0±10259.5	25205.0±11991.7	4656.1±2130.4	7933.1±2682.8	0.24±0.01	0.33±0.04
8	4199.0±87.2	10136.3±1770.5	19491.0±1110.2	2742.9±459.8	5090.9±409.3	0.27±0.01	0.36±0.01
9	3719.2±527.5	14287.0±461.5	21352.3±612.9	3756.2±126.2	7358.9±141.4	0.26±0.00	0.34±0.01
10	5366.7±274.3	12911.0±1168.4	17522.3±1346.3	3504.7±251.0	6368.4±355.7	0.27±0.01	0.36±0.01
11	3149.4±493.0	12001.7±3838.7	18832.7±3873.0	3116.9±869.1	6215.9±918.2	0.26±0.02	0.33±0.05
12	5547.7±361.7	10315.8±2298.4	16045.0±1219.0	2946.0±493.2	5889.6±368.5	0.29±0.02	0.37±0.01
13	9218.33±593.2	16704.0±4570.1	25068.2±4160.4	5842.5±1470.4	10399.0±1535.5	0.35±0.01	0.42±0.01
14	6182.5±335.2	14716.3±464.3	26113.7±1403.0	5107.1±43.9	10125.6±330.8	0.35±0.01	0.39±0.01
15	3370.1±345.1	12531.7±852.1	18102.3±1694.3	3335.6±68.9	6251.1±199.2	0.27±0.02	0.35±0.02

\*G'; viskoz özellik, G''; elastik özellik.





Şekil 3.7. Herle örneklerinin frekans değerlerine karşı  $G''$  değerler

Herle örneklerinin viskoz ( $G'$ ) ve elastik ( $G''$ ) özellikleri iki farklı frekans değerinde (10 ve 50 Hz) değerlendirilmiştir (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Tüm örneklerde elastik özellik viskoz özellikten daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca frekans değerinin artması ile birlikte hem viskoz hem de elastik özelliklerin arttığı görülmektedir. Viskoz özelliğin elastik özelliğe oranı olan tanjant delta ( $\tan \delta$ ) değeri viskoelastik özelliğin tanımlanmasında kullanılan bir diğer terimdir.  $\tan \delta$  değerleri tüm örnekler için 1'den küçük bulunmuştur. Düşük frekans değerlerinde  $\tan \delta$  değerlerinin yüksek frekanslara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum örneklerin düşük frekans değerlerinde viskoz özelliğinin yüksek frekanslara göre daha az olduğunu göstermektedir (Şekil 3.8). Elde edilen deneysel sonuçlardan yararlanılarak değişkenlerin her bir yanıt üzerine etkisi varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir.  $p$  değeri 0.05'ten büyük olan etkiler önemsiz kabul edilmiştir. ANOVA tablosu incelendiğinde görünür viskozite,  $G'$ ,  $G''$  ve  $\tan \delta$  değerlerinin lineer verilerden (A, B ve C) önemli derece ( $p < 0.05$ ) etkilendiği görülmektedir. 10 Hz değerinde hesaplanan  $\tan \delta$  değerlerinin buğday-mısır, buğday-patates ve mısır-patates unlarının birlikte kullanımı ile önemli derecede değiştiği görülmektedir (Tablo 3.14).

Herle üretiminde yapılan optimizasyonda farklı oranlarda buğday, mısır ve patates unlarının kullanılarak viskozite ve frekans tarama verileri değerlendirilmiştir. Optimizasyon tasarımında varyans analizi (ANOVA) ve regresyon analizi, modelin

uygunluğunu belirlemek ve model terimlerinin istatistiksel önemini açıklamak için kullanılmıştır. Optimizasyon çalışmasında yer alan işlem değişkenleri ile her bir yanıt arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel modeller çoklu lineer regresyon analizi yapılarak oluşturulmuştur. Bunun için modellere her bir değişkenin öncelikle lineer etki terimleri ve interaksiyon etki terimleri sırası ile toplu halde eklenmiş ve kareler toplamındaki artış ve model uygunsuzluğu testi (lack of fit) değerleri analiz edilmiştir (Tablo 3.14). ANOVA sonuçlarında model terimleri arasında p değeri 0.05'ten büyük olan etkiler önemsiz kabul edilmiştir. Yanıt yüzey sonuçları için modelin uygunsuzluk (lack of fit) değeri modelde önemsiz ( $p>0.05$ ) bulunması gereklidir. Her bir yanıt için model uygunsuzluğu %95 güven seviyesinde önemsiz çıkmıştır (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Örneklerin reolojik analiz sonuçları için varyans analiz tablosu

Varyans analizinin kaynağı	Görünür viskozite ( $50 \text{ s}^{-1}$ )	G' (10 Hz)	G' (50 Hz)	G'' (10 Hz)	G'' (50 Hz)	tan $\delta$ (10 Hz)	tan $\delta$ (50 Hz)
Lineer Karışım	0.0059*	0.0048*	0.0470*	0.0061*	0.0036*	< 0.0001*	0.0057*
AB	0.4677	0.7672	0.2102	0.4672	0.8273	0.0234**	0.3016
AC	0.7527	0.0191**	0.0652	0.1105	0.1312	0.0091*	0.4347
BC	0.2618	0.0893	0.3528	0.8272	0.6795	0.0269**	0.6595
Model	0.0290**	0.0083*	0.0587	0.0235**	0.0171**	< 0.0001*	0.0285**
Lack of fit	0.281	0.468	0.306	0.732	0.425	0.881	0.353
R <sup>2</sup>	0.70	0.78	0.64	0.72	0.74	0.98	0.70

\*A: Buğday unu. B: Mısır unu. C: Patates unu. R<sup>2</sup>: Determinasyon katsayısı. Lack of fit: Model uyumsuzluğu. \* $p<0.01$ .

\*\* $p<0.05$

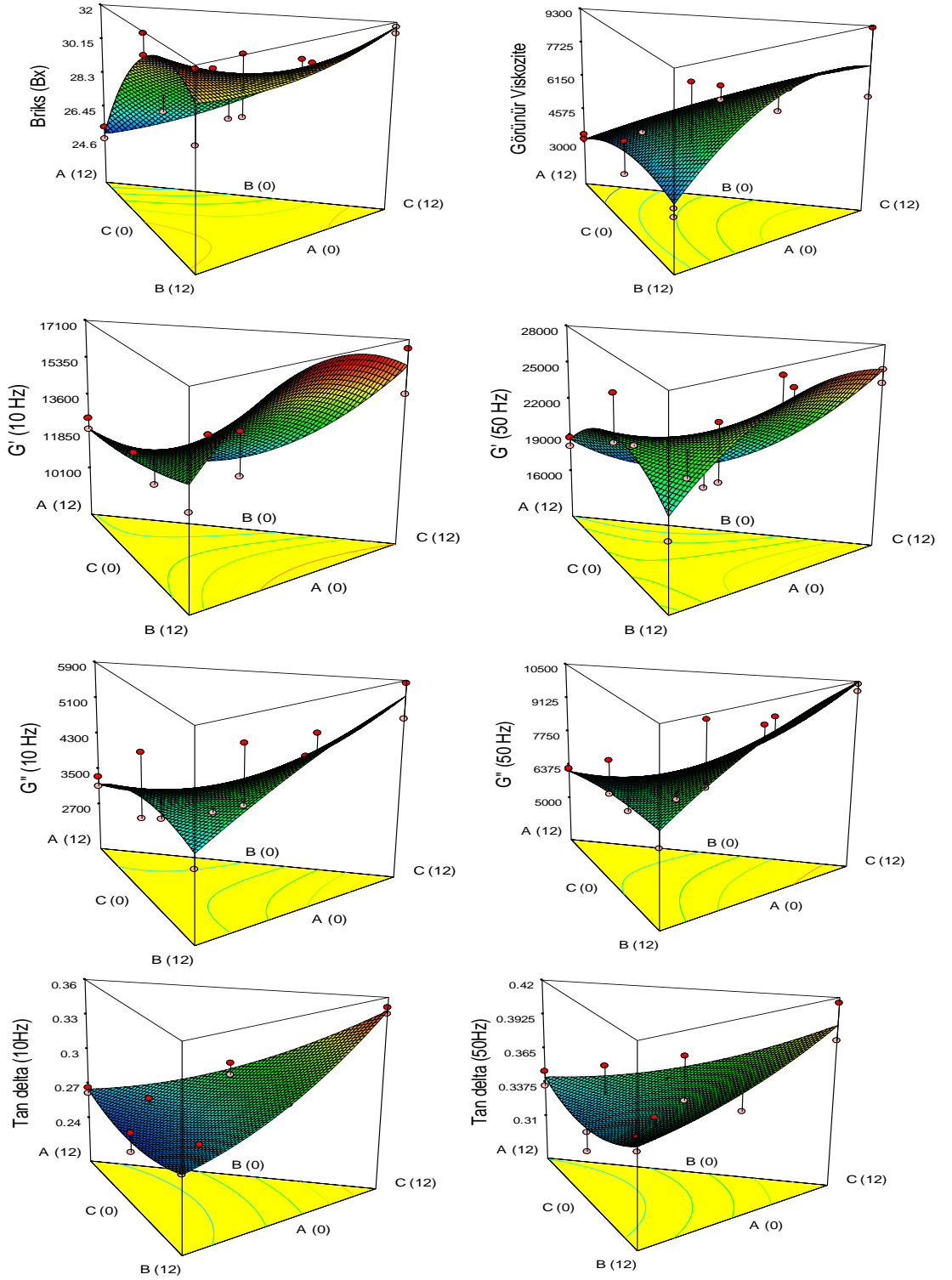
Herle örneklerinde reolojik sonuçların modele işlenmesi sonucunda lineer modelin uygun olduğu belirlenmiştir. R<sup>2</sup> değerleri 0.64 – 0.98 değerleri aralığında bulunmuştur. En yüksek R<sup>2</sup> değeri 10 Hz frekans değerinde tan  $\delta$  değerlerinde hesaplanmıştır. Tüm yanıtlar için model uygunsuzluğu önemsiz ( $p>0.05$ ) çıkmıştır. Model içerisinde bulunan terimler A; buğday unu, B; mısır unu, C; patates unu, AB; buğday unu ve mısır ununun birlikte etkisini, AC; buğday unu ve patates ununun birlikte etkisini ve BC; mısır unu ve patates ununun birlikte etkisini göstermektedir.  $50 \text{ s}^{-1}$  kayma hızı değerinde görünür viskozite değerlerinin tüm faktörlerden pozitif olarak etkilendiği görülmektedir (Tablo 3.15). Elde edilen denklemler incelendiğinde görünür viskozitede en yüksek değişimin patates ununun ilavesiyle olduğu görülmektedir. Benzer şekilde patates unu ilavesinin G', G'' ve tan  $\delta$  değerlerini diğer unların ilavesinden daha fazla etkilediği görülmektedir.

Tablo 3.15. Reel değerler açısından örneklerin reolojik analiz sonuçlarına ait nihai denklem

Denklem	Görünür viskozite (50 s-1)	G' (10 Hz)	G' (50 Hz)	G'' (10 Hz)	G'' (50 Hz)	tan  (10 Hz)	tan  (50 Hz)
A	+3124.88	+12017.62	+18710.73	+3162.61	+6130.18	+0.27	+0.34
B	+3904.13	+13256.86	+19322.75	+3494.69	+6848.58	+0.26	+0.35
C	+7576.20	+15975.06	+26157.81	+5581.10	+10483.29	+0.35	+0.40
A*B	+3122.14	-1173.57	+11749.91	+1526.25	+791.30	-0.047	-0.062
A*C	+1337.51	-10963.64	-18281.16	-3558.60	-5850.46	-0.057	-0.046
B*C	+5865.85	+8710.91	+10150.89	+537.72	+1789.45	-0.054	-0.031

\*A: Buğday unu. B: Mısır unu. C: Patates unu

Bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak herle örneklerinin görünür viskozitesi, 10 Hz ve 50 Hz frekans değerlerindeki G', G'' ve tan  değerleri için yanıt yüzey grağiği ve eşyükselti eğrileri şekil 3.8'te gösterilmiştir. Patates unu ilavesinin görünür viskozite, G', G'' ve tan  değerlerini arttığı görülmektedir.

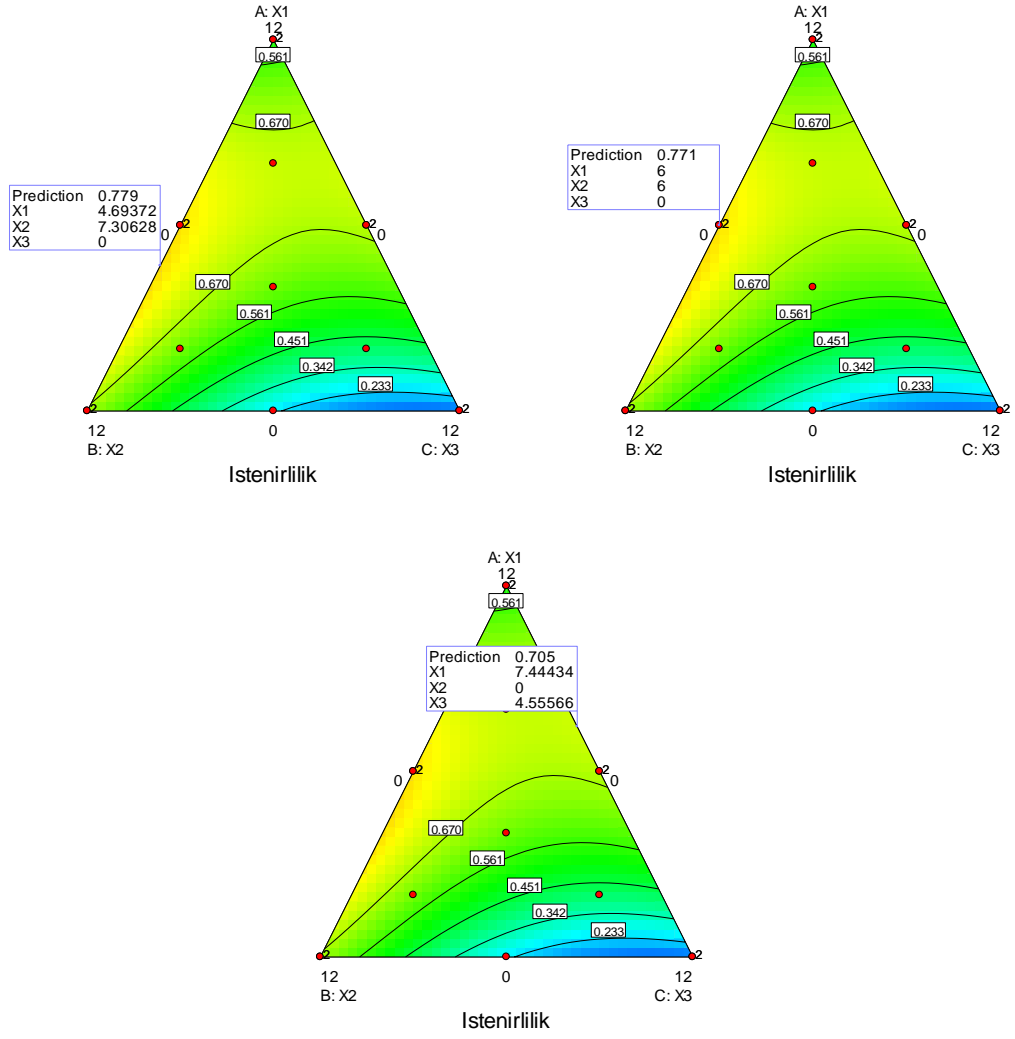


Şekil 3.8. Herle formülasyonlarında kullanılan farklı unların görünür viskozite,  $G'$ ,  $G''$  ve  $\tan \delta$  değerleri üzerindeki etkisi (A: Buğday unu. B: Mısır unu. C: Patates unu)

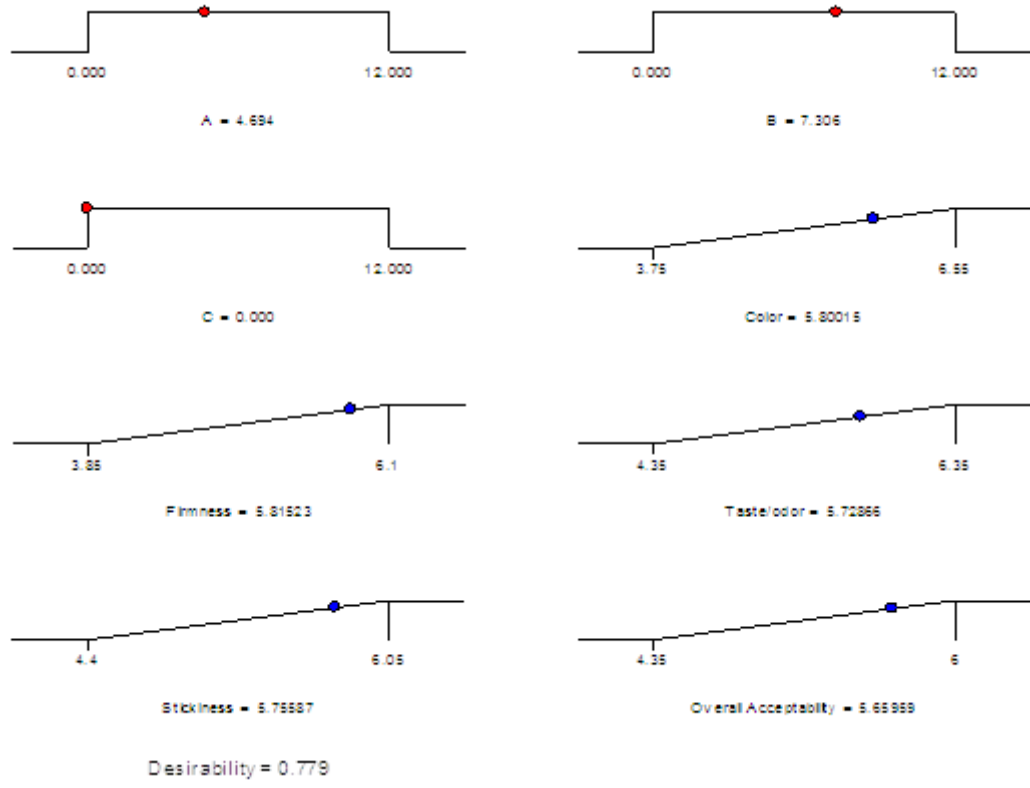
Buğday, mısır ve patates unları kullanılarak hazırlanan pestillerin duyuşal verileri ışığında elde edilen optimizasyon sonuçları Tablo 3.16 da verilmiştir. Ayrıca pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim ve pestil için istenirliği en yüksek pestil örneğı için optimizasyon verileri Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 da verilmiştir. Panelistler tarafından en beğenilen noktalar dikkate alınarak yapılan optimizasyon sonucunda elde edilen en yüksek istenirlik değeri 0.78 çıkmıştır (bu değeri 0 ile 1 arasındadır). En yüksek istenirliğe sahip 1 numaralı örnekte kullanılacak olan un formülasyonu ise şu şekildedir; 4.69 g/100g buğday unu, 7.39 g/100g mısır unu dur. Patates unu duyuşal skörlara göre pestil üretimi için en beğenilen formülasyon içinde olmaması gerektiğı belirlenmiştir. Yine çalışmanın bir diğeri ana hedefi olan glutensiz pestil üretimi için yapılan optimizasyona göre 10.69 g/100g mısır unu ve 1.39 g/100g patates unu ile pestil üretiminin panelistler tarafından verilen skörlara göre en yüksek istenirliğe (0.47) sahip olduğı belirlenmiştir. Glutensiz pestil üretiminde istenirliğin düşük çıkması panelistlerin çölyak hastası olmaması ile ilişkilendirilebilir. Pestil için seçiciliğı en yüksek glutensiz pestil örneğı için optimizasyon verileri ile glutensiz pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim Şekil 3.11 de ve Şekil 3.12 de verilmiştir. Şekillerde görüldüğü gibi gluten içeren buğday unu, üretim formülasyonunda % 0 olarak ele alınmıştır.

Tablo 3.16. Optimizasyon sonucunda elde edilen üretim metotları

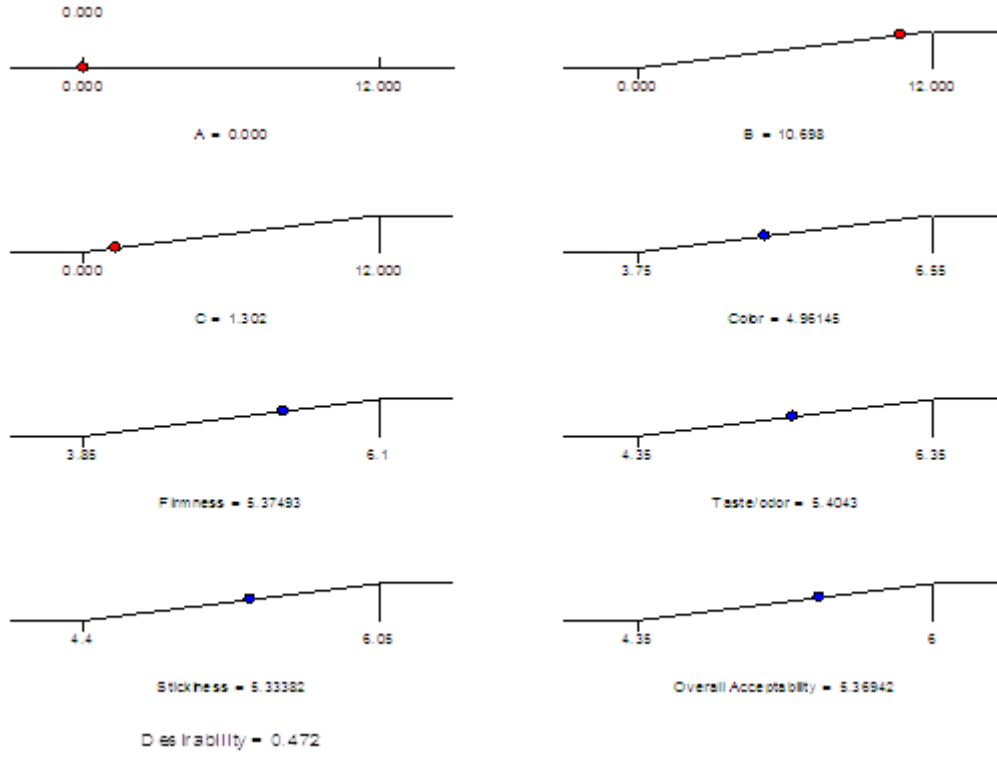
Örnek	Buğday unu (g/100g)	Mısır unu (g/100g)	Patates unu (g/100g)	İstenirlik
1	4.69	7.39	0	<b>0.78</b>
2	6.0	6.0	0	0.77
3	7.44	0	4.55	0.70
Glutensiz formülasyon	0	10.69	1.39	0.47



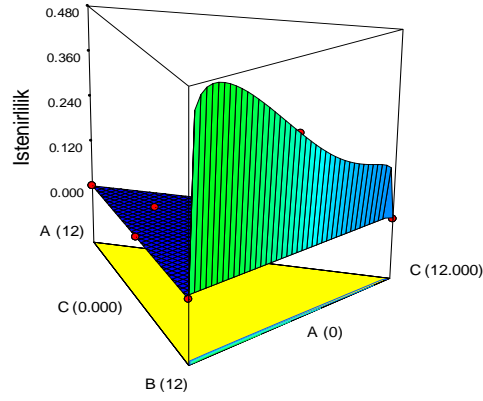
Şekil 3.9. Pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim (A:X1: Buğday unu; B:X2: Mısır unu; C:X3: Patates unu)



Şekil 3.10. İstenirliği en yüksek pestil örneği için optimizasyon verileri (A: Buğday unu; B: Mısır unu; C: Patates unu)



Şekil 3.11. İstenirliği en yüksek glutensiz pestil örneği için optimizasyon verileri (A: Buğday unu; B: Mısır unu; C: Patates unu)



Şekil 3.12. Glutensiz pestil üretim koşulları için formülasyon değişkenlerine göre istenirlik seviyesindeki değişim (A: Buğday unu; B: Mısır unu; C: Patates unu)



Yürütülen tez çalışmasında; buğday unu yerine ve buğday unu ile birlikte mısır ve patates unları kullanılarak pestil üretimi yapılmıştır. Ayrıca glutensiz pestil üretimi için formülasyon belirlenmiş, HMF içeriği düşük pestil üretilmiş, besinsel özellikleri artırılmış, duysal açıdan kabul görmüş ve pestil endüstrisi için alternatif bir ürün formülasyonu gerçekleştirilmiştir. Mısır ve patates unlarının pestil ve ürünlerinde kullanılması ile buğday unu ve nişasta yerine pestil üretiminde farklı tahıl bazlı bileşenlerin kullanılabileceği görülmüş, ürün optimizasyonu yapılarak üretim metodu standartlaştırılmış ve alternatif pestil ürünlerin üretiminin yapılabileceği ortaya konulmuştur.

Farklı unlar kullanılarak hazırlanan herle ve pestillerin fizikokimyasal, besinsel ve duysal özelliklerinde önemli değişimlerin meydana geldiği gözlemlenmiştir. Pestillerin üretimi yanıt yüzey metodolojisi tabanlı bir dizayna (Simplex lattice mixture) göre gerçekleştirilmiş ve fizikokimyasal, besinsel ve duysal özellikleri belirlendikten sonra Design Expert yazılımı kullanılarak duysal skorlar ışığında optimizasyon çalışması yapılmıştır.

Üretilen pestil örneklerinde mısır ve patates unlarının miktarı arttıkça örneklerdeki nem seviyesi yükselmiş kuru madde içeriklerinde önemli azalmalar görülmüştür. Mısır ve patates unlarının içermiş oldukları yüksek lif içeriği ile yapılarındaki nişasta farklılıkları üretimdeki nem bağlama kapasitelerini artırdığı ve böylece son üründe yüksek nem seviyesine ulaştıkları düşünülmektedir. Ayrıca patates ununun polar karakterli yapısı suyu bağlama konusunda oldukça yüksek olduğu bu nedenle suyu yapıda tutukladığı söylenebilir. Patates ununun katkılındıkları ürünlerdeki nem içeriğini polar karakterinden dolayı artırdığına dair birçok çalışma mevcuttur. Yuksel ve Osvaldo (2018) de yaptıkları çalışmada hamur formülasyonunda artan patates unu ile birlikte nem içeriklerinde artış gördüklerini belirtmişlerdir. Nath ve Chattopadhyay (2007) patates ve soya karışımli çerez gıdanın fırınlanarak pişirilmesi esnasında kızartma sıcaklığı ve süresinin örneklerin nem içeriklerini önemli derecede etkilediğini bulmuştur. Pushpa vd. (2006) da mango pestili üzerine yaptıkları bir çalışmada formülasyonda 5 g mısır unu kullanmışlar ve son ürünün nem içeriklerinin % 12'den %15'e ulaştıklarını belirtmişlerdir. Artan nem içerikleri örneklerin su aktivitesini de doğrudan etkilemiştir. Mısır ve patates unu ilavesinin örneklerdeki su aktivitesini artırdığı görülmüştür. Konopacka vd. (2002) elma cipsleri üzerine yaptıkları bir araştırmada örneklerin nem içeriklerinin artması ile su aktivitelerinin de arttığını bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada pestil örneklerinin nem içeriğinin % 10.51 olduğu belirtilmiştir (Kaya ve Kahyaoglu, 2005). Keçiyoynuzu unu ilavesiyle

Üretilen dut pestillerinin de artan keçi boynuzu unu ile nem içeriklerinde artışlar belirlenmiştir (Nakilciolu-Taş vd., 2011). Bu sonuç, bu çalışmada kullanılan farklı tahılların yapısal içeriğindeki etkilerin, örneklerin nemi üzerine olan etkileri ile benzerlik göstermektedir. Nitekim lifli bir yapıya sahip olan keçiboynuzu unu suyu balamış ve nem içeriklerini artırmıştır. Bu çalışmada kullanılan mısır ve patates unu suyu balamış ve örneklerin nem içeriklerini artırmıştır.

Pestil örneklerine ait kl içerikleri incelendiğinde en yüksek kül içeriği patates unlu formülasyonlarda görülmüştür. Bu da patates ununun içermiş olduğu yüksek fosforlu nişasta ve lifli yapısı ile alakalıdır. Mısır ununda kl içeriklerinin bir miktar arttırdığı gözlemlenmiştir. Patates unlarının en yüksek kül içeriğin % 0.33 olduğu ve bu değerin yüksek olmasının sebebinin patates unu nişastasının yapısında bulunan fazla miktardaki fosfordan kaynaklandığı belirtilmektedir (Singh vd., 2003; Jane vd., 1996). Pestil rneklerinin protein içerikleri incelendiğinde en yüksek protein içeriğinin buğday unu içeren formülasyonlarda olduğu görülürken mısır ve patates unu formülasyonuna ilave edildikçe ortalama protein içeriklerinde azalmalar gözlemlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan unların protein içerikleri şu şekildedir; buğday unu 11.1 g/100g, mısır unu 6.9 g/100g ve patates unu 6.9 g/100g. Bu içeriklerden anlaşıldığı üzere formülasyondaki buğday unu azaldıkça protein içerikleri azalmaktadır. Literatürdeki bir çalışmada patates unlarının protein içeriklerinin 9-11 g/100g olduğu belirtilmektedir (Singh vd., 2003). Diğer bir çalışmada, farklı mısır türlerinin protein içeriklerinin 5.18-7.82 g/100g aralığında olduğu belirtilmiştir (Sandhu vd., 2007). Yine başka bir çalışmada, dut pestilindeki protein içeriğinin 3.49 g/100g olduğu bildirilmiştir (şengül vd., 2011). Bu çalışmada nişasta yerine unlar tercih edildiği için literatürde bildirilen bu çalışmaya göre daha yüksek protein içeriği gözlemlenmiştir.

Pestil rneklerinin renk değerlerinin ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) formülasyonda kullanılan farklı unlar ve onların karışımlarından önemli derecede etkilendikleri görülmüştür. Patates unu arttııka örneklerin parlaklıklarında ( $L^*$ ) nemli derecede düşüşler gözlemlenmiştir. Örneklerin kırmızılık ( $a^*$ ) değerleri patates unu ile birlikte önce arttımiş sonra ise azalmıştır. Mısır ununun ilavesiyle de kırmızılık değerlerinde bir miktar artış olmuştur. Örneklerin sarılık ( $b^*$ ) değerlerinde ise mısır unu artışı ile önemli derecede arttımiştir. Patates ve mısır ununun içermiş olduğu renk bileşenleri pestil örneklerinde son üründeki rengi etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca pestil üretim aşamasında herle üretiminde örneklerin ısıtılması ile Maillard ve karamelizasyon reaksiyonlarının da örneklerin

renginde etkili oldukları söylenebilir. Mısırların içermiş oldukları yüksek karateniod pigmentinden dolayı sarı renk içerikleri oldukça yüksektir (Sandhu vd., 2007). Patates unlarının ise mısır unlarına göre daha yüksek parlaklık, daha düşük sarılık ve kırmızılık değerlerine sahip oldukları literatürde belirtilmektedir (Singh vd. 2003). Nişasta ile üretimi yapılan dut pestillerinin renk değerlerinin şu şekilde olduğu tespit edilmiştir;  $L^*$ ; 36.46-  $a^*$ ; 7.72 ve  $b^*$ ; 1.46 dır. Bu değerler bu çalışmada elde edilen parlaklık ve kırmızılık değerleri ile uyduğu görülmektedir (Nakilcioğlu-Taş vd., 2011). Yapılan başka bir çalışmada dut pestilinin renk değerlerinin bu tez çalışmasındaki örnekler ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Şengül vd., 2010).

Farklı unlar kullanılarak hazırlanan pestillerin duyuşal skorlar ışığında elde edilen sonuçlar incelendiğinde katılan farklı unlar örneklerin renk, sertlik, tat/koku, yapışkanlık ve genel beğeni bakımından farklılıklar oluşturduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda renk sonuçlarında katılan mısır unu miktarı arttıkça beğeni azalmıştır. Buğday ve mısır unlarının sertlik, tat/koku ve yapışkanlık değerleri üzerine etkileri etkisi birbirine yakın iken patates unu ilavesi ise sertliği, tat/koku ve yapışkanlığı azalttığı görülmektedir. Duyusal panele katılan tüm panelistler örneklerin genel beğeni skorlarına verdiği sonuçlarda buğday unu ile mısır ununun benzer özellikler sergilediğini, patates unu ilavesinin ise genel beğeni skorlarını azalttığını söylemişlerdir. Bu sonuçlar üzerine pestil üretiminde mısır ununun rahatlıkla kullanılabileceği görülürken, yalnız başına patates ununun kullanımının örneklerdeki beğeniye azaltacağı sonucunu ortaya koymuştur. Nitekim duyuşal veriler ışığında yapılan optimizasyon neticesinde (Tablo 3.16) seçiciliği en yüksek (0.78) formülasyonda patates ununun olmaması bu değerlendirmeyi doğrulamaktadır. Örneklerin sertlik içeriklerinde önemli parametrelerden biri kalınlıklarıdır. Bu çalışmada pestil örneklerinin kalınlıklarının  $1.0\pm0.2$  mm olduğu belirlenmiştir. Kaya ve Kahyaoğlunun (2005) de yaptığı çalışmada pestil örneklerinin kalınlıklarının  $0.6\pm0.05$  mm olduğu belirtilmiştir. Nakilcioğlu-Taş vd., (2011) de yaptıkları başka bir çalışmada nişasta içeren dut pestillerinin kalınlıklarının 0.91 mm olduğunu belirtmişlerdir. Pestil üretiminde herlenin bezlere yayma kalınlığının 0.5-2.0 mm arası olduğu belirtilmektedir. Bu da bu tez çalışmasındaki pestillerin uygun kalınlıkta olduklarını göstermektedir (Kaya ve Kahyaoğlu, 2005; Yıldız vd., 2011). Keçi boynuzu unu ile zenginleştirilmiş dut pekmezlerinde yapılan duyuşal değerlendirmede örneklerden elde edilen en yüksek skorların yalnızca nişasta içeren pestillerde oldukları belirlenmiştir. Keçi boynuzu unu artışı duyuşal skorları azalttığı belirtilmiştir (Nakilcioğlu-Taş vd.,

2011). Çalışmamızda da duyuşsal skorların en yüksek olduğu formölasyonun buğday unu ve mısır unu içeren pestillerde görölmesi panelistlerin pestil ürünlerinde kullanılan farklı özellikteki tahıl bazlı bileşene olumsuz yanıt verdiklerini ortaya koymaktadır. Bu durum pestil ürünlerinin çoğu tüketici tarafından kanıksanması ve yeniliğe kapalı kalmasından dolayı olduğu söylenebilir.

Pekmez ve bal gibi glukoz ve fruktoz içeren ürünlerin ısıt işleme maruz kalmaları ile ortaya çıkan HMF insan sağığı açısından kanserojenik bir bileşiktir. HMF bileşiğı üzerine yapılan çalışmalar bu bileşiğın sağığına zarar verdiğini ortaya koymuş ve birçok standart enstitüsü tarafından gıdalarda bulundukları miktarı sınırlandırılmıştır. Pestil şeker, bal ve pekmez ile toplam şeker içeriğı yüksek bir gıda ürünü olması ve ısıt işleme maruz kalması ile HMF bileşiğı oluşma riski olan gıdalardandır. Bu yüzden TSE bu gıdada bulunması gereken HMF miktarını 50 mg/kg olarak sınırlandırmıştır. Özellikle köylerde açık kazanlarda yapılan ısıt işlemler ile üretilen pestillerde oldukça yüksek HMF bileşiğine rastlanmaktadır. Bu nedenle pestil ürünlerin tarım bakanlığınca kontrolü yapılan ve bilinen firmalardan tüketilmesinde yarar vardır (Kalkışım ve Özdemir, 2012; TSE, 2000; Baltacı vd., 2016). HMF bileşiğının gıdalarda oluşmasında sıcaklıktan başka pH, su aktivitesi, ortam konsantrasyonu gibi etmenlerinde önemli olduğu belirtilmektedir (Capuano ve Fogliano, 2011). HMF bileşiğini oluşmasında kullanılan tahıl bazlı bileşenlerin etkisinin incelendiğı bu çalışmada patates unu örneklerin HMF içeriğini arttırmış, mısır unun ise bir miktar azalttığı görölmüştür. Yine de üretilen pestil ürünlerinin HMF içerikleri TSE nin belirttiğı sınır olan 50 mg/kg'ın çok altında olduğu belirlenmiştir. Kullanılan tahıl bazlı bileşenler tek başlarına istatistiksel manada önemli değışimler yapsa da bu verilerin çok yüksek olmadığı için önemsiz olarak kabul edilebileceğı belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan farklı unların örneklerin HMF değerlerini yükseltmediğı, TSE deki belirtilen sınırların çok altında kaldığı için pestil üretiminde rahatlıkla kullanılabileceğı görölmüştür. Gümüşhane pestil örneklerinde yapılan çalışmada HMF içeriğinin 22.45 mg/kg olduğu bulunmuştur (Baltacı vd., 2016). Yine başka bir çalışmada Gümüşhane de üretilen dut pekmezin HMF içeriğinin 18.0 mg/kg olduğu belirtilmiştir (Yıldız vd., 2011). Yapılan bu çalışmalar göstermektedir ki bu çalışmada elde edilen HMF sonuçları literatür de bildirilen ve TSE'de belirtilen sınırın çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Farklı unlar ile hazırlanan pestil örneklerinin şeker içeriklerine bakıldığında fruktoz, sakkaroz ve toplam şekerin lineer etkileri anlamlı bir değışim gösterirken, interaksiyon ve modelin istatistiksel olarak anlamlı bir değışim vermediğı belirlenmiştir. Pestil

formülasyonunda kullanılan mısır unları örneklerin şeker içeriklerini bir miktar artırdığı görülsede bu artış kayda değer olmadığı ve genel olarak verilerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Pestil üretiminde un dışında kullanılan kompozisyonun aynı olması örneklerin şeker içeriklerinin birbirine yakın olmasına sebep olduğu görülmektedir. Örneklerdeki toplam şeker içeriğinin de % 33.34 ile % 48.55 arasında değiştiği görülmektedir. Bu farklılık üretim esnasındaki ve kurutma esnasındaki uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca bir miktar unlardan gelen şekerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu toplam şeker içeriğinin en yüksek kısmını sakkaroz oluşturmaktadır. Pestil formülasyonunda toz şeker (kristal) tercih edilmesinden dolayı sakkaroz içeriği yüksek çıkmıştır. Yapılan bir çalışmada Gümüşhane pestilin şeker içeriğinin % 62.54, kömenin ise % 41.04 olarak belirlemişlerdir (Yıldız vd., 2013). Gümüşhane pestilleri üzerine yapılan başka bir çalışmada herlenin toplam şeker içeriğinin % 22 olarak bulunmuştur (Baltacı vd. 2016). Başka bir çalışmada sade, fındıklı ve fıstıklı pestillerin toplam şeker içeriğinin % 51.34 - 72.54 aralığında değiştiği belirtilmiştir (Yıldız vd., 2011). Başka bir çalışma da ise dut pestilinin toplam şeker içeriğinin % 44.21 olarak bildirmişlerdir (Şengül vd. 2010). Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki pestil formülasyonunda kullanılan şeker tipi (kristal şeker, invert şeker, glukoz şurubu gibi), diğer katkıları ve üretim metodu örneğin şeker içeriğini doğrudan etkilemektedir.

Asitlik pestil analizlerinde önemli parametrelerden birisidir. TSE tarafından belirtilen maksimum asitlik değeri % 0.20 SSA'dır. Bu çalışmada patates unu miktarı arttıkça asitlik değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Mısır unu ise buğday ununa benzer özellik sergilemiş ve asitlik TSE'de verilen değerlere yakın seviyelerde belirlenmiştir. Yalnızca buğday unu içeren deneme noktalarının TSE'deki verilen asitlik değerleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Patates ununun asitliği artırmasının sebebi olarak içermiş olduğu yüksek asitlik gösterilebilir. Yapılan bir çalışmada mor tatlı patates ununun asitliğini % 0.87 olarak bulmuşlardır (Rodrigues vd., 2016). Çalışmamızda kullandığımız unların titrasyon asitlik değerleri şu şekildedir; buğday unu % 0.33, mısır unu % 0.58 ve patates unu % 1.53 SSA'dır. Bu verilerde göstermektedir ki patates ununun asitliği yapısından kaynaklanmaktadır ve yalnız başına pestil üretiminde kullanımı ile örneklerin asitlik değerlerinin TSE'deki belirtilen sınırı aştığı belirlenmiştir. Aynı şekilde yalnız başına mısır ununun kullanımı da TSE'de belirtilen sınırı bir miktar aşmaktadır. Bu nedenle pestil üretiminde mısır unu kullanırken bir miktar buğday unu ile tolere edilmesinde fayda vardır. Yapılan optimizasyon sonuçları bu verileri doğrulamaktadır (Tablo 3.16).

Polifenoller molekül üzerinde birden fazla fenol grubunun bulunduğu bileşiklerdir. Polifenoller genelde bitkilerde bulunur ve bitkilerin renklenmelerinden, örneğin sonbahardaki yaprak renklerinden sorumludurlar. Polifenoller doğal antioksidanların en önemli grubunu oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı insan sağlığına muhtemel faydaları vardır. Antioksidan olan polifenollerin oksidatif stresi (reaktif oksijen ile meydana gelen stres) azaltmalarıyla kardiyovasküler hastalık ve kanser riskini de azalttığına dair bulgular vardır. Bu bileşiklerin Alzheimer hastalığının başlangıcını da geciktirdiği gösterilmiştir. En yaygın bitkisel fenolik antioksidanlar başta flavonoidler olmak üzere fenolik asitler ve tanenlerdir. Fenolik asitler hidroksisinammik asit ve hidroksi benzoik asit türevleri olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Toplam fenolik madde tayininin esası fenolik bileşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Folin-Ciocalteu ayracı burada oksitleyici bileşik olarak rol almaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavi rengin absorbansının ölçülmesiyle, analizi yapılan örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün olmaktadır (Slinkard ve Singleton, 1977).

Örneklerin toplam fenolik değerlerinde lineer etki anlamsız iken interaksyonel etkilerin hepsinde anlamlı sonuçlar gözlemlenmiştir. Mısır ve patates unlarının pestil örneklerine ilavesiyle toplam fenolik değerlerinde artış belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada buğday, mısır ve patates unların toplam fenolik içerikleri sırasıyla şu şekilde tespit edilmiştir; 71-87 ppm, 309 ppm ve 410 ppm (Sosulski vd., 1982). Bu çalışmada kullanılan unların, örneklerin toplam fenolik değerlerine etkisi literatürde verilen çalışmada belirtildiği gibi mısır ve patates ununun ilavesiyle artmıştır. Herhangi bir katkı maddesi (fındık, fıstık, ceviz gibi) içermeyen sade dut pestilinde toplam fenolik içeriği 4.79 ug GAE/ mg olarak bulunmuştur (Şengül vd., 2010). Başka bir çalışmada pestilin toplam fenolik içeriğinin 32.24 mg GAE per 100 g olarak bulunmuştur (Yıldız, 2013). Çalışmamızda toplam fenolik içeriği 783- 2154 mg GAE/kg aralığında görülmüştür. Pestil üretiminde tercih edilen materyallerdeki toplam fenolik bileşiklerin pestilin son ürününde etkili olduğu ve çalışmamızdaki sonuçların literatürdeki sonuçlara yakın olduğu belirlenmiştir.

Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç olarak ifade edilen FRAP metodu, Fe(III)-TPTZ bileşiğinin antioksidanlar eşliğinde mavi renge sahip Fe(II)-TPTZ bileşiğine indirgenmesi ve bu bileşiğin maksimum absorbansı 593 nm’de vermesi temeline dayanır.

Sonuçlar “mg FeSO<sub>4</sub>/kg” olarak ifade edilmiştir. Trolox eşdeğer, AA eşdeğer biçiminde de ifade edilir (Benzie ve Strain, 1996). Flavon ismi Latince flavus (sarı) kelimesinden gelmektedir. Bitkilerden elde edilen ve genellikle sarı renkli olan bu bileşikler “flavonoid” olarak isimlendirilmiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmaların sonucunda bitkilerden 4000’den fazla flavonoid izole edilmiş ve yapıları aydınlatılmıştır. Toplam flavanoid analizinde Quercetin standart olarak kullanılır. Ekstraktlar ve standart çözeltiler %5 NaNO<sub>2</sub>, %10 AlCl<sub>3</sub> ve 1 mM NaOH ile reaksiyona sokulur. Karışımlar 510 nm’de spektrofotometrede okuması yapılarak toplam flavonoid miktarları “quercetin eşdeğeri” olarak ifade edilir. (Eghdami ve Sadeghi, 2010). DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal yakalama yönteminde, kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılır ve antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği ölçülerek antioksidan aktivite tanımlanır. Yöntemin esası DPPH içeren çözelti ile hidrojen atomu verme eğilimi olan bir molekülün (antioksidan) çözeltisinin karıştırılması sonucu DPPH radikalinin indirgenmesine ve çözeltinin başlangıçta mor olan renginin kaybolmasına dayanır. Antioksidandan bir proton alarak renksiz  $\alpha,\alpha$ -difenil- $\beta$ -pikrilhidrazil molekülüne dönüşür. Antioksidan madde tarafından indirgenmesi sonucu rengi açılır. Mor renkli çözeltinin 517 nm civarındaki absorbansının azalması ölçülerek reaksiyon takip edilir. Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin % 50’sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden IC<sub>50</sub> (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir. Ayrıca sonuçlar mg AA/g veya % inhibisyon olarak da verilmektedir (Brand-Williams vd., 1995). Toplam antioksidan tayini ise fosfomolibdat testi asidik ortamda antioksidan bileşiklerin Mo(VI)’yı Mo(V)’e indirgemesine ve oluşan yeşil renkli Mo(V)- fosfat kompleksinin 595 nm’de ölçülmesi esasına dayanır. Bu metot’ta belirli konsantrasyonundaki örnekten 0.3 mL bir tüpe alınır ve bunun üzerine reaktif çözeltisinden (0.6 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 28 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O ve 4 mM amonyum molibdat) 3 mL eklenir. Tüpler kuvvetlice karıştırılıp 95°C’de 90 dakika inkübe edildikten sonra inkübasyona bırakılır. İnkübasyonun sonunda çözeltilerin absorbansı 695 nm’de okunur. Aynı işlemler standart antioksidan olarak kullanılan askorbik asit için de yapılır. Antioksidan aktivite askorbik asit eşdeğeri (mg AE/g) olarak hesaplanır (Prieto vd., 1999).

Farklı unlar ile üretilmiş pestillerin sahip olduğu antioksidan özelliklerde lineer etki önemsiz iken interaksiyonel etki için yalnızca A:C anlamlı sonuç vermiştir. Buğday ve patates unu örneklerinin antioksidan özelliklerinde yakın sonuçlara sahip olduğu görülürken, mısır unu formülasyonda arttıkça toplam antioksidan değerlerinde azalmalar

görülmüştür. Literatürde yapılan bir çalışmada sade pestilde yapılan antioksidan analizin sonucunu % 40.05 olarak bulmuşlardır (Şengül vd., 2010). Başka bir çalışmada pestil örneklerinde yapılan toplam antioksidan sonuçları 81-92 Trolox equivalents g<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir (Yıldız, 2013). 50°C de kurutulan elma pestillerin antioksidan kapasitesinin 124.15 1/g kuru madde olduğu bildirilmiştir (Demarchi vd., 2013). Gıda ürünlerinde yapılan antioksidan analiz verileri değerlendirilirken yalnız başına toplam antioksidan analiz sonucu ile aynı zamanda DPPH, FRAP ve toplam flavonoid analiz sonuçlarında birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu kapsamda yapılan tüm antioksidan analiz sonuçlarına göre patates ve mısır unu pestil üretim formülasyonunda arttıkça toplam antioksidan sonuçların arttıkları belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik içeriklerinde de benzer sonuçların görülmesi farklı unlar ile katkılanan pestillerin toplam antioksidan özelliklerine doğrudan etki yaptığı tespit edilmiştir.

Pestil örneklerinde kayma hızı artması ile beraber viskozitenin azaldığı tespit edilmiştir. Reolojik analiz sonuçlarında da belirtildiği gibi bu akış tipi pseudoplastik davranışı göstermektedir. Genel olarak tüm sonuçlar incelendiğinde patates unu içeren formülasyonların daha yüksek görünür viskozite değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Örneklerin viskoz ve elastik özellikleri açısından bakıldığında tüm örneklerde elastik özelliğin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buğday, mısır ve patates unlarının içeriklerinde yüksek oranda nişasta bulunmaktadır. Nişastanın temel bileşenleri amiloz ve amilopektindir. Bu iki ana bileşen belirgin şekilde farklı özelliklere sahiptir. Amiloz çözeltisi yüksek oranda rekristalize olma eğilimindedir (retrogradasyon olarak bilinir), güçlü jel ve film oluşturur. Buna karşılık amilopektin ise yavaş retrograde olur, zayıf jeller ve kırılğan filmler oluşturur. Amiloz oranı ve amilopektinin dallanmış uzun zincir dağılımları nişastanın jelleşme, yapışma, retrogradasyon gibi özelliklerini etkilemektedir. Tahıl nişastalarında bulunan endojen lipitler ve patates nişastasında bulunan fosfat monoesterleri de nişastanın fonksiyonel özellikleri üzerine önemli derecede etkilidir. Mısır, buğday, pirinç ve bezelye gibi tahıl ve baklagil nişastalarının sert şişmiş granülleri tuttuğu ve güçlü jelleri geliştirdiği bilinmektedir. Buna karşılık, waxy nişastası, patates nişastası ve tapyoka nişastası jel oluşturamaz veya aynı nişasta konsantrasyonunda sadece zayıf jeller oluşturur; çünkü bu nişastalar, amiloz ve endojen yokluğunun bir sonucu olarak, pişirildikten sonra serbestçe kabarma ve dağılma eğilimindedir. Bütün doğal nişastalar arasında, patates nişastası, en düşük yapışma (pasting) sıcaklığına sahiptir ve en yüksek viskoziteyi sergiler. Bu durum, fosfat-monoester grupları ve büyük granül boyutları



arasındaki itici güç sonucu ortaya çıkar (Ai ve Jane, 2018). Patates ve cassava nişastaları tahıl nişastalarından daha düşük yapışma (pasting) sıcaklıklarına sahiptir. Patates nişastasındaki yüksek negatif yüklü fosfat grupları nedeniyle, viskozite gelişimi düşük sıcaklıklarda başlar. Patates nişastası çok yüksek viskoziteye ulaşır. Tahıl nişastalarının viskoziteleri, şişme özelliklerinin düşük olmasından dolayı oldukça düşüktür (Waterschoot vd., 2015). Belirtilen bu literatür taramasına göre patates unların örneklerin viskozite değerlerine olan etkileri hakkında bize daha net ipuçları vermektedir. Patates unların ilavesiyle pestil örneklerindeki yapısal değişimler patates yapısındaki bileşenlerce açıklanabilir. Yapılan optimizasyon sonucunda (Tablo 3.16) patates unu ilaveli örneklerin panelistler tarafından çok beğenilmemesi de reolojik analizlerin benzer sonuçları arasında bir ilişki olduğu ve reolojik verilerin herle gibi viskoz ve elastik ürünlerde rahatlıkla kullanılabileceği bir kez daha görülmüştür.

Yanıt yüzey metodundaki simplex lattice deneme dizaynı ile hazırlanan örneklerin duyusal veriler ışığında yapılan optimizasyon sonuçları Tablo 3.16 da verilmiştir. Elde edilen en iyi ürün formülasyonunda istenirlik 0.78 olarak bulunmuştur. Pestil üretiminde kullanılması gereken en iyi üretim formülasyondaki un miktarları da 4.69 g/100g buğday unu ile 7.39 g/100g mısır unu olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.16). Gluten hastalarına yönelik ürün formülasyonundaki glutensiz optimizasyon sonucunda ise elde edilen un miktarları şu şekildedir; 10.69 g/100g mısır unu ile 1.39 g/100g patates unudur (Tablo 3.16).

#### 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Gerçekleştirilen tüm çalışmalar sonucunda elde edilen kayda değer bulgular şu şekilde sıralanabilir:

✓ Çalışmada buğday unu, mısır unu ve patates unlarının ülkemizdeki geleneksel üretimi yapılan gıdalar içerisinde önemli bir yeri bulunan pestil formülasyonunda değerlendirme olanakları araştırılmıştır. Bu kapsamda pestil üretimi simplex lattice mixture deneme deseni çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve ilgili karakterizasyon analizleri yapılarak proses faktörleri olan buğday, mısır ve patates unu miktarı ile ilgili parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

✓ Pestil üretiminde kullanılan mısır unları panelistler tarafından beğenildiği belirlenirken, patates unlarını içeren pestil örnekleri düşük skorlar almıştır. Pestil ürünlerinde görsel ve tatsal veriler çok önemli iken yapısal verilerde ayrı bir öneme sahiptir. Tüketicilerin pestil ve ürünlerini parçalamak için ağızlarında harcadıkları kuvvet yüksek olduğunda olumsuz sonuçlar alabilmektedir. Bu nedenle üreticiler devamlı olarak pestil ve ürünleri daha az sertlikte üretmeye ve saklamaya çalışmaktadırlar. Bu kapsamda çalışmamızın hedeflerinden biri olan daha yumuşak pestil üretimi hedefine ulaşılmıştır. Duyusal veriler incelendiğinde sertlik olarak mısır unu buğday ile benzer özellikler sergilerken patates unu ilavesi sertliği daha da azaltmıştır. Bu da belirlenen üretim formülasyonun endüstride rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir.

✓ Tüm örneklerin su aktivitesinin 0.60  $a_w$  altında olması pestil ürünlerinde depolamaya bağlı mikrobiyal problemlerin daha az olacağını göstermektedir.

✓ HMF, şeker içeriği yüksek gıdaların ısıtılmaları ile oluşan ve insan sağlığına olumsuz etkileri olan tehlikeli bir bileşiktir. Pestil gibi şeker içeriği yüksek gıdaların ısıtılmaları ile (özellikle kontrolsüz şartlarda) bu bileşik yüksek miktarlara çıkmaktadır. Bu kapsamda üretilen tüm örneklerin HMF içerikleri TSE de belirtilen sınırların çok altında kaldığı belirlenmiş olup çalışma hedefi tutturulmuştur. Patates unu pestil örneklerinin HMF içeriği artırdığı tespit edilmiş fakat bu artış çok düşük seviyelerde olduğu da görülmüştür.

✓ Pestil üretiminde hali hazırda kullanılan dut pekmezi, bal gibi yüksek fenolik içeriğine sahip ürünlere ilaveten katılan tahıl bazlı bileşiklerde son ürünlerdeki toplam fenolik ve antioksidan seviyelerini önemli derecede artırmıştır. Bu da pestil ürünlerin sahip olduğu

önemli besinsel değerleri arasındadır ve çalışmamız ile ortaya konularak literatüre ve tüketiciye önemli katkılar sunulmuştur.

✓ Çalışma da yanıt yüzey yöntemi (simplex lattice mixture) kullanılmış ve duyuusal skorlara göre design expert 7.0 yazılımı ile optimizasyon yapılarak seçiciliği en yüksek pestil üretim formülasyonu belirlenmiştir. Optimizasyon sonucunda pestil üretiminde kullanılan un formülasyonun en beğenilen noktaları 4.69 g/100g buğday unu ile 7.39 g/100g mısır ununun olduğu belirlenmiştir.

✓ Duyusal özelliklere göre yapılan optimizasyon neticesinde pestil üretiminde seçiciliği en yüksek formülasyonda patates ununun olmaması bu unun üretimde kullanılmaması yada az miktarlarda tercih edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca patates unu içeren deneme noktalarında analiz sonuçları da duyuusal veriler ışığında yapılan optimizasyon sonucu ile aynı sonuçları verdiği ve patates ununun pestil üretiminde kullanımının uygun olmadığı tespit edilmiştir. Yine de çok düşük miktarlarda üretimde değerlendirebileceği görülmüştür.

✓ Özellikle Gümüşhane’de üretilen pestillerde buğday unu tercih edilmesinden dolayı çölyak hastaların Gümüşhane pestilini tüketirken sorun yaşamalarına sebep olmaktadır. Gümüşhane pestil üretiminde buğday unu yerine mısır ve patates unu kullanılarak yeni bir ürün formülasyonu bu çalışma sonucunda elde edilmiştir. Buna göre 10.69 g/100g mısır unu ile 1.39 g/100g patates unu ile üretilmiş pestillerin bu soruna çözüm üreteceği belirlenmiştir.

✓ Çalışma kapsamında elde edilen bulgular buğday ununa alternatif olarak mısır unun pestil üretiminde rahatlıkla kullanılabileceğini, patates unun ise çok az miktarlarda kullanılması gerektiğini, ayrıca unların birlikte kullanıldığı deneme noktalarının da pestil üretimine ayrı bir formülasyon kazandırdığı belirlenmiştir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ai, Y ve Jane, J-L., 2016. Macronutrients in corn and human nutrition. Comprehensive Reviewsin Food Science and Food Safety, 15; 581-597.
- Akan, L. S., ve Sürücüoğlu, M. S., 2012. Production and characteristics of a traditional food: Turkish delight, Lokoom). Journal of Food, Agriculture & Environment, 10(1), 71-73.
- Akın, V., 2017. Tahıl Teknolojisi I. Ocak 27, 2019 tarihinde <http://www.akademik.adu.edu.tr:http://www.akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Tahil%20T eknolojisi%20I.pdf> adresinden alındı
- Aksoy, A. S., 2015. Kimyasal Rafinasyonun Mısır Yağının Bazı Element İçerikleri ile Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aktaş, B., 2010. Kuru Koşullar için Islah Edilmiş Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Karakterizasyonu. Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Amrein, T. M., Schönbüchler, B., Escher, F. ve Amado, R., 2004. Acrylamide in Gingerbread: Critical Factors Forformation and Possible Ways for Reduction. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52(13), 4282-4288.
- Arusoğlu, G., 2015. Akrilamid Oluşumu ve İnsan Sağlığına Etkileri. Akademik Gıda, 13(1), 61-71.
- Azeredo, H. M., Brito, E. S., Moreira, G. E., Farias, V. L. ve Bruno, L. M., 2006. Effect of Drying and Storage Time on the Physico-Chemical Properties of Mango Leathers. International Journal of Food Science and Technology, 41(6), 635–638.
- Babalola, S. O., Ashaye, O. A., Babalola, A. O. ve Aina, J. O., 2002. Effect of Cold Temperature Storage on the Quality Attributes of Pawpaw and Guava Leathers. African Journal of Biotechnology, 1(2), 61-63.
- Baltacı, C., Ilyasoglu, H., Gundogdu ve A. Ucuncu, O. 2016. Investigation of Hydroxymethylfurfural Formation in Herle, International Journal of Food Properties, 19:12, 2761-2768.
- Batu, A., 1991. Farklı İki Yönteme Göre Üretilen Kuru Üzüm Pekmezinde Oluşan Kimyasal Değişmeler Üzerine Bir Araştırma. Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1), 179-190.
- Batu, A., Kaya, C., Çatak, J. ve Şahin, C., 2007. Pestil Üretim Tekniği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 71-81.

- Bayram, H. U., 2018. Geleneksel Gümüşhane Pestil ve Kömesinin Üretim Yöntemlerinin ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baysal, A., 1997. Türk Mutfağında Pekmez ve Ürünleri. V. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi (s. 118–124). Ankara: Kültür Bakanlığı Yayınları.
- Benzie, I.F.F. ve Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70–76.
- Biliaderis, C. G., 2009. Structural Transitions and Related Physical Properties of Starch. J. BeMiller ve R. Whistler içinde, *Starch Chemistry and Technology* (s. 293-372). Academic Press.
- Blazek, J. ve Copeland, L., 2009. Effect of Monopalmitin on Pasting Properties of Wheat Starches with Varying Amylose Content. *Carbohydrate Polymers*, 78(1), 131-136.
- Boskou, D., 2003. Frying Fats. D. Boskou içinde, *Chemical and Functional Properties of Food Lipids* (s. 329-347). USA: CRC Press.
- Boz, H., 2012. Dut pestilinin kimyasal, dokusal ve duyuşsal özelliklerine buğday unu, sakkaroz şurubu, glikoz şurubu ve pişirme süresinin etkileri. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Bozkurt, H., Göğüş, F. ve Eren, S., 1998. Pekmezde Maillard Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetik Modellenmesi. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 22, 455-460.
- Bozkurt, H., Göğüş, F. ve Eren, S., 1999. Nonenzymic Browning Reactions in Boiled Grape Juice and its Models During Storage. Food Chemistry, 64(1), 89-93.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E. ve Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology, 28(1): 25-30.
- Brown, S., 2009. Fruit Leathers. Ocak 27, 2019 tarihinde <https://s3.wp.wsu.edu:https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2079/2014/02/FruitLeathers1.pdf> adresinden alındı
- Budzaki, S. ve Seruga, B., 2005. Determination of Convective Heat Transfer Coefficient During Frying of Potato Dough. Journal of Food Engineering, 66(3), 307-314.
- Burdurlu, H. S. ve Karadeniz, F., 2006. Gıdalarda Akrilamid Oluşumu ve Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu.
- Cagindi, O. ve Otles, S., 2005. Comparison of Some Properties on the Different Types of Pestil: A Yraditional Product in Turkey. International Journal of Food Science and Technology, 40, 897-901.

- Capuano, E. ve Fogliano, V., 2011. Acrylamide and 5-Hydroxymethylfurfural (HMF): A Review on Metabolism, Toxicity, Occurrence in Food and Mitigation Strategies. Food Science and Technology, 44(4), 793-810.
- Channe, D. S. ve Datta, A., 2018. Refractance window drying of fruits and vegetables: A Review. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- Che Man, Y. ve Sin, K. K., 1997. Processing and Consumer Acceptance of Fruit Leather from the Unfertilised Floral Parts of Jackfruit. Journal of The Science of Food and Agriculture, 75(1), 102-108.
- Che Man, Y. B., Taufik, Y. C. ve Karim, M. N., 1992. Storage Stability of Ciku Leather. ASEAN Food Journal, 7, 53-55.
- Çelik, H., 2014. Üzümün besin değeri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, TÜRKTOB, 18-21.
- Dangkrajang, S., Sirichote, A. ve Suwansichon, T., 2010. Development of Roselle Leather from Roselle (Hibiscus Sabdariffa L.). Asian Journal of Food and Agro-Industry, 2(4), 788-795.
- Delgado-Andrade, C., Rufián-Henares, J. A. ve Morales, F. J., 2006. Study on Fluorescence of Maillard Reaction Compounds in Breakfast Cereals. Molecular Nutrition & Food Research, 50, 799-804.
- Demarchi, S. M., Ruiz, N. A. ve Giner, S. A., 2014. Sorptional Behaviour of Rosehip Leather Formulations Added with Sucrose or Polydextrose. Biosystems Engineering, 118, 83-94.
- Demarchi, S. M., Ruiz, N. A., Concellon, A. ve Giner, S. A., 2013. Effect of Temperature on Hot-Air Drying Rate and on Retention of Antioxidant Capacity in Apple Leathers. Food and Bioproducts Processing (91), 310-318.
- Demirçeken, F. G., 2011. Gluten Enteropatisi: Klasik Bir Öykü ve Güncel Gelişmeler. Güncel Gastroenteroloji, 15(1), 58-72.
- Dong, B., Sang, W. L., Jiang, X., Zhou, J. M., Kong, F. X., Hu, W. ve Wang, L.S., 2002. Effects of Aluminum on Physiological Metabolism and Antioxidant System of Wheat (Triticum aestivum L.). Chemosphere, 47(1), 87-92.
- Doymaz, İ. ve İsmail, O., 2011. Drying Characteristics of Sweet Cherry. Food and Bioproducts Processing, 89(1), 31-38.
- Duran, M. Ö., Özçelik, S., Certel, M. ve Erbaş, M., 2004. Ticari Şartlarda Ekmek Üretiminde Patates ve Yulaf Unu Kullanmanın Hamur ve Ekmek Özelliklerine Etkileri. Gıda, 29(2), 139-147.
- Eghdami, A. ve Sadeghi, F. 2010. Determination of total phenolic and flavonoids contents in methanolic and aqueous extract of Achillea millefolium. The Journal of Organic Chemistry, 2: 81-84.

- Ekinci, R. ve Ünal, S., 2002. Türkiye'nin Farklı Bölgelerinde Üretilen Değişik Un Tiplerinin Özellikleri I. Bazı Kimyasal ve Teknolojik Özellikler. Gıda Dergisi, 27(3), 201-207.
- Ekşi, A. ve Artık, N., 1984. Pestil İşleme Tekniği ve Kimyasal Bileşimi. Gıda(3), 273-276.
- Ertugay, Z., 2010. Buğdayda Amilolitik Aktivite ve Unların Alfa Amilaz Enzimi ile Katkılanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(3-4), 173-180.
- Evren, M., Apan, M., Tutkun, E. ve Evren, S., 2010. Geleneksel Şekerli Türk Ürünlerinde Bozulma Etmeni Mikroorganizmalar. 1.Uluslararası "Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar" Sempozyumu. Tekirdağ.
- FAO., 2018. Fruit Leather. FAO: <http://www.fao.org/3/a-au113e.pdf> adresinden alınmıştır
- Fang, Y., 2012. Determination of selenium in mulberry from hanbin district of Ankang. Hubei Agriculture Science, 14.
- Fit Ekran., 2019. Mısır Besin Değerleri. Fit Ekran: <https://www.fitekran.com/> adresinden alınmıştır
- Geleneksel Gıdalar Sempozyumu (s. 40-44). Ankara: Gıda Mühendisleri Odası.
- Gertz, C. ve Klostermann, S., 2002. Analysis of Acrylamide and Mechanisms of its Formation in Deep-Fried Products. Europe Journal of Lipid Science and Technology, 104(11), 762-771.
- Goksel, M., Dogan, M., Toker, O. S., Ozgen, S., Sarioglu, K. ve Oral, R. A., 2011. The Effect of Starch Concentration and Temperature on Grape Molasses: Rheological and Textural Properties. Food Bioprocess (October), 1-13.
- Göçmen, D., 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Gönül, M., 1978. Nişastanın Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Gıda Dergisi, 3(3), 113-119.
- Gönül, M. 1985. Türk Lokumu Yapım Tekniği Üzerine Araştırmalar. İzmir: Ege Mühendislik Fakültesi.
- Gujral, H. S. ve Khanna, G., 2002. Effect of Skim Milk Powder, Soy Protein Concentrate and Sucrose on the Dehydration Behaviour, Texture, Color and Acceptability of Mango Leather. Journal of Food Engineering, 55(4), 343-348.
- Gujral, H. S. ve Brar, S. S., 2003. Effect of Hydrocolloids on the Dehydration Kinetics, Color, and Texture of Mango Leather. International Journal of Food Properties, 6(2), 269-279.
- Gümüşhane Ticaret ve Sanayi Odası., 2009. Kapasite Raporları. Gümüşhane. <https://www.gtb.org.tr/dosya/pdf/hububat-raporu-2017.pdf> adresinden alınmıştır

- Huang, X. ve Hsieh, F., 2005. Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. Journal of Food Science, 70(3), 177-186.
- Hubbart, A., 2015. Polysaccharides 1. <https://slideplayer.com/slide/5876875/>, adresinden alınmıştır.
- Hüseyin, O., Abdullah, Ü. L. ve Asım, D., 2000. Patates Tarımı, Sorunları ve Çözüm Yolları. Niğde: Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- IGC., 2019. Grain Market Report. International Grains Council.
- Irwandı, J., Che Man, Y. B., Yusof, S., Jinap, S. ve Sugisawa, H., 1998. Effects of Type of Packaging Materials on Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Durian Fruit Leather During Storage. Journal of Science Food and Agriculture, 76(3), 427-434.
- Jane, J., 2009. Structural Features of Starch Granule II. Chapter 6.
- Jaromir-Lachman, J., Hamouz, K., Šulc, M., Orsak, M., Pivec, V., Hejtmankova, A., Dvořák, P. ve Čepel, J., 2009. Cultivar Differences of Total Anthocyanins and Anthocyanidins in Red and Purple-Fleshed Potatoes and their Relation to Antioxidant Activity. Food Chemistry, 114, 836-843.
- Jaspreet, S., Lovedeep, K., Owen, M., Paul, J. M. ve Harjinder, J. S., 2009. Development and Characterization of Extruded Snacks from New Zealand Taewa (Maori Potato) Flours. Food Research International, 42(5-6), 666-673.
- Jaspreet, S., Narpinder, S., Sharmab, T. R. ve Saxenac, S. K., 2003. Physicochemical, Rheological and Cookie Making Properties of Corn and Potato Flours. Food Chemistry, 83(3), 387-393.
- Kalkışım, Ö. ve Özdemir, M., 2012. Pestil ve Köme Teknolojisi. Gümüşhane Üniversitesi.
- Kara, A. ve Çakal, Ş., 2010. Some Traditional Foods of Erzurum Province. 1. Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu. Tekirdağ.
- Kara, O. O., 2014. Altınçilek Meyvesinden (Physalis Peruviana L) Pestil Üretimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karadoğan, T. ve Özer, H., 1997. Patatesin Besin Değeri ve İnsan Beslenmesi Yönünden Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2), 306-317.
- Karagöz, A., 2009. Acrylamide and its resence in Foods. TAF Preventive Medicine Bulletin, 8(2), 187-192.
- Kasangana, P., Haddad, P. S. ve Stevanovic, T., 2015. Study of polyphenol content and antioxidant capacity of Myrianthus arboreus (Cecropiaceae) root bark extracts. Antioxidants, 4(2), 410-426.



- Kaushal, M., Sharma, P. C. ve Sharma, R., 2013. Formulation and Acceptability of Foam Mat Dried Seabuckthorn (*Hippophae Salicifolia*) Leather. Journal of Food Scientists and Technologists, 50(1), 78-85.
- Kaya, C., Karataş, H., Cangi, R., Saraçoğlu, O., Geçer, E. N. ve Yağcı, A., 2010. Diyarbakır’da Üzümünden Üretilen Farklı Geleneksel Ürünlerin Bazı Özellikleri. 1. Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. Tekirdağ.
- Kaya, C., Yıldız, M., Hayoğlu, İ. ve Kola, O., 2005. Pekmez Üretim Teknikleri. GAP VI. Tarım Kongresi, 1482-1490.
- Kaya, S. ve Kahyaoglu, T., 2005. Thermodynamic Properties and Sorption Equilibrium of Pestil (Grape Leather). Journal of Food Engineering, 71(2), 200-207.
- Kaya, S. ve Maskan, A., 2003. Water Vapor Permeability of Pestil (a fruit leather) Made from Boiled Grape Juice with Starch. Journal of Food Engineering, 57(3), 295-299.
- Kayahan, M., 1982. Üzüm Şirasının Pekmeze İşlenmesinde Meydana Gelen Terkip Değişimleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Kendall, P. ve Sofos, J., 2003. Leathers and Jerkies. Ocak 28, 2019 tarihinde <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/foodnut/09311.pdf> adresinden alındı
- Koç, B. ve Kaymak-Ertekin, F., 2009. Yanıt Yüzey Yöntemi ve Gıda İşleme Uygulamaları. Gıda (3), 1-8.
- Konopacka, D., Plochanski, W. ve Beveridge, T., 2002. Water Sorption and Crispness Of Fat-Free Apple Chips. Journal of Food Science, 67, 87-92.
- Köksel, H., Çetiner, B. ve Şanal, T., 2015. Hububat Ürünleri ve Sağlığımızı Tehdit Eden Yanıltıcı İddialar. 9. Gıda Mühendisliği Kongresi (s. 12-13). İzmir: Gıda Mühendisleri Odası.
- Kün, E., 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınlar.
- Lakta, P. ve Sehgal, S., 2009. Anti-Nutritional Content of Products Developed from Potato Flour. Nutrition & Food Science, 39(6), 636-643.
- Lusas, E. W. ve Rooney, L. W., 2001. Snack Foods Processing. New york: CRC Press.
- Maskan, A., Kaya, S. ve Maskan, M., 2002. Hot Air and Sun Drying of Grape Leather (Pestil). Journal of Food Engineering, 54(1), 75-80.
- Mehmet, Ş., Seydi, A., Aysun, G. A. ve Seyfi, T., 2009. Orta Anadolu İçin Geliştirilmiş Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Alveograf Analizi Yönünden Değerlendirilmesi. Bitkisel Araştırma Dergisi, 2, 1-9.

- Meral, D., 2008. Balık Yemlerinde Patates Unu Kullanımı Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Myers, R. H. ve Montgomery, D. C., 1995. Response Surface Methodology, Process and Product Optimization Using Designed Experiments. New York: John Wiley and Sons.
- Nakilcioğlu-Taş, E., Çakaloğlu, B. ve Ötleş S., 2018. Farklı Oranlarda Keçiyoynuzu Unu İçeren Pestillerin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(8): 945-952.
- Nas, S. ve Gökalp, H. Y., 1993. Kuşburnu ve Pestil Teknolojisi ve Gıda Değeri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 142-150.
- Nas, S. ve Nas, M., 1987. Pekmez ve Pestilin Yapılışı, Bileşimi ve Önemi. Gıda, 12(6), 347- 352.
- Nath, A. ve Chattopadhyay, P. K., 2007. Optimization of Oven Toasting For Improving Crispness And Other Quality Attributes Of Ready To Eat Potato-Soy Snack Using Response Surface Methodology. Journal of Food Engineering, 80, 1282–1292.
- Okilya, S., Mukisa, I. M. ve Kaay, A. N., 2010. Effect of Solar Drying on the Quality and Acceptability of Jackfruit Leather. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 9(1), 101-111.
- Ölmez, H., Tuncay, F., Özcan, N. ve Demirel, S., 2008. A survey of acrylamide levels in foods from the Turkish market. Journal of Food Composition and Analysis, 21(7), 564-568.
- Özaydın, T., 2001. Bazı Buğday (Triticum spp.) Çeşitlerinin Alüminyuma Karşı Toleranslarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbek, A., 2010. Gümüşhane İlinde Pestil ve Köme Üretim ve Ticaretinin Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özdemir, G., 2008. Destinasyon Pazarlaması. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Özer, E. A. ve Yağmur, C., 2004a. Pestilin Bileşimi, Beslenmemizdeki Yeri ve Önemi.
- Özhan, N. B., 2008. Depolama Süresince Keçiyoynuzu Pekmezinde Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları Kinetiği. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özkaynak, E., 2006. Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Sigara Böreğinde Akrilamid Oluşumu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pala, A., 2012. Farklı Yöntemlerle Kurutularak Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Parmer, S. M., 2012. Preliminary investigation of *Herniaria incana* Lam. Determination of the total flavonoid content, antioxidant properties and free radical scavenging capacity. Master's thesis. The University of Bergen.
- Phimpharian, C., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N., Prinyawiwatkul, W. ve Kyoong No, H., 2011. Physicochemical Characteristics and Sensory Optimisation of Pineapple Leather Snack as Affected by Glucose Syrup and Pectin Concentrations. International Journal of Food Science and Technology, 46(5), 1-10.
- Pomeranz, Y., 1971. Wheat Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Prieto, P., Pineda, M. ve Aguilar, M., 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry, 269(2): 337-341.
- Pushpa G., Rajkumar P., Garipey Y. ve Raghavan G. S. V., 2006. Microwave drying of enriched mango fruit leather, in Proceedings of the Canadian Society for Bioengineering Annual Conference, paper no. 06-208.
- Raab, C. ve Oehler, N., 1976, May. Making Dried Fruit Leather. Oregon : Oregon State University Extension Service.
- Rada-Mendoza, M., Olano, A. ve Villamiel, M., 2002. Determination of Hydroxymethylfurfural in Commercial Jams and in Fruit-Based Infant Foods. Food Chemistry, 79(4), 513-516.
- Rajaratnam, E. ve Narpinder, S., 2011. Use of Potato Flour in Bread and Flat Bread. V. Preedy, B. Patel ve R. Watson içinde, Flour and Breads (s. 247-258). Philadelphia: Academic Press.
- Rodrigues, N. da R., Barbosa Junior, J.L. ve Barbosa, M.I.M.J., 2016. Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours, International Food Research Journal, 23(5): 2071-2078.
- Ruiz, N. A., Demarchi, S. M. ve Giner, S. A., 2011. Research on Dehydrated Fruit Leathers. 11. International Congress on Engineering and Food. Atina.
- Ruiz, N. A., Demarchi, S. M., Massolo, J. F., Rodoni, L. M. ve Giner, S. A., 2012. Evaluation of Quality During Storage of Apple Leather. LWT - Food Science and Technology, 47(2), 485-492.
- Saldamlı, İ. 2007. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, pp. 55.
- Sandhu, K.S., Singh, N. ve Singh M.N., 2007. Some properties of corn grains and their flours I: Physicochemical, functional and chapati-making properties of flours, Food Chemistry, 101, 938-946.

- Sengül, M., Yıldız, H., Güngör, N. ve Okçu, Z., 2010. Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, Some Physical and Chemical Properties of Pestil, Asian Journal of Chemistry, 22, 1, 448-454.
- Serpi, Y., Topal, A., Sade, B., Ögüt, H., Soylu, S., Boyraz, N. ve Bilgili, N., 2011, Mayıs. Ulusal Hububat Konseyi Buğday Raporu. Ocak 27, 2019 tarihinde <http://uhk.org.tr:8080/uhk.org.tr/dosyalar/bugdayraporumayis2011.pdf> adresinden alındı
- Singh, J., Kaur, L., McCarthy, O. J., Moughan, P. J. ve Singh, H., 2009. Development and Characterization of Extruded Snacks from New Zealand Taewa (Maori Potato) Flours. Food Research International, 42(5-6), 666-673.
- Singh, J., Singh, N., Sharma, T. R. ve Saxena, S. K., 2003. Physicochemical, Rheological and Cookie Making Properties of Corn and Potato Flours. Food Chemistry, 83(3), 387-393.
- Slinkard, K. ve Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analyses: Automation and Comparison with Manual Methods, American Journal of Enology and Viticulture, 28 49-55.
- Sosulski, F., Krygier, K. ve Hogge, L., 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours, Journal of Agriculture Food Chemistry, 30, 2, 337-340.
- Svihus, B., Uhlen, A. K. ve Harstad, O. M., 2005. Effect of Starch Granule Structure, Associated Components and Processing on Nutritive Value of Cereal Starch: A Review. Animal Feed Science and Technology, 122(3-4), 303-320.
- TMO., 2016. 2016 Yılı Hububat Raporu. Ankara: TMO.
- TMO., 2017. 2017 Yılı Hububat Raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi:
- Tontul, İ. ve Topuz, A., 2017. Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). LWT- Food Science and Technology.
- TS 12677. 2000. Dut Pestili, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS 13359. 2008. Bal-Fruktoz, glukoz, sakaroz, turanoz ve maltoz muhtevası tayini - Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) metodu, Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE., 1992. Pestil Standard TS 9776. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TSE., 2000. Dut pestili standardı. Türk Standartları Enstitüsü adresinden alınmıştır
- Turnbull, K. M. ve Rahman, S., 2002. Endosperm Texture in Wheat. Journal of Cereal Science, 36, 327-337.
- Türker, S. ve Ertaş, N., 2012. Un Kalitesi ve Kaliteyi Belirleyen Faktörler. BBM Dergisi, 1(1), 24-25.

- Türkmen, İ., Uncu Kirtiş, E. B. ve Ekşi, A., 2010. Pestil için Kalite Geliştirme Alternatifleri. 1.Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu. Tekirdağ.
- Uçar, A., 2008. Geleneksel Türk Tadı: Pekmez. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, 1383-1397.
- Uluöz, M., Gönül, M. ve Gözlü, S., 1974. Nişasta: Özellikleri, Jelatinizasyonu, Modifikasyonu ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. İzmir: Endüstrisinde Kullanım Fakültesi Yayınları.
- Uysal, A., Güneş, E., Aktümsel, A. ve Durak, Y., 2014. Hyoscyamus Reticulatus'un Hekzan ve Su Özütlerinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri Üzerine Bir Çalışma. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi (39), 21-29.
- Ünal, S., 1979. Buğdaylarda Kaliteyi Etkileyen Faktörler ve Birbirleri Arasındaki İlişkiler. Gıda Dergisi, 4(2), 73-77.
- URL-1, TÜİK., 2019. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alan ve Üretim Miktarları. Ocak.27, 2019 tarihinde [http://tuik.gov.tr: http://tuik.gov.tr/ UstMenu.do?metod=temelist](http://tuik.gov.tr: http://tuik.gov.tr/ UstMenu.do?metod=temelist adresinden alındı) adresinden alındı.
- URL-2, ZMO., 2018. Buğday Raporu. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası: [http://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=30125&tipi=17&sube=0](http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30125&tipi=17&sube=0) adresinden alınmıştır.
- URL-3, TABEDER., 2018. Dünya Buğday Pazarı. Tahıl ve Bakliyat İşleme Teknolojileri, Depolama ve Analiz Sistemleri Derneği: <http://tabader.org/dunya-bugday-pazari-html/> adresinden alınmıştır.
- URL-4, Flour Millmachine., 2019. Explaining the Maize Flour Production Process. KMEC: <http://www.flourmillmachine.com/Customer-Support/Explaining-the-Maize-Flour-Production-Process.html> adresinden alınmıştır.
- URL-5, NDTV Food., 2019. Cornflour. NDTVFood: <https://food.ndtv.com/ingredient/cornflour.701009#targetText=In%20the%20arts%20of%20culinary,corn%20starch%2C%20milk%20and%20sugar> adresinden alınmıştır.
- URL-6, Sağlık Bakanlığı., 2018. Çölyak Hastalığı. [https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/ Yayinlar/rehberler/Colyak Hastaligi Ogretmenlere Yonelik Bilgilendirme Rehberi.pdf](https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/rehberler/Colyak_Hastaligi_Ogretmenlere_Yonelik_Bilgilendirme_Rehberi.pdf), adresinden alınmıştır.
- URL-7, Ezgi Gıda., 2019. Besin Değerleri Tablosu. Ezgi Gıda: <http://www.ezgigida.com.tr/Besin-De%C4%9Ferleri-Tablosu.pdf> adresinden alınmıştır.
- Vatthanakul, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N. ve Wilkinson, B., 2010. Gold Kiwifruit Leather Product Development using Quality Function Deployment Approach. Food Quality and Preference, 21(3), 339-345.

- Waterschoot, J., Gomand, S.V., Fierens, E., ve Delcour J.A., 2015. Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches. Starch – Strke, 67, (1-2): 14-29.
- Wijesinghe, W. ve Thanaweera, T., 2016. Bio-processing of bael (Aegle marmelos L.) fruit into fruit leather. 14th Food Engineering Conference .
- Yadav, A. R., Mahadevamma, S., Tharanathan, R. N. ve Ramteke, R. S., 2007. Characteristics of Acetylated and Enzyme-Modified Potato and Sweet Potato Flours. Food Chemistry, 103(4), 1119-1126.
- Yıldız, O. 2013. Physicochemical and sensory properties of mulberry products: Gümüşhane pestil and kme, Turkish Journal of Agriculture Forestry, 37: 762-771.
- Yıldız, O., 2009. Gümüşhane Geleneksel Gıdaları; Pestil, Kme, Ballı Tatlı ve Yeni Bir rn: okopestil. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu (s. 92-95). Van.
- Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, . ve Kolaylı, S., 2010. Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon rnlerinin Gıdalardaki nemi. Akademik Gıda, 8(6), 44-51.
- Yılmaz, H., Demircan, V. ve Erel, G., 2006. Bazı nemli Patates reticisi İllerde Patates retim Maliyeti ve Gelirinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1), 22-32.
- Yüksel, F., 2014. Bayat Ekmeğın Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yuksel, F. ve Campanella H.O., 2018. Textural, Rheological and Pasting Properties of Dough Enriched with Einkorn (Siyez), Cranberry Beans and Potato Flours, Using Simplex Lattice Mixture Design. Quality assurance and safety of crops & foods, 10(4), 389–398.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Büşra YAVUZ 02.08.1994 yılında İstanbul' un Şişli ilçesinde doğdu. İlköğretimini Ayazağa İlköğretim Okulunda tamamladı. Ardından Mehmet Ali Büyükhanlı Anadolu Ticaret Meslek Lisesinde lise hayatına devam etti. 2012 yılında lise hayatını bitirdi. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde Gıda Mühendisliği bölümünü kazanarak 4 yıllık eğitim gördü ve 2017 yılında Üniversiteden mezun oldu. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek Lisans Eğitimi hala devam etmektedir.