

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DOMATES VE PIRASA TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK  
ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT  
MİKTARININ AZALTI LABİLME İMKANLARININ YANIT  
YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİLAL PEMBE ERTEN

BOLU, HAZİRAN - 2019

**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**DOMATES VE PIRASA TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK**  
**ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT MİKTARININ**  
**AZALTILABİLME İMKANLARININ YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE**  
**MODELLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HİLAL PEMBE ERTEN**

**BOLU, HAZİRAN - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Hilal Pembe ERTEN tarafından hazırlanan “DOMATES VE PIRASA TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK ÜETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT MİKTARININ AZALTILABİLME İMKANLARININ YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 17.06.2019 tarihinde savunularak Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

Danışman  
Prof. Dr. Ömer ZORBA  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR  
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Aydın ERGE  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza

.....  
.....  
.....

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



**Aileme,**

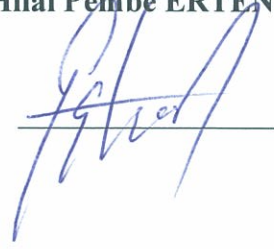
## ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

**Hilal Pembe ERTEN**



## ÖZET

### DOMATES VE PIRASA TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT MİKTARININ AZALTILABİLME İMKANLARININ YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİLAL PEMBE ERTEN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER ZORBA)

BOLU, HAZİRAN - 2019

Bu çalışma; geleneksel yöntemlerle üretilen fermente sucuktaki sentetik nitrit miktarını azaltmak için, pırasa ve domates tozunun dolaylı bir kaynak olarak kullanımının fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikler üzerindeki etkisini saptamak amacıyla yapılmıştır. Merkezi Birleşik Dizayn kullanılarak Yanıt Yüzey Yöntemi'ne (Response Surface Methodology) göre belirlenen bitki tozu miktarları, 16 grup şeklinde kombine edilmiştir. Çalışmada kullanılan hammaddeler yağsız sığır eti, sığır yağı, koyun kuyruk yağı, sodyum nitrit (0-150 ppm), pırasa tozu (%0-1.0) ve domates tozu (%0-5.0) kombinasyonları, çeşitli baharatlardır. Üretilen fermente sucuklar yedi gün boyunca fermentasyon kabiniinde muhafaza edildikten sonra 30 gün boyunca 0-4°C'de olgunlaşması sağlanmıştır. Bu süre zarfında sucuk örneklerinde 0.gün, 7. gün ve 30.gün analizleri gerçekleştirilmiş, çeşitli fiziksel ve kimyasal analizleri kayıt altına alınmıştır. Çeşitli kombinasyonlarda ilave edilen pırasa tozunun nem, peroksit, b\*(iç), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu, domates tozunun TBA, L\*(iç), b\*(iç), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu, nitritin nem, peroksit, TBA, a\*(iç), b\*(iç), L\*(kabuk), a\*(kabuk), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Fermente Sucuk, Sodyum Nitrit, Askorbat, Pırasa Tozu, domates Tozu, Merkezi Birleşik Dizayn, Yanıt Yüzey Yöntemi

## **ABSTRACT**

### **MODELING OF THE REDUCTION OF THE AMOUNTS OF SYNTHETIC NITRITE USED IN THE PRODUCTION OF FERMENTED SAUSAGE WITH TOMATO AND LEEK POWDERS BY THE RESPONSE SURFACE METHOD**

**MSC THESIS**

**HİLAL PEMBE ERTEN**

**BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF  
NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER ZORBA)**

**BOLU, JUNE 2019**

This work; In order to reduce the amount of synthetic nitrite in the fermented sausage produced by conventional methods, the effect of using leek and tomato powder as an indirect source on physical, chemical and technological properties was determined. Using Central Composite Design, plant powder amounts determined according to response surface method were combined as 16 groups. The raw materials used in the study are fat-free beef, beef fat, lamb tail fat, sodium nitrite (0-150 ppm), leek powder (0-1.0%) and tomato powder (0-5.0%) combinations, various spices. The produced fermented sausages were stored in the fermentation chamber for seven days and then allowed to be 0-4 degrees for 30 days. During this period, the analysis of various physical and chemical analyzes of sausage samples were carried out on day 0, 7, and 30 days. Leek powder added in various combinations is effective on moisture, peroxide, b \* (inner), b \* (shell) and NO<sub>3</sub>- values, TBA, L \* (inner), b \* (inner), b \* (shell) of tomato powder and NO<sub>3</sub>-values, nitrite, moisture, peroxide, TBA, a \* (inner), b \* (inner), L \* (shell), a \* (shell), b \* (shell) and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> effective on the values It was found to be.

**KEYWORDS:** Fermented Sausage, Sodium Nitrite, Ascorbate, Leek Powder, Tomato Powder, Central Composite Design, Response Surface Method

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİL İSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ .....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	xi
TEŞEKKÜR .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	6
2.1 Fermente Sucuk .....	6
2.1.1 Fermente Sucuk Tanımı .....	6
2.1.2 Fermente Sucuğun Tarihçesi .....	7
2.1.3 Fermente Sucuğun Özellikleri .....	9
2.2 Fermente Sucuk Üretim Teknolojisi .....	10
2.2.1 Hammadde Seçimi ve Hazırlama .....	10
2.2.1.1 Et ve Yağ.....	11
2.2.1.2 Tuz .....	12
2.2.1.3 Şeker.....	12
2.2.1.4 Nitrat ve Nitrit.....	13
2.2.1.5 Baharatlar ve Diğer Katkı Maddeleri.....	14
2.2.2 Sucuk Hamurunun Hazırlanması ve Dolum .....	15
2.2.3 Fermantasyon ve Olgunlaştırma .....	15
2.3 Oksidasyon .....	16
2.4 Antioksidanlar .....	16
2.4.1 Askorbik Ait .....	17
2.5 Pırasa Tozu .....	18
2.6 Domates Tozu.....	19
2.7 Yanıt Yüzey Yöntemi.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 Materyal.....	22
3.2 Metot .....	23
3.2.1 Materyal Hazırlığı ve Sucuk Üretimi.....	23
3.3 Analizlerin Uygulanma Programı.....	25
3.3.1 Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Analizler .....	25
3.3.1.1 Renk Tayini.....	25
3.3.1.2 Nem Tayini .....	26
3.3.1.3 pH Tayini .....	26
3.3.1.4 Protein Tayini.....	26
3.3.1.5 Yağ Tayini.....	27
3.3.1.6 Peroksit Tayini .....	27



3.3.1.7	Tiyobarbütirik Asit (TBA) Tayini.....	28
3.3.1.8	Anyon Tayini .....	28
3.3.1.9	Katyon Tayini .....	29
3.3.1.10	Randıman .....	29
3.3.1.11	İstatistiksel Analizler.....	30
<b>4.</b>	<b>BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>31</b>
4.1	Hammadde İçin Kimyasal Analiz Bulguları .....	31
4.2	Fiziksel ve Kimyasal Özellikler .....	31
4.2.1	pH Değeri.....	31
4.2.2	Nem Değeri.....	33
4.2.3	Peroksit Değeri .....	34
4.2.4	Tiyobarbütirik Asit (TBA) Değeri .....	36
4.2.5	L*(iç) Değeri.....	37
4.2.6	a*(iç) Değeri .....	39
4.2.7	b*(iç) Değeri .....	41
4.2.8	L*(kabuk) Değeri.....	42
4.2.9	a*(kabuk) Değeri .....	44
4.2.10	b*(kabuk) Değeri .....	45
4.2.11	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Değeri.....	47
4.2.12	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Değeri.....	48
4.2.13	Kalıntı NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Değeri.....	49
4.3	Teknolojik Özellikler .....	50
4.3.1	Randıman .....	50
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR.....</b>	<b>51</b>
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>EKLER.....</b>	<b>67</b>
<b>8.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>82</b>

# ŞEKİL İSTESİ

## Sayfa

Şekil 3. 1. Sucuk üretimi akış şeması. ....	24
Şekil 4. 1. pH seviyesinin günlere göre değişimi.....	32
Şekil 4. 2. Domates tozu ve sodyum nitritin nem değeri üzerindeki etkisi. ....	34
Şekil 4. 3. Pırasa tozu ve sodyum nitritin peroksit değeri üzerindeki etkisi. ....	36
Şekil 4. 4. Domates tozu ve sodyum nitritin TBA değeri üzerindeki etkisi. ....	37
Şekil 4. 5. Domates tozu ve sodyum nitritin L*(iç) değeri üzerindeki etkisi. ...	39
Şekil 4. 6. Pırasa tozu ve sodyum nitritin a*(iç) değeri üzerindeki etkisi. ....	40
Şekil 4. 7. Domates tozu ve sodyum nitritin b*(iç) değeri üzerindeki etkisi. ...	42
Şekil 4. 8. Pırasa tozu ve sodyum nitritin L*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi. ....	44
Şekil 4. 9. Domates tozu ve sodyum nitritin a*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi. ....	45
Şekil 4. 10. Domates tozu ve sodyum nitritin b*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi. ....	47
Şekil 4. 11. Domates tozu ve sodyum nitritin NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değeri üzerindeki etkisi. ...	49
Şekil 4. 12. Kombinasyonlara ait randıman grafiği. ....	50

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3. 1.</b> Yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş değişkenler.....	22
<b>Tablo 4. 1.</b> Hammadde olarak kullanılan ete ait kimyasal analiz bulguları .....	31
<b>Tablo 4. 2.</b> Hammadde olarak kullanılan yağlara ait kimyasal analiz bulguları	31
<b>Tablo 4. 3.</b> pH değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	32
<b>Tablo 4. 4.</b> Nem değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	33
<b>Tablo 4. 5.</b> Peroksit değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	35
<b>Tablo 4. 6.</b> TBA değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	36
<b>Tablo 4. 7.</b> L*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	38
<b>Tablo 4. 8.</b> a*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	39
<b>Tablo 4. 9.</b> b*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisini varyasyon analiz sonuçları.....	41
<b>Tablo 4. 10.</b> L*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları .....	42
<b>Tablo 4. 11.</b> a*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları .....	44
<b>Tablo 4. 12.</b> b*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları .....	46
<b>Tablo 4. 13.</b> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> değeri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	47
<b>Tablo 4. 14.</b> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değeri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları.....	48

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>a*</b>	: Kırmızı (+60), Yeşil (-60), 0: Gri
<b>AOAC</b>	: Association of Official Analytical Chemists
<b>a<sub>w</sub></b>	: Su Aktivitesi Değeri
<b>BHA</b>	: Butil Hidroksianisol
<b>BHT</b>	: Butil Hidroksitoluen
<b>CAC</b>	: Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu
<b>CIE</b>	: Commission Internationale de l'Eclairage
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>DFD-et</b>	: Dark Firm-Dry-et
<b>F</b>	: F-Testi Değeri
<b>Fe</b>	: Demir
<b>g</b>	: Gram
<b>GRAS</b>	: Generally Recognized as Safe
<b>HCl</b>	: Sodyum Hidroksit
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	: Potasyum Hidrojen Fosfat
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>KG</b>	: Kombinasyon Grupları
<b>KO</b>	: Kareler Ortalaması
<b>L</b>	: Litre
<b>L*</b>	: parlaklık, 100: beyaz, 0: siyah
<b>LD50</b>	: Lethal Dose
<b>M.Ö</b>	: Milattan Önce
<b>MA</b>	: Malonaldehit
<b>meq</b>	: Miliekivalen
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Mililitre
<b>MN</b>	: Muamele No
<b>MSA</b>	: Metasülfonik Asit
<b>N</b>	: Normal
<b>NA<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	: Sodyum Karbonat
<b>NA<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Sodyum Tiyosülfat

<b>NaCl</b>	: Sodyum Klorür
<b>NANO<sub>2</sub></b>	: Sodyum Nitrit
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	: Amonyum
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	: Nitrit
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	: Nitrat
<b>pH</b>	: Aktüel Asitlik
<b>ppm</b>	: Parts per million
<b>RSM</b>	: Response Surface Methodology
<b>SD</b>	: Serbestlik Derecesi
<b>TBA</b>	: Tiyobarbiturik Asit Değeri
<b>TBQH</b>	: Tersiyer Butil Hidroksikinon
<b>TEP</b>	: Tetraetoksipropan
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü
<b>X</b>	: Dizayn Matrisi
<b>X1</b>	: Sodyum Nitrit
<b>X1*X1</b>	: Sodyum Nitritin Kuadratik Etkisi
<b>X2</b>	: Pırasa Tozu
<b>X2*X1</b>	: Pırasa Tozu x Sodyum Nitritin Etkileşimleri
<b>X2*X2</b>	: Pırasa Tozunun Kuadratik Etkisi
<b>X3</b>	: Domates Tozu
<b>X3*X1</b>	: Domates Tozu x Sodyum Nitritin Etkileşimleri
<b>X3*X2</b>	: Domates Tozu x Pırasa Tozunun Etkileşimleri
<b>X3*X3</b>	: Domates Tozunun Kuadratik Etkisi
<b>Xi, Xj</b>	: Bağımsız Değişkenlerin Seviyeleri
<b>Y</b>	: Yanıt Vektörü
<b>YYY</b>	: Yüzey Yanıt Yöntemi

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleŐtirilmesinde, değerli vaktini ayırıp sabırla ve büyük bir özveri ile yaklaşan, kıymetli bilgilerini benimle paylaşan, öğrenim hayatım boyunca bana verdiği değerli bilgilerinden dolayı, yine her daim bu engin bilgi ve tecrübelerinden faydalanacağımı düŐündüęüm değerli hocam Prof. Dr. Ömer ZORBA'ya, yine çalıőmamda laboratuvar ve araştırma aşamalarında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ArŐ. Gör. Glsme BIÇAKÇI'ya, araŐtırmamın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen arkadaŐlarım Bahar BEŐİR ve ZıŐan TOPAL'a, bütün öğrenim hayatım boyunca her zaman yanımda olan canım aileme, bilgisi ve deneyimi ile her anımda yanımda olan ve tezimin her detayında bana özveri ile yardım eden kıymetli halam Hacer ERTEN YAMAN'a, her zaman desteğini en yakından hissettiğim değerli eŐim mer Niyazi ERTEN'e teŐekkürlerimi bir borç bilir, sonsuz Őkralarımı sunarım.

# 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hayatını sürdürebilmesi için gereksinim duyduğu en önemli olgu gıdadır. Toplumlar arasında çeşitlilik gösteren yemek yeme alışkanlıkları toplumun yaşam şekline, toplumlar arası çeşitliliğe ve beslenme kültürüne ışık tutar (Güler, 2010). Kaynaklara göre Türklerin beslenme kültüründeki eşsiz çeşitlilik orta Asya'ya dayanmaktadır. Gelenek ve göreneklerin iç içe geçmesiyle oluşan bu zengin sofraya kültürü Türklerin Anadolu'ya yerleşmesi ile meydana gelmiştir (Tan, 2004).

Türkler, tarih sahnesinde kendilerini göstermeleriyle birlikte toplumun kültürel genlerini de yansıtan beslenmeye büyük önem göstermişler, sosyal yaşamlarında da her daim önemli bir yerde tutmuşlardır (Talas, 2005). Türklerin önceleri göçebe ve sonrasında yerleşik düzene geçmeleriyle birlikte oluşan tarımsal yaşantılarının beslenme alışkanlıklarını etkilediği belirtilmektedir (Güler, 2010).

Bir toplumda var olan gelenek ve görenekler, çeşitli sosyo-ekonomik koşullar, iklim koşulları ülkelere göre insanın beslenmesi için tüketilen gıdalarda farklılıklar meydana getirir (Demirbaş vd., 2006).

Endüstriyel gıda üretiminin olmadığı dönemlerde insanlar tüketilecekleri her türlü gıdaları kendi ev ortamında üretiyorlardı. Fakat tarihsel süreç ile birlikte toplumların yapısını değiştiren dönüşümler ile kültürlerin eğilimleri, endüstriyel beslenmeye doğru evrilmiştir (Gürsoy, 2005).

Son zamanlarda beslenme ve yaşam biçimi arasındaki etkileşimin araştırılması, sağlık personellerinin üzerinde en çok durduğu konulardan biri olmaktadır. Bunun en önemli sebeplerinden biri erken yaşta yaşanan kalp-damar hastalıkları ve buna bağlı ölümle sonuçlanan vakalarının artması olmuştur. Bu etkenlere paralel olarak toplumlar, daha güvenilir gıda ürünleri tüketmeye yönelmiş bu doğrultuda kültürel ya da yöresel diye tabir ettiğimiz geleneksel gıdalar gündeme gelmiştir (Kocatepe ve Tırıl, 2015).

İhtiva ettiği mineral, vitamin, protein, yağ, esansiyel aminoasitler ve diğer besinler nedeniyle et, insan beslenmesinde çok eski zamanlardan beri tüketimektedir. Et ve et ürünleri aynı zamanda mikroorganizma gelişimi için ideal bir ortamdır Bu nedenle ürünün daha dayanıklı olması ve üzerinde çeşitli tat ve aroma kazandırmak amacı ile insanları farklı farklı et ürünleri geliştirmeye ve işleme sevk etmiştir (Biesalski, 2005; Nychas ve Arkoudelos, 1990).

Fermente et ürünleri, çeşitli mikroorganizmaların çoğalıp sayılarını artmaları ve bunların metabolik etkinliklerinden yararlanılarak üretilmektedir. Son ürün kalitesi, fermentasyonda etkinlik gösteren hammadde seçimine proses aşamalarındaki şartlara ve mikroorganizmaların tipine göre ciddi farklılıklar göstermektedir (Heperkan ve Sözen, 1988).

Etin ve et ürünlerinin insan beslenmesinde önemli bir yerde olması çok eski zamanlardan beridir süregelen bir olgudur. Damak tadımıza uygunluğundan dolayı dünya üzerinde 1000'e yakın et ürünü olmasına rağmen ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen et ürünü fermente sucuktur (Gökalp vd., 2015; Tekinşen vd., 1982). Fermentasyon işlemi aynı zamanda ürünlerin biyolojik saklama metodu olarak da kabul edilmektedir. Türkiye'de en önde gelen et ürünü çeşitli metabolik aktivite ve mikroorganizmaların gelişmeleri sonucu elde edilen sucuktur (Kaban, 2013).

Fermente sucuklarda oluşan karakteristik tat ve aroma, olgunlaşma aşamasında laktik asit bakterileri ve birtakım bakterilerin etkinlik göstermesi sonucunda lipit ve proteinlerde meydana gelen değişmeler, karbonhidrat parçalanma ürünleri ve laktik asit etkili olmaktadır (Tömek ve Serdaroğlu 1990; Yıldırım, 1982).

Ülkemizde geleneksel fermente sucuk üretim sürecinin uzun olması, bundan dolayı maliyetlerin yükselmesi, üretici firmaları ısıl işlem görmüş sucuk üretmeye yönlendirmiştir. Isıl işlem görmüş sucuklar üretim aşamaları daha kısa sürmesine rağmen istenen tat ve lezzet bakımından tüketici tarafından pek ilgi görmediği anlaşılmıştır. Isıl işlem ile üretilen sucuklarda fermentasyon reaksiyonları, uygulanan ısıl işlem ile birlikte durmakta buna bağlı olarak oluşan uçucu bileşenler işlem sırasında üründen uzaklaşmakta, böylece üründe istenen tat ve koku bileşenleri oluşmamaktadır. Fermentasyon işlemi ise tüketicinin beklentisini karşılayacak



şekilde istenen karakteristik aromayı karşılamaktadır (Bakanoğulları, 2015; Kara ve Akkaya, 2010; Ercoşkun, 2006).

Ülkemizde mikrobiyolojik, duyuşal ve kimyasal özellikleri bakımından farklı farklı sucuk çeşitleri ile karşılaşılmaktadır. Bunun en önemli sebepleri sucukların hijyenik ve teknolojik kurallara dikkat edilmeden üretilmesi ile doğal bulaşmadan kaynaklı mikroorganizmalara bağılı olarak fermentasyon şartlarının değışkenlik göstermesidir (Çon ve Gökalp, 1998). Ayrıca ülkemizde yoğun şehirleşmeye bağılı olarak et ürünlerinin üretiminde ciddi yükselişler görülmekle birlikte, buna orantılı olarak birçok işletmelerde olması gereken teknolojik ve hijyenik önlemler uygun bir biçimde ele alınmamaktadır. Bu durum çabuk bozulma gösteren ürünlere neden olarak insan sağılığını riske atmaktadır (Nazlı vd., 1986).

İşlenmiş et ürünleri başta olmak üzere türlü gıda ürünlerinde uygun antimikrobiyal maddelerin kullanılmaması durumunda, insan sağılığı için çok tehlikeli olan, *Clostridium botulinum* bakterisinin üremesi sonucu meydana gelen botulinum toksini oluşmaktadır. Botulinum toksinin miligram seviyeleri dahi öldürücü özellik gösterir (LD50= 0,00001 mg/kg). Botulinum toksinin meydana getirdiğı bu ciddi besin zehirlenmesi botulizm olarak isimlendirilir (Ekici vd., 2008).

Tarihte gıda katkı maddelerinin kullanılmasına yönelik bilgiler, M.Ö 3000 yıllarında kütleme maksadı ile et ürünleri için tuzdan faydalanıldığı, gıda muhafaza yöntemi olarak ise M.Ö 900 yıllarında et ürünlerinde odun tütsüsü ve tuz uygulandığı yönündedir. Et ürünlerinde tütsü ve tuzun koruyucu amacı ile kullanılmasına ek olarak botulinum toksinini engellemek ve ürünün rengini pozitif yönde değıştirmek maksadı ile ortaçağda nitrat kullanıldığı tespit edilmiştir. Tat verici olarak baharatların kullanılması ise M.Ö 50 yıllarına dayanmaktadır. Mısırlılar tarafından renklendirici olarak kullanılan gıda boyaları ise günümüzden 3500 yıl öncesinde görülmektedir. 19. yüzyıl itibari ile hızlı kentleşme ile doğrusal orantılı olarak gıdalarda meydana gelen bozulmaları elimine etmek için katkı maddeleri kullanımı artmış, günümüzde ise gelişen teknoloji ile birlikte gıda endüstrisinde vazgeçilmez bir duruma gelmiştir (Altuğ, 1999).

Nitrit maddesinin bakterisidal ve bakteriostatik etkisi mevcuttur. Gerek tuzlarla birlikte gerekse tek başına olsun nitritin et ürünlerinde kullanımı çoğu

anaerobik ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (Alahakoon vd., 2015; Sindelar ve Milkowski, 2011). Olgunlaşma süreci uzun süren kür edilmiş et ürünlerinde arzu edilen karakteristik tadın oluşması için nitrat maddesi gereklidir (Sanz vd., 1998).

Son yıllarda yapılan çalışmalar et ürünlerinde nitrat ve nitritin gösterdiği etkiyi gösterebilecek yapay olmayan katkı maddesinin kullanımı üzerine yoğunluk göstermektedir (Turp ve Sucu, 2016).

Et ürünlerinde nitrit ve nitratın gösterdiği etkilerin tümünü gösteren ve insan sağlığı için bir tehdit oluşturmayan alternatif maddelerin kullanımı uzun seneler araştırılmış fakat nitrat ve nitritin kür edilmiş et ürünlerinde gösterdiği tüm etkiyi gösterebilecek düzeydeki tek katkı maddesi bulunamamıştır. Günümüzde bu doğrultuda yapılan çalışmalar et ürünlerinde kullanılan nitrit ve nitrat düzeylerinin, üründe oluşacak kalıntı nitrit oranının doğal katkı maddeleri ile kombinasyonlarda kullanılarak azaltılması yahut olması gereken nitrit ne nitratın hiç kullanılmaması şeklinde olmaktadır (Turp ve Sucu, 2016).

Ispanak, şalgam, kereviz, dereotu, şeker pancarı, kabak ve yer elması, pırasa, yeşil biber, havuç, lahana ve karnabahar sırasıyla iyi derecede nitrat ihtiva eden sebzelerden biridir (Oruç ve Ceylan, 2001).

Askorbik asit, et ürünlerinde karakteristik kür renginin oluşumunun daha çabuk bir şekilde olması, aynı zamanda muhafaza ve depolama süresi boyunca meydana gelen rengin korunması için oldukça önemlidir (Turp ve Sucu, 2016).

Doymamış yağ asidi miktarının yüksek değerlerde olmasından dolayı et ürünlerinde lipit oksidasyonu meydana gelmektedir. Peroksidasyon işlemi ile hidroperoksit meydana gelir ve bunlar stabil durumda değildir. Hidroperoksitler gıdalarda tat, aroma, besin değeri, renk ve yapıyı etkileyen serbest gruplarla alkil radikali, aldehit, keton ve diğer karbonil bileşenlerini meydana getirmektedir (Juntachote vd., 2007). Bu şekilde lipitlerin oksidasyonu sonucu meydana gelen bileşikler protein ve folik asit gibi yapılarla tepkimeye girerek bu ürünlerin enzim yapılarını engeller ve kandaki kolesterol seviyesini arttırlar. Böylece kalp damar hastalıklarının oluşumuna sebebiyet verirler (Frankel, 1991; Ames, 1983).

Lipit oksidasyonunu denge altında tutma anlamında çeşitli yapay bileşikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Önenç ve Açıkgöz, 2005). Propil galatlar, tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ), butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksitoluen (BHT) gibi yapay ve  $\beta$ -karotenler, vitamin E, C gibi doğal antioksidan maddeler uzun senelerden bu yana lipit oksidasyonunun kontrolünün sağlanmasında kullanılmaktadır. Yapay antioksidan maddelerin cazip gelme sebeplerinin başında yüksek antioksidan aktivite göstermeleri, yüksek düzeyde stabilite göstermeleri ve maliyet açısından uygun olmaları gelmektedir (Bandoniene vd., 2002). Fakat yapılan çalışmalar bu maddelerin ürünlerde istenmeyen koku oluşumuna neden olduğu, kızartılmış olan ürün gruplarında yeterli etkiyi göstermediği ve en önemlisi kanserli hücre oluşuma sebebiyet verdiği gerekçeleri ile bazı ülkelerde kullanımını limitlendirilirken bazı ülkelerde tamamen yasaklanmıştır (Akgül ve Ayar, 1993).

Günümüzde birtakım aromatik bitkilerin antioksidan kaynağı olarak lipit oksidasyonunu engellemesi veya azaltması yönünden ürünlerde kullanılması gündemde bulunmaktadır. Bu durum güvenli ürünlerin üretimine imkan sunduğu için hem üretici açısından hem de tüketici açısından oldukça önemlidir (Önenç ve Açıkgöz, 2005). Tüketicilerin NaCl ve nitrit ile yağ ve kolesterol oranı azaltılarak sağlık üzerinde pozitif etkisi bulunan bileşenler ilave edilerek geliştirilip üretilmiş et ve et ürünlerine olan talepleri küresel düzeyde artmıştır (Zhang vd., 2010).

Literatürde sentetik nitrit yerine, et ürünlerinde kullanılabilecek doğal nitrat-nitrit kaynaklarının kullanıldığı birçok çalışma (Candan ve Bağdatlı, 2018; Turp ve Sucu, 2018; Özdemir, 2018; Yamaner, 2018; Yüzlü, 2018; Krause vd., 2011) bulunmakla birlikte pırasa tozu ile yapılan çalışmaların görece az olduğu (Eisinaite vd., 2016; Tsoukalas vd., 2011; Fista vd., 2004) görülmektedir.

Bu araştırmada, geleneksel koşullarda üretilen Türk sucuğunda doğal nitrit kaynağı olarak kullanılan pırasa tozu ve doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılan domates tozunun sucuğun kimyasal, fiziksel ve teknolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## **2. KAYNAK ÖZETİ**

### **2.1 Fermente Sucuk**

#### **2.1.1 Fermente Sucuk Tanımı**

İnsan beslenmesinde et ve et ürünlerinin çok eski zamanlardan beri oldukça önem arz ettiği görülmektedir. Dünya üzerinde 1000'e yakın et ürünü bulunmasına rağmen damak tadımıza en uygun olan et ürününün fermente sucuk olduğu anlaşılmıştır (Öksüztepe vd., 2011).

Çok eski zamanlardan beri insanoğlu et ürünlerinin dayanıklılığını arttırmak ve istediği ürüne farklı tat ve aroma uygulamak maksadı ile farklı ürünlere işlemeye yönelmiştir. Fermente bir et ürünü olan sucuk da işlenmiş et ürünleri içerisinde Türkiye'de yönelimi en fazla olan üründür ve işleme teknolojisi bakımından Avrupa ve Amerika'da üretilen fermente sosis ve kuru salamlarla benzerlik göstermektedir (Çon vd., 2002).

Fermentasyon işlemi, esansiyel aminoasit ve vitamin sentezi sağlayarak gıdaların besin değerini arttıran doğal bir yöntem olmakla birlikte, gıdaları çeşitli bozulmalardan da korumakta ve raf ömrünü de uzatmaktadır. Fermentasyon işlemi ile pişmemiş gıdalarda bulunan tanen, polifenoller ve fitat gibi arzu edilmeyen bileşenlerin yıkımı ve detoksifikasyonu gerçekleşmekte ve besinlerin sindirilebilirliği artmaktadır (Kabak ve Dobson, 2011; Heinz ve Hautzinger, 2007).

Geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş fermente Türk sucukları, et ve yağ birleşimine farklı miktarlarda katkı maddeleri ve baharatların eklenmesi neticesinde hazırlanan ve tüketime sunulana kadar belli şartlarda olgunlaştırılan değerli bir et ürünüdür (Şenol ve Nazlı, 1996).

Fermente sucuk, kıyma makinesinde veya kuter denilen makinelerde küçükbaş ve büyükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının ince ince kıyılması suretiyle

çeşitli lezzet vericilerle karıştırıldıktan sonra yapay yahut doğal kılıflara doldurulmasıyla uygun süre, hava hızı belli sıcaklık ve nispi rutubette olgunlaştırılıp kurutmaya tabi tutulan, nem oranı % 40 ve alt seviyelere düşürülmüş, kesit görüntüsü mozaik şeklinde olan et ürünüdür (Anonim, 2019; Gökalp vd., 2015)

Fermentasyon yöntemi ile üretilen sucuklar yapılarında yüksek miktarda protein, yağ, karbonhidrat ve farklı katkı maddeleri ihtiva eder ve bu sucuklar uygun olgunlaşma dönemi sonunda tüketildiklerinden ötürü taze etlere kıyasla daha çok besleyici özellikler barındırır (Dinçer, 1980).

Son zamanlarda et ürünlerinin tercih edilirliğinde azalmalar söz konusudur. Bunun nedeni et ürünlerinin içerisinde bulunan sodyum ve diğer katkı maddeleri ile doymuş yağların insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği yönünde çıkan söylemlerden kaynaklanmaktadır. Bu söylemlerin oluşmasında son 50 yılda yapılan epidemiyolojik çalışmalar etkili olmuştur (Arslan, 2002).

2003 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) işlenmiş et ürünlerinin ve özellikle dumanlanmış ve kürlenmiş et ürünlerinin tüketiminin yavaş yavaş azaltılmasının gerekliliğini beyan etmiştir (Severini vd., 2003). Et ürünlerinin bu şekilde oluşan kötü imajını Dünya Kanseri Araştırma Merkezi "İşlenmiş Etten Kaçın" ikazı ile daha da perçinlemiştir (Jimenez vd., 2001). Bu durum gıda mühendislerini ve üreticileri sağlıklı et ürünleri üretmeye yönlendirmiştir (Bakanoğulları, 2015).

### **2.1.2 Fermente Sucuğun Tarihçesi**

Göçebe hayattan yerleşik hayata geçiş aşamasında insanoğlu; göçebe hayatta avladığı hayvanları ve mevsimine göre topladığı bitkileri, yerleşik düzene geçiş aşamasında tüketmek için çeşitli şekillerde işleme yöntemlerine başvurmuşlardır. Bu yöntemler doğrultusunda ortaya çıkan en eski işleme yöntemleri; fermentasyon, tuzlama, dumanlama, kurutma ve konserve etmedir (Kocatepe ve Tırıl, 2015). Çeşitli mayalandırma teknikleri yanında etlerin kavrulması ve ateş üzerinde tütsülenmesi yöntemleri ile özellikle uzun süre bozulmadan dayanabilir bir gıda haline getirilmesi amaçlanmıştır (Baysal, 1992).

Fermente gıdalar, mikroorganizmaların etkileri bilinmezken uzun bir süre sonunda edinilen tecrübelerle ortaya çıkmıştır.

Kurutulmuş etlerin üretimi ve geliştirilmesi, fermentasyon işleminin ilk görülme şeklini ortaya koymaktadır. Çinliler, bundan 2000 yıl önce ilk fermentasyonu gerçekleştirmiştir. Muhtemelen tuz ve nitratın fermente ürünlerde kullanımı, 13. yy ile beraber başlamıştır. Avrupa'da görülen ilk fermente et ürünlerinin Akdeniz bölgesinde üretildiği düşünülmektedir. Sonrasında kuzey ve batı Avrupa'ya, oradan da Amerika kıtasında yayılmıştır. Avrupa'da fermente et ürünlerinin üretimi daha çok küçük imalathanelerde geleneksel metotlarla yapılırken 20 yy' da ABD'de ilk yüksek teknolojide büyük çaplı üretim gerçekleştiren Chigago Et Sanayi geliştirilmiştir (Sığırcıoğlu, 2009).

Geleneksel fermentasyonun yanında tütsüleme, tuzlama, kurutma işlemleri besinlerin muhafazasını sağlayarak tüketilmesi için eski zamanlardan beri kullanılmıştır ve yapılan bu işlemler yemek kültürü tarihinde insanlık için önemli bir adım olmuştur (Tamang ve Kailasopaty, 2010).

Et ürünlerinin üretimi hususunda Türklere ait ilk verilere Divanü Lügati't-Türk'te rastlanmaktadır. Bir sözlük olan eserde 106 sözcük ile etin kurutulması, fermente edilmesi ve tuzlama işlemi gibi uygulama yöntemlerinden söz edilmektedir. Et ürünleri ile alakalı bu denli noktaların 1072 tarihli bu eserde var olması Türklerin et teknolojisiyle ilgili tecrübelerinin çok eski zamanlara dayandığını göstermektedir (Atalay 1992 a, b, c, d ). Tarihimizde sucuk ilk olarak Kaşgarlı Mahmud tarafından 11.yy.'da ele alınan Divanü Lügati't-Türk'te geçmiş ve sonrasında Evliya Çelebi tarafından 17. yy' da yazılan Seyahatname 'de yer almış geleneksel bir Türk gıdasıdır. Proses teknolojisi bakımından Avrupa ve Amerika üretilen kuru salam ve sosislere benzemektedir (Kaban, 2013; Çon vd., 2002).

Fermentasyon işlemi, 1940'lı yıllara kadar yavaş ve olumsuz koşullarda uygulanmıştır. 1940'lı yıllar ile beraber fermentasyon uygulanma tekniği bilimsel yöntemlere dayandırılmış ve starter kültürlerin kullanımı gerçekleştirilmiştir.

Fermente et ürünleri çok geniş bir coğrafyada üretilmiş olup, zengin ürün çeşitliliği bulunmaktadır. Aralarında çok az farkların olmasıyla birlikte, yalnızca

Almanya’da 350’nin üzerinde fermente et gurubu bulunmaktadır. Basitçe kuru ve yarı kuru fermente et ürünü olarak tasnif edilmektedir (Varnam ve Sutherland, 1995). 1950 yılları ile beraber fermente et ürünleri üretiminde, Niinivaara ve Niven’in araştırması neticesinde, bu ürünlerde saf bakteri kültürlerinin kullanımı başlatılmıştır (Incze, 1998).

Ortadoğu, Türkiye ve Avrupa’da fermente et ürünleri içerisinde en çok bilinen grup, Türk tipi sucuk ve buna benzer et ürünleridir (Soyer vd., 2005). Akdeniz ülkeleri ve Almanya’da et sanayisinde sucuk teknolojisi önemli bir yer teşkil etmektedir. Bazı Avrupa ülkeleri ve Almanya’da sucuk ve buna benzer fermente et ürünleri, ‘Rohwürste’ (çiğ sosisler) olarak isimlendirilir (Demeyer, 2004). İtalya’nın Friuli Venezia Giulia civarında üretilen fermente sucukların içeriği, Türkiye’dekilerle benzerlik göstermekte olup, et ürünleri üretiminin yaklaşık beşte birlik kısmını oluşturmaktadır (Comi vd., 2005; Beriain vd., 2000).

### **2.1.3 Fermente Sucuğun Özellikleri**

Türk Standartlar Enstitüsü, TS-1070’e göre, Türk sucuğunun nem oranı en fazla %40, yağ oranı %30’a kadar 1.kalite, %40’a kadar 2.kalite, protein oranı %20’ye kadar 1.kalite, %18’e kadar 2.kalite ve pH seviyesi 4,7-5,4 aralığında olduğu bildirilmektedir. Yapılan açıklamalar geleneksel fermente Türk sucuğunu kapsamayıp genel anlamda Türkiye’de imal edilen sucukları açıklamaktadır. Türkiye’de geleneksel Türk fermente sucuğu ile alakalı bir düzenleme mevcut olmamakla birlikte, geleneksel Türk fermente sucuğu adı altında yapılan birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır (Ercoşkun ve Özkal, 2011; Öksüztepe vd., 2011; Atasever vd., 1998; Dinçer vd., 1995).

Fermente sucuğun spesifik özelliklerinin meydana gelmesinde etkili olan etmenler; tat, renk, aroma maddelerinin oluşumu, pH düşüşü ve kıvam oluşumudur (Bilge, 2010; Lücke, 1985; Tekinşen vd., 1982). Bu spesifik özellikler belirli bir bağıl nem ve sıcaklıklarda sağlanan olgunlaşma sırasında et yapısında oluşan bir takım biyokimyasal, mikrobiyal, fiziksel ve duyuşal değişiklikler neticesinde meydana gelmektedir (Dalmış ve Soyer, 2008).

Fermentasyon sonucu meydana gelen pH düşüşü, mikrofloranın değişmesi, nitratın nitrite yıkımı ve nitrozomiyogloblin oluşumu, miyofibriler ve sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğünün artması ve jelleşmesi, proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişiklikler ile dehidrasyon neticesinde meydana gelen asidifikasyon olarak açıklanmaktadır ( Essid ve Hassouna, 2013; Casaburi vd., 2007; Ordonez vd., 1999).

Fermente sucuklarda aroma, renk, tat ve tekstürün oluşmasıyla spesifik olgunlaşma birtakım mikroorganizmaların fermentleriyle meydana getirdikleri biyokimyasal reaksiyonlar neticesinde gelişmektedir (Dalmış, 2007; Lücke, 1985). Biyokimyasal reaksiyonların sıra içerisinde ve uyumla gelişebilmesi için istenen bir mikrofloranın varlığı gerekmektedir ve bu mikroorganizmalar yapmış oldukları metabolik ürünlerle sucuğun aroma ve renk gibi arzu edilen duyuşsal niteliklerinin meydana gelmesinde rol oynamaktadır (Essid ve Hassouna, 2013; Drosinos vd., 2005; Erdoğan ve Ergün, 2005).

Fermente sucuklarda fermentasyon ve olgunlaştırma periyotlarında, laktik asit bakterileri ilk olarak enerji kaynağı olan glikozu, laktik aside dönüştürerek pH seviyesini düşürmekte, bu sayede bir taraftan istenmeyen bakterilerin ve patojenlerin inhibisyonunu sağlarken diğer taraftan fermente et ürününün tipik karakteristik özelliklerinin oluşmasına etki etmektedir (Bover-Cid vd., 1999; Sameshimaa vd., 1998).

## **2.2 Fermente Sucuk Üretim Teknolojisi**

Et ürünleri içerisinde proses akışı yöntemi en kritik ve zor olanlardan biri sucuk üretimidir. Üretimi ciddi bir bilgi birikimi, tecrübe ve uygun işletme şartlarının mevcudiyetine bağlıdır (Gökalp vd., 2015).

### **2.2.1 Hammadde Seçimi ve Hazırlama**

Sucuk üretiminde ürün kalitesini etkileyen en önemli etmen uygun hammadde seçimidir. Üretim için seçilen et ve yağın elverişli bulunmaması durumunda hamur hazırlama, dolun ve olgunlaştırma işlemleri sırasındaki teknolojik



kriterler istenen seviyede olsa bile iyi bir son ürün sağlamak olanaklı değildir (Gökalp vd., 2015).

### 2.2.1.1 Et ve Yağ

Sucuk üretimi için kullanılacak olan etler, fazla yaşlı olmayan hayvanlardan elde edilmiş ve rigor mortis sürecini geçirmiş etler olmalıdır. Genç hayvanlar, su oranının yüksek olması sebebiyle olgunlaştırmada istenmeyen durumlara sebebiyet verip istenilen randımanın yakalanmamasına sebep olmakta, çok yaşlı hayvanlar ise yüksek oranda bağ dokusu içermekte ve sucuk hamurunu olumsuz etmektedir. Sucuk üretimi için kullanılacak olan etlerin sinir dokuları, yüksek miktardaki yağları ve fazla bağ dokuları ayıklanmalıdır. pH seviyesi yüksek olan etler, yüksek su tutma kapasitesinden ötürü olgunlaştırma aşamalarında birtakım problemlere sebebiyet vermektedir. Birtakım araştırmacılar üründe kullanılacak olan etlerin pH seviyesinin 5.8 değerinden daha yüksek olmaması gerektiğini dile getirmişler, bazı araştırmacılar kritik değerin pH 5.9 olduğunu, etin pH seviyesinin 5.4-5.8 aralığında olmasını kabul etmişlerdir. Uygun olmayan şartlarda, uzun sürelerde muhafaza edilen etler, mikroorganizma seviyesinin yüksek olmasından dolayı hammadde kaynağı olarak kullanıma elverişli değildir. Soğuk ortamda uzun sürelerde muhafaza edilen etler, *Pseudomonas* cinsine ait türler ile soğuğa dayanıklı *Enterobacteriaceae* türlerinin fazlaca sayılarını arttırmaları durumunda olgunlaştırma periyodunda bazı sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Sucuk üretimim için kullanılacak olan etler soğuk ortamda muhafaza edilecek ve uzun süreli depolamalardan kaçınılacaksa 2 °C'yi aşmamalı, dondurulmuş et kullanılacak ise etlerin boyutu kuşbaşı şeklinde olmalıdır. Çöz yağı ve iç yağı sucuk üretiminde kullanılması uygun olmayıp, sığır sırt yağları ve koyun kuyruk yağları, sucuk yapımında kullanılacak en uygun yağlardır. Bu yağların büyüklüğü el ayasını geçmemeli,-18°C ile -30°C'de dondurulup muhafaza edilmelidir (Gökalp vd., 2015; Varnam ve Sutherland, 1995).

### 2.2.1.2 Tuz

Tuz, etlerin korunmasında kullanılan en eski kimyasallardan biridir. Tuz, et ve et ürünlerinin bozulmalarına sebebiyet veren ve tuza karşı toleransları düşük olan küf, bakteri ve mayaların gelişip sayılarını arttırmaları sınırlandırır. Bu etki difüzyon esasına dayanır. Tuz, mikroorganizmaların etkinlik gösterebilmesi için ihtiyacı olan hücredeki suyu düşürerek protoplazmayı dehidre eder. Plazmoliz oluşturarak üremeyi durdurur. Başka bir deyişle ozmotik basıncını arttırarak ve su aktivitesi ( $a_w$ ) değerini azaltarak mikrobiyel gelişmenin önüne geçer. Ek olarak besin maddesinin içerisinde bulunan suda mevcut oksijenin eriyebilirlik özelliğini azaltarak aerob mikroorganizmaların çoğalmasını inhibe eder. Ayrıca klor iyonu şeklinde iyonlaşarak mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etki gösterir ve proteolitik enzimlerin aktivasyonunun önüne geçer. Bu sayede mikroorganizmaların büyük bir kısmının üremeleri imkansız duruma gelir (Gürbüz, 1994) .

Tuz, sucuk üretiminde klasik bir lezzet oluşturmanın yanı sıra, olgunlaştırma periyodunda meydana gelen mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal olaylar durumunda da etkili olmaktadır. Su aktivitesini düşürerek istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmalarına da set oluşturmaktadır. Sucuk üretiminde %2-3 oranında tuz kullanılabilir, bu oran kuruma sonucu tüketime hazır ürünlerde %3-5 arasında seyretmelidir (Gökalg vd., 2015).

### 2.2.1.3 Şeker

Özgün karakteristik lezzet vermesi ile şeker, tuzun keskin tadını belli miktarlarda nötrleştirmesi, aynı zamanda fermentasyon işleminin oluşması amacıyla et ürünlerine katılmaktadır (Gökalg vd., 2015). Şeker, baharatların bünyelerinde ihtiva ettiği uçucu bileşenleri bağlayarak istenen tadın ürüne geçmesini ve belirginleşmesini sağlamaktadır (Öztan, 2005). Şekerler, sucukta doğal olarak bulunan yahut başlangıç kültürü olarak eklenen mikroorganizmalar vasıtası ile besin kaynağı olarak kullanılmakla birlikte, başta laktik asit olmak üzere asitlere parçalanırlar. Ortamda oluşan asitler ise pH'ın düşmesine, buna bağlı olarak hızlı bir şekilde spesifik sucuk tadının oluşmasına, ortamda istenmeyen mikroorganizmaların

artmasının sınırlandırılmasına ve sucuğun tipik kıvamını almasına etki eder. Sucuk üretiminde kullanılacak olan şeker miktarı % 0,4'ü geçmemelidir (Gökalp vd., 2015).

#### 2.2.1.4 Nitrat ve Nitrit

Et ürünlerinde pasif bir kütleme ajanı olarak kullanılan nitratın, kütleme işlemini gerçekleştirebilmesi için, kendisinden daha etkin yapıda olan nitrit yapısına indirgenmesi gerekir. Bu indirgenme tepkimesi etin kendi florasında var olan mikroorganizmalar yahut daha sonrasında eklenen nitrat indirgeyebilme özelliğine sahip mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir (Sindelar vd., 2007) .

Başta *Clostridium botulinum* ve diğer pek çok patojen mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal tesiri olmasının yanında, et ürünlerinde istenilen tat ve rengin oluşumuna katkıda bulunması ve lipid oksidasyonunu düzenli aralıklarda tutması ile nitrat ve nitritin et ürünlerinde kullanımının geniş bir alanı bulunmaktadır. Nitrat ve nitritin alım sıklığı, üründen ne kadar alındığı ve ürünün alım şekline göre insanlarda kronik ve akut zehirlenmelere sebebiyet vererek sağlık açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Nitrit ve nitrat tek başına kanserojen etki göstermemekle birlikte, pişirme işleminden sonra yahut sindirim olayı sırasında vücuttaki başka maddelerle tepkimeye girerek kanserojen etki gösteren yapıya dönüşebilmektedir (Turp ve Sucu, 2016).

Üründeki nitrat ilk olarak nitrite dönüşmekte, nitrit de kanserojen etki gösteren nitrozamin oluşumuna neden olmaktadır (Turp ve Sucu, 2016). Bu aşama ürünün parlak kırmızı rengini oluşturmaktadır Ayrıca nitrit ve nitrat antioksidan özelliğinden dolayı yağların oksidasyonunu önleyerek ransiditeyi de önlemektedir (Gökalp vd., 2015). Bu katkı maddelerinin kullanımının tüketiciler üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle tüm dünyada kullanımı yasal düzenleme ve sınırlamalar altında yapılmaktadır (Turp ve Sucu, 2016).

Besinlerle alınan nitrat ağızdayken, ağız florasını meydana getiren bakterilerin vasıtası ile kısmi olarak nitrite indirgenmektedir. Kalan nitrat mide ve bağırsak sistemine sırası ile geçer. Daha sonra dolaşım sistemine ulaşan nitratın bir bölümü tükürük bezleri ile ağız boşluğuna gelip nitrite indirgenme işlemi devam

eder. Literatürde bünyeye alınan nitratın %20'sinin bu tepkime ile nitrit yapısına dönüştüğü bildirilmiştir. Meydana gelen nitrit kanda bulunan hemoglobini methemoglobine dönüştürerek oksijen taşıma işlevini bloke edip methemoglobinemi oluşturur (Bayraktar vd., 1998; Özçelik, 1982).

Gıdalara eklenen nitrit/nitrat, toksikolojik özelliklerini hayvansal ürünlerdeki sekonder aminlerle birleşip meydana getirdikleri nitrozaminlerle de gösterirler. Bu maddelerin hem insanlar hem de hayvanlar için kanserojenik etki gösterdiği belirtilmiş olup, teratojenik ve mutajenik etkileri literatür çalışmalarında bulunmaktadır. pH değeri ve sıcaklık (100-185 °C) ve bakteriler, Nitrozaminlerin meydana gelmesinde oldukça etkilidir. Uygun fizyolojik koşullar dahilinde kimyasal reaksiyon ve bakterilerin aktivitesi ile midede nitrozamin oluşumu bazı araştırmalarda gösterilmiştir (Sindelar ve Milkowski, 2011; Bayraktar vd., 1998).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre ısıtma işlemi görmüş ve görmemiş et ürünlerinde sodyum nitrit ve sodyum nitrat kullanımı 150 ppm olarak limitlendirilmiştir. Ancak günümüzde fermente sucuk ve pastırmada üretiminde nitrat kullanımı yasaklanmıştır (Anonim, 2013).

### **2.2.1.5 Baharatlar ve Diğer Katkı Maddeleri**

Sucuk üretiminde kullanılan baharatlar, et ve yağın kalitesi kadar önem taşımaktadır. Baharatlar, birtakım bitkilere ait meyve, kök, sap, yaprak, yumru ve tohum bölümlerinin barındırdığı tat ve kokuları sebebiyle, başta et ve et ürünleri olmak üzere gıdaların işleme ve hazırlanma aşamalarında kullanılan, katıldığı gıda ürünlerine tat ve lezzet veren önemli katkı maddeleridir (Sagoo vd., 2009; Erol vd., 1999).

Yapılan birçok çalışmada et ve yağ ürünlerinde kullanılan baharatların antioksidan etki gösterdiği bilinmektedir. Gıda sanayinde kullanılan baharat ekstraktlarının antimikrobiyel etkisinden dolayı kullanım alanları oldukça yaygındır (Aguirrezabal vd., 2000; Al-Jalay vd., 1987).

Gıda katkı maddesi olarak uzun yıllardır baharatlar kullanılmaktadır. Tüketicilerin 1970'li yılların sonuna doğru nitrat ve NaCl gibi katkılara gösterdikleri tepkiler neticesinde baharatların antimikrobiyel etkinliklerine karşı pozitif yönelim artmıştır (Gill vd., 2002).

### **2.2.2 Sucuk Hamurunun Hazırlanması ve Dolum**

Sucuk hamurunun hazırlanma işlemi, kıyma ve yoğurma makinelerinde gerçekleştirilmektedir. İyi derecede soğutulmuş parça etler, 1.3—2.5 cm çaplı aynalardan geçirilip istenilen kuşbaşı büyüklüğüne getirilir. Daha sonra sucuk reçetesine göre olması gereken tuz, nitrit ve/veya nitrat, baharat, sarımsak, karışımı da hazırlanmış olan kuşbaşı etlerin üzerine serpilir. Sonrasında ilave edilecek starter kültür de uygun koşullarda ilave edilir. Elde edilen et ve katkı maddelerinden oluşan karışım 0-4 °C soğuk depoda 8-12 saat bekletilir. Bir gün sonunda karışım 3mm çaplı aynalardan geçirilerek kıyma haline getirilir. Bu işlem yapılırken dondurulmuş el ayası büyüklüğündeki yağ parçaları da kıyma makinesine aralıklarla verilerek sucukta son üründe istenen mozaik görüntü desteklenir. Elde edilen sucuk hamuru doğal veya yapay bağırsaklara (36-38 mm) dolum makinesi kullanılarak doldurulur. Doldurulan sucuklar baton yahut kangal formunda el ile sıkıştırılarak bağlanır. Bu işlem otomatik makinelerle de yapılmaktadır. Hava bırakılmadan doldurulan sucuklar tekerlekli arabalara alınıp birbirine değmeyecek şekilde asılır, yüzeyleri su ile yıkanır (Gökalp vd., 2015).

### **2.2.3 Fermantasyon ve Olgunlaştırma**

Dolum işleminin akabinde sucuklara dengeleme işlemi uygulanır. Sucuk arabaları 2-6 saat bağıl nemi (<%60) düşük ortamda bekletilir. Dengeleme işlemi ile yıkanmış ve beklemiş sucuk yüzeyinden küring maddelerinin suda çözünerek uzaklaşmasının ve buna bağlı olarak istenmeyen gri kenarlı yüzeylerin oluşumunun önüne geçilmiş olur. Dengeleme işleminde sucuklar 20-25 °C'de bulunmalıdır. Bu işlemden sonra sucuklar, fermentasyon kabinlerine alınmaktadır. Burada genellikle ilk üç gün 22-25 °C ve %90 civarında bağıl nem uygulanmakta, bağıl nem oranı

3.günden sonra kademeli olarak düşürölüp, sonuna doğru %80 bağıl nemlere gelmelidir (Gökalp vd., 2015).

### **2.3 Oksidasyon**

Lipitler, fermente et ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde kritik önem taşımaktadır. Et ürünlerinin işlenmesi sırasında lipolitik ve oksidatif parçalanmalar meydana gelmekte ve bu parçalanmalar ürünün duyuşal özelliklerinde değışikliklere sebep olmaktadır. Fermente et ürünlerinde meydana gelen lipit reaksiyonlarına başta hayvanın ırkı, beslenme şekli etkili olmakla birlikte üretim basamağında gerekli olan hammaddeler, starter kültür, işlem tipi, katkı maddelerinin ilaveleri etki etmektedir. Etin işlenmesi ile birlikte açığa çıkan et lipazları, lipitleri hızlı bir şekilde hidrolize etmektedir. Hidroliz sonucu meydana gelen serbest yağ asitleri de okside olarak et ürünün duyuşal anlamda kalitesini etkilemektedir (Ercoşkun vd., 2004).

Oksidasyon reaksiyonlarının başlamasıyla meydana gelen ilk yapı yani peroksitlerin kokusu yoktur. Reaksiyonun ilerlemesiyle ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehitler, organik asitler, hidrokarbonlar, alkoller ve ketonlar meydana gelir (Çakmak, 2003; Şenköylü, 2001). Oluşan bu ürünler ürünün rengini, aromasını her türlü duyuşal niteliklerini, ürünlerin besin değıerini ve raf ömrünü negatif yönde etkilemektedir (Şenköylü, 2001). Meydana gelen oksidasyon ürünleri insanlarda ciddi kalp-damar hastalıklarına ve çeşitli kanser oluşumlarına sebebiyet vermektedir (Koleva vd., 2003).

### **2.4 Antioksidanlar**

Gıdalar, metabolik aktivitemiz için gerekli, sağlığımız üzerinde pozitif etkilere sahip çeşitli bileşenler içermektedir. Antioksidanlar bu bileşenlerin başında gelmektedir. (Öğüt, 2014).

Antioksidanları, Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC); gıdalarda oluşan renk değıişimleri gibi oksidasyon tepkimeleri neticesinde meydana gelen

bozulmaları elimine ederek, raf ömrüne katkıda bulunup, yağın acılaşmasını engelleyen maddeler olarak tanımlanmaktadır (Demiray ve Tülek, 2008).

Antioksidanlar; oksidasyon substratlarından olan oksijen ve lipitlerin, prooksidan maddeler olan reaktif oksijen türlerinin, metallerin kontrol edilmesi ve aynı zamanda meydana gelen serbest radikallerin inaktive edilmesinde görev alırlar (Hailili, 2017).

Lipit oksidasyonunu denge altında tutma anlamında çeşitli yapay bileşikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Önenç ve Açıkgöz, 2005). Propil galatlar, tersiyer butil hidroksikinin (TBHQ), butil hidroksianisol (BHA), butil hidroksitoluen (BHT) gibi yapay ve  $\beta$ -karotenler, vitamin E, C gibi doğal antioksidan maddeler uzun senelerden bu yana lipit oksidasyonunun kontrolünün sağlanmasında kullanılmaktadır. Yapay antioksidan maddelerin cazip gelme sebeplerinin başında yüksek antioksidan aktivite göstermeleri, yüksek düzeyde stabilite göstermeleri ve maliyet açısından uygun olmaları gelmektedir (Bandoniene vd., 2002). Fakat yapılan çalışmalar bu maddelerin ürünlerde istenmeyen koku oluşumuna neden olduğu, kızartılmış olan ürün gruplarında yeterli etkiyi göstermediği ve en önemlisi kanserli hücre oluşuma sebebiyet verdiği gerekçeleri ile bazı ülkelerde kullanımı limitlendirilirken bazı ülkelerde tamamen yasaklanmıştır (Akgül ve Ayar, 1993).

Günümüzde birtakım aromatik bitkilerin antioksidan kaynağı olarak lipit oksidasyonunu engellemesi veya azaltması yönünden ürünlerde kullanılması gündemde bulunmaktadır. Bu durum güvenli ürünlerin üretimine imkan sunduğu için hem üretici açısından hem de tüketici açısından oldukça önemlidir (Önenç ve Açıkgöz, 2005).

#### **2.4.1 Askorbik Ait**

Askorbik asit ve tuzu doğal gıda kaynaklı olup güvenli gıda katkı maddesi olarak kabul edilir. Başka bir ifade ile GRAS (Generally Recognised As Safe) maddeler içerisinde yer almaktadır. Bu organik asitin birçok kullanım alanı olmakla birlikte sporlu bakterilerin aktivitesini durdurup mikroorganizmaların gelişimini inhibe ederek koruyucu görevi üstlenir. Ayrıca üründe arzu edilen tadın oluşumunu

sağlar, meydana gelebilecek esmerleşme reaksiyonlarının önüne geçer ve son üründe tampon görevi yapar. Kürlenmiş et ürünlerinden olan sucuk, salam ve pastırma gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılan indirgen bileşikler D-askorbik asit, L-askorbik asit veya bunların sodyum tuzlarıdır. Et ürünlerinde daha çok L-askorbik asit (C vitamini) veya sodyum tuzu kullanılır (Gökalp vd., 2002).

Askorbik asit, et ürünlerinde arzu edilen kür renginin daha hızlı oluşması ve depolama periyodunda bu rengin korunmasında oldukça etkilidir (Turp ve Sucu, 2016). Askorbik asit yüksek indirgeme gücü nedeniyle nitroz asiti nitrojen monoksite indirger ve nitrojen trioksite doğru değiştirir. Hem molekülündeki Fe ile reaksiyona girerek siyah renkli Fe askorbatı oluşturur ve üründe siyah lekeler yol açar. Bu nedenle kürlenme yardımcı maddesi olarak askorbik asit yerine askorbatların kullanımı tercih edilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre izin verilen askorbik asit için 470 ppm askorbatlar için 550 ppm'dir (Anonim, 2017).

## **2.5 Pırasa Tozu**

Sebzeler; insan beslenmesinde içme suyu ve et ürünleri yanında başlıca nitrat kaynaklarıdır. Ortalama günlük alımın %85'inden fazlası sebzelerden karşılanmaktadır (Cassens, 1997). Sebzelerin nitrat seviyeleri, yetiştirme koşullarına, biyolojik döllenmeye, hasat mevsimine ve aldığı ışık ve sıcaklığa bağlıdır (Amr ve Hadidi, 2001) .

Pırasa (*Allium porrum*), iyi bir nitrat kaynağı olmakla birlikte tiyopropanol S-Oksit, tiyosülfat ve küçük miktardaki ilgili bileşenler gibi zengin uçucu sülfür kaynağıdır (Mondy vd., 2002; Ferary ve Auger, 1996). Pırasa Batı Avrupa da açık havada yetiştirilen en önemli sebzelerden biridir. Pırasanın önemli ekim alanlarına bakıldığında; Türkiye'de 9000, Fransa'da 5800, Belçika'da 4800 ve Polonya'da 4400 hektarlık bir yere sahip olduğu görülmektedir (Block, 2010; De Clercq vd., 2003). Belçika'daki en önemli tarla bitkilerinden biri olup, toplam tarla tarımsal üretim değerinin % 16'sını oluşturmaktadır (Platteau vd., 2010).

Literatürde Tsoukalas vd. (2011) yaptığı çalışmada ; %0,84 pırasa unu ve 75 mg/kg sodyum nitrit içeren örneğin 150 mg/kg sodyum nitrit içeren kontrol grubu ile



benzer doku, oksidasyon, renk ve duyuşsal özellik gösterdiğini belirtmişler, farklı içeriklerde sodyum nitrit ve pırasa unu ile elde edilen fermente et ürünü örneklerinde sodyum nitrit seviyesinin %50 oranında azaltılabileceği bildirilmiştir.

## 2.6 Domates Tozu

Domatesin içeriğinde farklı besin materyallerinin olması ve tüketiminin yaygın olması sebebiyle insan beslenmesine katkı sağlayan önemli bir üründür. Olgun, taze, kırmızı bir domatesin 20- 30 mg/100g askorbik asit (C Vitamini),4- 10mg/100g likopen içerdiği tespit edilmiş olup, likopen içeriği domatesin çeşidine, yetiştirme koşullarına ve olgunluk aşamasına bağlı olarak önemli seviyelerde değişiklikler göstermektedir (Demiray ve Tülek, 2008).

Domates, küresel olarak en çok yetiştirilen ürünlerden biridir. Domates ve domates ürünlerine ilgi, zengin fenolik içerikleri ve çoklu biyoaktif fonksiyonlarından dolayı artmaktadır (Kay vd., 2012). Epidemiyolojik ve klinik çalışmalar, domateslerin ve domates bazlı gıda ürünlerinin sağlığa yararlarını göstermiştir (Blum vd., 2005; Agarwal ve Rao, 2000). Domates ve domates ürünlerinin diyetle alımının, kardiyovasküler hastalıkların ve sindirim sistemi, prostat ve pankreas da dahil olmak üzere bazı kanserlerin riskinin azalması ile ilişekli olduğu gösterilmiştir (Willcox vd., 2003; Giovannucci, 1999). Likopen, domates ve domates ürünlerinde en bol bulunan karotenoiddir ve kırmızı rengin oluşumundan sorumludur (Periago vd., 2009). Domatesler ayrıca insanlarda yüksek antioksidan aktiviteye sahip antosiyanin, askorbik asit ve fenolik bileşikler içerir (Chandra vd., 2012). Sebze ve meyveler bünyelerinde yaklaşık olarak % 95 oranında su içerirler. Bu sebepten dolayı hızlı bozulmaya müsaitlerdir. Tüketim aşamasına kadar olan zaman diliminde farkı tekniklerle dayanıklı duruma getirilmelidir. Yüksek su aktivitesinde bozulmaya sebep olabilecek biyokimyasal ve mikrobiyolojik faaliyetler kolaylıkla gerçekleştiği için gıda sanayinde su aktivitesini düşürecek kurutma yöntemi yaygın olarak kullanılmakta olup son zamanlarda domateslerin muhafazası için de uygulanmaktadır. Ancak kurutma işlemleri ile beraber gıda bileşenlerinde, ortam koşullarına bağlı olarak kayıpların meydana geldiği bilinmektedir (Demiray ve Tülek, 2008).

Domates de bozulabilir bir sebzedir ve doğrudan tüketilmeli veya işlenmelidir (Latapi ve Barrett, 2006). Isıtma, özellikle kurutma, ürünlerin raf ömrünü uzatan en yaygın işleme tekniklerinden biridir (Giovanelli vd., 2002). Literatürde bazı domates içeren besinlerin içerisindeki antioksidan bileşenlerin uygulanan teknolojik işlemlerle değişebildiği belirtilmektedir (Capanoglu vd., 2010). Ancak Dewanto vd. (2002), domatesin ısı işleme tabii tutulması ile antioksidan aktivite arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada ısı işlemin likopen içeriğini ve toplam antioksidan aktivitesini artırarak domateslerin besin değerini arttırdığı, total fenolikler ve flavonoidlerin içeriğinde önemli bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır. Bu sonuç işlenmiş meyve ve sebzelerin taze ürünlerden daha düşük besin değerine sahip olduğu fikrini yadsımaktadır.

## **2.7 Yanıt Yüzey Yöntemi**

Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) (Response Surface Methodology; RSM), ilk olarak 1951 yılında Box ve Wilson tarafından geliştirilmiş ve tanımlanmıştır. Yöntemin geliştirilmesinden bu yana deneysel bir strateji olarak özellikle kimya ve gıda mühendisliği alanlarında, çok çeşitli durumlarda oldukça başarılı bir şekilde kullanıldığı belirtilmektedir. Yöntemin temelini meydana getiren eleme (screening), bölge araştırma (steepest ascent), işlemin/ürünün karakterize edilmesi ve optimize edilmesini içine alan bir grup deneme anlayışını ortaya koymuştur (Dündar, 2011; Yılmaz ve Zorba, 2010).

YYY, oldukça az sayıda deneysel bilgi kullanılarak gerçekte test edilmesi zor veya imkânsız olan değerler ve bunların kombinasyonları hakkında geçerli sayılabilecek tahminlerin bütün halinde görülmesinde olanak sağlamaktadır.

Gıda üzerine yapılan çalışmalarda sonuçların en iyi düzeyde pratiğe geçirilebilmesi için, mümkün mertebe fazla sayıda denemelerin ve faktörlerin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bu da yapılması gereken kapsamlı ve zaman isteyen bir sürece ihtiyaç duymaktadır. Yanıt Yüzey Yöntemi de daha fazla deneme ünitesinden çok daha az sayıda deneme yapılabilmesine olanak veren son zamanlarda gıda araştırmaları alanında tercih edilen son derece kullanışlı proseslerin geliştirilmesi ve optimizasyonu için gerekli bir takım istatistiksel ve matematiksel

tekniklerin bir arada kullanıldığı modelleme yöntemidir. Ayrıca maliyet ve zaman açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Yılmaz ve Zorba, 2010; Devres ve Pala, 1993).

YYY'nin birçok dizaynları bulunmakta olup en çok kullanılan iki dizaynı "Central Composite" ve "Box-Behnken" dizaynlarıdır. Central Composite dizaynı, her bir faktörün beş seviyesini kullanırken, Box-Behnken dizaynı her bir faktörün üç seviyesini kullanmaktadır. Central Composite dizaynı, birkaç merkezi nokta ve yıldız noktası eklemek suretiyle oluşmaktadır (Dündar, 2011; Yılmaz ve Zorba, 2010).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Yapılan çalışmada kullanılan materyaller başta Bolu ili olmak üzere Türkiye'nin farklı şehirlerinden temin edilmiştir. Hammadde için; ölüm sertliği aşamasını tamamlamış orta yaşlı sığır eti, sığır yağı ve koyun kuyruk yağı kullanılmıştır. Üretimde kullanılan hammadde temini Bolu Yamaner Et ve Şarküteri'den yapılmıştır. Sucuk için formülasyonda bulunan baharatlar Bolu piyasasından, pırasa tozu ve domates tozu Kurucum Gıda'dan (Isparta), sucuk dolumu için kullanılan kılıf Aktaş Gıda'dan (Bolu), starter kültürün temini (BFL - F06; Lactobacillus sakei, Staphylococcus carnosus) ise Bactoferm™ (Chr. Hansen, Danimarka) firmasından gerçekleştirilmiştir. Üretim, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ar-Ge Laboratuvarında yapılmış olup öncesinde bir ön deneme gerçekleştirilmiş, 38 kalibre yapay kılıf ile doğal kılıfın kullanılabilirliği incelenmiş, kullanılacak nitrit, pırasa tozu ve domates tozu muamelelerinin miktarları belirlenmiş ve Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 3. 1.** Yanıt yüzey yöntemine göre belirlenmiş değişkenler

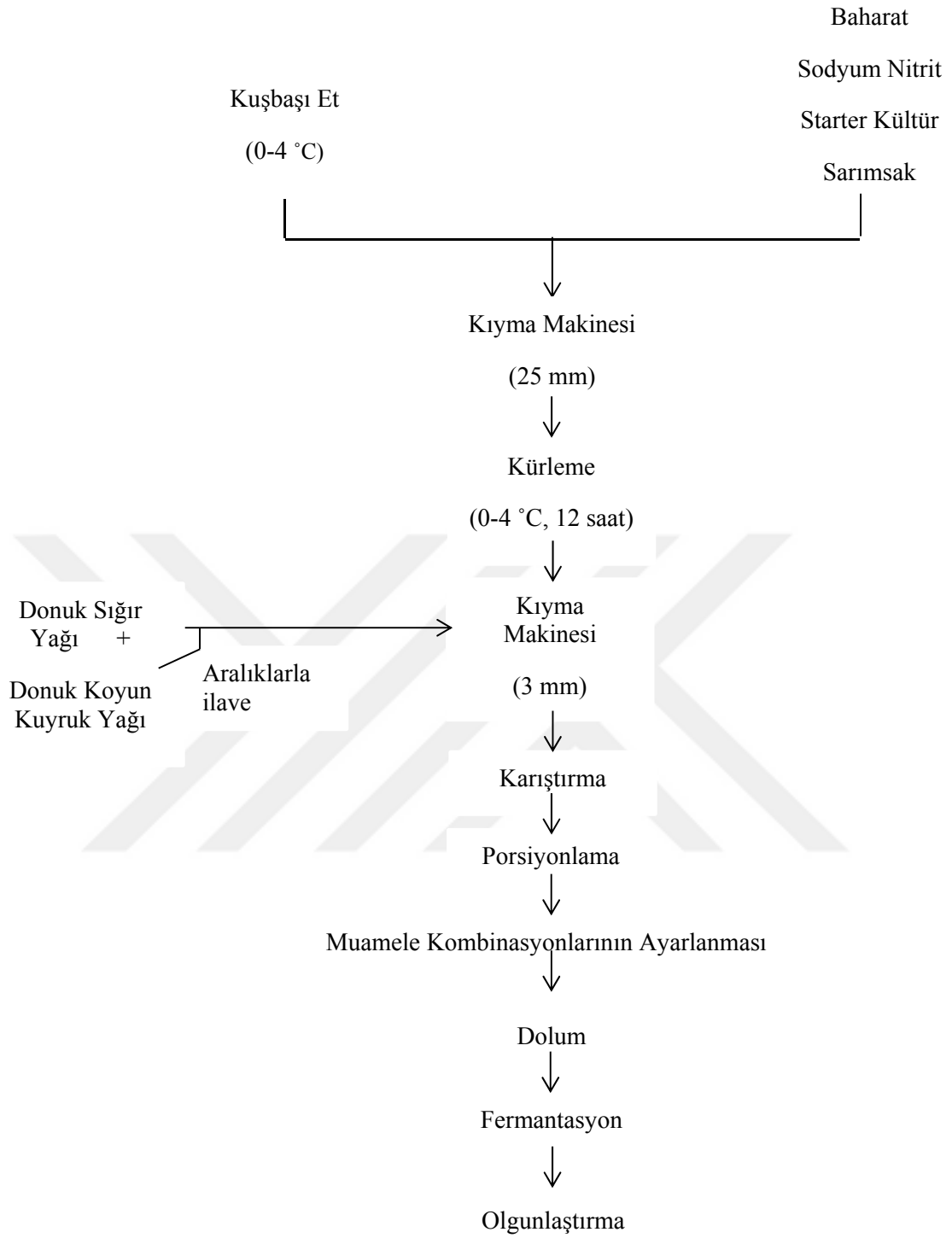
Muamele No (MN)	Nitrit (X <sub>1</sub> ) (ppm)	% Pırasa Tozu (X <sub>2</sub> )	% Domates Tozu (X <sub>3</sub> )
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	0,5	2,5
4	0	0	5
5	0	1	5
6	75	0,5	0
7	75	0	2,5
8	75	0,5	2,5
9	75	0,5	2,5
10	75	1	2,5
11	75	0,5	5
12	150	0	0
13	150	1	0
14	150	0,5	2,5
15	150	0	5
16	150	1	5

## 3.2 Metot

### 3.2.1 Materyal Hazırlığı ve Sucuk Üretimi

Sucuk üretimi için yağ oranı önceden tespit edilmiş ve kuşbaşı haline getirilmiş olan yağsız sığır etinin yağ oranı, ilave edilen sığır yağı ile %18 seviyesine getirilmiştir. Var olan et-yağ eldesine, bu karışımın %10'u kadar, kuşbaşı donuk koyun kuyruk yağı eklenmiştir. Birinci aşamada elde edilen karışım 25 mm çaplı aynalı bıçaklardan (Alveo, Türkiye) geçirmiştir. Sonrasında sucuk reçetesine göre Gökalp vd. (2015) tarafından formüle edilen %0,47 karabiber, %0,24 yenibahar, %0,47 K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, %0,85 kimyon, %0,66 kırmızı pulbiber, %1,90 tuz, %0,94 sarımsak, %0,47 toz şeker, %0,25 zeytinyağı, %0,025 starter kültür ilave edilmiş, yavaş ve yumuşak hareketlerle karışım ile homojenize edilip 0-4 °C'de 12 saat muhafazası sağlanmıştır. Bu süre içerisinde eklenen maddelerin ete nüfuzu artırılmıştır. İşlem sonunda elde edilen karışım, 3 mm çaplı aynalardan geçirilerek 16 eş parçaya ayrılmış, Central Composite Dizaynı uygulanarak YYY'ye göre miktarı belirlenen pırasa tozu, domates tozu ve sodyum nitrit (Tablo 3.1) bu kısımda eklenip, sucuk hamurları hazırlanmıştır.

Dolumdan önce kılıflar %5'lik laktik asit çözeltisi içerisinde kısa bir süre bekletilmiş, yumuşaması sağlanmıştır. Ortalama 200 g olacak şekilde el ile 38 kalibre yapay kılıflara baton şeklinde doldurulmuş, yine el yordamı ile kirnap denilen ip ile hava almadan bağlanmıştır. Dolum yapılırken bir yandan sterilize edilmiş çoklu iğne ile dolum esnasında olabilecek hava boşluklarının giderilmesi sağlanmıştır. Dolum işleminden sonra her bir parti sucuğun duşlaması yapıp arabalara asılmıştır. Asılan sucuklara koruyucu olarak herhangi küf maya oluşumunu engellemek için %10 potasyum sorbat (Merck, Almanya) püskürtülmüştür. Arabalara asılan sucukların birbirine temas etmemesine dikkat edilmiştir. 38 kalibre yapay kılıflar, hazırlanan sucuk hamurları ile baton şeklinde doldurulmuştur. Sucuklar, yaklaşık 200 g ağırlığa denk gelecek şekilde el ile boğumlama yapılmıştır. İşlem bitiminde arabalar, fermentasyon kabine (Adersan, Ankara) alınmıştır. Kabin sıcaklığı aşamalı bir şekilde 22°C 'den 18°C 'ye, nem %88'den %75 'e, hava akım hızı %100 'den %50 'ye düşürülmüştür. Şekil 3.1'de sucuk üretimi akış şeması görülmektedir.



**Şekil 3. 1.** Sucuk üretimi akış şeması.

### **3.3 Analizlerin Uygulanma Programı**

Öncelikli olarak sucuk üretiminde kullanılan sığır eti, sığır yağı ve koyun kuyruk yağında yağ ve nem tayini yapılırken, sığır etinde ek olarak protein tayini de yapılmıştır. Pırasa tozu ve domates tozunda anyon tayini yapılırken spektrofotometrik yöntemle askorbik asit tayini yapılmıştır. 7 günlük fermentasyon süresi boyunca günlük olarak 16 çeşit sucuk örneğinden pH, nem, randıman ve renk tayinleri gerçekleştirilmiştir. 7 günlük süre sonunda sucuk örnekleri olgunlaştırma için 30 gün 0-4°C muhafaza edilmiştir. Olgunlaştırmanın 30. gününde sucuk örneklerine randıman, peroksit sayısı, TBA, nem, pH ve anyon-kasyon tayinleri yapılmıştır. Fermentasyonun 0. ve 7. günlerinde, günlük analizlere ek olarak peroksit sayısı ve TBA analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler iki paralel iki tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.3.1 Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Analizler**

##### **3.3.1.1 Renk Tayini**

Üretilen sucuk örneklerinde fermentasyon ve olgunlaştırma periyodu boyunca dış yüzeyinde ve iç kesit alanında meydana gelen renk değişimlerini kayıt altına almak için her bir örneğin iç kesitinin 3 farklı noktasından ve örnek kabuğunun 3 farklı noktasından toplam 6 ölçüm yapılmıştır.

Minolta renk ölçüm cihazı (Konika Minolta Chromameter CR-400, Japonya) CIE L\*, a\*, b\* renk ölçüm sistemi kullanılarak CIE değeri 0 (beyaz) ve 100 (siyah) arasında değişen L\* (parlaklık, lightness); CIE değeri 0 – 60 arasında değişen a\* (pozitif a\* değeri kırmızılık; negatif a\* değeri yeşillik); ve 0-60 arası değere sahip b\* (pozitif b\* değeri sarılık; negatif b\* değeri mavilik) değerleri okunmuştur (Hunt vd., 1991). Cihaz her okuma öncesinde kalibre edilmiştir.

### 3.3.1.2 Nem Tayini

Bir gün öncesinden etüvde kurutulup sabit tartıma getirilen cam petri kaplarına, paralelli olarak tartılan örnekler koyulup,  $105 \pm 2$  °C'de etüvde (Venti Line VWR, EC, Belçika) kurutulmuş sonrasında desikatörde soğutulmuştur. % nem değerleri formül doğrultusunda hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Nem oranı (\%)} = (M_0 - M_1) / M_0 * 100$$

$M_0$  : Kurutma işleminden önceki sucuk örneği ağırlığı (g)

$M_1$  : Kurutma işleminden sonraki sucuk örneği ağırlığı (g)

### 3.3.1.3 pH Tayini

Paralelli olarak bir erlen içerisinde 10'ar g alınan sucuk örneklerine 100 ml saf su ilave edilip Waring Commercial Blender (U.S.A.) cihazında iyice parçalanması sağlanmıştır. Daha sonra ilgili tampon çözeltilerle kalibrasyonu yapılmış pH metre (Schott Instruments, İngiltere) ile 0.01 hassasiyette sabit ortam sıcaklığında pH değerleri belirlenmiştir (Gökalp vd., 2012; AOAC, 2000).

### 3.3.1.4 Protein Tayini

Sucuk örneklerinde Kjeldahl metodu uygulanarak % ham azot (N) analizi yapıp, 6,25 katsayısı ile çarpılarak ham protein miktarı tespit edilmiştir (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Ham Azot} = (V_1 - V_0) \times 0,014 \times N \times F \times 100 / \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

$V_0$ : Şahit için harcanan HCl (ml)

$V_1$  : Örnek için harcanan HCl(ml)

N: HCl'nin Normalitesi

F: HCl'nin faktörü



### 3.3.1.5 Yağ Tayini

Nem tayininden sonra elde kalan kurutulmuş örnekler, 3-5 g tartılıp, önceden 2 saat boyunca etüvde kurutulup daha sonrasında da sabit tartıma getirilen soxhlet balonlarına alınmıştır. Soxhlet ekstraksiyon cihazıyla hekzan (Sigma Aldrich, USA) kullanılarak yağ ekstraksiyonu yapılmış ve % yağ değeri tespit edilmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Yağ Oranı (\%)} = M_Y \times 100 / M_0$$

$M_Y$  : Ekstrakte edilen yağ ağırlığı (g)

$M_0$  : Kurutma işleminden önceki örnek ağırlığı (g)

### 3.3.1.6 Peroksit Tayini

5 g örnek 3 dk süre ile 60 °C 'de su banyosunda bekletilip üzerine 30 ml glacial asetik asit-kloroform çözeltisi (60:40 v/v) (Sigma Aldrich, USA) eklenmiş, cam baget ile homojenize edilmiştir. Elde edilen bu karışım kaba filtre kağıdından geçirilmiş, üzerine 0,5 ml doymuş potasyum iyodür (KI) (Merck, Almanya) çözeltisi eklenerek erlenin ağzı kapatılmış ve 5 dk karanlıkta bekletilmesi sağlanmıştır. Süre sonunda 30 ml saf su ve 1 ml %1'lik nişasta çözeltisi eklenerek 0,01 N sodyum tiyosülfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) (Merck, Almanya) ile açık sarı renk elde edilinceye kadar titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç meq  $\text{O}_2$  / kg yağ cinsinden hesaplanmıştır (Sallam vd., 2004).

$$\text{Peroksit Sayısı (meq } \text{O}_2 / \text{ kg yağ)} = \text{Harcanan } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000M_y$$

N : Kullanılan sodyum tiyosülfatın ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) Normalitesi

$M_y$  : 10 g örnekteki yağ miktarı (g)

### 3.3.1.7 Tiyobarbütirik Asit (TBA) Tayini

Sucuk örnekleri homojen haline getirilip 10 g tartılıp üzerine 49 ml su (50°C) ve 1 ml sülfanilamid rejanı [% 20'lik (v/v) HCl içerisinde % 0.5'lik sülfanilamid] ilave edildikten sonra 2 dakika homojenizasyon işlemi yapılmıştır. Elde edilen homojenizat 48 ml su (50°C) ile Kjeldahl tüpüne aktarılmış, üzerine 2 ml HCl çözeltisi [%37'lik HCl: saf su; 1:2] eklenmiştir. Kjeldahl tüpleri distilasyon ünitesine (Şimşek Laborteknik, Ankara) yerleştirilmiştir. Toplanan 50 ml distilattan 5 ml alınarak kapaklı tüplere aktarılmıştır. Üzerine 5 ml 0.02 N 2- tiyobarbiturik asit ayracından [0.288 g 2-tiyobarbiturik asit 100 ml %90'lık glisyal asetik asit (Sigma Aldrich, USA) içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır] ilave edilmiş ve 35 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Tüpler soğutulduktan sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV-VIS, Japonya) 538 nm'de absorbans değerleri tespit edilmiştir. Standart eğri için 5 ml distilat yerine 8 farklı miktarda ( $1 \times 10^{-8}$  -  $9 \times 10^{-8}$  mol) 1,1,3,3-Tetraetoksipropan (TEP) içeren 5 ml'lik saf su kullanılmıştır. Elde edilen standart eğriden 1.derece regresyon denklemi oluşturulmuş ( $y = ax + b$ ) ve bu denklemden hareketle K değeri bulunmuştur. TBA değeri mg malonaldehit / kg olarak belirtilmiştir (Ockerman, 1985).

$$K = S/A \times M \times 10^7 / C \times 100 / G$$

$$\text{TBA (mg kg}^{-1}\text{)} = \text{Absorbans} \times K$$

S : 5 ml saf sudaki TEP (mol)

A: Standardın absorbansı

M : Malonaldehitin molekül ağırlığı

G : Geri alım (%) C : Örnek ağırlığı (g)

### 3.3.1.8 Anyon Tayini

İyon kromatografisi ile anyon tayini için iletkenlik dedektörü (conductivity detector) iyon kromatografi cihazında gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak 5 g et

örneğine 40 ml 80°C'deki saf su eklenip karıştırılmış, karışım 500 ml'lik balon jöjeye aktararak üzerine 300 ml 80 °C'deki saf su ilave edilmiş ve sıcak su banyosunda 80°C'de 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda balonlar soğuduktan sonra saf su ile 500 ml'ye tamamlanıp filtre kâğıdından geçirilerek amber şişelere süzüntü alınmıştır. Elde edilen süzüntüler 0,22 µm'lik membran filtre kâğıdından süzülerek iyon kromatografisi için hazır duruma ayarlanmıştır. Mobil faz olarak 10 mM sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) kullanılmıştır. Analiz IonPac AS9-HC (4x250 mm) anyon kolonu ile her örnek için 1 ml/dak akış hızı olacak şekilde yaklaşık 30 dakika sürmüştür. Anyon standardı olarak florür, klorür, nitrit, bromür, nitrat, fosfat, sülfat iyonlarını içeren Dionex Seven Anion Standard II çözeltisi kullanılmıştır (Moreno vd., 2016). Anyonların analiz sonuçları 6 farklı konsantrasyonda verilen standart çözeltisinden elde edilen kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak ppm düzeyinde belirlenmiştir.

### **3.3.1.9 Katyon Tayini**

Katyon tayini için anyon tayininde olduğu gibi iyon kromatografisi cihazı kullanılmıştır. Anyon tayinindeki uygulanan aşamalar aynı şekilde uygulanmış farklı olarak anyon kolonu yerine katyon kolonu kullanılmıştır. Mobil faz olarak 20 mM meta sülfonik asit (MSA) kullanılır. Analiz IonPac CS12-A (4x250 mm) katyon kolonu ile her örnek için 1 ml/dak akış hızı olacak şekilde yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Katyon standardı olarak lityum, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum iyonlarını içeren Dionex Six Cation-II Standard (pH 3,0 ± 0,3) çözeltisi kullanılmıştır (Moreno vd., 2016).

### **3.3.1.10 Randıman**

Üretilen 16 çeşit sucuk örnekleri fermentasyon periyodunun ilk gününden bitimine kadar her gün tartımı yapılmış olup, randıman değeri sucuk örneklerinin başlangıç tartımları baz alınarak ağırlık kayıpları üzerinden değerlendirilip hesaplanmıştır.

### 3.3.1.11 İstatistiksel Analizler

Yanıt Yüzey Yöntemine (YYY, Response Surface Methodology) göre Central Compozite Dizayn esasına göre iki tekerrürlü çalışma uygulanmıştır. Merkezi bir dizayn biçimi olan bu çalışmada merkez dahil olmak üzere 16 adet deneme noktası oluşturulmuştur. Kullanılan sodyum nitrit (0, 75, 150 ppm), pırasa tozu (% 0, 0.5, 1) ve domates tozu (%0, 2.5, 5) olmak üzere üç etmenin etkisi araştırılmıştır.

İkinci derece polinomiyal denklem esas alınıp her bir faktörün etkisine bakılmıştır. Modele ait eşitlik:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} X_i X_j.$$

Bu denklemde görülen  $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  sabit olmakla birlikte modelin regresyon katsayısıdır. Bağımsız değişken seviyelerini  $X_i$  ve  $X_j$  gösterir. Pırasa tozu, domates tozu ve sodyum nitrit olmak üzere üç değişkenli ve ikinci derece model deneme uyumu yapıp sonuçta lineer, kuadratik, ikili kombinasyonların etkileşimleri, önemlilik dereceleri, paket programı (SAS 6.12) ile belirlenmiştir. Y yanıt vektörü ve X dizayn matrisine göre, En Küçük Kareler Eşitliği  $b=(X'X)^{-1} X'Y$  biçiminde yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Hammadde İçin Kimyasal Analiz Bulguları

Hammadde olarak kullanılan et ve yağlara ait kimyasal analiz bulguları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2' de bulunmaktadır.

**Tablo 4. 1.** Hammadde olarak kullanılan ete ait kimyasal analiz bulguları

Hammadde	Protein(%)	Yağ (%)	Nem(%)
Sığır Eti	18,43	4,37	79,86

**Tablo 4. 2.** Hammadde olarak kullanılan yağlara ait kimyasal analiz bulguları

Hammadde	Yağ (%)	Nem(%)
Sığır Yağı	84,58	14,54
Koyun Kuyruk Yağı	82,11	4,14

### 4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

İstatistiksel analizler, fiziksel ve kimyasal özelliklere ait ortalama değerler gösterilmiş olup, sonuçlar tablo formatında ekler bölümünde yer almaktadır.

#### 4.2.1 pH Değeri

Fermente sucuğun pH değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 4,697 - 0,009X_1 + 0,0065X_2 - 0,015X_3 - 0,0269 X_1^2 + 0,0163 X_2X_1 + 0,0305 X_2X_2 - 0,001 X_3X_1 + 0,005 X_3X_2 - 0,007X_3X_3$$

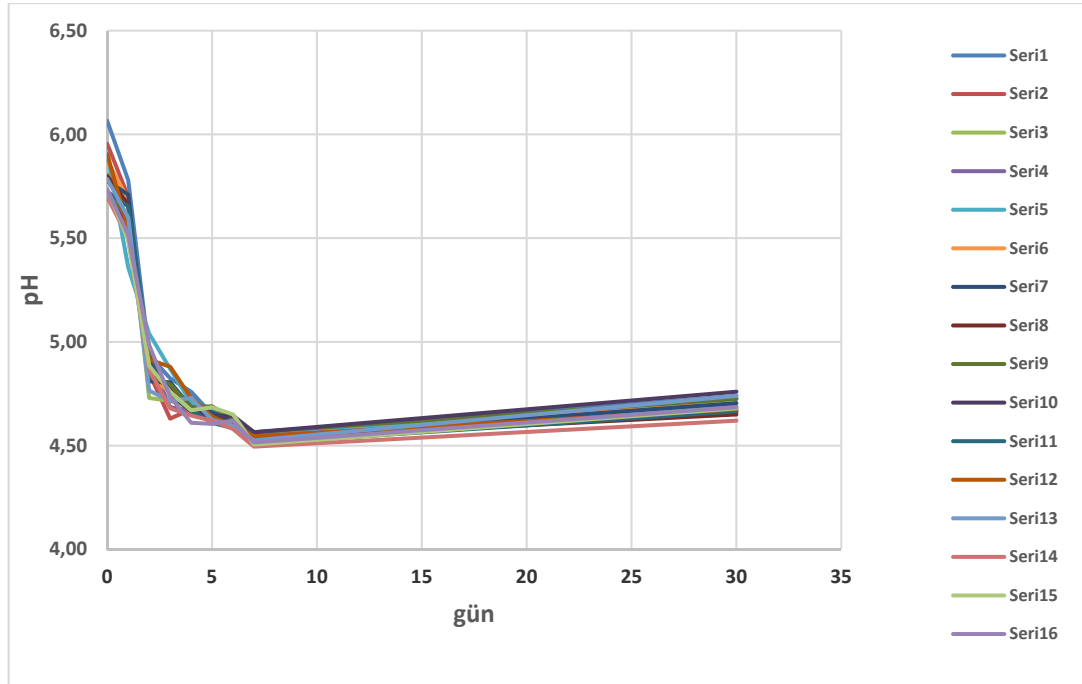
biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.3 'te varyasyon analiz sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 3.** pH değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	0,002	1,654
X1 (Nitrit)	1	0,002	1,305
X2 (Pırasa Tozu)	1	0,0008	0,681
X3 (Domates Tozu)	1	0,005	3,625
X1*X1	1	0,004	3,092
X2*X1	1	0,004	3,403
X2*X2	1	0,005	3,956
X3*X1	1	0,00003	0,020
X3*X2	1	0,0004	0,322
X3*X3	1	0,0003	0,207
Uyum Eksikliği	5	0,004	11,281
Genel	31		0,100

\*:P<0.05      \*\*:P<0.01

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere, pırasa tozunun sucukların pH değeri üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Domates tozunun pH değerini düşürdüğü ancak farkın istatistiki olarak anlamlı olmadığı saptandı ( $p>0.05$ )(EK A). Şekil 4.1'e bakıldığında ayırım olmadan bütün kombinasyonlarda pH seviyesi fermentasyonun ilk yedi gününde hızla düşmüş, otuz günlük olgunlaşma periyodu boyunca fazla bir değişim olmamış ancak beklenildiği gibi olgunlaşmanın son zamanlarında hafif bir yükselme görülmüştür.



**Şekil 4. 1.** pH seviyesinin günlere göre değişimi.

Literatürde nitrit kaynağı olarak kullanılan farklı sebze tozlarının pH değeri üzerinde etkisiz olması durumu, kullanılan sebze tozlarının pH değeri ve etin tamponlama kapasitesi ile ilişkilendirilmiştir (Turp ve Sucu, 2018; Djeri ve Williams, 2014).

#### 4.2.2 Nem Değeri

Fermente sucuğun nem değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomial denkleme göre;

$$Y = 30,095 + 1,295 X_1 - 0,538 X_2 + 0,588 X_3 + 1,802 X_1X_1 - 1,795X_2X_1 - 1,971X_2X_2 + 1,902 X_3X_1 - 0,659 X_3X_2 - 0,444 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.4 'te varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 4.** Nem değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

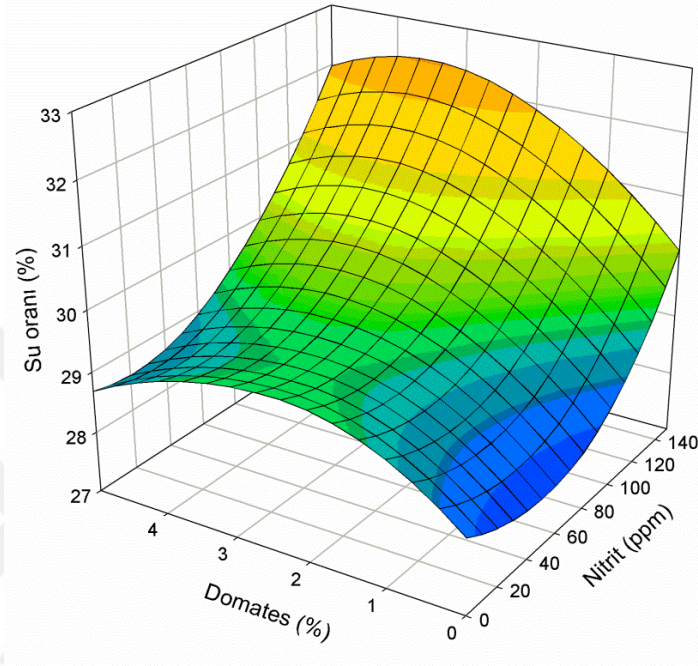
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	21,473	5,892
X1 (Nitrit)	1	33,531	9,2**
X2 (Pırasa)	1	5,788	1,589
X3 (Domates)	1	6,914	1,897
X1*X1	1	17,113	4,695*
X2*X1	1	51,543	14,142*
X2*X2	1	20,477	5,6183*
X3*X1	1	57,899	15,886**
X3*X2	1	6,958	1,909
X3*X3	1	1,041	0,286
Uyum Eksikliği	5	12,291	11,158
Genel	31		0,0003

\*p<0.05

\*\*p<0.01

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere, sucukların nem değeri üzerinde nitritin lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01), kuadratik etkisinin anlamlı (p<0.05) olduğu saptanmıştır. Nitrit ve pırasa tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının, nem değerleri üzerinde anlamlı etkisi bulunduğu (p<0.05), pırasa tozunun kuadratik etkisinin anlamlı (p<0.05) olduğu, domates tozu ve nitritin birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının nem değeri üzerinde ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01) saptandı.

Literatürde Tsoukalas vd. (2011) pırasa tozu ve nitrit ile yaptıkları çalışmada, nitrit ilave edilmeyen örneklerde su tutma oranının en düşük olduğu belirtilmiştir. Bu bulgu çalışma sonucumuza benzerdir. Şekil 4.2’de görüldüğü üzere nitrit ilavesi ile nem değerinde meydana gelen yükselme, nitritin su tutma kapasitesinin yüksek olması ile açıklanabilir.



Şekil 4. 2. Domates tozu ve sodyum nitritin nem değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.3 Peroksit Değeri

Fermente sucuğun peroksit değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 6,714 + 0,72 X_1 + 0,365 X_2 + 0,14 X_3 + 0,979 X_1X_1 - 0,075 X_2X_1 - 0,296 X_2X_2 + 0,188 X_3X_1 - 0,138 X_3X_2 + 0,079 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.5 'te varyans analizi sonuçları verilmiştir.



**Tablo 4. 5.** Peroksit değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	2,292	7,266
X1 (Nitrit)	1	10,368	32,870**
X2 (Pırasa)	1	2,665	8,447**
X3 (Domates)	1	0,392	1,243
X1*X1	1	5,057	16,032**
X2*X1	1	0,09	0,285
X2*X2	1	0,461	1,462
X3*X1	1	0,563	1,783
X3*X2	1	0,303	0,959
X3*X3	1	0,033	0,105
Uyum Eksikliği	5	0,691	3,370
Genel	31		<,0001

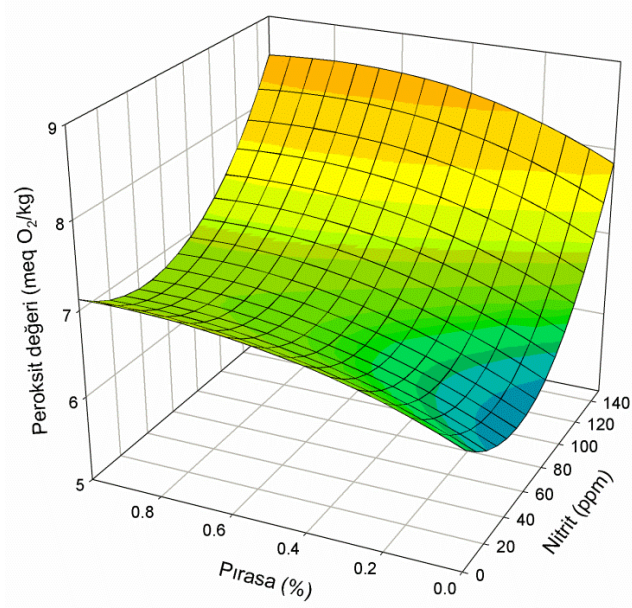
\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.5'te görüldüğü üzere, sucukların peroksit değeri üzerinde; nitritin lineer ve kuadratik etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olduğu ( $p<0.01$ ), pırasa tozunun ise lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı olduğu ( $p<0.01$ ) saptanmıştır. Domates tozunun lineer ve kuadratik etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı ( $p>0.05$ ).

Doğal antioksidan kaynaklarının üretim ve depolama süreçlerinde buldukları ortamdaki diğer bileşenlerle etkileşime girip yapılarının değişebileceği düşünölmektedir. Şekil 4.3'te görüldüğü üzere pırasa tozunun artmasıyla peroksit değerinde bir artış söz konusudur. Elde edilen bu bulgunun hammadde kaynaklı olabileceği düşünölmüştür.

Özdemir (2018) alışmasında, benzer Şekilde sebze tozu ilavesi ile peroksit değeri artmış, bu durumun nedenini, kullanılan hammadde kaynaklı bir sonuç olarak ifade etmiştir.



**Şekil 4. 3.** Pırasa tozu ve sodyum nitritin peroksit değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.4 Tiyobarbütirik Asit (TBA) Değeri

Fermente sucuğun TBA değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 0,20865 - 0,0078 X_1 - 0,01599 X_2 - 0,06201X_3 + 0,21255 X_1X_1 - 0,000975 X_2X_1 - 0,0702 X_2X_2 - 0,057525 X_3X_1 + 0,000975 X_3X_2 - 0,0858 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.6 'da varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 6.** TBA değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

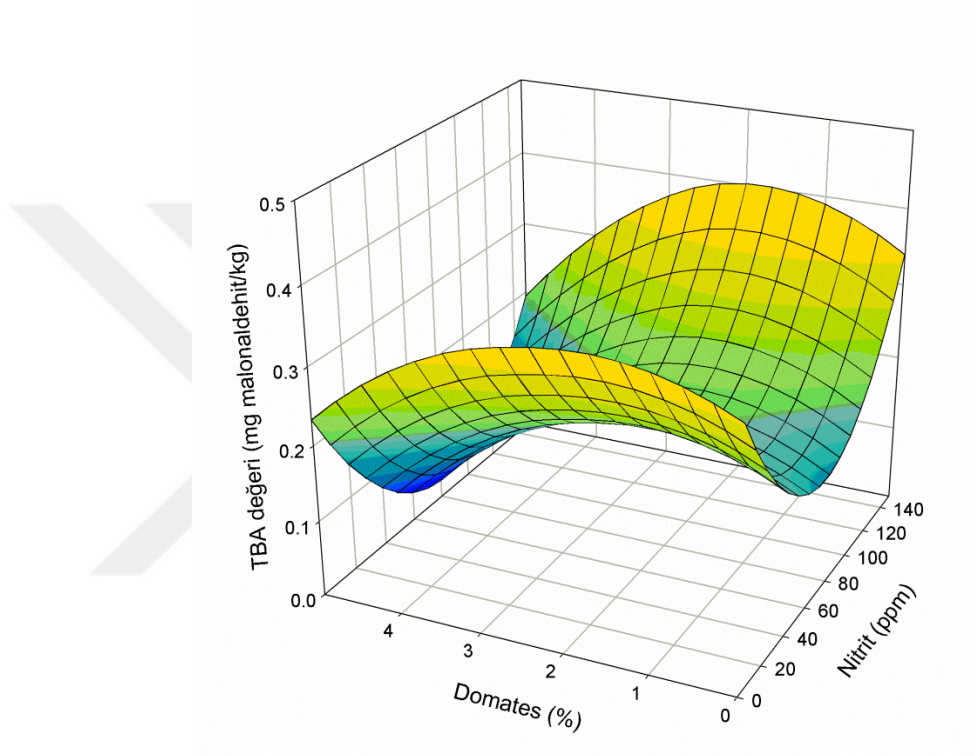
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	0,042	2,403
X1 (Nitrit)	1	0,0012	0,07
X2 (Pırasa)	1	0,005	0,293
X3 (Domates)	1	0,077	4,409*
X1*X1	1	0,238	13,657**
X2*X1	1	0,00002	0,001
X2*X2	1	0,026	1,49
X3*X1	1	0,053	3,035
X3*X2	1	0,00002	0,001
X3*X3	1	0,039	2,225
Uyum Eksikliği	5	0,026	1,760
Genel	31		0,045

\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.6 'da görüldüğü üzere, sucukların TBA değeri üzerinde domates tozunun lineer etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) olduğu, nitritin ise kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p < 0.01$ ) olduğu bulundu.

İstatistiksel verilere bakıldığında domates tozunun ilavesi ile TBA değerinde azalma görülmüştür. Bu durum, domates tozunun içerisinde bulundurduğu birtakım antioksidan ve fenolik bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (EK A).



Şekil 4. 4. Domates tozu ve sodyum nitritin TBA değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.5 L\*(iç) Değeri

Fermente sucuğun L\*(iç) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 38,2007 + 0,217 X_1 + 0,046 X_2 - 3,329 X_3 + 0,861 X_1X_1 - 3,313 X_2X_1 - 2,076 X_2X_2 + 0,118 X_3X_1 + 0,513 X_3X_2 + 4,656 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.7 'de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 7.** L\*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

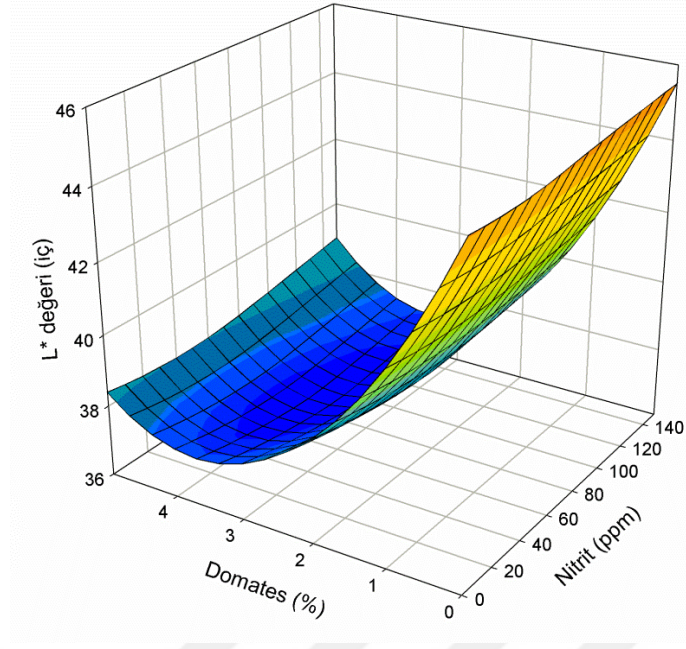
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	61,216	5,322
X1 (Nitrit)	1	0,937	0,082
X2 (Pırasa)	1	0,042	0,004
X3 (Domates)	1	221,578	19,265**
X1*X1	1	3,913	0,340
X2*X1	1	175,563	15,264**
X2*X2	1	22,725	1,976
X3*X1	1	0,221	0,019
X3*X2	1	4,203	0,365
X3*X3	1	114,327	9,940**
Uyum Eksikliği	5	48,59	81,903
Genel	31		0,0007

\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.7 'de görüldüğü üzere, sucukların L\*(iç) renk değeri üzerinde domates tozunun hem lineer hem de kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı (p<0.01) olduğu, pırasa tozu ve nitritin birlikte olduğu kombinasyonlarda da L\*(iç) renk değeri üzerinde etkinin ileri düzeyde anlamlı etki gösterdiği anlaşılmıştır (p<0.01).

Eyiler, (2007) bir çalışmasında sosise domates tozu eklemenin, ürünlerde boyar madde etkisi oluşturarak, L\* değerini düşürdüğü sonucuna varmıştır. Şekil 4.5'te görüldüğü üzere domates tozu ilavesine bağlı olarak L\*(iç) değerinde meydana gelen düşüşün, benzer şekilde domatesin boyar madde etkisi göstermesi ve kullanılan domates tozunun L\* değerinin nispeten düşük (30,69) olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (EK E).



Şekil 4. 5. Domates tozu ve sodyum nitritin L\*(iç) değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.6 a\*(iç) Değeri

Fermente sucuğun a\*(iç) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 10,77982 + 1,29 X_1 + 0,321 X_2 - 0,034X_3 + 1,190 X_1X_1 - 1,131 X_2X_1 + 0,115 X_2X_2 - 0,63 X_3X_1 - 0,91 X_3X_2 - 0,625 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.8 'de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 8.** a\*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

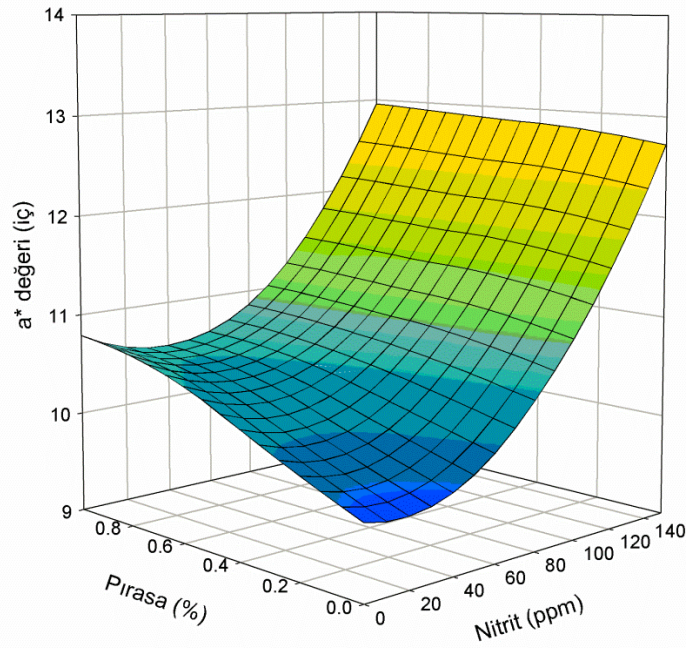
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	9,368	5,697
X1 (Nitrit)	1	33,256	20,223**
X2 (Pırasa)	1	2,054	1,249
X3 (Domates)	1	0,022	0,014
X1*X1	1	7,47	4,542*
X2*X1	1	20,476	12,451**
X2*X2	1	0,07	0,043
X3*X1	1	6,35	3,862
X3*X2	1	13,25	8,057**
X3*X3	1	2,058	1,251
Uyum Eksikliği	5	4,877	7,028
Genel	31		0,0004

\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.8’de görüldüğü üzere, sucukların  $a^*(iç)$  renk değeri üzerinde nitritin lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, kuadratik etkisinin ise anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu anlaşılmıştır. Nitrit ve pırasa tozunun birlikte olduğu kombinasyonların  $a^*(iç)$  renk değeri üzerinde etkinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozu ve domates tozunun birlikte olduğu kombinasyonlarda  $a^*(iç)$  renk değeri üzerindeki etkisinin yine istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu bulundu.

Şekil 4.6’da nitrit ilavesi ile  $a^*(iç)$  değerinde artış görülmektedir. Potthast (1986), nitrit ilavesinin artması ile kırmızı rengi belirten  $a^*(iç)$  değerinde meydana gelen artışın sebebini, pH’nın düşük olmasından dolayı nitritin nitrik okside redüksiyonunun daha hızlı olmasına ve oluşan nitrik oksidin miyogloblin ile birleşerek fazla miktarda nitrosomiyoglobin oluşturmasına bağlamıştır. Bulgumuz araştırmacı ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4. 6. Pırasa tozu ve sodyum nitritin  $a^*(iç)$  değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.7 b\*(iç) Değeri

Fermente sucuğun b\*(iç) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 11,507 + 1,044 X_1 + 0,519 X_2 + 1,161 X_3 + 0,509 X_1X_1 - 0,329 X_2X_1 - 0,699 X_2X_2 + 0,599 X_3X_1 + 0,336 X_3X_2 + 3,004 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Varyans analizi sonuçları Tablo 4.9 'da verilmiştir.

**Tablo 4. 9.** b\*(iç) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisini varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	14,465	12,597
X1 (Nitrit)	1	21,778	18,965**
X2 (Pırasa)	1	5,387	4,691*
X3 (Domates)	1	26,935	23,456**
X1*X1	1	1,365	1,189
X2*X1	1	1,736	1,512
X2*X2	1	2,573	2,241
X3*X1	1	5,748	5,006
X3*X2	1	1,802	1,57
X3*X3	1	47,577	41,431**
Uyum Eksikliği	5	3,328	6,563
Genel	31		<,0001

\*:P<0.05

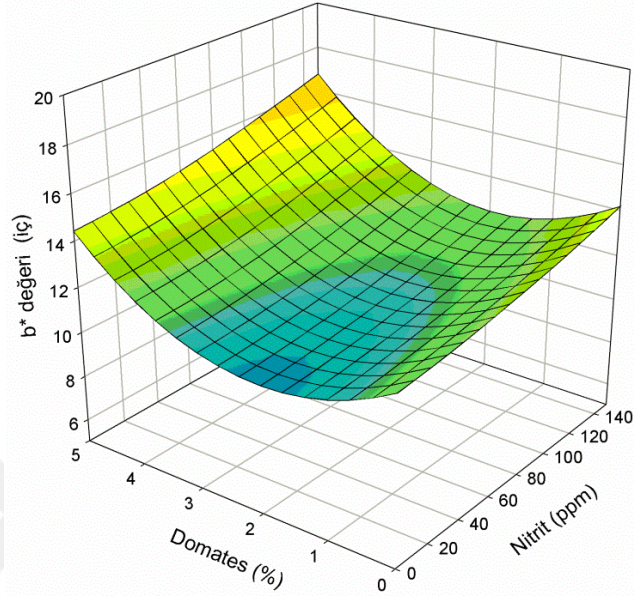
\*\*P<0.01

Tablo 4.9'da görüldüğü üzere, sucukların b\*(iç) renk değeri üzerinde nitritin ve domates tozunun lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı (p<0.01) olduğu, pırasa tozunun ise lineer etkisinin anlamlı (p<0.05) olduğu, domates tozunun kuadratik etkisinin ileri düzeyde (p<0.01) anlamlı olduğu saptanmıştır.

İstatistiki verilere göre Şekil 4.7'de domates tozunun artmasıyla b\*(iç) değerinde meydana gelen artışın kullanılan hammadde kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada sosis örneklerine domates tozu eklemenin ürünlerin b\* değerini arttırdığı gözlenmiştir. Domates tozunun boyar madde etkisi göstererek ürünlerdeki rengin gelişimine katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır (Eyiler, 2007).

Tsoukalas vd. (2011) yaptığı karşılaştırmalı çalışmada da sebze-nitrit ilaveli ürünlerin b\*(iç) değerinin, nitrit ilavesiz ürünlere göre anlamlı şekilde yüksek olduğu saptanmıştır. Bu bulgu da çalışma sonucumuzu desteklemektedir.



Şekil 4. 7. Domates tozu ve sodyum nitritin b\*(iç) değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.8 L\*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun L\*(kabuk) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomial denkleme göre;

$$Y = 26,246 + 0,997 X_1 + 1,695 X_2 - 0,691 X_3 + 4,0909 X_1 X_1 - 1,574 X_2 X_1 - 5,217 X_2 X_2 + 2,396 X_3 X_1 - 1,182 X_3 X_2 + 0,998 X_3 X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.10'da varyans analizi sonuçları verilmiştir.



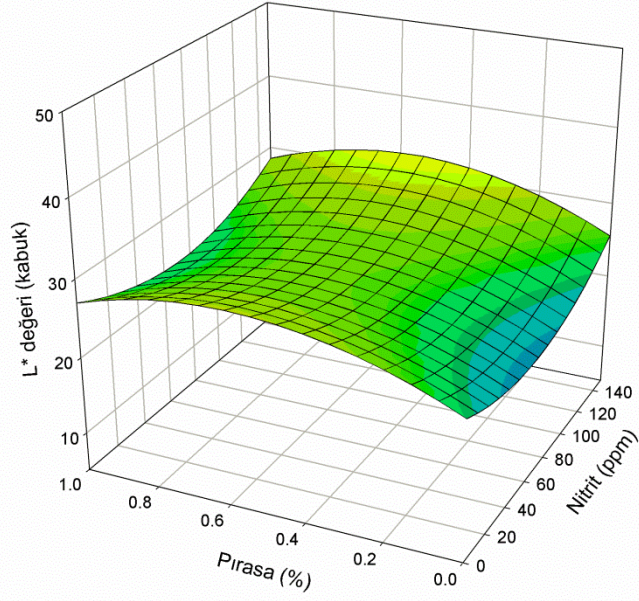
**Tablo 4. 10.** L\*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	46,727	12,132
X1 (Nitrit)	1	19,860	5,157*
X2 (Pırasa)	1	57,461	14,919**
X3 (Domates)	1	9,55	2,479
X1*X1	1	88,244	22,911**
X2*X1	1	39,659	10,297**
X2*X2	1	143,484	37,254**
X3*X1	1	91,824	23,841**
X3*X2	1	22,349	5,803*
X3*X3	1	5,256	1,365
Uyum Eksikliği	5	15,865	49,869
Genel	31		<,0001

\*:P<0.05      \*\*:P<0.01

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere, sucukların L\*(kabuk) renk değeri üzerinde yapılan istatistiki incelemede; pırasa tozunun hem lineer hem de kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, nitritin lineer etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olup kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı. Nitrit -pırasa tozu ile nitrit - domates tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının, L\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozu ve domates tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyonların ise L\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu bulundu.

Şekil 4.8’e bakıldığında pırasa tozu ilavesine bağlı olarak L\*(kabuk) değerinin kısmen arttığı görülmektedir.



Şekil 4. 8. Pırasa tozu ve sodyum nitritin L\*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.9 a\*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun a\*(kabuk) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 4,210 + 0,589 X_1 + 0,212 X_2 - 1,172 X_3 - 1,516 X_1X_1 + 0,259 X_2X_1 + 0,021 X_2X_2 - 0,575 X_3X_1 - 0,049 X_3X_2 + 0,541 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.11 'de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 11.** a\*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

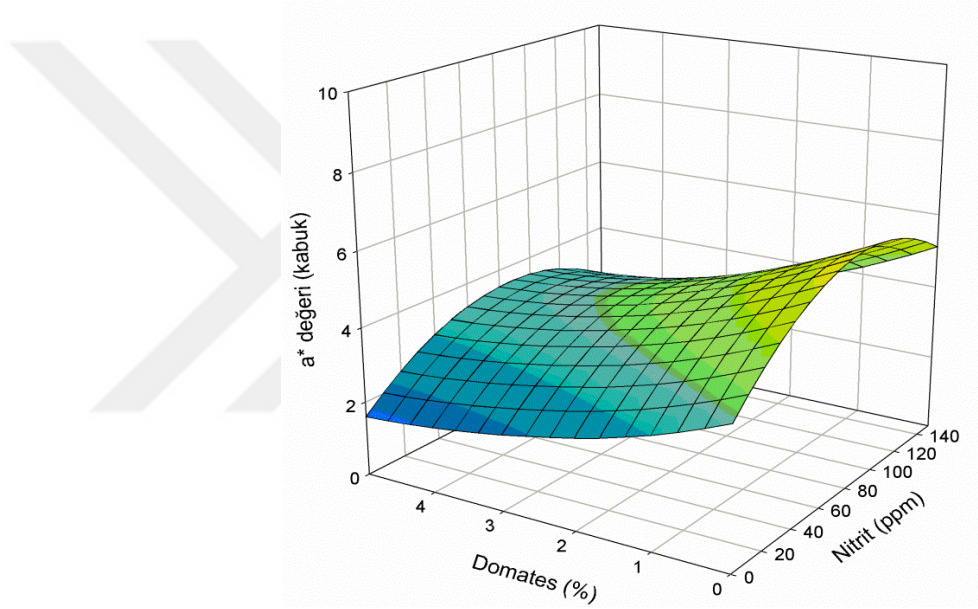
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	6,139	12,131
X1 (Nitrit)	1	6,927	13,687**
X2 (Pırasa)	1	0,899	1,776
X3 (Domates)	1	27,472	54,283**
X1*X1	1	12,124	23,957**
X2*X1	1	1,071	2,117
X2*X2	1	0,002	0,005
X3*X1	1	5,29	10,453**
X3*X2	1	0,038	0,075
X3*X3	1	1,544	3,051
Uyum Eksikliği	5	6,927	5,441
Genel	31		<,0001

\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.11’de görüldüğü üzere, sucukların a\*(kabuk) renk değeri üzerinde nitritin lineer ve kuadratik etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, domates tozunun lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, nitrit ve domates tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyonlarda a\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı.

Şekil 4.9’a bakıldığında nitrit miktarı arttıkça a\*(kabuk) renk değerinin arttığı görülmektedir. Bu durum, fermentasyon ile birlikte sucuğa ilave edilen nitritin, miyogloblin ile reaksiyona girmesi nitrozomiyogloblin oluşumunun artması şeklinde açıklanabilir (Özdemir 2018; Ordonez vd., 1999).



Şekil 4. 9. Domates tozu ve sodyum nitritin a\*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.10 b\*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun b\*(kabuk) değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 4,327 + 0,783 X_1 + 0,132 X_2 - 0,351 X_3 + 0,240 X_1X_1 - 0,039 X_2X_1 - 0,81 X_2X_2 + 0,581 X_3X_1 - 0,414 X_3X_2 + 0,0403 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.12’de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

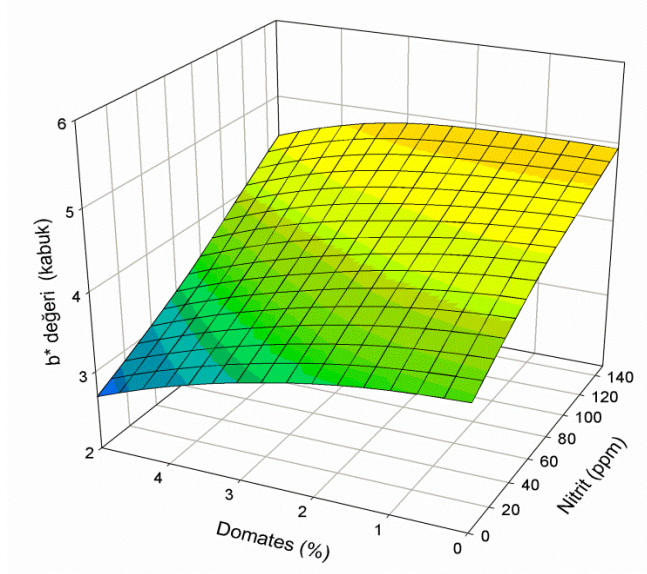
**Tablo 4. 12.** b\*(kabuk) değerleri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	3,009	6,249
X1 (Nitrit)	1	12,262	25,466**
X2 (Pırasa)	1	0,349	0,724
X3 (Domates)	1	2,464	5,117*
X1*X1	1	0,304	0,632
X2*X1	1	0,025	0,052
X2*X2	1	3,457	7,18*
X3*X1	1	5,394	11,203**
X3*X2	1	2,747	5,706*
X3*X3	1	0,008546	0,018
Uyum Eksikliği	5	1,89311	28,547
Genel	31		0,0002

\*:P<0.05      \*\*:P<0.01

Tablo 4.12’de görüldüğü üzere yapılan istatistiki değerlendirmede; sucukların b\*(kabuk) renk değeri üzerinde, nitritin lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, domates tozunun lineer etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, pırasa tozunun ise kuadratik etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu bulundu. Nitrit- domates tozu kombinasyonlarının b\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde ( $p<0.01$ ) anlamlı olduğu, pırasa - domates tozu kombinasyonlarda ise b\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkinin ileri düzeyde ( $p<0.01$ ) anlamlı olduğu saptandı.

Şekil 4.10’da nitrit ilavesinin artması ile b\*(kabuk) değerinde yükseliş meydana gelmiştir. Bu durumun sebebi depolanması esnasında oluşan renk, aroma oluşumunun, birtakım esmerleşme reaksiyonlarının bir sonucu olabileceği şeklinde açıklanabilir (Edwards, 2000).



Şekil 4. 10. Domates tozu ve sodyum nitritin b\*(kabuk) değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.11 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> Değeri

Fermente sucuğun NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 345,91746 - 5,340092 X_1 + 36,22955 X_2 - 30,12034 X_3 + 121,572 X_1X_1 + 17,283702 X_2X_1 - 24,62268 X_2X_2 + 0,1780612 X_3X_1 - 8,985746 X_3X_2 - 35,07392 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.13 'te varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 13.** NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	14544.8	0.2652
X1 (Nitrit)	1	570.332	0.0104
X2 (Pırasa)	1	26251.605	0.4786
X3 (Domates)	1	18144.703	0.3308
X1*X1	1	77929.594	1.4207
X2*X1	1	4779.622	0.0871
X2*X2	1	3196.729	0.0583
X3*X1	1	0.507	0.0000
X3*X2	1	1291.898	0.0236
X3*X3	1	6486.404	0.1182
Uyum Eksikliği	5	15327.4	0.2306
Genel	31		0.9778

\*:P<0.05

\*\*P<0.01

Tablo 4.13'te görüldüğü üzere, fermente sucukta bulunan pırasa tozu ve domates tozunun  $\text{NH}_4^+$  değeri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamsız ( $p>0.05$ ) olduğu bulundu.

#### 4.2.12 $\text{NO}_3^-$ Değeri

Fermente sucuğun  $\text{NO}_3^-$  değeri üzerinde faktörlerin etkisini ifade eden polinomiyal denkleme göre;

$$Y = 153,58308 - 140,7542 X_1 - 29,87502 X_2 - 108,2091 X_3 - 11,43732 X_1X_1 - 14,3268 X_2X_1 + 133,10891 X_2X_2 + 122,26601 X_3X_1 + 51,990129 X_3X_2 + 101,54379 X_3X_3$$

biçiminde eşitlik açıklanmıştır. Tablo 4.14 'te varyans analizi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4. 14.**  $\text{NO}_3^-$  değeri üzerinde pırasa ve domates tozu etkisinin varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	9	135668	7,845
X1 (Nitrit)	1	396234,64	22,911**
X2 (Pırasa)	1	17850,33	1,032
X3 (Domates)	1	234184,02	13,541**
X1*X1	1	689,74	0,04
X2*X1	1	3284,12	0,189
X2*X2	1	93422,08	5,402*
X3*X1	1	239183,65	13,83**
X3*X2	1	43247,58	2,501
X3*X3	1	54367,84	3,144
Uyum Eksikliği	5	75380,2	357,773
Genel	31		<.0001

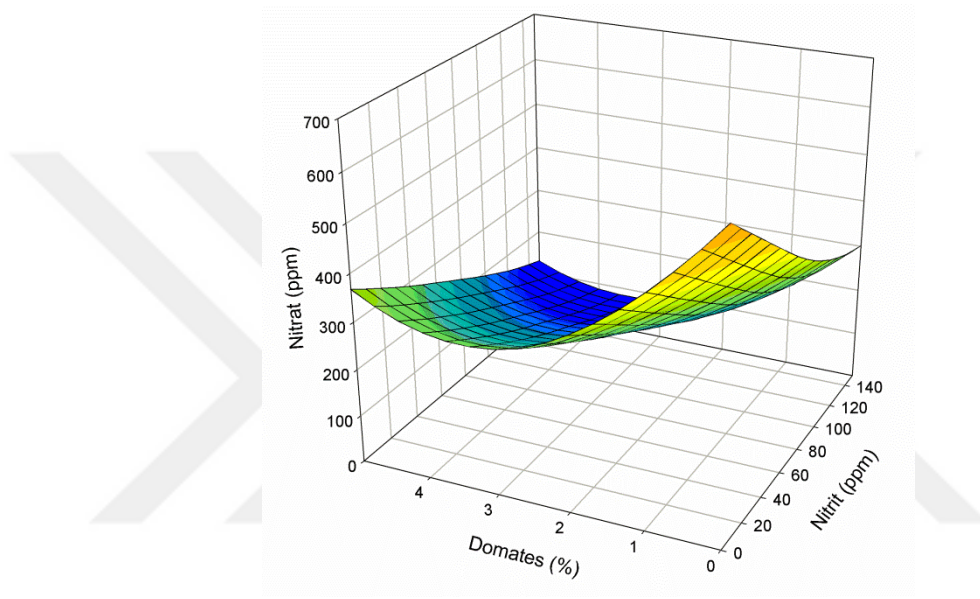
\*:P<0.05      \*\*:P<0.01

Tablo 4.14 'te görüldüğü üzere, sucukların  $\text{NO}_3^-$  değeri üzerinde nitritin ve domates tozunun lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozunun kuadratik etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, nitritin ve domates tozunun birlikte olduğu kombinasyonlarda  $\text{NO}_3^-$  değeri üzerindeki etkinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı.

Eyiler ve Öztan (2011) çalışmalarında sosislerde sentetik nitrit seviyesini azaltmak amacıyla domates tozu kullanımını denemişlerdir. Farklı oranlarda sodyum nitrit ve domates tozu kombinasyonları ile sadece nitrit içeren ürünlerin

karşılaştırıldığı çalışmada sentetik nitrit düzeyinin 150 ppm'den 50 ppm'e kadar düşürülebileceği saptanmıştır.

İstatistiki verilere göre  $\text{NH}_4^+$  ile  $\text{NO}_3^-$  arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır ( $r^2 = -0,445$ ). Şekil 4.11'e bakıldığında nitrit ilavesi arttıkça nitrat miktarında azalma görülmüştür. Bu durum nitritin bir kısmının nitrik okside dönüşmesi ve bir yandan da  $\text{NH}_4^+$ 'e dönüşüp son ürünlerdeki amonyum miktarını artırması şeklinde açıklanabilir.



Şekil 4. 11. Domates tozu ve sodyum nitritin  $\text{NO}_3^-$  değeri üzerindeki etkisi.

#### 4.2.13 Kalıntı $\text{NO}_2^-$ Değeri

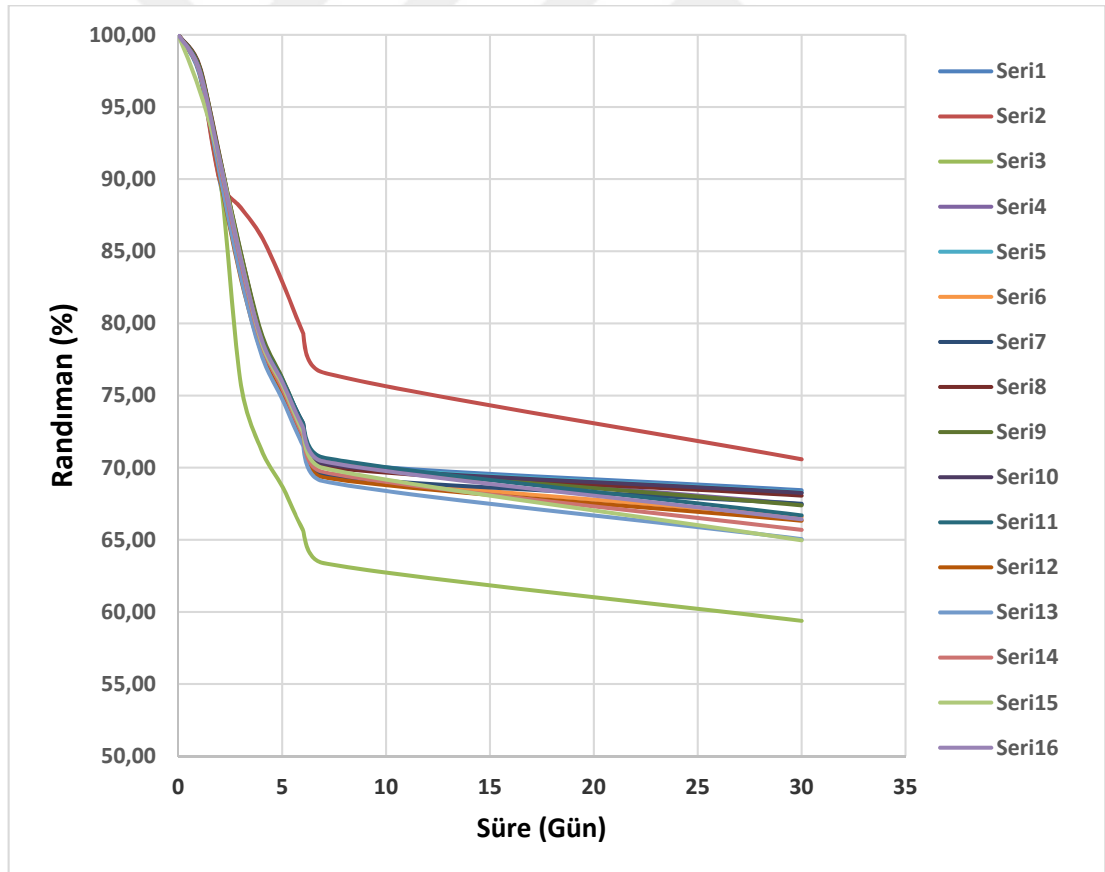
Tsoukalas vd. (2011) çalışmasında kalıntı nitrit düzeyinin, tüm pırasalı kombinasyon gruplarında ve sadece nitrit içeren kontrol grubunda aynı seviyede düşük kaldığı belirtilmiştir. Sadece nitrit içeren ürünün kalıntı nitrit seviyeleri fermentasyonun ilk 3 gününde hızla düşmüş ve fermentasyonun sonunda 10 ppm'den daha az kalmıştır. Sindelar vd. (2007) %0,20 ve %0,35 sebze tozu kombinasyonları ile ürettikleri jambonlarda kalıntı nitrit oranının 21 ile 36 ppm arasında olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada kalıntı nitrit düzeyinin tüm kombinasyonlarda süre ile azaldığı ve farkın anlamlı olduğu saptanmıştır.

Çalışılan 16 kombinasyon sucuk örneğinde arzu edildiği gibi nitrit kalıntısı tayin edilebilir sınırın altında kalmıştır.

### 4.3 Teknolojik Özellikler

#### 4.3.1 Randıman

Şekil 4.12'ye bakıldığında genel anlamda yedi günlük fermantasyon süresi boyunca % randıman değerleri hızla düşmüş, otuz günlük olgunlaştırma periyodu boyunca fazla bir değişime uğramayıp olgunlaştırmanın son günlerine doğru çok az bir düşüş görülmüştür. Beklenildiği gibi son ürünlerdeki sucuğun içerisindeki su oranının düşmesi ile ağırlık kaybı artmıştır.



Şekil 4. 12. Kombinasyonlara ait randıman grafiği.



## 5. SONUÇLAR

Çalışmanın amacı fermente sucuk üretiminde sentetik nitrit miktarını azaltmak için pırasa ve domates tozunun dolaylı bir kaynak olarak kullanılmasının sonuçlarını araştırmaktır.

Yanıt Yüzey Yöntemine göre, Merkezi Birleşik Dizayn baz alınarak nitrit (0-150 ppm), pırasa tozu (%0-1.0) ve domates tozu (%0-5.0) olmak üzere üç faktörün etkisi araştırılmıştır. 2 merkez nokta ve 16 deneme noktası oluşturulmuş ve her faktörün 3 seviyesi dikkate alınmıştır. Deneme iki paralel ve iki tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.

Nitritin nem, peroksit, TBA, a\*(iç), b\*(iç), L\*(kabuk), a\*(kabuk), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu, pırasa tozunun nem, peroksit, b\*(iç), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu, domates tozunun TBA, L\*(iç), b\*(iç), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu, nitrit-pırasa tozu kombinasyonlarının nem, L\*(iç), a\*(iç), b\*(iç), L\*(kabuk) değerleri üzerinde etkili olduğu, domates tozu – nitrit kombinasyonunun nem değeri, L\*(kabuk), a\*(kabuk), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu son olarak domates tozu-pırasa tozu kombinasyonlarının a\*(iç), L\*(kabuk), b\*(kabuk) ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Pırasa tozu ve domates tozunun sucukların pH değeri üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır (p>0.05).

Sucukların nem değeri üzerinde nitritin lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01), kuadratik etkisinin anlamlı (p<0.05) olduğu saptanmıştır. Nitrit ve pırasa tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının, nem değerleri üzerinde anlamlı etkisi bulunduğu (p<0.05), pırasa tozunun kuadratik etkisinin anlamlı (p<0.05) olduğu, domates tozu ve nitritin birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının nem değeri üzerinde ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01) saptandı.

Sucukların peroksit değeri üzerinde; nitritin lineer ve kuadratik etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01), pırasa tozunun ise lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı olduğu (p<0.01) saptanmıştır.

Sucukların TBA değeri üzerinde domates tozunun lineer etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, nitritin ise kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu bulundu.

Sucukların L\*(iç) renk değeri üzerinde domates tozunun hem lineer hem de kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozu ve nitritin birlikte olduğu kombinasyonlarda da L\*(iç) renk değeri üzerinde etkinin ileri düzeyde anlamlı etki gösterdiği anlaşılmıştır( $p<0.01$ ).

Sucukların a\*(iç) renk değeri üzerinde nitritin lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, kuadratik etkisinin ise anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu anlaşılmıştır. Nitrit ve pırasa tozunun birlikte olduğu kombinasyonların a\*(iç) renk değeri üzerinde etkinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozu ve domates tozunun birlikte olduğu kombinasyonlarda a\*(iç) renk değeri üzerindeki etkisinin yine istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu bulundu.

Sucukların b\*(iç) renk değeri üzerinde nitritin ve domates tozunun lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozunun ise lineer etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, domates tozunun kuadratik etkisinin ileri düzeyde ( $p<0.01$ ) etkili olduğu saptanmıştır.

Sucukların L\*(kabuk) renk değeri üzerinde yapılan istatistiki incelemede; pırasa tozunun hem lineer hem de kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, nitritin lineer etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olup kuadratik etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı. Nitrit -pırasa tozu ile nitrit - domates tozunun birlikte kullanıldığı kombinasyon gruplarının, L\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozu ve domates tozunun birlikte kullanıldığı grubun ise L\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu bulundu.

Sucukların a\*(kabuk) renk değeri üzerinde nitritin lineer ve kuadratik etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, domates tozunun lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, nitrit ve domates tozunun

birlikte kullanıldığı kombinasyonlarda a\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı.

Sucukların b\*(kabuk) renk değeri üzerinde, nitritin lineer etkisinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, domates tozunun lineer etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, pırasa tozunun ise kuadratik etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu bulundu. Nitrit- domates tozu kombinasyonlarının b\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkisinin ileri düzeyde ( $p<0.01$ ) anlamlı olduğu, pırasa - domates tozu kombinasyonlarda ise b\*(kabuk) renk değeri üzerindeki etkinin ileri düzeyde ( $p<0.01$ ) anlamlı olduğu saptandı.

Fermente sucukta bulunan pırasa tozu ve domates tozunun  $NH_4^+$  değeri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamsız ( $p>0.05$ ) olduğu bulundu.

Sucukların  $NO_3^-$  değeri üzerinde nitritin ve domates tozunun lineer etkisinin istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu, pırasa tozunun kuadratik etkisinin anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğu, nitritin ve domates tozunun birlikte olduğu kombinasyonlarda  $NO_3^-$  değeri üzerindeki etkinin ileri düzeyde anlamlı ( $p<0.01$ ) olduğu saptandı.

Dünya genelinde hane halkı gelirindeki artışa paralel olarak et ve et ürünlerinin tüketimi küresel olarak artmıştır. Artan tüketici talepleri doğrultusunda da bu ürünlerin güvenli, kaliteli ve doğal yöntemlerle üretilmesine yönelik çalışmalar artmıştır.

Et ürünlerini işleme süreçleri içerisinde yer alan nitrat ve nitrit kullanımının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle bu maddelerin fonksiyonlarını gerçekleştirebilecek doğal katkılara yönelik arayışlar bu konudaki bilimsel çalışmalara ivme kazandırmıştır.

Jimenez – Colmenero vd. (2001) et ve et ürünlerine ilave edilen nitritin meydana getirebileceği potansiyel sağlık risklerinin düşürülmesinde iki ana yaklaşım olduğunu açıklamışlardır. Bunlardan ilki ürüne nitrat ilave etmemek yahut ilave edilen miktarı azaltmak, ikincisi ise N-nitrozamin inhibitörlerini kullanmaktır.

Çalışılan 16 kombinasyon sucuk örneğinde, 30 günlük olgunlaştırma süreci boyunca arzu edildiği gibi nitrit kalıntısına rastlanmazken son üründe kalıntı nitrat tespit edilmiştir. Özdemir (2018), Yamaner (2018) ve Yüzlü (2018)'nün fermente sucukta çeşitli bitki tozları kullanarak sentetik nitrit miktarının azaltılabilmesine yönelik yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Fermente sucuk için kullanılan sodyum nitrit büyük önem taşımaktadır. Nitratın nitrite dönüşümünün yanında nitritin de nitrata dönüşümü söz konusu olduğundan son üründe tespit edilen nitrat miktarı bu anlamda önem teşkil etmektedir. Yapılan çalışma değerlendirildiğinde; sentetik nitrat/nitrit ilavesini azaltmak amacı ile nitrat kaynağı olarak kullanılan pırasa tozunun, bu anlamda tercih edilebilecek bir muamele olmadığı, domates tozunun pırasa tozundan daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Candan ve Bağdatlı'nın (2018) nitrat kaynağı olarak doğal sebze tozları kullanılarak yapılan çalışmaları taradığı derleme makalesinde de henüz nitritin tüm işlevlerini yerine getiren tek bileşik tespit edilemediği belirtilmektedir.

Elde edilen verilerin ileride yapılacak olan diğer bilimsel araştırmalara bir kaynak olabileceği düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Agarwal S, Rao AV (2000) "Tomato Lycopene and its Role in Humman Health and Chronic Diseases", *Can. Med. Assoc. J.*, 163:739-744.
- Aguirrezabal MM, Mateo J, Dominguez MC ve Zumalacarregui JM (2000) "The Effect of Paprika, Garlic and Salt on Rancidity in Dry Sausages", *Meat Science*, 54: 77-81.
- Akgül A ve Ayar A (1993) "Yerli Baharatların Antioksidan Etkileri", *Doğa-TR. J. Of Agriculture And Forestry*, 17: 1061-1068.
- Alahakoon AU, Jayasena DD, Ramachandra S ve Jo C (2015) "Alternatives to Nitrite in Processed Meat: Up To Date", *Trends in Food Science and Technology*, 45: 37-49.
- Al-Jalay B, Blank G, McConnel B ve Al-Khayat M (1987) "Antioxidant Activity of Selected Spices Used in Fermented Meat Sausages", *J. Food Protect*, 50(1): 25-27
- Altuğ T (1999) "Gıda Katkı Maddeleri Gerçeği", Erişim: <http://www.saglikvakfi.org.tr/html/gkmy.asp?id=60>. Erişim tarihi:18.04.2008.
- Ames BM (1983) "Dietary Carcinogens and Anticarcinogens: Oxygen Radical and Degenerative Diseases" *Science*, 221:1256-1263.
- Amr A ve Hadidi N (2001) "Effect of Cultivar and Harvest Date on Nitrate (NO<sub>3</sub>) and Nitrite (NO<sub>2</sub>) Content of Selected Vegetables Grown Under Open Field and Greenhouse Conditions in Jordan", *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 59-67.
- Anonim (2013) Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 28693.
- Anonim (2017) Et Endüstrisinde Kullanılan Katkı Maddeleri, Et ve Et Ürünleri Teknolojisi,12. Ders Prof. Dr. Zehra AYHAN, Erişim Tarihi:03.04.2019.
- Anonim (2019) "Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği", T.C. Resmi Gazete, 30670.
- AOAC (2000) "Official Methods of Analysis of AOAC International" (17.Edition). USA.
- Arslan A (2002) Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi, Özkan Matbaacılık, 748s, Ankara.

- Atalay B (1992a) *Divanü Lugat-ıt Türk: Tercümesi I. Cilt. Türk Tarih Kurumu Basımevi* 530s. Ankara.
- Atalay B (1992b) *Divanü Lugat-ıt Türk: Tercümesi II. Cilt. Türk Tarih Kurumu Basımevi* 366s. Ankara.
- Atalay B (1992c) *Divanü Lugat-ıt Türk: Tercümesi III. Cilt. Türk Tarih Kurumu Basımevi* 452s. Ankara.
- Atalay B (1992d) *Divanü Lugat-ıt Türk: Tercümesi Dizin IV. Cilt. Türk Tarih Kurumu Basımevi* 886s. Ankara.
- Atasever M, Keleş A, Güner A ve Uçar G (1998) “Konya’da Tüketime Sunulan Fermente Sucukların Bazı Kalite Nitelikleri”, *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(2): 27-32.
- Bakanoğulları GB (2015) *Tüketime Hazır Fermente Sucukların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Gamma Işınlamanın Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bandoniene D, Venskutonis PR, Gruzdiene D, Murkovic M (2002) “Antioxidative Activity of Sage (*Salvina Officinalis* L.) Savory (*Satureja Hortensis* L.) and Borage (*Borage Officinalis* L.) Extracts in Rapeseed Oil”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 104: 286- 292.
- Bayraktar N, Gökçe R ve Ergün Ö (1998) “Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri”, *Ekoloji*, 28: 28-30.
- Baysal A (1992) “Türk Mutfağında Kışa Hazırlık”. IV. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi. V. Cilt. Maddi Kültür. Kültür Bakanlığı Halk Kültürlerini Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları: 168, 1992, 59-67, Ankara.
- Beriain MJ, Chasco J ve Lizaso G (2000) “Relationship Between Biochemical and Sensory Quality Characteristics of Different Commercial Brands of Salchichon”, *Food Control*, 11: 231-37.
- Biesalski HK (2005) “Meat as a Component of a Healthy Diet — Are There Any Risks or Benefits if Meat Is Avoided in the Diet?”, *Meat Science* 70:509–524.
- Bilge G (2010) “Sucukta Üretim Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmelere Üretim Sıcaklığının ve Starter Kültürün Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Block E (2010) *Garlic and Other Alliums, The Lore and the Science*, RSC Publishing, New York.

- Blum A, Monir M, Wirsansky I ve Ben-Arzi S. (2005) “ The Beneficial Effects of Tomatoes”, *Eur. J. Intern. Med.* 16:402:404.
- Bover-Cid S, Izquierdo-Pulido M ve Vidal-Carou MC (1999) “Effect of Proteolytic Starter Cultures of Staphylococcus Spp. on Biogenic Amine Formation During The Ripening of Dry Fermented Sausages”, *International Journal of Food Microbiology*, 46: 95-104.
- Candan T ve Bağdatlı A (2018) “Et Ürünlerinde Nitrit/Nitrat Azaltılmasına Yönelik Doğal Uygulamalar”, *Pamukkale Üniv. Müh. Bilim Derg.*, 24(7):1382-1387.
- Capanoglu E, Beekwilder J, Boyacioglu D, De Vos RC ve Hall RD (2010) “The Effect of Industrial Food Processing on Potentially Health-Beneficial Tomato Antioxidants”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 50: 919-930.
- Casaburi AM, Conception A, Cavella S, Di Monaco R, Ercolini D, Toldrá F ve Villani F (2007) “Biochemical and Sensory Characteristics of Traditional Fermented Sausages of Vallo Di Diano (Southern Italy) as Affected by the Use of Starter Cultures”, *Meat Science*, 76: 295-307.
- Cassens RG (1997) “Composition and Safety of Cured Meats in the USA”, *Food Chemistry*, 59:561–566.
- Chandra HM, Shanmugaraj BM, Srinivasan B ve Ramalingam S (2012) “Influence of Genotypic Variations on Antioxidant Properties in Different Fractions of Tomato”, *J. Food Sci.*, 77: 1174-1178.
- Comi G, Urso R, Iacumin L, Rantsiou K, Cattaneo P ve Cantoni C (2005) “Characterisation of Naturally Fermented Sausages Produced in the North East of Italy”, *Meat Science*, 69: 381–392.
- Çakmak B (2003) “Yemlik Yağlarda Oksidasyon ve Korunma Yöntemleri”, *NRA Bülteni*, Haziran, Sayı 28.
- Çon A, Doğu M ve Gökalp Y (2002) “Afyon'da Büyük Kapiteli Et İşletmelerinde Üretilen Sucuk Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Periyodik Olarak Belirlenmesi”, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 11-16.
- Çon AE ve Gökalp HY (1998) “Türkiye Pazarındaki Sucukların Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri“, *GIDA*, 23(5) :347.
- Dalmış Ü (2007) “Sucukta Üretim ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Mikrobiyolojik ve Biyokimyasal Değişmeler”, *Doktora Tezi*, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Dalmış Ü ve Soyer A (2008) “Effect of Processing Methods and Starter Culture (Staphylococcus Xylosus and Pediococcus Pentosaceus) on Proteolytic

- Changes in Turkish Sausages (Sucuk) During Ripening and Storage”, *Meat Science*, 80: 345-354.
- De Clercq H, Peusens D, Roldan-Ruiz I ve Van Bockstaele E (2003) “Causal Relationships Between İnbreeding, Seed Characteristics and Plant Performance in Leek (*Allium Porrum L.*)”, *Euphytica*, 134: 103–115.
- Demeyer D (2004) “Meat Fermentation: Principles and Applications”, Chapter 20, *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*, 353–368.
- Demiray E ve Tülek Y (2008) “Domates Kurutma Teknolojisi ve Kurutma İşleminin Domatesteki Bazı Antioksidan Bileşiklere Etkisi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: 9-20.
- Demirbaş N, Oktay D ve Tosun D (2006) “AB Sürecindeki Türkiye’de Gıda Güvenliği Açısından Geleneksel Gıdaların Üretimi ve Pazarlanması”, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3/4): 47-55.
- Devres YO ve Pala M (1993) “Gıda Sanaiinde Matematiksel Modellemenin Önemi ve Uygulama Alanları”, *Gıda* 18(3): 173-181.
- Dewanto V, Wu XZ, Adom KK and Liu RH (2002) “Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by İncreasing Total Antioxidant Activity”, *J. Agric. Food Chem.*, 50: 3010-3014.
- Diñer B (1980) “Yerli Sucuklarda Fermentasyon ve Kurumada Bileşimsel, Lipolitik ve Organoleptik Değişiklikler Üzerine Araştırmalar” TUBİTAK, VHG Grubu Proje, No:457, Ankara.
- Diñer B, Özdemir H, Mutluer B, Yağlı Ö, Erol İ ve Akgün S (1995) “Türk Fermente Sucuğuna Özgü Starter Kültür Bakterilerinin İzolasyon, İdentifikasyon ve Üretimleri”, *Ankara Üni. Vet. Fak. Derg.*, 42:285-293.
- Djeri N and Williams S K (2014) “Celery Juice Powder Used as Nitrite Substitute in Sliced Vacuum-Packaged Turkey Bologna Stored at 4°C For 10 Weeks Under Retail Display Light”, *Journal of Food Quality*, 37(5): 361–370.
- Drosinos EH, Mataragas M, Xiraphi N, Moschonas G, Gaitis F and Metaxopoulos J (2005) “Characterization of the Microbial Flora From A Traditional Greek Fermented Sausage”, *Meat Science*, 69: 307-317.
- Dünder A (2011) “Farklı Sıcaklık Uygulamalarında Pişirilen Köftelerde Heterosiklik Aromatik Aminlerin Oluşumunun Sınırlandırılmasında Optimum Tuz, Askorbik Asit ve Yağ Kullanım Seviyelerinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Belirlenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya*.
- Edwards WP (2000) “The Maillard Reactions. In: *The Science of Sugar Confectionery*” Royal Society of Chemistry Publication, Cambridge, 9–13.



- Eisinaite V, Vinauskiene R, Viskelis P and Leskauskaite D (2016) "Effects of Freeze-Dried Vegetable Products on the Technological Process and the Quality of Dry Fermented Sausages", *J Food Sci.*, 81(9):C2175-82.
- Ekici H, Yipel M, Portakal P ve Yarsan E (2008) "Gıda Katkı Maddelerinin Toksikolojik Yönden İncelemesi", *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi*, 1-2.
- Ercoşkun H (2006) Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermentasyon Süresinin Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara.
- Ercoşkun H ve Özkal SG (2011) "Kinetics of Traditional Turkish Sausage Quality Aspects During Fermentation", *Food Control*, 22:165-172.
- Ercoşkun H, Işıksal S, Kırılan M, (2004). Fermente Et Ürünlerinde Lipit Reaksiyonları, *Gıda Mühendisliği Dergisi*.
- Erdoğrul Ö ve Ergün Ö (2005) "Kahramanmaraş Piyasasında Tüketilen Sucukların Bazı Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özellikleri", *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31: 55-65.
- Erol İ, Küplülü Ö ve Karagöz S (1999) "Ankara 'da tüketime sunulan bazı baharatın mikrobiyolojik kalitesi" *Ankara Üniv. Vet Fak Derg.*, 46: 115-25.
- Essid I ve Hassouna H (2013) "Effect of Inoculation of Selected Staphylococcus Xylosus and Lactobacillus Plantarumstrains on Biochemical, Microbiological and Textural Characteristics of a Tunisian Dry Fermented Sausage", *Food Control*, 32: 707-714.
- Eyiler E (2007) Sosis Üretiminde Domates Tozu Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fen Bil. Enst. Ankara.
- Eyiler E, Oztan A (2011) "Production of Frankfurters With Tomato Powder as a Natural Additive", *LWT-Food Science and Technology*, 44: 307-311.
- Ferary S ve Auger J (1996) "What is the True Odour of Cut Allium? Complementarity of Various Hyphenated Methods: Gas Chromatography-Mass Spectrometry and High-Performance Liquid Chromatographymass Spectrometry With Particle Beam and Atmospheric Pressure Ionization Interfaces in Sulphenic Acids Rearrangement Components Discrimination", *Journal of Chromatography A*, 750: 63-74.
- Fista GA, Bloukas JG ve Siomos AS (2004) "Effect of Leek and Onion on Processing and Quality Characteristics of Greek Traditional Sausages", *Meat Science* 68: 163-172.
- Frankel EN (1991) "Recent Advances in Lipid Oxidation", *J. Sci. Food and Agri.*, 54: 495- 511.

- Gill AO, Delaquis P, Russo P ve Holley RA (2002) "Evaluation of Antilisterial Action of Cilantro Oil on Vacuum Packed Ham", *Int. J. Food Micro.*, 73: 83-92.
- Giovanelli G, Zanoni B, Lavelli V ve Nani R (2002) "Water Sorption, Drying and Antioxidant Properties of Dried Tomato Products" *J. Food Eng.*, 52:135-141.
- Giovanucci E (1999) "Tomatoes, Tomato- Based Product, Lycopene and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature" *J. Natl. Cancer Inst.*, 91:317-331.
- Gökalp HY, Kaya M ve Zorba Ö (2002) "Et Ürünleri İşleme Mühendisliği" Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökalp HY, Kaya M, Tülek Y ve Zorba Ö (2012) *Et Ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu*, Altıncı Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:318, 117, Erzurum.
- Gökalp HY, Kaya M, Zorba Ö (2015) *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:320, 470, Erzurum.
- Güler S, (2010) "Türk Mutfak Kültürü ve Yeme İçme Alışkanlıkları", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 26, Nisan.
- Gürbüz Ü (1994) *Pastırma Üretiminde Değişik Tuzlama Tekniklerinin Uygulanması ve Kaliteye Etkileri*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri, Konya.
- Gürsoy A (2005) "Türkiye'de Beslenme Kültürü Hangi Açılardan İncelenebilir?", *V. Türk Kültürü Kongresi (Cilt XIV: Beslenme Kültürü)*, Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 3-15.
- Hailili P (2017) *İşlenmiş Et Ürünlerinde Oksidatif ve Mikrobiyolojik Bozulmanın Kontrolü İçin Kullanılan Doğal ve Sentetik Maddeler ile Bunların Etki Mekanizmaları*, Tezsiz Yüksek Lisans, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Heinz G ve Hautzinger P (2007) "Meat Processing Technology for Small-To Medium-Scale Producers", *Meat Processing Technology*, FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok.
- Heperkan D ve Sözen M (1988) "Fermente Et Ürünleri Üretimi ve Mikrobiyal Proseslerin Kaliteye Etkisi", *Tübitak Marmara Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü*, 13(5).
- Hunt MC, Acton JC, Benedict RC, Calkins CR, Cornforth DP, Jeremiah LE, Olson DP, Salm CP, Savell JW ve Shivas SD (1991) *Guidelines For Meat Color Evaluation*, Chicago, American Meat Sci. Association and National Live Stock And Meat, Board:1-17.
- Incze K, (1998) "Dry Fermented Sausage", *Meat Science*, 49(1): 168-177.

- Jimenez Colmenero F, Carballo J and Cofrades S (2001) “Healthier Meat and Meat Products: Their Role as Functional Foods”, *Meat Science*, 59: 5-13.
- Juntachote T, Berghofer E, Siebenhandl S, Bauer F (2007) “Antioxidative Effect of Added Dried Holy Basil and its Ethanolic Extracts on Susceptibility of Cooked Ground Pork to Lipid Oxidation”, *Food Chemistry*, 100(1):129-135.
- Kabak B ve Dobson AD (2011) “An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3), 248-260.
- Kaban G (2013) “Sucuk and Pastırma: Microbiological Changes and Formation of Volatile Compound”, *Meat Science*, 95: 912–918.
- Kara R ve Akkaya L (2010) “Geleneksel ve Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Türk Sucuklarında *Salmonella typhimurium*’un Gelişimi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5:1-8.
- Kay CD, Hooper L, Kroon PA, Rimm EB ve Cassidy A (2012) “Relative Impact of Flavonoid Composition, Dose and Structure on Vascular Function: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials of Flavonoid-Rich Food Products”, *Mol. Nutr. Food Res.*, 56:1605-1616.
- Kocatepe D ve Tırlı A (2015) “Sağlıklı Beslenme ve Geleneksel Gıdalar”, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3:1 55-63.
- Koleva II, Linssen JPH, Beek TAV, Enstatieva LN, Kortenska V, Handjieva N (2003) “Antioxidant Activity Screening of Extracts From Sideritis Species (Labiatae) Grown in Bulgaria”, *J. Sci. Food Agric.*, 83: 809-819.
- Krause BL, Sebranek JG, Rust RE, Mendonca A (2011) “Incubation of Curing Brines for the Production of Ready-To-Eat, Uncured, No-Nitrite-Or-Nitrate-Added, Ground, Cooked and Sliced Ham”, *Meat Science*, 89(4): 507–513.
- Latapi G ve Barrett DM (2006) “Influence of Pre-Drying Treatments on Quality and Safety of Sun-Dried Tomatoes. Part II. Effects of Storage on Nutritional and Sensory Quality of Sundried Tomatoes Pretreated With Sulfur, Sodium Metabisulfite Or Salt” *J. Food.Sci.*,71:S32-S37.
- Lücke FK (1985) “Fermented Sausages, Microbiology of Fermented Foods”, 2:4-83.
- Mondy N, Duplat D, Christides JP, Arnault I ve Auger J (2002) “Aroma Analysis of Fresh and Preserved Onions and Leek by Dual Solid Phase Microextraction-Liquid Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry”, *Journal of Chromatography A*, 963: 89–93.

- Moreno CL, Perez IV ve Urbano AM (2016) “Development and Validation of an Ionic Chromatography Method for the Determination of Nitrate, Nitrite and Chloride in Meat”, *Food Chemistry*, 194: 687-694.
- Nazlı B, Uğur M ve Akol N (1986) “İstanbul Piyasasında Tüketime Sunulan Sucuk, Salam ve Sosislerin Mikrobiyolojik Kaliteleri Üzerine Araştırmalar”, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2) 11 -15.
- Nychas GJE ve Arkoudelas JS (1990) “ Staphylococci: Their Role in Fermented Sausages”, *J. Appl. Bacteriol. Supplement*, 69:167-188.
- Ockerman HW (1985) “Quality Control of Post-Mortem Muscle Tissue, Dept of Animal Sciences”, *The Ohio State University, Columbus, OH, USA*.
- Ordóñez JA, Hierro EM, Bruna J and de la Hoz L (1999) “Changes in the Components of Dry-Fermented Sausages During Ripening”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39(4):329-367.
- Oruç HH ve Ceylan S (2001) “Bursa’da Tüketilen Bazı Sebzelerde Nitrat ve Nitrit”, *J Fac Vet Med.*, 20:17-21.
- Öğüt S (2014) “Doğal Antioksidanların Önemi”, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1) : 25 – 30.
- Öksüztepe G, Güran HŞ, İncili KG ve Gül SB (2011) “Elazığ’da Tüketime Sunulan Fermente Sucukların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi”, *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Dergisi*, 25(3): 107-114.
- Önenç SS ve Açıkgöz Z (2005) “Aromatik Bitkilerin Hayvansal Ürünlerde Antioksidan Etkileri”, *Hayvansal Üretim*, 46(1): 50-55.
- Özçelik S (1982) “Bazı Gıdalarda Nitrit ve Nitrozaminlerin Oluşumu ve Sağlığa Zararlı Etkileri”, *Gıda*, 7(4): 183-188.
- Özdemir S (2018) *Fermente Sucuk Üretiminde Kereviz ve Kuşburnu Tozları Kullanılarak Sentetik Nitrit Miktarının Azaltılabilme İmkânlarının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniv., Fen Bilimleri Enst., Bolu.
- Öztan A (2005) “Et Bilimi ve Teknolojisi”, *TMMOB Gıda Mühendisleri Yayınları*, Yayın No: 1, Ankara.
- Periago M J, Garcia-Alonso J, Jacob K, Olivares AB, Bernal MJ, Iniesta MD, Martinez C and Ros G (2009) “Bioactive Compounds, Foliates and Antioxidant Properties of Tomatoes (*Lycopersicon Esculentum*) During Vine Ripening”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60: 694-708.
- Platteau J, Van Gijsegem D and Van Bogaert T (2010) “Departement Landbouw en Visserij”, *Brussel*.

- Potthast K (1986) "Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. In: Chemisch physikalische Merkmale der Fleischqualität, Bundesanstalt für Fleischforschung", Kulmbach, 89-110.
- Sagoo SK, Little CL, Greenwood M, Mithani V, Grant KA, McLauchlin J, de Pinna E ve Threlfall EJ (2009) "Assessment of the Microbiological Safety of Dried Spices and Herbs From Production and Retail Premises in the United Kingdom", *Food Microbiol.*, 26:39-43.
- Sallam KI, Ishioroshi M, Samejima K (2004) "Antioxidant and Antimicrobial Effects of Garlic in Chicken Sausage", *Lebenson Wiss Technol.* 37(8):849-855.
- Sameshimaa T, Magomea C, Takeshitaa K, Ariharab K, Itohb M and Kondob Y (1998) "Effect of Intestinal Lactobacillus Starter Cultures on the Behaviour of Staphylococcus Aureus in Fermented Sausage", *International Journal of Food Microbiology*, 4:11-17.
- Sanz Y, Vila F, Toldra F and Flores J (1998) "Effect of Nitrate and Nitrite Curing Salts on Microbial Changes and Sensory Quality of Non-Fermented Sausages", *Meat Science*, 42: 213-217.
- Severini C, De Pilli T and Baiano A (2003) "Partial Substitution of Pork Back Fat With Extra Virgin Olive Oil in 'Salami' Products: Effects on Chemical, Physical and Sensorial Quality", *Meat Science*, 64: 323-331.
- Sığırcıoğlu Ö (2009) "Fermente Et Ürünleri İşleme Teknolojisi", <http://gidamuhendisi.tripod.com/FERMENTE.HTM>, 3 Mart 2019.
- Sindelar JJ and Milkowski AL (2011) "Sodium Nitrite in Processed Meat and Poultry Meats: A Review of Curing and Examining the Risk/Benefit of its Use. AMSA White Paper Series. Illinois, USA: American Meat Science Association., 2-11.
- Sindelar JJ, Cordray JC, Sebranek JG, Love JA and Ahn DU (2007) "Effects of Varying Levels of Vegetable Juice Powder and Incubation Time on Color, Residual Nitrate and Nitrite, Pigment, pH, and Trained Sensory Attributes of Ready-To-Eat Uncured Ham", *Journal of Food Science*, 72(6): 388-395.
- Soyer A, Ertaş AH ve Üzümcüoğlu Ü (2005) "Effect of Processing Conditions on the Quality of Naturally Fermented Turkish Sausages (Sucuks)", *Meat Science*, 69: 135-41.
- Şenköylü N, (2001). *Yemlik Yağlar*. ISBN 975-96691-1-7.
- Şenol A, Nazlı B (1996) "Fermente Sucuklarda Bozulmalara Neden Olan Faktörlerin Tespiti Üzerine Araştırmalar", *İÜ Vet. Fak. Derg.*, 22(2): 355-370.

- Talas M (2005) “Tarihi Süreçte Türk Beslenme Kültürü ve Mehmet Eröz’e göre Türk Yemekleri”, *Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 273.
- Tamang JP ve Kailasapathy K (2010) “Fermented Foods and Beverages of the World”, CRC Press, 435.
- Tan E (2004) “Türkiye Geleneksel Gıda Ürünleri Projesi”, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 23-24 Eylül, Van, 128-132.
- Tekinşen OC, Dinçer B, Kaymaz Ş ve Yücel A (1982) “Türk Sucuğunun Olgunlaşması Sırasında Mikrobiyel Flora ve Organoleptik Niteliklerindeki Değişimler”, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(1-2) 111-130.
- Tömek SÖ ve Serdaroğlu M (1990) “Sucuklarda Fermentasyon Sırasında Oluşan Fiziksel Kimyasal ve Biyokimyasal Değişiklikler”, *E.Ü. Mühendislik Fak. Derg. Gıda Mühendisliği Bölümü*, 8(1-2)127 -134.
- Tsoukalas DS, Katsanidis E, Marantidou S and Bloukas JG (2011) “Effect of Freeze-Dried Leek Powder (FDLP) and Nitrite Level on Processing and Quality Characteristics of Fermented Sausages”, *Meat Science*, 87(2), 140–145.
- Turp GY ve Sucu Ç (2016) “Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımına Potansiyel Alternatif Yöntemler”, *CBÜ Fen Bil. Dergi.*, 12(2):231-242.
- Turp GY ve Sucu Ç (2018) “The Investigation of the Use of Beetroot Powder in Turkish Fermented Beef Sausage (Sucuk) as Nitrite Alternative”, *Meat Science*, 140:158–166.
- Varnam AH ve Sutherland JP (1995) “Meat and Meat Products, Technology Chemistry and Microbiology”, *Food Product Series, Volume 3,UK*.
- Willcox JK, Catignani GL ve Lazarus S (2003) “Tomatoes and Cardiovascular Health”, *Food Sci. Nutr.*, 43:1-18.
- Yamaner E (2018) *Fermente Sucuk Üretiminde Pancar ve Üzüm Çekirdeği Tozu Kullanılarak Sentetik Nitrit Miktarının Azaltılabilme İmkanlarının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Modellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniv.,Fen Bilimleri Enst., Bolu.
- Yıldırım Y (1982) *Et Endüstrisi 3. Baskı Yıldırım Basımevi, Ankara*.
- Yılmaz MT ve Zorba Ö (2010) “Response Surface Methodology Study on the Possibility of Nitrite Reduction by Glucono-D- Lactone and Ascorbic Acid in Turkish –Type Fermented Sausage (Sucuk)”, *Journal of Muscle Foods*, 21:15-30.

Yüzlü E (2018) Fermente Sucukta Ispanak ve Maydanoz Tozları Kullanılarak Sentetik Nitrit Miktarının Azaltılabilme İmkanlarının Yanıt Yüzey Yöntemi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniv.,Fen Bilimleri Enst., Bolu.

Zhang W, Xiao S, Samaraweera H, Lee EJ ve Ahn DU (2010) “Improving Functional Value of Meat Products”, Meat Science, 86(1): 15-31.



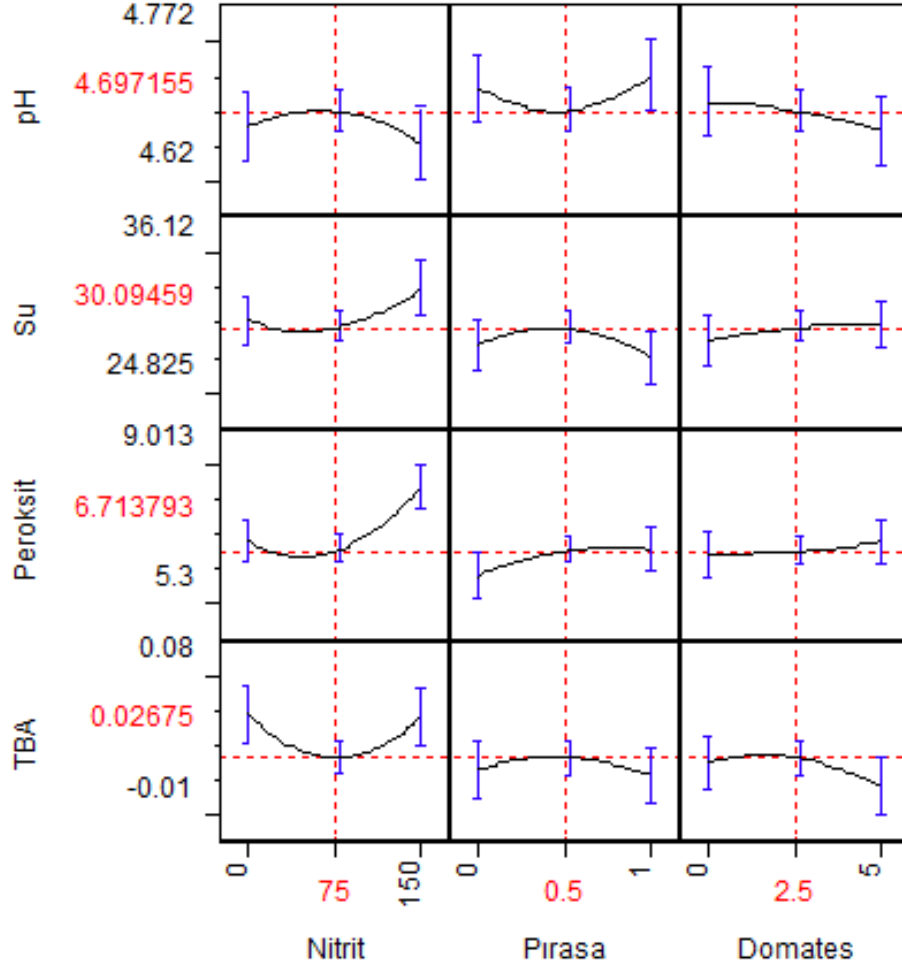


# **EKLER**

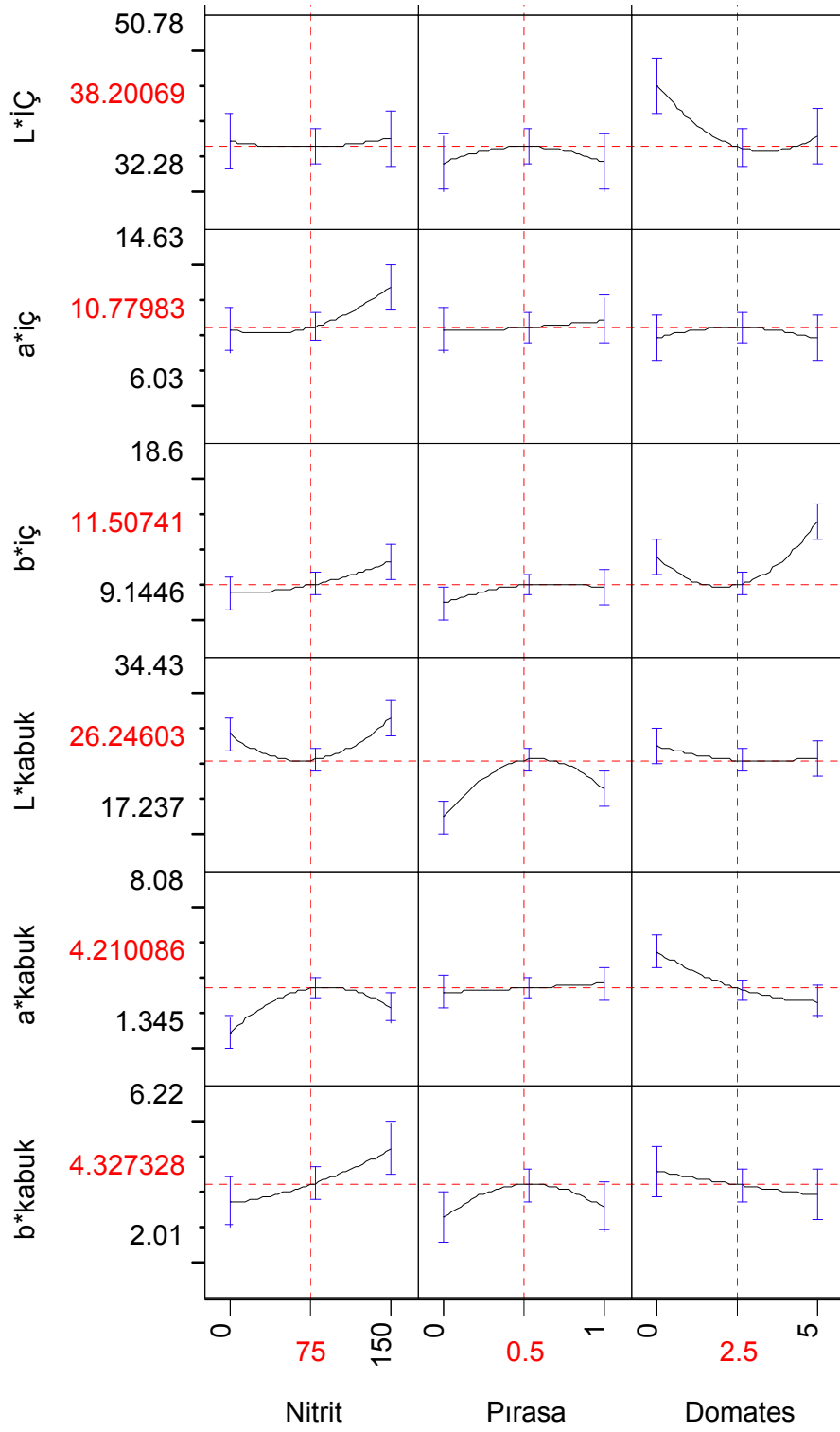


## 7. EKLER

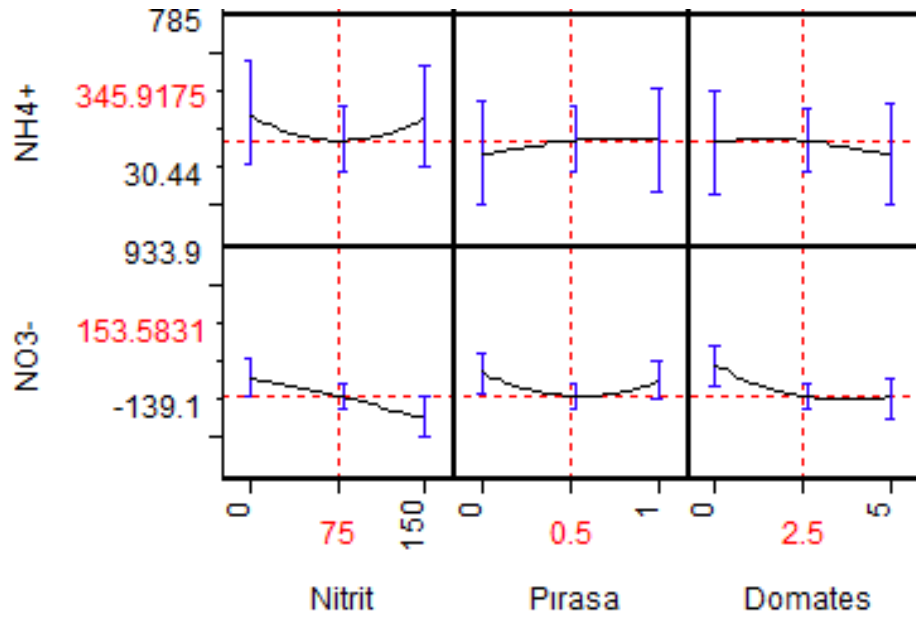
### EK A: Kimyasal Analiz Parametreleri Üzerinde Faktörlerin Etkisi



## EK B: Fiziksel Analiz Parametreleri Üzerinde Faktörlerin Etkisi



**EK C: Anyon - Katyon Analiz Parametreleri Üzerinde Faktörlerin Etkisi**



**EK D: Pırasa ve Domates Tozlarının Anyon Tayin Sonucu**

	<b>Pırasa Tozu (mg/L)</b>	<b>Domates Tozu (mg/L)</b>
<b>Cl<sup>-</sup></b>	10774,15	44073,45
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	-	-
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	7391,225	20200,45
<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup></b>	5670,825	6612,175
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	3623,025	490,75



**EK E: Pırasa Tozu ve Domates Tozu Fiziksel ve Kimyasal Değerlere Ait Analiz Sonuçları**

	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>pH</b>
<b>Pırasa Tozu</b>	27,45	-1,34	10,15	4,78
<b>Domates Tozu</b>	30,69	8,37	22,70	4,65



**EK H-1: Fermantasyon 0. Gün Analiz Sonuçları**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>pH</b>	<b>%Su</b>	<b>Peroksit</b>	<b>TBA</b>	<b>% Randıman</b>	<b>L*<sub>iç</sub></b>	<b>a*<sub>iç</sub></b>	<b>b*<sub>iç</sub></b>	<b>L*<sub>kabuk</sub></b>	<b>a*<sub>kabuk</sub></b>	<b>b*<sub>kabuk</sub></b>
<b>1</b>	0	0	0	6,07	68,40	11,23	0,33	100,00	52,16	14,28	16,63	32,24	5,56	5,27
<b>2</b>	0	1	0	5,96	60,43	10,55	0,25	100,00	39,55	19,25	14,46	30,26	4,55	4,78
<b>3</b>	0	0,5	2,5	5,81	57,89	9,45	0,22	100,00	44,39	15,50	18,66	29,22	3,66	3,90
<b>4</b>	0	0	5	5,73	59,17	9,15	0,25	100,00	35,42	15,43	15,66	29,66	4,11	4,22
<b>5</b>	0	1	5	5,91	58,72	9,65	0,25	100,00	33,40	10,94	13,22	28,78	3,00	3,73
<b>6</b>	75	0,5	0	5,88	58,56	10,35	0,19	100,00	43,22	17,56	16,60	32,29	5,50	6,61
<b>7</b>	75	0	2,5	5,78	57,66	10,60	0,17	100,00	37,60	18,55	17,54	33,56	5,24	7,77
<b>8</b>	75	0,5	2,5	5,80	57,95	9,75	0,18	100,00	38,91	17,72	17,31	29,06	4,61	4,56
<b>9</b>	75	0,5	2,5	5,71	60,44	10,90	0,17	100,00	41,19	17,60	19,05	32,16	4,90	5,94
<b>10</b>	75	1	2,5	5,70	60,31	9,70	0,19	100,00	40,05	17,44	18,00	30,57	3,77	4,83
<b>11</b>	75	0,5	5	5,72	57,61	9,25	0,94	100,00	33,17	15,72	14,54	27,05	4,66	3,08
<b>12</b>	150	0	0	5,91	59,59	9,85	0,18	100,00	41,65	23,84	16,95	32,17	5,42	3,83
<b>13</b>	150	1	0	5,79	63,08	5,65	0,16	100,00	50,77	13,73	19,77	32,51	4,96	5,88
<b>14</b>	150	0,5	2,5	5,70	60,00	10,00	0,14	100,00	41,30	15,07	17,08	30,17	5,77	5,51
<b>15</b>	150	0	5	5,74	56,98	10,13	0,12	100,00	39,95	14,61	19,80	31,56	6,66	5,83
<b>16</b>	150	1	5	5,74	57,07	10,05	0,11	100,00	40,16	13,22	19,08	26,71	4,72	2,50

**EK H-2: Fermantasyon 1. Gün Analiz Sonuçları**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>pH</b>	<b>%Su</b>	<b>%Randıman</b>	<b>L*<sub>iç</sub></b>	<b>a*<sub>iç</sub></b>	<b>b*<sub>iç</sub></b>	<b>L*<sub>kabuk</sub></b>	<b>a*<sub>kabuk</sub></b>	<b>b*<sub>kabuk</sub></b>
1	0	0	0	5,78	65,21	97,33	53,40	15,90	18,65	33,54	6,48	6,71
2	0	1	0	5,70	58,79	97,53	40,90	20,37	16,03	31,62	5,42	5,21
3	0	0,5	2,5	5,68	55,24	97,55	45,11	16,33	19,91	30,21	4,77	4,92
4	0	0	5	5,66	55,12	97,63	36,24	15,35	16,65	30,25	5,00	5,60
5	0	1	5	5,36	53,45	97,81	34,77	11,86	14,12	27,13	3,96	4,58
6	75	0,5	0	5,69	54,20	97,81	44,67	18,63	17,81	33,92	6,12	7,25
7	75	0	2,5	5,71	55,61	97,79	38,76	19,22	18,77	34,85	6,27	8,93
8	75	0,5	2,5	5,66	55,98	97,94	39,96	18,62	18,48	30,71	5,68	5,40
9	75	0,5	2,5	5,61	56,94	97,84	42,12	18,50	20,69	33,29	5,46	6,45
10	75	1	2,5	5,57	55,67	97,59	41,41	18,13	19,00	31,62	4,81	5,81
11	75	0,5	5	5,66	52,82	97,68	33,98	16,79	15,56	28,11	5,01	4,78
12	150	0	0	5,55	54,18	97,45	42,74	24,86	17,70	32,69	6,05	4,67
13	150	1	0	5,60	58,15	97,43	51,32	15,19	20,70	33,59	5,95	6,36
14	150	0,5	2,5	5,50	56,11	97,59	42,84	16,16	18,55	31,97	6,78	6,08
15	150	0	5	5,49	56,37	96,26	41,10	15,50	21,27	32,13	7,72	6,95
16	150	1	5	5,52	53,68	97,62	41,49	14,17	20,55	27,46	5,06	3,18

**EK H-3: Fermantasyon 2. Gün Analiz Sonuçları**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>pH</b>	<b>%Su</b>	<b>%Randıman</b>	<b>L*<sub>iç</sub></b>	<b>a*<sub>iç</sub></b>	<b>b*<sub>iç</sub></b>	<b>L*<sub>kabuk</sub></b>	<b>a*<sub>kabuk</sub></b>	<b>b*<sub>kabuk</sub></b>
<b>1</b>	0	0	0	4,94	55,48	89,81	46,32	18,54	17,03	32,61	7,39	6,48
<b>2</b>	0	1	0	4,85	52,93	89,90	46,15	10,85	14,95	29,08	5,77	4,91
<b>3</b>	0	0,5	2,5	4,73	52,83	90,25	39,08	12,18	16,73	28,04	4,41	3,86
<b>4</b>	0	0	5	4,92	50,05	90,90	39,22	13,83	20,26	26,57	4,16	3,95
<b>5</b>	0	1	5	5,04	50,43	91,18	35,95	15,89	16,66	26,26	3,83	3,31
<b>6</b>	75	0,5	0	4,84	53,28	90,82	43,41	17,40	15,36	34,15	7,58	7,50
<b>7</b>	75	0	2,5	4,81	50,77	91,18	40,78	19,30	18,22	29,11	6,92	4,10
<b>8</b>	75	0,5	2,5	4,84	48,81	91,49	40,77	16,81	19,68	29,09	5,38	5,00
<b>9</b>	75	0,5	2,5	4,84	49,95	91,45	36,35	13,82	14,83	27,15	5,11	3,66
<b>10</b>	75	1	2,5	4,93	51,51	90,58	46,43	16,65	22,06	29,30	7,09	5,42
<b>11</b>	75	0,5	5	4,94	49,81	90,68	35,54	16,11	17,10	30,00	5,44	5,95
<b>12</b>	150	0	0	4,92	53,77	90,11	51,91	20,93	18,21	31,15	10,54	6,50
<b>13</b>	150	1	0	4,77	51,87	90,30	43,14	15,43	15,54	26,64	9,26	5,23
<b>14</b>	150	0,5	2,5	4,87	49,78	90,99	39,12	16,51	17,83	30,50	7,73	7,07
<b>15</b>	150	0	5	4,89	51,01	91,22	37,26	19,50	19,15	27,25	4,00	3,47
<b>16</b>	150	1	5	4,99	48,72	91,26	35,55	13,51	20,22	25,20	5,64	4,12



#### EK H-4: Fermantasyon 3. Gün Analiz Sonuçları

MN	X1	X2	X3	pH	%Su	%Randıman	L* <sub>iç</sub>	a* <sub>iç</sub>	b* <sub>iç</sub>	L* <sub>kabuk</sub>	a* <sub>kabuk</sub>	b* <sub>kabuk</sub>
1	0	0	0	4,83	53,36	83,82	49,07	14,99	16,09	26,52	7,03	5,11
2	0	1	0	4,63	50,53	88,04	47,39	18,33	16,89	27,20	6,38	4,42
3	0	0,5	2,5	4,72	49,21	75,87	41,16	16,06	23,26	24,79	5,99	3,88
4	0	0	5	4,69	49,21	84,30	38,40	15,66	19,43	26,54	4,45	3,93
5	0	1	5	4,87	49,27	84,62	38,38	13,74	19,84	25,82	3,34	2,73
6	75	0,5	0	4,76	51,15	84,09	44,97	16,93	16,24	31,89	7,90	6,34
7	75	0	2,5	4,81	50,14	84,53	42,61	16,93	21,20	24,96	7,26	4,51
8	75	0,5	2,5	4,78	47,58	84,92	40,82	17,02	20,31	27,47	5,81	3,94
9	75	0,5	2,5	4,80	48,46	84,98	37,89	15,10	19,20	28,82	6,86	5,16
10	75	1	2,5	4,75	50,03	84,14	47,33	14,31	20,62	23,16	5,19	3,02
11	75	0,5	5	4,76	47,01	84,00	36,58	13,60	19,99	25,67	3,95	2,98
12	150	0	0	4,88	50,74	83,19	48,16	18,85	18,31	29,77	11,28	5,43
13	150	1	0	4,72	48,02	83,29	43,76	14,09	17,97	29,60	9,46	6,11
14	150	0,5	2,5	4,68	47,65	84,24	41,41	16,42	22,68	31,63	9,46	7,78
15	150	0	5	4,76	49,22	84,56	38,99	16,43	21,93	22,48	3,40	2,13
16	150	1	5	4,74	48,00	84,50	37,33	14,68	20,58	29,04	6,39	6,58

**EK H-5: Fermantasyon 4. Gün Analiz Sonuçları**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>pH</b>	<b>%Su</b>	<b>%Randıman</b>	<b>L*<sub>iç</sub></b>	<b>a*<sub>iç</sub></b>	<b>b*<sub>iç</sub></b>	<b>L*<sub>kabuk</sub></b>	<b>a*<sub>kabuk</sub></b>	<b>b*<sub>kabuk</sub></b>
1	0	0	0	4,76	46,66	79,01	52,02	13,09	15,97	28,95	5,34	4,30
2	0	1	0	4,68	44,77	86,02	51,41	13,36	11,19	24,18	5,41	2,93
3	0	0,5	2,5	4,69	45,13	71,23	43,78	11,79	20,45	23,92	3,92	2,83
4	0	0	5	4,67	44,03	78,87	42,27	16,61	22,97	23,46	4,58	2,78
5	0	1	5	4,71	45,55	79,01	32,06	9,18	4,26	24,70	3,40	3,32
6	75	0,5	0	4,66	46,63	78,58	45,42	17,82	16,64	32,05	12,63	19,81
7	75	0	2,5	4,69	43,86	78,67	39,42	14,27	17,83	24,34	8,04	3,79
8	75	0,5	2,5	4,67	44,61	79,15	44,04	16,60	22,34	25,24	6,86	3,83
9	75	0,5	2,5	4,69	44,60	79,31	40,86	13,08	19,70	24,27	4,60	3,45
10	75	1	2,5	4,67	44,77	78,73	40,71	14,89	22,16	25,28	4,98	2,56
11	75	0,5	5	4,67	46,18	78,89	36,93	13,91	18,21	24,73	4,56	2,90
12	150	0	0	4,73	44,49	78,01	52,60	13,99	15,49	26,72	9,91	4,48
13	150	1	0	4,73	43,28	77,83	42,53	14,51	16,97	26,38	8,52	4,21
14	150	0,5	2,5	4,65	44,00	78,57	46,48	18,05	21,16	23,99	6,11	3,25
15	150	0	5	4,67	45,95	78,71	42,67	16,35	17,98	23,04	3,28	2,09
16	150	1	5	4,61	47,22	78,89	47,34	15,79	22,90	23,37	2,82	1,97

**EK H-6: Fermantasyon 5. Gün Analiz Sonuçları**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>pH</b>	<b>%Su</b>	<b>%Randıman</b>	<b>L*<sub>iç</sub></b>	<b>a*<sub>iç</sub></b>	<b>b*<sub>iç</sub></b>	<b>L*<sub>kabuk</sub></b>	<b>a*<sub>kabuk</sub></b>	<b>b*<sub>kabuk</sub></b>
1	0	0	0	4,65	45,09	76,16	47,50	17,86	19,04	25,66	7,60	3,82
2	0	1	0	4,67	44,12	82,89	42,92	14,80	14,43	24,44	5,19	3,05
3	0	0,5	2,5	4,65	44,25	68,70	42,20	14,54	17,40	23,01	2,80	2,16
4	0	0	5	4,64	42,96	75,99	43,27	15,71	19,43	23,33	3,34	2,76
5	0	1	5	4,67	44,15	76,05	39,46	14,00	17,75	23,33	3,16	2,41
6	75	0,5	0	4,65	43,59	75,48	48,62	15,43	15,29	27,65	7,45	4,97
7	75	0	2,5	4,66	42,26	75,55	44,99	20,08	20,79	24,60	5,91	3,67
8	75	0,5	2,5	4,64	43,13	76,02	42,62	15,69	18,55	25,59	5,27	3,51
9	75	0,5	2,5	4,69	41,43	76,21	47,20	15,46	22,47	24,24	3,85	3,06
10	75	1	2,5	4,64	41,42	75,77	41,15	12,15	21,02	23,19	4,57	3,30
11	75	0,5	5	4,61	42,56	76,08	43,46	13,48	19,40	20,94	3,40	2,53
12	150	0	0	4,64	43,28	74,94	45,15	17,55	17,00	27,40	9,00	4,44
13	150	1	0	4,63	41,17	74,76	39,23	13,32	19,08	25,45	6,79	3,44
14	150	0,5	2,5	4,62	41,67	75,52	44,58	12,61	17,09	25,50	5,46	3,99
15	150	0	5	4,69	44,19	75,75	40,18	18,80	22,04	24,12	3,61	2,78
16	150	1	5	4,61	43,46	75,95	45,44	15,19	23,13	23,76	3,32	2,95

**EK H-7: Fermantasyon 6. Gün Analiz Sonuçları**

MN	X1	X2	X3	pH	%Su	%Randıman	L* <sub>iç</sub>	a* <sub>iç</sub>	b* <sub>iç</sub>	L* <sub>kabuk</sub>	a* <sub>kabuk</sub>	b* <sub>kabuk</sub>
1	0	0	0	4,61	42,45	72,98	45,53	10,31	15,12	25,01	6,96	3,77
2	0	1	0	4,62	41,95	79,35	45,45	15,02	15,43	25,63	7,08	4,46
3	0	0,5	2,5	4,60	39,45	65,67	48,11	16,62	23,82	25,77	5,29	4,82
4	0	0	5	4,60	42,33	72,87	41,36	15,79	19,12	24,46	3,71	3,13
5	0	1	5	4,63	42,63	72,76	38,54	12,89	17,69	25,80	2,64	4,25
6	75	0,5	0	4,60	41,60	72,22	46,30	16,24	16,56	26,32	7,63	4,75
7	75	0	2,5	4,62	39,57	72,16	41,14	14,82	17,00	23,20	4,92	3,15
8	75	0,5	2,5	4,60	40,74	72,68	32,72	12,20	12,24	23,87	3,88	2,53
9	75	0,5	2,5	4,63	39,34	72,94	40,31	14,72	19,01	26,84	5,35	5,03
10	75	1	2,5	4,65	40,51	73,10	42,91	15,13	19,31	23,26	3,72	2,37
11	75	0,5	5	4,59	40,07	73,09	39,73	14,20	18,69	22,91	3,04	2,07
12	150	0	0	4,60	40,32	71,85	44,40	15,87	13,12	25,63	8,72	3,97
13	150	1	0	4,60	38,56	71,54	43,71	13,60	17,96	24,40	5,03	2,97
14	150	0,5	2,5	4,58	38,85	72,24	43,90	18,04	20,28	23,95	4,05	2,92
15	150	0	5	4,65	39,46	72,47	41,40	16,68	20,69	22,74	2,89	2,21
16	150	1	5	4,62	39,81	72,78	40,58	14,98	19,85	23,96	3,42	2,44

**EK H-8: Fermantasyon 7. Gün Analiz Sonuçları**

MN	X1	X2	X3	ph	%Su	Peroksit	TBA	% Randıman	L* <sub>iç</sub>	a* <sub>iç</sub>	b* <sub>iç</sub>	L* <sub>kabuk</sub>	a* <sub>kabuk</sub>	b* <sub>kabuk</sub>
1	0	0	0	4,56	42,75	5,40	0,39	70,43	38,94	11,22	13,11	23,40	3,84	2,49
2	0	1	0	4,55	41,88	4,95	0,32	76,58	44,47	17,14	15,14	25,03	3,98	3,27
3	0	0,5	2,5	4,53	38,09	4,55	0,25	63,38	41,35	14,88	17,81	23,61	2,64	2,86
4	0	0	5	4,54	39,66	5,10	0,33	70,45	36,63	13,11	15,43	22,90	3,28	2,68
5	0	1	5	4,57	39,83	5,20	0,25	70,30	35,87	11,57	17,09	23,38	3,25	2,55
6	75	0,5	0	4,53	38,70	5,70	0,20	69,59	46,42	13,92	15,87	23,21	5,60	2,72
7	75	0	2,5	4,54	39,07	4,65	0,17	69,50	39,43	13,02	14,61	22,91	4,16	2,85
8	75	0,5	2,5	4,53	40,16	5,10	0,18	70,06	42,70	13,56	15,83	24,29	4,74	3,24
9	75	0,5	2,5	4,57	38,31	4,65	0,17	70,39	41,72	17,65	19,31	23,92	4,29	3,19
10	75	1	2,5	4,57	39,02	5,40	0,18	70,25	39,63	11,36	13,24	29,08	5,18	6,38
11	75	0,5	5	4,51	40,24	4,90	0,18	70,69	37,07	10,74	14,72	22,46	2,34	2,01
12	150	0	0	4,55	39,04	5,15	0,15	69,32	44,20	17,50	14,13	25,40	6,88	3,05
13	150	1	0	4,53	39,16	5,40	0,14	69,05	43,16	15,42	15,46	25,00	6,71	3,75
14	150	0,5	2,5	4,50	39,48	4,80	0,14	69,68	39,15	13,94	14,36	23,58	3,81	2,29
15	150	0	5	4,51	40,62	4,65	0,13	69,96	41,38	15,16	16,97	22,52	2,31	2,13
16	150	1	5	4,52	41,17	4,35	0,12	70,42	35,44	12,18	16,67	22,78	2,87	2,48

**EK H-9: Fermantasyon 30. Gün Analiz Sonuçları**

MN	X1	X2	X3	ph	%Su	Peroksit	TBA	% Randıman	L* <sub>iç</sub>	a* <sub>iç</sub>	b* <sub>iç</sub>	L* <sub>kabuk</sub>	a* <sub>kabuk</sub>	b* <sub>kabuk</sub>
1	0	0	0	4,74	27,18	6,45	0,32	68,43	39,02	6,10	11,18	23,47	2,91	3,73
2	0	1	0	4,66	33,04	7,10	0,30	70,58	47,51	13,20	13,41	32,62	2,80	3,78
3	0	0,5	2,5	4,73	28,96	6,70	0,31	59,38	44,28	10,76	12,20	28,34	2,97	3,64
4	0	0	5	4,67	27,22	6,65	0,30	67,45	34,90	10,91	13,27	19,86	2,02	2,04
5	0	1	5	4,69	26,95	7,10	0,28	68,30	38,85	10,41	14,04	25,55	2,08	2,66
6	75	0,5	0	4,73	27,04	7,05	0,20	66,59	49,36	9,46	14,12	30,59	6,71	5,54
7	75	0	2,5	4,71	28,01	5,40	0,21	67,50	37,26	11,01	10,20	22,09	4,18	3,27
8	75	0,5	2,5	4,65	31,94	5,95	0,15	68,06	35,44	13,22	12,38	25,04	4,14	4,68
9	75	0,5	2,5	4,73	33,15	7,45	0,16	67,39	32,29	9,79	9,45	23,49	4,23	4,38
10	75	1	2,5	4,76	25,79	7,45	0,12	68,25	39,33	10,06	12,02	21,96	4,32	3,57
11	75	0,5	5	4,67	29,81	6,55	0,10	66,69	40,70	10,13	15,50	25,89	2,82	3,00
12	150	0	0	4,68	31,09	7,35	0,35	66,32	50,77	14,40	14,59	22,19	4,96	3,08
13	150	1	0	4,74	26,28	8,05	0,32	65,05	39,42	13,02	12,70	26,31	6,26	5,20
14	150	0,5	2,5	4,62	32,38	8,70	0,59	65,68	38,19	12,46	12,43	34,32	2,45	5,30
15	150	0	5	4,68	35,24	8,65	0,10	64,96	40,53	12,73	16,27	29,43	2,14	5,94
16	150	1	5	4,69	31,29	8,45	0,09	66,42	37,82	11,67	18,53	27,55	2,87	4,17

**EK H-9: Fermantasyon 30. Gün Analiz Sonuçları (Devamı)**

<b>MN</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ppm)</b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ppm)</b>
1	0	0	0	407,88	930,75
2	0	1	0	441,08	748,85
3	0	0,5	2,5	593,83	33,50
4	0	0	5	331,41	234,65
5	0	1	5	351,17	405,36
6	75	0,5	0	308,49	224,74
7	75	0	2,5	274,94	346,67
8	75	0,5	2,5	310,89	166,51
9	75	0,5	2,5	330,12	224,28
10	75	1	2,5	393,06	184,90
11	75	0,5	5	338,61	243,70
12	150	0	0	405,17	246,79
13	150	1	0	530,00	152,24
14	150	0,5	2,5	366,56	208,98
15	150	0	5	351,92	184,41
16	150	1	5	418,31	153,16

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hilal Pembe ERTEN

Doğum Yeri ve Tarihi : İzmit-22.12.92

Lisans Üniversite : Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Elektronik posta : hilaluyar@hotmail.com

İletişim Adresi : 0542 527 28 76

