

**T.C.**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**LESİTİN VE KEÇİBOYNUZU GAMI KULLANIMININ**  
**VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NİLÜFER ÖZMEN TÜRK**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Ömer EREN**

**BOLU, TEMMUZ - 2024**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Nilüfer ÖZMEN TÜRK** tarafından hazırlanan “LESİTİN VE KEÇİBOYNUZU GAMI KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 11/07/2024

### Jüri Üyeleri

### İmza

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

.....

Üye  
Prof. Dr. İsmail YILMAZ  
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

.....

Üye  
Dr. Öğretim Üyesi Derya ATALAY  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı**

**Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim 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.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....  
**NİLÜFER ÖZMEN TÜRK**

# ÖZET

## LESİTİN VE KEÇİBOYNUZU GAMI KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
NİLÜFER ÖZMEN TÜRK  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, TEMMUZ - 2024  
(xiii + 74 )

Bu çalışma ile, nohut, bezelye ve patates bitkisel kaynaklarını kullanarak üretilmiş olan vegan köftelerde, lesitin ve keçiboynuzu gamı kullanılmasının, köftelerin farklı fiziksel, kimyasal, teknolojik ve tekstürel özellikler üzerindeki etkilerini, Merkezi Bileşim Tasarım modeli baz alınarak Yanıt Yüzey Yöntemi ile modellenmesi yapılmıştır. Bu araştırmamızda, nohut, bezelye ve patates hammadde olarak kullanılmış olup, keçiboynuzu gamı (% 0-1) ve lesitin (%0-1) kombinasyonları kullanılarak hazırlanan vegan köftelerde çeşitli kimyasal, fiziksel, duyuşal, tekstürel ve teknolojik analizler yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarından katkı olarak kullanılan lesitin köftelerin pH ve yağ değerleri üzerinde etkili olduğu ( $P<0,05$ ) görülürken, nem, protein, pişme verimi, renk değerleri, tekstürel özellikler ve duyuşal özellikleri üzerinde etkisinin önemli olmadığı ( $P>0,05$ ) tespit edilmiştir. Diğer bir katkı maddesi olan keçiboynuzu gamının köftelerin pH, yağ, elastikiyet,  $b^*$ (dış) renk değeri ve tat-aroma parametresinde etkisinin önemli olduğu ( $P<0,05$ ) saptanmıştır. % 0,5 oranında keçiboynuzu gamı kullanımının köfteler üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Lesitin vegan köftenin fiziksel, duyuşal, tekstürel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi açısından kullanılmasının büyük önem gösterdiği sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Nohut, Bezelye, Patates, Keçiboynuzu Gamı, Lesitin, Bitkisel Bazlı Köfte, Vegan Köfte, Et Analogları

## ABSTRACT

### EFFECT OF LECITHIN AND CAROB GUM ON VARIOUS PROPERTIES OF VEGAN PATTIES

MSC THESIS  
NİLÜFER ÖZMEN TÜRK  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY  
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES  
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, JULY 2024  
(xiii + 74)

This study aimed to model the effects of using lecithin and carob gum in vegan patties made from chickpea, pea, and potato on various physical, chemical, technological, and textural properties using Response Surface Methodology based on the Central Composite Design model. In our research, vegan patties were prepared using combinations of carob gum (0-1%) and lecithin (0-1%) in addition to chickpea, pea, and potato as raw materials. Various chemical, physical, sensory, textural, and technological analyzes were conducted on these patties. Analysis results indicated that lecithin used as an additive be effective the pH and fat values of the patties ( $P < 0.05$ ), while it had no significant effect on moisture, protein, cooking yield, color values, textural properties, and sensory attributes ( $P > 0.05$ ). It was determined that another additive, carob gum, had a significant effect on the pH, fat, elasticity,  $b^*$  (external) color value, and taste-aroma parameters of the patties ( $P < 0.05$ ). The use of carob gum at a 0.5% level was found to have a positive effect on the properties of the patties. It was concluded that the use of lecithin is of great importance for improving the physical, sensory, textural, and technological properties of vegan patties.

**KEYWORDS:** Chickpea, Pea, Potato, Carob gum, Lecithin, Plant-based patty, Vegan patty, Meat analogs

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>KABUL VE ONAY SAYFASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ETİK BEYAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>16</b>
3.1 Materyal .....	16
3.2 Yöntem .....	16
3.2.1 Materyal Hazırlanması ve Köftelerin Üretimi .....	16
3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler .....	17
3.2.2.1 Renk Tayini .....	17
3.2.2.2 pH Tayini .....	17
3.2.2.3 Nem Tayini .....	18
3.2.2.4 Yağ Tayini .....	18
3.2.2.5 Protein Tayini .....	18
3.2.3 Tekstür Analizleri .....	19
3.2.4 Duyusal Analizler .....	19
3.2.5 Renk Değerleri .....	19
3.2.6 Teknolojik Özellikler .....	20
3.2.6.1 Randıman .....	20
3.2.7 İstatistiksel Analizler .....	20
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>21</b>
4.1 Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Bulguları .....	21
4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler .....	21
4.2.1 pH Değeri .....	21
4.2.2 Nem Oranı .....	23
4.2.3 Yağ Oranı .....	24
4.2.4 Protein Oranı .....	25
4.3 Tekstürel Özellikler .....	27
4.3.1 Çiğnenebilirlik (N) .....	27
4.3.2 Elastikiyet .....	28
4.3.3 Kesme İşİ (Ns) .....	29

4.3.4 Kesme Kuvveti (N).....	30
4.3.5 Sertlik (N).....	31
4.3.6 Yapışkanlık.....	33
4.3.7 İç Yapışkanlık.....	34
4.3.8 Sakızimsılık (N).....	35
4.3.9 Esneklik .....	36
4.4 Duyusal Özellikler .....	37
4.4.1 Görünüş .....	37
4.4.2 Yağlılık .....	38
4.4.3 Elastikiyet .....	39
4.4.4 İç Renk ve Parlaklık .....	40
4.4.5 Sululuk.....	42
4.4.6 Koku .....	43
4.4.7 Tat - aroma.....	44
4.4.8 Genel Beğeni .....	45
4.5 Renk Değerleri.....	46
4.5.1 L* Değerleri.....	46
4.5.1.1 L*(Dış) Değeri.....	46
4.5.1.2 L* (İç) Değeri .....	47
4.5.2 a* Değerleri .....	48
4.5.2.1 a*(Dış) Değeri .....	49
4.5.2.2 a* (İç) Değeri.....	50
4.5.3 b* Değerleri .....	51
4.5.3.1 b* (Dış) Değeri .....	51
4.5.3.2 b*(İç) Değeri .....	53
4.6 Teknolojik Özellikler.....	54
4.6.1 Randıman.....	54
4.6.2 Kalınlık .....	55
4.6.3 Çap.....	56
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>58</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>59</b>
<b>7. EKLER.....</b>	<b>66</b>
EK 1 Fiziksel - Kimyasal, Renk ve Teknolojik Analizlere Ait Ortalama Değerler	66
EK 2 Fiziksel - Kimyasal, Renk ve Teknolojik Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri .....	67
EK 3 Fiziksel-Kimyasal, Renk ve Teknolojik Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi.....	68
EK 4 Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler .....	69
EK 5 Tekstürel Analiz Parametrelerine Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri...70	
EK 6 Tekstürel Analiz Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi.....	71
EK 7 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler .....	72
EK 8 Duyusal Analiz Parametrelerine Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri ....73	
EK 9 Duyusal Analiz Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi .....	74

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 4.1. pH değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	22
Şekil 4.2. Nem değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	24
Şekil 4.3. Yağ değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	25
Şekil 4.4. Protein değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi .....	26
Şekil 4.5. Çiğnenebilirlik değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi...28	
Şekil 4.6. Elastikiyet değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	29
Şekil 4.7. Kesme İşi (Ns) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi...30	
Şekil 4.8. Kesme Kuvveti (N) değerine keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	31
Şekil 4.9. Sertlik değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi .....	32
Şekil 4.10. Yapışkanlık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkileri...34	
Şekil 4.11. İç yapışkanlık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi ..35	
Şekil 4.12. Sakızımsılık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	36
Şekil 4.13. Esneklik değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	37
Şekil 4.14. Görünüm değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi .....	38
Şekil 4.15. Yağlılık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	39
Şekil 4.16. Elastikiyet değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	40
Şekil 4.17. İç renk ve parlaklık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	41
Şekil 4.18. Sululuk değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi .....	42
Şekil 4.19. Koku değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	43
Şekil 4.20. Tat-aroma değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi....	45
Şekil 4.21. Genel beğeni değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	46
Şekil 4.22. L* (Dış) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	47
Şekil 4.23. L* (İç) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	48
Şekil 4.24. a* (Dış) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	50
Şekil 4.25. a* (İç) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	51
Şekil 4.26. b* (Dış) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi .....	52
Şekil 4.27. b*(İç) değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitinin etkisi.....	54
Şekil 4.28. Pişme verimi değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi ...	55
Şekil 4.29. Kalınlık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi.....	56
Şekil 4.30. Çap değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitinin etkisi .....	57

## ÇİZELGELER LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 2.1. Et ve bitki kökenli burgerlerin besin içeriği karşılaştırması .....	9
Çizelge 3.1. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Değişken Oranları.....	17
Çizelge 4.1. Hammaddelere ait kimyasal analiz verileri .....	21
Çizelge 4.2. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının pH Değerleri Üzerindeki Etkilere Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	22
Çizelge 4.3. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Nem Değerleri Üzerindeki Etkilere Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	23
Çizelge 4.4. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Yağ Değerleri Üzerindeki Etkilere Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	24
Çizelge 4.5. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Protein Değerleri Üzerindeki Etkilere Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	26
Çizelge 4.6. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Çiğnenebilirlik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	27
Çizelge 4.7. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	28
Çizelge 4.8. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Kesme İş (Ns) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	30
Çizelge 4.9. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Kesme Kuvveti (N) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	31
Çizelge 4.10. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Sertlik (N) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	32
Çizelge 4.11. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	33
Çizelge 4.12. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının İç Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	34
Çizelge 4.13. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Sakızimsılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	35
Çizelge 4.14. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Esneklik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	36
Çizelge 4.15. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Görünüm Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	38
Çizelge 4.16. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Yağlılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	39
Çizelge 4.17. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	40
Çizelge 4.18. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının İç Renk ve Parlaklık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	41
Çizelge 4.19. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Sululuk Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	42
Çizelge 4.20. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Koku Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	43
Table 4.21. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Tat-Aroma Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	44
Çizelge 4.22. Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Genel Beğeni Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	45

<b>Çizelge 4.23.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $L^*(Dış)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	47
<b>Table 4.24.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $L^*(İç)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	48
<b>Çizelge 4.25.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $a^*(Dış)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	49
<b>Çizelge 4.26.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $a^*(İç)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	50
<b>Çizelge 4.27.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $b^*(Dış)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	52
<b>Çizelge 4.28.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının $b^*(İç)$ Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	53
<b>Çizelge 4.29.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Pişme Verimi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	55
<b>Çizelge 4.30.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Kalınlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	56
<b>Çizelge 4.31.</b> Keçiboynuzu Gamı ve Lesitin Kullanımının Çap Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	57

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santigrat Derece
<b>a*</b>	: Kırmızı (+60), Yeşil (-60), 0: Gri
<b>b*</b>	: Sarı (+60), Mavi (-60), 0: Gri
<b>CL</b>	: Pişirme Kaybı
<b>D</b>	: Dakika
<b>G</b>	: Gram
<b>J</b>	: Joule
<b>KO</b>	: Kareler Ortalaması
<b>L</b>	: Litre
<b>L*</b>	: Parlaklık, 100: Beyaz, 0: Siyah
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>N</b>	: Kesme Kuvveti
<b>N</b>	: Sertlik
<b>Ns</b>	: Newton Saniye
<b>SD</b>	: Serbestlik Derecesi
<b>SPL</b>	: Soya Proteini İzolatı
<b>SMS</b>	: Sorbitol Monostearat
<b>TPA</b>	: Tekstür Profil Analizi
<b>TVP</b>	: Tekstüre Bitkisel Protein
<b>WHC</b>	: Su Tutma Kapasitesi
<b>X</b>	: Dizayn Matrisi
<b>X1</b>	: Keçiyoynuzu Gami
<b>X1*X1</b>	: Keçiyoynuzu Gaminin Kuadratik Etkisi
<b>X2</b>	: Lesitin
<b>X2*X1</b>	: Lesitin x Keçiyoynuzu Gaminin İnteraksiyon Etkisi
<b>X2*X2</b>	: Lesitin Kuadretik Etkileri
<b>Xi, Xj</b>	: Bağımsız Değişken Seviyeleri
<b>Y</b>	: Yanıt Vektörü
<b>YYY</b>	: Yanıt Yüzey Yöntemi

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve araştırma sürecimin her adımında yönlendirmeleri, destekleri ve değerli önerileri ile bana destek olan kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ömer EREN'e, tez çalışmamın labaratuvar sürecinde bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Aydın ERGE'ye, analizlerimizin yapılmasında destekleri olan Yenilikçi Gıda Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezine, ve Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezine, labaratuvar çalışmalarımnda yardımcı olan Sayın Öğr. Gör. Nursel SÖYLEMEZ MİLLİ'ye, labaratuvar sürecinde verdiği destekleri için Arş. Gör. Gülsüme BIÇAKCI'ya, tez çalışmam boyunca yardımlarını hiç esirgemeyen, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum Salih KOCATEPE ve Seda CEYLAN'a, analizlerim sırasındaki arkadaşlığı için Büşra YEŐİLAY'a, hayatımın her anında yanımda olup bana güç veren canım aileme, bu süreçte bana moral ve motivasyon kaynağı olan değerli eşime, varlıklarıyla bana güç veren canım oğlum Ali Göktuğ ve kızım Eliz Göksu'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# 1. GİRİŞ

İnsanlığın sebep olduğu, yetersiz beslenme, gıdaya ulaşamama, gıda üretiminde ve arzında meydana gelen gıda güvenliği ile ilgili yaşanan sıkıntılara sürdürülebilir ve kalıcı çözüm bulmanın önemi her geçen gün daha fazla değer kazanmaktadır. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'na 1987 senesinde sunulmuş olan "Ortak Geleceğimiz" adlı raporda, sürdürülebilirlik "Günümüzdeki kaynakları kullanırken, gelecek nesillerin de bu kaynaklardan aynı şekilde yararlanabilmesini sağlayabilmek." diye tanımlanmıştır (Candoğan ve Özdemir, 2021).

Hayvan yetiştiriciliği sektöründe sebep olduğu çevresel zararın büyümesi, hayvanların refahları konusunda ortaya çıkan kaygılar, kaynakların kullanılmasındaki verimsizlik durumu, ete bağlı olarak meydana gelen epidemik hastalıklar gibi olumsuzluk yaratan durumlar nedeniyle üreticiler çevreyle barışık uygulamalar gerçekleştirebilmek için alternatif yöntemlere eğilmişlerdir. Kişinin sağlık açısından dengeli bir yaşam sürdürmesi için ağırlığına göre 1,6 g/kg protein ihtiyacının besinlerden karşılanması gerektiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Schoenfeld ve Aragon, 2018).

Etin, insan beslenmesindeki ihtiyacının azaltılması için farklı kaynaklardan elde edilen proteinleri çözüm olarak araştırmak yıllardır akıllardaki ilk yöntem olmuştur. Fakat insanların geçmişten gelen beslenme alışkanlıklarından dolayı etle farklı protein kaynaklarınının yer değiştirilmesi oldukça zor bir süreç olmaktadır. Bundan dolayı konu üzerinde çalışan bilim insanları, çevreyle barışık hayvancılık sistemlerine, etin inovatif teknolojilerle işlenmesi üzerine ve hayvancılık sektörünün neden olduğu sürdürülebilir olmayan şartları düzeltme düşüncesini ortaya çıkarmışlardır. (Andonovic vd., 2018). Son dönemlerde artan kaygılara bakıldığı zaman etin insanlar üzerindeki sağlığa olan tesiri, hayvanların refahından dolayı etik düşünceler, etin yerine geçecek farklı bitkisel bazlı etlerin geliştirilmesine ve üretilebilmesine olan ilgiyi önemli derecede artırmaktadır (Lee vd., 2017).

Et, kendine has lezzetinden ve besleyicilik değerininin yüksek olmasından dolayı insanlık tarafından yüzyıllarca çok büyük miktarlarda tüketilen önemli bir beslenme maddesi olmuştur. Etin tüketim miktarı, küresel nüfusun artması ve etin

işlendiği endüstrinin ilerlemesine paralel bir şekilde artış göstermiştir. Küresel ısınmaya sebep gösterilen sera gazı salınımının büyük bir bölümünden, hayvan yetiştirilmesi ve yetiştirilme ile ilgili süreçler yükümlü gösterilmektedir. Etin üretim miktarının artması hayvansal kaynaklı hastalıkları, hayvan hak ve refahı gibi konuları ortaya çıkarmakta ve tüketiciler tarafından kaygılara neden olabilmekte ve bununla beraber etik sorunlarını da gündeme getirmektedir. Bu sorunların çözüme kavuşturulması için ete alternatif bitkisel bazlı et ürünleri üretilmektedir. Bitkisel bazlı et ürünlerinin yanında, ayrıca laboratuvar şartlarında invitro etin üretilmesi ve ticarileştirilmesine yönelik uygulamalar yoğun bir şekilde sürmektedir (Polat ve Tuncel, 2021). Bir bütün olarak bakıldığında zaman, hayvansal kaynaklı besin maddeleri, insan beslenmesindeki kalorinin %18' ini ve proteinin %37' sini sağlamasına karşın, tarım alanlarının %83' ünün kullanılmasından ve sera gazı salınım miktarlarının %58' inden mesul tutulmaktadır. (Poore ve Nemecek, 2018; Tamburino vd., 2020).

Bitkisel bazlı beslenme ve vegan yaşama şekline olan ilgi ve alaka dünya genelinde gün geçtikçe artma göstermektedir. İnsanların vegan yaşama şeklini seçmelerinde çevre sorunları, hayvan hakları ve refahı, sağlıklı beslenme gibi farklı seçim sebeplerinin tercih edildiği görülmektedir (Aytaç, 2022).

Bitki temelli proteinlerden elde edilen besin maddeleri, farklılaşan tüketim alışkanlıkları ile beraber önem kazanmakta ve gün geçtikçe tek yönlü olan beslenme şekillerine karşı alternatif hale gelmeye başlamaktadır. Bu bağlamda et analogu adı verilen et alternatifleri son dönemlerde önemini büyük ölçüde artırmaktadır. Bu analoglar, çoğu zaman bitki kökenli besinlerin kullanıldığı, farklı üretim şekilleri ve katkı maddeleri ilavesiyle son ürün eldesinde ete benzer yapının kazandırıldığı ve genel olarak toplum tarafından alışık olmayan gıda maddeleridir. Bundan dolayı et analogları ile alakalı bilgi eksikliğinin ortadan kaldırılması ve farklı protein kaynaklarına yönelik teknolojik çalışmaların önemli bir düzeye gelmesi önem taşımaktadır. Bunların sağlanması neticesinde sürdürülebilirliğin ve kabul edilebilirliğinin sağlanmasıyla üretilen ürünler, insan beslenmesinde önemli gıda kaynakları arasından biri olacaktır (Künili ve Dinç, 2023).

Protein miktarlarının yüksek olması baklagilleri hayvansal kaynaklı gıdalar için alternatif hale getirmektedir. Baklagil proteinleri, su ve yağ bağlama kapasitelerinin yüksek olmasından, çözünme, köpürme, jelleşme, emülsifikasyon gibi özelliklerinden dolayı yumurtaya benzeyen özellikler sergilemektedir

(Hedayati vd., 2022). Bunların yanında baklagillerin saponin içermesi, yüzey aktif özellik göstermesine, köpük ve emülsiyon oluşturmaya neden olmaktadır (Kara, 2021). Baklagillerde bulunan proteinlerin ve saponinin gösterdiği bu özelliklerinden dolayı bakliyalardan elde edilen unlar ve protein izolatları kullanılmaktadır. Bu amaca yönelik genel olarak %30-%50 aralığında protein içeriğine sahip soya gibi ürünler kullanılabilirken, son dönemlerde nohut, bezelye gibi ürünlerinde kullanılması artış göstermektedir (Ahmed, 2014; Hedayati, 2022).

Et alternatifi olarak kullanılması son zamanlarda araştırılan baklagil grubundan bezelyenin ve nohutun, ayrıca patatesin hammadde olarak kullanılması ile üretilen vegan köftele, katkı olarak lesitin ile keçiyoynuzu gamının kullanılmasını etkilerinin gösterildiği ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışma ile, bitkisel bazlı köfte hammaddesi olarak nohut, bezelye ve patatesin et ikamesi olarak kullanımı ile yapılan köftelerin fizikokimyasal özellikleri, tekstürel ve duyuşsal nitelikleri üzerinde, keçiyoynuzu gamı ile lesitin etkilerinin yanıt yüzey yönteminden faydalanarak tespit edilmesi ve bu etkilerin matematiksel olarak modellenme çalışması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Dünya nüfusunun her geçen gün artmasıyla birlikte, gıda tüketiminde de artış meydana gelmektedir. Dünya'nın yüzey alanı, artan nüfusu barındırmaya yeterli olsa da, bu insan sayısını sürekli olarak beslemek için yeterli değildir. İnsanlığın büyük ölçüde kendi etkisiyle oluşturduğu ve dünya genelinde ciddi bir mesele haline gelen küresel ısınma, tabii felaketler, tarım ve hayvancılıkta hatalı yöntemler, susuzluk ve kaynak israfı gibi durumlar, gıda erişiminde sorunlara yol açmaktadır. Kontrol altına alınamayan sorunlar, tüketimi ve tüketim miktarını etkilediği gibi, refah seviyesi yüksek ülkelerde tüketim miktarı arttıkça, az gelişmiş ülkelerde gıda yetersizliği nedeniyle göç, beslenme alışkanlıklarındaki değişimler ve güvenilir gıdaya erişimde sorunlar yaşanmaktadır. Doğal kaynakların korunması ve artan taleplere cevap verme ihtiyacı, gıda endüstrisinde sürdürülebilirliğin daha büyük önem kazanmasına neden olmaktadır (Ersoy, 2022).

Dünya nüfusundaki hızla artan talep, özellikle hayvansal olmayan protein kaynaklarına olan ilgiyi ve protein açısından zengin gıdalara olan talebi artırmaktadır. Bu nedenle, farklı yöntemler ile, işlenmiş et ürünlerinde dolgu ajanı olarak görev alacak proteinler geliştirilmeye devam etmektedir (Boye vd., 2010). Bilhassa et temelli ürünlerin, tekstürünü geliştirmek amacıyla, çoğunlukla et dışı proteinleri ve karbonhidratları tercih etmek uygun olmaktadır (Gün, 2014). Türkiye'de, et kaynaklı proteinlerin üretimindeki eksiklik, yüksek fiyatlar ve depolama ile taşıma gibi zorluklar nedeniyle, bitkisel protein kaynaklarının tüketimi artmıştır (Demirci ve Ünver, 2005).

Geçmişte protein ihtiyacı genellikle hayvansal kaynaklardan sağlanmaktayken, günümüzde hayvansal protein ağırlıklı beslenmenin yarattığı rahatsızlıklar, obezite görülme oranının artışı ve hayvanların beslenmesinde antibiyotik kullanımı, ayrıca et fiyatlarının yükselmesi gibi faktörler bitkisel proteinlere olan talebi arttırmıştır (Aiking, 2011). Nitelikli bir protein içeriğine sahip olmasının yanısıra hayvansal proteinlere beslenmede fazla yer verildiğinde içeriğindeki yüksek düzeydeki doymuş yağ asitlerine bağlı olarak kolesterol, kardiyovasküler rahatsızlıklar ve kanser benzeri hastalıklara sebebiyet verebilirler. Bu nedenler, sağlıklı diyetlerin artmasına bununla birlikte bitkisel bazlı protein

kaynaklarına talebin çoğalmasına yol açmıştır. Aynı zamanda, vegan/vejetaryenlerin ilgi gösterdiği bitkisel bazlı protein kaynaklarının ekonomik oluşu ve kaynak yelpazesinin genişliği, bitkisel bazlı proteinlerin gıda endüstrisinde tercih edilebilir kaynaklar olmasına sebep olmaktadır (Asgar vd., 2010).

Et tüketim oranının düşürülmesine yönelik farklı alternatifler bulunmaktadır. Son yıllarda en fazla önerilen yaklaşım, et benzeri et ikamelerinin üretilmesidir. Et ikameleri, et benzeri fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklere sahip olan ürünlerdir. Bu alternatif kaynakların ete benzerlikleri, özellikle et tüketimi tercih eden tüketiciler için önemlidir (Hoek vd., 2011; Dekkers vd., 2016). Hayvansal ürünlerin yerini alabilecek önemli kaynaklar, bitkisel bazlı protein kaynaklarıdır. Bitkisel bazlı protein kaynakları, çeşitli formlarda ilgi gören ürünlere evrilmekte ve et analogları veya et ikameleri olarak adlandırılan ürünler arasında yer almaktadır. Et analogları; bitkisel kaynakların kullanıldığı, yardımcı katkı maddelerinin eklenerek işlenebilen et benzeri proteinli ürünlerdir (Kyriakopoulou vd., 2021). Üretim sürecinde bakliyatlar, buğday gibi tahıllar, yağlı bitki tohumları, fungus ve algler gibi çeşitli bitki bazlı olan hammaddeler kullanılabilmekte ve çeşitli işleme yöntemleri uygulanmaktadır. Üretim yöntemleri arasında hücre kültürü, ekstrüzyon, fermantasyon ve bitki protein kombinasyonları yer almaktadır. Bu yöntemlerle son üründe, ete benzer duyuşsal ve tekstürel özellikler kazandırılarak et yerine geçen ürünler üretilebilmektedir (Singh vd., 2021).

Et ikameleri, rafta kalma süreleri ve gıda güvenliğine uygun üretimleri ile ete önemli bir fayda sağlar. Mevcut üretim süreçlerinde, et analogları genellikle ısı işlemlere tabi olur. Fakat, su aktivitesi bakımından, mevcutta olan bitki bazlı et ikamesi olan ürünler mikrobiyel olarak bozulmaya yatkındır. Bu durum mikrobiyel gelişme, nötral pH ve ortalama düzeyde tuz içeriği gibi üründeki gıda içerikleri sebebiyle oldukça kolaylaşabilir (Leutgeb, 2015).

Vegan pazarının önemli bir bölümü, et yerine geçmeyi amaçlayan işlenmiş bitkisel kökenli ürünlerden oluşmaktadır (Backström vd., 2018). Yulaf, pirinç, soya ve badem sütü gibi et ikame ürünler, sürdürülebilirliklerinin yanında, etik, besleyici, çevre dostu olup ayrıca sağlıklı olmayan et ve çiftlik ürünlerinin yerine geçmek için sunulan vegan alternatiflerdir. Bu alternatifler, görüntü, tat ve dokusuyla gerçek et ürünlerine benzemekte olup bununla birlikte kaliteli protein kaynakları olarak hizmet etmektedir (Fuentes ve Fuentes, 2017; Backström vd., 2018).

Gıda üreticileri açısından çoğunlukla en büyük zorluk, et analoglarında makul bir doku ve aroma geliştirmektir (Egbert ve Borders, 2006). Et alternatiflerinin kalite özellikleri, bileşen seçimine bağlı olarak kıvam, tat, renk ve diğer faktörlere göre değişmektedir. Et alternatiflerinin yaklaşık %50-80'i su, %10-25'i bitkisel işlenmiş protein, %4-20'si işlenmemiş protein, %0-15'i yağ, %3-10'u lezzet arttırıcılar, %1-15'i bağlayıcı maddeler ve %0-5'i renklendiricilerden oluşmaktadır. Bu bileşenler, gereken duyuşsal ve dokusal özelliklere sahip et alternatiflerini oluşturmak için bir araya gelmektedir. Yüksek su oranı, maliyetleri azaltmanın yanı sıra gereken nemliliği sağlayarak işlem sırasında yumuşatıcı olarak etki eder ve emülsifikasyona katkıda bulunur. Eklenen protein, doku, tat ve fiziksel görünüm sağlar. Tekstüre proteinler, et olmayan kaynaklardan elde edilen proteinlerin etle karıştırılmasıyla veya etin tamamen tekstüre proteinlerle değiştirilmesiyle yerine konabilmektedir. Et takviyeleri, pişirildiklerinde etin görünümüne, dokusuna veya tadına sahip olmayabilirler, ancak etle karıştırıldıklarında ürünün genel kalite özelliklerini iyileştirirler. Diğer yandan, et alternatifleri, et içermeyen bileşenlerdir ve nemlendirildiklerinde ve pişirildiklerinde bütün etin formunu, tadını, rengini ve dokusunu taklit etmek üzere tasarlanmışlardır (Sha ve Xiong, 2020).

Maliyet, ulaşılabilirlik/yaygınlık, yeni ürünlerle uyum ve işlevsel nitelikler, bitkisel protein seçiminde temel faktörler arasında yer almaktadır (Haque vd., 2016). Emülsiyon oluşturma, çözünürlük, köpürme, su ve yağın tutulması ve jel oluşturma gibi protein fonksiyonları, et benzeri yapıların geliştirilmesi için temel gereksinimlerdir. Bu fonksiyonlar, proteinin çeşidine (kimyasal olarak içeriği, aminoasit dizimi, ikincil, tersiyer ve kuarterner yapıları) bağlıdır. Çevresel faktörlerden olan sıcaklık, iyonik kuvvet ve pH proteinlerin yapılarını ve böylelikle işlevselliğini etkileyebilir (Haque vd., 2016; Singhal vd., 2016). Et benzeri ürünlerin endüstriyel olarak üretimlerinde soya, mısır, buğday, pirinç, yağlı uzaklaştırılmış yağlı tohumlar, bakliyat ve tahıl unlarıyla birlikte küspeleride protein bakımından zengin öncü materyaller olarak kullanılabilir (Kumar vd., 2017). Fakat, şu anda çoğunlukla et benzeri ürünün prosesinde, özgün özellikleri ve ekonomik oluşu sebebiyle genellikle soya proteinleri tercih edilmektedir (Sha ve Xiong, 2020). Ayrıca, baklagil unları, nohut ve mercimek gibi, et alternatiflerinin yapımında kullanılan diğer önemli bileşenlerdir. Hatta, sebze

unları olarak domates tozları veya patates ununun kullanımları da görülebilmektedir (Kılınççeker, 2015).

Et alternatiflerinin tüketici kabulünde en önemli faktörler, ete benzer duyuşal özellikler sunması, besleyici olması ve gıda güvenliği standartlarına uygun olmasıdır (Fiorentini, 2020). Duyusal nitelikler, üretimdeki faktörler ve gıda katkıları kullanılarak şekillendirilebilir. Örneğin, genel görünümünde lifli sert dokusu ya da sulu kıymaya yakın yapılar gibi çeşitli tekstür ile ilgili özellikleri, üretim metodları sayesinde değiştirilebilir (Kitcharoenthawornchai ve Harnsilawat, 2015). Lezzet, renk ve koku özellikleri ise ilave edilen katkılar sayesinde sağlanabilir (Kumar vd., 2017).

Et alternatiflerinin içeriğinde bulunan karbonhidratlar, yağlar, proteinler, su ve mineral gibi temel besin öğeleri, amino asit ile yağ asitleri bileşenleri, kullanılmış olan hammaddenin türüne, eklenen katkı maddelerinin tipine ve miktarına, ayrıca işleme sürecindeki nem oranına göre çeşitlilik gösterebilir (Singh vd., 2021).

Mevcut et alternatifleri genellikle düşük yağ içeriğine sahiptir. Et benzerlerinin üretiminde genellikle yağsız bileşenler kullanılır. Ancak, yağ; et benzerlerinin aroma, sululuk ve yumuşaklık gibi önemli özelliklerine katkı sağladığından dolayı, ürünlerin formülünde bulunması gerekli bir öğedir (Egbert ve Borders, 2006). Bitkisel tabanlı et alternatiflerinin içinde kullanımı yaygın olan yağ çeşitleri; ayçiçeği, mısır, soya, kanola, hindistan cevizi, hurma ile kolza tohumu yağdır. Et benzerlerinin aromasını artırmak için, uçucu aroma bileşenlerini korumak amacıyla katı yağ veya sıvı yağ ilavesi gerekebilir (Resurreccion, 2004).

Yapılan araştırmalar, baklagillerden elde edilen proteinlerin örneğin bezelye, nohut, fasulye, mercimek, acı baklanında emülsiyon oluşturma, jel oluşumu ve köpük stabilizasyonu gibi fonksiyonel özellikler açısından et alternatifleri üretiminde kullanılabileceğini vurgulamaktadır (Berghout vd., 2015; Ladjal-Ettoumi vd., 2016). Et alternatiflerinin üretilmesinde en çarpıcı bakliyat proteini, bezelyeye ait protein olup, bezelye bazlı et alternatifleri soya temelli ürünler ile kıyaslandığında yumuşaklığı daha iyidir (Osen ve Schweiggert-Weisz, 2016).

Bezelye (*Pisum sativum L.*), dünya genelinde sıkça tüketilen ve sevilen bir baklagil çeşididir. Bezelye, fasulye ve nohutun ardından tarımı yapılan en fazla baklagildir. Bezelye, diyet lifini, nişastayı, karotenleri, proteinleri ve

antioksidanları bol miktarda içerir. B, A ve C vitaminlerine ek olarak, fosfor, demir, potasyum gibi minerallerinide bünyesinde bulundurur. Bezelye, %20 - %25 aralığında proteine ve %10 - %12 aralığında lif içeriğine sahiptir (Akdoğan, 2014). Bezelye, gıda endüstrisinde sıklıkla kullanılan ve ticari olarak en fazla tercih edilen bitkisel protein kaynaklarından biridir, çünkü yetiştirilmesi kolaydır, kabuğu kolayca ayrılabilir ve yüksek fonksiyonel özelliklere sahiptir (Çetiner ve Ersus Bilek, 2018). Yapılan araştırmalar, bezelye kabuğunun tatlı olmadığını ve bu nedenle duyusal olarak olumsuz bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Buna ilaveten, yüksek lif içeriği sayesinde, kullanıldığı ürünlerin diyet lif içeriğini artırdığı ve yüksek lif miktarının, ürünlerin su ve yağ emme özelliklerini geliştirebileceği belirtilmektedir (Akdoğan, 2014).

Visilin ve Legumin bezelyenin toplam proteinlerinin %65 ile %80'ini oluşturan iki temel depo proteini olarak bilinir ve emülsifikasyon kapasitesi yüksektir (Liang ve Tang, 2013). Bezelyenin fonksiyonel ve teknolojik özellikleri, ayrıca içeriğindeki amino asit bileşimleri bu ürünün alternatif bir protein kaynağı olarak değerlendirilmesine sebep olmaktadır (Tömösközi vd., 2001).

Nohut, Türkiye'deki baklagiller içerisinde fasulyeden ve mercimekten sonra en çok ekilen, üretilen bitki olup, özellikle kurak bölgelerde yetiştirilir. Nohut, toprak gereksinimi açısından mütevazıdır ve kökleri havadaki serbest azotu sabitleme yeteneğine sahip olduğundan, tarımsal döngüde önemli bir rol oynar. Nohut taneleri yüksek oranda protein içerir (%18-31) ve ayrıca endüstriyel hammaddeler olarak da kullanılır (Ersoy, 2022).

Ticari açıdan düşünüldüğü zaman nohutun dünya genelinde kabuli ve desi olmak üzere iki çeşidi ekilir. Her iki türünde içerdiği protein miktarı fazla olup, yağ ve sodyum miktarı düşüktür. Ek olarak nohut, kompleks karbonhidratlar ve diyet lifi açısından zengin olup, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve demir gibi birçok vitamin ve mineral içerir (Roy vd., 2010). Bazı araştırmalar, nohut proteini içinde bulunan biyoetkin peptitlerin, antioksidan ve anjiyotensin dönüştürücü enzimlerin (ADE) aktivitesini yüksek miktarda içerdiğini göstermiştir (Xue vd., 2015; Otağ ve Hayta, 2016). Nohutun üstün emülsiyonlaştırıcı ve yağ emme gibi fonksiyonel özellikleri, yüksek besleyici değeriyle birleşince, nohutun çeşitli gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılmasını teşvik etmiştir. (Padalino, vd., 2015; Aludatt vd., 2017, Shaabani vd., 2018).

Marchi vd. (2021) yaptıkları örnek bir çalışmada et ve bitki bazlı burgerleri besin değerleri açısından karşılaştırmış olup, sonuçlar Çizelge 2.1.'de belirtilmektedir.

**Çizelge 2.1.** Et ve bitki kökenli burgerlerin besin içeriği karşılaştırması

<b>Besin değerleri</b>	<b>(%) Et esaslı burger</b>	<b>(%) Bitki esaslı burger</b>
Karbonhidrat	2.09	8.37
Protein	17.96	18.01
Yağ	12.51	11.10
Nem	65.91	60.91
Kül	1.79	2.52

Mazumder vd. (2023) yaptığı bir çalışmada alternatif bir protein kaynağı olarak gri istiridye mantarı ve nohut unu kullanılarak hazırlanan emülsiyon tipi sosislerde farklı hidrokolloidlerin ve yağın sosis kalitesine etkisini de araştırmışlardır. Mantar bazlı sosis için optimum oranların %25 gri istiridye mantarı, %15 nohut unu, %5 konjak tozu ve %5 pirinç kepeği yağı olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak oluşturulan üründe, kontrol sosislere göre daha yüksek protein (%36, kuru bazda), daha az pişirme kaybı (%4,08), daha yüksek emülsiyon stabilitesi ve daha iyi tüketici kabul edilebilirliği olduğunu bildirmişlerdir.

Sharima-Abdullah vd. (2018) farklı oranlarda nohut unu ve tekstüre bitkisel protein ile formüle edilen bitkisel nuggetları (ICN), fizikokimyasal özellik, proksimat bileşimleri ve duyusal olarak değerlendirmek için bir çalışma yapmışlardır. Bitkisel nuggetların kül, protein ve karbonhidrat içeriğinin kontrol nuggetından daha yüksek, nem ve yağ içeriğinin ise daha düşük olduğunu görmüşlerdir. Nohut ununun tekstüre bitkisel proteine oranı (10:30) olan bitkisel nuggetların, tüm bitkisel nuggetlara kıyasla doku, tat ve kabul edilebilirlik bakımından tüketiciler tarafından en fazla rağbet gören bitkisel nuggetlar olduğunu bildirmişlerdir.

Doosti Fard (2014) tarafından yapılan bu çalışmada, et örneği olarak köftelere belirlenen oranlarda zeytinyağı ve nohut unu eklenerek, bu katkıların köftelerin ürün niteliklerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, örneklerin pH seviyeleri 6.24-6.49 arasında ölçülmüştür. Katkıların pH üzerinde

belirgin bir etkisi gözlenmemiş olup, nohut unu ilavesinin nem ve protein miktarını büyük ölçüde azaltırken, L\* parlaklık değerlerini, kül içeriğini ve sertlik oranını önemli ölçüde artırdığı gözlemlenmiştir. Zeytinyağı ilavesinin sakızimsılık oranını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Her iki katkının eklendiği grupların daha üstün emülsiyon kararlılığına ulaştığı bulunmuştur. Neticede, geleneksel gıdaların fonksiyonel özelliklerini artırmak için zeytinyağı ve nohut ununun alternatif kaynaklar olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Gölge ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışma ile bezelye lifi, portakal lifi ve inülin lifinin tavuk köftelerinin bazı kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla her bir lif için farklı formülasyonlarda (%3, 6 ve 9) numuneler hazırlayarak, soğukta muhafaza edilen çiğ köftelerin pH tayini, tiyobarbitürik asit ve renk değerleri analizlerini yapmış olup, kızartılmış köftelerin fiziksel kimyasal ve duyu özelliklerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak liflerin, köfte kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bezelye lifinin pH değeri, verimi ve nem tutma oranını artırırken, çap küçülmesini ve yağ absorpsiyonunu azalttığı, inülin lifinin pH ve yağ emilimini artırırken, çapı küçülttüğü ve portakal liflerinin TBA, a ve b değerlerini olumlu yönde iyileştirdiği görülmüştür.

Kılınççeker (2020), nohut unu ve buğday ununun değişen oranlarda hazırlanmış olan karışımlarının, tavuk köftelerine %7'lik oranda eklenmesinin etkisini incelemiştir. Araştırmada, kızartılmamış olan köftelerde renk değeri saptanırken, 180°C'de 6 dakika boyunca kızartılmış olan örneklerde ise su tutma kapasitesi, çap küçülmesi, pişme verimi, yağ emme oranı, renk değerleri ve duyu özellikler belirlenmiştir. Bulgulara göre, nohut unu kızartılmamış örneklerin L\* ve a\* değerlerini etkilememiş, ancak b\* değerlerini artırmıştır. Kızartılan örneklerde nohut unu oranının artması, verim ve çap değerlerini artırmış, ancak renk değerlerini etkilememiştir. Benzer şekilde, yüksek miktarda nohut unu kullanımı, nem tutma oranlarını artırmasına rağmen, düşük miktarda kullanımı tat üzerinde olumlu yorumlar almıştır. Tüm sonuçlara dayanarak, tavuk köftesi yapımında, nohut-buğday unu oranlarının (1.1) ve (2:1) karışımlarından birini veya tamamen nohut ununu eklemenin önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Babaoğlu (2022) yaptığı bir çalışma ile, farklı glutensiz unların (galeta unlu, karabuğday unlu, nohut unlu, mısır unlu ve darı unlu) köftelerin çeşitli özellikleri üzerindeki tesirlerini değerlendirmişlerdir. Nohut ununun çiğ köftelerin protein içeriğini arttırdığı, köfte örneklerinin dokusunu geliştirdiği, nohut unu ve mısır

ununun köfte çapını azaltmada en etkili oldukları ayrıca mısır ve darı ununun köftelerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerini arttırdığı görülmüştür. En yüksek antioksidan aktivite karabuğday unlu köftelerde görülmüş olup, pişirme verimi sonuçları glutensiz köftelerde kontrol örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Köftelerin duyuusal özellikleri üzerinde darı unu lezzeti düşürürken, diğer glutensiz unların önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, nohut ununun glutensiz unlar arasında köftelerin kalite özelliklerine daha iyi etki ettiğini bildirmişlerdir.

Thyren (2020) yaptığı bir çalışmada, et ürünü olarak köfte ve üç farklı bitkisel kaynaklı et ikameleri (soya, bezelye proteini ve farklı sebze karışımı) arasındaki benzerlik ve farklılıkları incelemiştir. Çalışılan parametreler protein kalitesinin yanı sıra demir, çinko ve kalsiyum içeriğiydi. Soya bazlı ürünün, demir içeriği, kalsiyum içeriği ve protein kalitesi açısından en iyi bitkisel bazlı alternatif olduğu görülmüştür. Sonuçlar, ürünlerin karşılaştırılabilir diyet gereksinimlerini karşıladığını ve bitki bazlı ürünlerin et ürünü için iyi bir ikame olduğunu göstermiştir.

Lesitin; endüstriyel olarak ayçiçek tohumu ya da soya fasülyesinden ekstraksiyon ve ayırıştırma yoluyla edinilen emülgatör türüdür. Ortalama %35 soya fasulyesi yağı içeren lesitin, açık kahverenge sahip ve sıvıdır (Hasenhuettl ve Hartel, 2008). Lesitin, viskozitenin kontrol altında tutulmasında kullanılmasının yanı sıra şekerlemelerin kalıplama tabakalarına yapışmasını önlemek için de tercih edilir ve son yıllarda en yaygın kullanılan bir yüzey aktif maddedir (Altan, 2005).

Lesitin, hayvansal ve aynı zamanda bitkisel temelli olabilir. Ancak, hayvansal kaynaklı ürünlerin içinde daha fazla oranlarda yer alır. Örnek olarak, taze yumurtanın sarı kısmı % 8 ila %10 arasında lesitini ihtiva ederken, tereyağında bu oran % 1 civarındadır. Diğer yandan, % 1,5-3,0 arasında fosfatid ihtiva eden soya fasülyesi en önemli lesitin kaynağıdır (Altan, 2005).

Bitkisel lesitin, ticari açıdan sadece soya fasülyesinden değil, aynı zamanda, mısır, yerkıstığı ve ayçiçeği tohumu yağlarından da edinilir. Lesitin bu çeşitleri genellikle soyadan elde edilen lesitine oranla, viskozite üzerinde daha az azaltıcı etki gösterirler. Öte yandan, Amerika'da aspiden üretilen ve yüksek nitelikli olarak bilinen lesitine olan rağbet, soya lesitini kadar yüksek olmamıştır. İkinci Dünya Savaşı zamanında Almanya'da kolzanın tohumundan lesitin üretilmiş, ancak günümüzde bu lesitine rastlanılmamaktadır (Minifie, 1989).

Endüstriyel olarak lesitini, akışkanlık, renk ve toplam fosfatid içeriği baz alınarak sınıflandırabiliriz. Kompozisyonundaki fosfatid içeriğinin, asetonda çözünmeyen kısmı, yüzdesi şeklinde belirtilir. Rengine göre ise ağartılmamış, bir defa beyazlatılmış ve iki defa ağartılmış olarak kategorize edilir (Altan, 2005). Farklı lesitin türlerini sınıflandırırken, daha koyu kıvamlı olanları lapamsı, daha akıcı olanları ise "plastik" ve "akıcı" terimleriyle ayırmak mümkündür. Ürünlerin akıcılığı, serbest yağ asidi, nem, soya yağı ve toplam fosfatid bileşimi ile bağlantılıdır (Altan 2005).

Lesitin, gıdalarda çeşitli amaçlarla kullanılır. Bu amaçlar arasında emülgatör özellikleriyle ürünlerin karışımını sağlamak, stabilizasyon sağlamak, ıslanma ve disperse olma özelliğiyle malzemelerin daha iyi dağılmasını sağlamak, yağlama özelliğiyle ürünlerin pürüzsüz olmasını sağlamak, nüfuz etme kabiliyetiyle bileşenleri bir arada tutmak, oksidasyonu önlemek, yağ hidrolizasyonunu engellemek ve yumuşatıcı etki göstermek gibi özellikler bulunur (Altan, 2005). Bu özelliklerine ek olarak lesitin, tekstürü iyileştirme, üründeki fireyi azaltma, ürünün dilimlenebilme kabiliyetini artırma, genel verimliliği artırma, ek besin değeri sağlama ve depolama süresini uzatma gibi etkilere sahiptir (Hepduman, 2002).

Lesitin, gıda sektöründe çeşitli uygulamalara sahiptir. Emülgatör olarak kullanılır ve bu kullanım çeşitli alanları kapsar: fırıncılık ürünleri, çikolatalar, dondurmalar, şekerlemeler, sakızlar, instant gıdalar, kuru gıdaların üretimi ve boyalar ve hayvan yemleri (Bhattacharya vd., 1998). Ürünlere, % 0,6 ila % 0,8 oranlarında lesitin ilave edilmesi, erime noktasını ve akma direncini düşürme etkisine sahiptir (Bhattacharya vd., 1998).

Keçiboynuzu, bitkisel kökenli gıdalara verilebilecek bir örnektir. Bu meyve, Fabales sınıfına ve Fabaceae familyasına aittir ve özellikle Akdeniz iklimi görülen bölgelerde yetişir. Kuru madde içeriğinde genellikle % 90 meyve eti, % 52-62 arası şeker bulunan keçiboynuzu, % 10 çekirdekten meydana gelmektedir. Keçiboynuzu 100 gramında, 25,83 gram diyet lifi, 4,18 gram proteini ve 0.69 gram yağ barındırır. Ayrıca insan sağlığına birçok olumlu etki yaratan D-pinitol içermesinin yanında, mineral maddeler ve fenolik bileşikler açısından zengindir. Ancak, keçiboynuzunun et ve ürünlerinde kullanımıyla ilgili yapılan araştırmaların yeteri kadar olmadığı belirtilmektedir (Karkacier ve Artık, 1995; Pazır ve Alper, 2016).

Keçiboynuzu gamı, dünya çapında çeşitli isimlerle bilinir; carob gamı, locust bean gamı, St. John'un ekmeği, Algaroba ve Tragasol yapıştırıcı gibi. Bu gamın, ilk defa Eski Mısırlılar tarafından mumyalama işlemlerinde kullanıldığı belirtilmektedir. Günümüzde ise gıda ürünlerinde kıvam arttırıcı olarak kullanılır ve E 410 koduyla tanımlanır (Demirtaş, 2007).

Keçiboynuzu gamı, Akdeniz ağacı keçiboynuzu fasulyesinin 'Ceratonia siliqua' doğal türlerindeki tohumların öğütülmüş endospermelerinden elde edilir. Endospermelerin molekül ağırlığı yüksek olup, glikozidik bağlarla bağlı olan 'mannopiranoz ve galaktopiranoz' olarak bilinen hidrokolloidal polisakaritlerden oluşur (Köksel, 2005). Keçiboynuzu gamı üretmek amaçlı bazı araştırmacılar tarafından, keçiboynuzu çekirdeklerine odaklı araştırmalarda çekirdeğe ait fiziksel, kimyasal ve pomolojik özellikler bulunmuştur (Olajide vd., 1999; Ogunjim vd., 2002).

Kokusuz olan, rengi beyaz ile sarıya benzer aralıkta olan, keçiboynuzu gamının etanolde çözünmemesine karşılık sıcak suda çözüldüğü ifade edilmiştir (Demirtaş, 2007). Keçiboynuzu gamı, tek başına iyi bir jelleşme özelliğine sahip olmamakla birlikte,  $\kappa$ -karragenan, ksantan veya agar ile birlikte kullanıldığında jelleşme özelliği kazanır (Köksel, 2005). Gıda ürünlerinde su bağlayıcı, jelleştirici ve kıvamlaştırıcı olarak etkileri bulunur. Keçiboynuzu gamının, ağırlığının 50 katı büyüklüğünde su tutma kapasitesi bulunmaktadır. Bu özelliği sayesinde suyun salınımını önler ve stabil ve kararlı yapının oluşumunu sağlar. Ayrıca, içeriğinde olduğu ürünlerde yapıyı geliştirirken lezzetlerinde herhangi bir etki yapmaz (Demirtaş, 2007).

Keçiboynuzu gamı, çeşitli ürün alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle dondurma, bebek mamaları ve kedi-köpek yemleri gibi ürünlerde önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, fırıncılık ürünleri, yumuşak peynirler, sütçülük ürünleri, diyet gıdalar, içecekler, soslar, tatlılar ve şekerlemeler gibi çeşitli gıda ürünlerinde de kullanılmaktadır. Keçiboynuzu gamı, genellikle %0.1 ila %1.0 arasında kullanılmaktadır (Ünal vd., 2003).

Wi ve ark. (2020) yaptıkları bir çalışmada, hayvan bazlı olmayan çeşitli sıvı katkı maddelerinin et analogunun fizikokimyasal, yapısal ve duyu özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma et analogu, tekstüre bitkisel protein soya proteini izolatu ve diğer sıvı katkı maddelerinin birlikte harmanlanmasıyla hazırlanmıştır. Fizikokimyasal (reolojik özellikler, pişirme kaybı, su tutma

kapasitesi, doku ve renk), yapısal (görünüm ve mikro yapı) ve duyuşsal özellikler değerlendirilmiştir. Su muameleli et analogunun yüksek pişirme kaybı değeri, yüksek serbest su içeriği, viskoelastisitede azalma, düşük su tutma kapasitesi ve sertlik değeri ile gözenekli bir yapıyla sonuçlandığı görölmüştür. Yağ muameleli et analogu viskoelastisitede artışa, düşük pişirme kaybı değerine, yüksek su tutma kapasitesi ve sertlik değerine ve hidrofobik etkileşimler nedeniyle yoğun bir yapıya sahip olmuştur. Soya proteini izolatu, tekstüre bitkisel protein matrisinin jel ağı oluşumu üzerinde olumlu bir etkiye sahipken, lesitin olumsuz bir etkiye sahip ve viskoelastisite, su tutma kapasitesi, sertlik değerinde azalma ve mikro yapıda pişirme kaybı değeri ve gözenek boyutunda artışa neden olduğu gözlenmiştir. Yağ uygulaması tekstür parametreleri için yüksek yoğunluk gösterirken, emülsiyon uygulamasının tekstür parametreleri ve genel kabul için yüksek tercih puanları gösterdiği görölmüştür.

Kong ve ark. (2023) alışmalarında, farklı oranlarda (% 0-25-50-75-100) lesitin/sorbitol monostearat (SMS) ile kanola yağı kullanılarak geliştirilen oleojeli, kuzu sosisinde kuzu yağı ikame maddesi olarak kullanılmışlardır. Lesitin/SMS-kanola yağı oleojeli, yapışkanlığı etkilemeden sosisin pişme kaybını, sertliğini, iğnenebilirliğini ve esnekliğini azaltmıştır. Doymamış yağ asidinin doymuş yağ asidine oranı, ikame %0'dan %100'e çıktıkça 1,12'den 3,38'e yükseldiği gözlenmiştir. Kuzu sosisleri için kuzu yağının %50 oranında lesitin/SMS-kanola yağı oleojelleri ile değiştirilmesinin en uygun seçenek olabileceği sonucuna varılmıştır.

Özben Demirci vd. (2014), ksantan, guar, karragenan ve keçiboynuzu gamlarının köftenin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Köfte örnekleri her bir sakız ilavesi için '(% 0,5 -%1- %1,5)' olmak üzere üç farklı formülasyon ile üretilmiş ve sakız ilaveli örnekler kontrol köfteler ile karşılaştırılmıştır. Sakız ile formüle edilen çiğ ve pişmiş köfte örneklerinin kül içeriği ve tekstür değerlerinde artış, nem ve yağ içerikleri ile köfte kırmızılığında (a\*) kontrole kıyasla önemli düşüşler görölmüştür. Duyusal analiz sonuçlarına göre, keçiboynuzu gamı eklenmiş (%1) örneklerin daha çok tercih edildiğini görmüşlerdir.

Luruena-Martinez vd. (2004) sosislerin yağ seviyesinin düşürölmesinin, domuz yağı yerine zeytinyağı kullanılması ve keçiboynuzu/ksantan zamkı (%0,5 ve %0,6) eklenmesinin emülsiyon stabilitesi, jöle ve yağ ayırımı, işleme verimi,

pişirme kaybı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Keçiyoynuzu/ksantan sakızı eklenmesi ile, pişirme kaybını azalttığı, verim, emülsiyon stabilitesi ve hidrasyon/bağlanma özelliklerinde önemli bir artış sağladığını görmüşlerdir. Domuz yağının zeytinyağı ile değiştirilmesinin parametreleri etkilemediği sonuçlarda görülmüştür.

Garcia ve Totosaus (2007), sosislerde patates nişastası, keçiyoynuzu gamı ve  $\kappa$ -karragenan arasındaki etkileşimleri ve bunların sosislerde pişirme verimi, nem, doku ve renk üzerindeki etkilerini değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Nişastanın ürün sertliğini ve esnekliğini artırdığı, keçiyoynuzu gamı ve  $\kappa$ -karragenanın, daha yüksek oranda patates nişastası içeren formülasyonlarda pişirme verimini artırdığı ve nemi azalttığı görülmüştür. Diğer iyonların varlığının,  $\kappa$ -karragenan işlevselliğini ve bunun keçiyoynuzu gamı ile sinerjistik etkileşimini arttırmış olabileceğini görmüşlerdir. Sonuç olarak nişasta,  $\kappa$ -karragenan ve keçiyoynuzu gamı benzer oranlarda eklenirse, az yağlı pişmiş et ürünlerinde genişletici katkı maddesi olarak etkisinin olabileceğini bildirmişlerdir.

Dilek vd. (2010) araştırmalarında, sosis ve sarımsak aromalı sucuklarda nem kaybını azaltmak için kaplamada keçiyoynuzu gamı kullanmışlardır. Kaplamalı sosisler ve sarımsak aromalı sosislerin depolama koşullarında referansa göre daha uzun raf ömrünün olduğu ve keçiyoynuzu gamı kaplamalı örneklerin nem kaybı değerlerinin çok az arttığı fakat istatistiksel olarak kayda değer bir farklılık görülmemiştir.

## 3. MATERYAL VE YÖNTEM

### 3.1 Materyal

Yapılan bu araştırma çalışmasında, vegan köfte üretimini gerçekleştirmek amacıyla malzeme olarak nohut, bezelye, patates, galeta unu, maydanoz, soğan, çeşitli baharatlar kullanılmıştır. Kullanılan nohut, bezelye (Anadolu Mutfağı) ve patates Bolu'da yerel bir marketten alınmıştır. Vegan köfte yapımında katkı olarak kullanılan, sıvı soya lesitini ve keçiyoynuzu gamı sanal bir marketten (www.hammaddeler.com. İstanbul) temin edilmiştir. Köfte karışımının hazırlanmasında kullanılan soğan ve maydanoz Bolu'da yerel bir manavdan alınmış olup, galeta unu ve tüm baharatlar; tuz, karabiber, pulbiber, kekik, kimyon, yenibahar (Anadolu Mutfağı), ayçiçek yağı (Yudum Yağ) kullanılmıştır. Analizler esnasında kullanılmış olan kimyasal malzemeler Sigma-Aldrich ve Merck'ten sağlanmış olup, analitik saflıktadır.

Daha öncesinden de ön denemesi yapılan vegan köftelerin üretilmesi işlemleri Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesinin Mühendislik Fakültesi, AR-GE Laboratuvarlarında üretilmiştir.

### 3.2 Yöntem

#### 3.2.1 Materyal Hazırlanması ve Köftelerin Üretimi

Vegan köfte formülasyonu olarak (Ceylan, 2024) tarafından belirlenen %50 nohut, %22 bezelye ve %28 patates ayrı ayrı haşlandıktan sonra %18 galeta unu, %1 maydanoz, %5 soğan eklenerek büyük bir kaptaki karıştırılmıştır. Belirlenmiş oranda baharatların tartımı yapılmış (%1,8 tuz, %0,2 toz karabiberin, %1 kırmızıbiberin, %0,5 kimyonun, %,009 oranında kekiğin ve %0,09 yenibaharın ilave edilmesinden sonra, homojen hale gelene kadar elde yoğurulmuştur. %10 ayçiçek yağı ilave edilme aşamasından sonra, 3,5 mm ayna delikleri bulunan kıyma makinasında (Alveo, Konya) kıyma şekline getirilmiştir. Ardından homojen şekildeki köfte hamuru 10 eşit parçaya bölünmüştür. Değişken faktör olan keçiyoynuzu gamı ve lesitin, 10 parça köfte hamurlarına belirlenmiş oranlarda (Çizelge 3.1) eklenmiş olup, 50 mm çap ve 15 mm kalınlık ölçüsünde şekil

verildikten sonra, köfteler 0-4°C’de buzdolabında (Arçelik, Türkiye) 24 saatlik bir sürede bekletilmiştir. Dinlendirilmiş olan köfte hamurları daha sonra 4 gözlü tüplü ocakta, 26 cm ebatında tava kullanılarak, aynı sıcaklık ve aynı sürede (5 dk), her kızartma için aynı miktar (75 mL) sıvı yağ kullanılarak kızartılmıştır.

**Çizelge 3.1.** Keçiyoynuzu Gamı ve Lesitinin Değişken Oranları

Deneme No	% Keçiyoynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	% Lesitin (X <sub>2</sub> )
1	0,00	0,00
2	0,00	0,50
3	0,00	1,00
4	0,50	0,00
5	0,50	0,50
6	0,50	0,50
7	0,50	1,00
8	1,00	0,00
9	1,00	0,50
10	1,00	1,00

### 3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Analizlerin tamamı, iki paralelli ve iki tekerrürü olarak yürütülmüştür.

#### 3.2.2.1 Renk Tayini

Köfte numunelerinin L\*, a\*, b\* değerleri renk analiz aygıtı (Konika Minolta Chromameter CR-400, Japonya) vasıtasıyla yapılarak, L\* değeri (Açıklık-koyuluk), a\* değeri (Kırmızılık,-yeşillik) ve son olarak ise b\* değeri (Sarılık-mavilik) saptanmıştır (Hunt vd., 1991).

#### 3.2.2.2 pH Tayini

10 g tartılmış olan köfte numuneleri, erlenler içerisine alınarak, üzerlerine 100 ml distile su ilavesi yapılmıştır. Waring Commercial Blender (ABD) blender kullanılarak bir dakika süresince homejenize hale getirilmiş olup, 4.00’lük ve 7.00’lük tampon çözeltilerinden faydalanarak standart hale getirilmiş olan pH metre (Schott Instruments, Lab 860, İngiltere) ile pH ölçümleri 0,01 hassaslık derecesinde belirlenmiştir (Gökalp vd., 2012)

### 3.2.2.3 Nem Tayini

Köfte örnekleri hassas terazi (Ohaus, ABD) kullanılarak, 5 g olarak tartılmış ve sabit ağırlığa ulaşınca dek  $102 \pm 1$  °C'deki etüv içerisinde (Venti Line VWR, EC, Belçika) kurutulmuştur. Sabit ağırlığa ulaşan örnekler, desikatör vasıtasıyla soğutulduktan sonra, tartımları yapılarak, % nem miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

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

**M<sub>0</sub>** : Kurutma işlemi öncesi köfte örneğinin miktarı (g)

**M<sub>1</sub>** : Kurutma işlemi sonrası köfte örneğinin miktarı (g)

### 3.2.2.4 Yağ Tayini

3 g ile 5 g arasındaki miktarlarda olacak şekilde tartılan köfte örnekleri 6 saate yakın  $105 \pm 1$  °C'de etüvde kurutulmuş olup, soksalet balonları ise 2 saat boyunca etüvde kurutulduktan sonra desikatöre alınmış ve tartımları yapılmıştır. Yağ çıkarma düzeneğinde (Gerhardt, Almanya) petrol eteri kullanılarak yağ ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır. % yağ formülünden faydalanılarak % yağ oranı belirlenmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Yağ oranı (\%)} = M_y \times 100 / M_0$$

**M<sub>y</sub>** : Ekstrakte edilmiş yağın ağırlığı (g)

**M<sub>0</sub>** : Kurutma işlemi öncesindeki örnek ağırlığı (g)

### 3.2.2.5 Protein Tayini

Öncelikle Kjeldahl metodu kullanılarak % ham N tayininin yapılmasının ardından, bu değer 6.25 katsayısı ile çarpımı yapılarak, ham protein miktarları belirlenmiştir (AOAC, 2000).

$$\% \text{Ham azot (TN)} = (V_1 - V_0) \times 0.014 \times N \times F \times 100 / \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

**V<sub>1</sub>** : Şahit için harcanmış olan HCL (ml)

**V<sub>0</sub>** : Örnek için harcanmış olan HCL (ml)

**N** : HCL'in normalitesi

**F** : HCL'in faktörü

### 3.2.3 Tekstür Analizleri

Örneklerde, tekstür analiz cihazı (TA-HD Plus TextureAnalyser, UK) kullanılarak, Tekstür Profil Analizi (TPA) ve kırılma testleri yapılmıştır. Tekstür Profil Analizi (TPA) için 50 kg yük hücresi ve kırılma testleri için ise 5 kg yük hücresi kullanılmıştır. Kesme probu olarak Warner BratzlerBlade set-V slot kullanılmıştır. Kırılma testlerinde kesme enerjisi (J), kesme kuvveti (N) ve kesme işi (Ns) değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Tekstür Analizlerinde ise sertlik (N), yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir. Tüm denemeler 2 tekerrür olarak yürütülmüş ve her bir tekerrür için okuma işlemi yapılmıştır.

### 3.2.4 Duyusal Analizler

Çizelge 3.1.' e göre hazırlanmış ve pişirilmiş köfte örnekleri normal oda koşulları ortamında servis edilerek, 10 panelist tarafından duyusal analizleri yapılmıştır. Duyusal nitelikler elastikiyetliğin, görünümün, sululuğun, tat-aromanın, iç renk ve parlaklığın, çiğnenebilirliğin ve genel beğenin ölçütlerine göre değerlendirmeye alınmıştır (AMSA, 1995).

### 3.2.5 Renk Değerleri

Köftelerin dış yüzeylerinde ve kesitleri alındıktan sonraki iç yüzeylerindeki renk değerlerinin ölçülmesi, renk ölçüm aygıtı (Konika Minolta Chromameter CR-400, Japonya) vasıtasıyla, CIE L\*, a\*, b\* renk ölçüm sistemi ile yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda L\* (açıklık-koyuluk), a\* (kırmızılık-yeşillik) ve b\* (sarılık-mavilik) değerleri elde edilmiştir. Ölçümler iç ve dış yüzeylerin 2 değişik noktasından ölçülmüştür.

### 3.2.6 Teknolojik Özellikler

#### 3.2.6.1 Randıman

Piştirilmiş köftelerin ağırlıklarını, piştirilmemiş köftelerin ağırlıklarına oranlayarak % randıman hesabı yapılmıştır.

$$\text{Randıman} = \text{Piştirilmiş köftenin ağırlığı(g)} * 100 / \text{piştirilmemiş köftenin ağırlığı(g)}$$

#### 3.2.7 İstatistiksel Analizler

Yanıt yüzeyi yöntemi (Response Surface Methodology) kullanılarak, merkezi bileşik desen (Central Composite Design) modeline dayalı olarak yapılan denemeler iki kez tekrarlanmıştır. Lesitin (%0-%0.5-%1) ve keçıboynuzu gamı (%0-%0.5-%1) ile birlikte iki faktörün etkisi incelenmiştir. İki merkez nokta olmakla birlikte 10 deneme noktasında her faktörün 2 seviyesinin değeriendirildiği denklem aşığıda belirtilmiştir.

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

Denklemdede olan  $\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$ ,  $\beta_{ij}$  sabit ve modelin regresyon katsayılarıdır.  $X_i$  ve  $X_j$  şeklinde gösterilenler ise bağımsız değişkenlerdir. Bu denemede, keçıboynuzu gamı ve lesitin olmak üzere iki değişkenli, ikinci derece bir modelin uyumu incelenmiş ve sonuçlar, lineer, karesel ve ikili etkileşimlerinin önem dereceleri (SAS 6.12) paket programından faydalanılarak saptanmıştır. X dizayn matrisi ve Y yanıt vektörüne göre, En küçük Kareler Eşitliği  $b=(X'X)^{-1}X'Y$  şeklinde olmuştur.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Bulguları

Hammaddelere (nohut, bezelye, patates) ait kimyasal analizlerin verileri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Hammaddelere, köfte hamurları 10 ayrı formülasyon için ayrıldıktan sonra, lesitin ve keçiyoynuzu gamı ilave edilme esnasında %10 ayçiçek yağı eklenmiştir.

**Çizelge 4.1.** Hammaddelere ait kimyasal analiz verileri

Hammadde	Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)
1 numaralı kontrol örneğinin analiz verileri	7,00	19,70	61,14

### 4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Fizikokimyasal özelliklerin ortalama değerleri, faktörlerin etkisi ve önemlilik dereceleri eklerde gösterilmiştir.

#### 4.2.1 pH Değeri

Vegan köftelerin pH değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0117X_1 + 0,0142X_2 + 0,0282X_1 * X_1 + 0,0213X_1 * X_2 - 0,0293X_2 * X_2$$

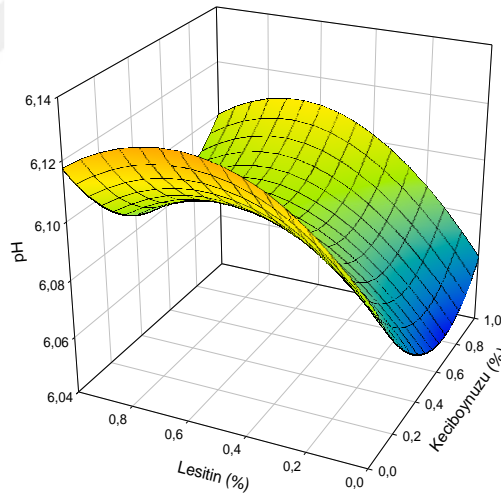
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler, Çizelge 4.2.’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.2.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının pH değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0014	10,5204	0,0203 *
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0008	6,0208	0,0702
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,0012	8,8777	0,0408 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,0019	13,6939	0,0208 *
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0018	13,3165	0,0218 *
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0020	14,7537	0,0184 *
Uyum eksikliği	3	0,0002	3,2837	0,3805
Genel	9			

\*: P<0.05, R<sup>2</sup>: 0,929331, RMSE: 0,011646

Çizelge 4.2.'den görüleceği üzere, köftelerin pH değeri üzerine lesitin lineer etkisinin önemli, keçiboynuzu gamı ve lesitin kuadratik etkilerinin öneme sahip olduğu (p<0.05) görülmektedir. Köftelerin pH değerleri 6,04 - 6,13 arasında farklılık göstermiştir (EK 1). Lesitin miktarının artması ile pH değeri belli oranda artış ardından azalma gösterdiği Şekil 4.1.'de görülmektedir.



**Şekil 4.1.** pH değerleri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

pH değerlerindeki bu küçük yönlü artışın, lesitin kimyasal yapısı gereği fosfolipitler içermesi ve hafif bazik olmasından kaynaklı, pH seviyesini artırmış olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.2.2 Nem Oranı

Vegan köftelerin nem oranı üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,8397X_1 + 0,9602X_2 + 0,8307X_1 * X_1 + 0,5578X_1 * X_2 + 0,1449X_2 * X_2$$

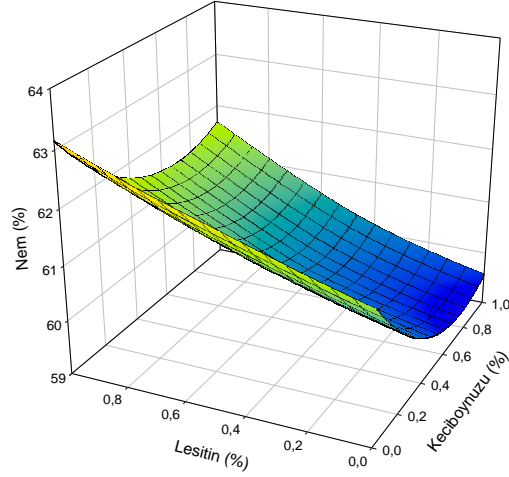
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler, Çizelge 4.3.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.3.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının nem oranı üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	2,5620	1,4740	0,3642
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	4,2309	2,4341	0,1937
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	5,5318	3,1825	0,1490
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1,6102	0,9264	0,3903
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	1,2446	0,7160	0,4451
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0490	0,0282	0,8748
Uyum eksikliği	3	1,9932	2,0482	0,4650
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,648192, RMSE: 1,318406

Çizelge 4.3.'te görüleceği üzere, faktörlerin köftelerin nem değeri üzerindeki etkilerinin anlamlı olmadığı (p>0.05) bulunmuştur. Köftelerin nem değerleri en düşük % 58,93 ve en yüksek % 63,59 arasında değişmiş olup, ortalama nem oranı % 60,44 olarak sonuçlanmıştır (EK 1). Lesitin miktarındaki artışa bağlı olarak nem değerinin arttığı, keçiboynuzu gamı miktarındaki artışa bağlı ise nem değerinde azalma olduğu, Şekil 4.2'de görülmektedir. Nem değerinde meydana gelen artışın, emülgatör olan lesitin suyun dağılmasını ve tutulmasını sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Eschliman ve Etthlinger, 2015). Garcia ve Totosau (2007), yaptığı çalışmada, az yağlı sodyumu azaltılmış soslerde keçiboynuzu gamı ve k-karragenan kullanımının pişirme verimini artırdığı ve nemi azalttığını bildirmiştir.



**Şekil 4.2.** Nem değerleri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

### 4.2.3 Yağ Oranı

Vegan köftelerin yağ oranı üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -1,9746X_1 + 2,3935X_2 + 1,8639X_1 * X_1 + 1,0007X_1 * X_2 - 0,3422X_2 * X_2$$

olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler, Çizelge 4.4’de gösterilmektedir.

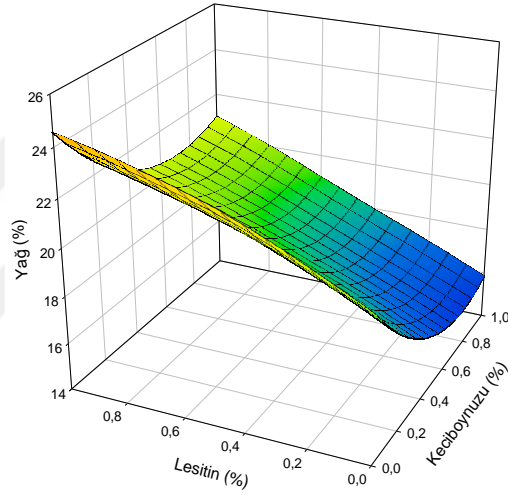
**Çizelge 4.4.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının yağ oranı üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	13,9767	5,3376	0,0649
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	23,3948	8,9344	0,0404 *
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	34,3743	13,1274	0,0223 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	8,1060	3,0956	0,1533
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	4,0059	1,5298	0,2838
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,2732	0,1043	0,7629
Uyum eksikliği	3	3,4827	133,2307	0,0636
Genel	9			

\*: P<0.05, R<sup>2</sup>: 0,869656, RMSE: 1,618183

Vegan köfte üretiminde yağ oranı üzerine keçiboynuzu ve lesitin lineer etkisinin anlamlı (p<0.05) bulunduğu Çizelge 4.4.’de görülebilmektedir. Köftelerin yağ oranları en düşük %15,47 ve en yüksek % 24,81 aralığında değişmiş olup

ortalama % 18,83 olarak görülmüştür (EK 1). Lesitin miktarındaki artışın köfte yağ oranlarında artışa, keçiyoynuzu gamı miktarındaki artışın ise yağ oranında azalmaya neden olduğu, Şekil 4.3’de görülmektedir. Bu durumun, lesitin lipofilik bir bileşik olması ve yağ/su emülsiyon özelliğinin yağ bağlama kapasitesini arttırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gil, 1994). Lesitin kullanımının, donut üretiminde yüzey gerilimini düşürdüğü ve bunun sonucunda, yağ emilimini arttırdığını belirtmiştir. Özben Demirci vd. (2014), yaptığı çalışmayla, ksantan, guar, karragenan ve keçiyoynuzu gamları kullanılması ile üretilen çiğ ve pişmiş köfte örneklerindeki nem ve yağ içeriklerinin kontrol örneklerine kıyasla önemli bir azalış olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.3. Yağ değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.2.4 Protein Oranı

Vegan köftelerin protein oranı üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y=0,0543X_1 - 0,0066X_2 - 0,1619X_1 * X_1 - 0,0802X_1 * X_2 + 0,0625X_2 * X_2$$

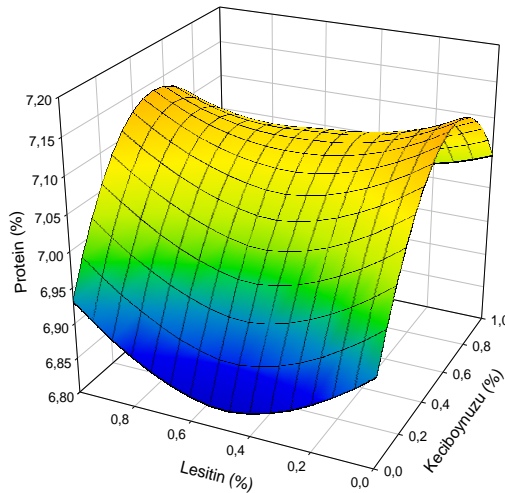
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.5.’te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının protein oranı üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0216	0,3752	0,8444
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,0177	0,3073	0,6089
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,0003	0,0046	0,9493
$X_1 * X_1$	1	0,0612	1,0640	0,3606
$X_1 * X_2$	1	0,0257	0,4474	0,5402
$X_2 * X_2$	1	0,0091	0,1583	0,7110
Uyum eksikliği	3	0,0657	2,0097	0,4686
Genel	9			

$R^2$ : 0,319247, RMSE: 0,239766

Keçiboynuzu ve lesitin faktörlerinin, protein değerlerine etkilerinin önemsiz olduğu ( $p > 0.05$ ) Çizelge 4.5’de görülebilmektedir. Köfte örneklerinin protein oranlarında en düşük % 6,61 ve en yüksek % 7,22 arasında değişmiş olup ortalama % 7,07 oranında belirlenmiştir (EK 1). Köfte yapımında kullanılan keçiboynuzu gamının % 0,6 seviyesine kadar protein oranını artırdığı Şekil 4.4.’de görülmektedir. Keçiboynuzu gamının protein oranının düşük olmasına rağmen ürünlerdeki protein oranının artması, keçiboynuzu gamının hammaddelerdeki proteinlerin homojen şekilde dağılımını sağlayarak, bağlanmalarını kolaylaştırmasıyla olabileceği düşünülmektedir.



**Şekil 4.4.** Protein değerleri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

### 4.3 Tekstürel Özellikler

Tekstür parametrelerine ilişkin ortalama değerlerin gösterildiği tablo EK 4'te, önem derecelerinin gösterildiği tablo EK 5'te, faktör etkilerinin tablosu ise EK 6'da gösterilmiştir.

#### 4.3.1 Çiğnenebilirlik (N)

Vegan köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0470X_1 - 0,1713X_2 - 0,2640X_1 * X_1 - 1,2316X_1 * X_2 + 0,6154X_2 * X_2$$

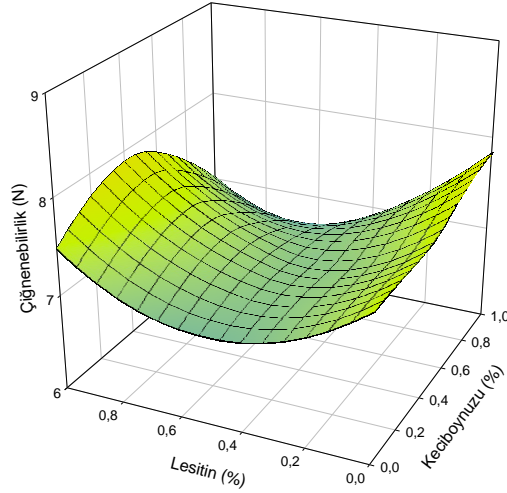
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.** Keçiyoynuzu gamı ve lesitin kullanımının çiğnenebilirlik değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	1,4405	0,2887	0,8973
Keçiyoynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0132	0,0027	0,9614
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,1760	0,0353	0,8601
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,1627	0,0326	0,8655
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	6,0671	1,2160	0,3320
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,8836	0,1771	0,6955
Uyum eksikliği	3	5,8257	2,3488	0,4394
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,26519, RMSE: 2,233675

Köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki lesitin ve keçiyoynuzu gamının etkilerinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu (P>0.05) Çizelge 4.6.'da görülebilmektedir.



**Şekil 4.5.** Çiğnenebilirlik değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

### 4.3.2 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0264X_1 + 0,0036X_2 - 0,0232X_1 * X_1 - 0,0233X_1 * X_2 + 0,0237X_2 * X_2$$

olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

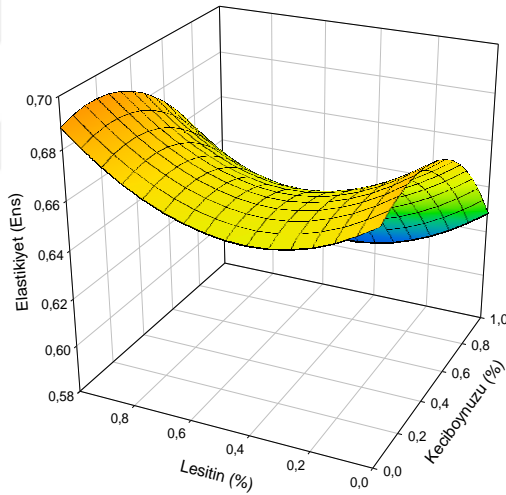
**Çizelge 4.7.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının elastikiyet değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0017	12,2741	0,0154 *
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0042	29,7396	0,0055 **
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,0001	0,5613	0,4954
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,0013	8,9429	0,0403 *
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0022	15,4149	0,0172 *
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0013	9,3198	0,0379 *
Uyum eksikliği	3	0,0002	1,3368	0,5493
Genel	9			

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01, R<sup>2</sup>: 0,93881, RMSE: 0,011854

Vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde keçiboynuzu gamının lineer etkisinin çok öneme sahip olduğu (p<0.01), lesitin ile keçiboynuzu gamının, köftelerin elastikiyet değerindeki kuadratik etkisinin ise anlamlı (p<0,05) olduğu Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere lesitin miktarı %0,5

orandan sonra köftenin elastikiyetinde artışa neden olmuştur. Bunun nedeninin lesitin emülsifikasyon özelliği sayesinde yağ ve suyun daha iyi karışmasını sağlayarak, köftedeki suyu daha iyi muhafaza etmesine katkı sağlayacağı ve böylelikle köftenin elastikiyetini artırabileceği düşünülmektedir. Ekmek yapımında lesitin kullanımının, pişmiş ürünün gözeneklilik ve elastikiyetinde artış etkileri gösterdiği bildirilmiştir (Codine, 2013). Keçiyoynuzu gamının artışına bağlı elastikiyet değerinin düştüğü görülmekte olup, bunun sebebinin polisakkaritler içeren keçiyoynuzu gamı ve guar gam ilavesinin nişasta jellerinin viskoz özelliklerini artırırken ve elastikiyetini azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Eidam vd., 1995). Yapılan bir çalışmada (Kotancılar, 2023), ekmek yapımında mısır unu ve keçiyoynuzu ile birlikte 5 farklı gam kullanımında, keçiyoynuzu gamı ve mısır ununun elastikiyet değerini düşürdüğü sonucunu bildirmiştir.



Şekil 4.6. Elastikiyet değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ve lesitin etkisi

### 4.3.3 Kesme İşi (Ns)

Vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -1,1636X_1 - 1,0973X_2 - 2,7596X_1 * X_1 - 2,0771X_1 * X_2 + 0,0828X_2 * X_2$$

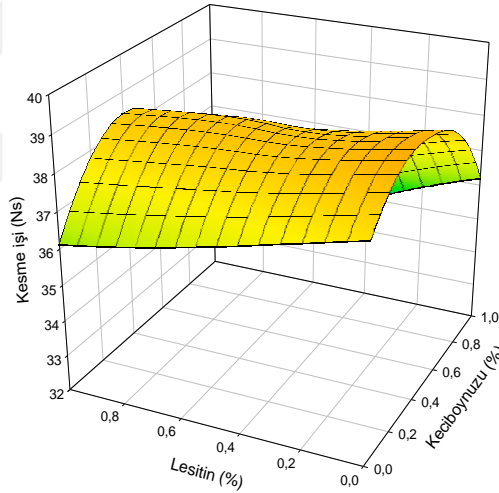
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının kesme işi (Ns) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	10,1430	0,3395	0,8665
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	8,1233	0,2719	0,6296
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	7,2243	0,2418	0,6487
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	17,7696	0,5947	0,4836
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	17,2566	0,5776	0,4896
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0160	0,0005	0,9826
Uyum eksikliği	3	33,5470	1,7778	0,4923
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,297929, RMSE: 5,466049

Faktörlerin köftelerdeki kesme işi üzerindeki etkisinin, bir anlam taşımadığı (p>0.05) saptanmış olup, Çizelge 4.8.'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.7.** Kesme İşi (Ns) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.3.4 Kesme Kuvveti (N)

Vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0970X_1 + 0,0265X_2 - 0,6229X_1*X_1 - 0,1070X_1*X_2 + 0,5497X_2*X_2$$

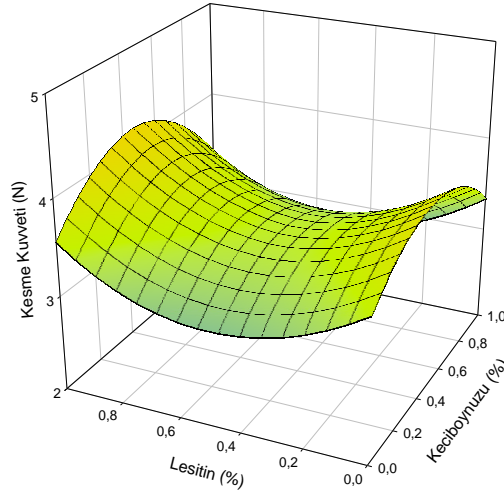
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının kesme kuvveti (N) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,2978	0,5374	0,7446
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,0564	0,1018	0,7656
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,0042	0,0076	0,9348
$X_1 * X_1$	1	0,9053	1,6337	0,2703
$X_1 * X_2$	1	0,0458	0,0827	0,7880
$X_2 * X_2$	1	0,7051	1,2725	0,3224
Uyum eksikliği	3	0,6912	4,8368	0,3198
Genel	9			

$R^2$ : 0,401826, RMSE: 0,744401

Faktörlerin köftelerdeki kesme kuvveti üzerindeki etkilerinin istatistiki yönden önemsiz ( $p > 0.05$ ) olduğu bulunmuş olup, çizelge 4.9.'da görülebilmektedir. Keçiboynuzu gamının belli bir orana kadar kesme kuvvetini artırdığı şekil 4.8.'de görülmekte olup, yapılan bir çalışmada (Mirzaei, 2020) karboksimetilselüloz ve keçiboynuzu zamklarının farklı seviyelerde (%0,5, %0,75 ve %1) tek başlarına veya birbirleriyle kombinasyon halinde ekstrüde pirince eklenmesinin kesme kuvvetini artırdığını bildirmiştir.



**Şekil 4.8.** Kesme Kuvveti (N) değerine keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.3.5 Sertlik (N)

Vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

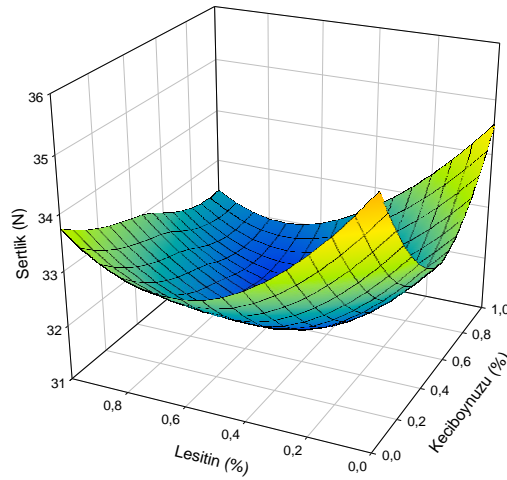
$Y = -0,5242X_1 - 0,8375X_2 + 0,9779X_1*X_1 - 0,9428X_1*X_2 + 1,2669X_2*X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının sertlik (N) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	3,3102	0,0931	0,9886
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	1,6488	0,0464	0,8400
Lesitin ( $X_2$ )	1	4,2088	0,1184	0,7481
$X_1*X_1$	1	2,2314	0,0628	0,8145
$X_1*X_2$	1	3,5551	0,1000	0,7677
$X_2*X_2$	1	3,7448	0,1053	0,7618
Uyum eksikliği	3	41,1176	2,1799	0,4532
Genel	9			

$R^2$ : 0,104247, RMSE: 5,962692

Köftedeki sertlik değerlerine, faktör etkilerinin istatistiki yönden önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu, Çizelge 4.10.'da görülebilmektedir. Lesitin miktarının artması ile sertlik miktarındaki azalma Şekil 4.9.'da görülmektedir. (Appl, 1989), çalışmasında, lesitin kullanılmayan ürünlerde, su ile yağ fazlarının ayrılarak, yağ globüllerinin yüzeyde biriktiğini, buna bağlı olarak da elde edilen yapının sert olduğunu belirtmiştir.



**Şekil 4.9.** Sertlik değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.3.6 Yapışkanlık

Vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y=0,0294X_1 - 0,0298X_2 - 0,0384X_1*X_1 + 0,0067X_1*X_2 - 0,0302X_2*X_2$$

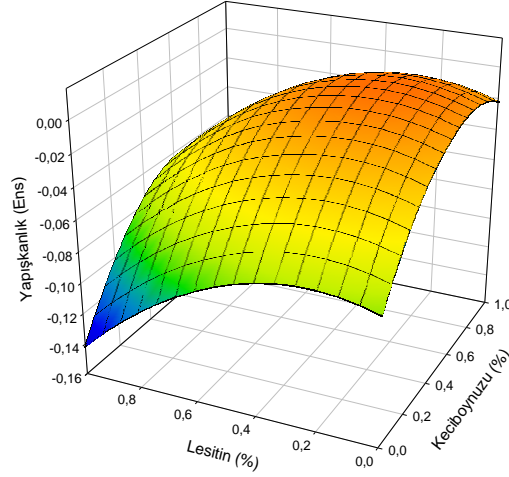
olarak bulunmuş olup, analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.11’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.11.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının yapışkanlık değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0035	2,8697	0,1645
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0052	4,2908	0,1071
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,0053	4,4016	0,1039
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,0034	2,8478	0,1668
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0002	0,1478	0,7202
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0021	1,7610	0,2552
Uyum eksikliği	3	0,0016	19,6143	0,1641
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,781998, RMSE: 0,03479

Çizelge 4.11.’de görüldüğü üzere, köftelerin yapışkanlık değerleri üzerinde faktör etkilerinin, istatistiki yönden önemsiz (p>0.05) olduğu görülmektedir. Lesitin miktarındaki artış ile yapışkanlığın azaldığı şekil 4.10.’da görülmektedir. (Meral ve Doğan, 2002) yaptıkları araştırmada, gofret yapımında kullanılan lesitin, gofretin yüzey özelliklerini ve yaprakların yapışma eğilimini azalttığını belirtmişlerdir.



**Şekil 4.10.** Yapışkanlık değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkileri

#### 4.3.7 İç Yapışkanlık

Vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$Y=0,0074X_1 - 0,0063X_2 - 0,0138X_1 * X_1 - 0,0353X_1 * X_2 - 0,0014X_2 * X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

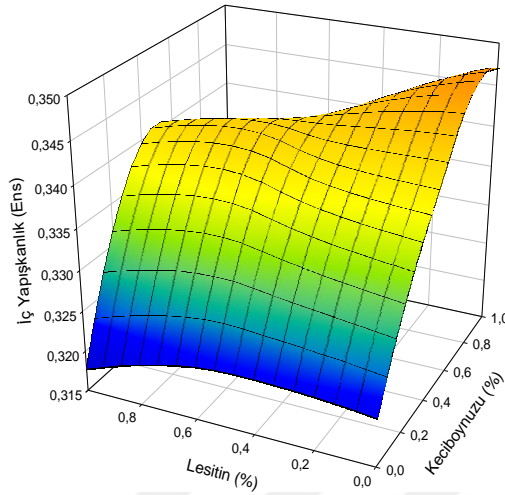
**Çizelge 4.12.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının iç yapışkanlık değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0012	0,7172	0,6439
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,0003	0,1968	0,6803
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,0002	0,1395	0,7277
$X_1 * X_1$	1	0,0004	0,2628	0,6352
$X_1 * X_2$	1	0,0050	2,9677	0,1600
$X_2 * X_2$	1	0,0000	0,0026	0,9621
Uyum eksikliği	3	0,0022	10,6643	0,2205
Genel	9			

$R^2: 0,472703$ ,  $RMSE: 0,040996$

Köftelerin iç yapışkanlık değerlerine, faktör etkilerinin istatistiki yönden önemsiz olduğu ( $p>0.05$ ), Çizelge 4.12.'de görülebilmektedir. Keçiboynuzu gamı miktarındaki artış ile iç yapışkanlık değerinin artışı Şekil 4.11.'de görülmekte olup,

keçiboynuzu gamının lesitine göre iç yapışkanlığı artırmasının nedeninin yüksek jel oluşturabilme özelliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



**Şekil 4.11.** İç yapışkanlık değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.3.8 Sakızimsılık (N)

Vegan köftelerin sakızimsılık (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y=0,2515X_1 - 0,3403X_2 - 0,0641X_1*X_1 - 1,4601X_1*X_2 + 0,4348X_2*X_2$$

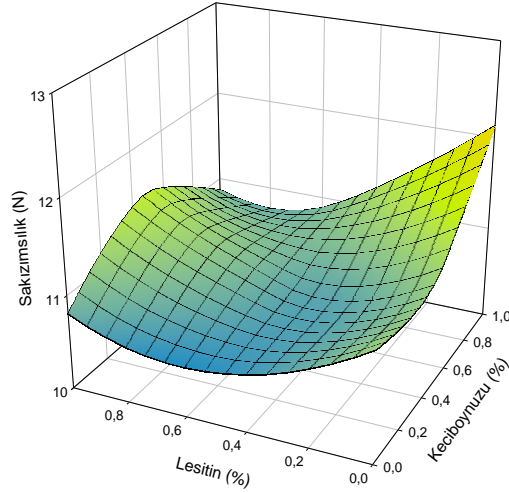
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.13.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının sakızimsılık (N) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	2,0086	0,1826	0,9548
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,3794	0,0345	0,8617
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,6950	0,0632	0,8139
$X_1*X_1$	1	0,0096	0,0009	0,9779
$X_1*X_2$	1	8,5273	0,7751	0,4284
$X_2*X_2$	1	0,4412	0,0401	0,8510
Uyum eksikliği	3	13,0101	2,6157	0,4199
Genel	9			

$R^2$ : 0,185821, RMSE: 3,31678

Köftelerin sakızimsılık miktarlarına, faktörlerin etkisinin önemsiz ( $p>0.05$ ) olduğu, Çizelge 4.13.'te gösterilmektedir.



**Şekil 4.12.** Sakızlımsılık değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.3.9 Esneklik

Vegan köftelerin esneklik değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$Y=0,0030X_1 - 0,0039X_2 - 0,0085X_1 * X_1 - 0,0161X_1 * X_2 - 0,0007X_2 * X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.14.'te gösterilmiştir.

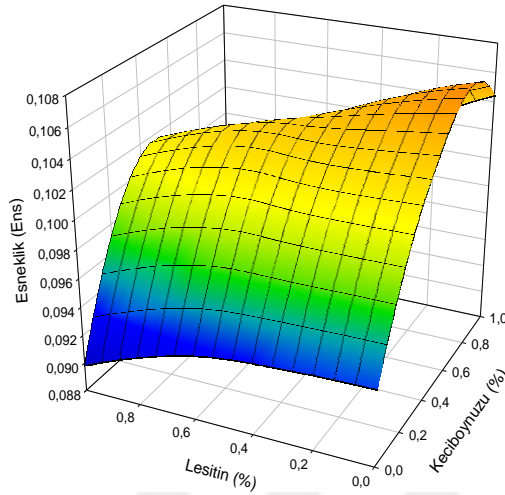
**Çizelge 4.14.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının esneklik değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0003	1,1220	0,4687
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,0001	0,2222	0,6619
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,0001	0,3813	0,5703
$X_1 * X_1$	1	0,0002	0,6902	0,4528
$X_1 * X_2$	1	0,0010	4,2716	0,1076
$X_2 * X_2$	1	0,0000	0,0049	0,9477
Uyum eksikliği	3	0,0003	93,6908	0,0758
Genel	9			

$R^2: 0,583768$ ,  $RMSE: 0,0156$

Köftelerin esneklik değerine, faktörlerin etkisinin anlamsız ( $p>0.05$ ) olduğu, Çizelge 4.14.'de gösterilmektedir. Keçiboynuzu gamının artışı ile esneklik değerinin artışı şekil 4.13.'de verilmiştir. (Worrasinchai vd., 2006), yaptıkları çalışmada yağı düşürülmüş mayonezlere gamların ilave edilmesi sonucu, sürekli

fazda güçlü jel yapı oluşturarak, esnek yapının oluşmasına etkilerinin olduğunu bildirmiştir.



**Şekil 4.13.** Esneklik değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.4 Duyusal Özellikler

Vegan köftelerin duyusal parametrelerinin ortalamalarını gösteren değerler EK 7’de, önem derecelerinin ortalamaları EK 8’de ve faktör etkileri ise EK 9’ da sunulmuştur.

##### 4.4.1 Görünüş

Vegan köftelerin görünüş değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,1780X_1 - 0,1515X_2 + 0,1279X_1 * X_1 - 0,0364X_1 * X_2 + 0,1666X_2 * X_2$$

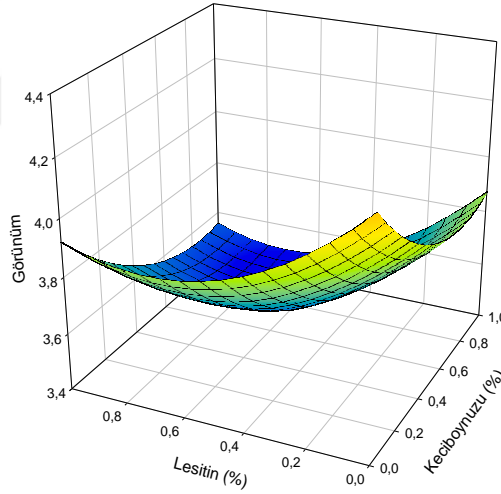
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.15.’te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının görünüş değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0912	1.2171	0.4368
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0.1902	2.5373	0.1864
Lesitin ( $X_2$ )	1	0.1378	1.8378	0.2467
$X_1 * X_1$	1	0.0382	0.5094	0.5148
$X_1 * X_2$	1	0.0053	0.0706	0.8036
$X_2 * X_2$	1	0.0647	0.8636	0.4053
Uyum eksikliği	3	0.0984	21.6023	0.1566
Genel	9			

$R^2$ : 0.603384, RMSE: 0.273771

Keçiboynuzu gamının ve lesitin köftelerin görünüm değerleri üzerindeki etkilerinin istatistiki yönden önemsizliği ( $p > 0.05$ ) tespit edilmiş olup, Çizelge 4.15.'de görülmektedir.



**Şekil 4.14.** Görünüm değerleri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.4.2 Yağlılık

Vegan köftelerin yağlılık değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0182X_1 + 0,0371X_2 - 0,0091X_1 * X_1 - 0,1318X_1 * X_2 - 0,0341X_2 * X_2$$

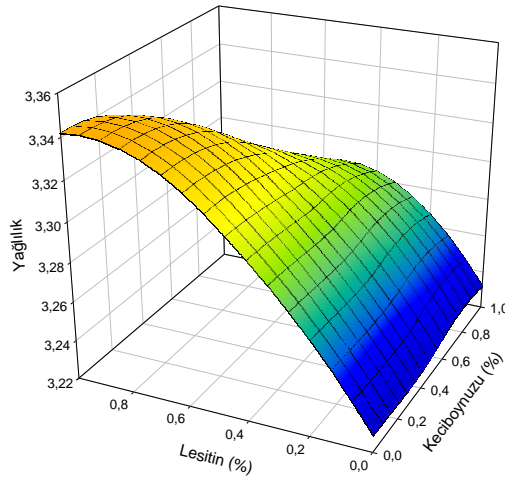
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.16.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının yağlılık değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0166	0.6821	0.6624
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0.0020	0.0815	0.7894
Lesitin ( $X_2$ )	1	0.0083	0.3397	0.5913
$X_1 * X_1$	1	0.0002	0.0079	0.9333
$X_1 * X_2$	1	0.0695	2.8561	0.1663
$X_2 * X_2$	1	0.0027	0.1114	0.7553
Uyum eksikliği	3	0.0058	0.0723	0.9662
Genel	9			

$R^2$ : 0.460211, RMSE: 0.155998

Köftelerin yağlılık miktarları üzerindeki faktörlerin etkisinin, istatistiki yönden anlamsız ( $p > 0.05$ ) olduğu bulunmuş olup, sonuçlar Çizelge 4.16.'da görülebilmektedir. Lesitin miktarındaki artışla orantılı olarak yağlılık değerindeki artış Şekil 4.15.' de görülmektedir. Lesitin miktarındaki artış ile yağlılık miktarının artması, lesitinin emülgatör özelliği sayesinde yağ partiküllerini sabitleyici etkisinden kaynaklandığı düşünülebilir (Çakmakçı, 1993).



**Şekil 4.15.** Yağlılık değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.4.3 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

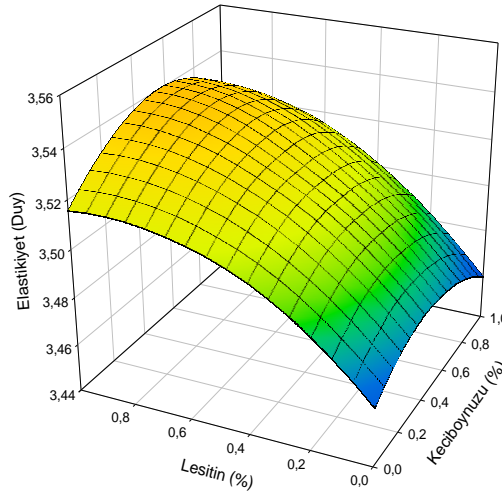
$Y=0,0008X_1 + 0,0295X_2 - 0,0179X_1*X_1 + 0,0239X_1*X_2 - 0,0179X_2*X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.17.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının elastikiyet değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0019	0.1153	0.9821
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0.0000	0.0002	0.9890
Lesitin ( $X_2$ )	1	0.0052	0.3244	0.5994
$X_1*X_1$	1	0.0007	0.0461	0.8405
$X_1*X_2$	1	0.0023	0.1411	0.7263
$X_2*X_2$	1	0.0007	0.0461	0.8405
Uyum eksikliği	3	0.0011	0.0181	0.9950
Genel	9			

$R^2: 0.125935$ ,  $RMSE: 0.127063$

Faktörlerin köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkisinin istatistiki yönden önemsiz ( $p>0.05$ ) olduğu, Çizelge 4.17.' de gösterilmektedir.



**Şekil 4.16.** Elastikiyet değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.4.4 İç Renk ve Parlaklık

Vegan köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

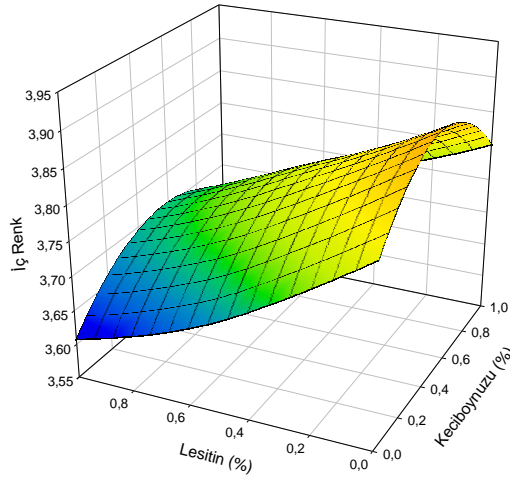
$Y=0,0106X_1 - 0,0894X_2 - 0,0808X_1*X_1 + 0,0830X_1*X_2 + 0,0146X_2*X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.18.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.18.** Keçiyoynuzu gamı ve lesitin kullanımının iç renk ve parlaklık değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0183	0.6545	0.6774
Keçiyoynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0.0007	0.0242	0.8840
Lesitin ( $X_2$ )	1	0.0479	1.7168	0.2603
$X_1*X_1$	1	0.0153	0.5460	0.5010
$X_1*X_2$	1	0.0275	0.9856	0.3770
$X_2*X_2$	1	0.0005	0.0178	0.9002
Uyum eksikliği	3	0.0129	0.1775	0.9018
Genel	9			

$R^2: 0.449993$ ,  $RMSE: 0.16712$

Köftelerin iç renk ve parlaklık değeri üzerinde faktör etkilerinin istatistiki bakımdan öneminin olmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiş olup, sonuçlar Çizelge 4.18.'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.17.** İç renk ve parlaklık değeri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.4.5 Sululuk

Vegan köftelerin sululuk değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y=0,0076X_1 + 0,0477X_2 + 0,0831X_1*X_1 + 0,1034X_1*X_2 - 0,0464X_2*X_2$$

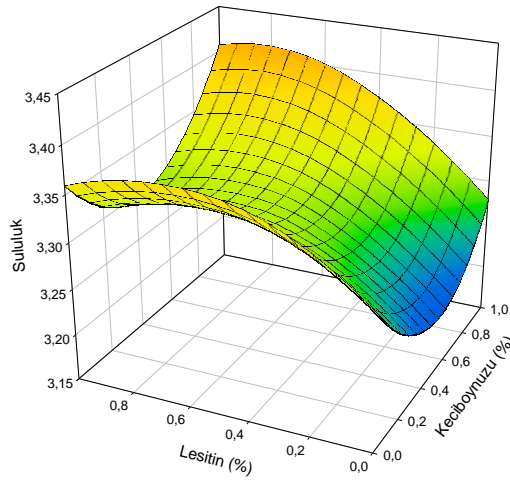
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.19.'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının sululuk değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0151	0.4329	0.8084
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0.0003	0.0099	0.9256
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0.0137	0.3921	0.5652
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.0161	0.4625	0.5338
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0428	1.2271	0.3301
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0050	0.1443	0.7234
Uyum eksikliği	3	0.0040	0.0318	0.9888
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0.351138, RMSE: 0.186699

Köftelerin sululuk değeri üzerindeki faktör etkilerinin istatistiki bakımdan öneminin olmadığı (p>0.05) görülmüş olup, sonuçlar Çizelge 4.19.'da gösterilmektedir.



**Şekil 4.18.** Sululuk değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.4.6 Koku

Vegan köftelerin koku değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemleri;

$$Y=0,0235X_1 + 0,0152X_2 + 0,0672X_1*X_1 - 0,0364X_1*X_2 - 0,0078X_2*X_2$$

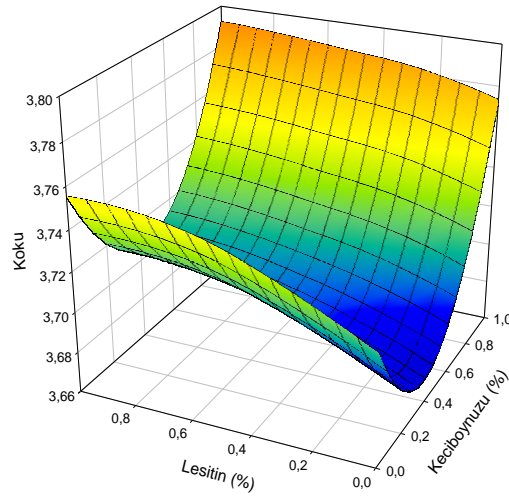
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.20.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.20.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının koku değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0041	1.2792	0.4175
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0.0033	1.0303	0.3675
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0.0014	0.4289	0.5483
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.0105	3.2814	0.1443
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0053	1.6468	0.2687
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0001	0.0441	0.8439
Uyum eksikliği	3	0.0008	0.0715	0.9667
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0.615241, RMSE: 0.056673

Köftelerin koku değerlerine faktörlerin etkisinin, istatistiki bakımdan öneminin olmadığı (p>0.05) sonucuna varılmış olup, sonuçlar Çizelge 4.20.'de görülebilmektedir.



**Şekil 4.19.** Koku değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.4.7 Tat - aroma

Vegan köftelerin tat-aroma değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0705X_1 + 0,0144X_2 + 0,0445X_1 * X_1 - 0,0716X_1 * X_2 + 0,0172X_2 * X_2$$

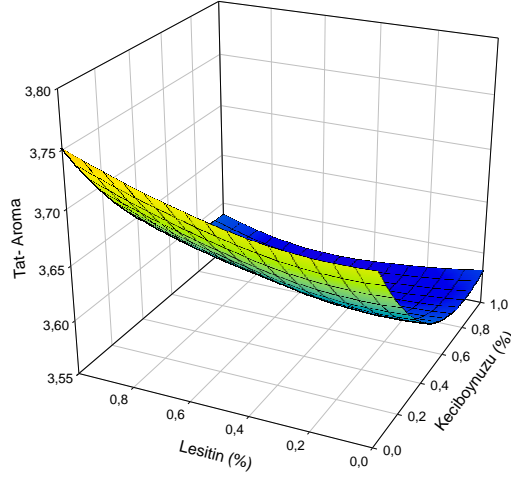
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.21.'de gösterilmektedir.

**Table 4.21.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının tat-aroma değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0115	4.8459	0.0757
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0.0298	12.5286	0.0240 *
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0.0012	0.5229	0.5096
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.0046	1.9420	0.2359
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0205	8.6240	0.0425 *
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0007	0.2906	0.6184
Uyum eksikliği	3	0.0031	33.7575	0.1257
Genel	9			

\*: P<0.05, R<sup>2</sup>: 0.858305, RMSE: 0,048757

Köftelerin tat-aroma değerine, keçiboynuzu gamının lineer etkisinin önemli (p<0.05), Keçiboynuzu gamı ve lesitin kuadratik etkilerinin önemli olduğu (p<0.05) tespit edilmiş olup, Çizelge 4.21.'de görülmektedir. Keçiboynuzu gamı miktarındaki artış ile tat- aroma miktarının azaldığı ve lesitin miktarının belli seviyeden sonra artışıyla ise tat- aroma miktarının arttığı şekil 4.20.'de görülmektedir. (Sipahioğlu, 1999), modifiye edilmiş tapioka nişastası ve lesitin kombinasyonunun, az yağlı ve düşük yağlı feta peynirlerine katkısıyla, peynirlerin lezzetini artırdığını tespit etmiştir.



**Şekil 4.20.** Tat-aroma değerleri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.4.8 Genel Beğeni

Vegan köftelerin genel beğeni değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0636X_1 + 0,0780X_2 - 0,0019X_1 * X_1 + 0,0261X_1 * X_2 + 0,0412X_2 * X_2$$

olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

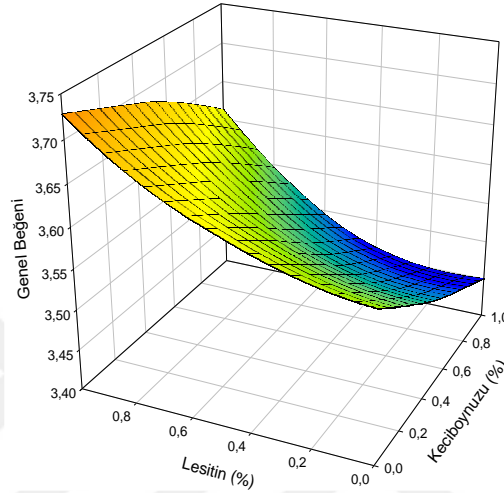
**Çizelge 4.22.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının genel beğeni değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0135	0.8812	0.5645
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0.0243	1.5840	0.2766
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0.0365	2.3816	0.1976
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.0000	0.0006	0.9820
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0027	0.1781	0.6947
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.0040	0.2586	0.6378
Uyum eksikliği	3	0.0135	0.6443	0.6987
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0.524162, RMSE: 0.123851

Köftelerin genel beğeni değerleri üzerindeki faktör etkilerinin, istatistikî bakımdan öneminin (p>0.05) olmadığı bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.22.’de görülebilmektedir. Lesitin miktarındaki artış ile genel beğenin arttığı, keçiboynuzu gamı miktarı artışı ile genel beğenin azaldığı Şekil 4.21’de

görüldüğü gibidir. Modifiye edilmiş tapioka nişastası ve lesitin kombinasyonunun, az yağlı ve düşük yağlı feta peynirlerine katkısıyla, peynirlerin dokusunu ve genel kabul edilebilirliğini iyileştirdiği bildirilmiştir (Sipahioğlu, 1999). Kefire farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı ilave edilmiş ve keçiyoynuzu gamı miktarı artan örneklerin genel beğeni değerlendirmelerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Sarıca, 2021).



Şekil 4.21. Genel beğeni değerleri üzerinde keçiyoynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.5 Renk Değerleri

Vegan köftelerin renk analizlerine ait ortalama değerleri EK 1’de, bu değerlere ilişkin önem dereceleri EK 2’de, faktörlerin renk parametrelerine olan etkisi ise EK 3’de gösterilmiştir.

##### 4.5.1 L\* Değerleri

Pişmiş vegan köftesinde L\* (açıklık-koyuluk) değerleri, köftelerin hem iç yüzeyinden hem de dış yüzeyinden ölçülerek tespit edilmiştir.

##### 4.5.1.1 L\*(Dış) Değeri

Vegan köftelerin L\* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y=1,2293X_1 + 0,1871X_2 + 1,6039X_1*X_1 - 0,6452X_1*X_2 + 0,2580X_2*X_2$$

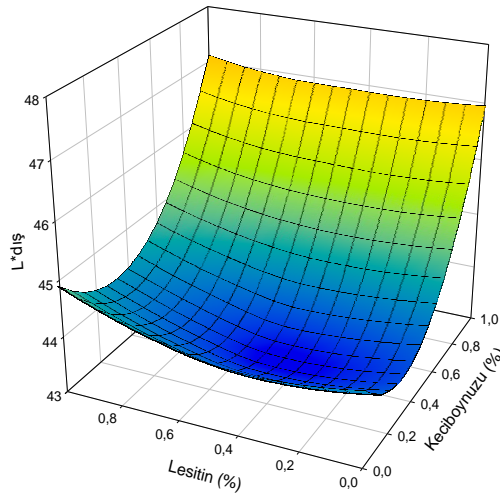
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.23.’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.23.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının L\* (Dış) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	3,5214	0,8711	0,5690
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	9,0672	2,2429	0,2086
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,2100	0,0519	0,8309
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	6,0023	1,4847	0,2900
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	1,6652	0,4119	0,5559
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,1554	0,0384	0,8541
Uyum eksikliği	3	3,5356	0,6355	0,7015
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,521262, RMSE: 2,010635

Pismis vegan köftelerinin L\* (Dış) renk değerlerinin 41,25 – 48,75 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir (EK 1). Faktörlerin, köftelerin L\* (Dış) değerlerine etkisinin istatistiki yönden önemsiz (p>0.05) olduğu Çizelge 4.23.'de, keçiboynuzu gamı miktarındaki artış ile orantılı olarak L\* (Dış) değeri miktarının arttığı ise Şekil 4.22.'de gösterilmektedir. (Özben Demirci, 2008), Tekirdağ köftesinde, keçiboynuzu gamının ilave edildiği örneklerde gam oranındaki artışla L\* değerlerinin de arttığını bildirmiştir.



**Şekil 4.22.** L\* (Dış) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.5.1.2 L\* (İç) Değeri

Vegan köftelerin L\* (İç) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

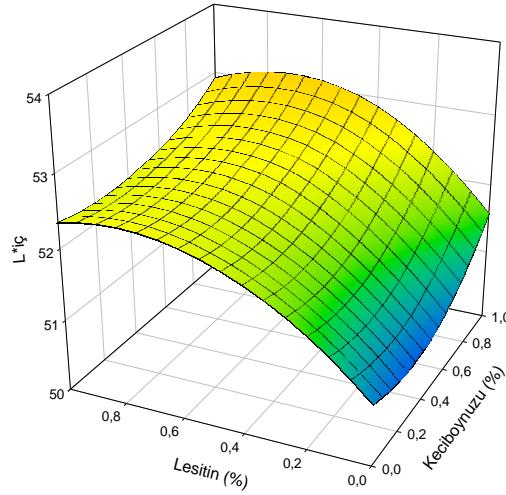
$Y = 0,3319X_1 + 0,7197X_2 + 0,3969X_1 * X_1 - 0,2525X_1 * X_2 - 0,6773X_2 * X_2$  olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.24.' de verilmiştir.

**Table 4.24.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının L\*(İç) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	1,0576	1,2106	0,4389
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,6611	0,7568	0,4334
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	3,1080	3,5577	0,1323
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,3676	0,4208	0,5519
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,2550	0,2919	0,6177
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	1,0703	1,2251	0,3304
Uyum eksikliği	3	1,0677	3,6648	0,3625
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,602112, RMSE: 0,934671

Pişmiş vegan köftelerinin L\* (İç) renk değerleri 49.82 – 53.07 arasında değiştiği görülmektedir (EK 1). Köftelerin L\* (İç) değerlerine faktörlerin etkisinin istatistiki bakımdan öneminin olmadığı (p>0.05) Çizelge 4.24.'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.23.** L\* (İç) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.5.2 a\* Değerleri

Pişmiş vegan köftesinde a\* (kırmızılık-yeşillik) değerleri, köftelerin hem iç yüzeyinden hem de dış yüzeyinden ölçümler gerçekleştirilerek tespit edilmiştir.

#### 4.5.2.1 a\* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin a\* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0246X_1 - 0,3393X_2 - 1,3062X_1 * X_1 + 0,1379X_1 * X_2 + 0,1388X_2 * X_2$$

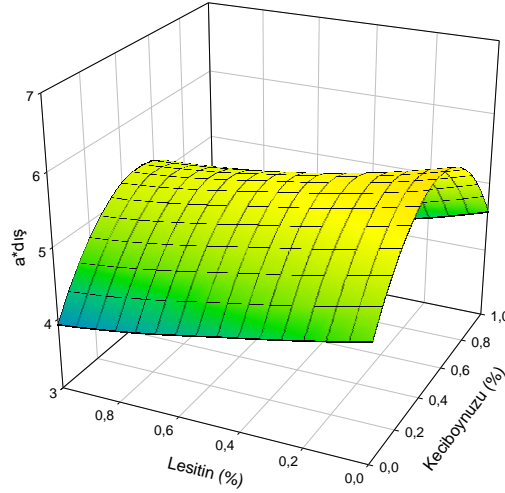
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.25.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.25.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının a\* (Dış) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,9533	1,8418	0,2869
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0036	0,0070	0,9373
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,6908	1,3346	0,3123
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	3,9810	7,6916	0,0502
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0761	0,1470	0,7209
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0450	0,0869	0,7829
Uyum eksikliği	3	0,4349	0,5679	0,7235
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,697178, RMSE: 0,719426

Köftelerin a\* (Dış) renk değerleri 3.38 – 6.34 aralığında seyrettiği görülmektedir (EK 1). Köftelerin a\* (Dış) değerleri üzerindeki faktör etkilerinin istatistiki bakımdan anlamlı olmadığı (p>0.05) Çizelge 4.25.'de görülebilmektedir. Keçiboynuzu gamının miktarındaki artış ile köftelerin a\* (Dış) değerleri belli bir orandan sonra azalma eğilimi göstermektedir. Benzer bir çalışmada, Kılınççeker (2018) sazan eti köftelerinde keçiboynuzu gamı ve karboksimetilseliloz konsantrasyonu artış ile a\* renk değerlerinde düzensiz bir azalışa sebep olduğunu bildirmiştir.



**Şekil 4.24.** a\* (Dış) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.5.2.2 a\* (İç) Değeri

Vegan köftelerin a\* (İç) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0719X_1 + 0,0993X_2 - 0,2367X_1*X_1 + 0,1450X_1*X_2 + 0,0045X_2*X_2$$

olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.26.'da gösterilmektedir.

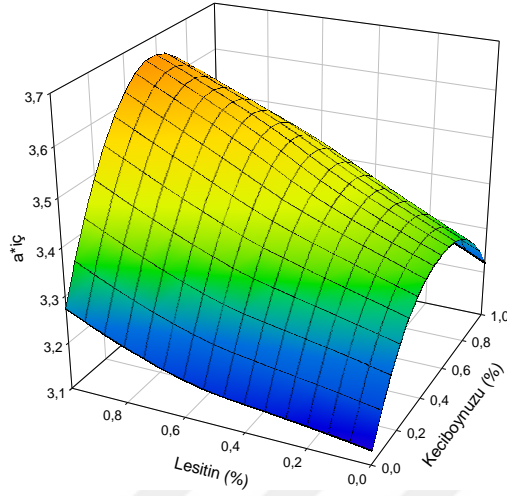
**Çizelge 4.26.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının a\* (İç) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0616	0,5669	0,7272
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0311	0,2859	0,6212
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,0591	0,5442	0,5016
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,1307	1,2030	0,3343
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0841	0,7742	0,4286
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0000	0,0004	0,9845
Uyum eksikliği	3	0,1448	2467,8980	0,0148 *
Genel	9			

\*: P<0.05, R<sup>2</sup>: 0,414722, RMSE: 0,329587

Pişmiş vegan köftelerinin a\* (İç) renk değerleri 3.03 – 3.96 aralığında seyrettiği görülmektedir (EK 1). Faktörlerin, köftelerin a\* (İç) renk değerlerine etkisinin istatistiki bakımdan öneminin olmadığı (p>0.05), keçiboynuzu gamı ve

lesitin faktörleri arasındaki uyum eksikliği etkisinin ise anlamlı ( $P<0.05$ ) olduğu Çizelge 4.26.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.25. a\* (İç) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

### 4.5.3 b\* Değerleri

Pişmiş vegan köftesinde b\* (sarılık-mavilik) değerleri köftelerin hem iç yüzeyinden hem de dış yüzeyinden ölçümler gerçekleştirilerek tespit edilmiştir.

#### 4.5.3.1 b\* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin b\* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,8507X_1 + 0,3879X_2 + 0,9008X_1 * X_1 + 0,3142X_1 * X_2 + 0,1158X_2 * X_2$$

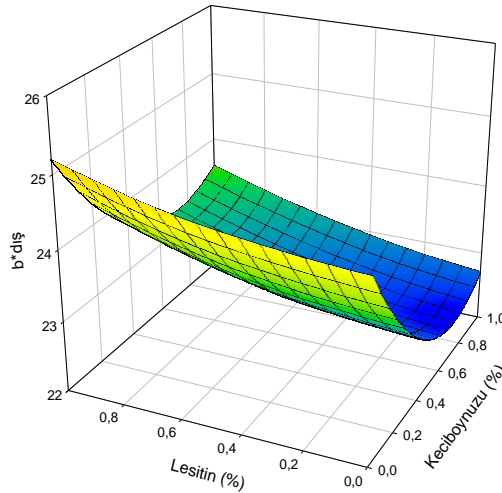
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.27.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.27.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının b\* (Dış) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	1,5406	6,1387	0,0516
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	4,3421	17,3016	0,0142 *
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	0,9029	3,5976	0,1307
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1,8935	7,5449	0,0515
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,3948	1,5731	0,2780
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,0313	0,1247	0,7418
Uyum eksikliği	3	1,5406	6,1387	0,0516
Genel	9			

\*: P<0.05, R<sup>2</sup>: 0,884705, RMSE: 0,500964

Pişmiş vegan köftelerinin b\* (Dış) renk değerleri 22.30 – 25.00 arasında değiştiği görülmektedir (EK 1). Çizelge 4.27.'de görüleceği üzere, vegan köftenin b\* (Dış) renk değerine keçiboynuzu gamının lineer etkisinin istatistiki bakımdan anlamlı (p<0.05) olduğu saptanmıştır. Keçiboynuzu gamı miktarının artışıyla Şekil 4.26.'da görüldüğü üzere b\* (Dış) renk değerinde azalma meydana gelmiştir. Tavuk köftelerine karboksimetil selüloz, agar agar, tara ve keçiboynuzu gamı ilavesi ile yapılan çalışmada, keçiboynuzu gamının b değerini azalttığını ve bunun içerdiği renk pigmentinin yoğunluğuyla ilgili olduğunu bildirmiştir (Kılınççeker, 2018).



**Şekil 4.26.** b\* (Dış) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.5.3.2 b\*(İç) Değeri

Vegan köftelerin b\* (İç) değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y= 0,0649X_1 + 0,7869X_2 - 0,2974X_1*X_1 - 0,2621X_1*X_2 - 0,7200X_2*X_2$$

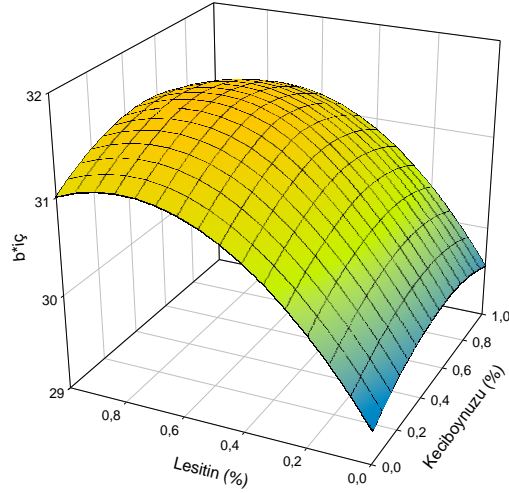
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.28.'de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.28.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının b\* (İç) değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	1,1288	0,8840	0,5632
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	0,0253	0,0198	0,8948
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	3,7157	2,9102	0,1632
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,2063	0,1616	0,7082
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	0,2748	0,2152	0,6669
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	1,2097	0,9475	0,3855
Uyum eksikliği	3	0,7774	0,2801	0,8447
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,524945, RMSE: 1,129955

Pişmiş vegan köftelerinin b\* (İç) renk değerlerinin 28.96 ile 33.01 arasında değerler aldığı görülmektedir (EK 1). Faktörlerin, köftelerin b\*(İç) renk değeri üzerine etkisinin öneminin (p>0.05) olmadığı Çizelge 4.28.'de, lesitin miktarının artışı ile, b\* (İç) değerinde artışı Şekil 4.27.'de görülmektedir. Bu durumun sebebinin kullanılan hammaddelerin doğal renginin etkili olmasına bağlı olduğu söylenebilir.



**Şekil 4.27.** b\*(İç) değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ile lesitin etkisi

#### 4.6 Teknolojik Özellikler

Vegan köftenin teknolojik özelliklerine dair ortalama değerler EK 1’de, önemlilik dereceleri EK 2’de, renk parametrelerinin üzerindeki faktör etkileri ise EK 3’te sunulmuştur.

##### 4.6.1 Randıman

Faktörlerin vegan köftenin randımanı üzerindeki etkilerinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y = -1,0121X_1 + 0,5477X_2 + 0,2947X_1 * X_1 + 1,8004X_1 * X_2 - 1,0987X_2 * X_2$$

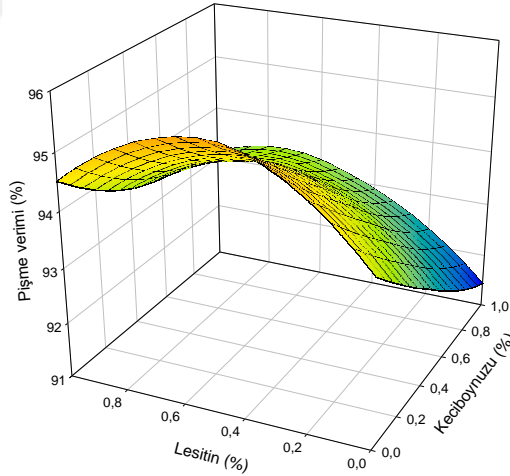
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.29.’da gösterilmektedir.

**Çizelge 4.29.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının pişme verimi üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	4,7515	0,7128	0,6461
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	1	6,1463	0,9221	0,3913
Lesitin (X <sub>2</sub> )	1	1,7997	0,2700	0,6308
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0,2027	0,0304	0,8700
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	1	12,9651	1,9450	0,2356
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	2,8166	0,4225	0,5511
Uyum eksikliği	3	4,8602	0,4023	0,7870
Genel	9			

R<sup>2</sup>: 0,471187, RMSE: 2,581813

Pişme veriminin vegan köftelerin özellikleri üzerindeki etkilerinin istatistiki yönden önemli olmadığı (p>0.05) Çizelge 4.29.' da görülebilmektedir. Lesitin artmasıyla pişme veriminin arttığı Şekil 4.28.' de görülmektedir. (Weizhou vd., 2023), kuzu sosisinde kullanılan lesitin/SMS-kanola yağı oleojelinin, yapışkanlığı etkilemeden sosisin pişme verimini artırdığını belirtmiştir.



**Şekil 4.28.** Pişme verimi değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

#### 4.6.2 Kalınlık

Vegan köftelerin kalınlık değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,0015X_1 - 0,0175X_2 - 0,0033X_1 * X_1 - 0,2566X_1 * X_2 + 0,1123X_2 * X_2$$

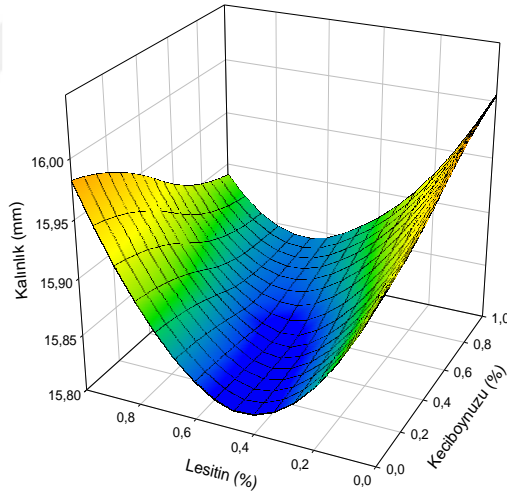
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının gösterildiği değerler Çizelge 4.30.'da gösterilmektedir.

**Çizelge 4.30.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının kalınlık değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0590	1,1208	0,4691
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	0,0000	0,0002	0,9883
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,0018	0,0349	0,8609
$X_1*X_1$	1	0,0000	0,0005	0,9835
$X_1*X_2$	1	0,2633	4,9991	0,0890
$X_2*X_2$	1	0,0294	0,5589	0,4963
Uyum eksikliği	3	0,0563	1,3512	0,5471
Genel	9			

$R^2$ : 0,583508, RMSE: 0,229496

Köftelerin kalınlık değeri üzerindeki faktör etkilerinin istatistiki yönden öneminin ( $p>0.05$ ) olmadığı bulunmuş olup, sonuçları Çizelge 4.30.' da görülebilmektedir. Köftelerin kalınlık değeri en düşük 15,54 mm ve en yüksek 16,23 mm aralığında değişmiş ve ortalama 15,84 mm olarak saptanmıştır (EK 1).



**Şekil 4.29.** Kalınlık değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

### 4.6.3 Çap

Vegan köftelerin çap değerleri üzerinde faktörlerin etkilerini açıklayan polinomial modelin denklemi;

$$Y = -0,5450X_1 + 0,1875X_2 + 0,0575X_1*X_1 - 0,0847X_1*X_2 - 0,1188X_2*X_2$$

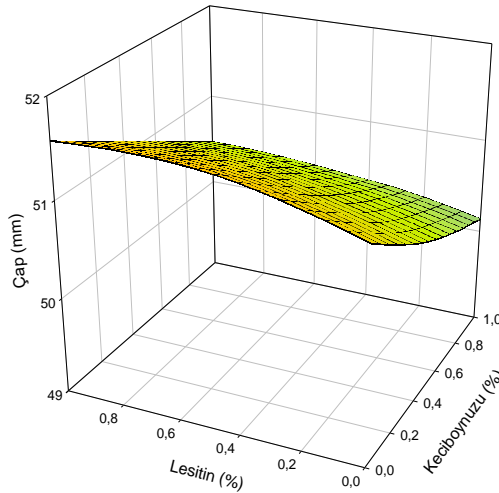
olarak bulunmuş olup, varyans analiz sonuçlarının değerleri Çizelge 4.31.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.31.** Keçiboynuzu gamı ve lesitin kullanımının çap değeri üzerindeki etkilerine dair varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,4116	1,6979	0,3141
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	1	1,7822	7,3513	0,0535
Lesitin ( $X_2$ )	1	0,2109	0,8701	0,4037
$X_1 * X_1$	1	0,0077	0,0318	0,8671
$X_1 * X_2$	1	0,0287	0,1183	0,7482
$X_2 * X_2$	1	0,0329	0,1357	0,7312
Uyum eksikliği	3	0,2531	1,2027	0,5709
Genel	9			

$R^2$ : 0,679734, RMSE: 0,492367

Köftelerin çap değerleri üzerindeki faktör etkilerinin istatistiki yönden öneminin ( $p > 0.05$ ) olmadığı bulunmuş olup, sonuçlar Çizelge 4.31.'de görülmektedir. Köftelerin çap değerleri en düşük 50,03 mm ve en yüksek 51,80 mm aralığında seyretmiş olup, ortalama 50,90 mm belirlenmiştir (EK 1). Lesitin miktarı artışı ile köftenin çapında artış olduğu Şekil 4.30.'da görülmektedir. Yıldız (2012), çalışmasında glutensiz bisküvi formülasyonlarına emülgatör olarak Sodyum stearol 2-laktilat+Lesitin kombinasyonu kullanılmasının çap ve kırılma kuvvetini olumlu etkilediğini bildirmiştir.



**Şekil 4.30.** Çap değeri üzerinde keçiboynuzu gamı ve lesitin etkisi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, nohut, bezelye ile patatesin hammadde olarak kullanılması ile üretilen vegan köftelerde, farklı oranlarda katkı olarak ilave edilen keçiyoynuzu gamı ve lesitin köfteler üzerindeki çeşitli kimyasal-fiziksel, tekstürel, duyuşsal ve teknolojik özelliklerine etkilerinin tespit edilebilmesi için Yanıt Yüzey Yöntemine göre Merkezi Bileşik Desen modellemesi uygulanmıştır.

İki paralel ve iki tekerrür şeklinde yürütölen bu çalışmada, 2 merkez noktali Central Composite Design modeli kullanılmış olup, keçiyoynuzu gamı (%0,5-1), lesitin (%0,5-1) değişkenleriyle, 10 deneme noktası oluşturulmuştur.

Genel olarak araştırılan özelliklere göre, keçiyoynuzu gamının vegan köftelerin pH, yağ, elastikiyet, b\* (dış) ve tat-aroma değerleri üzerinde etkili olduğu, lesitin pH ve yağ değerleri üzerinde etkili olduğu görölmüştür.

Duyuşsal analiz sonuçları yorumlandığında, katkı olarak keçiyoynuzu gamının kullanıldığı vegan köftelere kıyasla lesitin katkılı vegan köftelerin daha çok beğenildiği görölmekte olup, keçiyoynuzu gamının çok düşük miktarda ilaveli kullanımının uygun olacağı düşünölmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, farklı oran ve kombinasyonlarda katkı olarak kullanılan keçiyoynuzu gamı ve lesitin, her ikisininin de % 0,5 kombinasyonlu kullanılması, köftelerin geliştirilmesi için optimum oran olarak ifade edilebilir. Lesitin ve keçiyoynuzu gamının optimum oranlarda kullanılarak, gıda üreticilerinin düşük maliyetli ve olumlu sağlık etkileri olan, bitkisel protein açısından zengin ve vegan beslenen insanlar için faydalı olan vegan ürünler üretilmesine yardımcı olabilir. Lesitin vegan köftenin lezzetinin korunması ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi yönünden kullanılması büyük önem arz etmektedir. Vegan köftelerin fizikokimyasal ve organoleptik özelliklerinin daha geliştirilerek, yeni yapılacak bitkisel protein kaynaklı fonksiyonel ürönlere alternatifler getirilebileceği düşünölmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Ahmed, M. A. (2014), Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its application in cake. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 8(11), 1101-1107.
- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 112- 120.
- Akdoğan, A. (2014). Bezelye kabuğunun farklı sistemlerdeki kuruma kinetiğinin ve kurutulmuş ürünün öğütülmesiyle elde edilen toz ürünün özelliklerinin belirlenmesi. *Ege University Master Degree*, İzmir.
- Alan, S., Öksüztepe, G. (2020). Gıda Katkı Maddeleri ve Süt Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyaller. *Bozok Veterinary Sciences*, 1, (1-2): 44-50
- Altan, A. (2005). Özel Gıdalar Teknolojisi. *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Adana, 251 s.
- Aludatt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Ereifej, K., Gammoh, S., Kubow, S., Tawalbeh, D. (2017). Preparation of mayonnaise from extracted plant protein isolates of chickpea, broad bean and lupin flour: chemical, physicochemical, nutritional and therapeutic properties. *Journal of food science and technology*, 54: 1395-1405.
- AMSA, (1995). Research Guidelines For Cookery. Sensory Evaluation And Instrumental Measurements of Fresh Meat. Chicago; *American Meat Science Association*.
- Andonovic, I., Michie, C., Cousin, P., Janati, A., Pham, C., Diop, M. (2018). Precision livestock farming technologies. *Global Internet of Things Summit*, 4-7 June, Bilbao, Spain.
- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis. 17th Ed., *Association of Official Analytical Chemist*, Washington, DC.
- Appl, R.C. (1989). Lecithin in confection applications. Alınmıştır: Lecithins Sources, Manufacture & Uses. Ed. B.F. Szuhaj. *American Oil Chemists' Society*, Champaign, Illinois. ss. 207, 208.
- Asgar, M. A., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., Karim, A. A. (2010) Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 513-529.
- Aytaç, G. (2022). Menülerinde Vegan Ürünlere Yer Veren Yiyecek İçecek İşletmelerinin Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi: İstanbul'daki Mutfak Şefleri Üzerine Bir Araştırma. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Gastronomi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Babaoğlu, A.S. (2022). Effects of Replacing Breadcrumbs with Buckwheat, Chickpea, Corn and Millet Flour in Gluten-Free Meatball Formulation. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36 (3), 399-404.
- Backström, N., Egeman, H., Mattsson, H. (2018). Why do companies produce vegan and vegetarian products imitated with real meat products?: Exploring a virgin topic on the swedish market, *Unpublished Bachelor Thesis, Jönköping University Business School*, Jönköping.
- Berghout, J. A. M., Boom, R. M., Van Der Goot, A. J. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocoll.*, 43: 465– 472. doi:10.1016/j.foodhyd.2014.07.003.

- Bhattacharya, S., Shylaja, M.H., Manjunath, M.S., Sankar, U. (1998). Rheology of Lecithin Dispersions. *JAACS*, 75(7): 871.
- Boye, J., Zare, F., Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2): 414- 431
- Candoğan, K., Özdemir, G. (2021). Sürdürülebilir et üretimi için yenilikçi yaklaşımlar. *GIDA*, 46(2), pp 408-427.
- Ceylan, S. (2024). Nohut, Bezelye ve Patates Kullanımının Vegan Köftenin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkisi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu.*
- Codine, G. G., Mironeasa, S. (2013). The effect of lecithin on alveography characteristics, baking and sensorial qualities of wheat flour. *Food and Environmental Safety Journal*, 12(1).
- Çakmakçı, S., Kurt, A. (1993). Salamura tuz oranı ve olgunlaşma süresinin CaCl<sub>2</sub> ve lesitin ilavesiyle üretilen beyaz salamura peynir kalitesine etkisi. *Gıda*, 18(1), 21-28.
- Çetiner, M., Ersus, Bilek, S. (2018). Bitkisel Protein Kaynaklar. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2):111-126.
- Dekkers, B. L., Nikiforidis, C. V., Van Der Goot, A. J. (2016). Shear-induced fibrous structure formation from a pectin/SPI blend. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 36: 193–200. doi:10.1016/j.ifset.2016.07.003.
- Demirci, G., Ünver, S. (2005). Ankara Kosullarında Bezelye'de (Pisum Sativum L.) Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Verim Ögelerine Etkileri. *Anadolu*, 15 (1):49-60.
- Demirtaş, Ö. (2007). Keçiboynuzu (Ceratonia Siliqua) çekirdeklerinden gam üretim yollarının araştırılması. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.*
- Dilek, M., Polat, H., Kezer, F. ve Korcan, E. (2010). Application of locust bean gum edible coating to extend shelf life of sausages and garlic-flavored sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35-4, <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.00482.x>
- Doosti Fard, E. (2014). Köfte tipi et ürünlerinde emülsiyede edilmiş zeytinyağı ve nohut unu kullanımının ürün özelliklerine etkilerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.*
- Eidam, D., Kulicke, W. M., Kuhn, K. ve Stute, R. (1995). Formation of maize starch gels selectively regulated by the addition of hydrocolloid. *Starch/Stärke*, 47 (10), 378-384.
- Egbert, R., Borders, C. (2006). Achieving success with meat analogs. *Food Technology*, 60(1): 28–34.
- Erk, G., Seven, A. ve Akpınar, A. (2019). Vegan ve vejetaryen beslenmede probiyotik bitkisel bazlı süt ürünlerinin yeri. *The Journal of Food*, 44(3), 453-462. doi: 10.15237/gida.GD18083.
- Ersoy, A. (2022). Bitkisel bazlı yapay et üretimi ve üretilen yapay etlerin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.*
- Eschliman, D., Ettlinger, S. (2015). *Ingredients: A Visual Exploration of 75 Additives & 25 Food Products*. New York: Regan Arts.
- Fiorentini, M., Kinchla, A. J. and. Nolden, A. A. (2020). Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plantbased meat analogs and meat extenders: A scoping review. *Foods*, 9 (9), 1334, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9091334>.

- Fuentes, C. & Fuentes, M. (2017). Making a market for alternatives: Marketing devices and the qualification of a vegan milk substitute, *Journal of Marketing Management*, 33(7-8), 529-555.
- García, E. and Totosaus, A. (2007). Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*, 78 (2008) 406–413.
- Gencer, G. (1988). Teknolojik toksikolojik ve yasal açıdan gıda katkıları, 'Gamlar'. *T.C Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü*, 12, 12-16.
- Gil, B., (1994). Correlation of interfacial tension with frying fat usage and absorption by cake donuts, *Dissertation Abstracts-International FSTA*, 1990, 6/97.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. (2012). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. *Altıncı Baskı, Atatürk Üniversitesi Yayınları* No: 318, 117, Erzurum.
- Gölge, Ö., Kılınççeker, O., Koluman, A. (2018). Effects of different fibers on the quality of chicken meatballs. *Journal of Food Safety and Food Quality* 69, Heft 6, Seiten 161–188.
- Gün, M. (2014). Sığır eti Köftelerinin Bazı Fiziksel Kimyasal Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çeşitli Sütçülük Yan Ürünlerinin Etkisi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- Hasenhuettl, L. G., Hartel, W. R. (2008). Food Emulsifiers and Their Applications. *Springer-Verlag New York Inc.*, USA, 433 pp.
- Haque, M. A., Timilsena, Y. P., Adhikari, B. (2016). Food Proteins, Structure, and Function. *In: Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03057-2.
- Hedayati, S., Jafari, S. M., Babajafari, S., Niakousari, M., & Mazloomi, S. M. (2022). Different food hydrocolloids and biopolymers as egg replacers: A review of their influences on the batter and cake quality. *Food Hydrocolloids*, 128, 1-10.
- Hepduman, F. ve Özçelik, S. (2002). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yüzey Aktif Maddeler. *T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*, Isparta.
- Hoek, A. C., Luning, P. A., Weijzen, P., Engels, W., Kok, F. J., de Graaf, C. (2011). Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite*, 56(3): 662–673. doi:10.1016/j.appet.2011.02.001.
- Hunt, M.C., Acton, J.C., Benedict, R.C., Calkins, C.R., Cornforth, D.P., Jeremiah, L.E., Olson, D.P., Salm, C.P., Savell, J.W. and Shivas, S.D. (1991). Guidelines for Meat Color Evaluation. Chicago, *American Meat Sci*, Association and National Live Stock and Meat, Board:1-17.
- Kara, R. N. (2021). Köpük kurutma yöntemiyle nar suyu tozu üretiminde saponinlerin kullanılabilirliğinin araştırılması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Karkacier, M., Artık, N. (1995). Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua*) Fiziksel Özellikleri, Kimyasal Bileşimi ve Ekstraksiyon Koşulları. *Gıda*, 20(3): 131-136.
- Kılınççeker, O. (2015). Some Quality Characteristics of Fish Meatballs Manufactured with Different Vegetable-based Flours. *Gıda*, 4(2): 61-67.
- Kılınççeker, O., Gölge, Ö. (2018). Farklı Gamların Tavuk Köftelerdeki Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. *GÜFBED/GUSTIJ (2018) 8(2): 293-298*.
- Kılınççeker, O. (2020). Nohut ununun tavuk köfte üretiminde kullanımı. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1), pp 49-54.

- Kılınççeker, O., Karahan, A.M. (2019). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Ununun Tavuk Köfte Üretiminde Kullanım Olanakları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Araştırma Makalesi, Adıyaman, Türkiye.
- Kinchla, J. and Nolden, A. A. (2020). Role of sensory evaluation in consumer acceptance of plantbased meat analogs and meat extenders': A scoping review. *Foods*, 9 (9), 1334, <https://doi.org/10.3390/foods9091334>.
- Kitcharoenthawornchai, N. and Harnsilawat, T. (2015). Characterization of meat analogue nugget: effect of textured vegetable protein. *Food and Applied Bioscience Journal*, 3 (2), 121-129.
- Kong, W., Wang, L., Xu, H. ve Liu, D. (2023). Lecithin/Sorbitol Monostearate-Canola Oil Oleogel as Animal Fat Replacer on the Fatty Acid Composition and Physicochemical Properties of Lamb Sausage. *Gıda İşleme ve Muhafaza Dergisi*, Cilt 2023
- Kotancılar, H.G., İnan, N., Cheraghi, K.S. (2023). Mısır Unu ve Gam Kullanımının Ekmeğin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *OKU Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(2): 1270-1284.
- Köksel, H. (2005). Karbonhidratlar. *Gıda Kimyası* (Ed. Saldamlı, Ğ). Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 49-132.
- Kumar, P., Chatli, M. K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O. P., Verma, A. K. (2017). Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57(5): 923– 932. doi:10.1080/10408398.2014.939739.
- Künili, İ. E., Dinç, S., Çolakoğlu Fatma, (2023). Geleneksel et üretimi ve tüketimine alternatif: Et analogları. *Niğde Ömer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences*, Derleme Makale, 12(1), 159-174, Niğde.
- Kyriakopoulou, K., Keppler J.K. and Goot, Van der A.J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plantbased meat analogues. *Foods*, 10 (3), 600. <https://doi.org/10.3390/foods10030600>.
- Ladjal-Ettoumi, Y., Boudries, H., Chibane, M. Romero, A. (2016). Pea, chickpea and lentil protein isolates: Physicochemical characterization and emulsifying properties. *Food Biophys.*, 11(1): 43–51. doi:10.1007/s11483-015-9411-6.
- Laleli, M. (2011). Soya Lesitininin Yağı Azaltılmış Yoğurtlardaki Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Lee, J., Lee, C.W., Yong, H., Lee, H.J., Jo, C., Jung, S. (2017). Use of atmospheric pressure cold plasma for meat industry. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 37(4): 477-485, doi: 10.5851/kosfa.2017.37.4.477.
- Leutgeb, K. (2015). Microbial examination of raw and extruded products for the production of a vegetarian meat analogue. *Master Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences*, 104 p., Vienna, Austria.
- Liang, H. N., Tang, C. H. (2013). pH-dependent emulsifying properties of pea [*Pisum sativum* (L.)] proteins. *Food Hydrocolloids*, 33: 309-319.
- Lin, S., Huff, H. E., & Hsieh, F. (2000). Texture and chemical characteristics of soy protein meat analog extruded at high moisture. *Journal of Food Science*, 65(2), 264-269.
- Luruena-Martinez, M.A., Vivar-Quintana, A.M., Revilla, B. (2004). The effect of the addition of carob/xanthan gum and olive oil instead of lard on the quality characteristics of low-fat sausages. *Et Bilimi*, 68:3, 383-389.

- Marchi, M. D., Costa, A., Pozza, M., Goi, A. and Manuelian, C. L. (2021). Detailed characterization of plant-based burgers. *Scientific reports*, 11 (1), 1-9, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81684-9>.
- Mazumder, B.A.R., Sujintonniti, N., Chaum, P., Ketnawa, S., Rawdkuen, S. (2023). Developments of plant- based emulsion- type sausage by using grey oyster mushrooms and chickpeas. *Gıdalar*, 12 (8), 1564; <https://doi.org/10.3390/foods12081564>.
- Meral, R., Doğan, İ. S. (2002). Gofret Üretiminde Bileşenlerin Ve Proses Aşamalarının Rolü. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep.
- Minifie, B.W. (1989). Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology. *Springer, New York, USA*, 904 pp.
- Mirzaei, M., Mohavled, S., Asadollahzadeh, M.C., Çenarbon, H.A. (2020). carboxymethylcellulose and locust bean gums on some of physicochemical, mechanical, and textural properties of extruded rice *Journal of Texture Studies*, 52-1.
- Ogunjimi, L.A.O., Aviara, N.A., Aregbesola , O.A. (2002). Some Engineering Properties of Locust Bean Seed. *Journal of Food Engineering*, 55 (2002) 95-99.
- Olajide, J.O., Ve Ade-Omowaye, B.I.O. (1999). Some Physical Properties of Locust Bean Gum. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 213-215.
- Osen, R., Schweiggert-Weisz, U. (2016). Highmoisture extrusion: Meat analogues. *In: Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978- 0-08-100596-5.03099-7.
- Otağ, F. B., Hayta, M. (2016). Nohut Protein Hidrolizatların Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim (ADE) İnhibitör Aktivitesi Üzerine Ultrason, Mikrodalga, Fermantasyon ve Pişirmenin Etkileri. *GIDA/the Journal of FOOD*, 41: 9–14.
- Özben Demirci, Z. (2008). Tekirdağ Köftesi Üretiminde Farklı Gam Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Özben Demirci, Z., Yılmaz, İ. ve Demirci, A.Ş. (2014). Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. *Journal of Food Science Technology*, 51(5): 936–942.
- Özabracı, A. (2019). Tekirdağ Köftesi Üretiminde Bezelye Proteini ve Lifinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., Alessandro Del Nobile, M. (2015). Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour. *International journal of food sciences and nutrition*, 66: 148-158.
- Pazır, F., Alper, Y. (2016). Keçiboynuzu Meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.) ve Sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3): 302-306.
- Peker, B. (2011). Çikolata Üretiminde Lesitin ve Polyglycerol Polycricmoleate (PGPR) Kullanımının Ürün Kalitesine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Polat, H., Tuncel, N.Y. (2021). Sürdürülebilir et üretimi. *Gıda The Journal Of Food*, 46(1), 134-151.
- Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392): 987–992. doi:10.1126/science. aq 0216.
- Resurreccion, A. V. A. (2004). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Sci.*, 66(1): 11–20. doi:10.1016/S0309- 1740(03)00021-4.

- Roy, F., Boye, J. I., Simpson, B. K. (2010). Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 43: 432-442.
- Sarıca, E., Filizkiran, G., Canbek, D., Ertürk, B., Coşkun, M. ve Mustuloğlu, Ş. (2021). Keçiyoynuzu Gaminın Keçi Sütünden Üretilen Kefirin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 19(1), 28-37, DOI: 10.24323/akademik-gida.927653
- Sha, L., Xiong, Y. L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: *Science, technology, and challenges*. *Trends Food Sci. Technol.*, 102: 51–61. doi:10.1016/j.tifs.2020.05.022.
- Shaabani, S., Yarmand, M. S., Kiani, H., EmamDjomeh, Z. (2018). The effect of chickpea protein characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. *LWT- Food Science and Technology*, 90: 362-372.
- Sharima-Abdullah, N., Hassan, C.Z., Arifin, N. and Huda-Faujan, N. (2018). Physicochemical properties and consumer preference of imitation chicken nuggets produced from chickpea flour and textured vegetable protein. *International Food Research Journal*, 25(3): 1016-1025.
- Schoenfeld, B.J., Aragon, A.A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 15(10), doi: 10.1186/s12970-018-0215-1.
- Singh, M., Trivedi, N., Enamala, M. K., Kuppam, C., Parikh P., Nikolova, M. P., and Chavali, M. (2021). Plant-based meat analogue (PBMA) as a sustainable food: A concise review. *European Food Research and Technology*, 247 (10).
- Singhal, A., Karaca, A. C., Tyler, R., Nickerson, M. (2016). Pulse proteins: From processing to structure-function relationships. In: *Grain Legumes*, Goyal, A. K. (ed.), Intech, pp. 55-79. doi:10.5772/64020.
- Sipahioğlu, O., Alvarez, V. B., Solano Lopez, C. (1999). Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics. *International Dairy Journal*, 9, 783-789.
- Tamburino, L., Bravo, G., Clough, Y., Nicholas, K. A. (2020). From population to production: 50 years of scientific literature on how to feed the world. *Glob. Food Sec.*, 24. doi:10.1016/j.gfs.2019.100346.
- Terzi, E., Bilgintürk, M., Gündoğan, R., Karaça, A. (2020). Fasulye Proteini İzolatının Çeşitli Gıda Ürünlerinin Kalite Özelliklerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 20*, S. 152-161.
- Thyren, L. (2020). Plant-based meat substitutes and their nutritional composition. *In Linnaeus University Sweden*, first cycle, 2KE01E.
- Tömösközi, S., Lasztity, R., Haraszi, R., Baticz, O. (2001). Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Food/Nahrung*, 45: 399-401.
- Xue, Z., Wen, H., Zhai, L., Yu, Y., Li, Y., Yu, W., Kou, X. (2015). Antioxidant activity and anti-proliferative effect of a bioactive peptide from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 77: 75- 81.
- Ünal, B., Metin, S., Iğıklı, N. (2003). Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. *International Dairy Journal*, 13, 909–916.
- Weizhou, K., Liping, W., Hao, X., Dunhua, L. (2023). Effects of Lecithin/Sorbitol Monostearate-Canola Oil Oleogel as Animal Fat Replacer on the Fatty Acid Composition and Physicochemical Properties of Lamb Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, volume 2023, Article ID 2567854, 10 pages, Hindawi.

- Worrasinchai, S., Supphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006).  $\beta$ -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 68-78.
- Wi, G., Bae, J., Kim, H., Cho, Y. and Choi, M.J. (2020). Evaluation of the Physicochemical and Structural Properties and the Sensory Characteristics of Meat Analogues Prepared with Various Non-Animal Based Liquid Additives. *Foods*, 9, 461; doi:10.3390/foods9040461.
- Yıldız, M. (2012). Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.) ve Lüpen (*Lupinus albus* L.) Unlarının Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yılmaz, İ. (2023). Bitki Bazlı Gıdalar. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, vol:2.



## 7. EKLER

**EK 1** Fiziksel - Kimyasal, Renk ve Teknolojik Analizlere Ait Ortalama Değerler

Köfte No	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Randıman %	Su %	Yağ %	Protein %	pH	Kalınlık	Çap	L*		a*		b*	
										Dış	İç	Dış	İç	Dış	İç
1	0,00	0,00	94,79	61,14	19,70	7,00	6,11	15,74	51,16	43,94	51,41	4,79	3,49	24,72	29,57
2	0,00	0,05	96,33	63,59	24,81	6,61	6,13	15,78	51,80	44,31	51,29	4,38	3,03	25,00	30,34
3	0,00	0,10	92,87	61,92	22,82	7,10	6,10	16,23	51,34	45,16	52,79	3,63	3,07	24,69	31,41
4	0,05	0,00	92,23	60,43	16,84	7,11	6,06	16,09	50,19	44,55	49,82	5,46	3,10	22,88	28,96
5	0,05	0,05	92,43	60,32	18,53	7,21	6,08	15,88	50,64	41,25	53,03	6,34	3,48	22,65	33,01
6	0,05	0,05	97,35	58,93	18,30	6,95	6,09	15,59	51,29	44,58	52,27	5,11	3,49	22,58	30,66
7	0,05	0,10	92,14	62,40	20,96	7,17	6,09	16,03	51,29	45,82	52,40	5,18	3,96	24,01	31,06
8	0,10	0,00	90,90	58,99	15,47	7,01	6,04	16,08	50,58	46,70	52,02	4,94	3,16	22,30	30,20
9	0,10	0,05	90,83	60,62	17,41	7,22	6,12	16,11	50,03	48,75	53,07	3,38	3,54	23,46	30,52
10	0,10	0,10	96,18	62,00	22,60	6,80	6,11	15,54	50,42	45,33	52,39	4,33	3,32	23,53	30,99

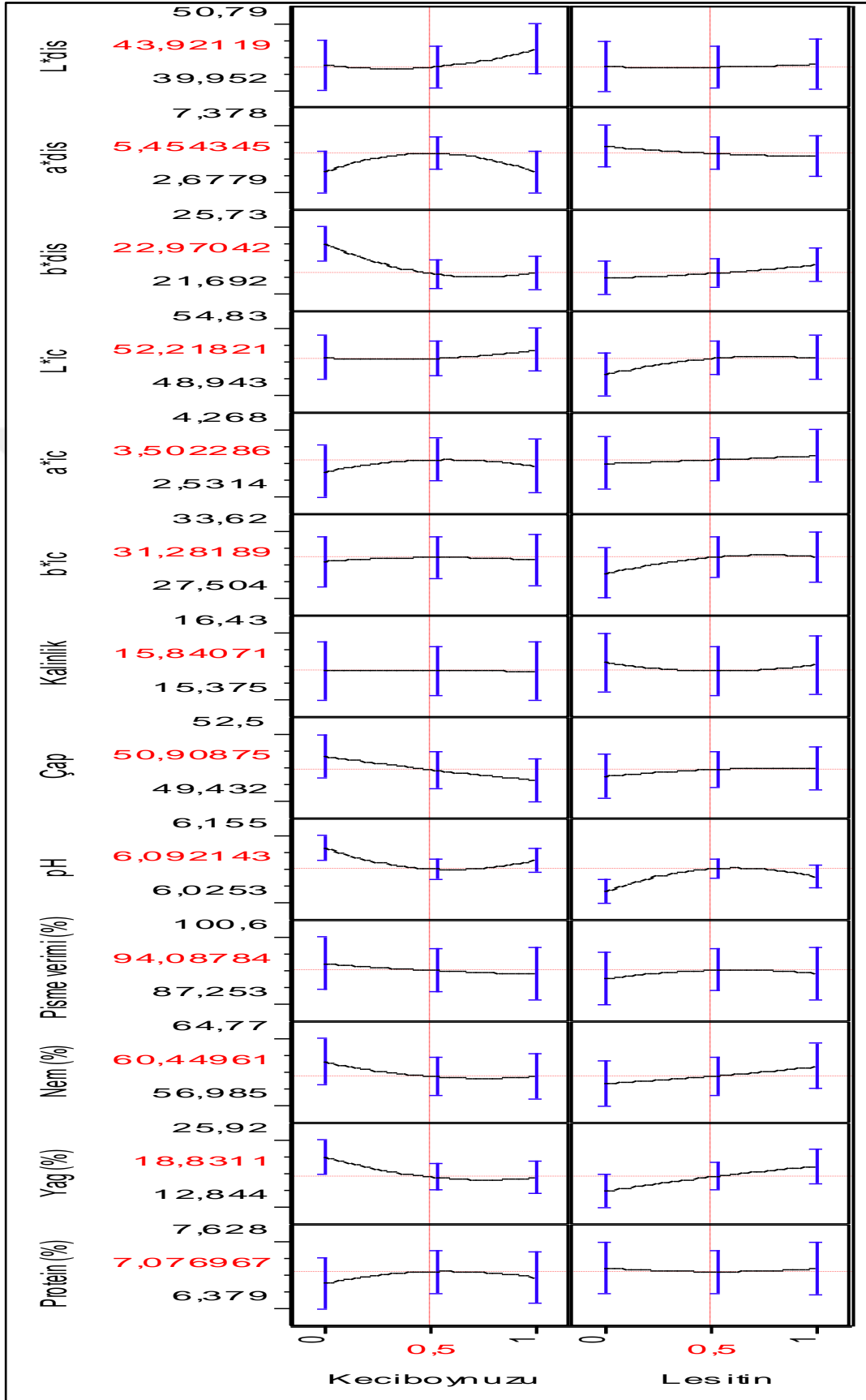
X<sub>1</sub>: Keçiboynuzu Gamı (%) X<sub>2</sub>: Lesitin (%)

**EK 2 Fiziksel - Kimyasal, Renk ve Teknolojik Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri**

Faktörler	Randıman %	Nem %	Yağ %	Protein %	pH	Kalınlık	Çap	L*		a*		b*	
								Dış	İç	Dış	İç	Dış	İç
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	0,39	0,19	*	0,61	0,07	0,99	0,05	0,21	0,43	0,94	0,62	*	0,89
Lesitin (X <sub>2</sub> )	0,63	0,15	*	0,95	*	0,86	0,40	0,83	0,13	0,31	0,50	0,13	0,16
Keçiboynuzu Gamı & Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub> )	0,87	0,39	0,15	0,36	*	0,98	0,87	0,29	0,55	0,05	0,33	0,05	0,71
Keçiboynuzu Gamı & Lesitin (X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub> )	0,24	0,45	0,28	0,54	*	0,09	0,75	0,56	0,62	0,72	0,43	0,28	0,67
Lesitin & Lesitin (X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub> )	0,55	0,87	0,76	0,71	*	0,50	0,73	0,85	0,33	0,78	0,98	0,74	0,39

\* : P<0.05 önemli

**EK 3** Fiziksel-Kimyasal, Renk ve Teknolojik Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi



**EK 4** Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler

Köfte No	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Kesme Kuvveti (N)	Kesme İşi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
1	0,00	0,00	3,56	38,92	37,14	-0,06	0,65	0,31	11,41	7,40	0,09
2	0,00	0,05	3,35	36,91	33,58	-0,08	0,67	0,33	11,01	7,34	0,10
3	0,00	0,10	3,11	35,09	31,44	-0,17	0,70	0,32	10,09	7,15	0,09
4	0,05	0,00	3,56	34,04	29,37	-0,04	0,69	0,30	8,47	5,81	0,09
5	0,05	0,05	3,50	41,45	27,17	-0,01	0,64	0,33	8,89	5,71	0,10
6	0,05	0,05	2,97	35,31	33,31	-0,03	0,65	0,35	12,04	7,94	0,11
7	0,05	0,10	5,06	43,41	39,51	-0,03	0,68	0,38	14,90	10,20	0,12
8	0,10	0,00	3,70	40,60	36,88	-0,02	0,64	0,40	14,90	9,94	0,13
9	0,10	0,05	2,92	34,86	34,72	-0,01	0,61	0,33	11,37	6,90	0,09
10	0,10	0,10	2,81	28,47	27,41	-0,10	0,61	0,27	7,74	4,77	0,07

X<sub>1</sub>: Keçiboynuzu Gamı (%) X<sub>2</sub>: Lesitin (%)

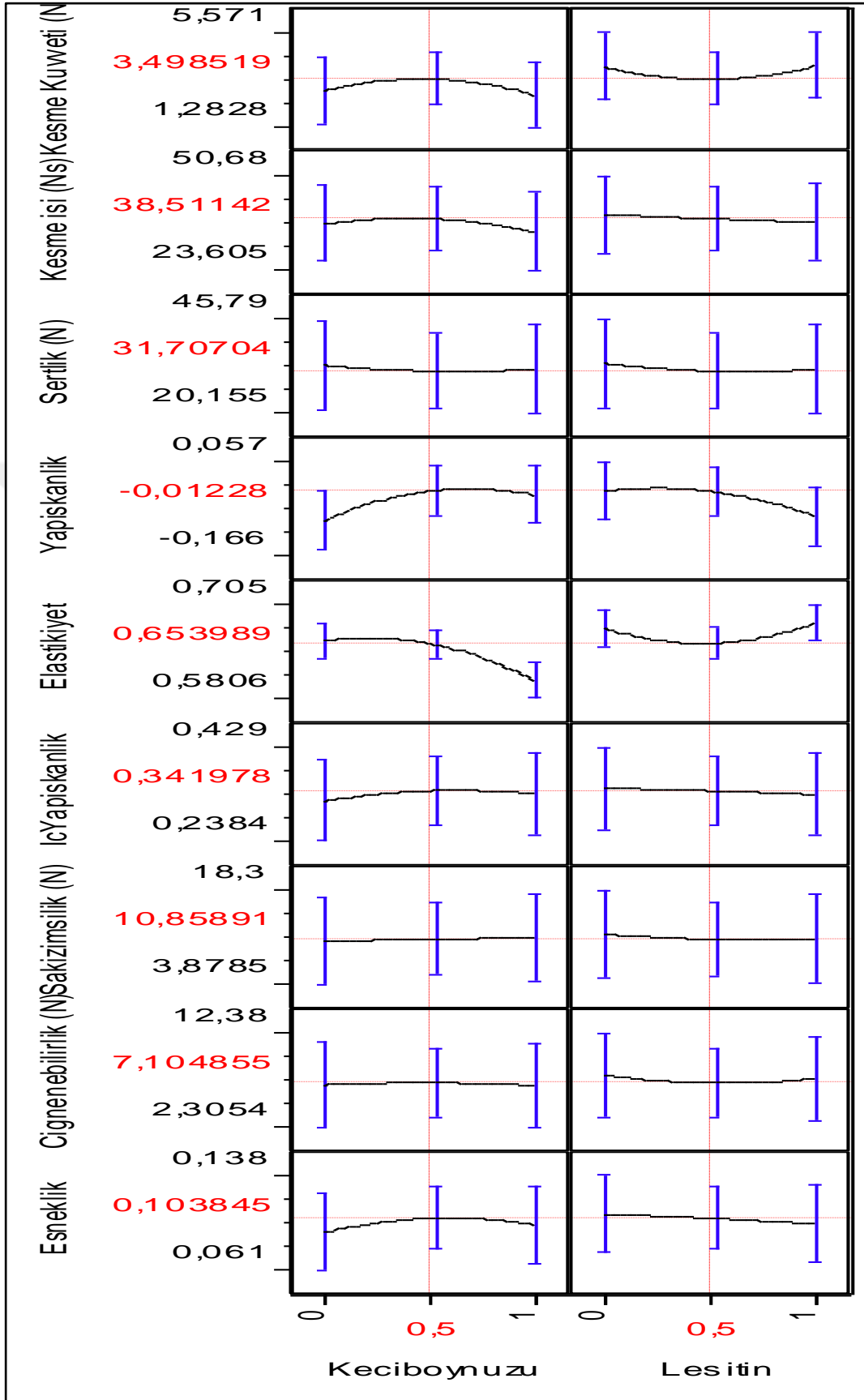
**EK 5** Tekstürel Analiz Parametrelerine Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri

Faktörler	Kesme Kuvveti (N)	Kesme İşi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İç Yapışkanlık	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> )	0,77	0,63	0,84	0,11	**	0,68	0,86	0,96	0,66
Lesitin (X <sub>2</sub> )	0,93	0,65	0,75	0,10	0,50	0,73	0,81	0,86	0,57
Keçiboynuzu Gamı & Keçiboynuzu Gamı (X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub> )	0,27	0,48	0,81	0,17	*	0,64	0,98	0,87	0,45
Keçiboynuzu Gamı & Lesitin (X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub> )	0,79	0,49	0,77	0,72	*	0,16	0,43	0,33	0,11
Lesitin & Lesitin (X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub> )	0,32	0,98	0,76	0,26	*	0,96	0,85	0,70	0,95

\* : P<0.05 önemli

\*\* : P<0.01 çok önemli

**EK 6** Tekstürel Analiz Parametreleri Üzerinde Faktörlerin Etkisi



**EK 7 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler**

<b>Köfte No</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>Görünüş</b>	<b>Yağlılık</b>	<b>Elastikiyet</b>	<b>İç Renk Parlaklık</b>	<b>Sululuk</b>	<b>Koku</b>	<b>Tat-Aroma</b>	<b>Genel Beğeni</b>
1	0,00	0,00	4,10	3,16	3,48	3,91	3,39	3,67	3,67	3,58
2	0,00	0,05	4,11	3,29	3,53	3,58	3,34	3,77	3,69	3,73
3	0,00	0,10	3,81	3,44	3,48	3,62	3,30	3,77	3,81	3,62
4	0,05	0,00	4,05	3,19	3,48	3,92	3,19	3,67	3,54	3,48
5	0,05	0,05	3,34	3,10	3,33	3,62	3,09	3,62	3,62	3,42
6	0,05	0,05	3,44	3,50	3,68	4,00	3,59	3,77	3,63	3,63
7	0,05	0,10	3,86	3,39	3,57	3,62	3,24	3,72	3,63	3,77
8	0,10	0,00	3,83	3,35	3,44	3,68	3,20	3,82	3,68	3,49
9	0,10	0,05	3,73	3,34	3,53	3,77	3,35	3,77	3,53	3,43
10	0,10	0,10	3,40	3,10	3,53	3,72	3,53	3,77	3,53	3,63

X<sub>1</sub>: Keçiboynuzu Gamı (%) X<sub>2</sub>: Lesitin (%)

**EK 8** Duyusal Analiz Parametrelerine Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri

<b>Faktörler</b>	<b>Görünüş</b>	<b>Yağlılık</b>	<b>Elastikiyet</b>	<b>İç Renk Parlaklık</b>	<b>Sululuk</b>	<b>Koku</b>	<b>Tat-Aroma</b>	<b>Genel Beğeni</b>
Keçiboynuzu Gamı ( $X_1$ )	0,19	0,79	0,99	0,88	0,93	0,37	*	0,28
Lesitin ( $X_2$ )	0,25	0,59	0,60	0,26	0,57	0,55	0,51	0,20
Keçiboynuzu Gamı & Keçiboynuzu Gamı ( $X_1 * X_1$ )	0,51	0,93	0,84	0,50	0,53	0,14	0,24	0,98
Keçiboynuzu Gamı & Lesitin ( $X_1 * X_2$ )	0,80	0,17	0,73	0,38	0,33	0,27	*	0,69
Lesitin & Lesitin ( $X_2 * X_2$ )	0,41	0,76	0,84	0,90	0,72	0,84	0,62	0,64

\* :  $P < 0.05$  önemli

**EK 9** Duyusal Analiz Parametreleri Üzerinde Faktörlerin Etkisi

