

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



NOHUT, BEZELYE VE PATATES KULLANIMININ VEGAN
KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA CEYLAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ömer EREN

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Seda CEYLAN tarafından hazırlanan “**NOHUT, PATATES VE BEZELYE KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 8/07/2024

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 İlker Turan AKOĞLU
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.

.....

SEDA CEYLAN

ÖZET

NOHUT, BEZELYE VE PATATES KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA CEYLAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, TEMMUZ - 2024

(xiv +82)

Etik nedenler, bitkisel ürünlerin sağlığa faydaları, çevresel etkiler, beslenme çeşitliliği, dini ve kültürel nedenlerden dolayı günümüzde et ve et ürünlerine olan talep azalmakta ve bitkisel ürünlere olan talep artmaktadır. Yapılan bu çalışmada 10 farklı deneme noktasında nohut, bezelye ve patatesden üretilen vegan köftelerde çeşitli fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal analizler yapılarak, optimum vegan köfte kombinasyonunun, Simplex Lattice Mixture Design (SLMD) yöntemine göre oluşturulması amaçlanmıştır. Araştırmada, nohut, bezelye ve patatesin; pH, nem, yağ, pişme verimi, kalınlık, çap, $L^*(Dış)$, $b^*(Dış)$, $L^*(İç)$, $a^*(İç)$, $b^*(İç)$ değerleri üzerinde ve nohut ve patatesin, $a^*(Dış)$ ve nohutun protein oranı üzerinde etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, bezelye ve patatesin protein oranı, nohut-patates interaksiyonunun $L^*(Dış)$, $a^*(Dış)$ ve $b^*(İç)$ değerleri üzerinde, nohut-bezelye interaksiyonunun $a^*(İç)$, pişme verimi ve yağ oranı üzerinde, bezelye-patates interaksiyonunun ise $a^*(İç)$ ve pişme verimi üzerinde etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu, duyuşsal özellikler bakımından nohut, bezelye ve patatesin; görünüm, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, koku, sululuk hissi, yağlılık hissi, tat-aroma ve genel beğeni üzerinde ve nohut-patates interaksiyonunun ve bezelye-patates interaksiyonunun görünüm üzerine etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu ve tekstürel özellikler bakımından; bezelye ve patatesin, kesme kuvveti(N), kesme işi(Ns), sertlik(N), elastikiyet, iç yapışkanlık, esneklik ve patatesin sakızimsılık(N) ve çiğnenebilirlik(N) değerleri üzerinde etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, nohutun; kesme kuvveti(N), kesme işi, sertlik(N) ve elastikiyet, bezelye ve patatesin; yapışkanlık, bezelyenin sakızimsılık(N) ve çiğnenebilirlik(N) değerleri üzerinde ve nohut-bezelye interaksiyonunun ise kesme kuvveti(N) ve kesme işi değerleri(Ns) üzerinde etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Araştırmanın bulguları değerlendirildiğinde; %50 nohut, %22 bezelye ve %28 patatesin vegan köfte için en uygun kombinasyon olduğu sonucu bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Vegan, Bitkisel Protein, Köfte, Nohut, Bezelye, Patates

ABSTRACT

THE EFFECT OF CHICKPEAS, PEAS AND POTATOES ON VARIOUS PROPERTIES OF VEGAN PATTY

MSC THESIS

SEDA CEYLAN

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, JULY 2024

(xiv +82)

The demand for meat products is decreasing due to ethical and environmental reasons, while the demand for plant-based products is increasing. In this study aimed to optimize the vegan patty formulation according to SLMD method by performing various physicochemical, sensory and textural analyzes in vegan meatballs produced from chickpea, pea and potato at 10 different test points. This study; the effects of chickpea, pea and potato on pH, moisture, oil, cooking yield, thickness, diameter, L^* (External), b^* (External), L^* (Internal), a^* (Internal), b^* (Internal) values and the effects of chickpea and potato on a^* (External), protein ratio of chickpea were very significant ($p<0.01$), pea and potato on protein ratio, chickpea-potato interaction on L^* (External), a^* (External) and b^* (Internal) values, chickpea-pea interaction on a^* (Internal), cooking yield and fat ratio, pea-potato interaction on a^* (Internal) and cooking yield ($p<0.05$), the effects of chickpea, pea and potato on appearance, internal color-brightness, elasticity, odor, juiciness, oiliness, taste-aroma and general acceptability and the effects of chickpea-potato interaction and pea-potato interaction on appearance were very significant ($p<0.01$) and in terms of textural properties; the effects of pea and potato on shear force(N), work of shearing(Ns), hardness(N), elasticity, cohesiveness, resilience and potato on gumminess(N) and chewiness(N) values were very significant ($p<0.01$), chickpea had significant ($p<0.05$) effects on shear force(N), work of shearing(Ns), hardness(N) and elasticity, pea and potato on stickiness, pea on gumminess(N) and chewiness(N) values and chickpea-pea interaction on shear force(N) and work of shearing(Ns) values. The results showed optimal combination was a vegan patty with 50% chickpeas, 22% peas, 28% potato.

KEYWORDS: Vegan, Plant-based protein, Patty, Chickpea, Pea, Potato

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1 Materyal	13
3.2 Yöntem	13
3.2.1 Materyallerin Hazırlığı ve Köftelerin Üretilmesi	13
3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler	14
3.2.2.1 pH Tayini	14
3.2.2.2 Nem Tayini	14
3.2.2.3 Protein Tayini	15
3.2.2.4 Yağ Tayini	15
3.2.2.5 Renk Analizi	16
3.2.2.6 Pişme Verimi Tayini	16
3.2.2.7 Kalınlık Analizinin Tayini	16
3.2.2.8 Çap Analizinin Tayini	16
3.2.3 Duyusal Analizler	16
3.2.4 Tekstür Analizleri	17
3.2.5 İstatistiksel Analizler	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
4.1 Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Bulguları	18
4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	18
4.2.1 pH Değeri	18
4.2.2 Nem Oranı	20
4.2.3 Protein Oranı	22
4.2.4 Yağ Oranı	23
4.2.5 Pişme Verimi	26
4.2.6 Kalınlık Analizi	27
4.2.7 Çap Analizi	28

4.2.8 L* Değerleri.....	30
4.2.8.1 L* (Dış) Değeri.....	30
4.2.8.2 L* (İç) Değeri.....	32
4.2.9 a* Değerleri.....	34
4.2.9.1 a* (Dış) Değeri.....	34
4.2.9.2 a* (İç) Değeri.....	35
4.2.10 b* Değerleri.....	37
4.2.10.1 b* (Dış) Değeri.....	37
4.2.10.2 b* (İç) Değeri.....	38
4.3 Duyusal Özellikler.....	40
4.3.1 Görünüm.....	40
4.3.2 İç Renk ve Parlaklık.....	42
4.3.3 Elastikiyet.....	44
4.3.4 Sululuk.....	45
4.3.5 Yağlılık.....	46
4.3.6 Koku.....	48
4.3.7 Tat - aroma.....	49
4.3.8 Genel Beğeni.....	51
4.4 Tekstürel Özellikler.....	53
4.4.1 Kesme Kuvveti (N).....	53
4.4.2 Kesme İşi (Ns).....	54
4.4.3 Sertlik (N).....	55
4.4.4 Yapışkanlık.....	57
4.4.5 Elastikiyet.....	59
4.4.6 İç Yapışkanlık.....	60
4.4.7 Sakızimsılık (N).....	62
4.4.8 Çiğnenebilirlik (N).....	64
4.4.9 Esneklik.....	65
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
6. KAYNAKLAR.....	69
7. EKLER.....	75
EK 1 Köfte Üretim Akım Şeması.....	75
EK 2 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler.....	76
EK 3 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri.....	77
EK 4 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler.....	78
EK 5 Duyusal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri.....	79
EK 6 Duyusal Değerlendirme Formu.....	80
EK 7 Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler.....	81
EK 8 Tekstürel Analizlere Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri.....	82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1. Nohut, bezelye ve patatesin pH değeri üzerindeki etkileri	19
Şekil 4.2. Nohut, bezelye ve patatesin nem oranı üzerindeki etkileri.....	21
Şekil 4.3. Nohut, bezelye ve patatesin protein oranı üzerindeki etkileri	23
Şekil 4.4. Nohut, bezelye ve patatesin yağ oranı üzerindeki etkileri	24
Şekil 4.5. Nohut, bezelye ve patatesin pişme verimi üzerindeki etkileri.....	26
Şekil 4.6. Nohut, bezelye ve patatesin kalınlık değerleri üzerindeki etkileri	28
Şekil 4.7. Nohut, bezelye ve patatesin çap değerleri üzerindeki etkileri	29
Şekil 4.8. Nohut, bezelye ve patatesin L* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri ...	31
Şekil 4.9. Nohut, bezelye ve patatesin L* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri.....	33
Şekil 4.10. Nohut, bezelye ve patatesin a* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri..	35
Şekil 4.11. Nohut, bezelye ve patatesin a* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri	36
Şekil 4.12. Nohut, bezelye ve patatesin b* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri..	38
Şekil 4.13. Nohut, bezelye ve patatesin b* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri	39
Şekil 4.14. Nohut, bezelye ve patatesin görünüm değeri üzerindeki etkileri	41
Şekil 4.15. Nohut, bezelye ve patatesin iç renk ve parlaklık üzerindeki etkileri ...	43
Şekil 4.16. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet üzerindeki etkileri	45
Şekil 4.17. Nohut, bezelye ve patatesin sululuk değeri üzerindeki etkileri	46
Şekil 4.18. Nohut, bezelye ve patatesin yağlılık değeri üzerindeki etkileri.....	47
Şekil 4.19. Nohut, bezelye ve patatesin koku değeri üzerindeki etkileri	49
Şekil 4.20. Nohut, bezelye ve patatesin tat-aroma değeri üzerindeki etkileri.....	50
Şekil 4.21. Nohut, bezelye ve patatesin genel beğeni üzerindeki etkileri.....	52
Şekil 4.22. Nohut, bezelye ve patatesin kesme kuvveti (N) üzerindeki etkileri	54
Şekil 4.23. Nohut, bezelye ve patatesin kesme işi (Ns) üzerindeki etkileri.....	55
Şekil 4.24. Nohut, bezelye ve patatesin sertlik (N) üzerindeki etkileri	56
Şekil 4.25. Nohut, bezelye ve patatesin yapışkanlık üzerindeki etkileri	58
Şekil 4.26. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet (Ens) üzerindeki etkileri.....	59
Şekil 4.27. Nohut, bezelye ve patatesin iç yapışkanlık üzerindeki etkileri.....	61
Şekil 4.28. Nohut, bezelye ve patatesin sakızimsılık (N) üzerindeki etkileri	63
Şekil 4.29. Nohut, bezelye ve patatesin çiğnenebilirlik (N) üzerindeki etkileri	64
Şekil 4.30. Nohut, bezelye ve patatesin esneklik üzerindeki etkileri.....	66

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Vegan Köfte Üretiminde Kullanılacak Hammadde Düzeylerini Gösteren Simplex Lattice Mixture Design Deneme Modeli	14
Tablo 4.1. Hammaddelere ait kimyasal analizlerin sonuçları	18
Tablo 4.2. Nohut, bezelye ve patatesin pH değeri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	18
Tablo 4.3. Nohut, bezelye ve patatesin nem oranı üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	20
Tablo 4.4. Nohut, bezelye ve patatesin protein oranı üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	22
Tablo 4.5. Nohut, bezelye ve patatesin yağ değeri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	24
Tablo 4.6. Nohut, bezelye ve patatesin pişme verimi değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	26
Tablo 4.7. Nohut, bezelye ve patatesin kalınlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	27
Tablo 4.8. Nohut, bezelye ve patatesin çap değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	29
Tablo 4.9. Nohut, bezelye ve patatesin L* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	31
Tablo 4.10. Nohut, bezelye ve patatesin L* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	32
Tablo 4.11. Nohut, bezelye ve patatesin a* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	34
Tablo 4.12. Nohut, bezelye ve patatesin a* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	36
Tablo 4.13. Nohut, bezelye ve patatesin b* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	37
Tablo 4.14. Nohut, bezelye ve patatesin b* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	39
Tablo 4.15. Nohut, bezelye ve patatesin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	40
Tablo 4.16. Nohut, bezelye ve patatesin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	43
Tablo 4.17. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	44
Tablo 4.18. Nohut, bezelye ve patatesin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	45
Tablo 4.19. Nohut, bezelye ve patatesin yağlılık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	47
Tablo 4.20. Nohut, bezelye ve patatesin koku değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	48
Tablo 4.21. Nohut, bezelye ve patatesin tat - aroma değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	50
Tablo 4.22. Nohut, bezelye ve patatesin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	51

Tablo 4.23. Nohut, bezelye ve patatesin kesme kuvveti değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	53
Tablo 4.24. Nohut, bezelye ve patatesin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	55
Tablo 4.25. Nohut, bezelye ve patatesin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	56
Tablo 4.26. Nohut, bezelye ve patatesin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	58
Tablo 4.27. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	59
Tablo 4.28. Nohut, bezelye ve patatesin iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	60
Tablo 4.29. Nohut, bezelye ve patatesin sakımsızlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	62
Tablo 4.30. Nohut, bezelye ve patatesin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	64
Tablo 4.31. Nohut, bezelye ve patatesin esneklik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları	65

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 4.1. Duyusal değerlendirme sunumunun örnek fotoğrafı.....41



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
a*	: Kırmızı (+60), Yeşil (-60), 0: Gri
b*	: Sarı (+60), Mavi (-60), 0: Gri
F	: F Değeri
FAO	: Gıda Tarım Örgütü
g	: gram
KO	: Kareler Ortalaması
L*	: Parlaklık, 100: beyaz, 0: siyah
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Kesme Kuvveti
Ns	: Kesme İşi
pH	: Aktüel Asitlik
RMSE	: Root Mean Square Error
SD	: Serbestlik Derecesi
SLMD	: Simple Lattice Mixture Design
TPA	: Tekstür Profil Analizi
Y	: Yanıt Vektörü
X₁	: Nohut
X₂	: Bezelye
X₃	: Patates
X₁ * X₂	: Nohut - Bezelye İnteraksiyonu
X₂ * X₃	: Bezelye – Patates İnteraksiyonu
X₁*X₃	: Nohut – Patates İnteraksiyonu

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın bütün safhasında deneyim ve bilgileriyle bana rehberlik eden ve ışıık olan kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Ömer EREN'e, laboratuvar ve araştırma aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Dr. Gülsüme BIÇAKCI'ya ve kıymetli arkadaşım Salih KOCATEPE'ye ve ekip arkadaşım Nilüfer ÖZMEN TÛRK'e, analiz çalışmalarının yürütölmesinde destek olan Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve Yenilikçi Gıda Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne, tüm bu zorlu süreç boyunca desteğini esirgemeyen değerli dostum Bahar BEŞİR'e, tüm eğitim hayatım boyunca daima yanımda olduklarını hissettiğim, beni özenle yetiştiren, haklarını ödeyemeyeceğim kıymetli aileme minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Dünyadaki insan nüfusunun yıllık 83 milyon kişi çoğalarak 2030'da 8,6 milyar 2050'de ise 9,8 milyara yükselmesi beklenmektedir (UN, 2017). Dünya çapındaki bu ciddi düzeydeki artışla beraber artan gelir düzeyi ve diyet alışkanlıklarındaki değişimler gibi nedenlerle küresel olarak hayvansal gıda üretiminin oldukça yükseleceği tahminler arasındadır (FAO, 2018).

Artan dünya nüfusuna bağlı olarak sürdürülebilir çözümlerin önemi gün geçtikçe daha fazla değer kazanmaktadır. “Günümüzün kaynaklarını kullanarak hayata devam ederken gelecek nesillerin de bu konuda aynı olanaklara sahip olabilme yeteneğini koruyabilmek” olarak açıklanan sürdürülebilirlik kavramı 1987 yılında BM genel kurulunda “Ortak Geleceğimiz” adlı rapor ile birlikte hayatımızdaki yerini almıştır. (Anonymous, 1987).

Sürdürülebilir gıdalar, bütün canlı yaşam formlarına, doğaya ve çevreye zarar vermeyen, farklı kültürlerce tercih edilen, ulaşılabilir, makul fiyatlı, besin değeri açısından yeterli, gıda güvenliğine uygun ve insan sağlığına faydalı olan gıdalardır (FAO, 2012).

Toplumu oluşturan kişilerin sağlıklı ve güçlü olarak hayatlarını sürdürmesinde, sosyoekonomik olarak gelişmesinde, refah seviyesinin yükselmesinde, varlığını devam ettirebilmesinde mutlak koşullardan biri yeterli ve dengeli beslenmeleridir (Saygın-Alparslan & Demirbaş, 2019).

İnsanlar enerji gereksiniminin %20-25'ini proteinlerden temin etmektedir. Vücutta gerekli olan temel yaşamsal işlevlerin gerçekleşmesini sağlayan proteinlerin günlük beslenmedeki önemi oldukça büyüktür (Seydim & Çağdaş, 2016). Yeterli miktarda protein alınmadığı durumlarda, vücutta hücresel düzeyde çeşitli sorunlar meydana gelir. Bunlar arasında obezite, kalp, şeker ve tansiyon gibi vücutta metabolizma ve fizyolojiyi etkileyen rahatsızlıklar bulunmaktadır (Chalvon-Demersay vd., 2017). Bu sebeple, beslenmede yeterli miktarda protein alımı son derece kritiktir. Araştırmacılar, günlük protein alımının yaş ve cinsiyete bağlı olduğunu belirtmişlerdir; ancak yetişkinler için önerilen miktarın vücut ağırlığının kilogramı başına 0,75 g olduğu ifade edilmiştir (WHO, 1985).

Bireylerin yeterli ve dengeli beslenmelerinin temel koşullarından biri de günlük almaları gereken proteinin yarıya yakınını hayvansal ürünlerden sağlamasıdır. Nitelikli protein deposu olarak et; büyümenin, gelişmenin ve fizyolojik işlevlerin sürekliliği için elzem olan birçok bileşen içermektedir (Atay vd., 2004). Kırmızı et içerdiği vitamin, mineraller (özellikle fosfor ve demir) ve zengin protein içeriği ile sağlıklı beslenmede hayvansal kaynaklar arasında önemli bir yere sahiptir (Yıbar & Çetin, 2014). Et, dünya çapında bulunan protein gereksiniminin %15'ini aynı zamanda kalori ihtiyacının %8'ini karşılamaktadır. Fakat ülkelere göre bireylerin diyetlerine sağladığı katkı önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Et tüketimi yüksek gelirli ülkelerde sosyo-ekonomik ve kültürel farklılıklara bağlı olarak ortalama 30 gramlık günlük tüketim ile en üst seviyededir. Yüksek gelirli ülkelerde protein gereksiniminin %27'si etten, %28'si ise yumurta, süt ve balık ile sağlanmaktadır. Üst orta gelir seviyesindeki ülkelerde et, ortalama 20 gramlık günlük tüketim için gerekli olan proteinin %20'sinden fazlasını sağlamaktadır. Alt orta ve düşük gelir seviyesindeki ülkelerde etin bireylerin diyetine olan desteği daha düşük seviyelerde olup (toplam protein miktarı içindeki payı 10'dan daha düşük) ve protein ihtiyaçlarının %70'inden daha fazlası bitki bazlı gıda kaynaklarından karşılanmaktadır. Temelde et tüketiminin düşük olması gelir düzeyine bağlansa da tedarik zincirinden kaynaklanan problemler (örneğin soğuk zincirin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememesi) ve bitkisel protein kaynakları içeren diyet eğilimleri de talebi kısıtlamaktadır (Frezal vd., 2022).

Son dönemde yapılan araştırmalar, et tüketiminin 1960-2010 seneleri arasında %204, 1992-2016 seneleri arasında ise %500 yükseldiğini göstermekte ve bu çalışmalar tüketim alışkanlıklarının son dönemde önemli oranda farklılaştığını gözler önüne sermektedir (Polat & Yılmaz-Tuncel, 2020).

Gün geçtikçe çoğalan nüfusun (öngörülere göre 2050'de 9,7 milyar) etkisiyle et endüstrisinin günlük et gereksinimini sağlayabilmesi için üretimini %50-73 aralığında artırması gerektiği öngörülmektedir. Fakat su kaynakları ve tarım arazilerinin yetersizliği sebebiyle et üretimi sınırlı kalmaktadır (Choudhury vd., 2020).

Yapılan çalışmalar 2012 ile 2050 yılları arasında gıda ürünlerine olan talebin %35-50 oranında artacağını öngörmektedir (FAO, 2019). Gıda ürünlerine olan bu talebin karşılanması için plansız yapılan çalışmalar doğal kaynakların azalmasına sebep olurken, doğada ve çevrede olumsuz değişiklikler ile iklim

sorunlarına neden olmaktadır. Küresel çapta et tüketimindeki artışla beraber, hayvancılık sektörü tesislerinin büyüklüğünü gün geçtikçe artırmakta, çoğunlukla devamlılığı sağlanamayan şartlarda üretim gerçekleştirilmekte ve bir çok çevreyi olumsuz olarak etkileyecek duruma yol açmaktadır (OECD - FAO, 2019).

FAO'nun yayınladığı raporda görülen verilere istinaden küresel hayvancılığın oluşturduğu sera gazı emisyonunun bir senede 7,1 gigaton karbondioksit eş değeriyle insanların faaliyetlerine bağlı oluşan sera gazı emisyonunun %14,5 gibi bir kısmını oluşturmaktadır (FAO, 2013).

Bu nedenle, hayvansal ürün tüketimini azaltmaya yönelik çok sayıda yaklaşım tavsiye edilmektedir. Bunlardan bazıları, beslenme ve diyet tercihlerini değiştirmeye teşvik edici kampanyalar, hayvansal ürünlerin doğaya olumsuz etkilerini belirten etiketlemeler, beslenmeye yönelik tavsiyeler, vergi düzenlemeleri gibi çalışmaların yapılması şeklinde sıralanabilir (Säll & Gren, 2015; Gonzalez Fischer & Garnett, 2016).

Hayvancılığın sebep olduğu çevresel stresin artması, hayvan refahı konusunda duyulan kaygılar, doğal kaynakların verimsiz kullanımı, et tüketimine bağlı meydana gelen salgın hastalıklar gibi faktörler nedeniyle üreticiler doğayla uyumlu ve sürdürülebilirliğe uyum sağlayan üretim sağlayacakları yeni alternatiflere yönelmiştir (Schoenfeld & Aragon, 2018).

Vücudumuz için gerekli olan tüm elzem aminoasit türlerini hayvansal proteinler içermektedir ve sindirilebilirlik düzeyi bitki bazlı protein kaynaklarına göre çok daha iyidir. Ancak, bu yararlarının yanı sıra diyetteki tüketimleri arttığında içeriğinde yer alan yağ ve kolesterole bağlı olarak obezite başta olmak üzere kardiyovasküler rahatsızlıklar ve kanser riskini artırabilirler (Muguerza vd., 2004).

Bitkisel proteinlerin hayvansal proteinlere göre daha düşük protein içeriğine ve sindirilebilirliğe sahip olduğu bilinmektedir. Ancak, araştırmacılar bitkisel protein alımının artırılması durumunda vücutta sindirilen proteinin de arttığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, daha ekonomik ve farklı kaynaklar içeren bitki kaynaklı proteinler, ekonomik durumu iyi olmayan ve gelişme gösteren ülkelerde protein ihtiyacı için alternatif seçenek sağlayabilirler (Mariotti, 2017). Bununla birlikte, özel tüketici grupları arasında bulunan vegan ve vejetaryenlerin tükettiği bitki bazlı proteinlerin, önemli düzeydeki lif içeriği sayesinde yapılan çalışmalarda hayvansal proteinlerden çok daha fazla süre boyunca tokluk hissi verdiği belirtilmiştir (Asgar vd, 2010; Kristensen vd, 2016).

Son zamanlarda gelişen hayat şartları ve tüketici beklentilerine bağlı olarak hayvansal kaynaklara ikame ürünler beslenmede daha çok yer almaktadır. Başlıca sebepler arasında ise tüketicilerin fonksiyonel ürün tercihleri ve hayvansal ürünlere beslenmelerinde yer vermeyen tüketicilere yönelik ürün üretme araştırmaları bulunmaktadır (Sun vd., 2021).

Vejetaryenlik, beslenme alışkanlığında özellikle bitkisel gıdaların ağırlıklı olarak tüketildiği bir beslenme modelidir. Vejetaryen ise, bitki bazlı gıdaları tercih eden ve hayvansal gıdaları ya hiç tüketmeyen ya da oldukça az beslenmesinde yer veren bireyler için kullanılan isimdir (Karabudak, 2012). Vegan beslenme ise; hayvansal gıda maddelerinin beslenmede hiçbir şekilde yer almadığı beslenme şeklidir (Gökçen vd., 2019).

2023 yılı için 24,58 milyar USD değerinde olduğu söylenen vegan gıda sektörü büyüklüğünün, 2028 yılında 42,86 milyar USD seviyesine yükseleceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2022).

Resmi verilere dayanmamakla birlikte dünyadaki vegan sayısının toplam nüfusun yaklaşık %1,1'ini oluşturduğu varsayılmaktadır (Anonim, 2023; Osborn, 2023). 2022 yılında Avrupa'da yapılan bir çalışmada ise 2023 yılında vegan nüfusunun Avrupa ülkelerinin toplam nüfusunda yaklaşık %3,2 gibi bir rakam olacağı ifade edilmiştir (Bombe, 2022). Sia Insight'ın 2023 yılı içinde gerçekleştirdiği "Türkiye'nin Beslenme Alışkanlıkları" adlı çalışmada kendisinin vegan olduğunu söyleyen kişilerin %1,8 olduğu bildirilmiş ve vegan kişi rakamlarının geçmiş üç yıla göre neredeyse iki katına çıktığı ifade edilmiştir (Önder, 2023).

Hayvansal gıdalara ikame niteliğinde en önemli kaynak bitkisel ürünlerdir. Son yıllarda bitkisel ürünler et ikameleri ve analogları olarak beslenme düzeninde yer almaktadır. Et analogları bitkisel ürünlerin hammadde olduğu, katkı maddelerinin ilavesi ve çeşitli proses yöntemleri ile üretilen et benzeri proteinli gıdalardır (K. Kyriakopoulou vd., 2021).

Bitki bazlı et alternatifleri, alternatif protein sektörünün en popüler ürünleri arasında yer alır; et analogları veya et ikameleri olarak da bilinirler. Bu ürünler, hem görsel olarak hem de besin değeri açısından et ürünleri ile ortak özelliklere sahiptirler (Broad, 2020).

Başka bir ifadeyle, bu ürünler, bitkilerden elde edilen proteinle üretilir ve ete alternatif olabilecek şekilde besin içeriği, duyuşal özellikler ve tekstürel

fonksiyonlarıyla dikkat çekerler. Son yıllarda endüstride popülerlik kazanan bu ürünler, üretiminin mevsim koşullarından bağımsız olması, maliyetinin hayvansal proteinlere göre uygun olması ve rafta kalma sürelerinin daha uzun olması gibi nedenlerle tercih edilmektedirler. Çeşitli teknolojiler ve uygun formülasyonlar kullanılarak, yüksek maliyetli hayvansal proteinin yerine mantar, buğday, baklagiller, kolza ve kanola gibi bitkisel ürünlerin tohumlarından üretilen proteinlerin kullanılması mümkündür. (Kumar vd., 2017).

Baklagillerin, yağ içeren tohumların, buğdayların, mantarların ve alglerin, vb. çeşitli bitki kaynaklı hammaddelerin kullanıldığı üretim sürecinde çeşitli nedenlere bağlı olarak yardımcı katkı maddeleri de kullanılabilir. Üretim teknikleri arasında hücre kültürü uygulaması, eğirme metodu, ekstrüzyon, shear cell ve couette hücre tekniği, dondurarak yapılandırma usulü, 3D gıda yazıcısı, fermantasyon, hidrokolloidlerin kullanılması ve bitkisel proteinlerin oluşturduğu kombinasyonlar bulunmaktadır. Bu yöntemler kullanılarak, ete benzer duysal ve tekstürel özelliklerin kazandırılması ile ete alternatif ikame olacak ürünler üretilmektedir (Singh vd., 2021) Bu tip üretilen et alternatifleri, tüketiciler arasında, kültürel yapıya bağlı olarak değişen seviyelerde kabul görebilir. Yapılan deneylerde tüketici beğeni testlerinde, ürün özellikleri ve kültürel algının kabul ve beğeni oranlarını büyük ölçüde etkilediği belirlenmiştir (Sun vd., 2021).

Avrupa ve Kuzey Amerika'da özellikle et analoglarının, sadece vejetaryen tüketicilerle sınırlı kalmayıp et seven tüketicileri de kapsayacak şekilde genişlediği rapor edilmektedir (Kyriakopoulou vd., 2019).

Diyetlerde et içeriğinin olması yüksek kalitede protein varlığını gösterir. Etin yerini et ikameleri ve et analogları alması halinde bu ürünlerin ete yakın bir besin içeriğine sahip olmaları son derece önemlidir. Araştırmalara göre % 30'a kadar protein ve düşük yağ içeriği olan bir et ikamesinin iyi bir alternatif olabileceği ve ayrıca diyet değerlendirirken sadece protein miktarı değil aynı zamanda tüketilen ürünlerin genel besin içeriği de önem taşımaktadır. Et ikameleri kolesterol, doymuş yağ asitleri ve pürin içermediği için yoğun kırmızı et tüketimine bağlı sağlık sorunlarından da uzaktır (Wild, 2016).

Et ve süt ürünleri içeriği açısından yetersiz beslenme şekilleri, doğru tüketim ürünleri ile beslenildiği takdirde önemli düzeyde diyet lifi ve pek çok biyoaktif maddeyi barındırmaktadır. Bitki bazlı ürün tüketimine dayalı beslenmenin, obezite kaynaklı metabolik bozukluklar ve kalp ve damar rahatsızlıklarının engellenmesine

yardımcı olmanın yanı sıra antikanser ve antienflamatuar aktivitelere sahip olduğu ve Tip 2 diyabetinde klinik parametreleri iyileştirebileceği gibi pek çok sağlığa yararlı avantajları olduğu belirtilmektedir (Zhang vd., 2016; Nakata vd., 2017). Bunun yanı sıra, bitkisel proteinlerle zenginleştirilmiş bir diyetin uygulanması, doygunluk hissini artırarak kilo kontrolüne destek olabilir (Kristensen vd., 2016).

Et ikamelerinin üretiminde en kritik bileşen proteindir. Kullanılan ham maddenin, işlendiğinde sahip olduğu fonksiyonel özellikler, et ikamelerinin üretiminde kullanılacak katkı maddelerinin çeşidini ve miktarını belirlemektedir. Örneğin, lifli kas yapısı içeren biftek ve tavuk etine benzer ürünlerde, proteinin kaynağının nitelikleri ve kullanılan nem oranı önemlidir (Singh & MacRitchie 2002; Sharima-Abdullah vd., 2018). Buna karşın, kıyma, köfte veya şarküteri ürünlerinde kullanılacak et ikameleri prosesinde jelleşme, bağlama ve renklendirme özelliklerine sahip katkı maddeleri ile lezzet artırıcı baharatların kullanımı öne çıkmaktadır (Kyriakopoulou vd., 2021).

Bitkisel proteinlerin tercih edilmesinde dikkate alınan başlıca etkenler; maliyet, erişilebilirlik/yaygınlık, yeni ürünlerde kullanılabilirlik ve fonksiyonel özelliklerdir (Haque vd., 2016). Jelleşme ve köpürme, çözünürlük, emülsiyon oluşturabilme, su ve yağ tutabilme gibi protein fonksiyonları et ikamesi ürünlerin yapısı için gereklidir. Bu işlevsel özellikler protein çeşidine bağlı olmakla birlikte, sıcaklığın, pH'nın, iyonik kuvvetin sebep olduğu dış etkenler de protein yapısını böylelikle işlevsel özelliklerinde de değişme gösterebilmektedir. (Haque vd., 2016; Singhal vd., 2016). Protein içeriği açısından zengin tahıl ve bakliyat unları ile küspeleri, yağı alınmış yağlı tohumlar, mısır, soya, buğday ve pirinç gibi hammaddeler et ikamesi ürünlerin endüstriyel olarak üretiminde kullanılmaktadır (Kumar vd., 2017).

Et ikameleri üretiminde fasulye, mercimek, nohut ve acı bakla gibi bakliyatlardan üretilen proteinlerin emülsiyon, köpük ve jelleşme oluşturmaları gibi işlevsel özellikleri sebebiyle kullanabileceklerini yapılan araştırmalar desteklemektedir (Berghout vd., 2015; Ladjal-Ettoumi vd., 2016).

Protein oranları %20-30 arasında değişen mercimek, nohut, bakla ve bezelye gibi günümüzde alternatif protein kaynağı olan bakliyatlar tahıllardan daha zengin protein içeriğine sahiptirler. Ancak tahılların üretiminin dünyada daha fazla olması sebebiyle bakliyatlara nazaran protein ihtiyacı tahıllardan karşılanmaktadır (Shewry & Halford, 2002). Bakliyat proteinleri içerdikleri arjinin, lizin, glutamik

asit, lösin ve aspartik asit ile zengin bir aminoasit yapısına sahiptir (Mi arro vd., 2012). Bakliyatların metiyonin, sistein, triptofan gibi kükürt içerikli aminoasitler yönünden fakir olmasına karışın lisin içerikleri tahıllardan oldukça yüksektir. Bu sebeple bakliyat ve tahıl grubunun birlikte tüketimi elzem aminoasitlerin beslenmeye dahil edilmesini ve doğru beslenmeyi sağlayacaktır (Duranti, 2006).

Bakliyat piyasasında en fazla tercih edilen bitki bazlı protein kaynağı bezelyedir. Bunun sebeplerinin başında tarımsal olarak geniş alanlara yayılması ve ürün işlenebilirliğinin kolay olması sayılabilir (Day, 2013). Bezelyenin, yüksek protein oranı (% 20-30), karbonhidrat içeriğinin zenginliği, kalsiyum, demir ve özellikle fosfor içeriği, bezelyeye olan ilgiyi artırmaktadır. Bezelye, protein, vitamin ve mineral içeriğinin zenginliği ile birlikte vücut için gerekli olan önemli amino asitlere sahip olması sebebiyle de önemli bir protein kaynağıdır (Bozoğlu vd., 2004; Tekin 2018). Bezelye, proteinler ve karbonhidratlar içeriği açısından zengin ve daha fazla yoğunlukta       r olmayan diyet lifi ile eser miktarda yağ içeriğine sahiptir. Bezelye içeriğindeki proteinin önemli bir kısmını yüksek emülsifiye edici özellik gösteren depo proteinleri legumin ve visilin oluşturmaktadır (Liang & Tang, 2013). Bezelye tüm bu özellikleri sebebiyle günlük beslenmede diyetlerin protein içeriği yönünden zenginleştirilmesi için protein konsantresi ve izolatu haliyle çoğunlukla tercih edilmektedir (Temiz & Yeşilsu 2006). Bezelye proteinleri sahip olduğu yüksek teknolojik ve fonksiyonel özellikler sebebiyle gıda sektöründe tahıl ürünleri, unlu mamuller, makarna, deniz ürünleri ve bebek mamaları olmak üzere pekçok üretimde yer almaktadır (Sandberg, 2011).

Küresel çapta ticari değeri yüksek düzeyde olan bir başka bitkisel protein kaynağı olan nohut, desi ve kabuli olmak üzere iki farklı  eşitir. Nohutun her iki türü de önemli ölçüde protein, vitamin ve mineral içermesinin yanısıra diyet lifi, düşük oranda yağ ve karbonhidrat içermektedir (Roy vd., 2010). Sahip olduğu besin içeriği dışında önemli düzeydeki emülsifiye ve yağ bağlama fonksiyonları gıda endüstrisine fonksiyonel öğe olarak dahil olması ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Padalino vd., 2015; Alu'datt vd., 2017; Shaabani vd., 2018).

Bu çalışmada ülkemizde vegan ürünler üzerine yapılan çalışma sayısının çok az sayıda olmasına bağlı olarak temelde nohut ve bezelyenin protein kaynağı, patatesin bağlayıcılığı destekleyici hammadde olarak kullanıldığı vegan köftelerin çeşitli fiziksel, kimyasal, duysal ve tekstürel özelliklerinin incelenerek optimize edilmiş bir vegan köfte formülasyonu oluşturulması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

Günümüzde yapılan pek çok çalışma baklagillerin insan sağlığındaki fizyolojik etkileri ve içerdikleri diyet lifleri sebebiyle gıda endüstrisinde fonksiyonel ürünlerin prosesinde kullanımını destekler niteliktedir (Tosh & Yada, 2010; Verma vd., 2012). Bakliyat unları içerdikleri önemli düzeyde protein ve lif oranı bununla birlikte insan sağlığına olumlu etkilerinin yanı sıra et ürünlerinde yağ ikamesi olma potansiyellerinin araştırılması amacı ile de kullanılmaktadır (Mansour & Khalil, 1997).

Serdaroğlu vd., (2005) yaptıkları araştırmada köftede çeşitli bakliyat unları kullanmışlar ve bu kullanımın protein oranı ile sertlik değerlerini artırdığını bildirmişlerdir. Renk değerlerinde ise en açık renkli numunenin nohut unu ilave edilen köfteler olduğu, aynı zamanda su tutma kapasitesinin en fazla nohut ve börülce ununa ait olduğu bildirilmiştir.

Morales-Polanco vd., (2017) yaptıkları araştırmada yulaf ve bezelye protein izolatu kullanılan krakerlerin piyasada bulunan krakerlere göre duysal özelliklerinin ve besleyiciliğinin daha iyi nitelikte olduğu bildirilmiştir.

Bezelye ve karnabaharın birlikte kullanılarak *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilmesi sonucu üretilen et ikamesi ürünün yüksek oranda riboflavin ve folat içerdiği tespit edilirken aminoasit miktarında da artış gözlenmiştir (Thompson vd., 2020). Yuliarti vd., 2021 yaptıkları çalışmada dondurarak yapılandırma tekniği le bezelye ve buğday gluteni kullanarak et ikameleri üretilmiş, oluşturulan ürünün yapılan analiz sonuçlarına göre bezelye proteini ilavesinin viskoelastik özellikler ile sertlik ve çiğnenebilirliği olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir.

Santos vd., (2022), çeşitli bitkisel proteinlerin et emülsiyonlarında et ikamesi olarak etkilerini değerlendirmiş özellikle bezelye, soya ve ayçiçeği proteinlerinin iyi düzeyde emülsiyon ve yağ dağılımı sağladığı bildirilmiştir.

Prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelere inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifi eklenmiştir. Yapılan fizikokimyasal, istatistiksel ve TPA analizlerinde bezelye sakızimsılık, çiğnenebilirlik, pH, sertlik, iç yapışkanlık ve esneklik değerlerini

kontrol grubuna göre artırmış, bu değerlerden sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine etkisi anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur (Altuntaş, 2015).

Bezelye ve mercimek protein izolatlarının tavuk nuggetlarına farklı oranlarda ilave edildiği bir çalışmada kontrol grubuna göre protein ilaveli olan örneklerde nem ve yağ değerlerinde azalma olduğu, protein değerlerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir. Tekstür analizinde sertlik değerinin en fazla bezelye oranı %60, mercimek oranı %40 olan örneklerde, en düşük ise %40 bezelye, %60 mercimek olan örneklerde olduğu bildirilmiş, bezelye proteini ilavesinin sertliği artırdığı gözlenmiştir. Duyusal değerlendirmelerde renk, lezzet, genel beğeni ve tat açısından en yüksek puanlamayı kontrol grubu ve %40 bezelye proteini ile %60 mercimek proteini içeren kombinasyon alırken, tekstür açısından en yüksek puanı kontrol grubu ve %60 bezelye proteini ve %40 mercimek proteini içeren kombinasyon almıştır. Renk, lezzet, genel beğeni ve tat parametrelerinde en düşük puanlama %60 bezelye proteini ile %40 mercimek proteini olan kombinasyona ait olduğu görülmüştür. Genel değerlendirme yapıldığında bezelye proteini ile mercimek protein izolatlarının organoleptik ve fonksiyonel özellikler açısından oldukça benzer olduğu bu proteinlerin et dışı ürün olarak nuggetlara ilave edilebileceği bildirilmiştir (Arshad vd., 2022).

Özabracı (2019) tarafından Tekirdağ köftesinde bezelye proteini ve lifi ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada fizikokimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bezelye lifi ve proteinin duyusal özellikleri olumsuz yönde etkilemeden köfte formülasyonuna dahil edilebileceği, yapay bağlayıcı veya fonksiyonel özellikleri geliştirici katkıları yerine bitki bazlı bir protein ilavesi ile köftenin tüketimde sağlık açısından daha faydalı bir ürün haline dönüştürülebileceği ifade edilmiştir.

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orijinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyusal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada protein ilavesinin pişirme verimini, nem ve yağ tutma değerlerini artırdığı, sertlik değerinin en yüksek %5 orijinal bezelye proteini ilavesinde olduğu görülürken en düşük değer %5 modifiye bezelye proteini ilavesinde olduğu görülmüştür. Duyusal analizlerde ise modifiye nişasta ilaveli köftelerin daha yumuşak olduğu yönünde puanlama yapılırken, hem orijinal bezelye proteini hem de modifiye bezelye proteinin ilaveli köfteler kontrol grubuna göre istenmeyen lezzet ve daha az sululuk hissi oluşturduğu bildirilmiştir. Bitkisel

proteinlerin et ürünlerine ilavesinin sağladığı fonksiyonel özellikler, sağlık açısından besin değerine katkısının yanısıra lezzet açısından oluşturduğu olumsuz değerlendirmeleri azaltmak için daha fazla çalışma yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Shen, 2022).

Bitki bazlı yapay et üretimi ve bu ürünlerin fizikokimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada hammadde olarak bezelye, nohut, siyah nohut, fasulye, Meksika fasulyesi ve Beluga mercimeğinden köfteler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre pişme verimi en fazla %77,87 ile nohut köftelerindeyken en az ise % 69,33 ile bezelye köftelerinde bulunmuştur. Köftelerin pH ve kül değerleri hayvansal et köfteleri ile benzerlik göstermiştir. Duyusal analiz değerlendirmelerinde görünüm açısından en yüksek puanı nohut köftesi alırken, koku, lezzet, tekstür açısından en çok beğenilen bezelye köfteleri olmuştur. Çalışma sonunda oluşturulan 6 farklı bitki bazlı köfte reçetesinin kullanımının hayvansal et tüketimi kaynaklı hastalıkların azalmasına katkı sağlayabileceği, bu tarz ürünlerin tüketiminin artışı ile tarımsal faaliyetlerin artması ve iklim değişikliklerinin önlenmesi yönünden de destek sağlayabileceği bildirilmiştir (Ersoy, 2022).

Farklı düzeyde bezelye proteini ilavesinin istiridye mantarlı bitki bazlı köftelerin fizyokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre nem oranının bezelye protein ilavesi ile azaldığı protein değerinin ise arttığı, tekstürel olarak sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir. Duyusal analizlerde ise bezelye protein oranı arttıkça görünüm, renk, koku, tekstür ve genel beğeni puanlarının azaldığı görülmüştür. Tüm analiz sonuçları değerlendirildiğinde %10 bezelye proteini ilaveli köftelerin üretim için en uygun olduğu, bezelyenin bitkisel bazlı üretimlerde kullanılması ve gıda endüstrisinde tüketiminin artması için daha çok çalışma yapılması önerilmektedir (Weenuttranon vd., 2023).

Tavuk nuggetlarında nohut unu ilavesinin yapıldığı bir araştırmada nohut unu ilavesinin duyusal özelliklerde değişiklik yaratmadığı, bunun yanısıra lif oranını önemli düzeyde arttırdığı ve toplam kolesterol düzeyini ise önemli seviyede düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca ürünün nohut unu ilavesi renk özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Nohut ununun %5 olarak ilavesinin nuggetların duyusal özelliklerini çok fazla etkilemeden kullanılacak optimum değer olduğu ifade edilmiştir (Verma vd., 2012).

Zeytinyağı ve nohut unu ilavesinin köfte ve benzeri ürünlerde ürün özelliklerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada nohut unu ilavesinin L* parlaklık, protein ve pişme verimi değerlerini artırarak olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir. Protein içeriği önemli derecede artarken zeytinyağı ilavesiyle hayvansal yağ içeriği azaltılmış, yağ oranı düşürülerek besin değeri açısından daha yararlı bir köfte formülasyonu oluşturulmuştur. Kalp ve kolesterol rahatsızlıklarına karşı doymuş yağ içeren köftelere doymamış yağ asitleri içeren zeytinyağı ile yüksek lif ve protein içeriğine sahip olan nohutunun ilavesi ile oluşturulabilecek köfte reçeteleri önerilmiştir (Doosti Fard, 2014).

Sığır burgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek unu katılarak fizikokimyasal ve duyu analizlerinin incelendiği bir çalışmada pH, protein ve yağ oranlarında un ilavesiyle artış olduğu, bununla birlikte sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde de artış olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre %4 lük oranda mercimek ve nohut unu içeren örneklerin kabul edilebilir duyu ve tekstürel özelliklere sahip olmakla birlikte önemli besin değeri ve pişirme fonksiyonlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Daha fazla araştırma ile bakliyat unlarının gıda ürünlerinde kullanımının artırılması önerilmiştir (Motamedi, 2015).

Baklagil unlarının koyun köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %20 yağlı koyun köftelerine %10 ve %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilerek çeşitli özellikleri üzerine analizler yapılmıştır. Bakliyat unlarının %10 ve %15 oranında ilavesinin başarıyla formülasyonlara dahil edilebileceği, ilavelerin fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri iyileştirdiği ifade edilmiştir. Mercimek ununun %10 oranında ilave edildiği köftelerde pişme verimi, yağ tutma ve su tutma değerlerini artırmış aynı zamanda köftelerdeki küçülme oranını azaltmıştır. Bununla birlikte farklı oranlardaki %15 nohut unu ilaveli köftelerin duyu değerlendirilmede ön plana çıktığı bildirilmiştir (Zaki, 2021).

Tavuk burgerlerine %25, %50 ve %75 oranlarında sarı bezelye, mercimek ve nohut ilavesi ile burgerlerin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada bakliyat unları ilavesi ile pişme veriminin arttığı, çaptaki küçülme ve kalınlıktaki azalma oranının azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle %25 ve %50 oranında bakliyat unu ilaveli köftelerde tekstürel özellikler kontrol grubundan farklı çıkmıştır. Yapışkanlık, sakızimsılık, sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde ise azalma görülmüştür. Bakliyat ununun %25 düzeyinde ilavesinin tavuk burgerlerde yeni

ürün formülasyonlarında kullanılması, sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak yeni ürünler geliştirilmesi için araştırmaların devam etmesi tavsiye edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle tavuk köftelerinde patates liflerinin su ve yağ bağlama özellikleri ile köftelerin pişirme ile olan boyutsal değişimini önemli ölçüde engellediği görülmüştür. Ayrıca pişirme sırasında oluşan protein denatürasyonunu azalttığı ve daha kararlı bir protein ağ yapısı oluşmasını desteklediği ifade edilmiştir. Böylece tavuk köftelerinin beslenme kalitesinde iyileşmeye sebep olmuştur. Patates lifinin %3 oranında ilavesinin duyusal özellikleri olumsuz etkilemediği ve optimum düzey olduğu bildirilmiştir. Lif ilavesinin et ürünlerinin kalitesini ve besin değerini artırdığı bu yöndeki çalışmaların endüstriye dahil edilmesi tavsiye edilmiştir (Feng vd., 2022).

Patates, mısır ve bezelye nişastalarının et köftelerinin bazı pişirme ve depolama özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada kızarmış et köftelerinde %1, %3 ve %5 oranında nişasta ilavesi yapılırken nişasta ilavesinin köftelerin özelliklerinin gelişmesine sebep olduğu, dolgu ve bağlayıcı özellikleri ile pişme verimini arttırdığı, çap artışı sağladığı ve kalınlıktaki azalmayı düşürdüğü tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda et köftelerinde %5 lik bezelye nişastası ilavesinin en avantajlı kullanım olacağı bildirilmiştir (Kilincceker, 2018).

Hamburgerlerde 4 farklı oranda %0, %0,75, %1,5 ve %2,25 tatlı patatesin kabuğundan elde edilen un ilavesinin hamburgerlerin çeşitli özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada un ilavelerinin nem tutma ve büzülme yüzdelelerini arttırırken yağ tutma, pişme verimi ve L*, a*, b* değerlerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle %1,5 kadar patates kabuğu unu ilavesinin standart hamburgerlere benzer şekilde kabul gördüğü , ilave edilen tatlı patates ununun hamburgerlerin besin değeri ve teknolojik parametreler üzerinde olumlu etki yaparken duyusal özellikler üzerinde düşük bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Yapılan ilavelerin hamburgerde mineral, diyet lifi ve karbonhidrat değerlerini artırdığı bu nedenlerle %1,5'e kadar tatlı patates unu ilavesinin tavsiye edildiği bildirilmiştir (Marconato vd., 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Vegan köfte üretiminde nohut, bezelye ve patates hammadde olarak kullanılmıştır. Vegan köfte üretimi için kullanılan hammaddeler ve diğer malzemeler (ayçiçek yağı, maydanoz, soğan ve tuz) Bolu piyasasından temin edilirken galeta unu ve diğer baharatlar Bağdat Baharat firmasından alınmıştır.

Vegan köftelerin üretilmesi ile ilgili işlemler Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Materyallerin Hazırlığı ve Köftelerin Üretilmesi

Köfte hammaddesi olarak kullanılacak olan nohut, bezelye ve patates önceden haşlanıp soğutulmuştur. Haşlanan hammaddeler daha sonra kıyma makinesinin (Alveo, Türkiye) 3,5 mm'lik aynasından ayrı ayrı olarak geçirilmiştir. Önceden belirlenen 10 farklı modelde (Tablo 3.1) belirtilen hammadde miktarlarına göre 10 ayrı modelin hammadde tartımları yapılmıştır. 10 farklı model için aynı oranda belirlenen baharat karışımları (%13,5 galeta unu, %7,20 ayçiçek yağı, %3,60 soğan, %1,32 tuz, %0,72 maydanoz, %0,72 kırmızıbiber, %0,54 kimyon, %0,27 karabiber, %0,07 kekik ve %0,07 yenibahar) ile diğer malzemeler (%soğan, % galeta unu ve % maydanoz) tartılarak karışımlara ilave edilmiş ve yoğurma makinesinde (Kenwood, Japonya) homojen hale getirilmiştir. Elde edilen 10 farklı kombinasyon vegan köfte hamuru 2 saat süreyle $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'lik buzdolabında (Arçelik, Türkiye) tutulmuş olup, sonrasında 50 mm çap ve 12.5 mm kalınlık olacak şekilde şekillendirilmiştir. Şekillendirilen köfteler 12 saat daha $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de bekletildikten sonra aynı pişirme tekniği kullanılarak (tavada 2,5-3 dk süreyle kızgınlaştırılan yağda) aynı sürede (toplam süre yaklaşık 8 dk) pişirilmiştir (EK 1).

Tablo 3.1. Vegan Köfte Üretiminde Kullanılacak Hammadde Düzeylerini Gösteren Simplex Lattice Mixture Design Deneme Modeli

Muamele No	Nohut(X ₁)	Bezelye(X ₂)	Patates(X ₃)
1	%0,00	%0,00	%100,00
2	%0,00	%33,33	%66,67
3	%0,00	%66,67	%33,33
4	%0,00	%100,00	%0,00
5	%33,33	%0,00	%66,67
6	%33,33	%33,33	%33,33
7	%33,33	%66,67	%0,00
8	%66,67	%0,00	%33,33
9	%66,67	%33,33	%0,00
10	%100,00	%0,00	%0,00

3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.2.1 pH Tayini

Köfte numunelerinin tamamını temsil edecek şekilde 10 gram tartılan örneklerin üzerine 100 mL olacak şekilde distile su ilave edilerek blenderde (Waring Commercial Blender, U.S.A) su ve köfte tamamen homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmış olup, sonrasında uygun tampon solüsyonları ile kalibre edilen pH metre (Hanna, Almanya) ile 2 paralelli olacak şekilde bu karışımdan ölçümler gerçekleştirilmiştir (Gökalp vd., 1999).

3.2.2.2 Nem Tayini

Öncesinde kurutulan Petri kutularına köfte numunelerinden 3 ile 5 g arasında numune konularak, 105±1 °C sıcaklığa ayarlanan etüvde (Venti Line VWR, EC) nem kalmayacak şekilde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, sabit tartıma gelmesi için desikatöre alınmış, sonrasında ise numuneler tekrar tartılmış % nem oranı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Nem Oranı (\%)} = \frac{(M_0 - M_1)}{M_0} \times 100$$

M₀ : Kurutmadan önceki örnek köftenin ağırlığı (g)

M₁ : Kurutmadan sonraki örnek köftenin ağırlığı (g)

3.2.2.3 Protein Tayini

Köftelerden 2-4 g arasında değişen miktarlarda alınan numunelerde Kjeldahl tekniğine göre ilk önce ham azot miktarı belirlenmiş olup, çıkan sonuç sabit bir sayı olan 6,25 ile çarpılmış ve protein miktarı % cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Ham Azot Oranı (O}_N\text{)} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,0014 \times N \times F}{m} \times 100$$

V₁: Tanık için sarfedilen hidroklorik asit miktarı (mL olarak)

V₀: Örnek numune için sarfedilen hidroklorik asit miktarı (mL olarak)

N: Hidroklorik asit çözeltisinin normalite değeri

F: Hidroklorik asit çözeltisinin düzeltme faktörü

m: Köfte örneğinin ağırlığı (g)

3.2.2.4 Yağ Tayini

3 – 5 g arasında tartılan köfte numuneleri ekstraksiyon kartuşuna konularak üzerleri yağsız pamukla kapatılmış ve sonrasında Soxhlet ekstraksiyon cihazında petrol eteri yardımı ile ekstraksiyon yapılarak % yağ miktarı aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Yağ Oranı (\%)} = \frac{(M_1 - M_0)}{m} \times 100$$

M₀: Ekstraksiyon işleminden önceki balonun ağırlığı (g)

M₁: Ekstraksiyon işleminden sonraki örnek+balonun ağırlığı (g)

m: Kurutma işleminden önceki köfte örneğinin ağırlığı (g)

3.2.2.5 Renk Analizi

Vegan köfte örneklerinin iç kesit ve dış yüzeylerinde oluşan renk değişimini tespit edebilmek için, köfte örneklerinin her bir tekerrürünün iç ve dış yüzeylerinden 3 farklı noktadan ölçüm yapılmıştır. L*, a*, b* renk ölçüm sistemi ile yapılan analizde, Konica Minolta Chromameter CR-400 (Japonya) kullanılarak renk değerleri ölçülmüştür. L* değeri (açıklık-koyuluk) 0 (beyaz) ile 100 (siyah) arasında değişirken, a* değeri 0-60 aralığında (pozitif a*: kırmızılık; negatif a*: yeşillik) ve b* değeri 0-60 aralığında (pozitif b*: sarılık; negatif b*: mavilik) ölçülmüştür. (Hunt vd., 1991).

3.2.2.6 Pişme Verimi Tayini

Pişmiş köftelerin tartılan ağırlık değerinin, pişmemiş köftelerin tartılan ağırlık değerine oranlanması ve 100 ile çarpılması sonucunda % pişme verimi bulunmuştur (Kumar & Sharma, 2004)

$$\text{Pişme Verimi (\%)} = \frac{\text{Pişmiş Köfte Ağırlığı}}{\text{Pişmemiş Köfte Ağırlığı}} \times 100$$

3.2.2.7 Kalınlık Analizinin Tayini

Piştirilmiş vegan köftelerde, 4 ayrı noktadan elektronik kumpasla (OKR, Türkiye) ölçüm yapılmış ve bulunan değerlerin ortalamaları alınarak vegan köftelerin kalınlık değerleri mm cinsinden hesap edilmiştir.

3.2.2.8 Çap Analizinin Tayini

Piştirilmiş vegan köftelerde, 4 ayrı noktadan elektronik kumpasla (OKR, Türkiye) ölçüm yapılmış ve bulunan değerlerin ortalamaları alınarak vegan köftelerin çap değerleri mm cinsinden hesap edilmiştir.

3.2.3 Duyusal Analizler

Tablo 3.1.'de yer alan köfte kombinasyonlarına göre köfte numuneleri pişirildikten sonra oda sıcaklığında servis edilerek 10 panelist tarafından duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Panelistler, vegan köfte örneklerini; iç renk ve parlaklığına, görünümüne, elastikiyetliğe, sululuğuna, yağlılığına, kokusuna, tat-

aromasına ve genel beğenilmesine puanlar vererek değerlendirmilerdir (AMSA, 1995).

Vegan köfte örnekleri, panelistler tarafından 5 skalalı, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) aralığında bulunan hedonik skala kullanılarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Panelistlere değerlendirme sırasında ağızlarını nötrlemeleri için su servisi yapılmıştır (Gökalp vd., 1995). Duyusal değerlendirmeye ait form EK 6'da gösterilmiştir.

3.2.4 Tekstür Analizleri

Tekstür analizi cihazı (TA-HD Plus TextureAnalyser, UK) ile numunelerde Tekstür Profil Analizi (TPA) ve kırılma testleri yapılmıştır. Örneklerde 30 kg'lık loadcellin kullanılmasıyla TPA ve 5 kg'lık loadcellin kullanılması ile de kırılma testleri yapılmıştır. Kırılmada yapılan testlerde kesme kuvvetinin (N) ve kesme işinin (Ns) değerlerine bakılmıştır. TPA'da ise sertliğe (N), elastikiyetliğe, yapışkanlığa, iç yapışkanlığa, esnekliğe, sakızimsılığa (N) ve çiğnenebilirlik (N) değerlerine bakılmıştır. Denemeler iki tekerrürlü olacak şekilde yapılmış ve her bir tekerrürden çıkan değerler incelenmiştir.

3.2.5 İstatistiksel Analizler

Çalışma, Simplex Lattice Mixture Design modeline göre yapılmıştır. Bu merkezi tasarım yöntemi ile 10 farklı deneme noktası oluşturulmuştur. Denemede esas alınan modelin X_1 faktörüne, X_2 faktörüne ve X_3 faktörüne göre türevleri alınarak sıfır değerine eşitlenmiş ve sonrasında optimum yanıt veren kombinasyonlar türetilmiştir. Bu amaçla nohut, bezelye ve patates %0,00, %33,33 ve %66,67'lik seviyeleri kullanılmıştır.

Her noktada değerlendirilen her bir faktörün lineer ve ikili kombinasyonlarının etkileşimleri aşağıdaki denklemin kullanılmasıyla, önemlilik dereceleri ise paket program (JMP 4.0.4) kullanılması ile bulunmuştur.

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

$\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}$: Katsayılar

X_i, X_j : Bağımsız değişkenler

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hammaddeye Ait Kimyasal Analiz Bulguları

Hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Hammaddelere ait kimyasal analizlerin sonuçları

Hammadde Adı	L*	a*	b*	pH	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Nohut	64,55	1,71	33,19	6,81	42,18	2,67	8,12
Bezelye	58,91	-5,67	34,51	7,10	25,09	0,43	4,43
Patates	64,18	-8,70	29,26	6,39	16,62	0,09	0,7

4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analizlerin ortalama değerleri EK 2'de, bu değerlerin önemlilik derecelerinin gösterildiği tablo ise EK 3'te verilmiştir.

4.2.1 pH Değeri

Vegan köftelerin pH değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 3,0599X_1 + 2,9840X_2 + 2,8803X_3 - 0,0808X_1 * X_2 + 0,0064X_1 * X_3 + 0,0004X_2 * X_3$$

şeklinde bulunmuştur.

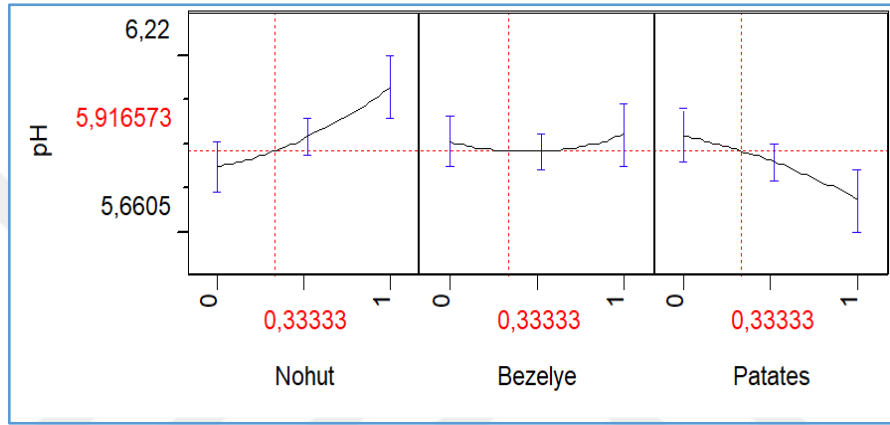
Tablo 4.2. Nohut, bezelye ve patatesin pH değeri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,0179	12,2558	0,0154 *
Nohut (X ₁)	1	42,2843	28877,6500	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	40,2128	27462,9400	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	37,4651	25586,4300	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0060	4,1059	0,1127
X ₁ *X ₃	1	0,0004	0,0260	0,8797
X ₂ *X ₃	1	0,0000	0,0001	0,9924
Hata	4	0,0015		
Genel	9			

*P: <0.05, **: P<0.01, R²: 0,938724, RMSE: 0,038266

Tablo 4.2.'de görülen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin pH'sı üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Modelin ise önemli ($p<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Formülasyonlarda kullanılan bezelye ve nohut miktarının artmasına bağlı olarak, pH değerinde de artış olduğu Şekil 4.1.'de görülebilmektedir.

pH değerindeki yükselmenin formülasyonda kullanılan bezelye ve nohutun pH'sının yüksek olmasından ve patates pH'sının düşük olmasına bağlı olabileceği düşünülmektedir (Tablo 4.1.).



Şekil 4.1. Nohut, bezelye ve patatesin pH değeri üzerindeki etkileri

Sığır burgerleri ile yapılan bir çalışmada %4, %8 ve %12 oranlarında nohut unu ve mercimek unu ile kombine edilen burgerlerde nohut unu yüzdesi arttıkça pH değerinin arttığı, kontrol numunesinde pH 5,88 iken %12 nohut unu içeren numunelerde pH'nın 6,04'e çıktığı tespit edilmiştir (Motamedi vd., 2015). Nuggetlar ile yapılan bir araştırmada örneklerle %5, %7.5 ve %10 oranlarında nohut ununun eklenmesi ile 5,78 olan ürün pH'sı sırasıyla 5,82, 5,84 ve 5,85 düzeylerine yükselmiş, nohut ununun ürün pH'sını arttırdığı tespit edilmiştir (Verma vd., 2012).

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelere; inulinin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. pH analizleri neticesinde inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin pH değerleri kontrol örneğine kıyasla sırasıyla (kontrol örneği pH: 5,004) 5,018, 5,02, 4,96, 4,86 ve 5,017 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi eklenen örneklerin pH değeri yükselmiştir

ve bezelye lifi eklenmesinin önemsiz ($p>0.05$) bulunduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

4.2.2 Nem Oranı

Vegan köftelerin nem oranı üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 35,1340X_1 + 29,9481X_2 + 27,6380X_3 + 0,0031X_1 * X_2 - 2,4150X_1 * X_3 - 1,5027X_2 * X_3$$

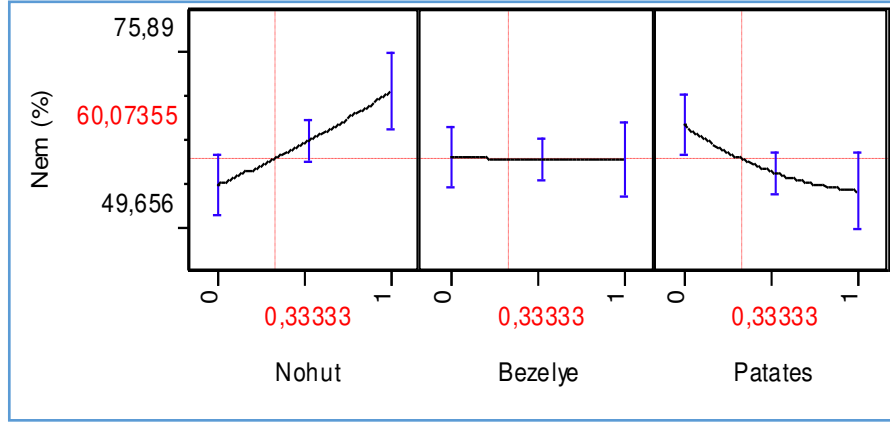
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.3. Nohut, bezelye ve patatesin nem oranı üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		43,8244	9,4728	0,0245 *
Nohut (X_1)	1	5574,6872	1204,989	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	4050,4522	875,5200	<.0001 **
Patates (X_3)	1	3449,6839	745,6617	<.0001 **
$X_1 * X_2$	1	0,0000	0,0000	0,9990
$X_1 * X_3$	1	5,3761	1,1621	0,3417
$X_2 * X_3$	1	2,0814	0,4499	0,5391
Hata	4	4,6263		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0.922125, RMSE: 2,150893

Tablo 4.3.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin nem değeri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Modelin ise önemli ($p<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Şekil 4.2.'de bezelye ve nohuttaki artış miktarına bağlı olarak nem yüzdesinin arttığı patatesin ise azalttığı görülmektedir.



Şekil 4.2. Nohut, bezelye ve patatesin nem oranı üzerindeki etkileri

Nem oranının nohut ve bezelyenin ilave edildiği köftelerde yüksek olmasının formülasyonda kullanılan nohut ve bezelyenin protein ve nem oranlarının yüksek olmasına (Tablo 4.1) bağlı olarak proteinlerin su bağlama kapasitesini arttırması kaynaklı olabileceği bununla birlikte patates içeren formülasyonlarda patatesin nem ve protein oranının düşük kalmasına bağlı azaltıcı etki gösterdiği düşünülmektedir. Yapılan araştırmalarda, bakliyat proteinlerinin emülsiyon oluşturma, su tutma, köpük meydana getirme ve jelleştirme gibi çeşitli işlevsel özelliklerinin olması nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Ladjal-Ettoumi vd., 2016).

Baklagil unlarının koyun köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %20 yağlı koyun köftelerine %10 ve %15 oranlarında nohut ve mercimek unu eklenmiş ve bu köfteler üzerinde farklı kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada nohut unu ilave edilen köftelerin kontrol örneğine mukayesen (kontrol grubu nem tutma değeri: 30,18) nem tutma sonuçlarının sırasıyla yüzde 48,81 ve 49,45 olduğu sonucu bulunmuş ve nohut unu arttıkça nem tutma değerinin de yükseldiği bildirilerek, bulunan değerlerin önemli ($p < 0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Zaki, 2021).

Sığır burgerleri ile yapılan bir çalışmada %4, %8 ve %12 miktarlarında nohut ununun ve mercimek ununun kullanıldığı burgerlerde nohut unu yüzdesi arttıkça nem değerinin arttığı (kontrol numunesi nem değeri 58.54) tespit edilmiş, nohut unu içeren numunelerin nem değerleri sırasıyla 58,56, 58,68 ve 59,22 bulunmuştur (Motamedi vd., 2015). Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orijinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel

ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (kontrol grubu nem tutma yüzdesi 91,57), modifiye edilmiş bezelye proteini nem tutma yüzdesi ve doğal bezelye proteini nem tutma yüzdesi sırasıyla 98,74, 100,05 ve 97,56, 97,23 olarak bulunmuş ve bezelye proteini ilavesinin nem tutma oranını artırdığı ifade edilmiştir (Shen vd., 2022).

4.2.3 Protein Oranı

Vegan köftelerin protein değeri üzerinde faktör etkilerinin a ıklanığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 4,7691X_1 + 2,7703X_2 + 2,0983X_3 - 0,7275X_1 * X_2 - 1,8764X_1 * X_3 + 0,6415X_2 * X_3$$

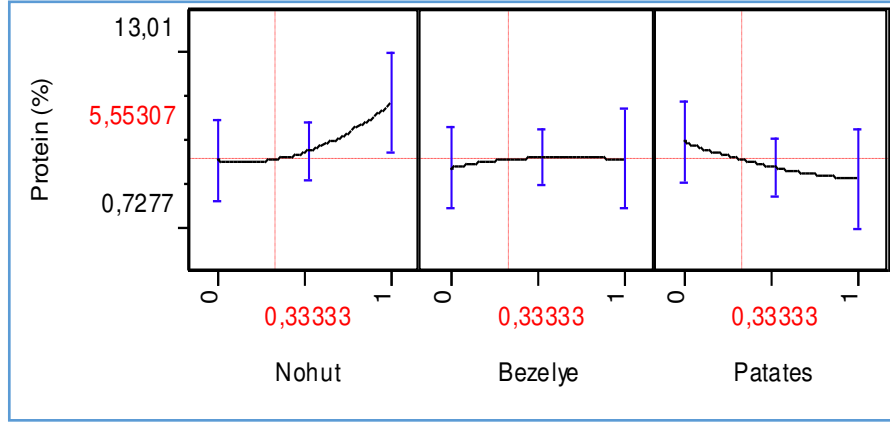
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.4. Nohut, bezelye ve patatesin protein oranı üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		4,4519	2,5260	0,1951
Nohut (X ₁)	1	102,7183	58,2809	0,0016 **
Bezelye (X ₂)	1	34,6604	19,6658	0,0114 *
Patates (X ₃)	1	19,8847	11,2823	0,0283 *
X ₁ *X ₂	1	0,4878	0,2768	0,6266
X ₁ *X ₃	1	3,2455	1,8414	0,2463
X ₂ *X ₃	1	0,3793	0,2152	0,6668
Hata	4	1,7625		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,759468, RMSE: 1,32758

Tablo 4.4.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin protein oranı üzerinde nohutun lineer etkisinin çok önemli (p<0.01), bezelye ve patatesin etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. şekil 4.3.'te görüldüğü gibi nohut ve bezelye protein değerini artırıcı etki gösterirken patates bu değeri azaltmıştır. Bu etkinin Tablo 4.1.'de yer alan hammadde protein yüzdelere bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Nohut, bezelye ve patatesin protein oranı üzerindeki etkileri

Sığır burgerleri ile yapılan bir çalışmada %4, %8 ve %12 oranlarında nohut unu ve mercimek unu ile kombine edilen burgerlerde nohut unu yüzdesi arttıkça protein değerinin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Kontrol numunesinde protein değeri 13,58 iken nohut unu içeren burgerlerde sırasıyla 14,11, 14,57 ve 15,19 olarak bulunmuş ve bu değerlerin önemli ($p < 0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Motamedi vd., 2015).

Tekirdağ köftesi üzerinde bezelye lifi ve bezelye proteini kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada bezelye proteini ilave edilen pişmiş köfte örneklerinde kontrol grubuna göre (kontrol örneği protein oranı 21,21) protein oranında artış tespit edilmiştir. %2, %4 ve %6 oranında bezelye proteini ilave edilen örneklerin protein oranı sırasıyla 24,82, 24,58, ve 24,55 olarak bulunmuş. Sonuçların istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Özabracı, 2019).

4.2.4 Yağ Oranı

Vegan köftelerin yağ değeri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 14,0595X_1 + 10,3115X_2 + 7,8541X_3 - 3,5931X_1 * X_2 + 1,9617X_1 * X_3 + 0,3818X_2 * X_3$$

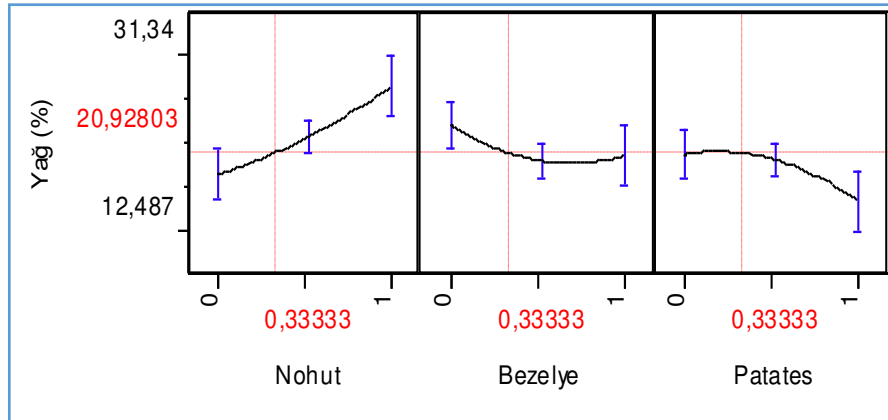
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.5. Nohut, bezelye ve patatesin yağ değeri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		23,6126	15,5369	0,0100 **
Nohut (X_1)	1	892,6986	587,3894	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	480,1858	315,9589	<.0001 **
Patates (X_3)	1	278,5879	183,3089	0,0002 **
$X_1 \times X_2$	1	11,9010	7,8308	0,0489 *
$X_1 \times X_3$	1	3,5475	2,3342	0,2013
$X_2 \times X_3$	1	0,1344	0,0884	0,7810
Hata	4	1,5198		
Genel	9			

*P:<0.05, **P:<0.01, R²: 0,951031, RMSE: 1,232791

Tablo 4.5.'te belirtilen sonuçlara göre vegan köftenin yağ değeri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$), nohut ve bezelye interaksiyonunun etkisinin ise önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Modelin ise çok önemli ($p<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Nohut ve bezelyenin bakliyatların içeriğinde yer alan yüksek protein ve diyet liflerinin emülsifiye ve stabilize edici özelliklerine bağlı olarak yağı absorbe ederek yağ oranını arttırdıkları patatesin ise yağı tutma özelliğinin diğer hammaddelere göre düşük kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Nohut, bezelye ve patatesin yağ oranı üzerindeki etkileri

Nohutun yüksek besin içeriğinin yanı sıra yüksek oranda emülsifiye etme ve yağ tutma gibi işlevsel özelliklerinin oluşu sebebi ile nohutun gıda ürünlerinde fonksiyonel ürün olarak kullanılması ile alakalı çok fazla çalışma yapılmıştır

(Padalino vd., 2015; Alu'datt vd., 2017; Shaabani vd., 2018). Gıdaların besin içeriğini artırmak amacı ile katılan diyet lifleri gıdaların yağ ve su tutma kapasitelerini artırmakta, emülsifikasyon özelliklerini geliştirmekte ve lipid oksidasyonunu azaltmaktadır (Rahaie vd., 2014; Xie vd., 2016).

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orjinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiğı bir çalışmada (kontrol grubu yağ tutma yüzdesi 83,05), modifiye edilmiş bezelye proteini yağ tutma yüzdesi ve doğal bezelye proteini yağ tutma yüzdesi sırasıyla 78,19, 79,15 ve 74,58, 74,92 olarak bulunmuş ve %5 oranında modifiye bezelye proteini ilavesinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğı sonucu bulunmuştur (Shen vd., 2022).

Sığır burgerleri ile yapılan bir çalışmada %4, %8 ve %12 oranlarında nohut unu ve mercimek unu ile kombine edilen burgerlerde nohut unu yüzdesi arttıkça yağ değeri önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Kontrol numunesinde yağ değeri 10,80 iken nohut unu içeren burgerlerde sırasıyla 10,85, 11,43 ve 11,6 olarak bulunmuş ve bu değerlerin önemli ($p<0.05$) olduğı ifade edilmiştir (Motamedi vd., 2015).

Dört ayrı oranda %0, %0,75, %1,5 ve %2,25 tatlı patates kabuklarından elde edilen un ilavesinin hamburgerlerin çeşitli özellikleri üzerine etkilerinin incelendiğı bir çalışmada %0, %0,75, %1,5 ve %2,25 hamburger örneklerinin yağ tutma değerleri sırası ile; %66,03, %63,45, %62,99 ve %60,56 olarak bulunmuştur. SPPF ilavesinin hamburgerlerin yağ tutma değerlerini azalttığı tespit edilmiştir (Marconato vd., 2020).

Patates, mısır ve bezelye nişastalarının et köftelerinin bazı pişirme ve depolama özelliklerinin incelendiğı bir çalışmada kızarmış et köftelerinde kontrol örneğine göre (kontrol grubu yağ değeri: %13,34) %1, %3, %5 patates nişastası ilaveli köftelerin yağ değerleri ise sırasıyla 13,87, 12,51 ve 13,29 olarak bulunmuştur (Kilincceker, 2018).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiğı bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle yağ değerlerinin sırasıyla 15,8, 14,9, 14,6 ve 13,9 olduğı ve kontrol örneğine kıyasla (kontrol örneğı yağ oranı: %16,7) yağ değerlerinin azaldığı ve değerlerin istatistiki açıdan ise önemli ($p<0.05$) olduğı bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.2.5 Pişme Verimi

Vegan köftelerin pişme verimi üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 50,3237X_1 + 45,8600X_2 + 46,0116X_3 + 4,2843X_1 * X_2 + 1,2162X_1 * X_3 + 3,9001X_2 * X_3$$

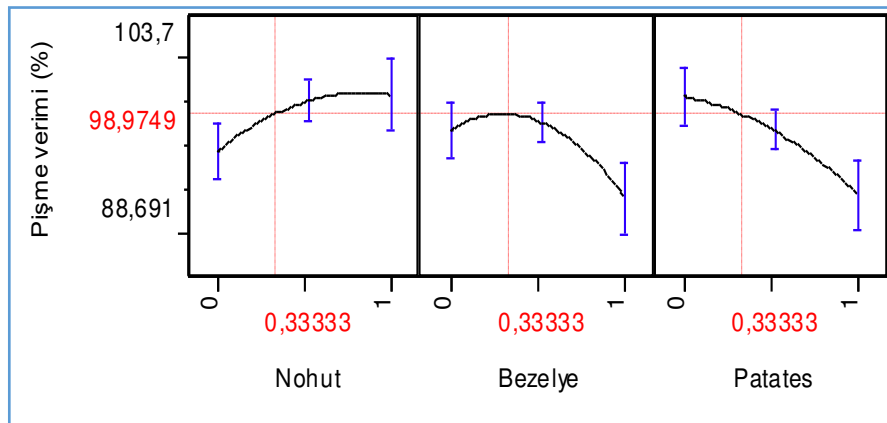
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.6. Nohut, bezelye ve patatesin pişme verimi değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		20,4114	15,1948	0,0104 *
Nohut (X ₁)	1	11436,9720	8513,9970	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	9498,0450	7070,6060	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	9560,9440	7117,4300	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	16,9200	12,5956	0,0238 *
X ₁ *X ₃	1	1,3630	1,0150	0,3707
X ₂ *X ₃	1	14,0220	10,4381	0,0320 *
Hata	4	1,3433		
Genel				

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,949984, RMSE: 1,159014

Tablo 4.6.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre pişme verimi değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01), nohut-bezelye ve bezelye-patates interaksiyonlarının etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Modelin ise önemli (p<0.05) olduğu sonucu bulunmuştur.



Şekil 4.5. Nohut, bezelye ve patatesin pişme verimi üzerindeki etkileri

Araştırmacılara göre lif içeriği yüksek gıdalar bünyelerinde yüksek su tutma kapasiteleri sebebiyle pişme sırasında su kaybını aza indirmektedir (Grigelmo-Miguel vd., 1999).

Bitki bazlı yapay et üretimi ve bu ürünlerin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, siyah nohut, fasulye, Meksika fasulyesi, beluga mercimeği ve bezelyeden köfte örnekleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu pişme verimleri 77,87, 75,77, 76,90, 76,30, 73,67 ve 69,33 olarak bulunmuştur. Pişme kaybının en az nohut köftesinde en çok ise bezelye köftesinde olduğu böylelikle pişme veriminin en yüksek nohut ürünüde olduğu sonucu bulunmuştur (Ersoy, 2022).

Bezelyenin, yeşil mercimeğin ve baklanın sebzeli hamburger köftesinde kullanıldığı bir çalışmada kontrol örneğine kıyasla (kontrol örneği pişirme verimi: 92,5) bezelye ilaveli köftelerin pişme verimi 93,6 fasulye ilaveli köftelerinde pişirme verimi açısından 96,2 puan aldığı ($p<0.05$) bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

4.2.6 Kalınlık Analizi

Pişmiş vegan köftelerin kalınlık değeri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 8,6464X_1 + 7,8181X_2 + 6,8888X_3 + 0,2929X_1*X_2 + 0,2274X_1*X_3 + 0,9434X_2*X_3$$

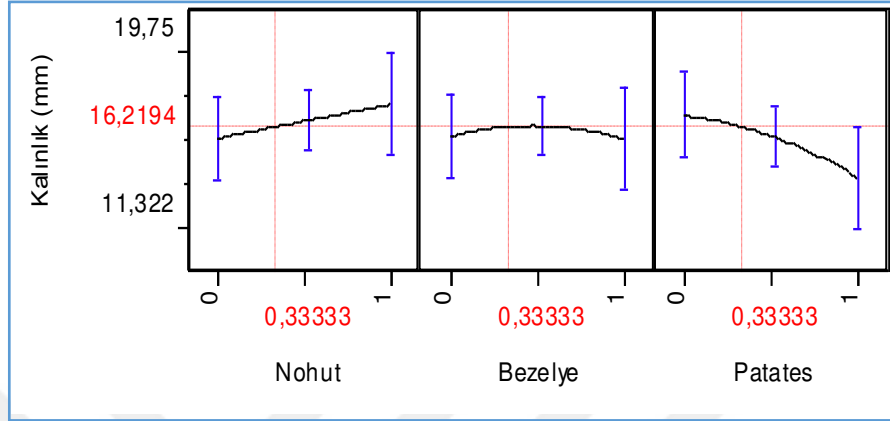
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.7. Nohut, bezelye ve patatesin kalınlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		1,8623	2,1081	0,2449
Nohut (X_1)	1	337,6263	382,1949	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	276,0372	312,4757	<.0001 **
Patates (X_3)	1	214,3157	242,6066	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0791	0,0895	0,7797
X_1*X_3	1	0,0477	0,0540	0,8277
X_2*X_3	1	0,8204	0,9287	0,3898
Hata	4	0,8834		
Genel	9			

**.P<0.01, R²: 0,72491, RMSE: 0,938887

Tablo 4.7.'nin sonuçlarına göre kalınlık değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.6.'da bezelye ve nohut artışına bağlı olarak köfte kalınlıklarının arttığı, patates artışına bağlı olarak da azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.6. Nohut, bezelye ve patatesin kalınlık değerleri üzerindeki etkileri

Bezelye ve nohutun içeriğindeki proteinlerin su ve yağ bağlama özelliklerine bağlı olarak köfte kalınlıklarının arttığı düşünülmektedir.

Patates, mısır ve bezelye nişastalarının et köftelerinin bazı pişirme ve depolama özelliklerinin incelendiği bir çalışmada kızarmış et köftelerinde kontrol grubuna göre (kontrol grubu kalınlık artışı değeri : 20,15) %1, %3, %5 bezelye nişastası katkılı köftelerdeki kalınlık artışının değerlerinin sırası ile %23,72, %27,87 ve %24,82 arasında değişkenlik gösterdiği ve nişasta oranının artmasıyla köftelerde kalınlığın arttığı ifade edilmiştir (Kilincceker, 2018).

4.2.7 Çap Analizi

Pişmiş vegan köftenin çap değeri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 24,1096X_1 + 24,6546X_2 + 24,4529X_3 + 0,9765X_1 * X_2 + 0,2471X_1 * X_3 + 0,0356X_2 * X_3$$

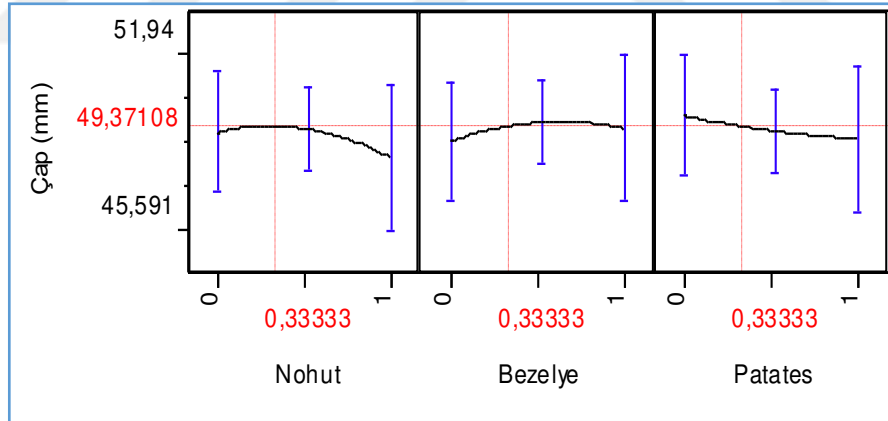
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.8. Nohut, bezelye ve patatesin çap değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,3605	0,3563	0,8561
Nohut (X_1)	1	2625,1124	2594,8030	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	2745,1155	2713,4200	<.0001 **
Patates (X_3)	1	2700,4040	2669,2250	<.0001 **
$X_1 \cdot X_2$	1	0,8791	0,8689	0,4040
$X_1 \cdot X_3$	1	0,0563	0,0556	0,8251
$X_2 \cdot X_3$	1	0,0012	0,0012	0,9745
Hata	4	1,0117		
Genel	9			

**: $P < 0.01$, R^2 : 0,308165, RMSE: 1,005824

Tablo 4.8.'de görülen varyans analiz sonuçlarına göre çap değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. şekil 4.7.'de nohut ve bezelyenin çap değerini artırdığı, patatesin ise azalttığı görülmektedir.



şekil 4.7. Nohut, bezelye ve patatesin çap değerleri üzerindeki etkileri

Gıda sektöründe ürünlerin görünümü tüketicisi seçimini etkileyen önemli kalite kriterleri arasındadır. Köftelerde rn formülasyonuna yeni ürünlerin eklenmesiyle meydana gelen en önemli değişikliklerden biri boyut değişikliğidir. Bu sebeple boyut değişikliklerinin korunması ve ilave edilen yeni bileşenlerin etkilerinin incelenmesi oldukça önemlidir (Snchez-Zapata vd., 2010; Shokry 2016).

Piştirme işlemi sonrasında çapta görülen azalmanın, ürünündeki su ve yağ kaybı ile birlikte et proteinlerinde meydana gelen denatürasyon ve proteinlerin ağ yapılarının bozulmasıyla birlikte olduğu bildirilmiştir (Patinho vd., 2021).

Sığır burgerleri ile yapılan bir çalışmada %4, %8 ve %12 oranlarında nohut unu ve mercimek unu ilave edilen burgerlerde nohut unu yüzdesi arttıkça çapta azalma ve küçülme değerlerinin yüzdesinin düştüğü görülmüştür. Kontrol numunesinde çapta azalma değeri 19,60 iken nohut unu içeren burgerlerde sırasıyla 16,33, 15,21 ve 13,02 değerleri bulunmuştur. Küçülme değerleri ise sırasıyla 16,84, 15,50 ve 13,52 olmakla birlikte kontrol numunesinin küçülme değeri 20,93'tür. Köftede nohut unu yüzdesi arttıkça küçülme ve çap değeri artışı üzerinde etkisinin olumlu yönde olduğu bildirilmiştir (Motamedi vd., 2015).

4.2.8 L* Değerleri

Piştirilmiş vegan köftelerde L* (açıklık-koyuluk) değerleri, köftelerde hem iç yüzey hem de dış yüzeyde gerçekleştirilen ölçümler sonucu bulunmuştur. L* (açıklık-koyuluk) renk sonuçlarının ortalama değerleri EK 2'de, bu değerlerin önemlilik derecelerinin gösterildiği tablo ise EK 3'te verilmiştir.

4.2.8.1 L* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin L*(Dış) renk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 21,5540X_1 + 23,0109X_2 + 25,6841X_3 - 0,5529X_1 * X_2 - 3,3150X_1 * X_3 + 0,3297X_2 * X_3$$

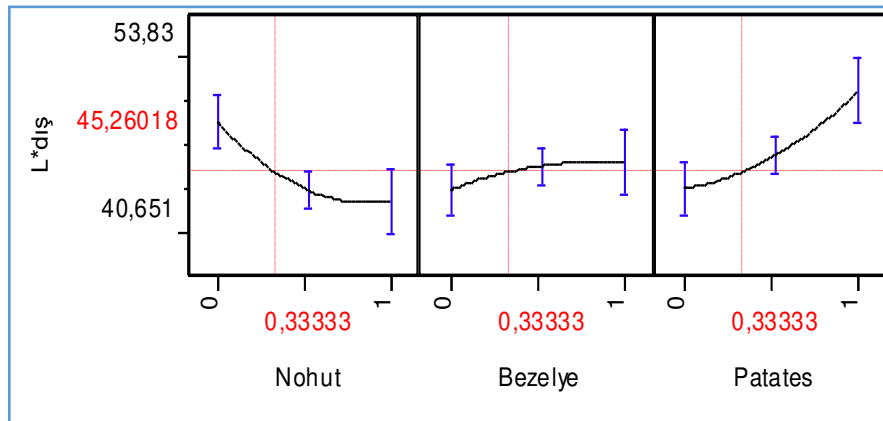
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.9. Nohut, bezelye ve patatesin L* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		14,9351	16,8905	0,0085 **
Nohut (X ₁)	1	2098,0826	2372,7800	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	2391,3006	2704,3890	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	2979,1617	3369,2170	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,2818	0,3186	0,6026
X ₁ *X ₃	1	10,1300	11,4563	0,0277 *
X ₂ *X ₃	1	0,1002	0,1133	0,7533
Hata	4	0,8842		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,954778, RMSE: 0,940335

Tablo 4.9.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin L* (Dış) renk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patates lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01), nohut-patates interaksiyonunun etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Tablo 4.1.'de yer alan L* değerleri nohut, patates ve bezelye için sırasıyla 64,55, 64,18 ve 58,91'dir. Patates içeren formülasyonlarda yüksek artışın patatesin açık ve parlak rengine bağlı olduğu düşünülmektedir. Nohutun L* değerinin diğer hammaddelerden yüksek olmasına rağmen azaltıcı etki göstermesi pişirme işlemi sırasında içeriğindeki proteinlerin denatürasyona uğramasına bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.8. Nohut, bezelye ve patatesin L* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri

Piştirme süreci sonucunda ortaya çıkan Maillard reaksiyonu, proteinlerin denatürasyona uğraması, yağda ve suda meydana gelen kayıplar gibi faktörler,

pişirilen ürünlerde renk değişiminden sorumlu olmaktadır. Bundan dolayı renkte meydana gelen değişimde pişirme işlemi önemli bir etkiye sahiptir (Sanchez-Zapata vd., 2010).

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orjinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyuşsal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (kontrol grubu L* değeri 46,42) modifiye edilmiş bezelye proteini L* değeri sırasıyla 47,33 ve 47,31 olarak bulunmuş ve bezelye proteini ilavesinin L* değerini artırdığı ifade edilmiştir (Shen vd., 2022).

Patates, mısır ve bezelye nişastalarının et köftelerinin bazı pişirme ve depolama özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada kızarmış et köftelerinde kontrol grubuna göre (kontrol grubu L* değeri: 32,06) %1, %3, %5 patates nişastası ilaveli köftelerin L* değerleri ise sırasıyla 31,51, 31,88 ve 33,15 olarak, bezelye nişastası ilaveli köftelerin L* değerleri ise sırasıyla 32,24, 33,97 ve 34,70 bulunmuştur. Nişasta ilavelerinin L* değerini arttırdığı ve çok önemli (p<0.01) bulunduğu ifade edilmiştir (Kilincceker, 2018).

4.2.8.2 L* (İç) Değeri

Vegan köftelerin L*(İç) renk değerleri üzerinde üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 25,4689X_1 + 24,4271X_2 + 25,0917X_3 - 0,7077X_1 * X_2 + 0,7337X_1 * X_3 - 0,6640X_2 * X_3$$

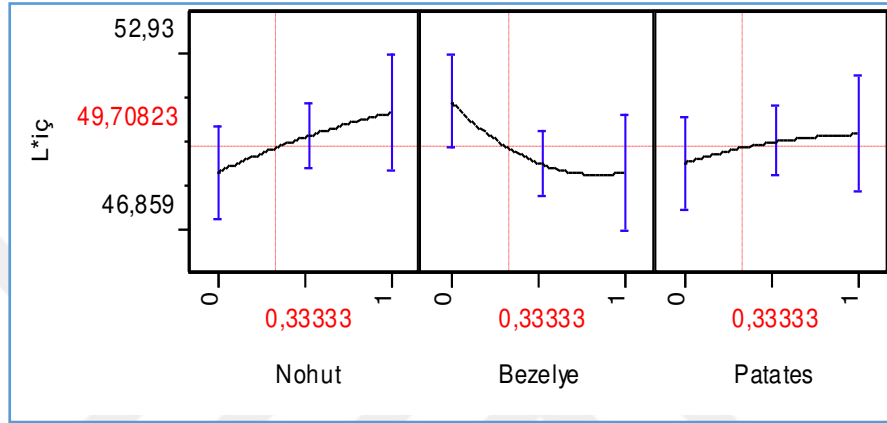
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.10. Nohut, bezelye ve patatesin L* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		1,75386	3,0084	0,1541
Nohut (X ₁)	1	2929,4471	5024,8240	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	2694,6947	4622,1580	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	2843,3310	4877,1110	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,4617	0,7919	0,4238
X ₁ *X ₃	1	0,4962	0,8511	0,4085
X ₂ *X ₃	1	0,4064	0,6972	0,4507
Hata	4	0,58299		
Genel	9			

**P: <0.01, R²: 0,789936, RMSE: 0,763541

Tablo 4.10.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin L*(İç) renk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patates lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.9.'da L*(İç) değerleri üzerinde nohut ve patatesin arttırıcı yönde bir etkisi olduğu görülürken bezelye tam tersi yönde bir etkiye sebep olmuştur. L* (İç) değerlerinin patates ve nohut içeren formülasyonlarda artış göstermesinin sebebinin hammadde renklerinin açık ve parlak oluşuna bağlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.9. Nohut, bezelye ve patatesin L* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri

Zeytinyağı ve nohut unu ilavesinin köfte benzeri ürünlerde ürün özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada L* değerlerine bakıldığında nohut unu ilave edilmesinin parlaklık değeri üzerindeki etkisinin önemli olduğu, parlaklık değerini önemli oranda artırdığı ifade edilmiştir (Doosti Fard, 2014).

Baklagil unlarının koyun köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %20 yağlı koyun köftelerine %10 ve %15 oranlarında nohut ve mercimek unu eklenmiş ve bu köfteler üzerinde farklı kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada nohut unu ilaveli köftelerin kontrol örneğine kıyasla (kontrol örneği L* değeri: 49,47) L* değerlerinin sırasıyla 50,79 ve 50,58 olduğu bildirilmiş ve nohut ilavesi ile L* değerinin arttığı ifade edilmiştir (Zaki, 2021).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle L* değerlerinin sırasıyla 58,9, 59,8, 61,2 ve 61,6 olduğu ve kontrol örneği ile karşılaştırıldığında (kontrol örneği L* renk değeri: 58,3) değerlerin arttığı ($p<0.05$) bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.2.9 a* Değerleri

Pişmiş vegan köftelerde a* (kırmızılık-yeşillik) değerleri, köftelerde hem iç yüzey hem de dış yüzeyde gerçekleştirilen ölçümler sonucu bulunmuştur. a* (kırmızılık-yeşillik) renk sonuçlarının ortalama değerleri EK 2’de, bu değerlerin önemlilik derecelerinin gösterildiği tablo ise EK 3’te verilmiştir.

4.2.9.1 a* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin a* (Dış) renk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 3,9865X_1 + 0,3375X_2 + 2,0153X_3 - 0,6443X_1*X_2 + 2,4299X_1*X_3 - 1,1464X_2*X_3$$

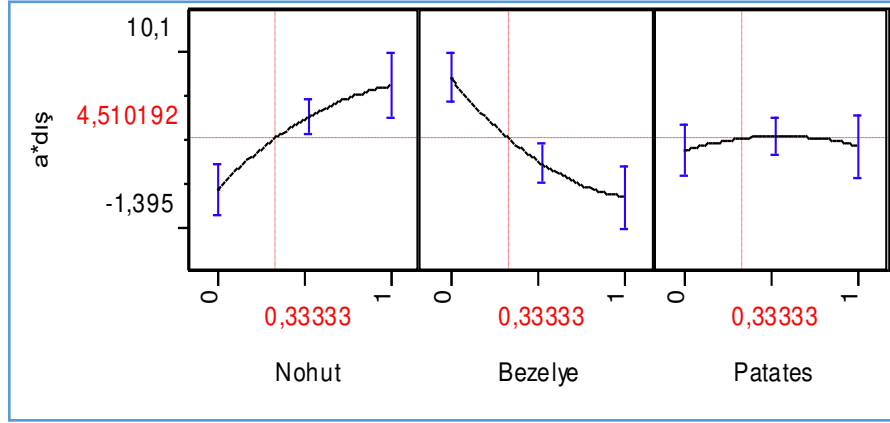
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.11. Nohut, bezelye ve patatesin a* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		15,8348	25,2325	0,0040 **
Nohut (X ₁)	1	71,7699	114,3640	0,0004 **
Bezelye (X ₂)	1	0,5143	0,8196	0,4165
Patates (X ₃)	1	18,3415	29,2268	0,0057 **
X ₁ *X ₂	1	0,3827	0,6098	0,4785
X ₁ *X ₃	1	5,4426	8,6727	0,0422 *
X ₂ *X ₃	1	1,2115	1,9306	0,237
Hata	4	0,6276		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,969269, RMSE: 0,792185

Tablo 4.11.’de görülen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin a*(Dış) renk değerleri üzerinde nohut ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01), nohut-patates interaksiyonunun etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.10.’da nohut ve patatesin a*(Dış) değerini artırdığı bezelyenin ise azalttığı görülmektedir. Modelin ise çok önemli (p<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur.



Şekil 4.10. Nohut, bezelye ve patatesin a* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orjinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (kontrol grubu a* değeri 17,09) doğal ve modifiye edilmiş bezelye proteinleri a * değeri sırasıyla 17,13, 16,22 ile 14,46, 13,09 olarak bulunmuş ve bezelye proteini ilavesinin a* değerini azalttığı ifade edilmiştir (Shen vd., 2022).

4.2.9.2 a* (İç) Değeri

Vegan köftelerin a* (İç) renk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 4,3035X_1 - 1,0020X_2 + 2,4090X_3 - 0,7489X_1 * X_2 - 0,2972X_1 * X_3 - 1,0542X_2 * X_3$$

olarak bulunmuştur.

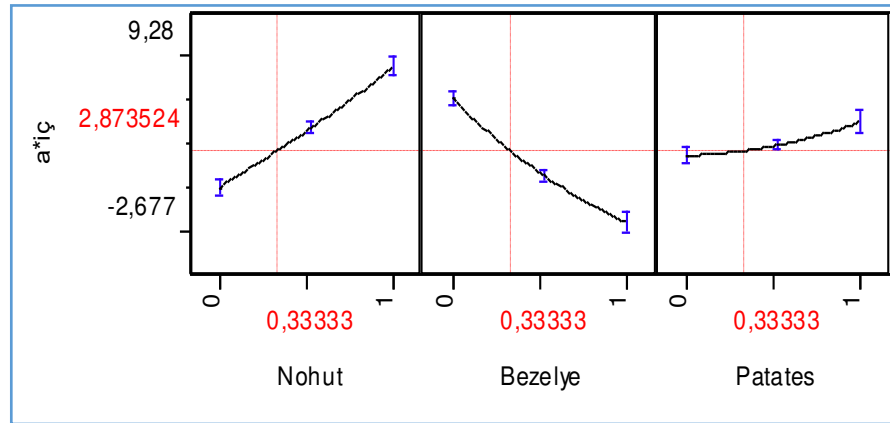
Tablo 4.12. Nohut, bezelye ve patatesin a* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		21,0257	316,6947	<.0001 **
Nohut (X ₁)	1	83,6388	1259,7920	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	4,5341	68,2940	0,0012 **
Patates (X ₃)	1	26,2076	394,7466	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,5170	7,7878	0,0493 *
X ₁ *X ₃	1	0,0814	1,2263	0,3302
X ₂ *X ₃	1	1,0244	15,4291	0,0171 *
Hata	4	0,0664		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²:0,99748, RMSE:0,257664

Tablo 4.12.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin a* (İç) renk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01), nohut-bezelye ve bezelye-patates interaksyonunun etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur.

Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi nohut ve patates a* (İç) değerinde artışa sebep olurken bezelye azaltıcı yönde etki göstermiştir. Modelin ise çok önemli (p<0.01) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.11. Nohut, bezelye ve patatesin a* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri

Baklagil unlarının koyun köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %20 yağlı koyun köftelerine %10 ve %15 oranlarında nohut ve mercimek unu eklenmiş ve bu köfteler üzerinde farklı kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada nohut unu ilaveli köftelerin kontrol örneğine kıyasla

(kontrol örneği a* renk değeri: 8,95) a* değerlerinin sırasıyla 9,42 ve 9,12 olduğu bildirilmiş ve nohut ilavesi ile a* değerinin arttığı tespit edilmiştir (Zaki, 2021).

Farklı düzeyde bezelye proteini ilavesinin istiridye mantarlı bitki bazlı köftelerin fizyokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu a* değeri: 4,42) %5, %10, %15 ve %20 bezelye proteini ilaveli örneklerin a* değerleri 1,60, 2,22, 2,22 ve 2,30 olarak bulunmuştur. Bezelye proteini ilavesi arttıkça a* değerinin azaldığı ifade edilmiştir (Hirunyophat vd., 2023).

4.2.10 b* Değerleri

Pişmiş vegan köftelerde b* (sarılık-mavilik) değerleri, köftelerde hem iç yüzey hem de dış yüzeyde gerçekleştirilen ölçümler sonucu bulunmuştur. b* (sarılık-mavilik) renk sonuçlarının ortalama değerleri EK 2’de, bu değerlerin önemlilik derecelerinin gösterildiği tablo ise EK 3’te verilmiştir.

4.2.10.1 b* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin b* (Dış) renk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 13,4063X_1 - 12,1907X_2 + 11,8057X_3 - 2,0318X_1 * X_2 - 3,3186X_1 * X_3 - 0,3913X_2 * X_3$$

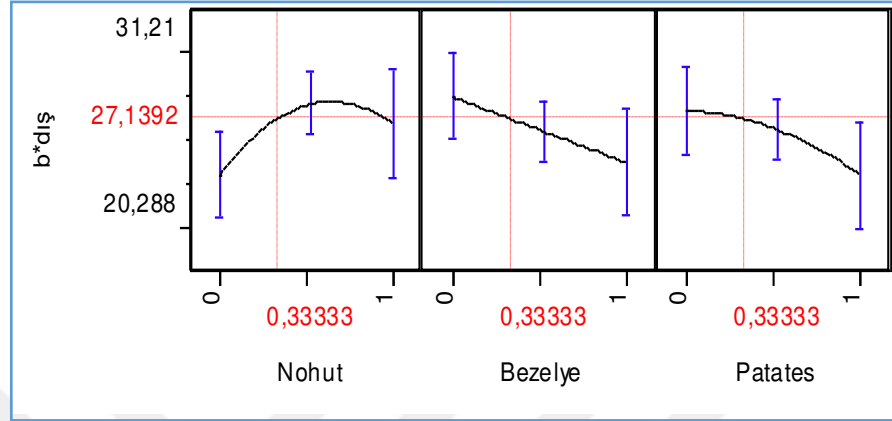
olarak bulunmuştur.

Tablo 4.13. Nohut, bezelye ve patatesin b* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		7,1088	4,3942	0,0883
Nohut (X ₁)	1	811,6814	501,7290	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	671,1591	414,8672	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	629,4299	389,0729	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	3,8055	2,3523	0,1999
X ₁ *X ₃	1	10,1521	6,2754	0,0664
X ₂ *X ₃	1	0,1412	0,0873	0,7824
Hata	4	1,6178		
Genel	9			

**.P<0.01, R²: 0,845982, RMSE: 1,271915

Tablo 4.13.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin b* (Dış) renk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Nohut içeren formülasyonlar b* (Dış) renk değerlerini artırırken patates ve bezelye bu değeri azaltmıştır.



Şekil 4.12. Nohut, bezelye ve patatesin b* (Dış) renk değeri üzerindeki etkileri

Patates, mısır ve bezelye nişastalarının et köftelerinin bazı pişirme ve depolama özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada kızarmış et köftelerinde kontrol grubuna göre (kontrol grubu b* değeri : 5,47) %1, %3, %5 bezelye nişastası ilaveli köftelerin b* değerleri ise sırasıyla 4,87, 4,93 ve 4,57 olarak bulunurken patates nişastası ilaveli köfteleri b* değerleri 4,58, 4,51 ve 4,26 olarak bulunmuştur. Nişasta oranının artmasıyla köftelerde b* değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir (Kilincceker, 2018).

4.2.10.2 b* (İç) Değeri

Vegan köftelerin b* (İç) renk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 18,8968X_1 + 15,7645X_2 + 12,4768X_3 + 0,3033X_1 * X_2 + 2,0262X_1 * X_3 - 0,3707X_2 * X_3$$

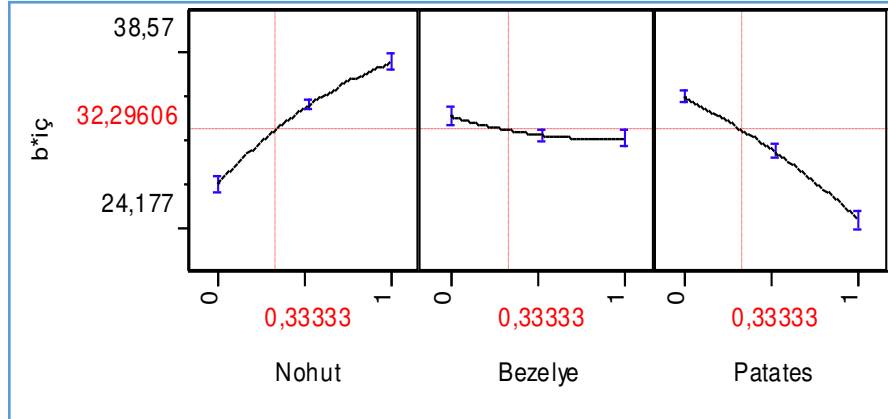
şeklindedir.

Tablo 4.14. Nohut, bezelye ve patatesin b^* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		30,0884	340,4367	<.0001 **
Nohut (X_1)	1	1612,6659	18246,5600	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	1122,3476	12698,8400	<.0001 **
Patates (X_3)	1	703,0320	7954,4780	<.0001 **
$X_1 \times X_2$	1	0,0848	0,9598	0,3827
$X_1 \times X_3$	1	3,7845	42,8199	0,0028 **
$X_2 \times X_3$	1	0,1267	1,4334	0,2973
Hata	4	0,0884		
Genel	9			

**: $P < 0.01$, R^2 : 0,997656, RMSE: 0,297291

Tablo 4.14.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin b^* (İç) renk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin ve nohut-patates interaksiyonunun etkisinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Modelin ise çok önemli ($p < 0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Şekil 4.13.'te görüleceği üzere nohut b^* (İç) renk değerini artırırken bezelye ve patates azaltmıştır.



Şekil 4.13. Nohut, bezelye ve patatesin b^* (İç) renk değeri üzerindeki etkileri

Baklagil unlarının koyun köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada %20 yağlı koyun köftelerine %10 ve %15 oranlarında nohut ve mercimek unu eklenmiş ve bu köfteler üzerinde farklı kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada nohut unu ilaveli köftelerin kontrol örneğine kıyasla

(kontrol örneği b* renk değeri: 8,52) b* değerlerinin sırasıyla 9,22 ve 10,36 olduğu bildirilmiş ve nohut ilavesi ile b* değerinin arttığı tespit edilmiştir (Zaki, 2021).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle b* değerlerinin sırasıyla 37,6, 36,0, 35,9 ve 35,1 olarak bulunduğu ve kontrol örneği (kontrol örneği b* renk değeri: 38,4) ile karşılaştırıldığında değerlerin azaldığı (p<0.05) bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.3 Duyusal Özellikler

Vegan köftelerin duyusal özelliklerinin ortalama değerleri EK 4'te, bu değerlerin önemlilik derecelerinin gösterildiği tablo ise EK 5'te verilmiştir.

4.3.1 Görünüm

Vegan köftelerin görünüm değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,5600X_1 + 1,5529X_2 + 1,5243X_3 + 0,0000X_1 * X_2 + 0,7071X_1 * X_3 + 0,5464X_2 * X_3$$

şeklindedir.

Tablo 4.15. Nohut, bezelye ve patatesin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,1511	4,8149	0,0765
Nohut (X ₁)	1	10,9905	350,2268	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	10,8900	347,0270	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	10,4930	334,3744	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0000	0,0000	1,0000
X ₁ *X ₃	1	0,4610	14,6889	0,0186 *
X ₂ *X ₃	1	0,2752	8,7709	0,0415 *
Hata	4	0,0314		
Genel	9			

*P:<0.05,**P:<0.01, R²:0,857521, RMSE:0,177147

Tablo 4.15.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin görünüm değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01), nohut-patates interaksiyonun ve bezelye-patates interaksiyonunun

Şekil 4.14. Nohut, bezelye ve patatesin görünüm değeri üzerindeki etkileri



Tez sürecinde yapılan duyuusal değerlendirme çalışmasında görünüm ile ilgili değerlendirmede puanlama 2,90-3,80 aralığında değişmiştir. En düşük puanı 1/3 oranında nohut ile 2/3 oranında bezelye kombinasyonu olan 7 numaralı köfteler alırken en yüksek puanı 1/3 oranında nohut ile 2/3 oranında patates olan 5 numaralı köfte almıştır (EK 4.). Bezelye ve nohut ağırlıklı formülasyonlarda görünüm puanının azalmasının pişirme işlemi esnasında protein denatürasyonuna bağlı köftelerin parça bütünlüğünün bozulması olduğu düşünülmektedir.

Tekirdağ köftesi üzerinde bezelye lifi ve bezelye proteini kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada bezelye lifi ve bezelye proteini ilave edilen pişmiş köfte örneklerinde kontrol grubuna göre (kontrol örneği görünüş puanı 7,45) görünüş puanında azalma görülmüştür. %2, %4 ve %6 oranında bezelye lifi ilave edilen örneklerin koku puanlarının sırası ile 7,73, 7,09 ve 7,18 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Bezelye proteini ilaveli köfte örneklerinin görünüş puanları ise sırasıyla 7,27, 7,27 ve 7,00 dir. Sonuçların istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Özabracı, 2019).

Benzeri başka bir çalışmada az yağlı hamburgerlere eklenen havuç lifi ve limon lifi kullanım oranının artması ile görünüm ile ilgili değerlendirme yapıldığında puanların azaldığı bildirilmiştir (Güven 2010, Salman 2012).

Farklı düzeyde bezelye proteini ilavesinin istiridye mantarlı bitki bazlı köftelerin fizyokimyasal, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu görünüm değeri: 7,3) %5, %10, %15 ve %20 bezelye proteini ilaveli örneklerin koku değerleri 7,0, 7,0, 6,90 ve 6,70 olarak bulunmuştur. Bezelye proteini ilavesi arttıkça görünüm değerinin azaldığı ve bu değer önemli bulunmadığı ($p>0.05$) ifade edilmiştir (Hirunyopha vd., 2023).

Tavuk nuggetları üzerine yapılan bir çalışmada örnekler % 5, %7.5 ve %10 oranlarında nohut ununun eklenmesi ile 7,50 olan kontrol numunesi puanı sırasıyla 6,90, 6,67 ve 6,40 puanlarına gerilemiş, nohut ununun ürün görünüm puanını düşürdüğü tespit edilmiştir (Verma vd., 2012).

4.3.2 İç Renk ve Parlaklık

Vegan köftelerin parlaklık değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,6814X_1 + 1,4171X_2 + 1,6671X_3 + 0,0964X_1 * X_2 + 0,5464X_1 * X_3 - 0,2250X_2 * X_3$$

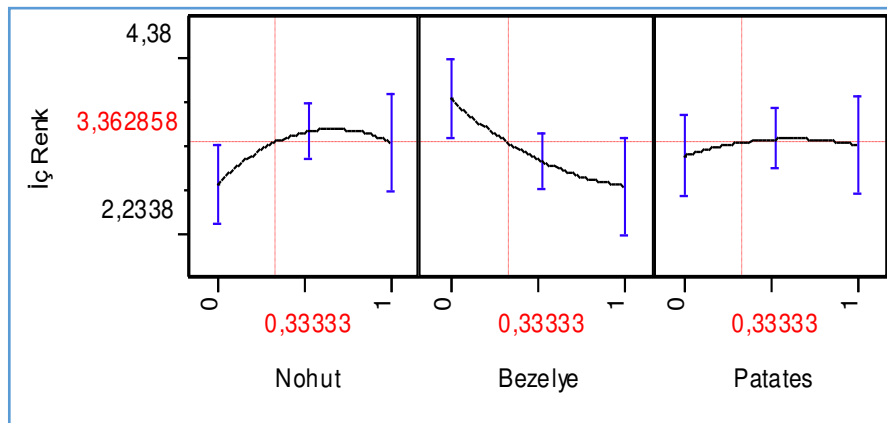
şeklindedir.

Tablo 4.16. Nohut, bezelye ve patatesin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,2380	4,5059	0,0849
Nohut (X_1)	1	12,7680	241,7747	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	9,0697	171,7439	0,0002 **
Patates (X_3)	1	12,5520	237,6839	0,0001 **
$X_1 \times X_2$	1	0,0086	0,1623	0,7076
$X_1 \times X_3$	1	0,2752	5,2119	0,0845
$X_2 \times X_3$	1	0,0467	0,8837	0,4004
Hata	4	0,0528		
Genel	9			

**: $P < 0.01$, R^2 : 0,849223, RMSE: 0,229803

Tablo 4.16.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin iç renk ve parlaklık değeri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Nohut ve patates iç renk ve parlaklık puanını arttırırken bezelyenin azalttığı tespit edilmiştir. Tez sürecinde yapılan duyusal değerlendirme çalışmasında iç renk ile ilgili değerlendirmede puanlama 2,80-3,80 aralığında değişmiştir (EK 4). En düşük puanı 1/3 oranında bezelye ile 2/3 oranında patates kombinasyonu olan 2 numaralı köfteler ile 1/3 oranında nohut ile 2/3 oranında bezelye olan 7 numaralı köfte almıştır. En yüksek puanı ise 1/3 oranında nohut ile 2/3 oranında patates içeren 5 numaralı köfteler ile 1/3 oranında patates ile 2/3 oranında nohut içeren 8 numaralı köfteler almıştır. Bu değerlendirmenin nohut ve patatesin L^* değerlerinden kaynaklandığı aynı zamanda $L^*(İç)$ değerleri bulguları ile paralellik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.15. Nohut, bezelye ve patatesin iç renk ve parlaklık üzerindeki etkileri

Bezelyeden, nohuttan, mercimekten ve fasulyeden elde edilen unların kullanıldığı az yağlı burgerlerde fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklere bakliyat unları ile az miktarda ilave edilen domuz etlerinin etkisi incelenmiştir. Panelistler tarafından yapılan duyuşsal değerdendirmede renk puanları sırasıyla 4,69, 5,44, 5,25 ve 6,00 olarak bildirilmiş ve bezelye unu ilaveli burgerlerin renk puanının en düşük olduğu görülmüştür (Argel vd., 2020).

4.3.3 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyet değerdeleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,0386X_1 + 1,5243X_2 + 1,9029X_3 + 0,0804X_1 * X_2 - 0,0643X_1 * X_3 - 0,2732X_2 * X_3$$

şeklinededir.

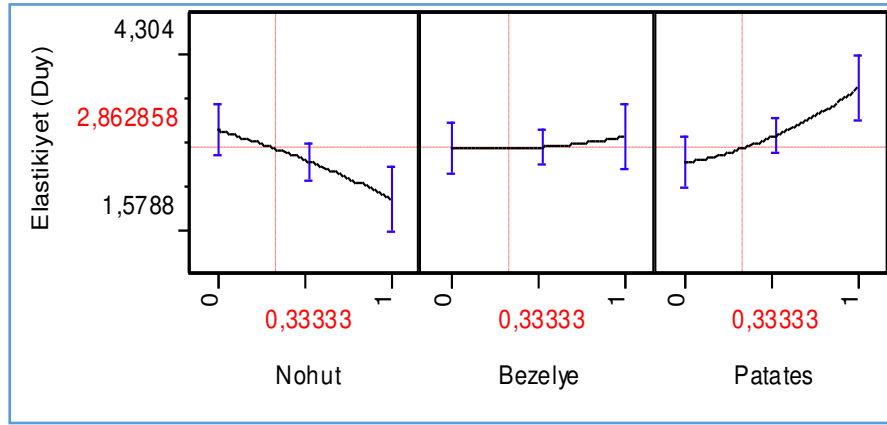
Tablo 4.17. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet değerdeleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,4141	11,3822	0,0176 *
Nohut (X ₁)	1	4,8712	133,8952	0,0003 **
Bezelye (X ₂)	1	10,4930	288,4198	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	16,3523	449,4741	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0060	0,1636	0,7065
X ₁ *X ₃	1	0,0038	0,1047	0,7625
X ₂ *X ₃	1	0,0688	1,8914	0,2410
Hata	4	0,0364		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,93433, RMSE: 0,190738

Tablo 4.17.'de belirtilen varyans analizinin sonuçları değerdendirildiğinde vegan köftenin elastikiyet değerdeleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.16.'da görüldüğü üzere bezelye ve patates elastikiyet değerdelerini artırırken, nohutun bu değeri azalttığı görülmektedir. Elastikiyet ile ilgili yapılan duyuşsal değerdendirmede en yüksek puanı 3,80 ile patates içeren formülasyon alırken en düşük puanı 2 ile nohut içeren köfte formülasyonu almıştır (EK 4). Nohutun protein oranının yüksek olmasına bağılı olarak protein denatürasyonunun diğerdere hammaddele göre fazla olması

üründe sertliği arttırarak panelistlerde elastikiyet puanının düşmesine sebep olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.16. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet üzerindeki etkileri

4.3.4 Sululuk

Vegan köftelerin sululuk değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,3571X_1 + 1,4071X_2 + 1,9500X_3 + 0,0804X_1 * X_2 + 0,0321X_1 * X_3 - 0,0804X_2 * X_3$$

şeklindedir.

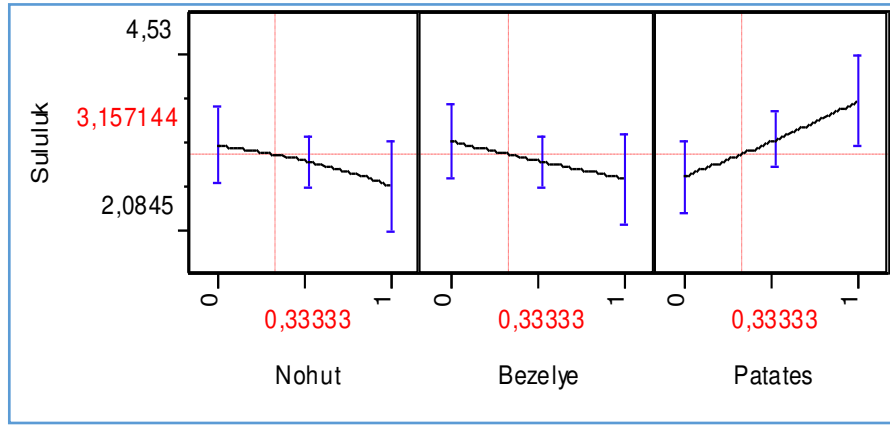
Tablo 4.18. Nohut, bezelye ve patatesin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,2625	4,5189	0,0845
Nohut (X ₁)	1	8,3180	143,1782	0,0003 **
Bezelye (X ₂)	1	8,9422	153,9225	0,0002 **
Patates (X ₃)	1	17,1726	295,5936	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0060	0,1025	0,7649
X ₁ *X ₃	1	0,0010	0,0164	0,9043
X ₂ *X ₃	1	0,0060	0,1025	0,7649
Hata	4	0,0581		
Genel	9			

**:P<0.01, R²: 0,849592, RMSE: 0,24103

Tablo 4.18.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin sululuk değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkisinin çok önemli

($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.17.'de sululuk değerini patatesin arttırdığı, nohut ve bezelyenin ise azalttığı görülmektedir.



Şekil 4.17. Nohut, bezelye ve patatesin sululuk değeri üzerindeki etkileri

Tez sürecinde yapılan duyusal değerlendirme çalışmasında sululuk ile ilgili değerlendirmede puanlama 2,70-3,90 aralığında değişmiştir (EK 4). En düşük puanları sadece nohut ve sadece bezelye kullanılan köfteler alırken, en yüksek puanı sadece patates kullanılan köfte örneği almıştır. Nohut ve bezelyede bulunan proteinlerin serbest halde bulunan suyu bağlamaları nedeniyle panelistlerin değerlendirmesinde sululuk hissini azalttığı patatesin ise düşük pH sı sebebiyle suyu bağlayamaması serbest suyun duyusal değerlendirmede sululuk hissini arttırdığı düşünülmektedir.

Tavuk nuggetları üzerine yapılan bir araştırmada örneklere % 5, %7.5 ve %10 oranlarında nohut ununun eklenmesi ile 7,26 olan kontrol numunesi puanı sırasıyla 6,90, 6,67 ve 6,52 puanlarına gerilemiş, nohut ununun ürün sululuk puanını düşürdüğü tespit edilmiştir (Verma vd., 2012).

4.3.5 Yağlılık

Vegan köftelerin yağlılık değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,7714X_1 + 1,4286X_2 + 1,7714X_3 + 0,0321X_1 * X_2 - 0,0161X_1 * X_3 + 0,1446X_2 * X_3$$

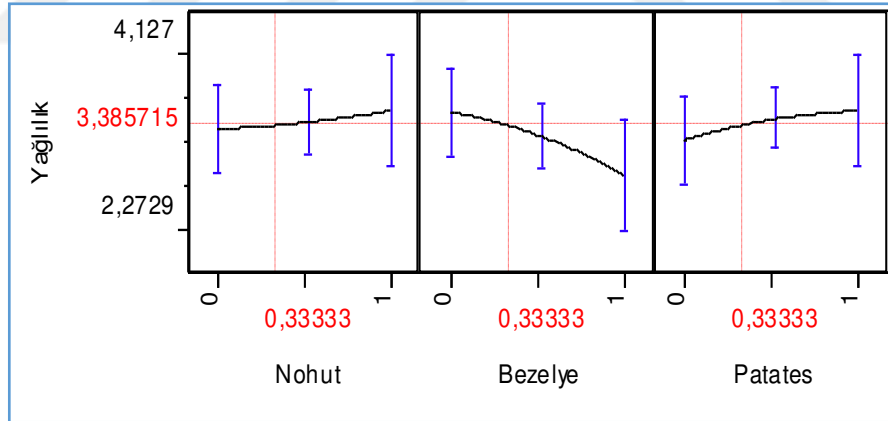
şeklindedir.

Tablo 4.19. Nohut, bezelye ve patatesin yağlılık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,0930	1,8600	0,2837
Nohut (X_1)	1	14,1714	283,4286	<.0001 **
Bezelye (X_2)	1	9,2166	184,3318	0,0002 **
Patates (X_3)	1	14,1714	283,4286	<.0001 **
$X_1 * X_2$	1	0,0010	0,0190	0,8969
$X_1 * X_3$	1	0,0002	0,0048	0,9483
$X_2 * X_3$	1	0,0193	0,3857	0,5682
Hata	4	0,0500		
Genel	9			

**P<0.01, R²: 0,699248, RMSE: 0,223607

Tablo 4.19.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin yağlılık değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.18.'de görüleceği üzere patates ve nohut artışı yağlılık değerini artırırken bezelye bu değeri düşürmüştür.



Şekil 4.18. Nohut, bezelye ve patatesin yağlılık değeri üzerindeki etkileri

Patates ilaveli köftelerde yağlılık hissindeki artışın patatesin protein ve pH değerinin (Tablo 4.1) diğer hammaddelere göre daha düşük olması ve bu değerlerin düşüklüğüne bağlı olarak yağı bağlayamamasının etkisi ile ağızda bıraktığı yağlılık hissinin arttığı düşünülmektedir.

4.3.6 Koku

Vegan köftelerin koku değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,8843X_1 + 1,7486X_2 + 1,9557X_3 + 0,2571X_1*X_2 + 0,1929X_1*X_3 - 0,1607X_2*X_3$$

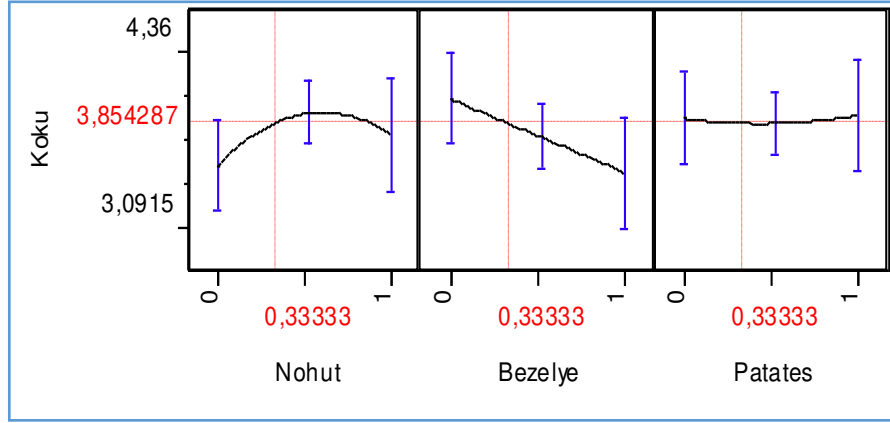
şeklindedir.

Tablo 4.20. Nohut, bezelye ve patatesin koku değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,0665	2,7609	0,1734
Nohut (X ₁)	1	16,0347	665,4702	<.0001 **
Bezelye (X ₂)	1	13,8081	573,0623	<.0001 **
Patates (X ₃)	1	17,2734	716,8791	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0610	2,5296	0,1869
X ₁ *X ₃	1	0,0343	1,4229	0,2988
X ₂ *X ₃	1	0,0238	0,9881	0,3765
Hata	4	0,0241		
Genel	9			

**:P<0.01, R²: 0,775336, RMSE: 0,155226

Tablo 4.20.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin koku değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.19'da görüldüğü üzere patates ve nohut koku değerini artırırken bezelyenin bu değeri azalttığı görülmüştür. Bezelyenin bu değeri düşürmesinin bezelyenin kendine has aroma ve kokusu ile patates ve nohuta göre duyuşal çekiciliğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.19. Nohut, bezelye ve patatesin koku değeri üzerindeki etkileri

Tekirdağ köftesi üzerinde bezelye lifi ve bezelye proteini kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada bezelye lifi ve bezelye proteini ilave edilen pişmiş köfte örneklerinde kontrol grubuna göre (kontrol örneği koku puanı 7,36) koku puanında azalma görülmüştür. %2, %4 ve %6 oranında bezelye lifi ilave edilen örneklerin koku puanları sırasıyla 7,18, 6,73 ve 5,91 olarak bulunmuştur. Bezelye proteini ilaveli köfte örneklerinin koku puanları ise sırasıyla 6,82, 6,18 ve 5,18'dir. Sonuçların istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Özabracı, 2019).

4.3.7 Tat - aroma

Vegan köftelerin tat - aroma değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,7329X_1 + 1,6543X_2 + 1,9186X_3 + 0,1768X_1 * X_2 + 0,1607X_1 * X_3 - 0,1446X_2 * X_3$$

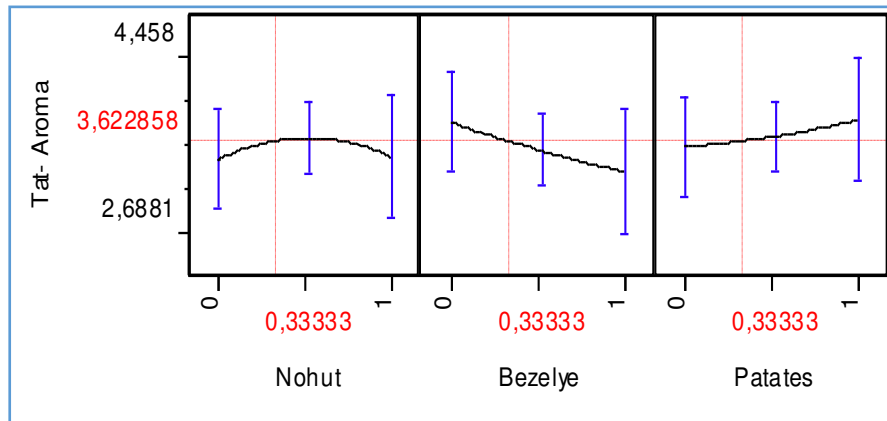
şeklindedir.

Tablo 4.21. Nohut, bezelye ve patatesin tat - aroma değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,0621	1,1014	0,4760
Nohut (X_1)	1	13,5610	240,5246	0,0001 **
Bezelye (X_2)	1	12,3591	219,2073	0,0001 **
Patates (X_3)	1	16,6235	294,8424	<.0001 **
$X_1 \times X_2$	1	0,0288	0,5110	0,5142
$X_1 \times X_3$	1	0,0238	0,4223	0,5512
$X_2 \times X_3$	1	0,0193	0,3421	0,5900
Hata	4	0,0564		
Genel	9			

**: $P < 0.01$, R^2 : 0,579247, RMSE:0,237447

Tablo 4.21.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin tat-aroma değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Patates ve nohutun tat aroma puanında artırıcı yönde etkisi olduğu bezelyenin ise azaltıcı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Köftelerde yapılan duyusal değerlendirmede nohut ve patates içeren formülasyonlarda puanlamanın daha yüksek olmasının nohutun nötr tat-aroması ile patatesin duyusal çekiciliği yüksek bir ürün olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bezelyenin baskın tadının duyusal değerlendirmede puanlamayı düşürdüğü düşünülmektedir.



Şekil 4.20. Nohut, bezelye ve patatesin tat-aroma değeri üzerindeki etkileri

Tekirdağ köftesi üzerinde bezelye lifi ve bezelye proteini kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada bezelye proteini ilave edilen pişmiş köfte

örneklerinde kontrol grubuna göre (kontrol örneği lezzet puanı 7,27) lezzet puanında azalma görülmüştür. %2, %4 ve %6 oranında bezelye proteini ilave edilen örneklerin lezzet puanları sırasıyla 6,64, 6,00, ve 5,27 olarak bulunmuştur. Sonuçların istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Özabracı, 2019). Benzeri başka bir çalışmada az yağlı hamburgerlere eklenen havuç ve limon lifi ilave oranının artması ile yapılan duyusal değerlendirmede lezzet puanlarında azalma olduğu bildirilmiştir (Güven 2010, Salman 2012).

Bezelyeden, nohuttan, mercimekten ve fasulyeden elde edilen unların kullanıldığı az yağlı burgerlerde fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklere bakliyat unları ile az miktarda ilave edilen domuz etlerinin etkisi incelenmiştir. Panelistler tarafından yapılan duyusal değerlendirmede lezzet puanları sırasıyla 5,78, 6,14, 5,00 ve 5,72 olarak bildirilmiş ve nohut unu ilaveli burgerlerin lezzet puanının en yüksek olduğu görülmüştür (Argel vd., 2020).

4.3.8 Genel Beğeni

Vegan köftelerin genel beğeni değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,6600X_1 + 1,4814X_2 + 1,8814X_3 + 0,0964X_1*X_2 + 0,4339X_1*X_3 + 0,0161X_2*X_3$$

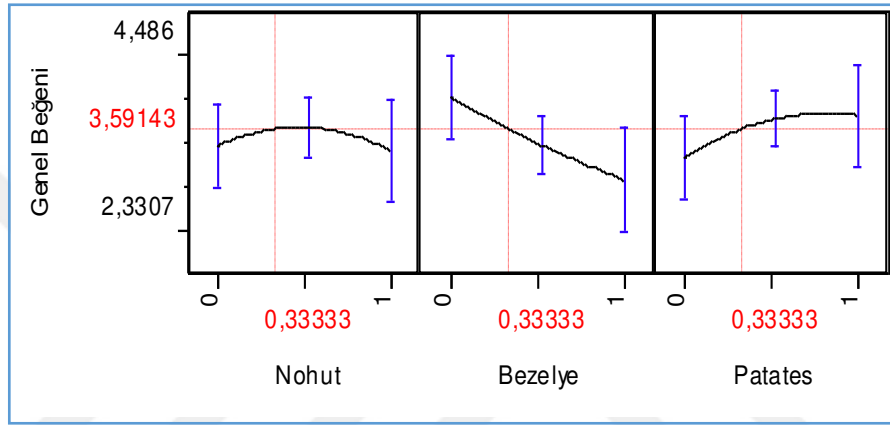
şeklindedir.

Tablo 4.22. Nohut, bezelye ve patatesin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0,1974	3,3727	0,1311
Nohut (X_1)	1	12,4446	212,6424	0,0001 **
Bezelye (X_2)	1	9,9112	169,3539	0,0002 **
Patates (X_3)	1	15,9861	273,1550	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0086	0,1465	0,7214
X_1*X_3	1	0,1736	2,9658	0,1601
X_2*X_3	1	0,0002	0,0041	0,9522
Hata	4	0,0585		
Genel	9			

**: $P<0.01$, R^2 : 0,808276, RMSE: 0,241917

Tablo 4.22.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin genel beğeni değerleri üzerinde nohut, bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.21.'de genel beğeni üzerinde patates ve nohutun etkisinin artırıcı yönde olduğu bezelyenin ise tersi yönde olduğu görülmektedir. Köftelerde yapılan duyusal değerlendirmede genel beğeni puanının nohut ve patates içeren formülasyonlarda artış gösterdiği bu etkinin tat-aroma, sululuk ve koku değerleri ile paralel olduğu ve bu değerlerin yüksek oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.21. Nohut, bezelye ve patatesin genel beğeni üzerindeki etkileri

Tekirdağ köftesi üzerinde bezelye lifi ve bezelye proteini kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada bezelye proteini ilave edilen pişmiş köfte örneklerinde kontrol grubuna göre (kontrol örneği genel beğeni puanı 7,18) genel beğeni puanında azalma görülmüştür. %2, %4 ve %6 oranında bezelye proteini ilave edilen örneklerin genel beğeni puanları sırasıyla 7,09, 6,18, ve 5,91 olarak bulunmuş. Sonuçların istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Özabravci, 2019).

Farklı düzeyde bezelye proteini ilavesinin istiridye mantarlı bitki bazlı köftelerin fizyokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu genel beğeni değeri: 7,40) %5, %10, %15 ve %20 bezelye proteini ilaveli örneklerin koku değerleri 7,23, 7,19, 6,50 ve 6,50 olarak bulunmuştur. Bezelye proteini ilavesi arttıkça genel beğeni değerinin azaldığı sonuçların ise istatistiksel bakımdan önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir (Hirunyopha vd., 2023).

Bezelyeden, nohuttan, mercimekten ve fasulyeden elde edilen unların kullanıldığı az yağlı burgerlerde fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklere bakliyat unları ile az miktarda ilave edilen domuz etlerinin etkisi incelenmiştir. Panelistler tarafından yapılan duyuşsal değeriendirmede genel beğeni puanlamaları 5,47, 6,06, 5,25 ve 5,78 olarak bildirilmiş ve nohut unu ilaveli burgerlerin genel beğeni puanının en yüksek olduğu görülmüştür (Argel vd., 2020).

4.4 Tekstürel Özellikler

Vegan köftelerin tekstürel özelliklerinin ortalama değeri EK 7’de, bu değeriilerin önemiilik derecelerinin gösterildiğı tablo ise EK 8’de verilmiştir.

4.4.1 Kesme Kuvveti (N)

Vegan köftelerin kesme kuvveti değeriileri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 0,8030X_1 + 2,1068X_2 + 1,8336X_3 - 1,4750X_1 * X_2 - 0,1631X_1 * X_3 - 0,4731X_2 * X_3$$

şeklindedir.

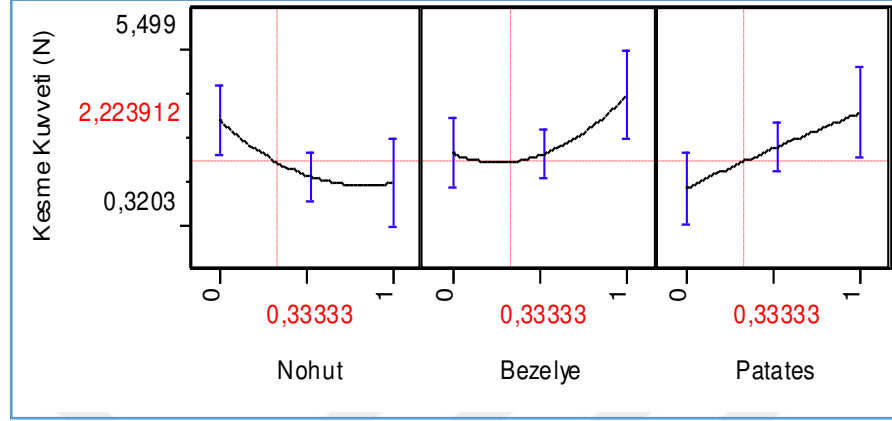
Tablo 4.23. Nohut, bezelye ve patatesin kesme kuvveti değeriileri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		1.8275	7.5493	0.0364 *
Nohut (X ₁)	1	2.9118	12.0288	0.0256 *
Bezelye (X ₂)	1	20.0459	82.8110	0.0008 **
Patates (X ₃)	1	15.1828	62.7212	0.0014 **
X ₁ *X ₂	1	2.0056	8.2854	0.0451 *
X ₁ *X ₃	1	0.0245	0.1013	0.7662
X ₂ *X ₃	1	0.2063	0.8523	0.4082
Hata	4	0.2421		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,904184, RMSE: 0,492004

Tablo 4.23.’te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin kesme kuvveti üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01) olduğu, nohutun ve nohut-bezelye interaksiyonunun etkilerinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Model ise istatistiksel açıdan önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Şekil 4.22.'de görüldüğü üzere bezelye ve patatesin kesme kuvveti değerini artırırken nohutun bu değeri azalttığı görülmüştür. Köftelerde kesme kuvveti sertlik değeri ile benzer bir eğilim gösterir. Grafiklerde bu eğilimi desteklemektedir.



Şekil 4.22. Nohut, bezelye ve patatesin kesme kuvveti (N) üzerindeki etkileri

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve orjinal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyusal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (kontrol grubu kesme kuvveti değeri 1429), orijinal bezelye proteini kesme kuvveti değeri sırasıyla 1344,7 ve 1906,9 olarak bulunmuş ve arttırıcı yönde bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Shen vd., 2022). Patates unu ilavesinin manda sucuklarının çeşitli özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada %3, %5, %7 patates unu ilaveli sucukların kesme kuvveti değerleri sırasıyla 0,54, 0,63 ve 0,68 olarak bulunmuş ve artışın istatistiksel bakımdan çok önemli ($p < 0.01$) olduğu bildirilmiştir (Ponsingh vd., 2010).

4.4.2 Kesme İşi (Ns)

Vegan köftelerin kesme işi değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 7,5844X_1 + 20,0954X_2 + 20,1661X_3 - 13,5055X_1 * X_2 - 4,2782X_1 * X_3 - 3,5667X_2 * X_3$$

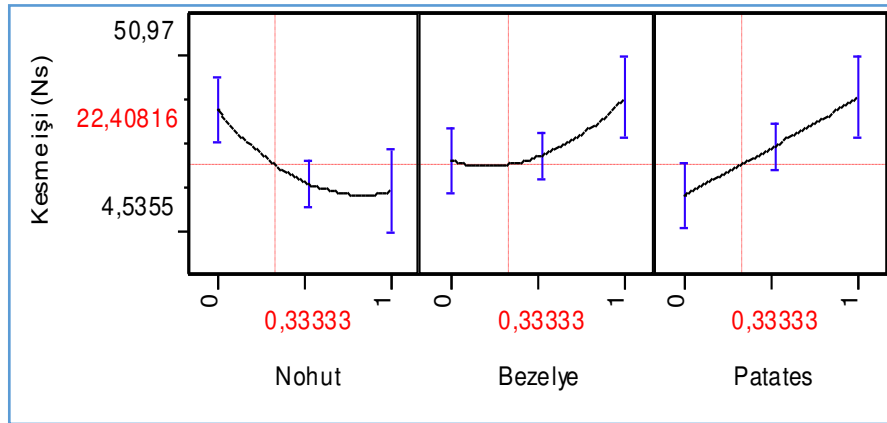
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.24. Nohut, bezelye ve patatesin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		212.2690	12.8180	0.0142 *
Nohut (X ₁)	1	259.7815	15.6871	0.0167 *
Bezelye (X ₂)	1	1823.7275	110.1270	0.0005 **
Patates (X ₃)	1	1836.5743	110.9027	0.0005 **
X ₁ *X ₂	1	168.1374	10.1531	0.0333 *
X ₁ *X ₃	1	16.8718	1.0188	0.3699
X ₂ *X ₃	1	11.7269	0.7081	0.4474
Hata	4	16.5600		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,941254, RMSE: 4,069426

Tablo 4.24.'te belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin kesme işi üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01) olduğu, nohutun ve nohut-bezelye interaksiyonunun etkilerinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Modelde istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Şekil 4.23.'te bezelye ve patatesin kesme işi değerini artırırken nohutun bu değeri azalttığı görülmüştür. Köftelerde kesme işi, kesme kuvveti ve sertlik değeri benzer bir eğilim gösterir. Grafiklerde bu eğilimi desteklemektedir.



Şekil 4.23. Nohut, bezelye ve patatesin kesme işi (Ns) üzerindeki etkileri

4.4.3 Sertlik (N)

Vegan köftelerin sertlik değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 5,0500X_1 + 14,5914X_2 + 17,1328X_3 - 10,0189X_1*X_2 - 5,4778X_1*X_3 - 1,2837X_2*X_3$$

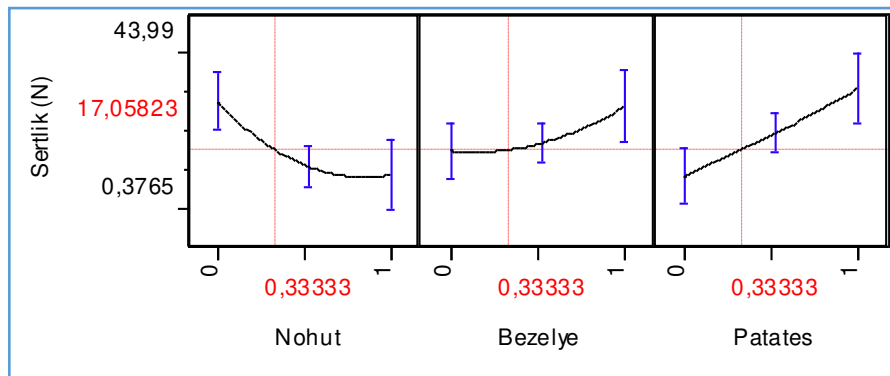
şeklinde bulunmuştur.

Tablo 4.25. Nohut, bezelye ve patatesin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		170.5000	12.3125	0.0153 *
Nohut (X_1)	1	115.1742	8.3172	0.0448 *
Bezelye (X_2)	1	961.5253	69.4355	0.0011 **
Patates (X_3)	1	1325.6396	95.7296	0.0006 **
X_1*X_2	1	92.5291	6.6819	0.0610
X_1*X_3	1	27.6606	1.9975	0.2304
X_2*X_3	1	1.5191	0.1097	0.7571
Hata	4	13.8480		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,938989, RMSE: 3,721257

Tablo 4.25.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin sertlik üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, nohutun ise etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.24.'te görüldüğü gibi bezelye ve patates sertlik değerini yükseltirken nohut bu değeri azaltıcı yönde etki göstermiştir. Bu bulgular kesme işi ve kesme kuvveti sonuçları ile paraleldir.



Şekil 4.24. Nohut, bezelye ve patatesin sertlik (N) üzerindeki etkileri

Sığır köftelerine %2,5 ve %5 oranında modifiye edilmiş bezelye ve doğal bezelye proteini ilavesinin köftelerin fiziksel ve duyuşsal özelliklerine etkisinin incelendiğı bir çalışmada (kontrol grubu sertlik değeri 5643,5), doğal bezelye proteini sertlik sırasıyla 7061,8 ve 7359,2 olarak bulunmuş ve bezelye proteini ilavesinin sertlik değerini arttırdığı ve istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemli olduğu ifade edilmiştir (Shen vd., 2022).

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelerde; inulinin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. TPA analiz sonuçlarında inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin sertlik değerlerinin kontrol örneğine kıyasla sırasıyla (kontrol örneğı sertlik değeri: 1127,26) 1103,93, 1083,01, 2691,03, 2158,82 ve 1133,86 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi eklenen köftelerin sertlik değerinin kontrol grubuna göre arttığı ve bulunan değerin önemsiz olduğu ($p>0.05$) bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiğı bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle sertlik değerlerinin sırasıyla 1805, 2085, 2441 ve 2421 olarak bulunduğu ve kontrol örneğı ile kıyaslandığında (kontrol grubu sertlik değeri: 1636) artışa neden olduğu ($p>0.05$) bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.4.4 Yapışkanlık

Vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = -0,0121X_1 - 0,0197X_2 - 0,0210X_3 + 0,0126X_1 * X_2 + 0,0094X_1 * X_3 + 0,0218X_2 * X_3$$

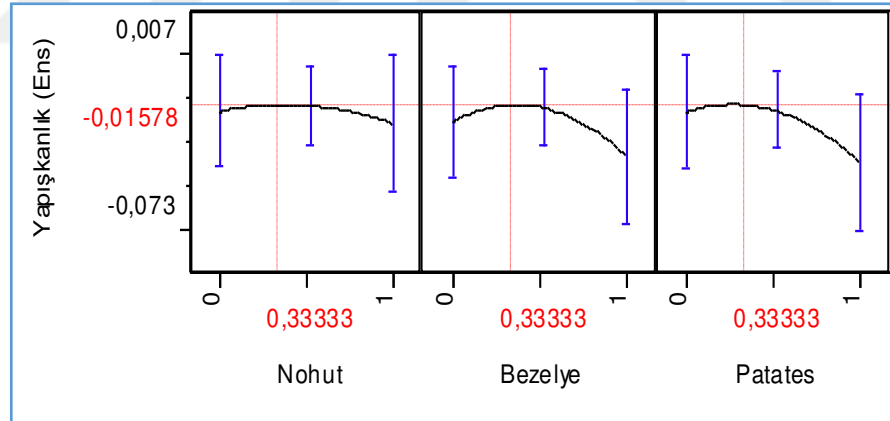
şeklindedir.

Tablo 4.26. Nohut, bezelye ve patatesin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0.0001	0.9652	0.5284
Nohut (X_1)	1	0.0007	4.7259	0.0954
Bezelye (X_2)	1	0.0018	12.5116	0.0241 *
Patates (X_3)	1	0.0020	14.2101	0.0196 *
$X_1 \times X_2$	1	0.0001	1.0407	0.3653
$X_1 \times X_3$	1	0.0001	0.5792	0.4890
$X_2 \times X_3$	1	0.0004	3.1271	0.1517
Hata	4	0.0001		
Genel	9			

*P: <0.05, R²: 0,546782, RMSE: 0,011853

Tablo 4.26.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin yapışkanlık değeri üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin önemli ($p < 0.05$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.25.'de görüldüğü üzere üç hammadde de yapışkanlık değerini belli bir seviyeye kadar artırmış, sonrasında düşürmüştür.



Şekil 4.25. Nohut, bezelye ve patatesin yapışkanlık üzerindeki etkileri

Farklı düzeyde bezelye proteini ilavesinin istiridye mantarlı bitki bazlı köftelerin fizyokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu yapışkanlık değeri: 1,50) %5, %10, %15 ve %20 bezelye proteini ilaveli örneklerin yapışkanlık değerleri 0,74, 0,20, 0,40 ve 0,30 olarak bulunmuştur. Bezelye proteini ilavesi arttıkça yapışkanlık değerinin azaldığı ve bu değer in istatistiki açıdan önemli bulunmadığı ($p < 0.05$) bildirilmiştir (Hirunyopha vd., 2023).

4.4.5 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 0,0911X_1 + 0,2906X_2 + 0,3344X_3 - 0,1570X_1*X_2 - 0,0732X_1*X_3 - 0,0321X_2*X_3$$

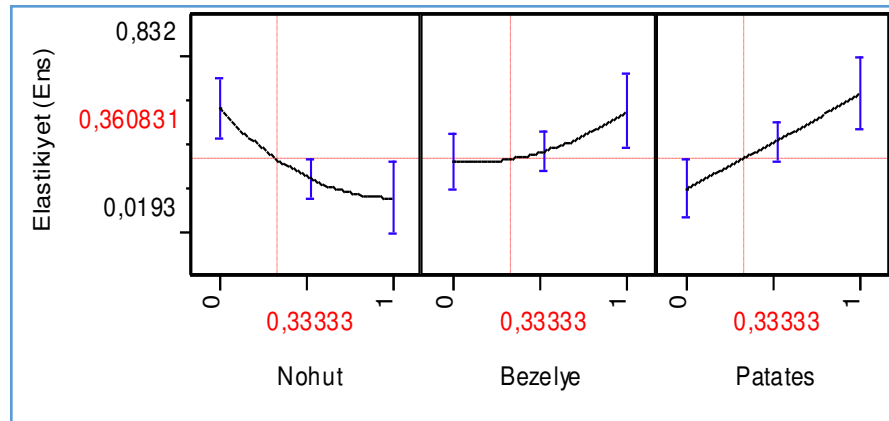
şeklindedir.

Tablo 4.27. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0.0606	15.6090	0.0099 **
Nohut (X ₁)	1	0.0374	9.6486	0.0360 *
Bezelye (X ₂)	1	0.3815	98.2516	0.0006 **
Patates (X ₃)	1	0.5049	130.0485	0.0003 **
X ₁ *X ₂	1	0.0227	5.8511	0.0728
X ₁ *X ₃	1	0.0049	1.2719	0.3225
X ₂ *X ₃	1	0.0010	0.2446	0.6468
Hata	4	0.0039		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,951246, RMSE: 0,62312

Tablo 4.27.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin elastikiyet değerleri üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli (p<0.01) olduğu, nohutun etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Modelinde istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur.



Şekil 4.26. Nohut, bezelye ve patatesin elastikiyet (Ens) üzerindeki etkileri

Tavuk burgerlerine %25, %50, %75 oranında sarı bezelye, mercimek ve nohut ilavesi ile özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pişmiş tavuk burgerlerinin iç yapışkanlık değerinin nohut unu ilavesi ile sırasıyla 82,6, 80,8 ve 68,4 olarak bulunduğu ve kontrol örneği ile kıyaslandığı zaman (kontrol örneği elastikiyet değeri: 99,7) nohu unu ilavesinin elastikiyet değerini azalttığı ve istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle elastikiyet değerlerinin sırasıyla 0,42, 0,42, 0,42 ve 0,41 olarak bulunduğu ve kontrol örneği ile kıyaslandığı zaman göre (kontrol örneği elastikiyet değeri: 0,38) patates lifi ilavesinin elastikiyet değerlerini artırdığı bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.4.6 İç Yapışkanlık

Vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 0,0593X_1 + 0,1463X_2 + 0,1651X_3 - 0,0812X_1*X_2 - 0,0291X_1*X_3 + 0,0156X_2*X_3$$

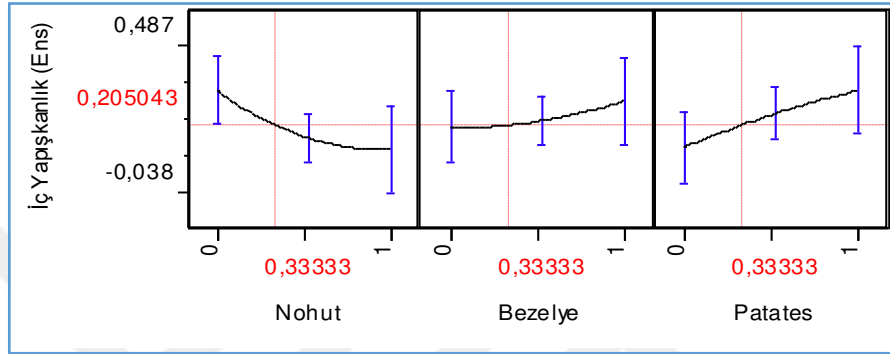
şeklindedir.

Tablo 4.28. Nohut, bezelye ve patatesin iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0.0140	3.8778	0.1068
Nohut (X_1)	1	0.0160	4.4107	0.1036
Bezelye (X_2)	1	0.0967	26.8455	0.0066 **
Patates (X_3)	1	0.1231	34.1682	0.0043 **
X_1*X_2	1	0.0061	1.6876	0.2637
X_1*X_3	1	0.0008	0.2165	0.6659
X_2*X_3	1	0.0002	0.0619	0.8158
Hata	4	0.0036		
Genel	9			

**: $P<0.01$, R^2 : 0,828979, RMSE: 0,060018

Tablo 4.28.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin iç yapışkanlık değerleri üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.27.'de iç yapışkanlık değerini bezelye ve patates artırırken nohutun azalttığı görülmektedir. İç yapışkanlık değerinin nohutun protein oranının diğer hammaddelere göre yüksek olması sebebiyle protein denatürasyonuna bağlı ağ yapısının bozulması iç yapışkanlık değerinin azalmasına sebep olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.27. Nohut, bezelye ve patatesin iç yapışkanlık üzerindeki etkileri

İç yapışkanlık, bir gıdanın iç yapısının şekillenmesini sağlayan bağların sağlamlığı ve gücü olarak tanımlanır (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelerde; inulin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. TPA analizlerinin sonucunda inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin kohezyon (iç yapışkanlık) değerleri kontrol örneğine göre sırasıyla (kontrol örneği kohezyon değeri: 0,119) 0,123, 0,122, 0,138, 0,134 ve 0,148 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi katkılı köftelerde kohezyon değeri kontrole göre yükselmiştir ve bezelye lifi ile havuç lifi ilavesinin istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiş, diğer gruplardaki örneklerin ilavesinin istatistiki açıdan önemsiz olduğu ($p>0.05$) bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Tavuk burgerlerine %25, %50, %75 oranında sarı bezelye, mercimek ve nohut ilavesi ile özelliklerinin incelendiği bir çalışmada pişmiş tavuk burgerlerinin iç yapışkanlık değerinin nohut unu ilavesi ile sırasıyla 0,7, 0,5 ve 0,4 olarak bulunduğu ve kontrol örneğine kıyasla (kontrol örneğinin iç yapışkanlık

değeri: 0,9) iç yapışkanlık değerini azalttığı ve istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

4.4.7 Sakızımsılık (N)

Vegan köftelerin sakızımsılık değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 1,2273X_1 + 4,2062X_2 + 5,4363X_3 - 2,7592X_1 * X_2 - 2,0108X_1 * X_3 + 1,2132X_2 * X_3$$

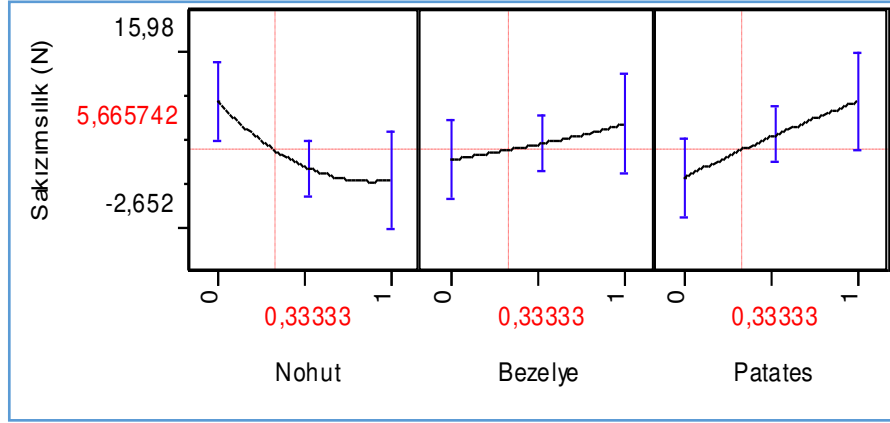
şeklindedir.

Tablo 4.29. Nohut, bezelye ve patatesin sakızımsılık değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		22.3478	5.8514	0.0559
Nohut (X_1)	1	6.8024	1.7811	0.2529
Bezelye (X_2)	1	79.9000	20.9203	0.0102 *
Patates (X_3)	1	133.4683	34.9463	0.0041 **
$X_1 * X_2$	1	7.0180	1.8375	0.2467
$X_1 * X_3$	1	3.7272	0.9759	0.3791
$X_2 * X_3$	1	1.3568	0.3552	0.5832
Hata	4	3.8192		
Genel	9			

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, R^2 : 0,879724, RMSE:1,954288

Tablo 4.29.'da belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin sakızımsılık değerleri üzerinde patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, bezelyenin etkisinin ise önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.28.'de görüldüğü gibi bezelye ve patates sakızımsılık değerini arttırırken nohut bu değeri azaltmıştır.



Şekil 4.28. Nohut, bezelye ve patatesin sakızimsılık (N) üzerindeki etkileri

Sakızimsılık tekstür profil analizi testlerindeki birincil parametrelerden olan sertlik ve iç yapışkanlığın çarpımından oluşan ikincil bir değerdir (Bourne, 2022).

Tavuk burgerlerine %25, %50 ve %75 oranlarında sarı bezelye, mercimek ve nohut ilavesi ile özelliklerinin incelendiği bir çalışmada tavuk burgerlere nohut unu ilavesiyle sakızimsılık değerleri sırasıyla 3065,5, 1236,6 ve 800,7 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu sakızimsılık değeri : 3669,1) sakızimsılık değerini azalttığı bildirilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelerde; inulin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. TPA analiz sonuçlarında inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin sakızimsılık değerleri kontrol örneğine kıyasla sırasıyla (kontrol örneği sakızimsılık değeri: 134,14) 135,78, 132,54, 400,05, 289,39 ve 157,3 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi ilaveli köftelerin sakızimsılık değeri kontrol grubuna göre yükselmiştir ve bezelye lifi ilavesinin istatistiki açıdan önemli olduğu ($p < 0.05$) ifade edilmiştir (Altuntaş, 2015).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle sakızimsılık değerlerinin sırasıyla 842, 1052, 1176 ve 1118 olarak bulunduğu ve kontrol örneği ile kıyaslandığı zaman (kontrol grubu sakızimsılık değeri: 736) patates lifinin sakızimsılık değerlerini artırdığı bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.4.8 Çiğnenebilirlik (N)

Vegan köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 0,4884X_1 + 2,5526X_2 + 3,5587X_3 - 1,7326X_1*X_2 - 1,5640X_1*X_3 + 1,0028X_2*X_3$$

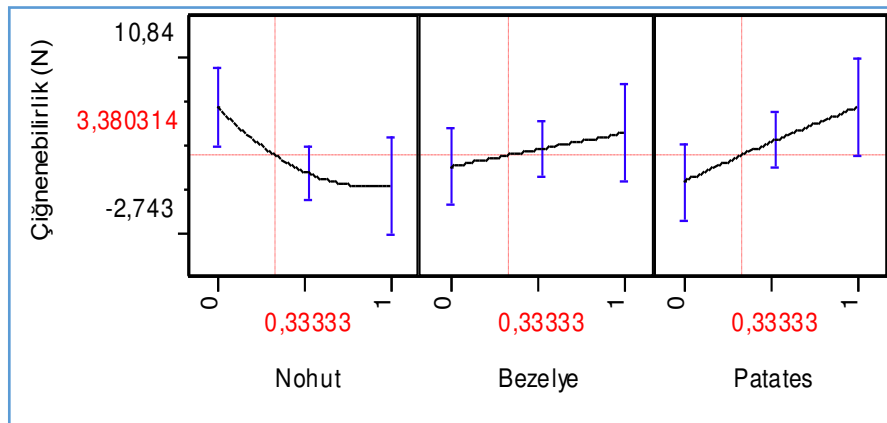
şeklindedir.

Tablo 4.30. Nohut, bezelye ve patatesin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		11.5480	5.6973	0.0584
Nohut (X ₁)	1	1.0771	0.5314	0.5064
Bezelye (X ₂)	1	29.4258	14.5175	0.0189 *
Patates (X ₃)	1	57.1924	28.2164	0.0060 **
X ₁ *X ₂	1	2.7671	1.3652	0.3075
X ₁ *X ₃	1	2.2547	1.1124	0.3511
X ₂ *X ₃	1	0.9270	0.4574	0.5359
Hata	4	2.0269		
Genel	9			

*P:<0.05, **:P<0.01, R²: 0,876872, RMSE:1,423701

Tablo 4.30.'da belirtilen varyans analiz sonuçları değerlendirildiğinde vegan köftenin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde patatesin lineer etkisinin çok önemli (p<0.01), bezelyenin etkisinin ise önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.29.'da görüldüğü gibi nohut çiğnenebilirlik değerini azaltırken bezelye ve patates artırmıştır.



Şekil 4.29. Nohut, bezelye ve patatesin çiğnenebilirlik (N) üzerindeki etkileri

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelerde; inulin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. TPA analizlerinin sonucunda inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin çiğnenebilirlik değerleri kontrol örneğine (kontrol örneği çiğnenebilirlik değeri: 26,93) kıyasla, sırasıyla; 26,71, 26,51, 88,87, 64,58 ve 35,33 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi ilaveli köftelerin çiğnenebilirlik değeri kontrol grubuna göre yükselmiştir ve bezelye lifi ilavesinin istatistiki açıdan önemli olduğu ($p<0.05$) ifade edilmiştir (Altuntaş, 2015).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle çiğnenebilirlik değerlerinin sırasıyla 350, 470, 494 ve 455 olarak bulunduğu ve kontrol örneği ile kıyaslandığında (kontrol grubu çiğnenebilirlik değeri: 283) patates lifi ilavesinin çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

4.4.9 Esneklik

Vegan köftelerin esneklik değerleri üzerinde faktör etkilerinin açıklandığı polinomial modelinin eşitlik formülü;

$$Y = 0,0165X_1 + 0,0432X_2 + 0,0498X_3 - 0,0221X_1*X_2 - 0,0026X_1*X_3 + 0,0093X_2*X_3$$

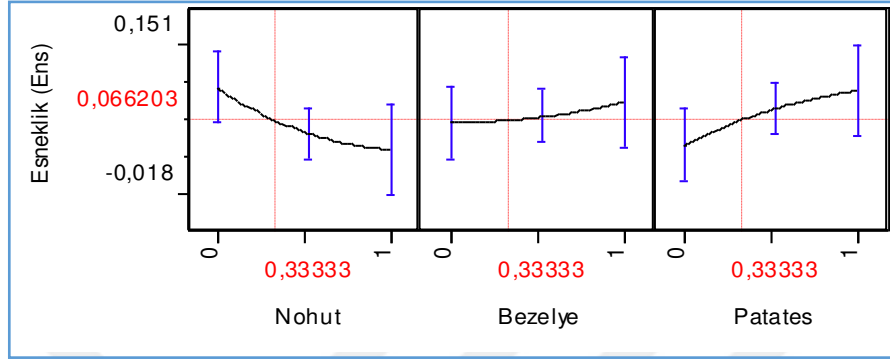
şeklindedir.

Tablo 4.31. Nohut, bezelye ve patatesin esneklik değerleri üzerindeki etkilerine ilişkin varyans analizinin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model		0.0014	3.5568	0.1214
Nohut (X_1)	1	0.0012	3.2248	0.1470
Bezelye (X_2)	1	0.0084	22.1726	0.0092 **
Patates (X_3)	1	0.0112	29.4106	0.0056 **
X_1*X_2	1	0.0005	1.1836	0.3378
X_1*X_3	1	0.0000	0.0157	0.9062
X_2*X_3	1	0.0001	0.2108	0.6700
Hata	4	0.0004		
Genel	9			

**: $P<0.01$, R^2 : 0,816378, RMSE: 0,019514

Tablo 4.31.'de belirtilen varyans analiz sonuçlarına göre vegan köftenin esneklik değerleri üzerinde bezelye ve patatesin lineer etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu bulunmuştur. Şekil 4.30.'da görüleceği üzere nohut esneklik değerini düşürürken patates ve bezelye artışa neden olmuştur.



Şekil 4.30. Nohut, bezelye ve patatesin esneklik üzerindeki etkileri

Et içermeyen çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada kontrol grubu etsiz çiğ köftelerde; inulin, inulin/oligofruktozun, havuç lifinin, limon lifinin ve bezelye lifinin kullanılması ile köfteler üretilmiştir. TPA analizleri sonucunda inulin, inulin/oligofruktoz, havuç lifi, limon lifi ve bezelye lifinin esneklik değerleri kontrol örneğine (kontrol örneği esneklik değeri: 0,20) kıyasla sırasıyla; 0,20, 0,20, 0,22, 0,22 ve 0,22 olarak bulunmuştur. Bezelye lifi katkılı köftelerde esneklik değerinin kontrol örneğine kıyasla arttığı ve bu ilavenin istatistiki açıdan ise önemsiz olduğu ($p>0.05$) bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Patates diyet lifi ilavesinin tavuk köftelerinde mikroyapı, kalite ve termal kararlılık üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %1, %2, %3 ve %4 oranında patates lifi ilavesiyle esneklik değerlerinin sırasıyla 0,18, 0,19, 0,19 ve 0,18 olarak bulunduğu ve kontrol örneği (kontrol örneği elastikiyet değeri: 0,18) ile kıyaslandığı zaman patates lifi ilavesibib istatistiki açıdan önemli bir fark yaratmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Feng vd., 2022).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada nohut, bezelye ve patates hammaddelerinin kullanılması ile üretilen vegan köftelerde Simplex Lattice mixture design (SLMD; basit kafes karışım dizaynı) yöntemine göre optimum kombinasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen bulguların detaylı değerlendirilmesi ile nohut, bezelye ve patates ana hammaddelerinden oluşan vegan köfte için optimum kombinasyonun; %50 nohut, %22 bezelye ve %28 patates ilaveli vegan köfte olduğu belirlenmiştir. Bu kombinasyonun, hem fizikokimyasal hem de duysal ve tekstürel analizlerde en iyi sonuçları verdiği ortaya konmuştur.

Etik nedenler, bitkisel ürünlerin sağlığa olan faydaları, çevresel etkiler, beslenme çeşitliliği ile dini ve kültürel nedenlerden dolayı günümüzde et ve et ürünlerine olan talep azalmakta ve bitkisel ürünlere olan talep artış göstermektedir. Bu talep artışı, vegan gıda pazarının milyarlarca dolara ulaşmasını sağlamakta ve gıda endüstrisinde önemli bir dönüşüm yaratmaktadır. Artan çevresel ve etik kaygılarla birlikte, tüketicilerin sağlıklı ve sürdürülebilir alternatiflere yönelmesi, bu pazardaki büyümeyi hızlandırmaktadır. Aynı zamanda, inovasyon ve Ar-Ge faaliyetleri de vegan ürün çeşitliliğini artırarak pazara dinamizm kazandırmaktadır.

Yapılan bu yüksek lisans tezinde, vegan köfte üretilmeye çalışılarak normal et köftesine alternatif bir ürün elde edilmesi amaçlanmış, böylece yukarıda sayılan etik, çevresel ve sağlık sebeplerine bir çözüm sunulmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, nohut, bezelye ve patates gibi bitkisel hammaddeler kullanılarak vegan köftenin fizikokimyasal, duysal ve tekstürel özellikleri optimize edilmiş ve tüketici beklentilerini karşılayacak nitelikte bir ürün geliştirilmiştir. Ayrıca, vegan gıda pazarının milyarlarca dolara ulaşan büyüklüğünü göz önünde bulundurarak, bu çalışmanın pazara katkı sağlaması ve sürdürülebilir gıda üretimine yönelik önemli bir adım atılması hedeflenmiştir.

Vegan köftenin özelliklerinin geliştirilmesi ve daha farklı hammaddelerden vegan köfte üretilerek, gıda sektöründe çeşitliliğin sağlanmasına yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir. Bu kapsamda, çeşitli baklagiller, tahıllar ve sebzeler kullanılarak yeni ve kolay tarifler geliştirilmesi (hammaddelerin un halinde veya

direk olarak kullanılması gibi), hem ürün çeşitliliğini artıracak hem de tüketicilerin farklı damak zevklerine hitap edecektir. Ayrıca, bu çalışmaların sonucunda elde edilecek veriler, vegan gıda pazarının büyümesine ve sürdürülebilir beslenme alışkanlıklarının yaygınlaşmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Geliştirilen yeni vegan köfte çeşitlerinin besin değerlerinin, lezzetlerinin ve tekstürel özelliklerinin detaylı analizlerle değerlendirilmesi de bu önerilerin başarısı açısından kritik önem taşımaktadır.



6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Altuntaş, F. (2015). Prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- Alu'datt, 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, physiochemical, 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.
- Anonim. (2022). *Vegan Food Global Market Report*. Research and Markets. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5733827/vegan-food-global-market-report#product--toc>. Erişim tarihi:12.02.2024.
- Anonim. (2023). *Plant Based Food Statistics - Size & Growth 2023*. Research, Strategic Market. <https://www.strategicmarketresearch.com/blogs/plant-based-food-statistics>. Erişim tarihi:14.02.2024.
- Anonymous (1987). Our common future. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17.Edition). Washington, D.C. 20090-6456 USA.
- Argel, N. S., Ranalli, N., Califano, A. N., & Andrés, S. C. (2020). Influence of partial pork meat replacement by pulse flour on physicochemical and sensory characteristics of low-fat burgers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10), 3932–3941. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10436>
- Arshad, M., Anwar, S., Pasha, I., Ahmed, F., & Aadil, R. M. (2022). Development of imitated meat product by utilizing pea and lentil protein isolates. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(5), 3031-3037.
- 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.
- Atay, O., Gökdağ, Ö., Aygün, T. & Ülker, H. (2004). Aydın ili Çine ilçesinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Isparta, 2004, 348-354.
- 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.
- Bombe, K. (2022). *Europe Plant-Based Food Market Worth \$16.7 Billion by 2029*. Meticulous Market Research Pvt. Ltd. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/03/30/2412865/0/en/Europe-Plant-Based-Food-Market-Worth-16-7-Billion-by-2029-Exclusive-Report-by-Meticulous-Research.html>. Erişim tarihi: 12.02.2024
- Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. Elsevier.
- Bozoğlu H, Pekşen E, Gülümser A (2004). Sıra aralığı ve potasyum humat uygulamasının bezelyenin verim ve bazı özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 53-58.

- Broad, G.M. (2020). Making meat, better: the metaphors of plant-based and cell-based meat innovation. *Environ. Commun.*, 14(7): 919-932, doi: 10.1080/17524032.2020.172 5085.
- C. Sun, J. Ge, J. He, R. Gan and Y. Fang, Processing, quality, safety, and acceptance of meat analogue products. *Engineering*, 7 (5), 674-678, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.10.011>.
- Chalvon-Demersay, T., Azzout-Marniche, D., Arfsten, J., Egli, L., Gaudichon, C., Karagounis, L. G., & Tomé, D., 2017, A systematic review of the effects of plant compared with animal protein sources on features of metabolic syndrome-3. *The Journal of nutrition*, 147(3), 281-292.
- Chandler, S. L., & McSweeney, M. B. (2022). Characterizing the properties of hybrid meat burgers made with pulses and chicken. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100492.
- Choudhury, D., Tseng, T. W. & Swartz, E. (2020). The business of cultured meat. *Trends Biotechnol*, 38 (6), 573-577.
- Day, L. (2013) Proteins from land plants-potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32: 25-42.
- Doosti Fard, E. (2014). Köfte tipi et ürünlerinde emülsiy e edilmiş zeytin yağı ve nohut unu kullanımının ürün özelliklerine etkilerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi*.
- Duranti, M. (2006) Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77: 67-82.
- Ersoy, A. (2022). *Bitkisel bazlı yapay et üretimi ve üretilen yapay etlerin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Ertaş, N., & Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- FAO 2013. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome, Italy.
- FAO 2019. The State of Food and Agriculture. Rome, Italy.
- FAO. (2012). World Agriculture Towards 2030/2050 The 2012 Revision. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. <http://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf> (Son erişim tarihi: 12.04.2021).
- FAO. (2018). The future of food and agriculture- Alternative pathways to 2050. Rome. <http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>.
- Feng, J., Kong, B., Sun, F., & Xia, X. (2022). Effect of potato dietary fiber on the quality, microstructure, and thermal stability of chicken patty. *Foods*, 11(24), 3978.
- Frezal, C., Nenert, C. & Gay, H. (2022). Meat protein alternatives opportunities and challenges for food systems' transformation. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 182, 1-53.
- Gonzalez Fischer, C., & Garnett, T. (2016). Plates, pyramids, planet.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., & Zorba, Ö. (1999). *Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu* (3. Baskı). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 751.
- Gökçen, M., Aksoy, Y. Ç., & Ateş Özcan, B. (2019). Vegan beslenme tarzına genel bakış. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 50-54. <https://doi.org/10.33308/2687248x.201912152>

- Grigelmo-Miguel, N., & Martín-Belloso, O. (1999). Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *LWT-Food Science and Technology*, 32(8), 503-508.
- Güven N (2010). Düşük yağlı hamburger üretiminde havuç lifi kullanım olanağı. *Ankara Üniversitesi*.
- 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.
- Hunt, R. W. G. (1991). Revised colour-appearance model for related and unrelated colours. *Color Research & Application*, 16(3), 146–165. <https://doi.org/10.1002/col.5080160306>
- K. Kyriakopoulou, J. K. Keppler and A. J. van der Goot, Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10 (3), 600, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10030600>.
- Karabudak, E. (2012). *Vejetaryen beslenmesi* (2. Baskı). Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları, Yayın No:726.
- Kilinceker, O. (2018). Effects of different starches on some of the frying and storage properties of meat patties. *Advances in Food Sciences*, 40(1), 35-41.
- Kim, T., Miller, R., Laird, H., & Riaz, M. N. (2021). Beef flavor vegetable hamburger patties with high moisture meat analogs (HMMA) with pulse proteins-peas, lentils, and faba beans. *Food Science and Nutrition*, 9(8), 4048–4056. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2172>
- Kristensen, M. D., Bendsen, N. T., Christensen, S. M., Astrup, A. and Raben, A., 2016, Meals based on vegetable protein sources (beans and peas) are more satiating than meals based on animal protein sources (veal and pork)—a randomized cross-over meal test study. *Food & nutrition research*, 60(1), 32634.
- Kumar, M., & Sharma, B. D. (2004). The storage stability and textural, physico-chemical and sensory quality of low-fat ground pork patties with Carrageenan as fat replacer. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(1), 31–42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00743.x>
- Kumar, P., Chatli, M.K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O.P., Verma, A. (2017). Meat analogues: health promising sustainable meat substitutes. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57(5): 923-932, doi: 10.1080/10408398.2014.939739.
- 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.
- Liang, H. N., Tang, C. H. (2013) pH-dependent emulsifying properties of pea [*Pisum sativum* (L.)] proteins. *Food Hydrocolloids*, 33: 309-319.
- M. D. Santos, D. A. V. F. D. Rocha, O. D. Bernardinelli, F. D. Oliveira Júnior, D. G. de Sousa, E. Sabadini, R. L. da Cunha, M. A. Trindade and M. A. R. Pollonio, Understanding the Performance of Plant Protein Concentrates as Partial Meat Substitutes in Hybrid Meat Emulsions. *Foods*, 11(21), 3311, 2022.
- M. Singh, N. Trivedi, M. K. Enamala, C. Kuppam, P. Parikh, M. P. Nikolova and M. Chavali, Plant-based meat analogue (PBMA) as a sustainable food: A concise review. *European Food Research and Technology*, 247 (10), 2021.
- Mansour, E. H., & Khalil, A. H. (1997). Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. *Food Research International*, 30(3-4), 199-205.
- Marconato, A. M., Hartmann, G. L., Santos, M. M. R., Amaral, L. A. D., Souza, G. H. O. D., Santos, E. F. D., & Novello, D. (2020). Sweet potato peel flour in hamburger: effect on

- physicochemical, technological and sensorial characteristics. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019115.
- Mariotti, F., 2017, In Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention, 621-642, Academic Press.
- Morales—Polanco, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M., Enriquez, L. G., Loarca-Piña, G. (2017) Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *LWT-Food Science and Technology*, 86: 418-423.
- Motamedi, A., Vahdani, M., Baghaei, H., & Borghei, M. A. (2015). Considering the physicochemical and sensorial properties of momtaze hamburgers containing lentil and chickpea seed flour. *Nutrition and Food Sciences Research*, 2(3), 55-62.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D. and Astiasarán, I., 2004, New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 15(9), 452-457.
- N. Sharima-Abdullah, C. Z. Hassan, N. Arifin and N. Huda-Faujan, 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, 2018.
- Nakata, T., Kyoui, D., Takahashi, H., Kimura, B., Kuda, T. (2017). Inhibitory effects of soybean oligosaccharides and water-soluble soybean fibre on formation of putrefactive compounds from soy protein by gut microbiota. *Int. J. Biol. Macromol.*, 97: 173–180. doi:10.1016/j.ijbiomac.2017.01.015.
- O. Yuliarti, T. J. K. Kovis and N. J. Yi, Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites. *Journal of food engineering*, 288, 110138, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110138>
- Osborn, J. F. (2023). *How Many Vegans Are in the World? Exploring the Global Population of Vegans*. World Animal Foundation. <https://worldanimalfoundation.org/advocate/how-many-vegans-are-in-the-world/>. Erişim tarihi: 13.02.2024.
- Önder, N. (2023). *Türk Toplumunun Beslenme Alışkanlıkları Nasıl Şekilleniyor?* Marketing Türkiye. <https://www.marketingturkiye.com.tr/haberler/arastirma/turkiyenin-beslenme-aliskanliklari/>. Erişim tarihi: 12.02.2024
- Özabırcı, A. (2019). Tekirdağ köftesi üretiminde bezelye proteini ve lifinin kullanım olanaklarının araştırılması (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- 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.
- Patinho, I., Selani, M. M., Saldaña, E., Bortoluzzi, A. C. T., Rios-Mera, J. D., da Silva, C. M., ... & Contreras-Castillo, C. J. (2021). *Agaricus bisporus* mushroom as partial fat replacer improves the sensory quality maintaining the instrumental characteristics of beef burger. *Meat science*, 172, 108307.
- Polat, H. & Yılmaz Tuncel, N. (2020). Sürdürülebilir Et Üretimi. *Gıda*, 46 (1), 134-151.
- Ponsingh, R., Babu, R. N., Ruban, S. W., & Rao, V. A. (2010). Value added buffalo meat sausage with potato flour as binder.
- 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.
- Säll, S., & Gren, M. (2015). Effects of an environmental tax on meat and dairy consumption in Sweden. *Food policy*, 55, 41-53.
- Salman G Ş (2012). Düşük Yağlı Hamburger Üretiminde Limon Lifi Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C. M., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., ... & Pérez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat science*, 85(1), 70-76.
- Sandberg, A. S. (2011) Developing functional ingredients: a case study of pea protein. M. Saarela (Ed.), 358-382, Woodhead Publishing Ltd.
- Saygın-Alparslan, Ö. & Demirbaş, N. (2019). Sağlık meslek mensuplarının kırmızı et ve işlenmiş kırmızı et tüketim tercihleri. *J Anim Prod*, 60 (2), 105-110.
- 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.
- Serdaroğlu, M., Yıldız-Turp, G., & Abrodımov, K. (2005). Quality of low-fat meatballs containing legume flours as extenders. *Meat Science*, 70(1), 99-105.
- Seydim A. C. Ve Çağdaş E., 2016, Proteinler Bu Kadar Önemli (Böl. 9), Z.B. Seydim, *Fonksiyonel Beslenme* (s.115-138), İzmir, Sidas Medya.
- Shaabani, S., Yarmand, M. S., Kiani, H., Emam-Djomeh, Z. (2018) The effect of chickpea protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. *LWT- Food Science and Technology*, 90: 362-372.
- Shen, Y., Hong, S., Du, Z., Chao, M., O'Quinn, T., and Li, Y., "Effect of adding modified pea protein as functional extender on the physical and sensory properties of beef patties", *LWT*, 154, 112774, (2022).
- Shewry, P. R. and Halford, N. G. (2002) Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53: 947-958.
- Shokry, A. M. (2016). The usage of quinoa flour as a potential ingredient in production of meat burger with functional properties. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6(4), 1128-1137.
- 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.
- Temiz H, Yeşilsu A. F (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2: 41-50.
- Thompson, H.O., Önnig, G., Holmgren, K., Strandler, H.S., Hultberg, M. (2020). Fermentation of cauliflower and white beans with *Lactobacillus plantarum* impact on levels of riboflavin, folate, vitamin B12 and amino acid composition. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 5: 236-242, doi:0.1007/s11130-020-00806-2.
- Tosh S. M. and Yada S. 2010, Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Res. Int.* 43(2):450-460.
- UN, (2017). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, *World Population Prospects: The 2017 Revision* (No: ESA/P/WP/248). *Key Find. Adv. Tables*. https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf.
- Verma, A. K., Banerjee, R., & Sharma, B. D. (2012). Quality of low fat chicken nuggets: Effect of sodium chloride replacement and added chickpea (*Cicer arietinum* L.) hull flour. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(2), 291.
- Weenuttranon, J., Hirunyophat, P., Saeiam, K., Bunnak, T., & Saelee, S. (2023). The Impacts of Different Pea Protein Isolate Levels on Physiochemical, Textural, and Sensory evaluation of Ready-to-Cook Plant-Based Minced Meatballs from Oyster Mushroom.

Wild, F. (2016). Manufacture of meat analogues through high moisture extrusion. In: *Reference Module in Food Science*, Elsevier. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.03281-9.

World Health Organization, 1985, FAO/WHO/UNU, Energy and Protein Requirements, Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, Technical Report Series no. 724, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Yıbar, A. & Çetin, E. (2014). Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniv Vet Fak Derg*, 32(2), 31-37.

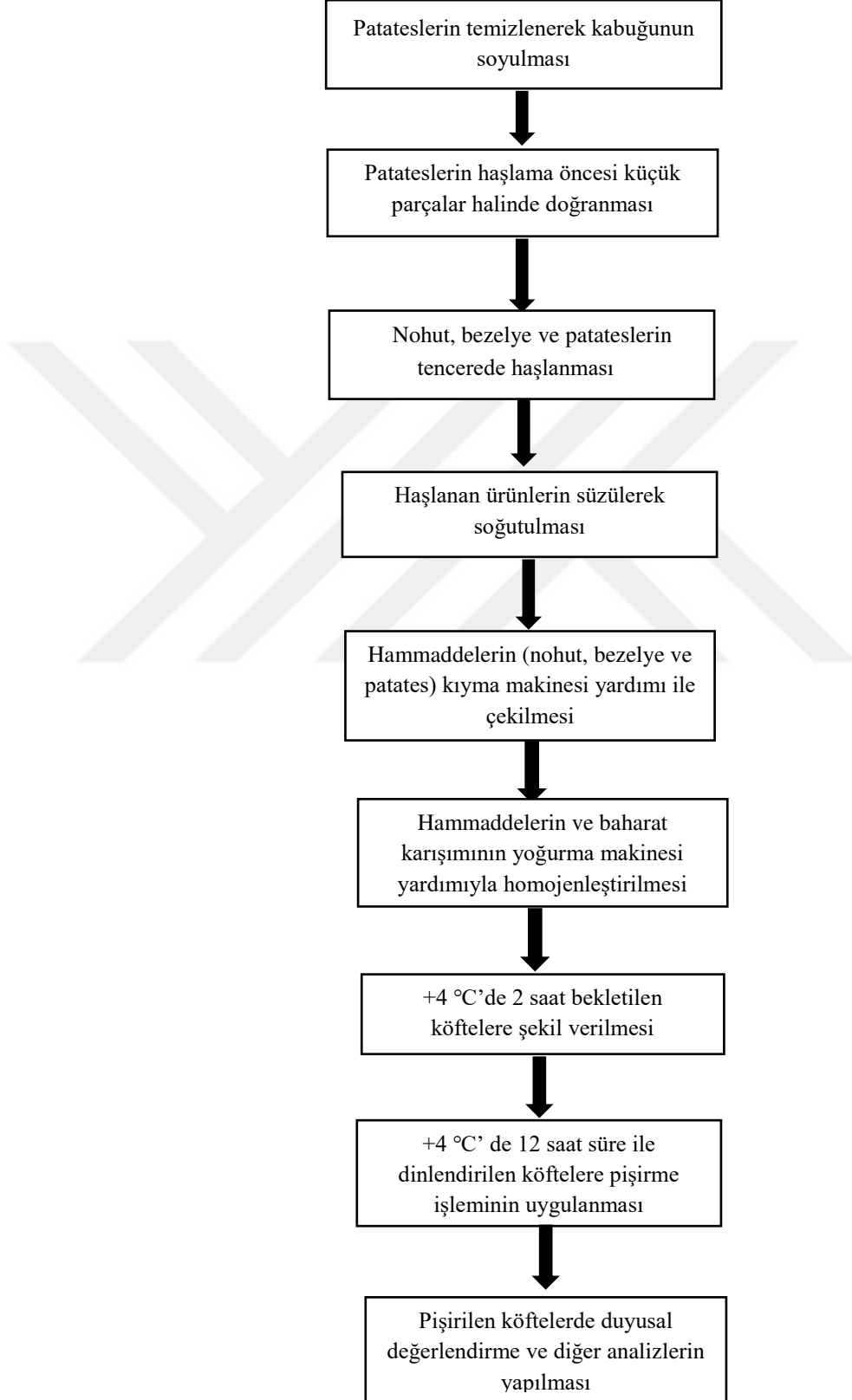
Zaki, E. F. (2021). Effect of fat level and type of legume flours on the quality characteristics of sheep meatballs. *Journal of Agroalimentary Processes & Technologies*, 27(1).

Zhang, X. M., Zhang, Y. B., Chi, M. H. (2016). Soy protein supplementation reduces clinical indices in type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Yonsei Med. J.*, 57(3): 681–689. doi:10.3349/ymj.2016.57.3.681.



7. EKLER

EK 1 Köfte Üretim Akım Şeması



EK 2 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	Oranlar			Dış Yüzey			İç Yüzey			Kalınlık (mm)	Çap (mm)	pH	Pişme Verimi (%)	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)
	% Nohut (X ₁)	% Bezelye (X ₂)	% Patates (X ₃)	L*	a*	b*	L*	a*	b*							
1	0,00	0,00	100,00	51,39	4,21	23,85	50,49	4,82	25,09	14,24	49,16	5,76	92,26	54,47	15,35	4,07
2	0,00	33,34	66,66	49,20	1,41	22,06	48,65	1,84	26,42	15,17	48,47	5,80	94,28	56,33	18,37	5,23
3	0,00	66,66	33,34	48,38	1,69	25,07	49,43	-0,95	29,28	15,62	49,04	5,92	96,35	55,30	18,04	6,63
4	0,00	100,00	0,00	46,21	0,37	24,22	48,73	-1,94	31,46	15,69	49,37	5,96	91,05	60,85	21,32	5,28
5	33,34	0,00	66,66	46,27	7,45	28,37	50,66	5,58	31,02	13,85	48,75	5,92	96,38	59,69	21,98	4,69
6	33,34	33,34	33,34	46,06	3,64	27,48	49,26	2,97	32,56	16,84	50,92	5,94	99,08	61,81	22,12	3,60
7	33,34	66,66	0,00	43,72	2,52	26,19	48,57	0,95	33,82	16,52	49,81	5,96	99,45	62,20	19,11	6,04
8	66,66	0,00	33,34	41,91	9,32	27,79	51,99	7,27	35,19	17,32	48,05	5,96	98,40	60,70	24,73	6,69
9	66,66	33,34	0,00	44,03	5,42	28,45	50,19	4,27	35,91	16,62	48,69	5,98	100,48	67,11	22,65	8,72
10	100,00	0,00	0,00	43,30	7,66	26,90	50,53	8,59	37,86	17,09	48,68	6,14	101,13	70,98	28,38	8,95

EK 3 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri

Faktörler	Dış Yüzey			İç Yüzey			Kalınlık (mm)	Çap (mm)	pH	Pişme Verimi (%)	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)
	L*	a*	b*	L*	a*	b*							
Nohut (X ₁)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Bezelye (X ₂)	**	0,42	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Patates (X ₃)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
X ₁ *X ₂	0,60	0,48	0,20	0,42	*	0,38	0,78	0,40	0,11	*	1,00	*	0,63
X ₁ *X ₃	0,03	*	0,07	0,41	0,33	**	0,83	0,83	0,88	0,37	0,34	0,20	0,25
X ₂ *X ₃	0,75	0,24	0,78	0,45	*	0,30	0,39	0,97	0,99	*	0,54	0,78	0,67

** : P<0.01 çok önemli

* : P<0.05 önemli

EK 4 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	% Oranlar			Görünüm	İç renk ve parlaklık	Elastikiyet	Sululuk hissi	Yağlılık hissi	Koku	Tat – aroma	Genel beğeni
	% Nohut (X ₁)	% Bezelye (X ₂)	% Patates (X ₃)								
1	0,00	0,00	100,00	3,00	3,40	3,80	3,90	3,60	4,00	3,90	3,80
2	0,00	33,34	66,66	3,60	2,80	3,40	3,30	3,40	3,50	3,30	3,40
3	0,00	66,66	33,34	3,50	2,90	3,10	3,40	3,30	3,60	3,60	3,40
4	0,00	100,00	0,00	3,20	2,90	3,00	2,70	2,90	3,50	3,30	3,00
5	33,34	0,00	66,66	3,80	3,80	3,10	3,70	3,40	3,90	3,90	4,00
6	33,34	33,34	33,34	3,70	3,50	2,60	2,90	3,30	3,90	3,60	3,50
7	33,34	66,66	0,00	2,90	2,80	2,90	2,90	2,90	3,70	3,30	2,90
8	66,66	0,00	33,34	3,60	3,80	2,80	3,10	3,70	4,10	3,70	3,90
9	66,66	33,34	0,00	3,30	3,50	2,50	2,90	3,60	4,00	3,80	3,60
10	100,00	0,00	0,00	3,10	3,30	2,00	2,70	3,40	3,70	3,40	3,20

EK 5 Duyusal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri

Faktörler	Görünüm	İç renk ve parlaklık	Elastikiyet	Sululuk hissi	Yağlılık hissi	Koku	Tat – aroma	Genel beğeni
Nohut (X ₁)	**	**	**	**	**	**	**	**
Bezelye (X ₂)	**	**	**	**	**	**	**	**
Patates (X ₃)	**	**	**	**	**	**	**	**
X ₁ *X ₂	1,00	0,71	0,71	0,76	0,90	0,19	0,51	0,72
X ₁ *X ₃	*	0,80	0,76	0,90	0,95	0,30	0,55	0,16
X ₂ *X ₃	*	0,40	0,24	0,76	0,57	0,38	0,59	0,95

** : P<0.01 çok önemli

* : P<0.05 önemli

EK 6 Duyusal Değerlendirme Formu

Örnek No	Görünüm	İç Renk ve Parlaklık	Elastikiyet	Sululuk Hissi	Yağlılık Hissi	Koku	Tat-Aroma	Genel Beğeni
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Puan Skalası**1: Çok Kötü****2: Kötü****3: Orta****4: İyi****5: Çok İyi**

EK 7 Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	Oranlar			Kesme kuvveti (N)	Kesme işi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İç yapışkanlık	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
	% Nohut (X ₁)	% Bezelye (X ₂)	% Patates (X ₃)									
1	0,00	0,00	100,00	3,42	38,83	32,29	-0,05	0,64	0,30	9,76	6,33	0,09
2	0,00	33,34	66,66	3,70	37,85	34,72	-0,02	0,65	0,37	13,34	9,16	0,11
3	0,00	66,66	33,34	3,57	37,82	28,59	-0,03	0,58	0,32	9,20	5,51	0,10
4	0,00	100,00	0,00	4,31	41,03	29,96	-0,04	0,59	0,30	8,82	5,51	0,09
5	33,34	0,00	66,66	3,32	31,91	23,97	-0,02	0,50	0,30	7,41	4,23	0,10
6	33,34	33,34	33,34	1,76	19,44	12,78	-0,02	0,30	0,14	3,46	2,06	0,04
7	33,34	66,66	0,00	1,77	16,57	12,73	-0,01	0,28	0,15	3,88	2,13	0,05
8	66,66	0,00	33,34	1,90	17,47	12,80	-0,02	0,25	0,13	3,44	1,75	0,04
9	66,66	33,34	0,00	1,65	16,26	10,88	-0,03	0,24	0,15	3,19	1,53	0,04
10	100,00	0,00	0,00	1,53	14,34	9,16	-0,02	0,17	0,11	2,07	0,70	0,03

EK 8 Tekstürel Analizlere Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri

Faktörler	Kesme kuvveti (N)	Kesme işi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İç yapışkanlık	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
Nohut (X ₁)	*	*	*	0,10	*	0,10	0,25	0,51	0,15
Bezelye (X ₂)	**	**	**	*	**	**	*	*	**
Patates (X ₃)	**	**	**	*	**	**	**	**	**
X ₁ *X ₂	*	*	0,06	0,37	0,07	0,26	0,25	0,31	0,34
X ₁ *X ₃	0,77	0,37	0,23	0,49	0,32	0,67	0,38	0,35	0,91
X ₂ *X ₃	0,41	0,45	0,76	0,15	0,65	0,82	0,58	0,54	0,67

** : P<0.01 çok önemli

* : P<0.05 önemli