

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



**YEŞİL BİBER VE BROKOLİ TOZLARI İLE FERMENTE
SUCUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT
MİKTARININ AZALTI LABİLME İMKANLARININ YANIT
YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZİŞAN TOPAL

BOLU, HAZİRAN - 2019

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



**YEŞİL BİBER VE BROKOLİ TOZLARI İLE FERMENTE
SUCUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT
MİKTARININ AZALTI LABİLME İMKANLARININ YANIT
YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZİŞAN TOPAL

BOLU, HAZİRAN - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Zişan TOPAL tarafından hazırlanan “YEŞİL BİBER VE BROKOLİ TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE 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
Doç. Dr. Seda KARASU YALÇIN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza


.....

.....

.....

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT 

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

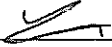
ETİK BEYAN

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.

Zişan TOPAL





Aileme,

ÖZET

YEŞİL BİBER VE BROKOLİ TOZLARI İLE FERMENTE SUCUK ÜRETİMİNDE KULLANILAN SENTETİK NİTRİT MİKTARININ AZALTILABİLME İMKANLARININ YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE MODELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZİŞAN TOPAL

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER ZORBA)

BOLU, HAZİRAN - 2019

Bu çalışma geleneksel yöntemle üretilmiş olan fermente sucuğun çeşitli teknolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde brokoli tozu, yeşil biber tozu ve sodyum nitritin etkisinin belirlenmesi ve sentetik nitrit miktarlarının azaltılabilme imkanlarının araştırılabilmesi amacıyla Yanıt Yüzey Yöntemine göre Merkezi Birleşik Modeller esas alınarak yapılmıştır. Araştırmada sucuk üretiminde hammadde olarak kullanılan sığır yağı, koyun kuyruk yağı, yağsız sığır eti, çeşitli baharatlar, brokoli tozu (%0-1), yeşil biber tozu (%0-1) ve sodyum nitrit (0-150 ppm) ile hazırlanan sucuklarda fermantasyon süresince ve 30 gün olgunlaştırma sonunda kimyasal, teknolojik ve fiziksel analizler yapılmıştır. Fermente sucuk üretiminde sentetik nitrit miktarını azaltabilmek için ilave edilen brokoli tozunun a*iç değeri üzerinde önemli; TBA, a*kabuk, NO₃⁻ değeri üzerinde çok önemli olduğu bulunmuştur. Yeşil biber tozunun peroksit değeri üzerinde önemli; b*kabuk değeri üzerinde çok önemli olduğu bulunmuştur. Sodyum nitritin ise pH, a*iç değeri üzerinde önemli; TBA, L*kabuk, a*kabuk değeri üzerinde çok önemli olduğu bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Fermente Sucuk, Sodyum Nitrit, Brokoli Tozu, Yeşil Biber Tozu, Central-Composite Dizaynı.

ABSTRACT

MODELING OF THE REDUCTION OF THE AMOUNTS OF SYNTHETIC NITRITE USED IN THE PRODUCTION OF FERMENTED SAUSAGE WITH GREEN PEPPER AND BROCCOLI POWDERS BY THE RESPONSE SURFACE METHOD

MSC THESIS

ZISAN TOPAL

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

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

BOLU, JUNE 2019

This study was performed based on Central Composite Design (CCD) according to Response Surface Method; for reducing synthetic nitrite level and determination of the effects of broccoli powder, green pepper powder and sodium nitrite on the various technological, chemical and physical properties of the fermented sausage produced by the traditional method. In this research, chemical, technological and physical analyzes were carried out during the fermentation period and during 30 days maturation of sausages prepared with beef fat, sheep tail fat, lean beef, various spices, broccoli powder (%0-1), green pepper powder (%0-1) and sodium nitrite (0-150 ppm). In order to reduce the amount of nitrite in fermented sausage production, it was found that the added value of broccoli powder was significant on internal value and very significant on TBA, a* shell and NO₃⁻ values. Green pepper powder was found to be important on the peroxide value and very important on the b* shell value. Sodium nitrite was found to be important on pH, internal value; very important on TBA, L* shell, a* shell value.

KEYWORDS: Fermented Sausage, Sodium Nitrite, Broccoli Powder, Green Pepper Powder, Central Composite Design.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETİ.....	5
2.1 Fermente Sucuk	5
2.1.1 Fermente Et Ürünleri ve Tarihçesi.....	5
2.1.2 Fermente Sucuk	6
2.1.3 Türk Sucuğu.....	7
2.2 Yağ ve Protein Oksidasyonu	9
2.3 Nitrat ve Nitrit	10
2.4 Askorbik Asit	12
2.5 Brokoli.....	13
2.6 Yeşil Biber.....	15
2.7 Yanıt Yüzey Yöntemi.....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1 Materyal.....	18
3.2 Yöntem	18
3.2.1 Sucuk Üretimi	18
3.2.2 Araç Gereçler	20
3.2.3 Analizler.....	21
3.2.3.1 Fiziksel-Kimyasal Analizler.....	21
3.2.3.1.1 Nem Tayini	21
3.2.3.1.2 pH Tayini	22
3.2.3.1.3 Protein Tayini	22
3.2.3.1.4 Yağ Tayini	22
3.2.3.1.5 Renk Tayini.....	23
3.2.3.1.6 Peroksit Sayısı Tayini	23
3.2.3.1.7 Tiyobarbiturik asit (TBA) Tayini	23
3.2.3.1.8 Anyon Tayini	24
3.2.3.1.9 Katyon Tayini	25
3.2.3.2 Teknolojik Analizler	25
3.2.3.2.1 Randıman Tayini.....	25

3.2.3.3 İstatistiksel Analizler.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1 Hammaddeye İlişkin Kimyasal Analiz Sonuçları	27
4.2 Kimyasal ve Fiziksel Özellikler	27
4.2.1 pH Değeri.....	27
4.2.2 Nem Değeri.....	29
4.2.3 Peroksit Değeri	31
4.2.4 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değeri	32
4.2.5 L*(iç) Değeri.....	34
4.2.6 a*(iç) Değeri	35
4.2.7 b*(iç) Değeri	37
4.2.8 L*(kabuk) Değeri.....	39
4.2.9 a*(kabuk) Değeri	40
4.2.10 b*(kabuk) Değeri	42
4.2.11 NH ₄ ⁺ Değeri.....	44
4.2.12 NO ₃ ⁻ Değeri.....	45
4.3 Teknolojik Özellikler	47
4.3.1 Randıman Değeri	47
5. SONUÇ.....	48
6. KAYNAKLAR.....	50
7. EKLER.....	59
8. ÖZGEÇMİŞ.....	73

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1. pH değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	28
Şekil 4.2. pH değerine ait seyir grafiği.	29
Şekil 4.3. Nem değeri üzerine yeşil biber tozu ve sodyum nitritin etkisi.	30
Şekil 4.4. Peroksit değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi... 32	
Şekil 4.5. TBA değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	33
Şekil 4.6. L* iç değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.....	35
Şekil 4.7. a*iç değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	37
Şekil 4.8. b*iç değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.	38
Şekil 4.9. L*kabuk değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	40
Şekil 4.10. a*kabuk değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	42
Şekil 4.11. b*kabuk değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.44	
Şekil 4.12. NO ₃ ⁻ değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.	47
Şekil 4.13. Kombinasyonlara ait randıman grafiği.	47

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Türk sucuğunun bazı kalite özellikleri	9
Çizelge 2.2. Erzurum merkeze bağlı iki farklı yöreden alınan brokolilerin nitrit, nitrat miktarları.....	15
Çizelge 3.1. Yanıt yüzey yöntemine göre belirlenen değişken oranları	20
Çizelge 4.1. Hammaddeye ilişkin kimyasal analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin pH değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.3. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin nem değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.4. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin peroksit değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.5. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin TBA değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.6. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin L*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.7. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin a*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.8. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin b*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.9. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin L*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.10. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin a*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.11. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin b*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.12. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin NH ₄ ⁺ değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.13. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin NO ₃ ⁻ değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	46

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

°	: Derece
C	: Santigrat
%	: Yüzde
a*	: Kırmızı (+60), Yeşil (-60), 0: Gri
aw	: Su Aktivitesi Değeri
b*	: Sarı (+60), Mavi (-60), 0: Gri
Ca ⁺²	: Kalsiyum
CCD	: Central-Composite Dizaynı
Fe	: Demir
g	: Gram
K ⁺	: Potasyum
kg	: Kilogram
KO	: Kareler Ortalaması
L	: Litre
L*	: Parlaklık, 100: Beyaz, 0: Siyah
m	: Kütle
mg	: Miligram
Mg ⁺²	: Magnezyum
mL	: Mililitre
Na ⁺	: Sodyum
NH ₄ ⁺	: Amonyum
NO ₃ ⁻	: Nitrat
pH	: Aktüel Asitlik
ppm	: Parts Per Million
RSM	: Response Surface Methology
SD	: Serbestlik Derecesi
TBA	: Tiyobarbiturik Asit Değeri
X	: Dizayn Matrisi
X ₁	: Sodyum Nitrit
X ₁ * X ₁	: Sodyum Nitritin Kuadratik Etkisi
X ₂	: Brokoli Tozu
X ₂ *X ₁	: Brokoli Tozu x Sodyum Nitritin İnteraksiyon Etkisi

$X_2^*X_2$: Brokoli Tozunun Kuadratik Etkisi
X_3	: Yeşil Biber Tozu
$X_3^*X_1$: Yeşil Biber Tozu x Sodyum Nitritin İnteraksiyon Etkisi
$X_3^*X_2$: Yeşil Biber Tozu x Brokoli Tozunun İnteraksiyon Etkisi
$X_3^*X_3$: Yeşil Biber Tozunun Kuadratik Etkisi
X_i, X_j	: Bağımsız Değişkenlerin Seviyeleri
Y	: Yanıt Vektörü
yy	: Yüzyıl
W	: Watt



TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aőamasında tecrube ve bilgisinden faydalandığım kıymetli danıőmanım Sayın Prof. Dr. Ömer ZORBA'ya, araştırma ve laboratuvar aőamalarında desteği ile yanımda olan değerli hocam Sayın Arő. Gör. Gülsüme BIÇAKCI'YA, analiz çalıőmalarımnda yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Bahar BEŐİR ve Hilal Pembe ERTEN'e her zaman her konuda yanımda olan, desteğini her daim hissettiğim kıymetli aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



1. GİRİŞ

Et; başta kas doku olup sinir, kemik, bağ, kan, epitel, bağ ve yağ dokuları barındıran hayvansal kaynaklı gıda olarak tanımlanmakta, et ve et ürünleri; iyi kalite ve dozdaki proteini, mineral maddeleri (magnezyum, çinko, demir, fosfor gibi) tiyamin, piridoksin ile kobalamin vitaminlerini, yağ asitleriyle omega 3 ile omega 6'yı istenilen ölçüde içerdiğinden yeterli ve dengeli beslenme açısından önemli ürünlerdir (Öksüztepe vd., 2011; Köseoğlu, 2014).

Dengeli beslenme, besinlerin çeşit, kalite ve miktar yönünden yeterli miktarda alınmasıyla mümkün olup insan sağlığı ve verimliliği açısından da oldukça önemlidir. İnsanlar için günde 75-80 gram proteinin dengeli beslenme için yeterli olduğu, bu proteinin 30-35 gramının ise hayvansal kaynaklı proteinden alınmasının yeterli olduğu düşünülmektedir. Sığır eti öncelikli olmakla birlikte et ve et ürünleri hayvansal içerikli proteinin ana kaynağı olup kırmızı et ve et ürünlerinin üretiminin arttırılmasıyla kalitesi yönünden iyileştirilmesi toplumun sağlıklı ve dengeli beslenebilmesi açısından oldukça önemlidir. Son zamanlarda sağlık nedeniyle kırmızı et tüketimi hakkında düşünülmekte ekonomik durumlar, sosyokültürel yapı ve alışkanlıklar etkili olmakta olup kişi başına düşen hayvansal protein ve et kullanım oranı genellikle ülkelerin gelişmişliği ile yaşam standardının belirlenmesinde önemli bir kıstas olarak görülmektedir (İlgü ve Güneş, 2002; Cankurt vd., 2010).

Fermente et, taze ete kıyasla daha fazla protein içerip daha az nem, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineral miktarına sahip olup, raf ömrü daha uzundur. Fermente et taze ete kıyasla çeşitli katkı maddeleri ve baharat ile kendine özgü bir özellik kazandırılıp; uzun raf ömrüne sahip olduğundan daha fazla tercih edilmektedir (Yıldırım, 1992; Bozkurt ve Erkmen, 2004).

Et ve et ürünlerinin beslenmedeki yeri çok eski zamanlardan beri vazgeçilmez olup dünyada yaklaşık 1000'e yakın et ürünü olmakla birlikte ağız tadımıza yakınlığından ötürü fermente sucuk ülkemizde üretimiyle kullanımı fazlaca olan et ürünüdür (Öksüztepe vd., 2011).

Ülkemizde tüketici isteğine göre en fazla üretilen sucuk çeşidi ısıl işlem görmemiş fermente sucuklar olup bu sucuklarda fermantasyon esnasında mikrobiyel gelişme ile glikoliz, lipoliz ve proteoliz reaksiyonlarının meydana gelmesiyle etin yapısında olan şekerin laktik aside parçalanması ve yağların da yağ asitlerine parçalanması ile pH'ı azaltıp, asitliği yükseltmesiyle ürüne has olan koku, tat ve yapı meydana gelmektedir (Ercoşkun, 2006).

Sucuk üretiminde fermantasyon oldukça önemli olmakla birlikte, laktik asit bakterilerinin oluşturduğu biyokimyasal ve fiziksel reaksiyonlar çiğ etin aroması, tadı, duyuşal özellikleriyle raf ömrünün önemli ölçüde değişmesine neden olmaktadır (Sancak vd., 1996; Rantsiou ve Cocolin, 2008).

Lactobacillus sakei, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus* ve *Lactobacillus blevis* Türk sucuklarında önemli olan laktik asit bakterilerinden olup bu laktik asit bakterilerinin et fermantasyonunda starter kültür olarak kullanılmasının önem taşıdığı bilinmektedir (Gürakan vd., 1995; Lücke, 2000). Laktik asit bakterilerinin sağlığa faydalı etkilerinin olmasının yanında ürüne yeni duyuşal özellikler kazandırmakta, etin mikrobiyolojik güvenliğini sağlayıp raf ömrünü geliştirmektedir (Lücke, 2000).

Fermantasyon sıcaklığı, süresi ve antimikrobiyal etkiler ile ekzopolisakkarit üretim özelliklerine bağlı olarak starter kültürlerinin kullanımı gibi çeşitli faktörler sucuğun renk, lezzet, doku ve koku özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Bozkurt ve Erkmen, 2002). Et ürünlerindeki kalitenin bozulmasının başlıca sebeplerinden birinin lipid oksidasyonu olduğu bilinmektedir (Erkmen ve Bozkurt 2004).

Yapılan çalışmalara göre et ve et ürünlerinin lipit oksidasyonunu minimuma indirmek amacıyla; nitrit, metal bağlayıcı ajanlar ve sentetik antioksidanlar gibi yağ oksidasyonunu engelleyici antioksidanlardan yararlanılması önerilmektedir (Köseoğlu, 2014).

Et ürünlerinde renk oluşumunu ve kararlılığını sağlaması açısından nitrit ve nitrat oldukça önemli olup et ürünlerine has kür rengi, miyogloblin ve nitrit, nitratın meydana getirdiği yapılar arasındaki kimyasal reaksiyonlar sayesinde oluşmaktadır (Møller ve Skibsted, 2002).

Nitrat ve nitritler, et ürünlerinde lipitlerin oksidasyonunun önüne geçip oksidatif stabiliteye yardımcı bulunulması ile lezzet ve tat bozulmasına engel olarak, *Clostridium botulinum* gibi patojenlere karşı inhibisyon etkisi göstererek insan sağlığının korunması gibi değişik nedenlerle et ürünlerine katılmaktadır (Sancak vd., 2008).

Son zamanlarda dünya çapında sağlıklı et ve et ürünlerine olan talep seri bir biçimde artmış olup tüketiciler NaCl, kolesterol, yağ ve nitrit seviyesi düşürülmüş sağlığa faydalı bileşenler ilave edilerek içerikleri geliştirilmiş et ve et ürünlerine yoğunlaşmışlardır (Zhang vd., 2010).

Tüketiciler, sağlığa zararlı etkileri nedeniyle et ürünlerinde kullanılan kimyasal katkı maddeleri yerine doğal katkı maddelerine yönelmektedirler (Sucu ve Turp, 2018).

Et ve et ürünleri ile ilgili oluşan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla alternatif yöntemler üzerinde çalışılmakta sağlık açısından istenmeyen durumları kısmen veya tamamen ortadan kaldırılmış, daha sağlıklı fonksiyonel et ve et ürünleri üretimine yönelim söz konusu olmuştur (Turp ve Sucu, 2016). Kürleme işleminde eklenen nitrit miktarının 3'te 1 oranında düşürülmesinin, 150 ppm nitrit ilavesi ile değil de 100 ppm nitritin yetmesinin askorbik asit ya da tuzlarının ilavesi ile mümkün olabileceği belirtilmiştir (Yağlı ve Ertaş, 1998). Fermente sucuğa glukano- δ -lakton (GDL) ve askorbik asit ilavesiyle kalıntı nitrit üzerindeki etkisi araştırılmış, askorbik asit kullanımının örneklerdeki kalıntı nitrit miktarını azalttığı belirtilmiştir (Yılmaz ve Zorba, 2010).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar kürlenmiş et ürünlerine ilave edilen nitrit miktarını düşürme yönünde olup yüksek nitrat içerikli sebzeleri ürünlere eklemek yapılan çalışmalara örnek olarak verilmektedir (Sebranek ve Bacus, 2007). Et ürünlerinde nitrit ve nitratın kullanılmasına seçenek olarak ham, sıvı ve toz şeklinde katılabilecek olan maddelerin doğal, bitkisel kaynaklı antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri taşıması, ürünün duyuşal özelliklerini olumsuz etkilemeyecek et ürünleri ile uyumlu özellikte olması ticari olarak kolay temin edilebilir olması beklenmektedir (Hung vd., 2016; Candan ve Bağdatlı, 2018).

Bu çalışmada fermantasyon ile üretilen sucukların üretim aşamalarında belirli oranlarda nitrit, brokoli ve yeşil biber tozu kullanılarak fermente sucuğun fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETİ

2.1 Fermente Sucuk

2.1.1 Fermente Et Ürünleri ve Tarihçesi

Fermente et ürünlerinin ortaya çıkmasında fermantasyon esas olaydır. Fermantasyonun gerçekleştiği zaman süresince birçok değişiklikler (mikrobiyolojik, kimyasal, biyokimyasal) oluşmakta ve neticede üründe kendine özgü koku, tekstür, tat, renk ve aroma oluşumu meydana gelmektedir. Fermente et ürünlerinin üretilmesinin günümüzdeki en büyük hedefi, etin korunması olmayıp tüketicilerin hoşuna giden lezzette ürün ortaya çıkarmak olduğundan istenilen lezzetteki ürün için uzmanlar gerekli çalışmalar yapmaktadır (Ercoşkun ve Ertaş, 2003).

Fermantasyonun başlarında asetik asit oluşumu, pH düşüşü, D-laktik asit oluşumu, aromanın gelişimi ve peroksitlerin oluşumu başlayıp fermantasyonun sonuna doğru yavaşlayarak devam etmekte, bununla birlikte proteoliz ve lipoliz de fermantasyonun ilk zamanlarında başlayıp devam etmektedir (Erginkaya, 1993).

Fermente et ürünlerinin üretimi boyunca ortaya çıkan olayların oluşumu pek çok komplike tepkimeye ve bu tepkimelerin birbirleriyle olan etkileşimlerine bağlı olmakta, fermente et ürününün olgunlaşma süresi boyunca ise ortaya çıkan lipoliz, proteoliz ve glikoliz reaksiyonlarının sonucunda genel lezzet, tat ve koku oluşumu tamamlandığı bilinmektedir (Ertaş, 1999; Ercoşkun ve Ertaş, 2003).

Fermente gıdalar daha mikroorganizmaların etkisi bile bilinmiyor iken pek çok deneme sonucunda ilerlemiş, 2000 yıl önce Çinliler tarafından ilk fermantasyon gerçekleştirilmiş, fermantasyonun ilk defa görünür olması ve gelişmesi kurutulmuş etlerin üretimiyle birlikte olmuştur. Ortaya çıkan bu ilk ürünler kaliteli olmamasına karşın ürün gelişmesi açısından önemli olup 13.yy içerisinde fermente ürünlerin üretiminde nitrat ve tuz kullanılmaya başlanıldığı düşünülmektedir (Varnam ve Sutherland, 1995).

Divanı Lügati Türk'te et ürünlerinin üretimi hakkında ilk bilgilere rastlanmakla olunup etin fermente edilmesi, kurutulması ve tuzlanması gibi yöntemlerden bahsedilmiştir. Eserde o dönemlere ait et ile ilgili fazlaca terimin kullanılmış olması Türklerin et teknolojisi hakkındaki tecrübelerinin çok öncelere dayandığını göstermiştir (Atalay (1992a), Atalay (1992b), Atalay (1992c), Atalay (1992d)).

Fermente et ürünlerinin Avrupa'da tarihçesi çok öncelere dayanmamakla birlikte 1700'lü yıllarda Avrupa'nın Akdeniz kıyılarında ilk üretimin görüldüğü daha sonra batıya ve kuzeye ilerlediği bilinmektedir. Günümüzde fermente et ürünleri, geniş bir coğrafyaya yayılmış ve çeşitlilik çoğalmıştır. Bu çeşitliliğin etin cinsi ve üretim teknolojisi ile ilgili olduğu bilinmektedir. Fermantasyon metodu ise 1940'lı yıllardan sonra bilimsel açıdan gelişmiş ve starter kültür kullanımı görülmüştür (Varnam ve Sutherland, 1995).

2.1.2 Fermente Sucuk

Fermente gıdalar sağlıklı olmayı teşvik edici yararları nedeniyle insan diyetinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de genellikle yaygın olarak kullanılan fermente et ürünü sucuktur (Hugas ve Monfart, 1997; Vural, 1998).

Fermente sucuk; sığır ve manda etleri ile hayvansal yağ, sarımsak, tuz ve baharat eklendikten sonra karıştırılıp doğal bağırsaklara doldurulması ve 15-20 gün açık havada doğal fermantasyona bırakılmasıyla üretilmektedir (Pehlivanoğlu vd., 2015).

Sucuk çeşitlerinden fermente sucukların daha çok tercih edilmesinde ve hoşnut duyulmasında, fermantasyonun uzun dayanma süresi, beğenilen lezzet, aroma, renk ve yapısal nitelikler kazandırmasının etkisi bulunduğu bilinmektedir (Kara ve Akkaya, 2010).

Fermente sucuğun kendine has belirleyici özelliklerinin oluşmasında belirli bir sıcaklık ve bağıl nemde ortaya çıkan olgunlaşma sırasında etin içerisinde oluşan fiziksel, duyuşsal ve mikrobiyal değişikler etkili olup bu karakteristik özelliklerin ortaya çıkmasında etkili olan faktörlerin ise pH azalışı, rengin, kıvamın ortaya

çıkması ile tat ve aroma maddelerinin meydana gelmesinin olduğu bilinmektedir (Pehlivanoglu vd., 2015).

Mikroorganizmalar fermente sucuk üretiminde oldukça önemli olmuştur. Fermente sucuklarda mikroorganizmaların fermantasyonuyla meydana getirdikleri biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda ise karakterize olgunlaşma meydana gelmiştir. Biyokimyasal reaksiyonların gelişebilmesinin istenilen mikroflora varlığı ile mümkün olduğu bu mikroorganizmaların oluşturduğu metabolik ürünlerin sucuğun aroma, lezzet, renk ve kıvam gibi özelliklerin ortaya çıkmasına yardımcı olduğu, bu özelliklerin ortaya çıkmasında ise küfler, mayalar, laktobasiller gibi mikroorganizmaların etkili olduğu düşünülmüştür (Drosinos vd., 2005; Erdoğan ve Ergün, 2005; Essid ve Hassouna, 2013; Pehlivanoglu vd., 2015).

Fermente sucuklarda olgunlaşma özellikle laktik asit bakterilerinin etkinliği sonucunda ortaya çıkmıştır. Sucuğun kendine has lezzet ve tekstürünün oluşmasında, ortaya çıkan laktik asit etkinliği ve diğer karbonhidrat parçalanma ürünleri ile lipidlerde ve proteinlerde oluşan değişimlerin sonucunda meydana gelmiştir (Sancak vd., 1996). Sucukta tespit edilen pH değerlerindeki azalma, mikroorganizmaların faaliyetine göre sucuğun formülasyonunda bulunan sakkarozun fermantasyonuyla oluşturdukları laktik asitten kaynaklandığı düşünülmüştür (Kara vd., 2012).

2.1.3 Türk Sucuğu

Türk Standartları Enstitüsünde Türk sucuğu, manda etleri ve kasaplık hayvan gövde etlerinden hazırlanmış olan sucuk hamurunun, doğal veya yapay kılıflara doldurulup olgunlaştırılmasıyla oluşan et ürünü şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 1997).

Sucuğun Türklere özgü bir et ürünü olup işleme teknolojisi yönünden Amerika ve Avrupa'da üretilmekte olan fermente kuru sosisle salama benzemekte olduğu manda ve sığır eti, koyun kuyruk yağı, sığır yağı, nitrit-nitrat, şeker, tuz ve türlü baharatların karışımıyla oluşan fermente et ürünü olduğu belirtilmiştir (Aksu ve Kaya, 2004; Gökalp vd., 2015).

Ülkemizde sucuk formülasyonunda manda eti %45, kuyruk yağı %10 ve sığır eti %45 oranında yahut sığır et yağı %20 ve yağsız sığır eti %80 oranında kullanılmakla, bazen de koyun eti ilave edilmekte olup bazı araştırmacılara göre ise sucuk formülasyonuna kuyruk yağı katılmış ise bu oranın %10'u geçmemesi gerektiğini belirtilmiştir (Gökalp vd., 2015).

Sucuk yapımında kullanılan yağın da teknolojik yönden oldukça mühim olduğu bilinmektedir (Bloukas vd., 1997). Sucuk hamuruna eklenecek yağın sert kıvamlı ve soğuk hava deposu dışındaki sıcaklık derecelerinde bekletilmemiş olması gerekmektedir. Bu şartlar dışında kullanılan yağların sucuğun olgunlaşması ve depolanması sırasında acılaşmaya neden olduğu bu yüzden taze ve donmuş yağların kullanılması istenmektedir (Köseoğlu, 2014).

Sucuk hamurundaki yağ oranı, ortaya çıkan ürünün kıvamı üzerinde önemli olup olgunlaşma sırasındaki su aktivitesi (aw) değerini ve pH'nın düşüş seyrini de etkilediği bilinmektedir (Kayaardı ve Gök, 2003).

Standarda göre, Laktobasiller (*Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus saki*, *Lactobacillus plantarum*), Mikrokoklar (*Kocuria varians*), Stafilokoklar (*Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus*), Mayalar (*Debaryomces hansenii*), Pedikoklar (*Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*) gibi mikroorganizmaların sucukta kullanılan fermantasyon düzenleyici ve hızlandırıcılar olduğu bilinmektedir (Anonim, 2002).

Öz vd. (2002) sucuk üretiminde olgunlaşma zamanı uzadıkça nem oranı düşüp, tuz miktarı artmakta bununla birlikte patojenleri gidermek, raf ömrünü uzatmak, üretim süresini azaltmak ve üretim maliyetini düşürmek amacı ile ısıl işlem uygulanmaktadır (Anonim, 2007).

Türk sucuğunun içerdiği bazı kalite özellikleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Anonim, 2002).

Çizelge 2.1. Türk sucuğunun bazı kalite özellikleri

Rutubet, en fazla, % (m/m)	40
Tuz, en fazla, % (m/m)	5
pH	4,7-5,4
Boyar Madde	Bulunmamalıdır.
Patojen Mikroorganizma ve <i>E.coli</i>	Bulunmamalıdır.

2.2 Yağ ve Protein Oksidasyonu

Ertaş (1998) yağ oksidasyonu et ve et ürünlerinin kalitesinin bozulmasının önemli bir nedeni olmakla birlikte doymamış yağ asitlerinin bir kısmına tesir ederek lezzet bozukluklarının da başlıca sebebidir. Lipoliz ve yağ oksidasyonu, istenmeyen duyuşsal bozukluklara, aynı zamanda sağlığa zararlı bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır (Visessanguan vd., 2004).

Yağ oksidasyonunun, buzdolabı ve dondurulmuş şartlardaki çiğ ya da pişmiş et ürünlerinin bozulma derecesini, böylelikle etlerin kalitesini belirten en önemli parametrelerden birisi olduğu bilinmektedir (Oruç vd., 2005). Et ürünlerinde yağların hidrolizi ve oksidasyonunda önemli farklılıklar görülmüştür. Bu farklılıklar hammaddeye, katkı maddelerine, sıcaklık, pH ve zaman gibi üretimdeki parametrelere bağlı olarak oluşmaktadır (Visessanguan vd., 2004).

Proteinlerin; sağlıklı ve dengeli beslenmeyi sağlaması açısından, aynı zamanda et ve et ürünlerinin duyuşsal ve teknolojik kalite üzerindeki etkisine yardımcı olduğundan oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Friedman, 1996).

Protein oksidasyonunun et ve et ürünlerinde olmaması, istenilen renk ve tekstür gibi kalite parametrelerinde farklılıklara neden olduğu bulunmuştur (Estévez vd., 2005).

Protein oksidasyonuna çevresel şartlar etki etmekte olup bunlardan bazılarının etin türü, yağ asidi kompozisyonu, yağ miktarı, sıcaklık, pH, su aktivitesi, işleme koşulları ve ortamda bulunan katalizör ile inhibitör maddeler olduğu bilinmektedir (Estévez, 2011).

2.3 Nitrat ve Nitrit

Nitrat; organik azotun biyokimyasal oksidasyonunun son hali olup direkt olarak zehir etkisine sahip olmamaktadır. Nitrat, zararlı olan nitrit iyonlarına bakteriyel nitrat redüktaz aktivitesiyle dönüşmekte, oluşan nitrit sekonder aminlerle reaksiyona girerek nitrozaminlerin meydana gelmesine, dolayısıyla kanserojen, mutajen ve teratojen bileşiklerin potansiyel olarak oluşmasına neden olmaktadır (Özdestan ve Üren, 2010).

Jiménez-Colmenero vd. (2001) et ürünlerindeki nitritin oluşabilecek sağlık risklerinin düşürülmesinde iki önemli durumun bulunduğunu bunlardan ilkinin nitrit eklememek veya eklenen miktarı düşürmek, ikincinin ise N-nitrozamin inhibitörleri kullanmak olduğunu belirtmişlerdir.

İnsanların tüketebilmesi için izin verilen tek toksik madde olan nitritin et ürünlerine direkt eklenmesi ve gıda bünyelerinde saf halde bulundurulması birçok ülkede yasaklanmıştır (Candan ve Bağdatlı, 2018).

Üretim esnasında katılması için müsaade edilen maksimum potasyum ve sodyum nitrit miktarı Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde sterilize et ürünlerinde; 100 mg/kg, sterilize et ürünleri dışında; 150 mg/kg, potasyum ve sodyum nitrat miktarının ise pastırma ve fermente sucuk dışında; 150 mg/kg seviyesinde kullanılabilmesi vurgulanmıştır (Anonim, 2013). Sucuk tipi fermente et ürünlerine ilave edilebilecek sodyum nitrat (NaNO_3) miktarı 400 mg/kg, sodyum nitrit (NaNO_2) miktarı 150 mg/kg olarak ifade edilmiştir (Gökalp vd.,2015).

Çok az miktarda nitritin et ürünlerine katılması gıda zehirlenmesine sebep olan *Clostridium botulinum* gelişimine engel olmakta, kürlenmiş ete özgü aroma, lezzet ve renk katmaktadır (Sırıken vd., 2006).

Kürlenmiş et ürünlerinde nitrat ve nitrit yaygın bir alana sahip olup bu katkıların bütün işlevlerini yerine getirebilecek düzeyde etkili herhangi bir katkı maddesi bulunmadığından sağlık açısından herhangi bir risk meydana getirmeyen alternatif katkıların kullanım imkanlarının araştırılması amacıyla senelerdir birçok çalışma yapılmaktadır (Turp ve Sucu, 2016).

Yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine neden olan azotlu gübre kullanımı bitkilerin gelişme zamanlarında kaliteli üretim ve verim artışı için uygulanmaktadır. Bununla birlikte et ürünlerini kürelemek için kullanılan nitratlar ile nitrat içermesi yönünden iyi olan su kaynakları insan vücuduna giren diğer nitrat kaynaklarını meydana getirmiştir (Sezgin, 2009).

Amr ve Hadidi (2001) günde insanın bünyesine aldığı nitratın %85'inin ve nitritin %16-43'ünün sebze kullanımından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Rusya'da yapılan bir çalışmaya göre ise, insan vücuduna alınan nitratın, sebze tüketiminden %60-80'ini, içilebilir su tüketiminden %20-30'unu, et ve et ürünleri tüketiminden %10-15'inin kaynaklandığı belirtilmiştir (Aksoy vd., 1999).

Sebzelerin 1 ile 10000 mg/kg arasında nitrat içerdiği, benzer türdeki sebzelerin farklı örneklerinde bile nitrat derişimleri arasında değişiklikler olduğu gözlemlenmiştir (Özdestan ve Üren, 2010).

Oruç ve Ceylan (2001) tarafından yapılan çalışmada nitrat miktarı ele alınmış; rokada 104 ppm, marulda 70,57 ppm, taze ıspanakta 61 ppm, brokolide 12,2 ppm, beyaz lahanada 11 ppm ve pırasada ortalama 3 ppm olduğunu belirtmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada ortalama nitrat miktarı; salatalıkta 95,68 mg/kg patateste 81,60 mg/kg, domateste 23,83 mg/kg, fasulyede 7,32 mg/kg, kuru soğanda 7,23 mg/kg, bezelyede 7 mg/kg olarak bulunmuş, ortalama nitrit miktarı ise salatalıkta 0,04 mg/kg, patateste 0,51 mg/kg, domateste 0,08 mg/kg fasulyede 0,43 mg/kg, kuru soğanda 0,06 mg/kg, bezelyede 0,12 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Erkmen vd., 1990).

2.4 Askorbik Asit

Askorbik asit; sağlık için oldukça önemli olduğu düşünülen suda çözünür bir antioksidan olup gıdaya çözelti halinde yahut doğrudan temas etmiş olan askorbik asitin ürünün kararlılığı ve kalitesinin arttığı bu sayede gıdanın tipik özelliklerinin korunmasına katkı sağladığı düşünülmüştür (Szeto vd., 2002; Sarkar ve Sinha, 2016).

Et rnlerinde özellikle L-askorbik asit veya sodyum tuzu kullanılması, aromanın korunması ve havadaki oksijenle tepkimeye girerek et renginin bozulmasını engellemeyi destekler (Gültekin, 2014; Gökalp vd., 2015).

Askorbik asit ve tuzları et ürününün metal çubuklara temas etmesi halinde temas ettiği yerlerde oluşabilecek yeşillenme rengine de engel olmaktadır (Gökalp vd.,2015).

Askorbik asit nitroz asiti nitrojen monoksite indirger ve nitrojen trioksite doğru değiştirip hem molekülündeki demir ile tepkimeye girmesi ile siyah renkli demir askorbat oluşturmakta ve böylece üründe siyah lekelerin oluşmasına yol atığından krleme yardımcı maddesi olarak askorbik asit kullanımı yerine askorbatların kullanımı tercih edilebilmektedir. Türk Gıda Kodeksine göre, askorbik asit için kullanılacak miktar 470 ppm, askorbatlar için 550 ppm'dir (Anonim, 2017). Gıda ve et ürünlerine ilave edilen bazı baharatların doğal yapısında da askorbik asit bulunup bu miktar 1000 ppm'lere kadar çıkabilmektedir (Gökalp vd.,2015).

Askorbatların kürlenmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılması istenilen rengin meydana gelmesini kolaylaştırmakta ve renk stabilitesini yükseltmektedir (Yağlı ve Ertaş, 1998).

Askorbik asit N- nitroso bileşiklerin oluşumunu engelleyerek ve bağışıklık sistemini uyararak kanser oluşumunu önlemeye yardımcı olmaktadır (Zhang ve Hamauzu, 2002). Üründe kalıntı nitrit miktarının askorbit asit ya da tuzlarının kullanılması ile önemli lde düştüğü de bilinmektedir (Yağlı ve Ertaş, 1998).

Askorbik asit ve tuzları; etin kırmızı rengin uzun süre sağlanması ve gelişmesini aynı zamanda et ürünleri üretiminde ilave edilen nitrat ve nitritin, etteki

serbest amin bileşikleriyle birleşmesi sonucunda kanserojen olan nitrozaminlerin oluşmasını engellemek amacıyla da kullanılmaktadır (Öziş, 2014).

Yapılan bir başka araştırmaya göre ise nitrit alımının insan sağlığı üzerindeki etkisinin hala belirsiz olduğu, nitrat ve kanserojen arasındaki ilişkinin doğrulanamadığı bunun sebebinin de askorbik asidin aynı besin kaynaklarından eş zamanda alımı, sebzelerin haşlanması sırasında suya geçen çözünür nitratların uzaklaşması olarak gösterilebilmektedir (Colla vd., 2018).

C vitamini içermesi açısından yaprağı yenen sebzelerden başta koyu yeşil yapraklı sebzelerin oldukça iyi olduğu bilinmektedir (Sezgin, 2009).

2.5 Brokoli

Son zamanlarda, gelişmiş ülkelerde fazlaca yetiştirilen ve tüketicilerin beğenerek tükettiği bir sebze olan brokolinin vitamin, protein ve besin maddeleri yönünden oldukça iyi bir diyet sebzesi olduğundan ülkemizde de brokoliye olan isteğin arttığı gözlemlenmiştir (Zahmacıoğlu, 2017).

Yapılan çalışmalara göre lahanagiller (*Brassicaceae*) familyasından olan brokolinin (*Brassica oleracea L. Var. Italica*) düzenli olarak yenilmesi ile vücuda alınmasının kansere yakalanma olasılığın düşürülmesinde öncü olduğu bilinmektedir (Gençdağ, 2017).

Brokolinin taşıdığı bileşenler yönünden insan sağlığı açısından oldukça yararlı olduğu, bunun yanında birtakım kanser türlerini önleme hususunda da önemli olduğu bilinmektedir (Yoldaş, 2003; Yoldaş ve Eşiyok, 2004).

Brokoli üzerine 92°C'de 0,5-4 dakika geleneksel haşlama, 950 W'da 3 dakika mikrodalga haşlama işlemi uygulanmış; brokolinin askorbik asit, klorofil ve tekstür üzerine değişimi ele alınmıştır. Yapılan araştırmaya göre mikrodalga haşlama yöntemi ile klorofil ve askorbik içeriğinin daha güzel şekilde korunduğu, aynı zamanda geleneksel haşlama yöntemine göre ise daha az tekstür kaybına neden olduğu vurgulanmıştır (Patricia vd., 2011).

Brokolinin besin değeri yüksek olup C vitamini ve β karoten bakımından oldukça zengin olup yapılan bir araştırmaya göre ise brokolinin 100 gramında 116 miligram C vitamini bulunmuştur (Kıdmose ve Hansen, 1998; Alan ve Sönmez, 2012).

Bursa'da yapılan bir çalışmada 14 adet brokoli (*Brassica oleracea*) kullanılmış olup yapılan çalışma sonucunda brokolinin üst tarafında yaklaşık 13.50 ± 5.32 ppm nitrat, yaprak kısımlarında ise 12.16 ± 6.36 ppm nitrat bulunmuştur. Brokolide belirlenen nitrat miktarı sağlık açısından bir risk oluşturmayıp günde yetişkin bir bireyin 1 kg brokoli tüketmesi halinde bile sağlık açısından herhangi bir tehlike oluşturmayacağı düşünülmektedir (Oruç ve Ceylan, 2001).

Mendicoa vd., yaptėđı araştırmaya göre taze brokolide nitrat miktarının 48-97 ppm aralığında olduğunu pişirme işlemi vasıtasıyla ortaya çıkan bu miktarın %22-79 oranında düştüğünü bulmuşlardır. Dondurma işlemiyle ise bu miktarın 127-232 ppm olarak arttığını, ortaya çıkan bu artımın ise işleme suyu içerisindeki nitrat miktarının fazla olmasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir (Mendicoa vd., 1997).

Erzurum'da brokoliler üzerine yapılmış olan çalışmada çeşitli işlemler uygulayarak nitrat ve nitrit analizleri yapılmış ve çalışmaya ait sonuçlar izelge 2.2'de belirtilmiştir (Sezgin, 2014).

Çizelge 2.2. Erzurum merkeze bağlı iki farklı yöreden alınan brokolilerin nitrit, nitrat miktarları

Yöre	İşlem	Saklama Zamanı, Ay	Numune Miktarı	Nitrat (mg/kg)	Nitrit (mg/kg)
I. Yöre	Taze	0 (Taze)	6	437,76	0,72
	Dondurma	6 (-24°C'de)	6	389,64	0,69
	Haşlama	0	6	210,12	0,53
II. Yöre	Taze	0 (Taze)	6	459,95	0,34
	Dondurma	6 (-24°C'de)	6	424,15	0,31
	Haşlama	0	6	192,60	0,19

2.6 Yeşil Biber

Biber (*Capsicum spp.*), içerdiği vitamin ve mineral maddeleri açısından zengin olmakla birlikte beslenmeye katkısı olduğundan her yerde sevilerek tüketilen, bir sebze türüdür (Karaağaç ve Balkaya, 2010).

Biberler renk lezzet besin değeri açısından oldukça önemli bir sebze olmakla beraber iyi bir C vitamini ve karotenoid kaynağı olup önemli besin antioksidanlarını içermektedir (Zhang ve Hamauzu, 2002).

Tuna ve Eroğlu (2017) askorbik asit yönünden fazlaca önemli olan biberin 0,160 g C vitamini bulundurduğu; Kara vd. (2008) tarafından çeşitli askorbik asit değerleri ele alındığında ise yeşil sivri biberin 0,100 g askorbik asit içerdiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmaya göre askorbik asit %5'lik metafosforik asit ile ekstrakte edilmiştir. Bu çalışma sonucunda kırmızı biberin en yüksek seviyede (191,2 mg/100 g) askorbik asit içerirken yeşil biberin (115,5 mg/100 g) en düşük seviyede olduğu

görülmüştür (Zhang ve Hamauzu, 2002). Bir başka araştırmaya göre, yeşil biberin ortalama nitrat içeriği 119,26 mg/kg ve ortalama nitrit içeriği 0,37 mg/kg olarak bulunmuştur (Erkmen vd., 1990).

2000 yılında yapılan araştırmaya göre ise ilkbaharda Birleşik Devletlerinde 4 mağazadan alınan taze yeşil biberlerin nitrat miktarı 8-55 ppm, nitrit miktarı ise 0-3,0 ppm olarak bulunmuştur (Sindelar ve Milkowski, 2012).

2.7 Yanıt Yüzey Yöntemi

Yanıt Yüzey Yöntemi; birçok değişken etkisi ile olması istenen performans karakteristiğinin analiz edilmesinde, modellenmesinde kullanılan matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Montgomery, 2009).

1970'li yıllarda gıda sektöründe Yanıt Yüzey Yöntemi (Response Surface Methodology) kullanılmaya başlanmış, kullanılan bu yöntemde endüstriyel alanlarda kullanımı fazlaca yayılmış farklı girdi değişkenleri prosesin ya da ürünün performans ölçülerini veya kalite özelliklerini etkilemektedir. Performans ölçüleri veya kalite özellikleri “yanıt” olarak adlandırılıp girdi değişkenleri ise “bağımsız değişkenler” olarak isimlendirilmektedir (Gürel, 2018).

Yanıt yüzey yöntemi, bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimi belirleyerek, sistemi matematiksel olarak modelleyerek, deneme sayısını azaltıp zaman ve maliyet tasarrufu sağlayarak fayda sağlamaktadır (Baş ve Boyacı, 2007).

İlk olarak birinci aşamada sistemde ya da üründe istenilen kalite özellikleri veya performans ölçüleri belirlenmektedir (Box ve Draper, 2007; Yolmeh ve Jafari, 2017). İkinci aşamada ise bağımsız değişkenlerin ve başka değer aralığında ilerleyen prosesin optimum noktaya yakınlığı ve uzaklığı araştırılmaktadır (Myers vd., 2009; Nwabueze, 2010). Üçüncü aşama ise optimum nokta etrafında eğrilik sağlayan gerçek yanıt fonksiyonunu doğru tahminlemeyi gerçekleştirecek model ortaya çıkarmak istenmektedir (Myers vd., 2009).

Yanıt ile aralarındaki ilişkiyi temsil eden matematiksel modellerin grafiksel açısı yanıt yüzey terimini meydana getirip bağımsız değişkenlerin proses üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile oluşturulmaktadır (Baş ve Boyacı, 2007).

Bu metot, çok az miktarda deneysel data yardımı ile kontrol edilmesi zor yahut kontrol edilmesi mümkün olmayan değerler ile bunların kombinasyonları üzerinde doğru denilebilecek tahminlerin yürütülmesini sağlamaktadır. Yanıt yüzey yönteminin çokça farklı dizaynları var olup en çok tercih edilen iki dizaynı ise “Box-Behnken” ve “Central Composite” dizaynı olup her faktörün üç ile beş seviyesini kullanan Central Composite dizaynı, yıldız noktası ile birkaç merkezi nokta eklenmesiyle meydana gelmektedir (Yılmaz, 2002).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Sucuk üretimini gerçekleştirmek amacıyla materyal olarak rigor mortis (ölüm sertliği) aşamasını bitirmiş yağsız olan sığır eti, baharatlar, koyun kuyruk yağı, sığır et yağı, brokoli (*Brassica oleracea L. Var. Italica*) tozu, yeşil kapy biber (*Capsicum annuum L*) tozu, sarımsak ve sodyum nitrit kullanılmıştır. Kullanılan sığır et yağı, koyun kuyruk yağı ve yağsız sığır eti Bolu piyasasından, brokoli tozu Isparta ilinde bulunan Kurucum Gıda'dan, yeşil kapy biber tozu Aydın ilinde bulunan Yazıkent Gıda'dan, sarımsak Bolu pazarından, kullanılan çeşitli baharatlar Bolu piyasasından, starter kültür (BFL-F06; *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus sakei*) Bactoferm™ Chr. Hansen (Danimarka) firmasından tedarik edilmiştir.

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ar-Ge Laboratuvarında sucuk örneklerine 2 ön deneme yapılmıştır. Çizelge 3.1'de belirtilen sucuğun içerisine katılacak olan nitrit, brokoli ve yeşil biber tozu için minimum ve maksimum miktarları belirlenmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Sucuk Üretimi

Sucuk üretmek amacıyla kullanılmış olan sucuk formülasyonu; %1,9 tuz, %0,66 kırmızı biber, %0,94 sarımsak, %0,47 toz karabiber, %0,24 yenibahar, %0,85 kimyon, %0,47 sakkaroz, %0,25 zeytinyağı, %0,47 dipotasyum fosfat (K_2HPO_4), %0,025 starter kültür, 500 ppm sodyum askorbat içermektedir.

Yağ oranı daha önceden belirlenen sığır yağı ve yağsız sığır eti ile yağ standardizasyonu %18'e ayarlanmıştır. Oluşan bu et-yağ karışımına karışımın %10'u oranında avuç içi büyüklüğünde iri parçalar haline getirilmiş donmuş koyun kuyruk

yağı ilave edilmiştir. Elde edilen bu karışım ilk olarak 25 mm çaplı deliklere sahip ayna kullanılarak kıyma makinasından geçirilip parçalanmıştır. Daha sonra değişken faktör olan brokoli tozu, yeşil biber tozu ve sodyum nitrit hariç sucuk formülasyonunda belirtilen baharatlar ilave edilip 0-4°C’de 12 saat kürlenme işlemi yapılmıştır.

Kürleme işleminin ardından 3 mm çaplı delikleri olan ayna kullanılarak kıyma makinasından geçirilen daha sonra kıyma formuna gelmiş olan sucuk hamuru 16 eşit parçaya ayrılmıştır.

Central Composite modeli ile Yanıt Yüzey Yöntemine göre belirlenen brokoli tozu, yeşil biber tozu ve sodyum nitrit kıyma haline gelen sucuk hamuruna ilave edilip doluma hazır hale getirilmiştir.

Sucuk hamuru doldurma makinası ile 38 kalibre yapay kılıfların içine baton şeklinde yaklaşık 200 gram olmak üzere dolum yapılmıştır. Dolum yapılırken hava kalmaması için steril iğne yardımı ile kılıf birkaç farklı yerden delinmiştir. Sucuklara duşlama yapıldıktan sonra fermantasyon kabinine yerleştirmeden önce kılıfların yüzeyinde küf gelişimini önlemek için koruyucu %10’luk potasyum sorbat püskürtülmüştür. Fermantasyon kabinine alınan sucuklar birbirine değmeden aktarılmış, kabinin sıcaklığı 22°C’den başlayıp 18°C’ye kabin nemi %88’den başlayıp %75’e, hava akım hızı ise %100’den başlayıp %50’ye aşamalı olacak şekilde azaltılmıştır.

Çizelge 3.1. Yanıt yüzey yöntemine göre belirlenen değişken oranları

Muamele No	Nitrit (ppm)	Brokoli (%)	Yeşil Biber (%)
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	0,5	0,5
4	0	1	0
5	0	1	1
6	75	0	0,5
7	75	0,5	0
8	75	0,5	0,5
9	75	0,5	0,5
10	75	0,5	1
11	75	1	0,5
12	150	0	0
13	150	0	1
14	150	0,5	0,5
15	150	1	0
16	150	1	1

3.2.2 Araç Gereçler

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Laboratuvarında sucukların fiziksel, kimyasal ve teknolojik analizleri yapılmış olup kullanılan cihazlar;

- Hassas terazi (Ohaus Pioneer PA214C, KERN PFB 1200-2, USA)
- pH metre (Schott Instruments, Lab 860, İngiltere)
- Su Banyosu (Nüve BS30, Ankara)
- Ultraturrax (IKA T18 Digital Ultraturrax, Almanya)
- Etüv (VWR Vakumlu Etüv, Venti-Line, EC, Belçika)

- Renk Tayin Cihazı (Konica Minolta CR-400, Türkiye)
- Kuter (Scharfen, Tischkutter Modell TC 11, Almanya)
- Rotary Evaporatör (Heidolph heizbad Hei Vap,Almanya)

3.2.3 Analizler

Fermantasyon süresince her bir muamele kombinasyonu için nem, pH, randıman, renk analizleri yapılmış 0. ve 7. günlerde her gün yapılan analizlere ilave tiyobarbiturik asit (TBA), peroksit sayısı tayinleri yapılmıştır. Olgunlaşmanın 30. gününde her bir muamele kombinasyonu için randıman, anyon-kasyon, peroksit sayısı, nem, pH, TBA ile renk analizleri yapılmıştır.

Sucuk üretiminde hammadde olarak kullanılan koyun kuyruk yağı, et ile sığır yağında nem ve yağ tayini, sadece ette protein tayini yapılmış olup kullanılan brokoli ve yeşil biber tozunda ise anyon tayini yapılmıştır.

İki tekerrür şeklinde gerçekleşen çalışmada her tekerrür iki paralel olmak üzere analizler yapılmıştır. Ortaya çıkan veriler iki tekerrür ile iki paralelin ortalaması şeklinde verilmiştir.

3.2.3.1 Fiziksel-Kimyasal Analizler

3.2.3.1.1 Nem Tayini

Sucuk örneklerinden yaklaşık olarak 5 g alınıp $102\pm 1^\circ\text{C}$ olan etüve sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmak üzere konmuştur. Sabit tartıma gelen örneklerin desikatörde soğutulması sağlanmış ve en son tartılarak % nem oranı hesabı yapılmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Nem Oranı (\%)} = (M_1 - M_2) \times 100 / M_1$$

M_1 : Kurutma işlemi öncesi sucuk numune ağırlığı (g)

M₂: Kurutma sonrası sucuk numune ağırlığı (g)

3.2.3.1.2 pH Tayini

Erlen içerisinde 10 g tartılan sucuk örneğinin üzerine ilave edilen 100 mL saf suyla sucuğun parçalanması sağlanıp, uygun olan tampon çözeltiler yardımı ile standardize edilen pH metrenin (Schott Instruments, İngiltere) elektrodu vasıtasıyla, pH değerleri 0,01 hassaslıkta ölçülmüştür (Gökalp vd., 2012).

3.2.3.1.3 Protein Tayini

Sucuk örneğinin % ham azot (N) tayini Kjeldahl yöntemi yardımı ile yapılmış olup daha sonra 6,25 katsayısıyla çarpılmış, böylece ham protein miktarı elde edilmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Ham Azot (\%)} = [0,014 \times N \times F \times (V_2 - V_1) \times 100] / m$$

V₁: Şahit için harcanmış olan Hidroklorik Asit (HCl) (ml)

V₂: Örnek için harcanmış olan Hidroklorik Asit (HCl) (ml)

N: Hidroklorik Asit'in (HCl) normalitesi

F: Hidroklorik Asit'in (HCl) faktörü

3.2.3.1.4 Yağ Tayini

3-5 gram olacak şekilde tartılan sucuk numunesi 105°C 6 saat etüvde kurutulmuş, soxhlet balonları ise 2 saat etüvde kurutulmuş desikatöre alınıp tartılmıştır. Soxhlet ekstraksiyon cihazı ve hegzan ile ekstraksiyon yapıp % yağ formülü ile hesaplama yapılmıştır. (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)

3.2.3.1.5 Renk Tayini

Kolorimetre cihazı (CR-400 Minolta Co, Osaka, Japan) yardımıyla sucuk örneklerinin barındırdığı renk yoğunlukları bulunmuş, L^* , a^* ve b^* değerleri Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE- $L^*a^*b^*$ (Commision Internationele de l'E Clairage) aracılığıyla da belirtilen ölçütlere bakılarak renk tayini yapılmış L^* değeri koyuluk, açıklık; a^* değeri kırmızılık, yeşillik ve son olarakta b^* değeri sarılık, mavilik ile ilgili ölçüm yapılmıştır (Hunt vd.,1991).

3.2.3.1.6 Peroksit Sayısı Tayini

Sucuk örneği 5 g olacak şekilde tartılmış, 3 dakika olmak üzere 60°C olan su banyosunda tutulmuştur. Örneğe glacial asetik asit-kloroform (60:40 v/v) çözeltisinden 30 ml olacak şekilde eklenerek karıştırılmıştır. Karışım kaba filtre yardımı ile süzölmüş ve ortaya çıkan süzöntüye ilave olarak doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisinden 0,5 ml eklenip 5 dakika ortamı karanlık olan yerde bekletilmiş daha sonra saf sudan 30 ml ve %1'lik olan nişasta çözeltisinden 1 ml eklenerek 0,01 N sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ile açık sarı renk elde edene dek titre edilmiş, harcanan miktar belirlenip formölde yerine koyularak peroksit sayısı ortaya çıkarılmıştır (Sallam vd., 2004).

Peroksit Sayısı (meq O_2 / kg yağ) = Harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Sodyum tiyosülfat) x N x 1000 / örnek miktarı

N: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'nin normalitesi

3.2.3.1.7 Tiyobarbiturik asit (TBA) Tayini

Sucuktan 10 g alınıp üzerine 49 ml su (50°C) ve 1 ml olmak üzere sülfanilamid rejanıtı (%20'lik (v/v) hidroklorik asit (HCl) içinde % 0,5'lik sülfanilamid) eklenmiştir. Homojenat 48 ml su (50°C) ile balona aktarıldıktan sonra

HCl çözeltisinden [%37'lik HCl: saf su; 1: 2] 2 ml eklenmiştir. Malonaldehitin uçurulabilmesi amacı ile cam balon hot plate üzerine konulmuştur ve soğutuculu cam tüp bağlantısı sağlanarak 50 ml distilat ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkan bu distilattan 5 ml olmak üzere kapaklı tüplerin içine aktarılmış, üzerine 0.02 N 2-tiyobarbiturik asit ayracından katılmış, tüpler su banyosunda 35 dakika kaynatılıp, soğuması sağlandıktan sonra spektrofotometrede absorbands değerleri 538 nm'de ölçülmüştür. Standard eğrisi oluşumu için 5 ml distilat kullanımı yerine 8 farklı miktarda (1×10^{-8} - 9×10^{-8} mol) 1,1,3,3-Tetraetoksipropan (TEP) içeren 5 ml'lik saf su kullanımı gerçekleştirilmiştir. Oluşan standart eğrisi denkleminde ($y=ax+b$) faydalanılarak K değeri hesaplanmış ve TBA sayısı tespit edilmiştir (Ockerman, 1985).

TBA Sayısı (mg malonaldehit/ kg ürün) = Absorbans değeri x K

$K = S/A \times M \times 107 / C \times 100 / G$

S: 5 mL saf sudaki TEP (mol)

A: Standardın absorbandsı

M: Malonaldehitin molekül ağırlığı

G: Geri alım (%)

C: Örnek ağırlığı (g)

3.2.3.1.8 Anyon Tayini

5 g et tartılıp 40 ml 80°C'de olan saf su üzerine eklenmiştir. Et-saf su karışımı 500 mL'lik balon jöjeye alınarak üstüne 80°C olan 300 mL saf su eklenmiş ve sıcak su banyosunda 120 dakika tutulmuştur. Karışımın soğuması için beklendikten sonra üzeri 500 mL'ye saf suyla tamamlanmış, filtre kağıdından geçirilmiş ve böylelikle süzüntü ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkan süzüntü 0,22 µm'lik membran filtre yardımı ile süzülerek iyon kromatografisi cihazına yerleştirmek için hazırlanmıştır (Moreno vd., 2016).

3.2.3.1.9 Katyon Tayini

Anyon tayini yapılarında uygulanan işlem basamakları uygulanmış olup anyon tayininden değişik olarak ise iyon kromatografisi cihazına katyon kolonu takılmıştır (Moreno vd., 2016).

3.2.3.2 Teknolojik Analizler

3.2.3.2.1 Randıman Tayini

Fermantasyon süresince ve olgunlaşmanın 30. gününde her bir sucuk örneği kombinasyonu tartılmış ve ağırlık kaybı hesabı yapılmıştır.

3.2.3.3 İstatistiksel Analizler

Yanıt Yüzeyi Yöntemine (Response Surface Methodology) göre, 2 merkez noktalı Central Composite modeli temel alınarak iki tekerrürlü olacak şekilde deneme yapılmıştır. Brokoli tozunun (%0, 0.5, 1), yeşil biber tozunun (%0, 0.5, 1) ve sodyum nitritin (0, 75, 150 ppm) etkisi ele alınmıştır. Merkezde 2 nokta olacak halde Central Composite modeli düzenlenmiş, dizayn şekli merkezi olan yanıt yüzey yöntemine göre de merkezle birlikte 16 deneme noktası esas alınmıştır.

Bütün faktörler ikinci derece polinomial denklem ile değerlendirilmiştir. Modele ait eşitlik:

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

Modele ait eşitlikte görülen β_0 , β_i , β_{ii} , β_{ij} sabit ve modelin regresyon katsayısı olup X_i ve X_j bağımsız değişken seviyelerini belirtmektedir. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve sodyum nitritin üç değişkenli olan ikinci derece modelin denemeye uygunluğu sağlanıp kuadratik, lineer, ikili kombinasyonların interaksiyon etkileri ile

önemlilik dereceleri paket program (SAS 6.12) kullanımı ile belirlenmiş, X dizayn matrisiyle Y yanıt vektörüne bakarak, En Küçük Kareler Eşitliği $b=(X'X)^{-1}X'Y$ olarak bulunmuştur.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hammaddeye İlişkin Kimyasal Analiz Sonuçları

Hammaddeye ilişkin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammaddeye ilişkin kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	Nem (%)	Protein(%)	Yağ (%)
Sığır Eti	76,89	14,63	6,51
Koyun Kuyruk Yağı	3,5		90,87
Sığır Yağı	12,41		81,19

4.2 Kimyasal ve Fiziksel Özellikler

Kimyasal ve fiziksel özelliklerin ortalama değerleri ve bu değerlerin istatistiksel analizleri yapılmış sonuçlar tablolar şeklinde ekler bölümünde belirtilmiştir.

4.2.1 pH Değeri

Fermente sucuğun pH değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 4,860 - 0,030X_1 + 0,018X_2 - 0,006X_3 - 0,015X_1^2 - 0,014X_2X_1 - 0,000X_2^2 - 0,024X_3X_1 - 0,004X_3X_2 - 0,038X_3^2$$

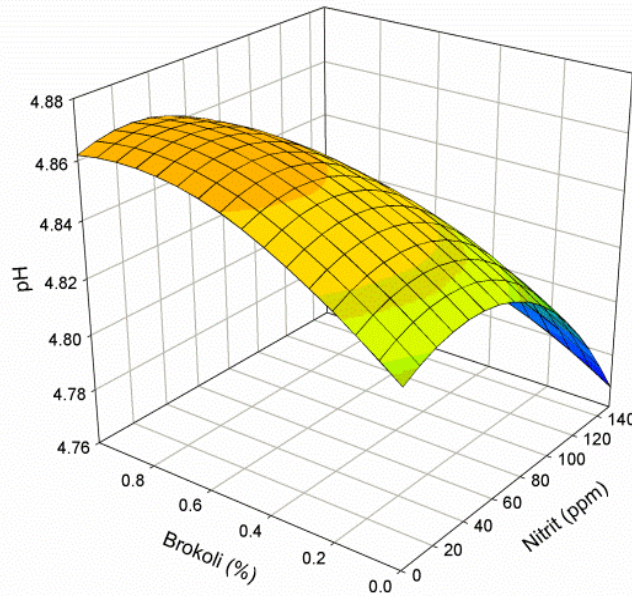
olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun pH değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin pH değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

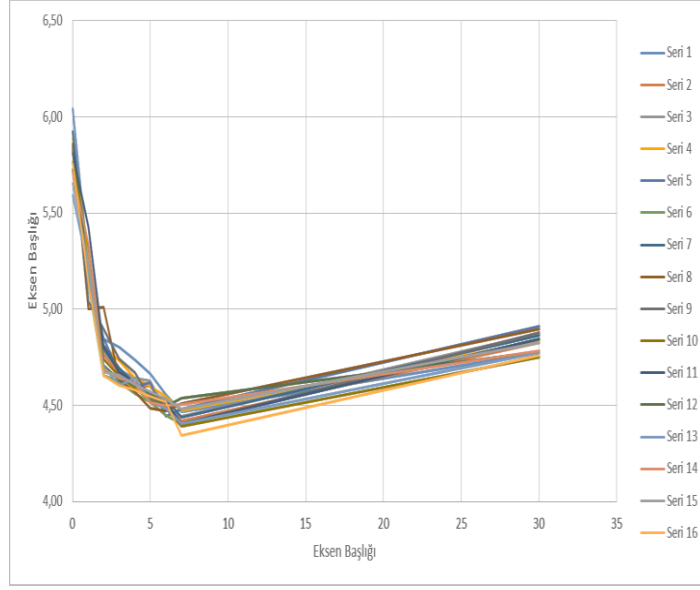
Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	0,006	2,199
X1 (Nitrit)	1	0,017	6,387*
X2 (Brokoli)	1	0,006	2,248
X3 (Yeşil Biber)	1	0,001	0,264
X1*X1	1	0,001	0,451
X2*X1	1	0,003	1,213
X2*X2	1	0,000	0,000
X3*X1	1	0,010	3,489
X3*X2	1	0,000	0,112
X3*X3	1	0,008	2,759
Uyum Eksikliği	5	0,005	2,310
Genel	31		0,064

*: P<0.05

Çizelgede 4.2’de görüldüğü gibi, sucukların pH değeri üzerine nitritin lineer etkisinin önemli (P<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.1’de nitrit eklenmesi ile pH değerinin düştüğü, sebep olarak nitrit gibi katkıların bazik karakterli bileşik olan biyojen amin oluşumunu azalttığı, bu sayede nitrit ilavesi ile sucukta pH’ın düşmesine yardımcı olduğu düşünülmüştür (Bozkurt ve Erkmen, 2002).



Şekil 4.1. pH değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.



Şekil 4.2. pH değerine ait seyir grafiği.

4.2.2 Nem Değeri

Fermente sucuğun nem değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 28,470 + 1,29X_1 - 1,115X_2 - 1,115X_3 + 4,758X_1^2 - 0,275X_2X_1 + 2,383X_2^2 - 0,1X_3X_1 + 0,913X_3X_2 - 3,117X_3^2$$

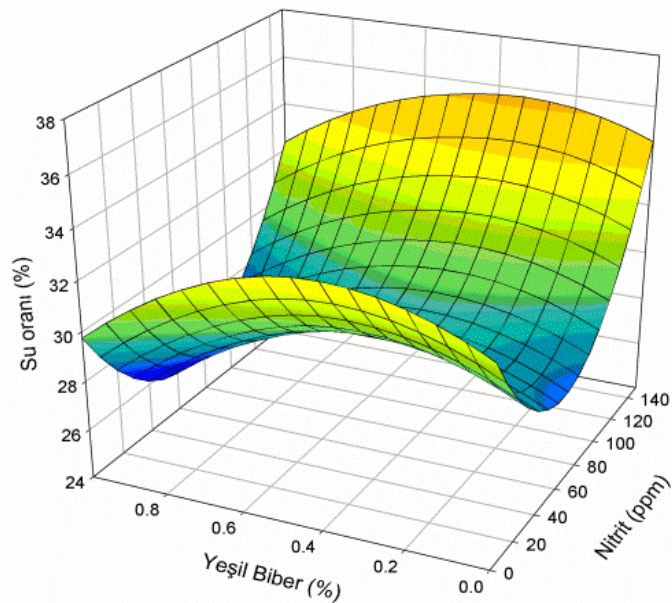
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun nem değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin nem değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	34,054	4,307
X1 (Nitrit)	1	33,282	4,209
X2 (Brokoli)	1	24,865	3,145
X3 (Yeşil Biber)	1	24,865	3,145
X1*X1	1	119,355	15,094**
X2*X1	1	1,210	0,153
X2*X2	1	29,936	3,786
X3*X1	1	0,160	0,020
X3*X2	1	13,323	1,685
X3*X3	1	51,236	6,480*
Uyum Eksikliği	5	33,849	121,977
Genel	31		0,003

*:P<0.05, **: P<0.01

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, sucuğun nem değeri üzerinde nitritin kuadratik etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu yeşil biber tozunun kuadratik etkisinin ise önemli (P<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.3’de nitrit ilavesi ile nem değerinin arttığı gözlenmektedir. Yılmaz’ın (2002) yaptığı çalışmaya göre; askorbik asidin nem değerini düşürdüğü, eklenen nitritin su oranını arttırdığı görülmüştür.



Şekil 4.3. Nem değeri üzerine yeşil biber tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.2.3 Peroksit Değeri

Fermente sucuğun peroksit değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 11,774 - 0,084X_1 + 0,271X_2 - 0,875X_3 - 0,123X_1^2 - 0,013X_2X_1 - 0,483X_2^2 - 0,778X_3X_1 + 0,229X_3X_2 + 0,992X_3^2$$

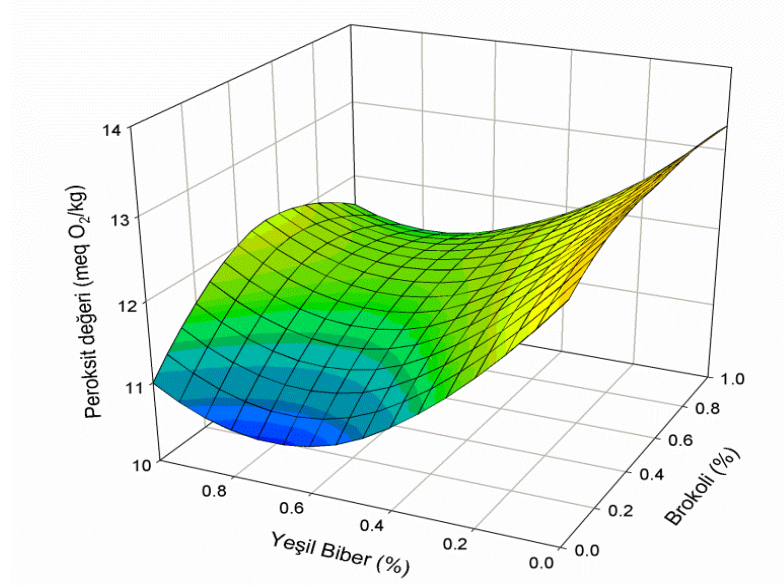
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun peroksit değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin peroksit değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	3,656	1,277
X1 (Nitrit)	1	0,141	0,049
X2 (Brokoli)	1	1,469	0,513
X3 (Yeşil Biber)	1	15,313	5,350*
X1*X1	1	0,080	0,028
X2*X1	1	0,003	0,001
X2*X2	1	1,232	0,431
X3*X1	1	9,688	3,385
X3*X2	1	0,842	0,294
X3*X3	1	5,184	1,811
Uyum Eksikliği	5	11,675	43,175
Genel	31		0,303

*: P<0.05

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi, sucukların peroksit değeri üzerine yeşil biber tozunun lineer etkisinin önemli (P<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.4'de yeşil biber ilavesi ile peroksit değerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Peroksit değerinin askorbit asit yardımı ile düştüğü bunun da askorbik asidin antioksidan etkisinden kaynaklandığı bilinmektedir (Ekici vd., 2014).



Şekil 4.4. Peroksit değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.

4.2.4 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değeri

Fermente sucuğun TBA (Tiyobarbiturik asit) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 0,202 - 0,038X_1 - 0,031X_2 - 0,012X_3 + 0,025X_1^2 + 0,008X_2X_1 - 0,008X_2^2 + 0,011X_3X_1 - 0,001X_3X_2 - 0,003X_3^2$$

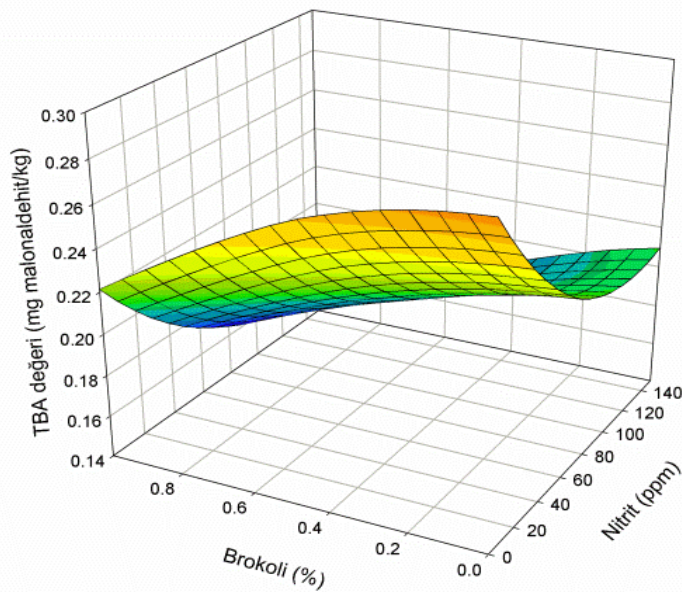
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun TBA değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin TBA değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	0,006	2,597
X1 (Nitrit)	1	0,028	11,614**
X2 (Brokoli)	1	0,019	7,937**
X3 (Yeşil Biber)	1	0,003	1,189
X1*X1	1	0,003	1,351
X2*X1	1	0,001	0,436
X2*X2	1	0,000	0,125
X3*X1	1	0,002	0,746
X3*X2	1	0,000	0,003
X3*X3	1	0,000	0,015
Uyum Eksikliği	5	0,009	20,593
Genel	31		0,033

** : P< 0.01

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, sucukların TBA değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.5’de nitrit ilavesi sonucunda TBA değerinde azalma olduğu gözlenmektedir. Bu durumun sebebi olarak nitritin antioksidan özelliği sayesinde yağ oksidasyonunu engellemesi kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Gökalp vd., 2015).



Şekil 4.5. TBA değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.2.5 L*(iç) Değeri

Fermente sucuğun L*(iç) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y= 35,799 + 0,187X_1 - 0,389X_2 + 0,205X_3 + 1,268X_1^2 + 0,638X_2X_1 + 2,870X_2^2 + 1,68X_3X_1 + 4,285X_3X_2 - 1,280X_3^2$$

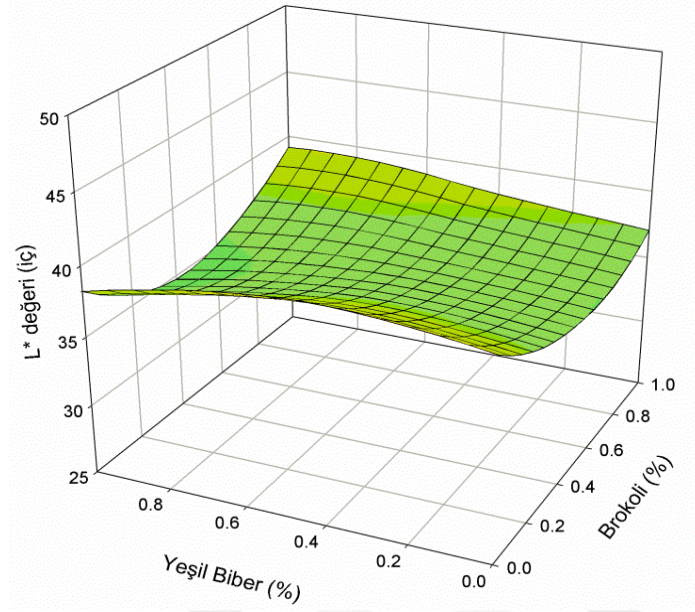
olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun L*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin L*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	47,168	1,319
X1 (Nitrit)	1	0,699	0,020
X2 (Brokoli)	1	3,019	0,084
X3 (Yeşil Biber)	1	0,836	0,023
X1*X1	1	8,473	0,237
X2*X1	1	6,503	0,182
X2*X2	1	43,436	1,215
X3*X1	1	45,158	1,263
X3*X2	1	293,780	8,214**
X3*X3	1	8,637	0,242
Uyum Eksikliği	5	64,774	2,378
Genel	31		0,283

** : P<0.01

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, sucukların L*(iç) değeri üzerine yeşil biber ve brokoli tozu kombinasyonunun etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.6'da brokoli tozu ilavesi ile L*(iç) değerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Öven (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre; sucuk formülasyonuna ilave edilen yağ miktarının L* değerini genel olarak etkilediği ifade edilmektedir.



Şekil 4.6. L* iç değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.

4.2.6 a*(iç) Değeri

Fermente sucuğun a*(iç) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 9,763 + 0,462X_1 - 0,398X_2 + 0,02X_3 - 0,573X_1^2 + 0,087X_2X_1 - 0,616X_2^2 - 0,457X_3X_1 + 0,457X_3X_2 + 0,529X_3^2$$

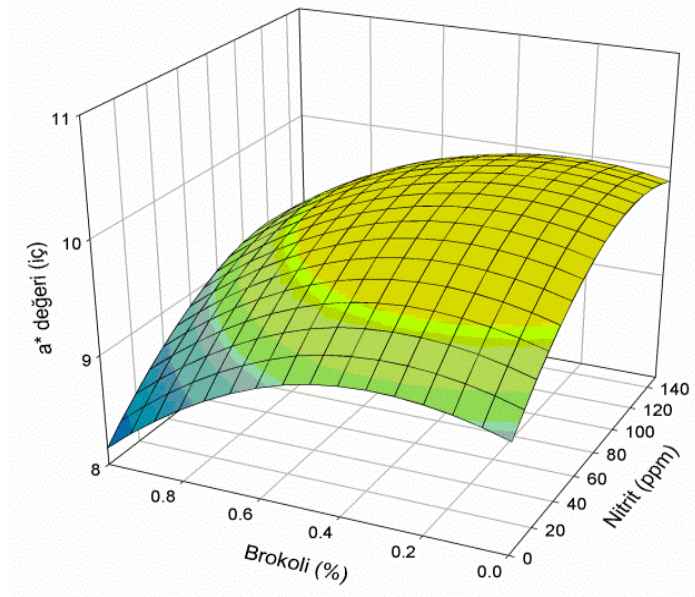
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun a*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin a*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	2,190	3,235
X1 (Nitrit)	1	4,260	6,291*
X2 (Brokoli)	1	3,168	4,679*
X3 (Yeşil Biber)	1	0,008	0,012
X1*X1	1	1,733	2,559
X2*X1	1	0,121	0,178
X2*X2	1	1,999	2,953
X3*X1	1	3,340	4,932*
X3*X2	1	3,340	4,932*
X3*X3	1	1,477	2,181
Uyum Eksikliği	5	1,520	3,542
Genel	31		0,012

*: P< 0.05

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, sucukların a*(iç) değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin önemli (P<0.05) olduğu, yeşil biber tozu ve nitrit kombinasyonu ile yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin önemli (P<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.7’de a* iç değerinin nitrit eklenmesi ile arttığı görülmektedir. a değeri kırmızılık değerini belirtmekte olup bu artışa neden olarak nitritin myoglobin ile etkileşime girmesi sonucunda pH’nın düşmesi ve ortaya çıkan redoks potansiyeli sayesinde tepkimenin hızlanması ile nitrozomyoglobin oluşumunun artması düşünülmektedir (Ordenez vd., 1999).



Şekil 4.7. a* iç değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.2.7 b*(iç) Değeri

Fermente sucuğun b*(iç) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 13,104 - 0,659X_1 + 0,145X_2 + 0,331X_3 - 0,025X_1^2 - 0,125X_2X_1 + 0,442X_2^2 - 0,784X_3X_1 + 1,474X_3X_2 - 1,155X_3^2$$

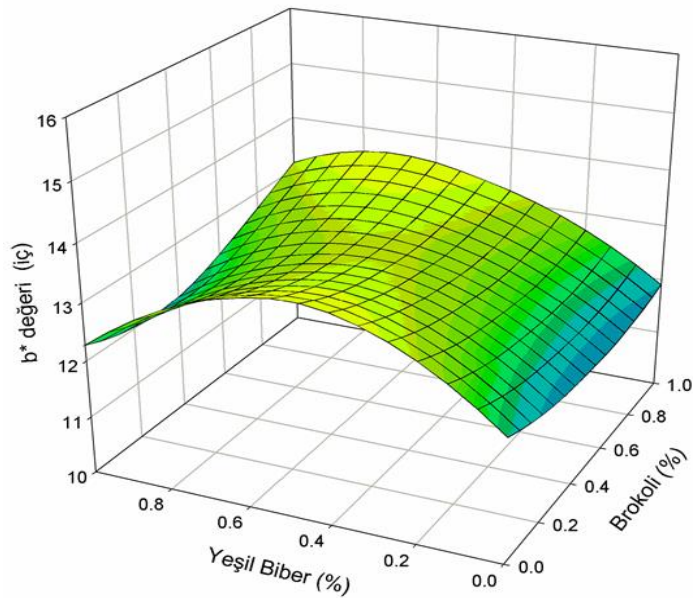
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun b*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin b*(iç) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	7,128	2,144
X1 (Nitrit)	1	8,686	2,613
X2 (Brokoli)	1	0,418	0,126
X3 (Yeşil Biber)	1	2,191	0,659
X1*X1	1	0,003	0,001
X2*X1	1	0,250	0,075
X2*X2	1	1,032	0,311
X3*X1	1	9,828	2,957
X3*X2	1	34,751	10,455**
X3*X3	1	7,035	2,117
Uyum Eksikliği	5	7,707	3,788
Genel	31		0,070

**: $P < 0.01$

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi b*(iç) değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.8’de brokoli tozu ilavesi ile b*(iç) değerinin arttığı gözlemlenmiş olup bu artışın brokoli tozunun b değerinin yüksek olmasından dolayı olabileceği düşünülmektedir (Ek: E).



Şekil 4.8. b* iç değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.

4.2.8 L*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun L*(kabuk) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 33,438 - 2,063X_1 + 0,351X_2 + 0,214X_3 - 2,643X_1^2 + 4,162X_2X_1 - 0,300X_2^2 + 0,637X_3X_1 + 0,539X_3X_2 + 2,252X_3^2$$

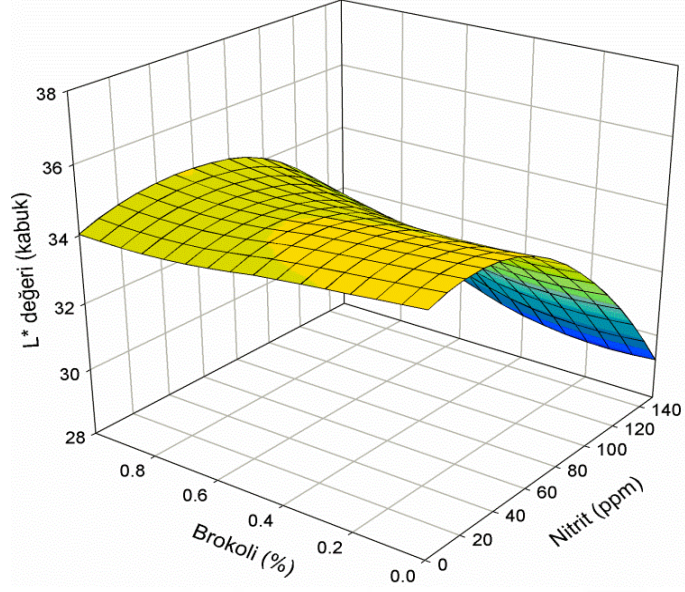
olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun L*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin L*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	47,444	14,901
X1 (Nitrit)	1	85,078	26,722**
X2 (Brokoli)	1	2,464	0,774
X3 (Yeşil Biber)	1	0,912	0,286
X1*X1	1	36,826	11,566**
X2*X1	1	277,139	87,045**
X2*X2	1	0,475	0,149
X3*X1	1	6,490	2,038
X3*X2	1	4,655	1,462
X3*X3	1	26,746	8,401**
Uyum Eksikliği	5	12,177	22,598
Genel	31		<.0001

** :P<0.01

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi, sucukların L*(kabuk) değeri üzerine nitritin lineer etkisinin, nitrit ve yeşil biber tozunun kuadrik etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu aynı zamanda brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin de çok önemli (P<0.01) olduğu bulunmuştur. L* değerinin et ve et ürünlerinde, renk değişimini tayin etmede oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Gimeno vd., 2000). Şekil 4.9'da nitrit ilavesi ile L*(kabuk) değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. L* değerinde zamana bağlı olarak azalma gerçekleşmesinin oksidasyona bağlı olarak esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Bozkurt ve Bayram, 2005).



Şekil 4.9. L*kabuk değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.2.9 a*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun a*(kabuk) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 2,882 + 0,658X_1 - 0,711X_2 - 0,140X_3 - 0,136X_1^2 - 0,635X_2X_1 - 0,033X_2^2 - 0,314X_3X_1 + 0,346X_3X_2 - 0,308X_3^2$$

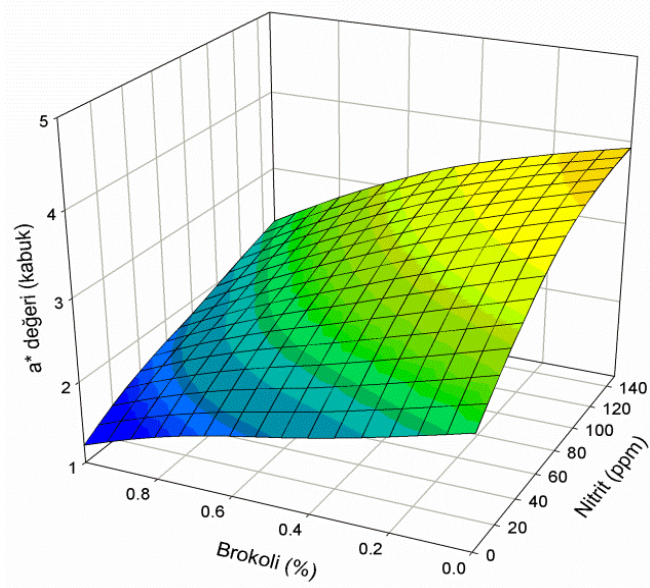
olarak tespiti gerçekleştirilmiş, faktörlerin sucuğun a*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin a*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	3,372	4,524
X1 (Nitrit)	1	8,659	11,617**
X2 (Brokoli)	1	10,096	13,545**
X3 (Yeşil Biber)	1	0,389	0,522
X1*X1	1	0,097	0,131
X2*X1	1	6,452	8,655**
X2*X2	1	0,006	0,008
X3*X1	1	1,575	2,113
X3*X2	1	1,918	2,573
X3*X3	1	0,501	0,673
Uyum Eksikliği	5	2,761	18,092
Genel	31		0,002

**: $P < 0.01$

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi, sucukların a*(kabuk) değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu brokoli tozu ve nitrit kombinasyonunun etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.10'da a*kabuk değerinin nitritin ilavesi ile arttığı görülmektedir. Olgunlaşmanın ilk zamanlarında, et hamurunda bulunan nitrik oksit, istenen renk pigmentini oluşturmak için miyoglobinin ile etkileşime girmekte böylelikle a değeri artmaktadır. Oluşan pigmentin denatürasyonu veya ileri oksidasyonu gerçekleştiğinde ise a değeri azaldığı düşünülmektedir (Bozkurt ve Bayram, 2005).



Şekil 4.10. a*kabuk değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.2.10 b*(kabuk) Değeri

Fermente sucuğun b*(kabuk) değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 4,337 + 0,179X_1 + 0,164X_2 + 0,487X_3 - 0,541X_1^2 + 0,328X_2X_1 + 0,517X_2^2 + 0,351X_3X_1 + 1,013X_3X_2 + 0,214X_3^2$$

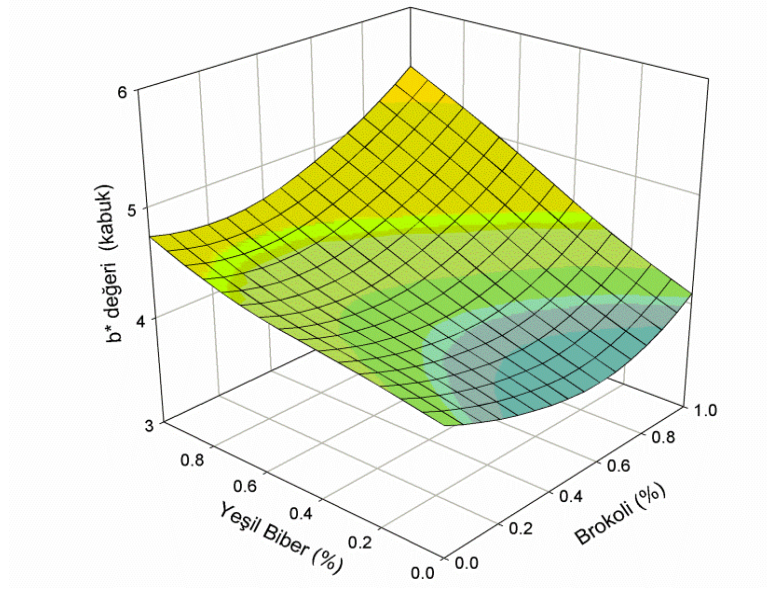
olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun b*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11 'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin b*(kabuk) değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	3,175	10,614
X1 (Nitrit)	1	0,641	2,142
X2 (Brokoli)	1	0,535	1,787
X3 (Yeşil Biber)	1	4,743	15,855**
X1*X1	1	1,542	5,156*
X2*X1	1	1,723	5,758*
X2*X2	1	1,407	4,704*
X3*X1	1	1,967	6,575*
X3*X2	1	16,423	54,893**
X3*X3	1	0,242	0,808
Uyum Eksikliği	5	0,885	6,972
Genel	31		<.0001

*:P<0.05, **:P<0.01

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi, sucukların b*(kabuk) değeri üzerine yeşil biber tozunun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu, nitrit ve brokoli tozunun kuadratik etkisinin önemli (P<0.05) olduğu, brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu ile yeşil biber tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin önemli (P<0.05) olduğu, yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.11’de brokoli tozu ve yeşil biber tozu ilavesi ile b*(kabuk) değerinin arttığı gözlemlenmiştir (Ek E). Bu durumun, ilave edilen brokoli ve yeşil biber tozunun b* değerinden ve zamana bağlı olarak kabukta oksidasyon ürünlerinin birikiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Şanes (2006) tarafından yapılan çalışmaya göre; b*(kabuk) değerinin et ürünleri formülasyonuna ilave edilen yağ kaynağına bağlı olmak üzere kısmen değişiklik gösterebileceği, aynı zamanda depolama zamanının uzamasından kaynaklı bu değer artabileceği ifade edilmektedir.



Şekil 4.11. b*kabuk değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozunun etkisi.

4.2.11 NH₄⁺ Değeri

Fermente sucuğun NH₄⁺ değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=554,299 - 53,657X_1 + 41,302X_2 + 21,497X_3 - 3,898X_1^2 - 6,138X_2X_1 + 148,999X_2^2 + 66,637X_3X_1 - 47,383X_3X_2 - 53,311X_3^2$$

olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun NH₄⁺ değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin NH_4^+ değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	37581	0,367
X1 (Nitrit)	1	57581,47	0,562
X2 (Brokoli)	1	34116,28	0,333
X3 (Yeşil Biber)	1	9241,99	0,090
X1*X1	1	80,13	0,001
X2*X1	1	602,83	0,006
X2*X2	1	117058,33	1,142
X3*X1	1	71047,57	0,693
X3*X2	1	35922,57	0,351
X3*X3	1	14985,39	0,146
Uyum Eksikliği	5	29042	0,234
Genel	31		0,939

Çizelge 4.12’te görüldüğü gibi sucukların NH_4^+ değerleri üzerinde faktör etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

4.2.12 NO_3^- Değeri

Fermente sucuğun NO_3^- değeri üzerinde bulunan faktörlerinin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=117,658 + 1,467X_1 - 15,590X_2 - 0,852X_3 + 17,580X_1^2 + 20,092X_2X_1 + 4,157X_2^2 - 0,963X_3X_1 - 2,214X_3X_2 + 4,137X_3^2$$

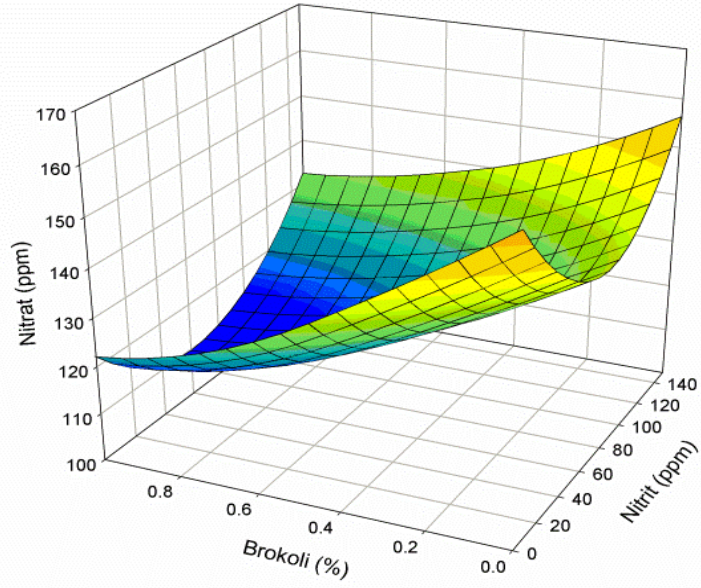
olarak tespiti gerçekleşmiş, faktörlerin sucuğun NO_3^- değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Brokoli tozu, yeşil biber tozu ve nitritin NO_3^- değerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varvasyon Kaynağı	SD	K.O	F
Model	9	1687,49	21,953
X1 (Nitrit)	1	43,042	0,560
X2 (Brokoli)	1	4860,650	63,233**
X3 (Yeşil Biber)	1	14,501	0,189
X1*X1	1	1629,522	21,199**
X2*X1	1	6458,935	84,025**
X2*X2	1	91,127	1,186
X3*X1	1	14,842	0,193
X3*X2	1	78,455	1,021
X3*X3	1	90,252	1,174
Uyum Eksikliği	5	320,497	61,474
Genel	31		<.0001

** : $P < 0.01$

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi, sucukların NO_3^- değeri üzerine brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu, nitritin kuadratik etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu, brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.12’de nitrit ilavesi ile NO_3^- değerinin arttığı görülmüştür. Bu artışın sebebi olarak nitratın nitrite dönüştüğü düşünülmekte, nitratın nitrite dönüşmesinde nitrat redüktaz enziminin önemli olduğu düşünülmektedir (Sulak ve Aydın, 2005). Brokoli tozu ilavesinin NO_3^- değerini düşürdüğü, bu düşüşünde askorbik asitin nitrit miktarının düşürmesi kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Yalçın vd., 2012).

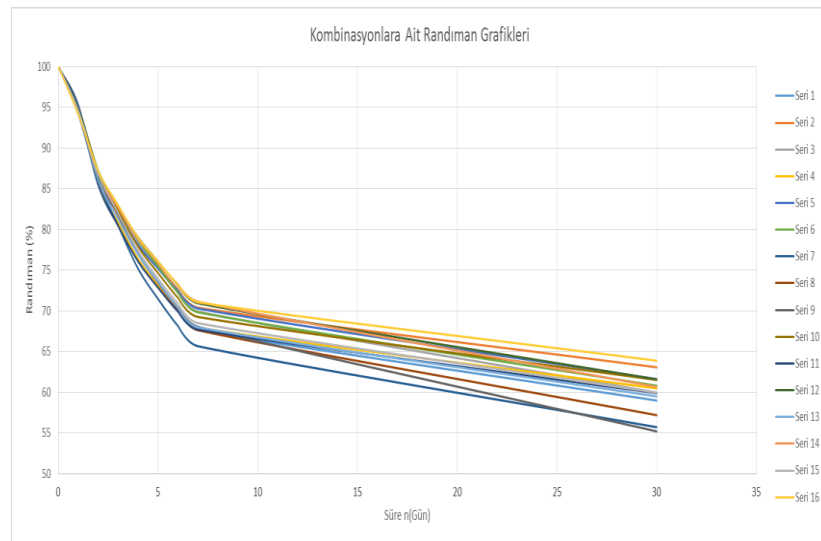


Şekil 4.12. NO_3^- değeri üzerine brokoli tozu ve sodyum nitritin etkisi.

4.3 Teknolojik Özellikler

4.3.1 Randıman Değeri

Fermentasyon süresince sucuklar her gün tartılıp başlangıçtaki ağırlıklarına oranlayarak randıman hesaplanmıştır. Fermentasyon kabini sıcaklığına bağlı olarak randıman değerinin gün geçtikçe azaldığı görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Kombinasyonlara ait randıman grafiği.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışma, geleneksel yöntem uygulanarak üretilmiş olan fermente sucukların üretiminde kullanılan sentetik nitrit miktarının azaltılması amacıyla brokoli ve yeşil biber tozu kullanılıp kimyasal, fiziksel ve teknolojik özellikler üzerinde brokoli tozu, yeşil biber tozu ve sodyum nitritin etkisinin belirlenmesi ve ortaya çıkan etkilerin Central Composite modeli ile yanıt yüzey yöntemine göre modellenmesi için yapılmıştır.

Bu yöntemle göre, Central Composite modeli ile iki tekerrürlü deneme olacak şekilde yapılmış, brokoli tozunun (%0, 0.5, 1), yeşil biber tozunun (%0, 0.5, 1) ve sodyum nitritin (0, 75, 150 ppm) faktörleri ele alınmıştır. Merkezde 2 nokta olacak şekilde model düzenlenmiş, merkezi bir dizayn şekline sahip olan yanıt yüzey yöntemine bakılarak, merkezle birlikte 16 deneme noktası esas alınmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda sucuk örneğinin pH değeri üzerinde sadece nitritin önemli olduğu belirlenmiştir.

Nem değeri üzerinde nitritin kuadratik etkisinin çok önemli olduğu yeşil biber tozunun kuadratik etkisinin ise önemli olduğu belirlenmiştir.

Peroksit değeri üzerine yeşil biber tozunun lineer etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

TBA değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

L*(iç) değeri üzerine yeşil biber ve brokoli tozu kombinasyonunun etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

a*(iç) değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin önemli olduğu, yeşil biber tozu ve nitrit kombinasyonu ile yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

b*(iç) değeri üzerine yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

L*(kabuk) değeri üzerine nitritin lineer etkisinin, nitrit ve yeşil biber tozunun kuadrik etkisinin çok önemli olduğu aynı zamanda brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin de çok önemli olduğu belirlenmiştir.

a*(kabuk) değeri üzerine nitritin ve brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli olduğu brokoli tozu ve nitrit kombinasyonunun etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

b*(kabuk) değeri üzerine yeşil biber tozunun lineer etkisinin çok önemli olduğu, nitrit ve brokoli tozunun kuadratik etkisinin önemli olduğu, brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu ile yeşil biber tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin önemli olduğu, yeşil biber tozu ve brokoli tozu kombinasyonu etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

NO₃⁻ değeri üzerine brokoli tozunun lineer etkisinin çok önemli olduğu, nitritin kuadratik etkisinin çok önemli olduğu, brokoli tozu ve nitrit kombinasyonu etkisinin ise çok önemli olduğu tespit edilmiştir.

Yapılmış olan bu çalışmada geleneksel yöntemle ortaya çıkarılmış olan fermente sucuğa gerekli teknolojik, kimyasal ve fiziksel analizler yapılmış, sucuk formülasyonuna nitrat kaynağı olarak ilave edilen brokoli tozunun NO₃⁻ değerini önemli ölçüde düşürdüğü bulunmuştur. Son ürünlerdeki kalıntı nitrat miktarının, nitrat ve nitritin birbirine dönüşümünün gerçekleşebilmesinden dolayı önem taşıdığı bilinmektedir.

İlave edilen yeşil biber tozunun ise peroksit değerini düşürdüğü tespit edilmiş, sucuk üretiminde kullanılmış doğal nitrat kaynağı olan brokoli tozu ile askorbat kaynağı olan yeşil biber tozu sayesinde sodyum nitritin daha az miktarlarda ilave edilebileceği söylenebilir.

Doğal ürünlere yönelim her geçen gün artmakta olup bu ve benzer çalışmaların sentetik ürün kullanımının azaltılmasına yönelik yeni yapılacak olan çalışmalara ışık tutup, yardımcı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Aksoy A, Türel İ, Arslan B ve Dede Ö (1999) “Farklı Dozlarda Gübrelenen Patates Bitkisinin Yumrularındaki Nitrat ve Nitrit Düzeyleri”, Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 23 (3): 461-465.
- Aksu Mİ ve Kaya M (2004) “Effect of Usage *Urtica Dioica* L. on Microbiological Properties of Sucuk, a Turkish Dry-Fermented Sausage”, Food Control, 15: 591-595.
- Alan Ö ve Sönmez K (2012) “Eskişehir Ekolojik Koşullarında Bazı Brokoli Çeşitlerinin (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) Agronomik Özelliklerinin ve Yetiştirme Olanaklarının Belirlenmesi”, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26 (3): 29-35.
- Amr A ve Hadidi N (2001) “Effect of Cultivar and Harvest Date on Nitrate (NO₃) and Nitrite (NO₂) Content of Selected Vegetables Grown Under Open Field and Greenhouse Conditions in Jordan”, Journal of Food Composition and Analysis, 14: 59-67.
- Anonim (1997) Türk Sucuğu TS.1070, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.
- Anonim (2002) Türk Sucuğu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (2007) Sucuk-Like Meat Products- Thermally Treated, Turkish Standard, TS 13297, ICS 67.120.10, Ankara.
- Anonim (2013) Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Yayınlandığı R. Gazete: 30.06.2013/28693.
- Anonim (2017) <https://docplayer.biz.tr/34822390-Et-endustrisinde-kullanilan-katki-maddeleri-et-ve-et-urunleri-teknolojisi-12-ders-prof-dr-zehra-ayhan.html> 25.02.2019.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis, 17th Ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
- 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.

- Baş D ve Boyacı İH (2007) "Modeling and Optimization I: Usability of Response Surface Methodology", *Journal of Food Engineering*, 78: 836-845.
- Bloukas JG, Paneras ED ve Fournitzis GC (1997) "Effect of Replacing Pork Backfat With Olive Oil on Processing and Quality Characteristics of Fermented Sausages", *Meat Science*, 45 (2): 133-144.
- Bozkurt H ve Bayram M (2005) "Colour and Textural Attributes of Sucuk During Ripening", *Meat Sci.*, 73: 344-350.
- Bozkurt H ve Erkmen O (2002) "Effects of Starter Cultures and Additives on the Quality of Turkish Style Sausage (sucuk)", *Meat Science*, 61: 149-156.
- Bozkurt H ve Erkmen O (2004) "Effect of Nitrate/Nitrite on the Quality of Sausage (sucuk) During Ripening and Storage", *J. of the Food Sci. and Agri.*, 84: 270-286.
- Box GEP ve Draper NR (2007) *Response Surfaces, Mixtures and Ridge Analyses*, Second Edition, John Wiley & Sons, New Jersey, 857, USA.
- Candan T ve Bağdatlı A (2018) "Et Ürünlerinde Nitrit/Nitrat Azaltılmasına Yönelik Doğal Uygulamalar", *Pamukkale Üniv Müh Bilim Derg*, 24 (7): 1382-1387.
- Cankurt M, Miran B ve Şahin A (2010) "Sığır Eti Tercihlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Örneği", *Hayvansal Üretim*, 51 (2): 16-22.
- Colla G, Kim HJ, Kyriacou MC ve Roupae Y (2018) "Nitrate in Fruits and Vegetables", *Scientia Horticulturae*, 237: 221-238.
- Drosinos EH, Mataragas M, Xiraphi N, Moschonas G, Gaitis F, Metaxopoulos J ve (2005) "Characterization of the Microbial Flora from a Traditional Greek Fermented Sausage", *Meat Science*, 69: 307-317.
- Ekici L, Öztürk İ, Sağdıç O ve Yetim H (2014) Et ve Et Ürünlerinde Baharatların Doğal Antioksidan ve Antimikrobiyel Olarak Kullanımı, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30 (1): 66-72.
- 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.
- Ercoşkun H (2006) Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Sucukların Bazı Kalite Özelliklerine Fermentasyon Süresinin Etkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ercoşkun H ve Ertaş AH (2003) "Fermente Et Ürünlerinde Lezzet Bileşenleri ve Oluşumları", *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (16): 38-44.
- Erginkaya Z (1993) "Fermente Sucuklarda Organik Asit Miktarının Belirlenmesi", *Gıda*, 18 (6): 373-376.

- Erkmen O ve Bozkurt H (2004) “Quality Characteristics of Retailed Sucuk (Turkish Dry-Fermented Sausage)”, *Food Technology and Biotechnology*, 42 (1): 63-69.
- Erkmen G, Orak H ve Şatıroğlu S (1990) “Nitrate and Nitrite Content of Fresh Vegetables of Turkish Origin”, *Turkish Journal of Chemistry*, 14: 196-200.
- Ertaş AH (1998) “Et Yağlarının Oksidasyonu”, *Gıda*, 23 (1): 11-17.
- Ertaş AH (1999) “Fermente Sosislerde Lezzet Oluşumu”, *Gıda*, 24 (5): 303-317.
- Essid I ve Hassouna H (2013) “Effect of Inoculation of Selected *Staphylococcus Xylosus* and *Lactobacillus Plantarum* Strains on Biochemical, Microbiological and Textural Characteristics of a Tunisian Dry Fermented Sausage”, *Food Control*, 32: 707-714.
- Estévez M (2011) “Protein Carbonyls in Meat Systems: A review”, *Meat Science*, 89: 259-279.
- Estévez M, Ventanas S ve Cava R (2005) “Protein Oxidation in Frankfurters with Increasing Levels of Added Rosemary Essential Oil: Effect on Colour and Texture Deterioration”, *Journal of Food Science*, 70: 427-432.
- Friedman M (1996) “Nutritional Value of Proteins From Different Food Sources”, A Review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 6-29.
- Gençdağ E (2017) Farklı Haşlama Yöntemleri İle Haşlanan Brokolilerde Askorbik Asit, Renk ve Tekstür Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Gimeno O, Ansorena D, Astiasaran I ve Bello J (2000) “Characterization of Chorizo Pamplona Instrumental Measurement of Colour and Texture”, *Food Chemistry*, 69: 195-200.
- Gökalp HY, Kaya M, Tülek Y ve Zorba Ö (2012) Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu, Altıncı Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları, 751, Erzurum.
- Gökalp HY, Kaya M ve Zorba Ö (2015) Et Ürünleri İşleme Mühendisliği, Dokuzuncu Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları, 786, Erzurum.
- Gültekin F (2014) A’dan Z’ye Gıda Katkı Maddeleri, Server İletişim, s. 61.
- Gürakan GC, Bozoğlu TF ve Wiess N (1995) “Identification of *Lactobacillus* Strains From Turkish- Style Dry Fermented Sausage”, *Lebensmittel-Wissenschaft Unter-Technology*, 28: 139.
- Gürel B (2018) Yeni Bir Ürün: Tavuk Rulo Üretimine Yanıt Yüzey Yöntemiyle (RSM) Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

- Hugas M ve Monfart JM (1997) "Bacterial Starter Cultures for Meat Fermentation", *Food Chemistry*, 59: 547-554.
- Hung Y, Verbeke W, Kok MT (2016) "Stakeholder and Consumer Reactions Towards Innovative Processed Meat Products: Insights From a Qualitative Study About Nitrite Reduction and Phytochemical Addition". *Food Control*, 60: 690-698.
- 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", American Meat Sci. Association and National Live Stock and Meat Board, Chicago.
- İlgü E ve Güneş H (2002) "Siyah-Alaca Irkından Erkek Sığırların Özel İşletme Koşullarındaki Besi Performansları Üzerinde Araştırmalar", *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 28 (2): 313-335.
- Jiménez-Colmenero F, Carballo J ve Cofrades S (2001) "Healthier Meat and Meat Products: Their Role as Functional Foods", *Meat Science*, 59: 5-13.
- Kara R ve Akkaya L (2010) "Geleneksel ve Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Türk Sucuklarında Salmonella Typhimurium'un Gelişimi", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (3): 1-8.
- Kara R, Akkaya L, Gök V, Gürler Z ve Müdüroğlu R (2012) "Farklı Oranlarda Manda Eti Kullanılarak Üretilen Sucukların Olgunlaşma ve Depolama Aşamalarındaki Bazı Özelliklerinin Araştırılması", *Kocatepe Vet J.*, 5 (1): 13-19.
- Kara C, Okyay N ve Şahin U (2008) "Bazı Sebze ve Meyvelerde C Vitamini Tayini", *Tübitak Eğitimde Bilim Danışmanlığı Projesi, Kayseri'deki Fen ve Teknoloji Öğretmenleri Bilim Danışmanlığı ve Eğitimi Yönünden Destekleme Çalıştayı*, 14-20 Haziran 2008.
- Karaağaç O ve Balkaya A (2010) "Bafra Kırmızı Biber Popülasyonlarının [Capsicum annum L. var. conoides (Mill.) Irish] Tanımlanması ve Mevcut Varyasyonun Değerlendirilmesi", *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 25 (1): 10-20.
- Kayaardı S ve Gök V (2003) "Effect of Replacing Beef Fat With Olive Oil on Quality Characteristics of Turkish Soudjouk (sucuk)", *Meat Science*, 66: 249-257.
- Kidmose U ve Hansen M (1998) "The Influence of Postharvest Storage, Temperature and Duration on Quality of Cooked Broccoli Florets", *Journal of Food Quality* 22: 135-146.
- Köseoğlu İE (2014) *Çeşitli Et Ürünlerinde Üretim Aşamalarının Yağ Asidi Bileşimi ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lücke FK (2000) "Utilization of Microbes to Process and Preserve Meat", *Meat Science*, 56: 105-115.

- Mendicoa JC, Astiasaran I ve Bello J (1997) "Nitrate and Nitrite Levels in Fresh and Frozen Broccoli Effect of Freezing and Cooking", Food Chemistry, 58 (1-2): 39-42.
- Montgomery DC (2009) Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons, s.208.
- 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.
- Myers RH, Montgomery DC ve Anderson-Cook CM (2009) Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., 680, New York, USA.
- Møller JK ve Skibsted LH (2002) "Nitric Oxide and Myoglobins", Chemical Reviews, 102 (4): 1167-1178.
- Nwabueze TU (2010) "Basic Steps in Adapting Response Surface Methodology as Mathematical Modelling for Bioprocess Optimisation in the Food Systems", International Journal of Food Science and Technology., 45: 1768-1776.
- Ockerman HW (1985) Quality Control of Post-Mortem Muscle Tissue, Dept of Animal Sciences, The Ohio State University; Columbus, OH, USA.
- Ordenez JA, Hierro EM, Bruna J ve Hoz L (1999) "Changes in the Components of Dryfermented 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 (3): 17-21.
- Oruç HH, Cengiz M ve Kalkanlı Ö (2005) "Piliç Etlerinde Lipid Oksidasyonu Sonucu Oluşan Monoaldehit (MA) Konsantrasyonları", Uludağ Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 24 (1-2-3-4): 7-9.
- Öksüztepe G, Güran HŞ, İncili GK ve Gül SB (2011) "Elazığ'da Tüketime Sunulan Fermente Sucukların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi", F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg, 25 (3): 107-114.
- Öven DC (2017) Sucukların Bazı Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Farklı Yağ Oranlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Öz F, Kaya M ve Aksu M (2002) "Sucuk Üretiminde Farklı Nitrit Dozlarının ve Starter Kültür Kullanımının *Escherichia Coli* O157:H7'nin Gelişimi Üzerine Etkisi", Turk J Vet Anim Sci, 26: 651-657.
- Özdehan Ö ve Üren A (2010) "Gıdalarda Nitrat ve Nitrit", Akademik Gıda, 8 (6): 35-43.

- Öziş G (2014) Bazı Organik Asit ve Tuzlarının Fermente Sucuğun Bazı Özellikleri Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Patricia CM, Bibiana DY ve Jose PM (2011) “Evaluation of Microwave Technology in Blanching of Broccoli (*Brassica oleracea* L. var *Botrytis*) as a Substitute for Conventional Blanching”, *Procedia Food Science*, 1: 426-432.
- Pehlivanoğlu H, Nazlı B, İmamoğlu H ve Çakır B (2015) “Piyasada Fermente Sucuk Olarak Satılan Ürünlerin Kalite Özelliklerinin Saptanması ve Geleneksel Türk Fermente Sucuğu ile Karşılaştırılması”, *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. / J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ.*, 41 (2): 191-198.
- Rantsiou K ve Cocolin L (2008) *Fermented Meat Products, Molecular Techniques in the Microbial Ecology of Fermented Foods* 91-118, New York: Springer.
- Sallam KI, Ishioroshi M ve Samejima K (2004) “Antioxidant and Antimicrobial Effects of Garlic in Chicken Sausage”, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37: 849-855.
- Sancak YC, Ekici K ve İşleyici Ö (2008) “Fermente Türk Sucuğu ve Pastırmalarda Kalıntı Nitrat ve Nitrit Düzeyleri”, *YYÜ Vet Fak Derg.*, 19 (1): 41-45.
- Sancak YC, Kayaardı S, Sağun E, İşleyici Ö ve Sancak H (1996) “Van Piyasasında Tüketime Sunulan Fermente Türk Sucuklarının Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Organoleptik Niteliklerinin İncelenmesi”, *YYÜ Vet Fak Derg.*, 7 (1-2): 67-73.
- Sarkar A ve Sinha B (2016) “Solution Properties and Taste Behavior of Lactose Monohydrate in Aqueous Ascorbic Acid Solutions at Different Temperatures: Volumetric and Rheological Approach”, *Food Chemistry*, 211: 590-597.
- Sebranek JG ve Bacus JN (2007) “Cured Meat Products Without Direct Addition of Nitrate or Nitrite: What Are The Issues?”, *Meat Science*, 77: 136-147.
- Sezgin AE (2009) *Başlıca Yaprığı Yenilen Sebzelerin Nitrat ve Nitrit Miktarları ve Uygulanan Teknolojik İşlemlerin Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.*
- Sezgin A (2014) “Haşlama ve Dondurarak Muhafaza İşlemlerinin Sebzelerdeki Nitrat ve Nitrit Miktarı Üzerine Etkisi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9 (2): 33-45.
- Sırıken B, Özdemir M, Yavuz H ve Pamuk Ş (2006) “The Microbiological Quality and Residual Nitrate/ Nitrite Levels in Turkish Sausage (soudjouk) Produced in Afyon Province, Turkey”, *Food Control*, 17: 923-928.
- Sindelar JJ ve Milkowski AL (2012) “Human Safety Controversies Surrounding Nitrate and Nitrite in the Diet”, *Nitric Oxide*, 26: 259-266.

- Sucu C ve Turp G (2018) "The Investigation of the Use of Beetroot Powder in Turkish Fermented Beef Sausage (Sucuk) as Nitrite Alternative", *Meat Science*, 140: 158-166.
- Sulak M ve Aydın İ (2005) "Yem Bitkilerinde Nitrat Birikmesi", *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20 (2): 106-109.
- Szeto YT, Tomlinson B ve Benzie IFF (2002) "Total Antioxidant and Ascorbic Acid Content of Fresh Fruits and Vegetables: Implications for Dietary Planning and Food Preservation", *British Journal of Nutrition*, 87: 55-59.
- Şanes A (2006) Kalorisi ve Yağ Miktarı Azaltılmış Fonksiyonel (Diyet) Sucuk Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tuna AL ve Eroğlu B (2017) "Tuz Stresi Altındaki Biber (*Capsicum annuum L.*) Bitkisinde Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Antioksidatif Sisteme Etkileri", *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 32: 121-131.
- Turp G ve Sucu Ç (2016) "Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımına Potansiyel Alternatif Yöntemler", *CBÜ Fen Bil. Dergi.*, 12 (2): 231-242.
- Varnam AH ve Sutherland JP (1995) *Meat and Meat Products; Technology, Chemistry and Microbiology*, 3, Chapman and Hall Inc. London, United Kingdom.
- Visessanguan W, Benjakul S, Riebroy S, Yarchai M ve Tapingkae W (2004) "Changes in Lipid Composition and Fatty Acid Profile of Nham, a Thai Fermented Pork Sausage During Fermentation", *Food Chemistry*, 94: 580-588.
- Vural H (1998) "The Use of Commercial Starter Cultures in the Production of Turkish Semi Dry Fermented Sausages", *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und- Forschung A-Food Research and Technology*, 207: 410-412.
- Yağlı H ve Ertuş AH (1998) "Pastırmanın Bazı Kalite Özelliklerine Sodyum Askorbatın Etkisi", *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22: 515-520.
- Yalçın H, Can ÖP ve Türkoğlu M (2012) "Mersin İlinde Tüketime Sunulan Salam, Sosis ve Sucuklardaki Kalıntı Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Belirlenmesi", *Gıda*, 37 (1): 33-37.
- Yıldırım Y (1992) *Et Endüstrisi*, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları Yıldırım Basımevi, 3.Baskı, Ankara.
- Yılmaz MT (2002) Nitrit, Glukono Delta Lakton ve Askorbik Asidin Sucuğun Bazı Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Yanıt Yüzey Yöntemi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

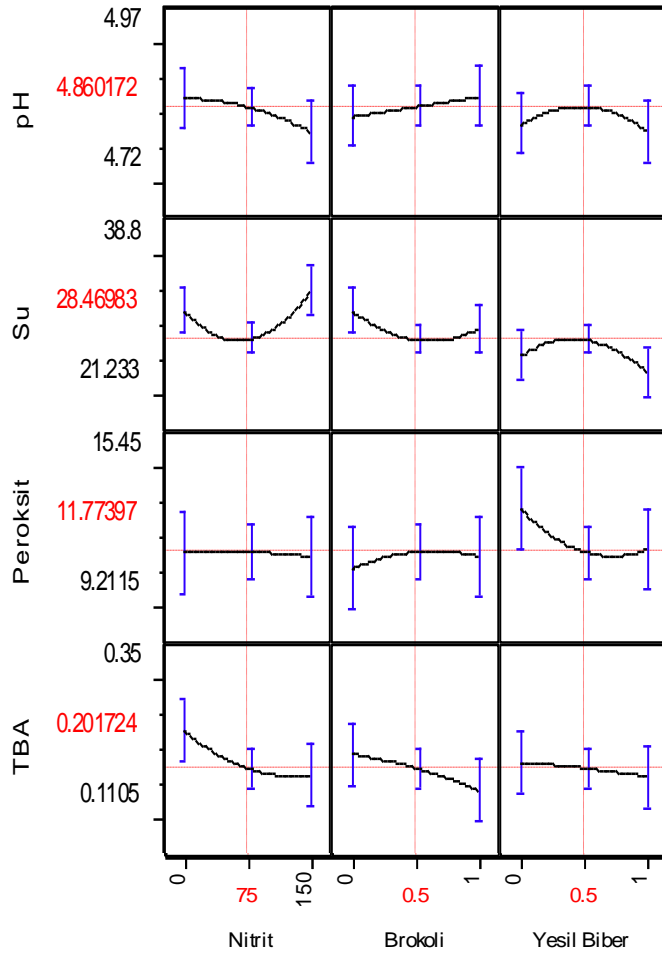
- Yılmaz MT ve Zorba Ö (2010) "Response Surface Methodology Study on the Possibility of Nitrite Reduction by Glucono δ Lactone and Ascorbic Acid in Turkish-type Fermented Sausage (Sucuk)", Journal of Muscle Foods, 21: 15-30.
- Yoldaş F (2003) Brokoli'de Sıcaklık Dikim Sıklığı Ekim ve Dikim Zamanlarının Generatif Gelişim ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yoldaş F ve Eşiyok D (2004) "Dikim Sıklığı, Ekim ve Dikim Zamanlarının Brokolide Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri", Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41(2): 37-48.
- Yolmeh M ve Jafari SM (2017) "Applications of Response Surface Methodology in the Food Industry Processes", Food and Bioprocess Technology, 10: 413-433.
- Zahmacioğlu A (2017) Sera Koşullarında Vermikompost ve Amonyum Nitrat Uygulamalarının Brokoli (*Brassica oleracea L.var. Italica*) Bitkisine Etkisinin Toprak Ve Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Zhang D ve Hamazu Y (2002) "Phenolic Compounds, Ascorbic Acid, Carotenoids and Antioxidant Properties of Green, Red and Yellow Bell Peppers", Science of Functional Foods, Graduate School of Agriculture, Shinshu University, 8304 Minami-minowa, Kami-ina, Nagano 399-4598 Japan.
- Zhang W, Xiao S, Samaraweera H, Lee EJ ve Ahn DU (2010) "Improving Functional Value of Meat Products", Meat Science, 86: 15-31.



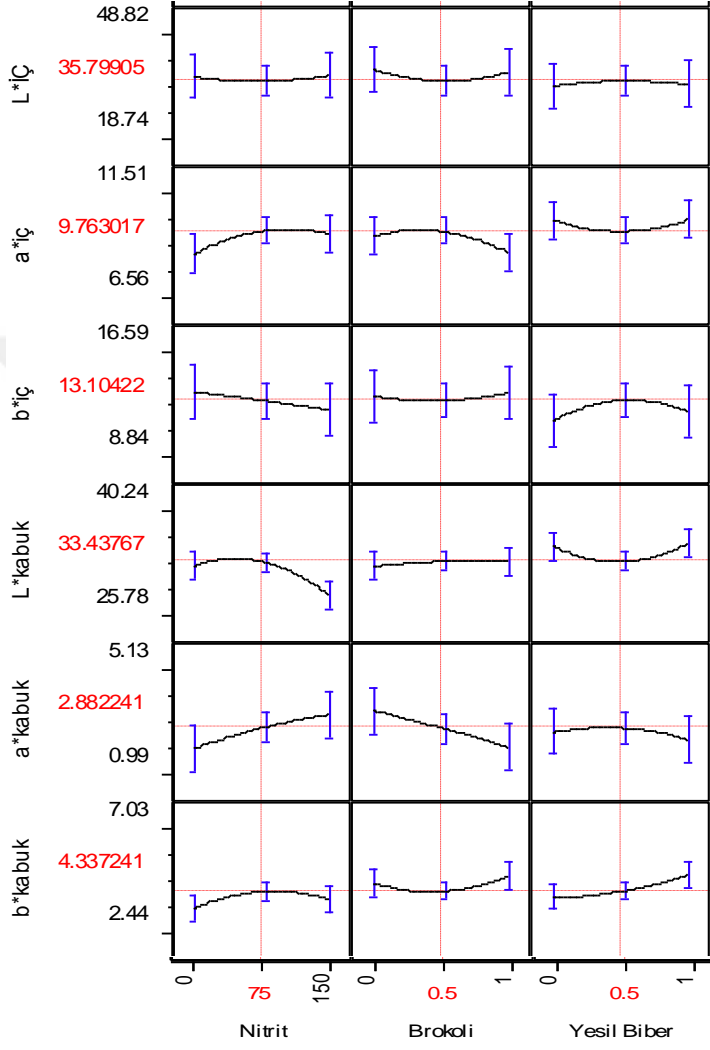
EKLER

7. EKLER

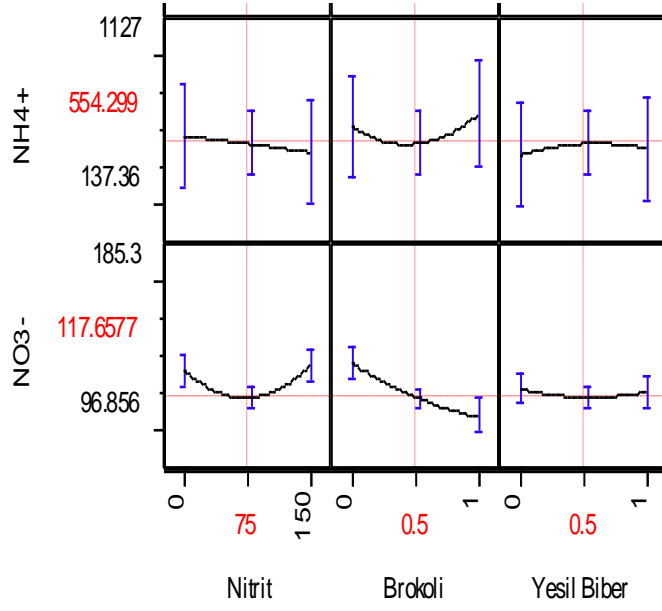
EK A: Kimyasal analiz parametreleri üzerinde faktörlerin etkisi



EK B: Fiziksel analiz parametreleri üzerinde faktörlerin etkisi



EK C: Anyon-katyon analiz parametreleri üzerinde faktörlerin etkisi



EK D: Kullanılan bitki tozlarının anyon tayin sonuçları

	Brokoli (mg/L)	Yeşil Biber (mg/L)
Cl ⁻	4392	5472
PO ₄ ⁻³	5440,6	10022,8
SO ₄ ⁻²	12045,7	60107
NO ₃ ⁻	984,1	944
NO ₂ ⁻	141,6	-

EK E: Brokoli ve yeşil biber tozu fiziksel ve kimyasal değerlere ait analiz sonuçları

	L*	a*	b*	pH
Brokoli	21,98	-4,99	12,94	5,25
Yeşil biber	19,00	2,52	3,09	4,61

EK F-1: Fermantasyon 0. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Peroksit	TBA	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	6,00	60,40	5,76	0,43	100,00	47,53	15,96	19,39	39,42	13,91	12,3
2	5,82	58,45	7,85	0,35	100,00	45,42	11,84	18,92	38,34	9,67	11,70
3	5,87	58,40	5,07	0,41	100,00	44,27	12,71	17,18	37,29	10,07	10,55
4	5,89	59,05	7,19	0,29	100,00	41,45	9,53	13,49	35,17	12,56	9,59
5	5,84	56,70	6,75	0,22	100,00	39,48	10,56	15,46	33,24	7,95	9,22
6	5,83	58,45	6,44	0,29	100,00	41,76	9,94	16,02	35,33	7,52	9,60
7	5,93	60,75	7,63	0,18	100,00	44,88	10,12	17,17	38,13	8,28	10,64
8	5,86	60,60	8,40	0,17	100,00	45,15	8,33	17,77	38,57	6,64	11,13
9	5,84	59,05	6,09	0,18	100,00	40,48	11,8	16,99	34,00	9,19	10,02
10	5,77	60,50	11,8	0,28	100,00	40,96	9,02	16,88	34,55	6,91	10,12
11	5,81	60,40	9,92	0,23	100,00	43,01	7,63	18,40	36,43	5,78	11,06
12	5,73	57,55	10,11	0,27	100,00	47,35	12,38	17,21	40,86	10,27	11,06
13	5,6	60,05	6,61	0,26	100,00	44,36	11,68	18,97	38,70	9,54	12,11
14	5,71	59,05	12,38	0,19	100,00	43,91	10,19	17,58	36,22	9,05	10,53
15	5,66	60,65	12,80	0,19	100,00	44,56	12,19	16,49	37,66	9,74	10,22
16	5,76	57,50	5,46	0,17	100,00	42,99	9,93	16,61	34,15	9,64	10,00

EK F-2: Fermantasyon 1. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	5,22	53,55	94,43	40,24	19,88	15,05	30,71	7,58	6,01
2	5,14	60,40	94,34	47,81	17,25	15,48	29,58	6,09	3,87
3	5,20	52,95	95,08	38,76	18,68	14,79	32,06	6,48	7,29
4	5,25	58,05	94,48	42,14	7,92	14,51	31,77	6,21	7,39
5	5,17	51,90	94,04	30,23	6,42	9,72	27,88	5,23	4,8
6	5,13	59,05	95,04	46,81	18,82	15,41	30,15	8,57	6,46
7	5,16	53,90	94,28	42,95	20,67	17,75	29,96	6,88	5,34
8	5,00	53,80	94,21	47,73	16,25	15,78	29,84	5,86	5,87
9	5,04	54,70	94,82	45,13	19,86	19,15	30,17	5,93	4,64
10	5,33	56,90	94,67	42,12	18,21	19,08	28,17	5,83	4,73
11	5,43	58,20	95,18	45,24	12,75	22,81	28,41	4,83	4,02
12	5,24	56,55	94,75	46,91	18,21	18,92	29,61	7,83	4,44
13	5,20	56,05	94,46	45,74	21,01	21,97	27,20	8,60	4,19
14	5,34	56,10	94,22	38,91	17,21	17,20	31,27	7,96	5,46
15	5,24	56,85	94,58	42,76	17,98	19,36	30,59	7,33	5,86
16	5,14	56,15	94,07	43,09	14,58	20,50	30,82	5,74	5,05

EK F-3: Fermantasyon 2. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,85	54,05	85,38	49,66	12,47	13,06	28,71	6,21	5,17
2	4,77	54,15	86,63	44,03	20,99	18,56	29,80	5,71	4,05
3	4,79	53,45	86,65	42,86	13,98	17,40	30,05	4,81	4,63
4	4,82	55,00	85,58	41,56	10,82	16,59	30,58	4,64	4,74
5	4,85	56,55	85,95	46,54	15,33	16,47	26,22	4,02	3,06
6	4,66	53,60	87,25	42,85	17,20	17,73	27,82	10,84	5,32
7	4,82	55,40	85,94	39,52	14,29	13,35	26,95	8,08	4,71
8	5,01	50,95	86,58	44,56	15,64	17,67	31,03	8,04	5,38
9	4,90	53,00	87,00	46,97	17,36	20,59	30,62	6,67	5,87
10	4,74	56,55	87,10	47,28	15,81	19,46	29,78	8,63	6,08
11	4,80	50,95	85,42	42,27	17,27	19,24	27,06	7,11	4,83
12	4,71	53,80	86,49	44,04	18,83	18,19	28,48	10,85	5,90
13	4,71	53,70	85,97	41,63	16,48	18,51	29,06	7,72	4,33
14	4,69	55,50	86,70	44,29	18,74	15,34	30,71	8,01	5,83
15	4,68	52,70	86,80	45,26	13,11	18,21	31,33	6,44	4,23
16	4,66	52,60	87,16	45,10	14,43	19,63	28,04	5,54	4,73

EK F-4: Fermantasyon 3. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,81	49,70	80,79	47,37	17,61	15,69	32,02	5,69	7,09
2	4,67	53,30	82,65	45,61	17,08	20,23	28,37	6,27	5,36
3	4,69	53,70	82,45	47,95	18,87	18,38	28,69	5,75	5,82
4	4,73	52,85	80,79	47,22	15,18	16,91	27,55	4,30	4,57
5	4,67	52,15	81,88	42,99	14,13	18,11	29,25	5,10	5,84
6	4,63	55,25	82,94	48,45	17,40	17,55	30,34	9,76	7,01
7	4,70	52,80	80,41	47,22	22,52	20,00	28,74	7,44	5,04
8	4,64	50,80	81,69	46,86	17,00	18,11	27,34	7,25	3,97
9	4,74	53,75	81,86	45,61	17,34	17,59	28,95	8,74	5,81
10	4,65	51,05	82,32	47,57	17,73	18,35	25,19	7,15	3,57
11	4,68	50,85	80,39	43,29	14,56	17,88	26,27	7,56	3,79
12	4,64	50,00	82,67	52,38	18,23	20,17	26,63	11,09	4,81
13	4,61	52,10	81,26	46,59	17,60	19,23	26,09	10,22	4,55
14	4,64	51,55	82,63	46,14	15,15	18,83	27,60	10,26	5,53
15	4,66	53,70	81,94	45,64	16,33	20,36	28,73	8,34	5,65
16	4,61	49,80	82,94	47,75	16,11	17,59	26,71	8,02	4,79

EK F-5: Fermantasyon 4. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,74	49,45	76,36	53,46	13,94	16,28	29,42	6,29	4,94
2	4,60	49,20	78,72	43,09	16,08	15,61	26,63	7,40	4,21
3	4,64	48,85	78,31	41,85	14,97	17,28	29,90	5,59	6,23
4	4,64	48,30	76,34	42,91	8,70	15,88	25,39	5,00	3,38
5	4,60	49,00	78,06	45,37	11,43	18,26	24,60	4,21	3,16
6	4,56	50,25	78,70	48,73	16,58	21,06	30,66	10,08	7,39
7	4,62	49,20	75,14	43,61	17,64	17,45	48,54	19,75	21,09
8	4,57	48,75	76,95	48,54	19,75	21,09	29,00	7,66	5,80
9	4,67	47,80	76,97	47,66	18,73	20,36	24,45	8,75	4,14
10	4,59	49,85	77,85	47,92	16,58	21,83	28,41	7,06	4,59
11	4,62	45,75	76,03	48,86	15,03	21,93	23,17	5,42	3,21
12	4,62	48,65	79,00	29,97	16,23	19,26	29,50	12,62	6,30
13	4,64	50,20	76,90	44,45	18,31	17,85	23,19	7,22	3,42
14	4,62	47,75	78,81	48,33	16,91	20,08	29,14	11,11	6,20
15	4,61	50,00	77,33	49,11	16,68	16,42	27,60	8,61	5,66
16	4,58	48,20	78,96	45,11	16,58	19,17	26,46	9,65	4,99

EK F-6: Fermantasyon 5. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,67	50,30	73,08	45,83	14,04	15,89	33,99	7,59	7,32
2	4,6	46,90	75,59	49,82	13,78	19,54	26,65	6,33	5,29
3	4,63	44,30	75,21	47,33	13,81	18,18	27,09	4,34	4,28
4	4,6	44,80	73,08	50,99	11,96	20,14	23,30	6,00	4,59
5	4,62	47,50	75,18	38,33	15,42	16,09	26,84	4,61	5,07
6	4,52	45,30	75,43	46,61	24,14	18,26	26,88	7,96	4,39
7	4,57	46,30	71,44	45,91	17,92	16,49	26,45	9,88	4,64
8	4,49	46,10	73,41	51,33	14,46	18,7	26,36	8,87	4,66
9	4,54	42,80	73,53	43,64	16,45	18,35	25,70	7,53	3,79
10	4,53	43,45	74,62	45,66	17,4	19,99	27,66	5,05	3,84
11	4,57	40,15	72,82	43,94	14,45	18,07	24,58	5,63	2,96
12	4,56	47,50	76,05	52,42	18,24	16,81	27,27	10,43	4,55
13	4,52	49,45	73,50	43,54	19,19	16,84	25,71	6,97	4,70
14	4,52	42,50	75,96	38,72	15,27	12,59	26,48	9,22	4,52
15	4,57	48,05	73,93	45,55	17,25	17,31	26,23	9,07	4,98
16	4,55	46,25	76,04	48,43	12,11	20,77	25,38	6,46	3,73

EK F-7: Fermantasyon 6. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,56	42,45	69,95	49,16	11,42	14,78	28,00	5,70	4,57
2	4,51	45,35	72,62	52,24	11,11	15,06	25,09	4,91	3,42
3	4,48	47,20	72,21	47,47	18,41	17,34	27,32	4,15	3,66
4	4,55	39,60	70,13	45,68	12,37	14,38	24,72	4,14	3,42
5	4,45	43,75	72,43	49,14	11,75	18,76	24,30	3,68	3,12
6	4,45	48,70	72,19	45,52	19,91	19,08	29,56	7,08	4,12
7	4,54	50,95	68,12	44,25	15,69	15,15	32,28	6,06	4,28
8	4,47	44,40	70,12	44,99	16,90	18,48	24,15	7,03	3,41
9	4,51	47,45	70,40	43,31	13,01	17,49	22,23	5,65	2,70
10	4,49	44,20	71,57	44,84	13,86	18,19	28,98	5,66	4,65
11	4,52	45,90	69,89	39,43	11,39	13,04	27,49	4,65	3,74
12	4,5	46,80	73,14	47,74	21,65	19,07	29,30	8,42	4,35
13	4,49	49,30	70,32	47,53	17,25	18,45	24,10	6,58	3,06
14	4,5	50,45	73,24	42,75	15,71	19,68	24,74	8,65	3,96
15	4,54	48,20	70,86	46,70	17,44	19,76	28,92	8,23	5,84
16	4,52	46,70	73,22	39,23	14,74	17,17	26,91	6,71	4,78

EK F-8: Fermantasyon 7. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Peroksit	TBA	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk
1	4,47	49,70	6,82	0,47	67,64	44,92	14,85	14,99	27,84	4,65	3,64
2	4,42	45,85	8,52	0,42	70,40	44,94	11,75	14,62	28,51	3,58	3,55
3	4,45	45,70	9,85	0,47	69,92	42,38	13,30	13,30	27,82	3,22	3,59
4	4,47	43,95	10,74	0,36	67,95	44,51	12,59	16,76	28,18	1,95	4,57
5	4,48	45,45	9,52	0,27	70,29	42,82	13,94	16,87	23,24	3,10	1,52
6	4,41	45,10	8,54	0,34	69,83	46,10	17,34	18,13	28,94	6,98	4,75
7	4,44	46,90	9,06	0,22	65,66	42,75	16,01	14,41	23,62	6,18	2,20
8	4,51	44,85	7,62	0,19	67,63	46,51	13,44	15,88	26,14	4,39	3,65
9	4,40	48,30	8,57	0,23	68,04	45,78	14,45	14,01	25,04	5,28	3,04
10	4,39	48,55	13,11	0,31	69,26	38,85	12,07	14,28	23,71	4,46	2,66
11	4,41	47,10	10,54	0,25	67,72	44,02	10,67	16,74	22,71	3,70	2,38
12	4,54	43,70	10,95	0,28	70,94	47,49	17,02	17,37	26,70	8,12	5,31
13	4,41	41,35	7,60	0,26	67,98	44,40	16,07	14,60	24,54	6,99	3,36
14	4,51	44,50	10,75	0,23	71,14	42,15	15,81	10,58	26,47	8,35	4,68
15	4,48	43,95	11,65	0,19	68,50	45,53	12,06	15,62	29,39	5,10	4,89
16	4,35	45,40	6,66	0,17	71,07	42,84	11,65	17,40	25,94	5,19	4,04

EK F-9: Fermantasyon 30. gün analiz sonuçları

Kombinasyon	pH	Su	Peroksit	TBA	Randıman	L*iç	a*iç	b*iç	L*kabuk	a*kabuk	b*kabuk	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
1	4,78	30,85	13,40	0,34	58,98	42,39	8,67	12,11	37,73	1,60	5,78	664,85	181,00
2	4,83	29,60	11,44	0,24	63,07	33,33	9,03	12,72	37,87	1,66	3,12	624,17	183,73
3	4,88	35,20	11,57	0,32	59,95	38,10	9,61	12,82	34,53	1,52	4,14	523,86	131,79
4	4,84	32,45	12,51	0,21	60,48	34,35	6,81	11,67	31,77	1,72	2,46	905,75	102,57
5	4,91	28,65	11,80	0,17	61,60	42,60	9,20	16,53	30,21	2,58	5,52	684,42	102,96
6	4,85	36,40	10,06	0,19	60,80	43,43	10,04	15,41	33,89	5,11	4,47	787,32	122,73
7	4,87	25,90	12,07	0,16	55,71	38,44	11,36	12,36	35,22	3,14	3,97	411,97	127,13
8	4,90	28,65	9,48	0,15	57,18	45,83	10,47	16,46	33,53	1,82	4,24	477,26	113,68
9	4,88	26,60	11,25	0,23	55,18	29,66	8,10	10,89	35,47	3,11	4,26	575,63	114,42
10	4,75	25,65	14,88	0,25	61,50	28,66	9,71	10,98	35,10	2,43	5,23	617,86	120,07
11	4,85	26,15	13,94	0,21	59,87	31,97	8,74	11,12	31,33	1,01	5,33	647,14	124,51
12	4,78	38,70	14,21	0,23	61,56	39,14	10,55	13,11	27,03	4,72	4,18	385,03	140,52
13	4,78	30,85	9,47	0,23	59,49	36,97	9,28	8,95	25,86	2,94	4,60	619,79	145,92
14	4,79	32,10	13,15	0,15	60,65	34,09	9,26	12,77	26,01	4,39	3,55	604,80	142,30
15	4,83	33,00	13,60	0,19	59,96	33,82	9,24	10,53	33,87	1,71	3,84	610,27	148,97
16	4,76	35,00	9,45	0,12	63,87	48,62	9,60	13,90	38,71	1,90	6,64	646,60	139,00

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Zişan Topal
Doğum Yeri ve Tarihi : Sakarya- 04.1994
Lisans Üniversite : Afyon Kocatepe Üniversitesi
Elektronik posta : zisanceytopal@gmail.com
İletişim Adresi : 0553 648 0421