

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



YEŞİL MERCİMEK, FASULYE VE HAVUÇ KULLANIMININ
VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SALİH KOCATEPE

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ömer EREN

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Salih KOCATEPE tarafından hazırlanan “**YEŞİL MERCİMEK, FASULYE VE HAVUÇ KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 05/07/2024

Jüri Üyeleri

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

Üye
Prof. Dr. Hande SELEN ERGE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

İmza

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.

.....
SALİH KOCATEPE

ÖZET

YEŞİL MERCİMEK, FASULYE VE HAVUÇ KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SALİH KOCATEPE
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, TEMMUZ - 2024
(xiv + 120)

Dünya genelinde sürdürülebilirlik, hayvan refahı, sağlık endişeleri ve kaynak yetersizliği gibi sorunlar, et ve et ürünleri talebinde değişimlere yol açarak insanları bitki bazlı alternatif gıdalara yönlendirmiştir. Bu çalışmada 10 ayrı deneme noktasında yeşil mercimek, kuru fasulye ve havuçtan üretilen vegan köftelerde, çeşitli fizikokimyasal, duyu ve tekstürel analizler yapılarak, vegan köfte formülasyonunun, Simplex Lattice mixture design (SLMD) yöntemine göre optimize edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada yeşil mercimek, kuru fasulye ve havucun; pH, yağ, protein, nem, pişme verimi, kalınlık, çap, L^* , a^* , b^* değerleri, görünüm, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, sululuk hissi, yağlılık hissi, koku, tat-aroma ve genel beğeni üzerinde, yeşil mercimek-havuç interaksiyonunun yağ üzerinde, kuru fasulye-havuç interaksiyonunun b^* (İç) değeri ve iç renk ve parlaklık üzerinde etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, yeşil mercimek-havuç interaksiyonunun nem, pişme verimi, a^* (İç) değeri üzerinde, yeşil mercimek-kuru fasulye interaksiyonunun a^* (İç) değeri üzerinde etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu, tekstürel özellikler bakımından ise yeşil mercimeğin elastikiyet üzerinde, kuru fasulyenin; kesme kuvveti (N), kesme işi (Ns), sertlik (N), elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık (N), esneklik üzerinde, havucun; kesme kuvveti (N), kesme işi (Ns), sertlik (N), elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık (N), çiğnenebilirlik (N), esneklik üzerinde etkilerinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu, yeşil mercimeğin; kesme kuvveti (N), kesme işi (Ns), iç yapışkanlık, sakızimsılık (N) üzerinde, kuru fasulyenin; çiğnenebilirlik (N), esneklik üzerinde, yeşil mercimek-kuru fasulye interaksiyonunun elastikiyet ve sakızimsılık (N) üzerinde ve yeşil mercimek-havuç interaksiyonunun ise çiğnenebilirlik (N) üzerinde etkilerinin önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre, optimum kombinasyonunun; %22 yeşil mercimek, %48 kuru fasulye ve %30 havuç ilaveli vegan köfte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Vegan, Vejetaryen, Vegan köfte, Yeşil mercimek, Kuru fasulye, Havuç

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING GREEN LENTILS, BEANS AND CARROTS ON VARIOUS PROPERTIES OF VEGAN PATTIES

MSC THESIS

SALİH KOCATEPE

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, JULY 2024

(xiv + 120)

Problems with meat and meat products worldwide (animal welfare, resource depletion, etc.) have led people to plant-based alternative foods. In this study, it was aimed to optimize the vegan meatball formulation according to Simplex Lattice mixture design (SLMD) method by performing various physicochemical, sensory and textural analyzes in vegan meatballs produced from green lentils, dried beans and carrots at 10 different test points. In the study, the effects of green lentils, dry beans and carrots on pH, fat, protein, moisture, cooking yield, thickness, diameter, L^* , a^* , b^* values, appearance, internal color-brightness, elasticity, juiciness, oiliness, smell, taste-aroma and general acceptability and the effects of green lentil-carrot interaction on fat, dry bean-carrot interaction on b^* (Internal) value and internal color and brightness were very significant ($p<0.01$), the effects of green lentil-carrot interactions on moisture, cooking yield, a^* (Internal) value, the effects of green lentil-dry bean interactions on a^* (Internal) value were significant ($p<0.05$), in terms of textural properties, the effects of green lentil on elasticity, dry beans on shear force, work of shear, hardness, elasticity, cohesiveness, gumminess, resilience, carrot on shear force, work of shear, hardness, elasticity, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience were very significant ($p<0.01$), the effects of green lentil on shear force, work of shear, cohesiveness, gumminess, dry bean on chewiness, resilience and green lentil-dry bean interaction on elasticity and gumminess and green lentil-carrot interaction on chewiness were found to be significant ($p<0.05$). The results showed optimal combination was a vegan patty with 22% green lentils, 48% dry beans and 30% carrots.

KEYWORDS: Vegan, Vegan patties, Vegetarian, Green lentils, Dry bean, Carrot

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. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Baklagiller.....	5
2.1.1 Kuru Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	5
2.1.2 Yeşil Mercimek (<i>Lens culinaris</i>).....	6
2.2 Havuç (<i>Daucus carota</i>).....	7
2.3 Köfte	7
2.3.1 Vegan Köfte.....	8
2.3.2 Literatür Bildirileri.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1 Materyal	16
3.2 Yöntem	16
3.2.1 Materyalin Hazırlanması ve Köfte Üretimi	16
3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler	17
3.2.2.1 pH Tayini.....	17
3.2.2.2 Nem Tayini	17
3.2.2.3 Yağ Tayini	18
3.2.2.4 Protein Tayini	18
3.2.2.5 Renk Tayini	19
3.2.2.6 Pişirme Verimi Tayini	19
3.2.2.7 Kalınlık Analizi	19
3.2.2.8 Çap Analizi.....	19
3.2.3 Duyusal Analizler	19
3.2.4 Tekstür Analizleri	20
3.2.5 İstatistiksel Analizler	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1 Hammaddelere Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	21
4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	21

4.2.1 pH Değeri	21
4.2.2 Yağ Oranı	24
4.2.3 Protein Oranı	28
4.2.4 Nem Oranı	31
4.2.5 Pişme Verimi	34
4.2.6 Kalınlık Analizi	38
4.2.7 ap Analizi	41
4.2.8 L* Değerleri.....	43
4.2.8.1 L* (Dış) Değeri.....	43
4.2.8.2 L* (İ) Değeri	45
4.2.9 a* Değerleri	49
4.2.9.1 a* (Dış) Değeri	49
4.2.9.2 a* (İ) Değeri.....	50
4.2.10 b* Değerleri.....	53
4.2.10.1 b* (Dış) Değeri	53
4.2.10.2 b* (İ) Değeri.....	54
4.3 Duyusal zellikler	57
4.3.1 Görünüm.....	57
4.3.2 İ Renk ve Parlaklık	61
4.3.3 Elastikiyet	64
4.3.4 Sululuk Hissi	65
4.3.5 Yağlılık Hissi.....	68
4.3.6 Koku	70
4.3.7 Tat - aroma.....	72
4.3.8 Genel Beğeni	76
4.4 Tekstürel zellikler	79
4.4.1 Kesme Kuvveti (N).....	79
4.4.2 Kesme İşi (Ns).....	81
4.4.3 Sertlik (N).....	83
4.4.4 Yapışkanlık.....	87
4.4.5 Elastikiyet	88
4.4.6 İç Yapışkanlık.....	91
4.4.7 Sakızimsılık (N).....	94
4.4.8 Çiğnenebilirlik (N)	96
4.4.9 Esneklik	99
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	102
6. KAYNAKLAR.....	103
7. EKLER.....	113
EK 1 Köfte Üretim Akım Şeması.....	113
EK 2 Duyusal Değerlendirme Formu	114
EK 3 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler	115
EK 4 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri	116
EK 5 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler	117
EK 6 Duyusal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri.....	118
EK 7 Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler	119
EK 8 Tekstürel Analizlere Ait Değerlerin Önemlilik Dereceleri	120

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1. pH değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi.....	22
Şekil 4.2. Yağ oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi.....	25
Şekil 4.3. Protein oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi.....	29
Şekil 4.4. Nem oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	32
Şekil 4.5. Pişme verimi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	35
Şekil 4.6. Kalınlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	39
Şekil 4.7. Çap değişimi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	42
Şekil 4.8. L* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	44
Şekil 4.9. L* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	46
Şekil 4.10. a* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	50
Şekil 4.11. a* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	51
Şekil 4.12. b* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	54
Şekil 4.13. b* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	55
Şekil 4.14. Görünüm üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	58
Şekil 4.15. İç renk ve parlaklık üzerinde yeşil mercimek fasulye ve havucun etkisi	62
Şekil 4.16. Elastikiyet üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	65
Şekil 4.17. Sululuk hissi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi.....	66
Şekil 4.18. Yağlılık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	69
Şekil 4.19. Koku üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi.....	71
Şekil 4.20. Tat ve aroma üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	73
Şekil 4.21. Genel beğeni üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	77
Şekil 4.22. Kesme kuvveti (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	80
Şekil 4.23. Kesme işi (Ns) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi ..	82
Şekil 4.24. Sertlik (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	84
Şekil 4.25. Yapışkanlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	88
Şekil 4.26. Elastikiyet üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	89
Şekil 4.27. İç yapışkanlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi....	92
Şekil 4.28. Sakızımsılık (N) üzerinde yeşil mercimek fasulye ve havucun etkisi.	95
Şekil 4.29. Çiğnenabilirlik (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	97
Şekil 4.30. Esneklik üzerinde, yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi	100

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Hamburger köftenin kimyasal özellikleri (TS 10581)	8
Tablo 3.1. Deneme kombinasyonları.....	17
Tablo 4.1. Haşlanmış hammaddelere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	21
Tablo 4.2. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin pH değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	22
Tablo 4.3. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yağ oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	25
Tablo 4.4. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin protein oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	28
Tablo 4.5. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin nem oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	31
Tablo 4.6. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin pişme verimi üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	35
Tablo 4.7. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kalınlık üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	38
Tablo 4.8. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin çap üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	41
Tablo 4.9. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin L* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	44
Tablo 4.10. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin L* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	46
Tablo 4.11. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin a* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	49
Tablo 4.12. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin a* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	50
Tablo 4.13. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin b* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	53
Tablo 4.14. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin b* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	55
Tablo 4.15. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin görünüm üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	57
Tablo 4.16. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin iç renk ve parlaklık üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	61
Tablo 4.17. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin elastikiyet (Duyusal) üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	64
Tablo 4.18. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sululuk hisleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	66
Tablo 4.19. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yağlılık hisleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	68
Tablo 4.20. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin koku üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	70
Tablo 4.21. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin tat ve aroma üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	73
Tablo 4.22. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin genel beğeni üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	76

Tablo 4.23. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	79
Tablo 4.24. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	82
Tablo 4.25. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	83
Tablo 4.26. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	88
Tablo 4.27. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin elastikiyet değerleri (Tekstürel) üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	89
Tablo 4.28. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	91
Tablo 4.29. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sakızimsılık (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	94
Tablo 4.30. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları.....	97
Tablo 4.31. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin esneklik değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları	100

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 4.1. Hammadde resimleri (Yeşil mercimek, fasulye, havuç).....	45
Fotoğraf 4.2. Duyusal değerlendirme sunum fotoğrafı.....	59



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

a*	: Kırmızılık – yeşillik
b*	: Sarılık – mavilik
Ca	: Kalsiyum
g	: Gram
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
KO	: Kareler ortalaması
L*	: Açıklık – koyuluk
m	: Ağırlık
mEq	: Miliekivalan
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
P	: Fosfor
RMSE	: Root Mean Square Error
SD	: Serbestlik derecesi
SLMD	: Simplex Lattice mixture design
TPA	: Tekstür Profil Analizi
X₁	: Yeşil mercimek
X₂	: Fasulye
X₃	: Havuç
X₁*X₂	: Yeşil mercimek – fasulye interaksyonu
X₂*X₃	: Fasulye – havuç interaksyonu
X₁*X₃	: Yeşil mercimek – havuç interaksyonu
°C	: Santigrat derece
~	: Yaklaşık olarak

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatına yeniden başlamama vesile olan, bu çalışmanın yürütülmesinde emeğini, zamanını, bilgisini, tecrübesini hiç bir zaman esirgemeyen, her zaman kendisini örnek aldığım, saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Ömer EREN'e, laboratuvar çalışmalarımda yardımları ile sürekli bana destek olan Araştırma Görevlisi Sn. Dr. Gülsüme BIÇAKÇI'ya ve değerli arkadaşlarım Gıda Mühendisi Seda CEYLAN'a ve Gıda Mühendisi Nilüfer ÖZMEN TÜRK'e, analizlerin yapımında destek aldığım Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ve Yenilikçi Gıda Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne, ayrıca tez çalışmam sırasında bana manevi destek olan eşime ve oğluma teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı bir yaşam sürmesi ve ekonomik olarak gelişmesi, o toplumu oluşturan bireylerin sağlıklı olmasına bağlıdır. Sağlığın temelini oluşturan önemli unsurlar arasında, yeterli, düzenli ve kararlı beslenme önemli yer tutmaktadır. Yeterli ve kararlı beslenme aynı zamanda sağlıklı beslenme olarak da tanımlanmaktadır (Pekcan, 2012).

İnsan beslenmesinin önemli bir parçası olarak kabul edilen et ve köfte, sucuk, pastırma, kavurma, sosis gibi et ürünleri sağlıklı ve kararlı bir beslenme sürdürebilmek için elzem olan gıdaların arasında bulunmaktadır. Bu gıdalar, vücudun enerji metabolizmasını düzenleyen temel besin öğeleri olan yüksek biyolojik değerli protein, demir ve B grubu vitaminleri zengin miktarlarda içermektedir (Giromini & Givens, 2022). Et özellikle insan vücudu tarafından sentezlenemeyen aminoasitleri zengin miktarlarda barındırması, demir ve çinko gibi mineral maddeler ve B12 vitaminlerini yüksek oranlarda içermesinden dolayı insan beslenmesinde büyük öneme sahiptir (Anar, 2015).

Beslenme amaçlı hayvansal kaynaklara olan talep, çevresel kaynaklı bazı problemleri de beraberinde getirmiştir. Gıda, çevre ve sağlığın korunması düşüncesi çevresel sorunların en önemli kaynaklarından biri olan gıda sanayiini, alternatif kaynak arayışlarına yönlendirmiştir (Yetim & Tekiner, 2020).

Son dönemde, dünya genelinde sürdürülebilirlik, hayvan refahı, tüketicilerin sağlık ile ilgili endişeleri ve kaynakların etkin kullanılmaması gibi küresel sorunlar, et ve et ürünlerinin arz ve talebinde önemli bir değişime yol açmıştır (Ball vd., 2021). Bu değişim, arz ve talebi geleneksel et ve et ürünlerinden farklı bitki bazlı alternatif gıdalara yönlendirmektedir (Singh vd., 2021).

Gıda ürünlerinde bitkisel protein kullanımı, hayvan hastalıkları, küresel hayvansal protein kıtlığı, dini hassasiyeti olan insanların uygun gıdalara erişme çabası, sağlıklı gıdalara olan güçlü talep ve ekonomik nedenlerden dolayı yıllar geçtikçe artmaktadır (Joshi & Kumar, 2015). Bu sebeplere bağlı olarak da vejetaryen gıdalar günümüz pazarında her zamankinden daha fazla rağbet görmekte ve vejetaryen veya vegan beslenmeyi benimseyen insanların sayısı günümüzde giderek artmaktadır (Ayyıldız & Ceyhun Sezgin, 2021; Balcı & Göktaş, 2023; Istudor vd., 2010).

Vejetaryenlik, beslenme tarzında bitkisel kökenli besinlerin ağırlıklı tüketildiği kişilere, vejetaryen ise, bitki kaynaklı gıdalarla beslenen, hayvansal kaynaklı besinleri ise hiç tüketmeyen veya çok az miktarda tüketen kişilere verilen addır (Karabudak, 2012). Vegan beslenme ise, hayvansal kaynaklı hiçbir gıda maddesinin tüketilmediği bir beslenme biçimidir (Gökçen vd., 2019).

Vejetaryenler, dünya genelinde sayıca az olsalar da son dönemde sağlıklı beslenme arayışlarındaki artış nedeniyle et tüketen bireyler de öğünlerinde vejetaryen ve vegan seçeneklerini tercih etmeye başlamışlardır. Bu da vegan beslenme tarzının giderek daha yaygın hale geldiğini göstermekte ve gıda pazarında farklı ürünlerin ortaya çıkma ihtiyacını tetiklemektedir (Son Tunçay, 2016; Yapıcıoğlu Ayaz, 2023). Vejetaryenlik, artık çağımızda bir beslenme türü değil, bir yaşam şekli ve dünya görüşü olarak değerlendirilmektedir (Son Tunçay, 2016). Vegan beslenme tarzının artması ile paralel olarak vegan gıda pazarı da önemli ölçüde büyüme göstermiştir (Binboğa & Demirbaş, 2023). Vegan gıda pazar büyüklüğü 2023 yılında 24,58 milyar dolar değerindeyken, bu pazarın 2028'de 42,86 milyar dolar değerine ulaşması beklenmektedir (Anonim, 2022a).

Dünyada vegan sayıları ile ilgili resmi istatistikler olmamakla birlikte, çeşitli kaynaklardan elde edilen verilere dayanarak, dünya nüfusunun yaklaşık %1,1'inin vegan olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2023; Osborn, 2023). Amerika'da 2018 yılında yapılan bir araştırmada Amerikalıların %5'inin vejetaryen ve %3'ünde vegan olduğu bildirilmektedir (Reinhart, 2018). 2022 yılında Avrupa'da yapılan bir çalışmada ise 2023 yılında vegan nüfusun Avrupa nüfusunun yaklaşık %3,2'sini temsil edeceği bildirilmiştir (Bombe, 2022). Almanya'da yapılan bir anket çalışmasına göre, 2022 yılında yaklaşık 8 milyon kişinin vejetaryen diyeti uyguladığı ve 1.58 milyon kişinin kendisini vegan olarak tanımladığı tespit edilmiştir (Rehder, 2023).

Türkiye, 2016-2017 yılı Euromonitor istatistik verilerine göre, vejetaryenlikte en hızlı büyüme yaşanan ilk 10 ülke arasında yer almaktadır (Anonim, 2019). Sia Insight'ın 2023 yılında Türkiye'de 15-55 yaş aralığını içeren kişilerle gerçekleştirdiği "Türkiye'nin Beslenme Alışkanlıkları" adlı çalışma bulgularına göre Türkiye'de kendisini vegan olarak tanımlayan kitlenin %1,8 olduğu ve vegan sayısının son üç yılda yaklaşık iki kat arttığı bildirilmektedir (Önder, 2023).

Dünyada vegan beslenme tarzını benimseyen insanların sayısının artması ile beraber vegan ürünlerin çeşitliliği ve bulunabilirliği de aynı ölçüde artmaktadır. Gıda sektörü için yasa düzenleyicilerin vegan ürünler için kanuni bağlayıcılığı olan şartları oluşturmaması vegan ürünler pazarının gelişmesinde bir engel olarak görülmektedir (Berthold, 2019).

Dünya vegan ürünler pazarında hangi ürünlerin en çok satıldığı ile ilgili herhangi net bir bilgi veya istatistik bulunmamaktadır. Twentify'nin 2021 yılında Türkiye'de 1010 kişi ile gerçekleştirdiği bir araştırmada katılımcıların en çok tükettiği vegan ürünlerin başında %39 ile makarna ve %38 ile bitkisel süt geldiği bildirilmektedir (Önder, 2021). 2020 yılında 65 katılımcı ile yapılan bir çalışmada ise katılımcılara sorulan "Hazır ambalajlı gıda sektöründe hangi vegan gıdaları satın alıyorsunuz?" sorusuna katılımcıların 15'i vegan peynir, 11'ü vegan süt cevabını vermiştir. Diğer katılımcılardan 8'inin satın almada tofuyu tercih ettiği, 7'sinin soya kıymasını tercih ettiği, 5'inin bezelye proteinini tercih ettiği, 4'ünün vegan köfte-kebab gibi ürünleri tercih ettiği 4'ünün vegan sosis-sucuk, 2'sinin vegan pizza ve 1'inin de mayonezi satın almada tercih ettiği ifade edilmiş olup, 8 katılımcı ise hazır vegan gıda almadığını belirtmiştir (Akkan & Bozyiğit, 2020).

Vegan beslenmenin ve vegan gıda pazarının her geçen gün büyümesine karşılık bu tez çalışmasına konu olan vegan köfte ile alakalı ülkemizde yapılan bilimsel çalışma sayısı çok azdır. Bu çalışmada temelde fasulye ve yeşil mercimek protein kaynakları ile desteklenmiş ve havuç ile bağlayıcılığı artırılmış vegan köftenin çeşitli fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve tekstürel özellikleri incelenerek, kabul edilebilir vegan köfte formülasyonunun optimize edilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Birleşmiş Milletlerin çalışmalarına göre, dünya nüfusunun 8 yıl sonra 8,5 Milyara, 21 yüzyılın ortalarında 9,7 milyara ve 2080’li yıllarda da 10,4 milyar insan ile en üst seviyeye çıkacağı ve bu seviyede kalacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2022b). Bu nüfus artışı da protein talebinde artışa neden olmaktadır. Et ve süt ürünleri gelişmiş ülkelerin nüfuslarının büyük çoğunluğu için birincil protein kaynağıdır. Ancak bu protein kaynağının karşılanması için önemli miktarlarda araziler, meralar, hayvan yemi ve su gibi kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır (Godfray vd., 2018). Bu durum, çevreye ve doğaya zarar vermeden dünya nüfusunu beslemenin nasıl gerçekleştirilebileceği konusunda endişelere sebep olmaktadır (Kyriakopoulou vd., 2019).

Bitki bazlı gıdaların kullanımı, beslenme ihtiyaçlarının dengeli bir şekilde karşılanmasına ve gıda talebinin sürdürülebilir olmasına katkıda bulunarak, bu endişelere çözüm sunabilir (Dekkers vd., 2018). Piyasada, genellikle soya ve buğday glüteninden elde edilen bitki bazlı protein alternatifleri bulunmaktadır. Ancak, etin gerçekçi taklidi ve işlevselliği ile öne çıkan et analoglarının geliştirilmesi, bu alandaki ilerlemeleri bir adım daha ileriye taşımaktadır. Özellikle tüketici tercihleri göz önünde bulundurulduğunda dokusal ve duyuşal özellikler, aslında belirli ürün gereksinimlerini karşılamak için odaklanılan temel hedeflerdir (Dekkers vd., 2018). Et analogları, esas olarak bitkisel proteinlerden elde edilen, et kasının fibriler yapısını taklit eden lifli bir bitkisel protein matrisinden oluşur (Caporgno vd., 2020). Bu ürünler, çeşitli katkı maddeleri eklenerek ve farklı işleme yöntemleri uygulanarak ete benzetilmeye çalışılan gıdalardır ve bu gıdalar toplumun tüketim alışkanlıklarında her geçen gün önemini artırmaktadır (Kyriakopoulou vd., 2021).

Et analogları için alternatif protein kaynaklarının seçiminde ise işleme teknikleri az olan, çevreye zarar vermeyen, sürdürülebilir olan, protein ve amino asit içeriği açısından hayvansal kaynaklar ile mukayese edilebilir hammaddeler öne çıkmaktadır (Kyriakopoulou vd., 2021). Gerek diğer özellikler, gerekse amino asit ve protein içeriğine bakıldığında, hammadde olarak; soya, buğday gluteni, yer fıstığı, baklagiller (fasulye, nohut, yeşil mercimek, bezelye, vb.), bitkisel tohumlar, mısır, mantarlar ve algler kullanılmaktadır. Et analoglarının belirlenmesinde önemli

olan proteinler, ürüne çözünürlük, emülsifikasyon, köpük oluşumu, lezzet bağlama, uygun viskozite sağlama, jelleşme ve tekstüre etme gibi birçok yapısal özellik kazandırır. Bu özellikler, bitkisel bazlı et alternatiflerinin istenen doku ve lezzet özelliklerine sahip olmasını sağlar (Boye vd., 2010; P. Kumar vd., 2017; Malav vd., 2015). Aroma artırıcılar, bağlayıcılar, renklendiriciler, tekstüre edici ajanlar ise ürüne istenilen özellikleri kazandırabilmek amacı ile katılmaktadır (Bohrer, 2019; P. Kumar vd., 2017; Malav vd., 2015). Et analogu olarak kullanılabilen sebzeler ise (havuç, domates, patlıcan, pancar, bal kabağı, vb.) ürüne renk ve lezzet vermek amacı ile veya ürünün lezzetinin ve renginin korunması amacı ile katılabilmektedir (Costa-Catala vd., 2023). Yine bitki kaynaklı et ürünlerine, etin kendine has olan rengini verebilmek için rengi kırmızı veya kırmızıya yakın olan meyveler, pancar ve havuçtan elde edilen özler kullanılabilmektedir (Zanteson, 2021).

2.1 Baklagiller

Fasulye, mercimek, bakla, nohut, bezelye ve börülce bakliyat adı verilen ve insanlar tarafından çok yönlü faydalanılan baklagil türleridir. Bu ürünler, hasat edildikten sonra kurutulması ile yıllarca saklanabilen ucuz protein kaynaklarıdır. Bu ürünlerin farklı formları (kızartılması, kavrulması, püre veya un haline getirilmesi, vb.) vejetaryenler ve veganlar tarafından tüketilebilen gıda kaynakları arasında yer alabilmektedir (Kahraman, 2023). İnsan beslenmesi için önemli olan A ve B vitaminlerini, proteinleri, özellikle esansiyel amino asitlerden lizin, lösin ve izölisini (Şehirali, 1988) ve demir, çinko, potasyum, manganez gibi sağlığın korunmasında önemli rol oynayan mineralleri içermesi, baklagilleri önemli bir alternatif gıda haline getirmektedir (Hardeman, 2021). Bitkisel proteinlerin ana kaynağı olan bu baklagiller, binlerce yıldır dünyada ve ülkemizde insan beslenmesinde son derece önemli bir rol oynamış (Akova, 2009) ve son zamanlarda et analogu hazırlamak için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Osen & Schweiggert-Weisz, 2016).

2.1.1 Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)

Ülkemizde nohut ve mercimeğin ardından en çok ekilen bakliyat türü olan kuru fasulye (Aydoğan vd., 2015), iklim ve toprak istekleri bakımından ülkemizde ve dünyada geniş ekilebilme alanına sahiptir (Varankaya & Ceyhan, 2012).

Kuru fasulye genel olarak %22,50 protein, %2,60 yağ, %11,20 nem, %3,90 kül, %8,74 ham lif ve %39,60 nişasta içermektedir (Türksoy, 2018). Fasulyenin proteini bolca barındırması, karbonhidratlarca yeterli, K, Ca, Mg ve P gibi minerallerin bünyesinde çok fazla bulunması ayrıca çeşitli vitaminleri bünyesinde içermesinden dolayı oldukça iyi bir bitkisel protein kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Akçin, 1988).

Et analogları arasında yer alan fasulye protein ekstraktlarının hem besleyicilik açısından, hem de ürüne fonksiyonel ve teknolojik nitelikler kazandırmasından dolayı en çok tercih edilen ürünler arasında olabileceği bildirilmiştir (Huang vd., 2018; Nadathur vd., 2016). Bunların yanında fasulye proteinlerinin, yüksek su bağlama kapasitesine sahip oldukları ve ürün tazeliğini koruyarak raf ömrünü uzattıkları ifade edilmiştir (Bildstein vd., 2008).

2.1.2 Yeşil Mercimek (*Lens culinaris*)

Nohuttan sonra ülkemizde en fazla tarımı yapılan bakliyat ürünü (Aydoğan vd., 2015; Özkaya, 2013) olan mercimeğin %78'ini kırmızı mercimek %22'sini de yeşil mercimek oluşturur. Kırmızı mercimek genel olarak ülkemizin güneydoğusunda, yeşil mercimek ise iç bölgelerimizde ve geçit bölgelerinde yetiştirilmekle (Özkaya, 2013) beraber, yağsız iklimi olan yerlere, zor mevsim koşullarına ve çorak topraklara iyi bir uyum sağlayarak, başarılı şekilde tarımı yapılabilmektedir (Lázaro vd., 2001).

Yeşil mercimek genel olarak %20,70 protein, %2,10 yağ, %12,00 nem, %1,90 kül, %6,95 ham lif ve %46,50 nişasta içermektedir (Türksoy, 2018). Yeşil mercimeğin yüksek oranda protein içermesi, A, B, C, D vitaminlerini ve demir, magnezyum, kalsiyum, fosfat ve potasyum gibi mineral maddeleri içermesi bakımından oldukça zengin bir bakliyat türüdür (Şehirali, 1988). Mercimeğin lesin, izölesin, lisin, fenilalanin ve valin gibi önemli aminoasitleri bünyesinde barındırmasından dolayı proteinleri çok kalitelidir (Saint-Clair, 1972). α -hidroksiarginin, α -hidroksiornitin ve homoarginin gibi sadece yeşil mercimekte bulunan bu serbest haldeki amino asitleri yeşil mercimeğin bünyesinde barındırması, bu bakliyat bitkisinin besleyicilik özelliğinin yüksek olmasının diğer bir önemli sebebidir (Sulser & Sager, 1974).

Besleyici özelliklerinin yanı sıra, et analogu olarak kullanılabilen yeşil mercimeğin jelleşme, emülsifiye etme ve üstün köpürme özellikleride sergilediği

(Shrestha vd., 2023) ayrıca yeşil mercimek protein konsantrelerinin ve protein izolatlarının çok iyi derecede su ve yağ absorblama kapasitesi gösterdiği literatürde bildirilmiştir (Poshadri & Pawar, 2021).

2.2 Havuç (*Daucus carota*)

Et analoğu olarak kullanılabilen sebzeler (Havuç, domates, patlıcan, pancar, bal kabağı, vb.) ürüne renk ve lezzet vermek amacı ile veya ürünün lezzetinin ve renginin korunması amacı ile katılabilmektedir (Costa-Catala vd., 2023). Et ürünlerinin fizikokimyasal, renk, doku ve duyuşsal özellikleri, meyve veya sebze ile değiştirilmesinden etkilenir ve bu ürünlerin eklenmesi ürünlerin yüksek vitamin, doğal renklendirici, mineral, polifenol ve ham lif içeriğine katkıda bulunur (Salehi, 2021). Yüksek oranda biyoaktif bileşik içeren meyve ve sebze işleme yan ürünlerinin çoğu, fonksiyonel gıdaların tasarımında, doğal katkı maddeleri, antioksidanlar, antimikrobiyaller, boyalar, tatlandırıcılar ve kıvam artırıcılar olarak kullanılabilir (Ayala-Zavala vd., 2011). Gıda sektöründe, fonksiyonel gıdaların hızla büyüdüğü ve daha önemli hale geldiği düşünüldüğünde, bu ürünlerin fonksiyonel bileşiklerin kaynağı olarak keşfedilmesi ve gıdalara uygulanması umut verici şekilde gelişmektedir (Fernández-López vd., 2004). Bu sebzelerden biri olan havuç; ekonomik olarak değerlendirildiğinde dünyada en önemli 10 sebzedен biri olup (Stolarczyk & Janick, 2011), yüksek β -karoten içeriğine sahip beslenme açısından önemli (Sharma, 2018), endüstriyel potansiyeli yüksek bir gıda maddesidir (Tatlıdil, 2000). Havuç, yaklaşık olarak % 88 su, %1 protein, %7 karbonhidrat %0,2 yağ ve %3 liften meydana gelmiş olup, karbonhidrat içeriğinin neredeyse tamamının şekerlerden oluştuğu ve çok az miktarda nişasta içerdiği bildirilmiştir (Çümen & Bostancı, 2021).

2.3 Köfte

Pişmemiş hamburger köfte TSE 10580 standardına göre “Hamburger köfte; kasaplık dana gövde etleri, kasaplık koyun gövde etleri, kasaplık kuzu gövde etlerinin bir veya birkaçı kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ve sinirlerinden ayıklandıktan sonra yemeklik tuz, gerektiğinde iç yağı, böbrek yağı, hindi yağı, kuyruk yağlarından biri veya birkaçı ile galeta unu, patates unu, yenilebilir soya fasulyesi unu, nişasta, soya proteinlerinden biri ve birkaçı ile lezzet verici maddelerle, gerektiğinde de katkı maddelerinden biri veya birkaçı ilave edilip

çekilerek, kıyma haline getirilmesi ve homojen hale gelinceye kadar, karıştırılmasıyla hazırlanan karışımı ifade eder (TSE, 2002)". Hamburger köftenin kimyasal özellikleri aşağıdaki Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Hamburger köftenin kimyasal özellikleri (TS 10581)

Özellikler	Sınırlar
Rutubet	En çok %65 (m/m)
Tuz	En çok %2 (m/m)
Toplam protein	En az %12 (m/m)
Toplam yağ	En çok %25 (m/m)
Toplam nişasta	En çok %5 (m/m)
Boyar madde	Bulunmamalı
Hiroksiprolin	En çok 225 mg/100g
Kokuşma deneyi	Negatif
Peroksit sayısı (Ekstrakte edilen yağda)	En çok 3 mEq, d/kg

2.3.1 Vegan Köfte

Vegan köfte ile ilgili literatürde kabul görmüş bir tanım bulunmamakla beraber; genel olarak vegan köfte, et yerine bitkisel malzemeler kullanılarak yapılan bir köfte çeşididir. Temel olarak baklagiller (fasulye, mercimek, nohut, vb.), sebzeler (havuç, bezelye, vb.), tahıllar (yulaf, kinoa, vb.) ve çeşitli baharatlar içerir. Bu malzemeler bir araya getirilerek yoğrulur ve köfte şekline getirilir. Vegan köfteler et içermediği için vejetaryenler ve veganlar için uygun bir protein kaynağıdır ve genellikle sağlıklı, besleyici ve çevre dostu bir alternatif olarak tercih edilir.

2.3.2 Literatür Bildirileri

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifi ilavesinin, köftelerin çeşitli fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikler ve tekstürel parametrelerin üzerinde etkisi olduğunu ve %4 havuç lifi kullanılarak üretilen az yağlı hamburgerlerin en beğenilen hamburger olduğu bildirilmiştir (Güven, 2010).

Çeşitli meyve ve sebze suları (nar, havuç, karpas biberi) kullanımının et köftelerinin kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir yüksek lisans çalışmasında, kontrol örneğine göre, katkılı köfte örneklerinin pH'sı ile birlikte L*

değeri (1. günde), çok önemli ($p<0.01$) seviyede azalmıştır. Duyusal parametlerden tatlılık ve genel beğeni arasındaki farklılık çok önemli ($p<0.01$), dağılma parametresi farklılığı önemli ($p<0.05$), duysal parametrelerden geriye kalan özellikler ise önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte, tatlılık ve dağılma parametreleri bakımından, kontrol örneğine oranla, meyve/sebze suyu katkılı köfte örneklerinin daha tatlı ve ağızda daha iyi bir şekilde dağıldığı sonucuna varıldığı bildirilmiştir (Papatya, 2024).

Çiğ köfte üzerine yapılan bir çalışmada nihai üründe %3 olacak seviyede çiğ köftelere inulin, inulin/oligofruktoz, bezelye, havuç ve limon lifi ilave edilmiş ve son üründe çeşitli fizikokimyasal, duysal ve tekstürel analizler yapılmıştır. Eklenen liflerin çiğ köfte karışımlarının nem değerleri üzerinde etkisi önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. Havuç lifinin ekli olduğu çiğ köfte numuneleri, tekstürel bakımdan en yüksek sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik değerlerini almıştır. Bununla beraber inulin ve inulin/oligofruktoz içeren grupların ise genel beğeni açısından en yüksek puanı aldığı ifade edilmiştir (Altuntaş, 2015).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı çalışmada havuç lifi içeren örneklerin duysal analiz sonuçlarının daha iyi olduğu, limon lifi içeren örneklerin pişirme verimi, büzülme nem ve yağ tutma bakımından daha iyi özellikler gösterdiği ve %2'ye kadar havuç lifi ilaveli hamburgerlerin, normal hamburgerlere göre hem duysal açıdan, hem de tekstürel açıdan benzediği bildirilmiştir (Demirok Soncu vd., 2015).

Bitkisel kökenli ilaveler ile tavuk köftelerinin geliştirilmesi amacı ile tavuk köftelerine %14, %18 ve %22 havuç ve turp ezmesinin katıldığı çalışmada %14 havuç ezmesi içeren tavuk köftelerinin optimum puan sergilediği, emülsiyon stabilitesi ve pişirme veriminin ise kontrol ile karşılaştırılabilir olduğu, ayrıca turp ve havuç ezmesi ilavesinin köftelere herhangi olumsuz bir etkisi olmadığı ve köftelerde bağlayıcı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Mundhe vd., 2024).

Buğday kepeği ve kurutulmuş havuç posası ilavesinin tavuk sosisinin kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada tavuk sosilerine %3, %6, %9 seviyelerinde ayrı ayrı buğday kepeği ve havuç posası eklenmiş ve ürünlerde fizikokimyasal, duysal ve tekstürel analizler yapılmıştır. Buğday kepeği ve havuç posası ilavesinin artması ile ürünlerin duysal kabul edilebilirliklerinde %3 seviyesinden sonra azalma olduğu, nem içeriğinin tüm işlem görmüş sosislerde

azaldığı, sosislerde buğday kepeği ve havuç posası miktarı arttıkça kontrol örneğine kıyasla, daha sert ve daha az yapışkan bir yapı oluştuğu, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde buğday kepeği ile muamele edilmiş sosislerde %6, havuç posası ile muamele edilmiş sosislerde ise %9 düzeyinde önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca protein içeriğinin %6 ve %9 havuç posası içeren sosislerde önemli ölçüde azaldığı, yağ içeriğinin ise tüm buğday kepeği ilaveli formülasyonlarda ve %3 havuç posası ilaveli formülasyonlarda kontrol grubuna göre azaldığı bildirilmiştir (Yadav vd., 2018).

Siyah havuç konsantresinin geleneksel Türk kuru fermente sucuğunun bazı fizikokimyasal, tekstürel, biyoaktif, aroma ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri adlı çalışmada siyah havuç kullanımının sertlik değerlerinde bir etki göstermediği, ancak son ürünün yapışkanlık özelliklerini iyileştirdiği, siyah havuç konsantre miktarı artarken esneklik değerinde ve pH değerinde azalma olduğu ifade edilmiştir (Ekici vd., 2015).

%5 pirinç unu, %5 soya unu ve %5 mercimek unu ile hazırlanan tavuk köftelerinin fizikokimyasal özellikleri ve duyuşal niteliklerinin araştırıldığı çalışmada, %5 soya unu içeren köftelerin %5 pirinç unu ve %5 mercimek unu içeren köftelere ve kontrol köftesine kıyasla daha yüksek pH, daha yüksek pişirme verimi, daha düşük pişirme kaybı, daha fazla nem, daha fazla protein ve daha fazla yağ içerdiğini göstermiştir ($P<0.05$). Ayrıca soya ununun, diğer unlara göre daha iyi duyuşal niteliklere (görünüm, lezzet, sululuk, doku ve genel kabul edilebilirlik) sahip olduğu ve tavuk köfte için en iyisinin olduğu ifade edilmiştir (Rautl vd., 2011).

Momtaze hamburgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek ununun eklenip kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, mercimek ve nohut unu miktarının arttıkça hamburgerlerin yağ ve protein oranının arttığı, sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılık değerlerinin önemli ölçüde arttığı, en yüksek pH değerlerinin ve en düşük büzülme oranının %12 mercimek ilaveli hamburgerlerde olduğu bildirilmiş ve %4 mercimek unu veya nohut unu ilaveli hamburgerlerin kontrol grubuna en yakın örnekler olduğu ifade edilmiştir (Motamedi vd., 2015).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyuşal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre köftelerin pişme verimi %69,33 - %77,87

aralığında, pH ortalama değerleri ise 6,12 – 6,84 aralığında bulunmuştur. Beluga mercimeği ilaveli köftelerin genel beğeni açısından en yüksek puanı aldığı, en az beğenilen grubun ise fasulye ilaveli köftelerin olduğu bildirilmiştir (Ersoy, 2022).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, köftelere %2, %4, %6 ve %8 oranlarında börülce katılmış ve yapılan analizler sonucunda pH değerlerinin kontrol örneğine kıyasla arttığı fakat istatiki bir önemi olmadığı ($p>0.05$), nem değerinin azaldığı, protein oranlarının kontrol örneğine kıyasla ($p<0.05$) arttığı, L* değerlerinin arttığı fakat istatistiki bir önemi olmadığı ($p>0.05$), a* değerlerinin ($p<0.05$) arttığı, görünüş değerlendirmesinde elde edilen değerlerin kontrol örneğine göre %8 börülce unu ilaveli köftelerde düştüğü ($p>0.05$), renk açısından ise %2, %6 ve %8 börülce unu içeren örneklerde düştüğü ($p>0.05$) bildirilmiş olup, en iyi sonucun %4 börülce unu ilaveli köftelerde alındığı sonucu bulunmuştur (Kahraman, 2021).

Mercimeğin besinsel, fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmada bütün mercimeklerin (ham, pişmiş ve izolat) protein oranının yükselmesi ile ürünlerin, yağ ve su tutma kapasitelerinin de arttırdıkları gözlemlenmiştir (Aryee & Boye, 2017).

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, börülce unu ve mercimek unu ilaveli köftelerin daha yüksek pişirme verimi gösterdiği sonucu bulunmuştur. Yine en yüksek yağ ve nem tutma değeri börülce unu ve mercimek unu ilaveli köftelerde bulunmuştur. Bunların yanında börülce unu ilaveli köftelerin en düşük çap küçülmesi değeri gösterdiği, börülce unu ve nohut unu ilaveli köftelerin yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu sonucu bulunmuş olup, tüm köfte uygulamalarının duyusal değerlendirmelere göre yüksek kabul edilebilirliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

%5 oranında tahıl ve baklagil unlarının sığır köftelerine katıldığı çalışmada, katılan unların, köftelerde protein değeri ve yağ değeri üzerindeki tesiri önemli bulunmakla beraber bu unların, köftelerde pişme verimini, yağ tutma değerini ve nem değerini artırdığı, diğer yandan köftelerin çap azalması değerini azalttığı sonucu bulunmuştur. Nohut unu ilaveli sığır köftelerinin duyusal açıdan en çok beğenilen köfte olduğu, en az beğenilen köftenin de sarı mercimek ilaveli sığır köfteleri olduğu çalışma sonucunda bildirilmiştir (Kurt & Kılınççeker, 2012).

Bakliyat ve tavuk ile yapılan hibrit et burgerlerin özelliklerinin karakterize edilmesi üzerine yapılan çalışmada tavuk burgerlere %25, %50 ve %75 oranlarında sarı bezelye, nohut ve mercimek eklenerek, ürünlerde kimyasal ve tekstürel analizler yapılmış ve pişirme özellikleri değerlendirilmiştir. İlave edilen tüm bakliyatların yağ ve nem içeriğini azalttığı, pişirme özelliklerini geliştirdiği, nohut ve mercimek ilave edilen burgerlerin protein oranı azalmazken, sarı bezelye ilaveli burgerlerin protein oranının azaldığı bildirilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve burgerler üzerinde çeşitli analizler yapılmıştır. Mercimek ilaveli dana burgerlerin kontrol grubuna göre yağ tutma oranlarının genel olarak arttığı, nem oranının arttığı, pişme veriminin önemli ($p<0.05$) ölçüde arttığı, çap azalmalarında önemli ($p<0.05$) ölçüde düşme meydana geldiği, sululuk oranının %6 mercimek ilavesi ile önemli ölçüde arttığı, %12 mercimek ilavesi ile de önemli ölçüde düştüğü, genel kabul edilebilirlik puanının %6 oranında yeşil mercimek ilavesi ile yükseldiği, mercimek ilavesinin %6'dan %12'ye çıkarılması ile düştüğü, kesme kuvveti ve esneklik değerinin hem mikronize mercimek hem de mikronize olmayan mercimek ile önemli ölçüde düştüğü, sertlik değerinin %6'lık hem mikronize mercimek hem de mikronize olmayan mercimek ilavesi ile düştüğü bildirilmiştir (Der, 2010).

Liflerin (inülin, havuç, selülöz) çiğ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiği çalışmada lif kaynakları ve seviyelerinin pH üzerinde önemli farklılıklara sebep olduğu, çiğ ve kızarmış ürünlerin renk özelliklerini olumlu yönde geliştirdiklerini ve pişmiş örneklerde selülöz ve havuç liflerinin pişirme verimini, nem emilimini ve çap küçültme değerlerini olumlu yönde etkilediği bildirilmiş olup, %3 inülin, %9 havuç ve %6 ve %9 selülöz lifinin köfte üzerinde daha olumlu etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018).

Katma değerli dana burgerin kalitesi ve kabul edilebilirliği üzerine yapılan çalışmada, dana burgerlerde kullanılan etin %20'si çıkarılarak yerine soya granülleri ve havuç - bezelye karışımı ilave edilmiş ve dana burger köfteleri üretilmiştir. Havuç ve bezelye karışımı burgerlerin pişmiş örneklerde lezzet ve sululuğu önemli ölçüde düşürdüğü, diğer duyu özelliklerinde önemli bir farklılık göstermediği, havuç – bezelye karışımı burgerlerin, en yüksek pişirme kaybı

yüzdesine sahip olduğu ve nem oranını önemli ölçüde artırırken, yağ oranını ise düşürdüğü bildirilmiştir (Kassem & Emara, 2010).

%3, %6, %9 ve %12 havuç lifinin kuru fermente sosislerde etkisinin incelendiği araştırmada ürünlerde çeşitli fizikokimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler ve duyuşsal değerlendirmeler yapılmıştır. Havuç ilavesi katkılı sosislerin pH'sının olgunlaşma süreci boyunca ve sertlik ve sıkıştırma gibi parametrelerin ise %3'ün üzerindeki havuç lifi ilavesi ile önemli oranda etkilendiği bildirilmiştir (Eim vd., 2008).

Yaşlılar için ilave protein içerikli sığır köftesi geliştirilmesi adlı çalışmada köftelere %3 ve %7 oranlarında bezelye protein izolatı, pirinç protein ve mercimek unu katılarak elde edilen sığır köftelerinin teknolojik ve raf ömrü parametrelerinin 12 gün boyunca değerlendirildiği çalışmada özet olarak, mercimek unu ilavesinin kontrol örneğine göre ürünün sertliğini, yapışkanlığını, sakızimsılığını ve çiğnenebilirliğini azalttığı bildirilmiştir (Baugreet vd., 2016).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatı kullanılmıştır. %1 ve %5 seviyesindeki fasulye protein izolatının nem tutma kapasitesinin kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) oranda arttığı, %3 seviyesinin ise etkisinin anlamlı olmadığı ($p>0.05$), L^* kabuk renk değerlerinin kontrol örneğine kıyasla izolat oranı arttıkça önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı, L^* (İç) değerlerini de %1 ve %3 seviyesinde azalttığı ($p<0.05$) ve %5 seviyesinde ise artırdığı ($p>0.05$), a^* kabuk değerinin %3 ve %5 protein izolat katkılı köftelerde, a^* iç değerinin ise %1 ve %5 protein izolat katkılı köftelerde kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı, b^* dış renginin izolat oranı arttıkça bütün seviyelerde önemli ($p<0.05$) oranda arttığı, b^* iç renginin ise önemli ($p<0.05$) oranda düştüğü, bütün seviyelerde sertlik değerinin kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede düştüğü, esneklik değerinin ise %3 ve %5 seviyelerinde kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

%5, %10 ve %20 seviyelerinde mercimek püresi kullanılarak üretilen hamburgerlerin, kontrol grubuna göre, pH değerinin ve su tutma kapasitenin ($p<0.05$) arttığı, kalınlık artışını ve büzülme oranını kontrol grubuna göre azalttığı ($p<0.05$), %5 mercimek pürelili hamburgerlerin en çok beğenilen hamburger olduğu %20 mercimek pürelili hamburgerlerinde en beğenilmeyen hamburger olduğu bildirilmiştir (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada ise en yüksek su tutma kapasitesinin mercimek unlu burgerlerde olduğu, pişirme verimlerinin bakliyat unu arttıkça arttığı, en yüksek L* değerlerine nohut ve fasulye unu ilaveli burgerlerin sahip olduğu, en düşük b* değerinin mercimek unu ilaveli burgerlerde olduğu, görünüş açısından en düşük puanı mercimek unu ilaveli burgerlerin, en yüksek puanı da fasulye unu ilaveli burgerlerin aldığı, mercimek unu ilaveli burgerlerin daha az kabul gördüğü, fasulye unu ilaveli burgerlerin genel olarak sertlik değerini artırdığı bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Farklı baklagil unlarının katılması ile köftelerin pH değerlerinde önemli farklılıkların bulunmadığı, bütün yağ seviyelerinde nem içeriklerinde önemli farklılıklar olduğu, %10 yağ seviyesinde kontrol grubu ve mercimek ve nohut unu ile formüle edilmiş köftelerde yağ içeriğinde önemli farklılıklar bulunduğu, en yüksek pişirme verimine ise %10 yağ seviyesinde mercimek unlu ilaveli köftelerin sahip olduğu bildirilmiştir (Zaki, 2021).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. %100 adzuki fasulyesi içeren köftelerin en yüksek pişirme verimine ve daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu, adzuki fasulyesi miktarı arttıkça köftelerin sertliği ve çiğnenebilirliğinin arttığı, hafifliklerinin ve sarılıklarının ise azaldığı, protein içeriğinin kontrol grubuna göre aynı kaldığı, %25 ve %50 adzuki fasulyesi içeren köfte örneklerinin kontrole kıyasla önemli bir fark göstermediği ancak panelistler tarafından en yüksek kabul edilebilirlik puanını aldığı bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Bezelye, yeşil mercimek ve fasulye içeren bakliyatlar ile sebzeli hamburger köftesi üzerine yapılan bir çalışmada kontrol örneğine göre fasulye ve yeşil mercimek ilaveli köftelerin pişirme verimlerinin önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı, yeşil mercimek ve fasulye ilaveli hamburgerlerin lezzet puanlarının kontrol örneğinin altında kaldığı, görünüm puanlarının kontrol örneğine kıyasla düştüğü ($p>0.05$), genel kabul edilebilirlik puanlarının kontrol örneğine kıyasla ($p<0.05$)

düştüğü ve mercimek ilaveli köftelerinde sertlik değęerinin kontrol örneğine kıyasla düştüğü bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, lif ilavesinin genel olarak tavuk köftelerde kaliteyi artırdığı, tavuk köftelerde havuç lifi kullanımının pişirme veriminin üzerinde etkili olduğu ve tavuk köftelerin çaplarını artırdığı bildirilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Domuz hamburger köftesine %0 (kontrol grubu), %2, %4, %6 ve %8 oranlarında katılan siyah havucun hamburger köftelerinin özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada; %8 siyah havuç içeren köftelerin pişirme kaybının en düşük olduğu, siyah havuç miktarı arttıkça L* değęerinin düştüğü, a* ve b* değęerlerinin ise yükseldiği, ayrıca siyah havuç miktarı arttıkça köftelerin sertliğinin ve iğnenebilirliğinin azaldığı, esnekliğin arttığı ifade edilmiş olup, en iyi tüketici kabul edilebilirliğinin %4 siyah havuç ilaveli köfteler olduğu bildirilmiştir (Ko & Yoo, 2018).

Soya (kontrol), bakliyat (bezelye, mercimek ve fasulye) ve mikroalgal (*Chlorella* ve *Spirulina*) proteinleri ile hazırlanan sığır eti köftelerinin fizikokimyasal parametrelerinin ve tekstürel parametrelerinin incelendiği çalışmada pH değęerinde köfteler arasında önemli farklılıklarının olduğu, tekstürel parametrelerin 6 sığır köftesi arasında benzer özellikler gösterdiği sonucu bulunmuş ve çalışılan tüm parametreler göz önüne alındığında, fasulye proteini ile hazırlanan sığır eti köftesi, benzer besin içeriği ve tat profili ve daha yüksek amino asit içeriği göstermesi nedeniyle soya proteinine alternatif bir protein kaynağı olarak değęerlendirilebileceęi bildirilmiştir (Žugić vd., 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Tez çalışmasında kullanılan yeşil mercimek, fasulye, ayçiçek yağı, galeta unu, tuz ve baharatlar (kırmızıbiber, karabiber, kimyon, kekik ve yenibahar), Bolu’da bulunan ulusal bir mağazadan, soğan, maydanoz, havuç ise Bolu piyasasında bulunan manavlardan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan fasulyenin çeşidi dermason fasulye, yeşil mercimeğin çeşidi ise sultani olup, çalışmalarda 2023 yılının mahsulleri kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Materyalin Hazırlanması ve Köfte Üretimi

Vegan köfteler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ar-Ge laboratuvarında yapılmıştır. Köftelerin üretiminde kullanılan hammaddelerden yeşil mercimek helvane tencere içerisinde ve fasulye düdüklü tencere içerisinde çok yumuşak bir yapı olmayacak şekilde su ile haşlanarak pişirilmiştir. Pişirme işleminden sonra yeşil mercimek ve fasulye elek yardımı ile süzülerek fazla suyu uzaklaştırılmış ve sonrasında 3,5 mm’lik aynaya sahip kıyma makinesinden (Alveo, Türkiye) geçirilerek köfte yapılması için oda şartlarında soğutularak hazır hale getirilmiştir. Havuç ise, yıkanmasından ve kabuklarının ayrılmasından sonra 3 - 5 cm olacak şekilde doğranarak yine helvane tencere içerisinde çok yumuşak bir yapı olmayacak şekilde pişirilmiştir. Pişirilmiş havuçlar, fazla suyundan arındırılması için elek yardımı ile süzölmüş ve sonrasında 3,5 mm’lik aynaya sahip kıyma makinesinden geçirilerek köfte yapılması için oda şartlarında soğutularak hazır hale getirilmiştir.

Yeşil mercimek, fasulye ve havuçtan Mixture Design yöntemine göre 10 farklı kombinasyon oluşturulmuş olup (Tablo 3.1.), bu kombinasyonlara daha önceden belirlenen oranlarda diğer hammaddeler ve baharatlar karıştırılarak (%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) yoğurma makinesinde (Kenwood, Japonya) homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen köfte hamurları 50 mm çapında ve 12,5 mm yüksekliğinde olacak

şekilde boyutlandırılmış, sonrasında ise +4 °C'deki buzdolabında (Arçelik, Türkiye) yaklaşık olarak 12 saat dinlendirilmiştir. Dinlendirilen köfteler pişirilmeden hemen önce buğday unu ile kaplanmış ve sonrasında ise tava içerisine 50 mL ayçiçek yağı ilave edilerek eşit ısılarda ve aynı pişirme teknikleri kullanılarak yaklaşık olarak 8 dakika doğalgazlı ocakta (Arçelik, Türkiye) pişirilmiştir. Köfte üretim akım şeması EK 1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Deneme kombinasyonları

Deneme No	% Yeşil Mercimek (X ₁)	% Fasulye (X ₂)	% Havuç (X ₃)
1	0,00	0,00	100,00
2	0,00	33,34	66,66
3	0,00	66,66	33,34
4	0,00	100,00	0,00
5	33,34	0,00	66,66
6	33,34	33,34	33,34
7	33,34	66,66	0,00
8	66,66	0,00	33,34
9	66,66	33,34	0,00
10	100,00	0,00	0,00

3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.2.1 pH Tayini

Darası alınmış temiz bir kaba, köfte örneklerinden 10'ar g numune alınarak, üzerlerine 100 mL saf su eklenmiştir. Elde edilen su-köfte karışımı homojenizatörde (Waring Commercial Blender, ABD) iyice parçalandıktan sonra, köfte örneğinin, uygun tampon çözeltiler ile kalibrasyonu yapılmış 0,01 hassasiyetli pH Metre (Hanna, Almanya) ile pH değerleri ölçülmüştür (Gökalp vd., 1999). Köftelerdeki pH ölçümleri 2 paralelli yapılmıştır.

3.2.2.2 Nem Tayini

Daha önce sabit ağırlığa getirilen cam petri kaplarına, hassas terazide (Ohaus, Amerika) köfte örneklerinden 3-5 g arasında numune olacak şekilde tartıldıktan sonra, numuneler 105±1 °C'deki ayarlı etüvde (Venti Line VWR, Belçika) en az 4 saat olacak şekilde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler daha sonra desikatöre alınarak, sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir. Desikatörde soğuyan

örnekler dikkatli bir şekilde desikatörden çıkartılmış ve hassas terazide tartılarak nem değeri % cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

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

M₀ : Kurutmada işleminden önceki köfte örneğinin ağırlığı (g)

M₁ : Kurutmada işleminden sonraki köfte örneğinin ağırlığı (g)

3.2.2.3 Yağ Tayini

3 ila 5 g arasında değişen köfte numuneleri sabit tartıma gelene kadar 105±1 °C'deki ayarlı etüvde (Venti Line VWR, Belçika) kurutulduktan sonra, Soxhlet kartuşlarına konularak, çözücü olarak petrol eterinin (Merck) kullanıldığı Soxhlet ekstraksiyon düzeneğinde yaklaşık 6 saat yağ ekstraksiyonu yapılmış ve yağ oranı % cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

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

M₀ : Ekstraksiyon işleminden önceki yağ balonu ağırlığı (g)

M₁ : Ekstraksiyondan işleminden sonraki yağ balonunun ağırlığı (g)

m : Kurutmada işleminden önceki köfte örneği miktarı (g)

3.2.2.4 Protein Tayini

Köfte örneklerinden 2 ila 4 g arasında olacak şekilde numune alınıp tartıldıktan sonra Kjeldahl prensibine göre, önce % cinsinden ham azot miktarı belirlenmiş, daha sonra sabit katsayı olan 6.25 ile çarpılarak, ham protein oranı 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 : Şahit için harcanan HCl asit miktarı (mL)

V₀ : Örnek için harcanan HCl asit miktarı (mL)

- N** : HCl asit çözeltisinin normalitesi
F : HCl asit çözeltisinin faktörü
m : Köfte örneği miktarı (g)

3.2.2.5 Renk Tayini

Köftelerin dış yüzeyleri ile kesitleri alındıktan sonrasındaki iç yüzeylerindeki renk tayini, L* (açıklık – koyuluk), a* (kırmızılık – yeşillik), b* (sarılık – mavilik) renk ölçüm sistemi ile kalibrasyonu yapılmış renk ölçüm cihazında (CR 400 Minolta, Japonya) her bir örnekten 3 okuma olacak şekilde ve iki paraleli gerçekleştirilmiştir (Hunt, 1991).

3.2.2.6 Pişirme Verimi Tayini

Köftelerin pişirilmesinden hemen sonra pişmiş köfteler tartılarak ağırlıklarının, pişmemiş köfte ağırlığına oranlanmasıyla % pişirme verimi hesaplanmıştır (M. Kumar & Sharma, 2004).

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

3.2.2.7 Kalınlık Analizi

Pişmiş köftelerin 4 farklı noktasından dijital kumpas (OKR, Türkiye) ile ölçümler yapılarak köftelerin ortalama kalınlıkları mm cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.2.8 Çap Analizi

Pişmiş köftelerin 4 farklı noktasından dijital kumpas (OKR, Türkiye) ile ölçümler yapılarak köftelerin ortalama çapları mm cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.3 Duyusal Analizler

Deneme kombinasyonlarından (Tablo 3.1.) elde edilen köfteler pişirildikten sonra oda şartlarında tabaklar içerisinde panelistlere servis edilerek duyusal analizlere tabi tutulmuştur. Duyusal analizler iki tekerrürlü yapılmış ve her bir tekerrürde 10 panelist yer almıştır. Panelistler, Gıda Mühendisliği öğretim üyelerinden seçilmiştir. Panelistler tarafından vegan köfteler; görünüm, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, sululuk hissi, yağlılık hissi, koku, tat-aroma ve genel beğeni

olmak üzere 8 kriterde ve 1 – 5 puan aralığında değerlendirilmiştir (AMSA, 2015). Duyusal değerlendirmeler, uygun ışık alan ortamda yapılmış ve panelistlere tatların karıştırılmaması için hazır su verilmiştir. Ayrıca örnekler panelistlere sunulurken köfte tatlarının birbirine benzememesi için 1 numaralı örnek ile 10 numaralı örneğin yeri değiştirilerek sunulmuştur. Duyusal değerlendirme formu EK 2’de yer almaktadır.

3.2.4 Tekstür Analizleri

Tekstür analiz cihazı (TA-HD Plus Texture Analyser, UK) yardımıyla köfte örneklerinde 30 kg loadcell kullanılarak Tekstür Profil Analizi (TPA) ve 5 kg loadcell kullanılarak kırılma testleri gerçekleştirilmiştir. Warner Bratzler Blade set-V slot, kesme probu olarak kullanılmıştır. Kırılma testlerinde kesme kuvveti (N) ve kesme işi (Ns) değerleri ölçülürken, TPA’da sertlik (N), yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık, sakızimsılık (N), çiğnenebilirlik (N) ve esneklik değerleri ölçülmüştür. Deneme 2 tekerrür olarak yürütülmüştür. Her bir tekerrür için okuma yapılmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında yapılmıştır.

3.2.5 İstatistiksel Analizler

Deneme, Simplex Lattice mixture design (SLMD; basit kafes karışım dizaynı) modeli esas alınarak yürütülmüştür. Merkezi bir dizayn şekli olan bu yönteme göre, 10 ayrı deneme noktası düzenlenmiştir. Denemede esas alınan model denkleminin üç faktöre (X_1 , X_2 , X_3) göre kısmi türevleri alınıp sıfıra eşitlenerek optimum yanıt veren kombinasyonlar elde edilmiştir.

Her deneysel noktada değerlendirilen her bir faktör için aşağıdaki polinom denklemi fonksiyonu kullanılmıştır.

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

İki değişkenli, ikinci dereceden modelin lineer ve ikili kombinasyonlarının interaksiyonları ve önemlilik dereceleri paket programı (JMP 4.0.4) kullanılarak tespit edilmiştir. Eşitlikte bulunan β_0 , β_i , β_{ij} sabit ve modelin regrasyon katsayısı, X_i ve X_j ise bağımsız değişkenlerin seviyesidir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hammaddelere Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Haşlanmış hammaddelerin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Haşlanmış hammaddelere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	L*	a*	b*	pH	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Kuru fasulye	78,91	1,46	16,89	6,63	39,53	0,55	7,31
Yeşil mercimek	55,64	0,66	19,05	6,64	32,67	0,46	5,54
Havuç	49,27	25,36	41,27	5,67	8,56	0,20	0,19

4.2 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Vegan köftelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler EK 3'te, bu değerlere ait önemlilik dereceleri ise EK 4'te gösterilmiştir.

4.2.1 pH Değeri

Vegan köftelerin pH'sı üzerindeki faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 3,1334X_1 + 3,1288X_2 + 2,9474X_3 - 0,0554X_1*X_2 + 0,0305X_1*X_3 + 0,0779X_2*X_3$$

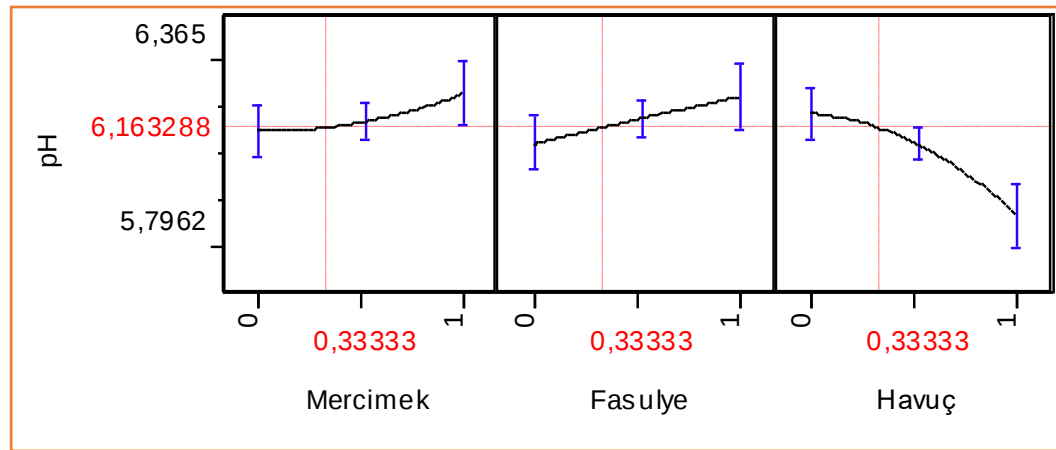
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin pH değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin pH değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0234	16,4732	0,0090 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	44,3410	31197,3200	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	44,2097	31104,9400	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	39,2312	27602,1700	<.0001 **
$X_1 \cdot X_2$	1	0,0028	1,9939	0,2308
$X_1 \cdot X_3$	1	0,0009	0,6047	0,4802
$X_2 \cdot X_3$	1	0,0056	3,9404	0,1181
Hata	4	0,0014		
Genel	9			

** : $P < 0.01$ r^2 : 0,9537 RMSE: 0,0377

Tablo 4.2.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin pH'sı üzerinde yeşil mercimek, havuç ve fasulyenin lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde kullanılan yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışla beraber pH değerinin arttığı, havuç miktarındaki artış ile de pH değerinin düştüğü Şekil 4.1.'de görülmektedir.



Şekil 4.1. pH değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

pH değerlerindeki artışın, köftelerde kullanılan yeşil mercimek ve fasulyenin pH'sının yüksek olmasından, pH'daki azalmanın ise havucun pH'sının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.).

Güven'in 2010 yılında yapmış olduğu çalışmada havuç lifi ilave edilerek üretilen düşük yağlı hamburger köftelerinin her yağ seviyesinde (%10, %15 ve

%20) pH değerlerinin havuç lifi kullanımının artması ile önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı bildirilmiştir (Güven, 2010).

Papatya'nın 2024 yılında yaptığı çalışmada, havuç suyu içeren köfte örneklerinin pH'sı, diğer nar suyu ve kopya biber katkılı köfte numunelerine ve kontrol grubuna göre bütün depolama süresince çok önemli ($p<0.01$) oranda düşük bulunmuştur (Papatya, 2024).

İnülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan pH analizi sonucunda inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin pH değerleri kontrol grubuna göre (kontrol grubu pH değeri: 5,004) sırasıyla; 5,018, 5,02, 4,86, 5,017 ve 4,86 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin pH değerinin havuç lifi ilavesi ile düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Altuntaş, 2015).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı havuç lifi ilaveli köftelerin pH değerleri sırasıyla 5,89, 5,77 ve 5,66 bulunmuş olup, %4 ve %6 havuç ilaveli köftelerin pH değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu pH: 5,84) düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Demirok Soncu vd., 2015).

Farklı bitkisel kökenli katkı maddeleri içeren tavuk köftelerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmada, tavuk köftelerine %14, %18 ve %22 oranlarında havuç ezmesi ilave edilmiş ve elde edilen havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinde çeşitli kimyasal analizler yapılmıştır. Havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerin pH değerleri sırasıyla 6,37, 6,13 ve 5,99 olarak ölçülmüş olup, kontrol grubuna göre (kontrol grubu pH oranı: 6,41) havuç ezmesi ilavesi arttıkça pH'nın düştüğü ve %18 ve %22 havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinin pH'larının kontrol örneğine kıyasla istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunduğu ifade edilmiştir (Mundhe vd., 2024).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan pH analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin pH değerleri sırasıyla; 6,17, 6,08 ve 5,96 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre

(kontrol grubu sosis pH: 6,28) pH değerlerinin önemli oranda ($p<0.05$) azaldığı ifade edilmiştir (Yadav vd., 2018).

Ekici ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptığı çalışmada ise siyah havuç konsantresi içeren sucuk numunelerinin kontrol örneğine kıyasla pH değerinin önemli ($p<0.05$) oranda düştüğü bildirilmiştir (Ekici vd., 2015).

%5 pirinç unu, %5 soya unu ve %5 mercimek unu kullanılarak hazırlanan tavuk köftelerinin fizikokimyasal özellikleri ve duyu nitelikleri üzerine yapılan araştırmada pH değeri açısından tavuk köfteleri sırasıyla; 6,22, 6,27 ve 6,28 puan almış olup, mercimek unu ilaveli tavuk köftelerinin pH değerinin en yüksek değeri aldığı ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu pH: 6,21) pH değerinin önemli ($p<0.05$) oranda arttığı ifade edilmiştir (Rautl vd., 2011).

Momtaze hamburgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek unlarının eklenip kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, hamburgerlere eklenen mercimek unları ile elde edilen hamburgerlerin, pH değerlerinin mercimek unu miktarı arttıkça yükseldiği ve kontrol örneğine kıyasla istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Motamedi vd., 2015).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve bu köftelerin fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Yapılan pH analizinde değerler sırasıyla; 6,84, 6,41, 6,44, 6,12, 6,67 ve 6,74 bulunmuş olup, fasulye köftesinin pH'sının, diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında en yüksek değeri aldığı ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Ersoy, 2022).

Kırklareli köftesinde börülce ununun kullanıldığı çalışmada köftelere, %2, %4, %6 ve %8 oranlarında börülce unu katılmış ve yapılan pH analizlerinde değerlerin sırasıyla; 6,03, 6,04, 6,07 ve 6,08 olarak bulunduğu, börülce ununun artmasıyla paralel olarak köftelerin pH değerlerinin kontrol grubuna göre arttığı (kontrol grubu pH: 6,03), fakat anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p>0.05$) ifade edilmiştir (Kahraman, 2021).

4.2.2 Yağ Oranı

Vegan köftelerin yağ oranı üzerindeki faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 11,7692X_1 + 10,8093X_2 + 10,7049X_3 + 0,2232X_1*X_2 - 3,4575X_1*X_3 - 1,0802X_2*X_3$$

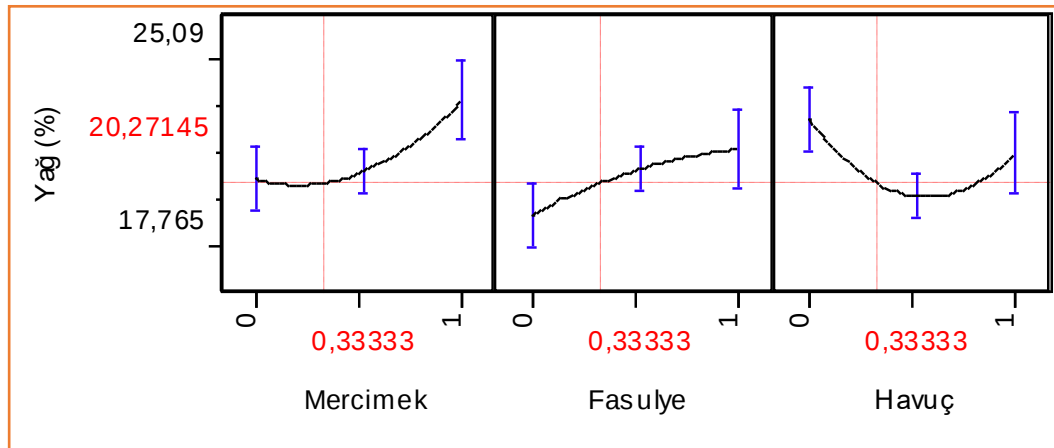
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin yağ oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yağ oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	3.8563	10.9662	0.0189 *
Yeşil Mercimek (X_1)	1	625.5521	1778.8780	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	527.6715	1500.5360	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	517.5290	1471.6930	<.0001 **
X_1*X_2	1	0.0459	0.1306	0.7361
X_1*X_3	1	11.0193	31.3356	0.0050 **
X_2*X_3	1	1.0757	3.0589	0.1552
Hata	4	0.3517		
Genel	9			

*, P<0.05 **, P<0.01 r^2 : 0,9320 RMSE: 0,5930

Tablo 4.3.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin yağ oranı üzerinde yeşil mercimek, havuç, fasulye ve yeşil mercimek – havuç interaksiyonunun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışla beraber, yağ oranlarının arttığı ve havuç miktarındaki artışa bağlı olarak yağ oranının 0,5 seviyelerine kadar azaldığı sonrasında ise arttığı Şekil 4.2.'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Yağ oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Yeşil mercimek ve fasulye içeren köfte kombinasyonlarının yağ oranının havuç içeren kombinasyonlara kıyasla yüksek olmasının sebebinin, yeşil mercimek ve fasulyenin proteinlerinin miktarının yüksek olmasından (Tablo 4.1.) ve yeşil mercimek ve fasulyede bulunan proteinlerin köfte hazırlama ve köfte pişirme işlemi esnasında kullanılan yağı absorbe ederek artırdığı ve havuç içeren köftelerin yağı tutamamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mercimeğin besinsel, fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmada bütün mercimeklerin (ham, pişmiş ve izolat) protein oranının yükselmesi ile ürünlerin, yağ ve su tutma kapasitelerinin de arttırdıkları gözlemlenmiştir (Aryee & Boye, 2017). Araştırmacıların yaptığı iki ayrı çalışmada ise bitki kaynaklı proteinlerdeki hidrofobik amino asit içeriğinin, yüksek yağ tutma kapasitesinden sorumlu olduğu bildirilmiştir (Boye vd., 2010; Lam vd., 2017).

İzoelektrik çöktürme ve tuz ekstraksiyonu ile üretilen nohut, bakla, mercimek ve bezelye proteinlerinin emülsifiye edici özelliklerinin incelendiği bir çalışmada tuz ekstraksiyonları ile hazırlanan protein izolatlarından en yüksek emülsiyon kapasitesi (1 g proteinin bağlayacağı g yağ miktarı) değerinin 542,22 ile mercimek proteini izolatında, sonrasında ise sırayla soya fasulyesi protein izolatında 504,45, bakla protein izolatında 486,67, bezelye protein izolatında 484,45 ve nohut protein izolatında 475,55 olduğu bildirilmiştir (Karaca vd., 2011).

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, en yüksek yağ değerinin börülce unu ilaveli köftelerde, sonrasında ise mercimek unlu ilaveli köftelerde olduğu bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Dana köftelere eklenen %5 oranındaki tahıl veya baklagil unlarının kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada sarı mercimek ilaveli köftelerin yağ oranı açısından, sığır yağı ilaveli köftelerden sonra en yüksek değeri ($p<0.05$) aldığı bildirilmiştir (Kurt & Kılınççeker, 2012).

Tavuk burgerlerden %25, %50 ve %75 tavuk kıyması çıkarılarak aynı oranlarda eklenen sarı bezelye, nohut ve mercimeğin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, pişmiş tavuk burgerlerinin yağ oranlarının sırasıyla; %13,12, %16,52 ve %13,43 olduğu bulunmuş ve eklenen mercimek unu ile beraber yağ oranlarında yükselme meydana geldiği bildirilmiş ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna

göre (kontrol grubu yağ oranı: %11,75) önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve burgerler üzerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan yağ tutma analizlerine göre .%6 ve %12 yeşil mercimek ilave edilen burgerlerin yağ tutma oranları sırasıyla mikronize mercimekte %91,1 ve %94,0 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla %86,9 ve %92,9 olduğu bildirilmiş ve genel olarak (%6 mikronize olmayan mercimek hariç) yeşil mercimek ilavesi ile burgerlerin yağ tutma oranlarında kontrol grubuna göre (kontrol grubu yağ tutma oranı: %89,0) artma meydana geldiği ifade edilmiştir (Der, 2010).

Liflerin (inülin, havuç, selülöz) çığ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiği araştırmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftelerinin, %3 ve %6 havuç lifi ilavesi ile kontrol grubuna göre yağ tutma değerlerinde artış olduğu ve %9 havuç lifi ilavesi ile yağ tutma değerlerinde kontrol grubuna göre azalma olduğu bildirilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018).

Katma değerli dana burgerin kalitesi ve kabul edilebilirliği üzerine yapılan çalışmada, dana burgerlerde kullanılan etin %20'si çıkarılarak yerine havuç ve bezelye karışımı ilave edilmiş ve dana burger köfteleri üretilmiştir. Pişmiş havuç ve bezelye ilaveli burger köftelerde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış olup, yapılan yağ analizinde, havuç ve bezelye ilaveli köftelerin yağ oranı %17,00 olarak bulunmuş ve kontrol grubu yağ oranının (kontrol grubu yağ oranı: %22,34) önemli ($p<0.05$) oranda altında kaldığı bildirilmiştir (Kassem & Emara, 2010). Benzer şekilde %3, %6, %9 ve %12 havuç lifinin kuru fermente sosislere etkisinin incelendiği araştırmada yağ oranlarının sırasıyla; %75,97, %73,65, %69,19 ve %67,68 olduğu bildirilmiş olup havuç lifi miktarının %3 seviyesinden sonra artması ile kontrol örneğine göre (kontrol örneği yağ değeri: %75,15) ürünlerin yağ değerlerinde önemli ($p<0.05$) azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Eim vd., 2008).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosislere üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli fiziksel ve kimyasal

analizler yapılmıştır. Yapılan yağ analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin yağ miktarları sırasıyla; %7,20, %7,00 ve %6,72 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu yağ miktarı: 7,68) yağ miktarlarının önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Yadav vd., 2018).

%1, %3 ve %4,2 hacuç posasının sığır köftelerinde kullanıldığı çalışmada köftelerin yağ oranının sırasıyla; %24,22, %21,94 ve %21,19 olduğu bulunmuş ve genel olarak havuç miktarının artması ile yağ değerlerindeki kontrol grubuna göre (kontrol grubu yağ değeri: %25,50) önemli olmayan ($p>0.05$) ölçüde düşme olduğu ifade edilmiştir (Richards, 2023).

4.2.3 Protein Oranı

Vegan köftelerin protein oranı üzerindeki faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 3,8352X_1 + 4,1426X_2 + 1,8248X_3 - 0,3678X_1*X_2 + 0,6224X_1*X_3 + 0,3947X_2*X_3$$

olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin protein oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.4.'te gösterilmiştir.

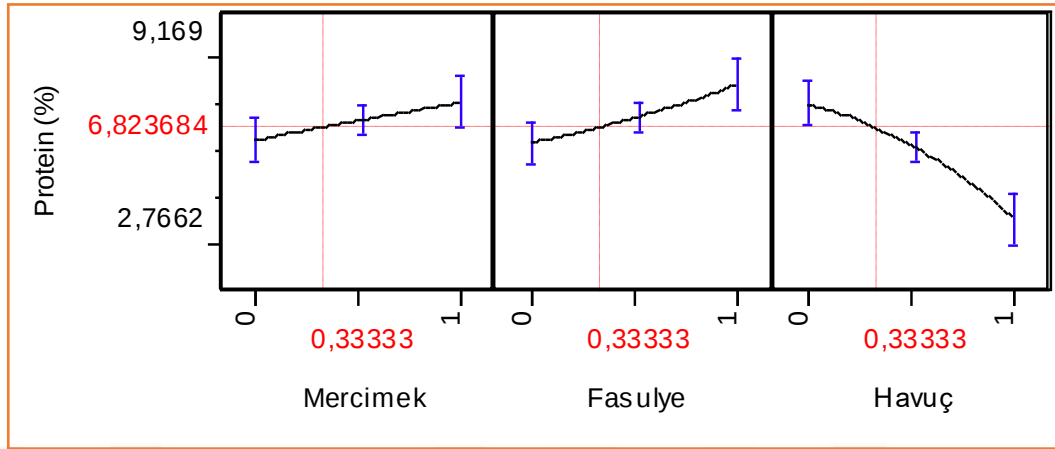
Tablo 4.4. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin protein oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	3.4914	30.5402	0.0028 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	66.4279	581.0644	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	77.5025	677.9378	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	15.0388	131.5486	0.0003 **
X_1*X_2	1	0.1248	1.0909	0.3552
X_1*X_3	1	0.3572	3.1237	0.1519
X_2*X_3	1	0.1436	1.2560	0.3251
Hata	4	0.1143		
Genel	9			

**: $P<0.01$ r^2 : 0,9745 RMSE: 0,3381

Tablo 4.4.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin protein oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışla

beraber, protein oranının yükseldiği ve havuç miktarının artmasına bağlı olarak da protein oranının düştüğü Şekil 4.3.'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Protein oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Protein oranının yeşil mercimek ve fasulye içeren köftelerde yüksek olması, kombinasyonlarda kullanılan yeşil mercimek ve fasulyenin protein oranının yüksek olmasından, havuç içeren kombinasyonlarda düşük olması ise havucun protein oranının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.).

Yeşil mercimeğin kalite özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada yeşil mercimek protein oranının %27,3 ile %31,2 arasında değiştiği bildirilmektedir (Erbaş Köse vd., 2018). Yapılan bir diğer çalışmada ise yeşil mercimeğin protein miktarının %20,70, fasulyenin ise protein miktarının 22,50 olduğu bildirilmiştir (Türksoy, 2018). Yozgat bölgesinde yapılan ayrı bir çalışmada da kuru fasulyelerin protein miktarının %18,57 - %26,80 aralığında değiştiği (Varankaya & Ceyhan, 2012) bildirilmiş, başka bir çalışmada ise havucun protein miktarının %0,7 olduğu bildirilmiştir (Holland vd., 1991).

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, pişmiş köftelerin protein oranlarının %19,3 ile %25,0 aralığında bulunduğu ve en yüksek protein içeriğine sahip köftelerin mercimek ilaveli ve nohut ilaveli köftelerin olduğu bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Momtaze hamburgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek ununun eklenip kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada hamburgerlere eklenen mercimek unları ile elde edilen hamburgerlerin protein oranlarının sırasıyla

%14,25, %14,59 ve %15,34 olarak bulunduğu ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu protein oranı: 13,58) nemli ($p<0.05$) oranda arttığı ifade edilmiştir (Motamedi vd., 2015).

Yaşlılar için protein içerikli sığır burgerlerinin geliştirilmesi adlı çalışmada sığır burgerlerine %3 ve %7 oranında mercimek unu eklenerek üretilen burgerlerde protein oranının kontrol grubuna (kontrol grubu protein oranı: %22,17) göre düştüğü, fakat mercimek unu ilavesi ile protein oranının sırasıyla %21,69 ve %21,79 olduğu bildirilmiş ve mercimek unu ilavesi arttıķa burgerlerin protein oranının arttığı sonucu bulunmuştur (Baugreet vd., 2016).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, köftelere %2, %4, %6 ve %8 oranlarında börülce katılmış ve yapılan protein analizlerinde değerler sırasıyla; %20,89, %21,23, %22,69 ve %23,45 olarak bulunmuş olup, börülce ununun artmasıyla paralel olarak köftelerin protein oranlarının kontrol grubuna göre (kontrol grubu protein oranı: %19,92), önemli ($p<0.05$) oranda arttığı bildirilmiştir (Kahraman, 2021).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada, köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatının kullanılmasıyla köftelerin protein oranlarının sırasıyla; %6,6, %7,2 ve %7,9 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu protein oranı: %8,5) proteinlerinin düşük olduğu, fakat eklenen fasulye protein izolatu arttıķa ürünlerin protein değerlerinin de arttığı bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı bir çalışmada havuç lifi ilaveli köftelerin protein oranları sırasıyla %13,37, %11,93 ve %10,87 bulunmuş olup, bulunan değerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu protein oranı: %20,07) istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Demirok Soncu vd., 2015)

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifi ilavesinin kullanım oranı arttıķa hamurgerlerin protein değerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Güven, 2010).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada, sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli fiziksel ve kimyasal

analizler yapılmıştır. Yapılan protein analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin protein değerleri sırasıyla; %15,21, %14,71 ve %14,38 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu protein değeri: %16,02) protein değerlerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Yadav vd., 2018).

4.2.4 Nem Oranı

Vegan köftelerin nem oranı üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 30,8131X_1 + 32,6683X_2 + 25,5327X_3 - 1,3982X_1*X_2 - 3,5061X_1*X_3 - 0,5422X_2*X_3$$

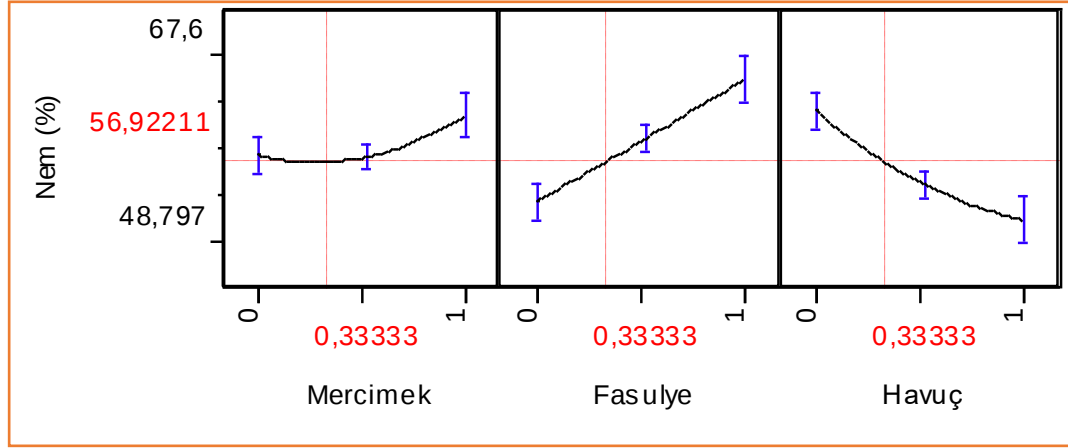
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin nem oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.5.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin nem oranı üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	43.1865	57.3163	0.0008 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	4287.8283	5690.7220	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	4819.6979	6396.6090	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	2944.1574	3907.4290	<.0001 **
X_1*X_2	1	1.8022	2.3919	0.1969
X_1*X_3	1	11.3315	15.0390	0.0179 *
X_2*X_3	1	0.2710	0.3596	0.5810
Hata	4	0.7535		
Genel	9			

*: $P<0.05$ **: $P<0.01$ r^2 : 0,9862 RMSE: 0,8680

Tablo 4.5.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin nem oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu, yeşil mercimek - havuç interaksiyonunun etkisinin ise önemli ($P<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışa bağlı olarak, nem oranının arttığı, havuç miktarının artışı ile de nem oranının düştüğü Şekil 4.4.'te görülmektedir.



Şekil 4.4. Nem oranı üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Nem oranının mercimek ve fasulye ilaveli köftelerde yüksek olması kombinasyonlarda kullanılan haşlanmış haldeki yeşil mercimek ve fasulyenin nem ve protein oranlarının yüksek olmasından (Tablo 4.1.) ve bu proteinlerin su bağlama kapasitesini artırmasından, ayrıca yeşil mercimek ve fasulyede bulunan nişastaların pişirme esnasındaki jelatanizasyonundan kaynaklanabileceği ve havuç içeren kombinasyonlarda nem oranının düşük olmasının sebebinin ise haşlanmış havucun protein ve nem oranının düşük olmasından (Tablo 4.1.) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bir grup araştırmacının 2010 yılında yaptığı araştırmaya göre baklagillerden elde edilen proteinlerin emülsiyon oluşturma, yağ ve su tutma, ve köpük oluşturma gibi çeşitli fonksiyonel özellik göstermesinden dolayı bir çok gıdada bileşen olarak kullanılabileceğinden bahsedilmiştir (Boye vd., 2010). Yapılan bir diğer çalışmada bitkisel içerikli köftelere eklenen %1 ve %5 seviyesindeki fasulye protein izolatının nem tutma oranlarının sırasıyla; %40,7 ve %38,1 olduğu sonucu bulunmuş ve kontrol grubuna (kontrol grubu nem tutma: %36,7) göre değerlerin önemli ($p < 0.05$) oranda arttığı, %3 seviyesinin ise nem tutma değerinin kontrol grubu ile aynı olduğu ve etkisinin anlamlı olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Adzuki fasulyesi içeren köftelerin nem oranları sırasıyla; %70,91, %71,99, %73,85 ve %73,30 olarak bulunmuş olup adzuki fasulye oranı arttıkça nem

oranın, kontrol örneğine (kontrol örneği nem oranı: %69,11) kıyasla %50'lik grup hariç önemli ($p<0.05$) oranda arttığı bildirilmiştir. (Aslinah vd., 2018).

Mercimeğin besinsel, fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmada bütün mercimeklerin (Ham, pişmiş ve izolat) protein oranının yükselmesi ile ürünlerin, yağ ve su tutma kapasitelerinin de arttırdıkları gözlemlenmiştir (Aryee & Boye, 2017).

Hamburgerlerin kalite özelliklerine mercimek püresi ilavesinin etkisinin belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, formülasyondaki kıyma miktarından %5, %10 ve %20 düşürülerek ve düşürülen miktar kadar mercimek püresi ilave edilerek, hamburger köfteleri üzerine yapılan bir çalışmada eklenen mercimek püresi ilavesinin köftelerin nem değerlerini arttırdıkları bildirilmiştir (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Fasulye ve mercimek proteinlerinin fırıncılık ürünleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir araştırmada ise fasulyenin ve mercimeğin proteinlerinin yüksek su bağlama kapasitelerinden dolayı, besleyicilik özelliklerini arttırdıkları ve ürün tazeliğini koruyarak raf ömrünü uzattıkları bildirilmektedir (Bildstein vd., 2008).

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, en yüksek nem değerinin mercimek unlu ilaveli köftelerde olduğu bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyu özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada ise en yüksek su tutma kapasitesinin mercimek unlu burgerlerde olduğu bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine, %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemede mercimek unlu köftelerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu nem tutma değeri: %30,18) nem tutma değerlerinin sırasıyla; %36,19 ve %35,39 olduğu bildirilmiş ve mercimek ilavesi ile nem tutma değerinin arttığı ve değerlerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Zaki, 2021).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve burgerler üzerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan nem analizlerine göre %6 ve %12 yeşil mercimek ilave edilen burgerlerin nem oranları

sırasıyla mikronize mercimekte %59,6 ve %58,1 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla %59,9 ve %58,8 olduğu bildirilmiş ve genel olarak yeşil mercimek ilavesi ile burgerlerin nem oranlarında kontrol grubuna göre (kontrol grubu nem oranı: %58,1) artma meydana geldiği ifade edilmiştir (Der, 2010).

Liflerin (inülin, havuç, selülöz) çığ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiği araştırmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftelerinin %3 havuç lifi ilavesi ile kontrol grubuna göre nem tutma değerlerinde artış olduğu ve %6 ve %9 havuç lifi ilavesi ile nem tutma değerlerinde kontrol grubuna göre azalma olduğu bildirilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018). Benzer şekilde %3, %6, %9 ve %12 havuç lifinin kuru fermente sosislerde etkisinin incelendiği araştırmada, havuç lifi ilavesinin arttıkça ürünlerin nem değerlerindede azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Eim vd., 2008).

%1, %3 ve %4,2 hacuç posasının sığır köftelerinde kullanıldığı çalışmada köftelerin nem değerinin sırasıyla; %63,7, %60,4 ve %61,8 olduğu bulunmuş ve genel olarak havuç miktarının artması ile nem değerlerindeki kontrol grubuna göre (kontrol grubu nem değeri: %63,90) önemli ($p<0.05$) ölçüde düşme olduğu ifade edilmiştir (Richards, 2023).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada, sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan nem analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin nem değerleri sırasıyla; %70,17, %68,17 ve %67,29 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu nem değeri: %71,33) nem değerlerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Yadav vd., 2018).

4.2.5 Pişme Verimi

Vegan köftelerin pişme verimi üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 50,1030X_1 + 50,8464X_2 + 41,8109X_3 + 0,1750X_1*X_2 + 5,3439X_1*X_3 + 0,9010X_2*X_3$$

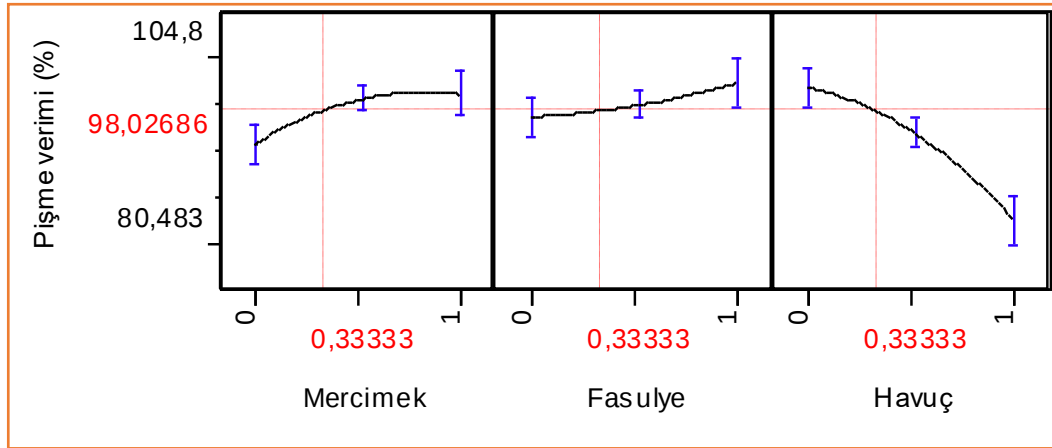
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin pişme verimi üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.6.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin pişme verimi üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	60,6589	42,0380	0,0015 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	11336,9010	7856,7220	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	11675,8060	8091,5910	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	7894,8740	5471,3210	<.0001 **
$X_1 \times X_2$	1	0,0280	0,01960	0,8955
$X_1 \times X_3$	1	26,3240	18,2432	0,0129 *
$X_2 \times X_3$	1	0,7480	0,5186	0,5113
Hata	4	1,4430		
Genel	9			

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$ r^2 : 0,9813 RMSE: 1,2012

Tablo 4.6.'dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin pişme verimi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu, yeşil mercimek - havuç interaksiyonunun ise önemli ($P < 0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışa bağlı olarak, pişme veriminin arttığı, havuç miktarındaki artışa bağlı olarakda, pişme veriminin azaldığı Şekil 4.5.'te görülmektedir.



Şekil 4.5. Pişme verimi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Pişme veriminin mercimek ve fasulye içeren köftelerde yüksek olması, kombinasyonlarda kullanılan yeşil mercimek ve fasulyede bulunan protein miktarlarının yüksek olmasından (Tablo 4.1.) ve bu proteinlerin su ve yağ bağlama kapasitesini artırmasından kaynaklanabileceği ve havuç içeren köfte

kombinasyonlarda düşük olmasının sebebinin ise havucun protein oranının az olmasından (Tablo 4.1.) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, pişirme verimlerinin sırasıyla; %88,6, %93,2, %85,2 ve %92,8 olduğu tespit edilmiş ve en yüksek pişirme verimi değerinin mercimek unlu ve sonrasında börülce unlu köftelerde olduğu bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Hamburgerlerin kalite özelliklerine mercimek püresi ilavesinin etkisinin belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, formülasyondaki kıyma miktarından %5, %10 ve %20 düşürülerek ve düşürülen miktar kadar mercimek püresi ilave edilerek hamburgerler üretilmiş ve pişirme kayıplarının ortalama; %30,1, %27,4 ve %24,7 olduğu ve kontrol grubunda da %34,7 olduğu, en yüksek pişirme veriminin %20 mercimek pürelili hamburgerler olduğu bildirilmiştir (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemede mercimek unlu köftelerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu pişirme verimi: %58,98) pişirme verimi değerlerinin sırasıyla %75,60 ve %71,90 olduğu bildirilmiş ve mercimek ilavesi ile pişirme veriminin arttığı ifade edilerek, değerlerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu vurgulanmıştır (Zaki, 2021).

Tavuk burgerlerden %25, %50 ve %75 tavuk kıyması çıkarılarak aynı oranlarda eklenen sarı bezelye, nohut ve mercimeğin özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pişmiş tavuk burgerlerinin pişirme verimlerinin sırasıyla; %88,87, %90,06 ve %90,24 olduğu bulunmuş ve eklenen mercimek unu ile beraber tavuk burgerlerin pişme verimlerinde artış meydana geldiği bildirilmiş ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu pişme verimi: %80,31) önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyu özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada, mercimek ve fasulye unlarının çeşitli miktarlarda burgerlere ilave edilmesinin, burgerlerin kontrol grubuna göre pişirme verimlerini önemli ($p<0.05$) oranda artırdıkları gözlemlenmiştir (Argel vd., 2020).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Adzuki fasulyesi içeren köftelerin pişirme verimlerinin sırasıyla; %99,21, %104,81, %105,14 ve %108,55 olduğu bulunmuş ve %50, %75 ve %100 seviyelerinde kontrol grubuna kıyasla (kontrol grubu pişirme verimi: %103,08) yüksek olduğu bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Bezelye proteini, yeşil mercimek proteini ve bakla fasulyesi proteini içeren ürünler ile sebzeli hamburger köftesi üzerine yapılan çalışmada yeşil mercimek proteini ilaveli köftelerin %94,1 ve bakla fasulyesi proteini ilaveli köftelerinde pişirme verimi açısından %96,2 olarak sonuçlarının bulunduğu ve kontrol örneğine kıyasla (kontrol örneği pişirme verimi: %92,5) yüksek olduğu bildirilmiş ve değerlerin istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Kim vd., 2021).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve burgerler üzerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan pişme verimi analizlerine göre, %6 ve %12 yeşil mercimek ilave edilen burgerlerin pişme verimleri sırasıyla; mikronize mercimekte %78,4 ve %86,4 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla; %79,5 ve %86,0 olduğu bildirilmiş ve genel olarak yeşil mercimek ilavesi ile burgerlerin pişme verimlerinde kontrol grubuna göre (kontrol grubu pişme verimi: %64,5) önemli ($p < 0.05$) ölçüde yükselme meydana geldiği ifade edilmiştir (Der, 2010).

Yeşil mercimek ve fasulyeden elde edilen tekstüre proteinlerin köfte üzerine uygulanması üzerine yapılan bir çalışmada köftelere %10 yeşil mercimek ilave edilmiş ve köftelerde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yeşil mercimek ilaveli köftelerin pişme veriminin, sığır etinden yapılan köftelere kıyasla önemli ($p < 0.05$) oranda yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Guerrero, 2023).

Farklı bitkisel kökenli katkı maddeleri içeren tavuk köftelerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmada tavuk köftelerine %14, %18 ve %22 oranlarında havuç ezmesi ilave edilmiş ve elde edilen havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinde çeşitli fiziksel analizler yapılmıştır. Havuç ezmesi ilaveli tavuk

köftelerin pişme verimleri sırasıyla; %94,27, %93,26 ve %92,89 olarak bulunmuş olup, kontrol örneğine göre (kontrol örneği pişirme verimi: %94,62) havuç ezmesi ilavesi arttıkça, pişme veriminin düştüğü ve %18 ve %22 havuç ezmeli tavuk köftelerinin pişme verimlerinin kontrol örneğine kıyasla istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunduğu ifade edilmiştir (Mundhe vd., 2024).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada ise, havuç lifi kullanım oranı arttıkça hamurgerlerin pişme veriminin de önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Güven, 2010). Benzer şekilde havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı çalışmada bütün yağ seviyelerinde, havuç lifi miktarı arttıkça pişme veriminin de düştüğü bildirilmiştir (Demirok Soncu vd., 2015).

4.2.6 Kalınlık Analizi

Vegan köftelerin kalınlıkları üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 7,9315X_1 + 8,6413X_2 + 7,1019X_3 - 0,1350X_1*X_2 + 0,5878X_1*X_3 + 0,4685X_2*X_3$$

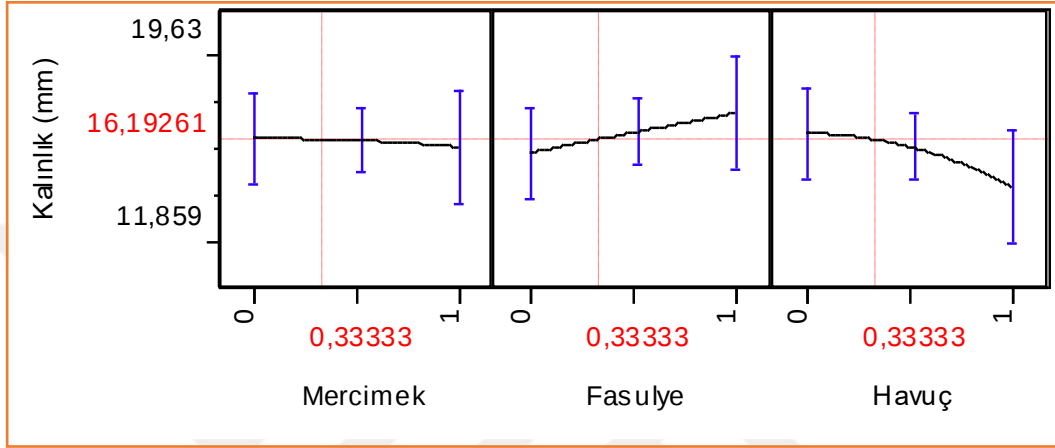
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin kalınlıkları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kalınlık üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	1,3145	1,6328	0,3276
Yeşil Mercimek (X_1)	1	284,1025	352,8978	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	337,2290	418,8888	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	227,7818	282,9390	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0168	0,0209	0,8921
X_1*X_3	1	0,3185	0,3956	0,5635
X_2*X_3	1	0,2023	0,2513	0,6425
Hata	4	0,8051		
Genel	9			

**, $P<0.01$ r^2 : 0,6712 RMSE: 0,8972

Tablo 4.7.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin kalınlıkları üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye miktarındaki artışa bağılı olarak, köfte kalınlıklarının arttığı, havuç miktarındaki artış ile azaldığı ve yeşil mercimek miktarının artması ile de köfte kalınlıklarının çok az olacak şekilde azaldığı Şekil 4.6.'da görülmektedir.



Şekil 4.6. Kalınlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Fasulye ve yeşil mercimek içeren kombinasyonların köfte kalınlık değerlerinin genel olarak havuç içeren kombinasyonlara göre yüksek olmasının, yeşil mercimek ve fasulyede bulunan nişastaların su alarak şişmesinden ve yeşil mercimeğin ve fasulyenin protein oranının yüksek olmasından (Tablo 4.1.) yine bu proteinlerin su ve yağ bağlama kapasitesini artırmasından, havuç içeren kombinasyonlarda köfte kalınlıklarının düşük olmasının sebebinin ise havucun protein oranının düşük olmasından dolayı su bağlama kapasitesini azaltmasından (Tablo 4.1.) kaynaklandığı düşünülmektedir. Mercimek ilaveli köftelerin köfte kalınlığı çok az negatif yönlü değişime uğramış olup, fasulyeye göre azalmış, havuca göre ise yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin yeşil mercimeğin fasulyeye kıyasla protein oranının az olmasından, havuca göre de protein oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yeşil mercimek ve fasulye içeren deneme kombinasyonlarının protein, nem ve yağ içeriğinin havuç içeren kombinasyonlara göre yüksek olması da bu görüşü desteklemektedir (EK 3).

Yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) üzerine yapılan bir çalışmada yeşil mercimeğin nişasta miktarının %45,1 – %47,3 arasında değiştiği (Erbaş Köse vd.,

2018), başka bir çalışmada ise mercimeğin nişasta miktarının %46,50 ve fasulyenin nişasta miktarının ise %39,60 olduğu bildirilmiştir (Türksoy, 2018). Havucun farklı gıda ürünlerine işlenebilirliği üzerine yapılan çalışmada havucun yaklaşık olarak %88 su, %1 protein, %7 karbonhidrat %0,2 yağ ve %3 liften oluştuğu, karbonhidrat içeriğinin neredeyse tamamının şekerlerden oluştuğu ve çok az miktarda nişasta içerdiği ifade edilmiştir (Çümen & Bostancı, 2021).

Farklı nişasta türlerinin (patates, mısır, bezelye) et köftesinin bazı kızartma ve saklama özellikleri üzerine etkileri adlı çalışmada farklı seviyelerde (%1, %3 ve %5) ilave edilen nişastaların köfte kalınlıklarını paralel bir şekilde artırdığı bildirilmekte ve nişasta oranının artması ile beraber genel olarak köfte kalınlıklarının da arttığı ifade edilmektedir (Kılınççeker, 2018).

Yapılan başka bir çalışmada ise chia ununun şişmesinin köftelerin pişirme esnasındaki kalınlıklarında artışa neden olduğu bildirilmektedir (Yüncü, 2021). Benzer şekilde burgerlere farklı oranlarda (%3, %5, %7 ve %10) eklenen kinoa ununun, burgerlerin kimyasal özelliklerinin üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, burgerlerin kalınlık değerlerinin en fazla %10 kinoa ilaveli burgerlerde ve en az kalınlık değerinin de %3 kinoa ilaveli burgerlerde olduğu bildirilmiş ve kinoa unu ilavesinin burgerlerin kalınlık değerlerini (%5 ilaveli hariç) önemli ($p<0.05$) oranda etkilediği ifade edilmiştir (Özer & Seçen, 2018).

Meşe palamudu ununun köftelerin kalite karakteristikleri üzerine etkisi adlı çalışmada ise meşe palamudu unu içeren köftelerin kalınlık artışının, kontrol örneğine kıyasla daha üst değerlerde çıktığı ($p<0.05$) bildirilmiştir (Önel, 2022).

Az yağlı kıyma köftesinde patates nişastasının kullanımı ile ilgili yapılan bir araştırmada %20 yağ içeren ve %5 yağ içeren köfteler kıyaslanmış ve modifiye patates nişastası uygulanan ürünün kalınlığının arttığı bildirilmiştir (Berry & Wergin, 1993). Başka bir çalışmada ise yağ içeren köftelerin kalınlıklarındaki azalmanın yağ miktarlarının artışıyla ilgili olduğu ifade edilmiştir (Berry, 1993).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada ise havuç lifi kullanım oranı arttıkça, kalınlık değerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı bildirilmiştir (Güven, 2010).

4.2.7 ap Analizi

Vegan köftelerin çapları üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliğı;

$$Y: 24,4760X_1 + 24,9530X_2 + 26,3912X_3 + 0,0311X_1*X_2 + 2,1785X_1*X_3 + 1,4780X_2*X_3$$

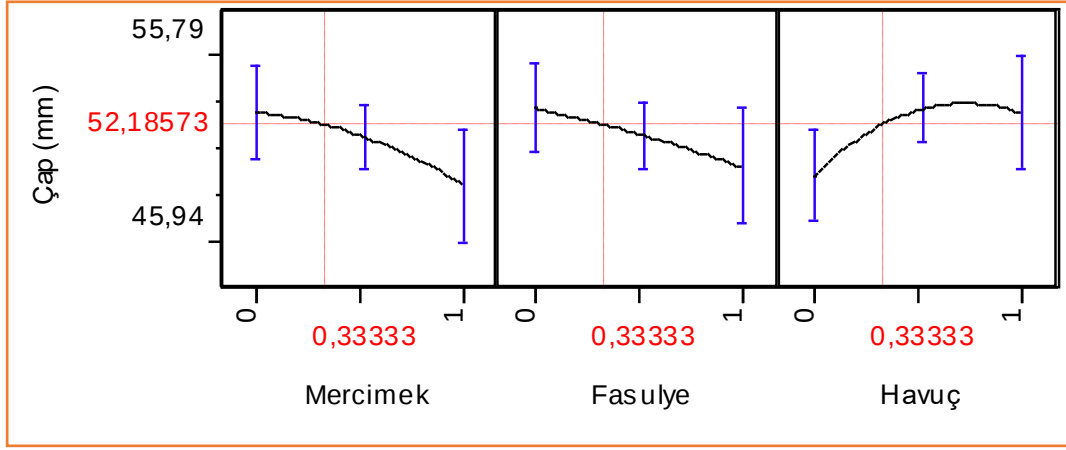
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin çapları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin çap üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	5,3449	4,0219	0,1011
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	2705,4941	2035,8220	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	2811,9858	2115,9550	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	3145,4539	2366,8820	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0009	0,0007	0,9806
X ₁ *X ₃	1	4,3747	3,2919	0,1438
X ₂ *X ₃	1	2,0136	1,5152	0,2858
Hata	4	1,3290		
Genel	9			

**.: P<0.01 r²: 0,8341 RMSE: 1,1528

Tablo 4.8.'den anlaşılacağı üzere, vegan köftelerin çap değişimleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç miktarındaki artışa bağlı olarak köfte çaplarının belirli bir düzeye (~0,7 seviyesi) kadar arttığı ve sonrasında azaldığı, fasulye ve yeşil mercimek miktarındaki artışa paralel olarak köfte çaplarında düşme olduğu şekil 4.7.'de görülmektedir.



Şekil 4.7. Çap değişimi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Köfte çaplarının fasulye ve mercimek içeren kombinasyonlarda azalması ve havuç içeren kombinasyonlarda artmasının sebebinin haşlanmış yeşil mercimeğin ve fasulyenin nem ve protein oranının yüksek olması, haşlanmış havucun ise protein ve nem oranının az olmasından (Tablo 4.1.) ve yüksek miktarda protein barındıran fasulye ve yeşil mercimeğin protein denatürasyonu sonucu, protein ağ yapısının bozulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Et pişirmede kalite ve enerji değerlendirilmesi adlı çalışmada etin fiziksel özelliklerinin ve yeme kalitesinin, etin pişirilme süresine, sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini, pişirme sırasında et proteinlerinin denatüre olduğunu ve bununla et ürünleri üzerinde yapısal değişikliklere yol açtığı ifade edilmiştir (Olojede vd., 2020).

Yapılan bir çalışmada köftelere pişirme işleminin uygulanması sonucu ortaya çıkan yağdaki ve sudaki kayıplarla, beraber et proteinlerinde denatüre olmasından dolayı köfte boyutlarında önemli değişiklikler meydana geldiği ve köfte formülasyonlarında yağ seviyesinin artırılması ile köfte çaplarında önemli azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Agaricus bisporus mantarının sığır burgerlerinin enstrümantel özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bir araştırmada ise pişirme işleminden sonra çaptaki azalmanın, üründe meydana gelen yağ ve su kayıpları ile beraber, et proteinlerinde denatüre olmasından ve proteinlerin ağlarında meydana gelen yapının bozulması sonucunda, köfte çaplarında azalmaların meydana geldiği ifade edilmiştir (Patinho vd., 2021).

Peynir altı suyu protein konsantresiyle formüle edilmiş az yağlı kıyma köftelerinin lezzet ve doku özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise az miktarda yağ içeren kontrol örneği köftelerin, yüksek miktarda yağ içeren kontrol köftelere göre %30 daha az büzüldüğü bildirilmiştir (El-Magoli vd., 1996). Benzer bir şekilde çeşitli buğday liflerinin düşük yağlı hamburger üretiminde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada da yağ miktarının artmasına paralel olarak çaptaki azalmanın önemli seviyede yükseldiği ifade edilmiştir (Mansour & Khalil, 1997).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyu özelliklerine bakıldığında un ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada burgerlere farklı oranlarda ilave edilen fasulye unlarından, formülasyonda 80 g fasulye unu içeren burgerin çap azalış değerinin ortalama %1,93 olduğu, 150 g fasulye unu içeren burgerinde çap azalış değerinin ortalama %2,50 olduğu sonucu bulunmuş ve fasulye unu miktarı arttıkça çap azalış değerinin de arttığı bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifi kullanım oranının arttıkça çap azalış değerinin önemli ($p < 0.05$) oranda azaldığı bulunmuştur (Güven, 2010).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilave edilen tavuk köftelerinin çaplarında artış olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Liflerin (inülin, havuç, selülöz) çiğ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiği çalışmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftelerinin %3 havuç lifi ilavesi ile kontrol grubuna göre çaplarında artış olduğu ve %6 ve %9 havuç lifi ilavesi ile köfte çaplarında değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018).

4.2.8 L* Değerleri

Vegan köftelerde L* (açıklık – koyuluk) değerleri köftelerin hem iç hem de dış yüzeyinden ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

4.2.8.1 L* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin L* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 17,8270X_1 + 22,7635X_2 + 23,0746X_3 - 1,2806X_1*X_2 - 0,9908X_1*X_3 - 3,6667 X_2*X_3$$

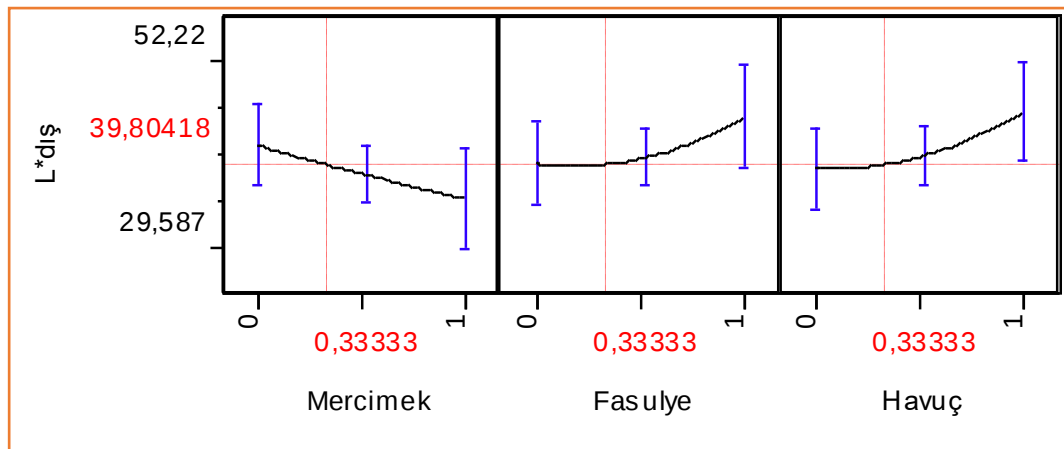
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin L* (Dış) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin L* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	20,0230	3,7138	0,1139
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	1435,2288	266,2014	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	2340,1441	434,0421	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	2404,5515	445,9882	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	1,5118	0,2804	0,6245
X ₁ *X ₃	1	0,9049	0,1678	0,7030
X ₂ *X ₃	1	12,3934	2,2987	0,2041
Hata	4	5,3915		
Genel	9			

**: P<0.01 r²: 0,8228 RMSE: 2,3220

Tablo 4.9.'dan anlaşılacağı üzere, vegan köftelerin L* (Dış) renk değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç ve fasulye miktarındaki artışla beraber, L* (Dış) değerinin arttığı, yeşil mercimek içeren köftelerde ise artışla beraber L* (Dış) değerinin düştüğü Şekil 4.8.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.8. L* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

L* (Dış) değerlerinin fasulye ve havuç içeren kombinasyonlarda artış göstermesinin sebebinin bu hammaddelerin renklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.). Hammadde olarak, mercimeğin L* (Dış) değerinin köftelerde düşmesinin sebebinin ise mercimekte bulunan renk pigmentlerinin fasulye ve havuca göre daha çok oksidatif bozulmaya uğrayarak yapısal değişikliğe uğradığı ve sonucunda mercimek ilaveli köftelerin L* (Dış) değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.



Fotoğraf 4.1. Hammadde resimleri (Yeşil mercimek, fasulye, havuç)

4.2.8.2 L* (İç) Değeri

Vegan köftelerin L* (İç) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 22,1502X_1 + 26,8236X_2 + 23,1127X_3 - 0,6563X_1*X_2 - 2,0592X_1*X_3 - 1,5422X_2*X_3$$

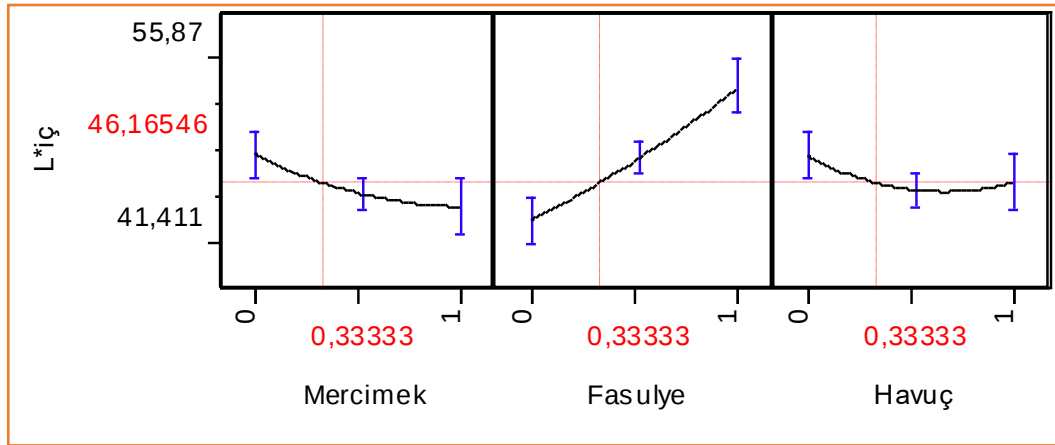
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin L* (İç) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin L* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	18,9972	26,3091	0,0037 **
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	2215,7598	3068,5810	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	3249,3844	4500,0360	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	2412,5076	3341,0550	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,3970	0,5498	0,4996
X ₁ *X ₃	1	3,9086	5,4129	0,0806
X ₂ *X ₃	1	2,1924	3,0362	0,1564
Hata	4	0,7221		
Genel	9			

** : P<0.01 r²: 0,9705 RMSE: 0,8498

Tablo 4.10.'dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin L* (İç) renk değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer açıdan etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye miktarındaki artışa bağlı olarak, L* (İç) değerinin arttığı, havuç ve yeşil mercimek miktarındaki artışla beraber L* (İç) değerinin azaldığı Şekil 4.9.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.9. L* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

L* (İç) değerinin fasulye içeren kombinasyonlarda artış göstermesinin sebebinin fasulyenin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.). Havuçta ise L* (Dış) değeri artarken, L* (İç) değeri bir noktaya kadar (~0,5 seviyesi) azalmış ve sonrasında artış göstermiştir. Azalmanın sebebinin ise pişirme işlemi esnasında havuç içeren köfte iç yüzeylerinin, dış yüzeye göre daha az pişirme

yağına maruz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mercimeğin L* (İç) değerinin azalmasının sebebinin ise mercimekte bulunan renk pigmentlerinin fasulye ve havuca göre daha çok oksidatif bozulmaya uğrayarak yapısal değişikliğe uğradığı ve sonucunda mercimek ilaveli köftelerin L* (İç) değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.

Yapılan iki ayrı çalışmada köftelerin renginin, kullanılan hammaddelerin renk özelliklerine, kullanılan un çeşidine, yağ miktarına ve ilave edilen katkı maddelerine göre değişiklik sergilediği ifade edilmiştir (Aslinah vd., 2018; Patinho vd., 2021). Ayrıca baklagil proteinleri kullanılarak üretilen ürünlerde meydana gelen renk farklılıklarının Maillard reaksiyonlarından kaynaklanabileceği de bildirilmiştir (De la Hera vd., 2012; Jarpa-Parra vd., 2017). Benzer şekilde pişirme işleminin sonucunda protein denatürasyonunun olması, suda ve yağda kayıpların yaşanması ve Maillard reaksiyonu da pişirilen ürünlerin rengi üzerinde oldukça önemlidir (Sánchez-Zapata vd., 2010). Ayrıca L* değerinin karamelizasyon ve Maillard reaksiyonunun bir ölçüsü olduğu bildirilmiştir (Yıldırım & Sipahioğlu, 2021).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatının eklenmesi ile beraber kontrol grubu köftelere (kontrol grubu kabuk L* değeri: 34,73, kontrol grubu iç L* değeri: 46,23) göre L* renk değerinin sırasıyla kabukta 37,54, 38,35 ve 38,68 olduğu iç kısımda da sırasıyla 41,40, 42,03 ve 46,58 olarak değiştiği ifade edilmiş ve köfte formülasyonlarında kullanılan izolat oranının artmasının ürünün L* (Dış) değerlerini önemli ($p<0.05$) düzeyde artırdığı, L* (İç) değerlerini de %1 ve %3 seviyesinde azalttığı ($p<0.05$) ve %5 seviyesinde ise artırdığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyu özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada burgerlere farklı oranlarda ilave edilen bakliyat unlarından, fasulye unu katkılı burgerlerin diğer örneklerle göre en yüksek, mercimek ilaveli burgerlerinde en düşük L* değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, börülce ununun artmasıyla köftelerin L* değerlerinin arttığı, fakat istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) ifade edilmiştir (Kahraman, 2021).

Fasulye kullanılarak üretilen et ve sosis köftelerinin özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada ise sosis köftelerinde kıyma yerine %35, %42,5 ve %50 beyaz barbunya fasulyesi kullanılması ile sosis köftelerinin L* değerlerinin sırasıyla 41,94, 47,57 ve 49,54 olarak bulunduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu L* değeri: 34,82) beyaz barbunya fasulyesi kullanım miktarı arttıkça sosis köftelerinin L* değerinin arttığı sonucu bulunmuştur (Holliday vd., 2011).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifinin artması ile beraber L* değerlerinde önemli ($p<0.05$) düzeyde arttığı ve daha renkli açık ürünler elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada havuç lifinin ilave edilme miktarı farketmeksizin, değişik miktarlarda yağ içeren gruplar kıyaslandığında az yağlı hamburgerlerin L* değerlerinin daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Güven, 2010).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilave edilen tavuk köftelerinin kontrol grubuna (kontrol grubu L* renk değeri: 58,85) göre L* renk değerlerinde (havuç lifli tavuk köfte L* renk değeri: 59,89) artış olduğu bildirilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı bir çalışmada ise %15 ve %20 seviyelerinde havuç lifi kullanımı ile burgerlerin, L* değerlerinin arttığı sonucu bulunmuştur (Demirok Soncu vd., 2015).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyu özelliklerine bezelye, nohut, mercimek ve fasulye unu ilavesi ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada ise en düşük parlaklık değerinin mercimek unlu ilaveli köftelerde, en yüksek parlaklık değerinde fasulye unlu köftelerde görüldüğü ifade edilmiştir (Argel vd., 2020).

Fırıncılık ürünleri üzerinde mercimek proteini izolatının ve ununun kullanıldığı çalışmada, kontrol grubuna göre kraker formülasyonunda kullanılan mercimek unu miktarının artmasının, L* renk değerinde önemli ($p<0.05$) seviyede düşme meydana getirdiği bildirilmiştir (Utku vd., 2020). Benzer bir çalışmada ise %20 mercimek unlu ilaveli ekmeklerin kontrol grubu olan buğday unlu ekmeklere kıyasla L* değerlerinde azalma olduğu ifade edilmiştir (Dirim vd., 2014).

4.2.9 a* Değerleri

Vegan köftelerde a* (kırmızılık – yeşillik) değerleri, köftelerin hem iç hem de dış yüzeyinden ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

4.2.9.1 a* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin a* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 3,5772X_1 + 4,5251X_2 + 4,3920X_3 - 0,0880X_1*X_2 - 1,4330X_1*X_3 + 1,6223X_2*X_3$$

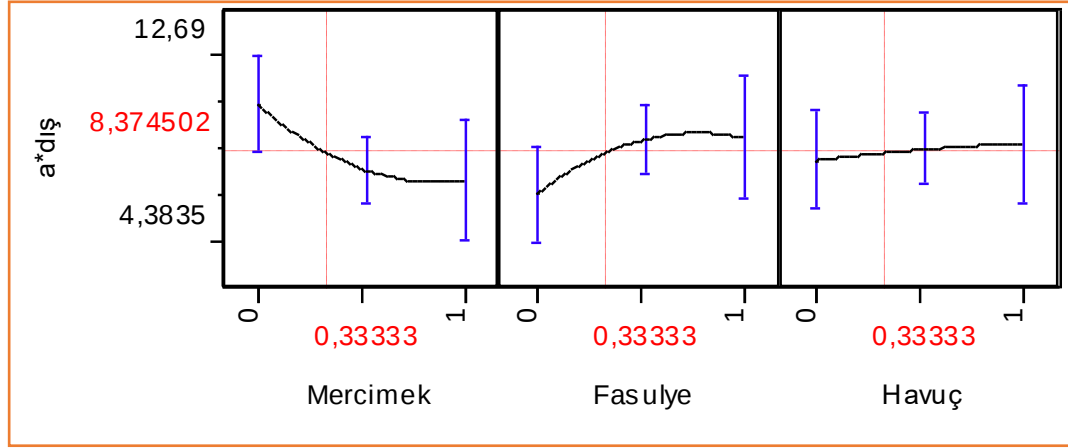
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin a* (Dış) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.11.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.11. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin a* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	3,2442	3,1176	0,1467
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	57,7897	55,5346	0,0017 **
Fasulye (X ₂)	1	92,4749	88,8664	0,0007 **
Havuç (X ₃)	1	87,1127	83,7134	0,0008 **
X ₁ *X ₂	1	0,0071	0,0069	0,9380
X ₁ *X ₃	1	1,8930	1,8192	0,2487
X ₂ *X ₃	1	2,4260	2,3313	0,2015
Hata	4	1,0406		
Genel	9			

**: P<0.01 r²: 0,7958 RMSE: 1,0201

Tablo 4.11.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin a* (Dış) renk değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç ve fasulye miktarındaki artışla birlikte, a* (Dış) değerinin arttığı, yeşil mercimekte ise artışla beraber a* (Dış) değerinin azaldığı Şekil 4.10.'da görülmektedir.



Şekil 4.10. a* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

a* (Dış) değerlerinin mercimek fasulye ve havuç içeren kombinasyonlarda artış göstermesinin ve yeşil mercimekte düşmesinin sebebinin hammaddelerin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.).

4.2.9.2 a* (İç) Değeri

Vegan köftelerin a* (İç) renk değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 2,4137X_1 + 3,5357X_2 + 5,2898X_3 - 0,9091X_1*X_2 - 0,7535X_1*X_3 - 0,5523X_2*X_3$$

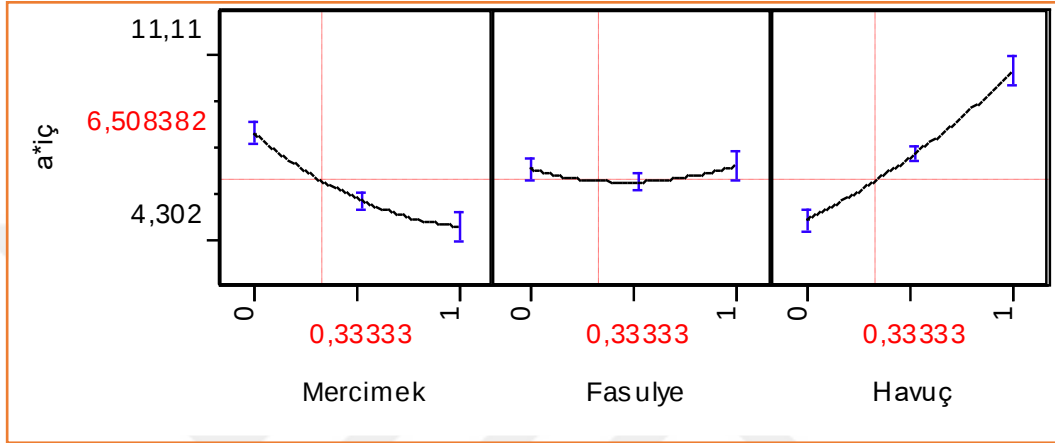
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin a* (İç) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin a* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	6,2116	153,6750	0,0001 **
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	26,3098	650,9061	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	56,4562	1396,7340	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	126,3724	3126,4680	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,7619	18,8484	0,0122 *
X ₁ *X ₃	1	0,5233	12,9476	0,0228 *
X ₂ *X ₃	1	0,2812	6,9571	0,0577
Hata	4	0,0404		
Genel	9			

*: P<0.05 **: P<0.01 r²: 0,9948 RMSE: 0,2011

Tablo 4.12.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin a^* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu, yeşil mercimek - fasulye ve yeşil mercimek - havuç etkileşimlerinin ise önemli ($P<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç ve fasulye miktarındaki artışla birlikte, a^* (İç) değeri arttığı, yeşil mercimekte ise artışla beraber a^* (İç) değeri azaldığı Şekil 4.11.'de görülmektedir.



Şekil 4.11. a^* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

a^* (İç) değeri fasulye ve havuç içeren kombinasyonlarda artış göstermesi ve yeşil mercimekte düşme sebebinin hammaddelerin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, börülce ununun artmasıyla paralel olarak köftelerin a^* değeri arttığı ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Kahraman, 2021).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatının kullanılmasıyla beraber kontrol grubu köftelere (kontrol grubu kabuk a^* değeri: 11,40, kontrol grubu iç a^* değeri: 9,60) göre a^* renk değeri sırasıyla; kabukta 10,37, 13,85 ve 16,53 olduğu iç kısımda da sırasıyla; 11,41, 10,68 ve 15,15 olarak değiştiği ifade edilmiş ve a^* kabuk değeri %3 ve %5 protein izolat katkı köftelerde, a^* iç değeri ise protein izolat katkı bütün köftelerde kontrol grubuna göre önemli ($p<0.05$) oranda arttığı bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Fasulye kullanılarak üretilen et ve sosis köftelerinin özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada ise sosis köftelerinde kıyma yerine %35, %42,5 ve %50 beyaz barbunya fasulyesi kullanılması ile sosis köftelerinin a* değerlerinin sırasıyla 8,98, 7,31 ve 7,63 olarak bulunduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu a* değeri: 6,90) beyaz barbunya fasulyesi kullanım miktarı arttıkça sosis köftelerinin a* değerinin arttığı sonucu bulunmuştur (Holliday vd., 2011).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilaveli pişmemiş tavuk köftelerinde a* değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu a* değeri: 1,70) 3,12 a* değeri ile yüksek bulunduğu ve istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada pişmiş tavuk köftesine %5 oranında ilave edilen havuç lifinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu a* değeri: 2,30) 2,44 değeri ile yüksek olduğu ifade edilmiş ve değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı bir çalışmada ise yağ oranlarına bakılmaksızın (ortalama değerlerin alınmasıyla) %4 ve %6 havuç ilaveli burgerlerin a* değerlerinin kontrol grubuna göre arttığı sonucu bulunmuştur (Demirok Soncu vd., 2015).

Nar, havuç ve kapyra biber suyunun hazır et köftesi üzerine yapılan bir araştırmada havuç suyu kullanılması ile köftelerin bütün depolama süresi boyunca a* (İç) değerinin kontrol grubuna göre önemli ($p < 0.05$) oranda yüksek olduğu saptanmıştır (Papatya, 2024).

Tavuk eti pirzolarına havuç ve yulaf katılması üzerine yapılan çalışmada, havuç ilaveli formülasyonun a* değerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Gupta vd., 2017).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemede çiğ mercimek unlu köftelerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu a* değeri: 8,95) yağ miktarlarına bağlı olarak a* değerlerinin sırasıyla 8,23 ve 8,36 olduğu ve kontrol grubuna göre düşük olduğu ve değerlerin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir (Zaki, 2021).

4.2.10 b* Değerleri

Vegan köftelerde b* (sarılık – mavilik) değerleri, köftelerin hem iç hem de dış yüzeyinden ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

4.2.10.1 b* (Dış) Değeri

Vegan köftelerin b* (Dış) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 9,2254X_1 + 13,5134X_2 + 16,6991X_3 + 0,3983X_1*X_2 - 0,4307X_1*X_3 - 0,6844X_2*X_3$$

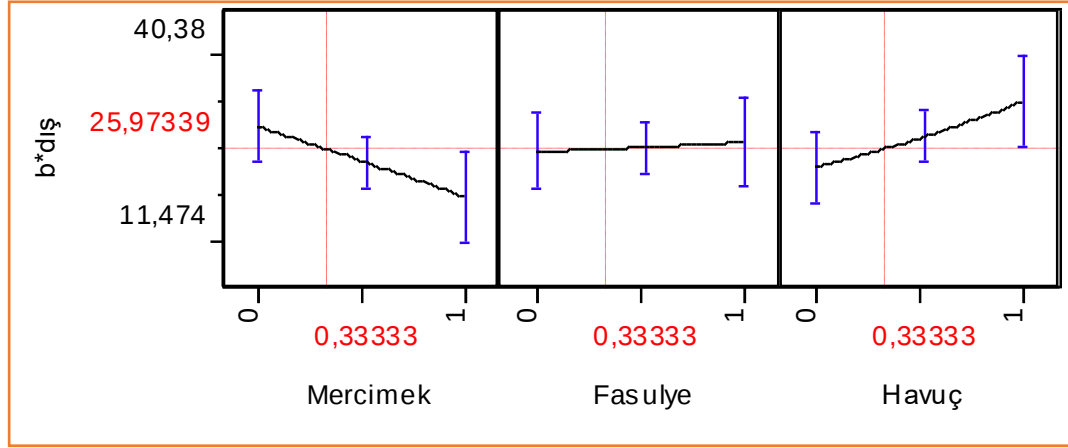
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin b* (Dış) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.13.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin b* (Dış) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	34,9313	4,8995	0,0744
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	384,3621	53,9106	0,0018 **
Fasulye (X ₂)	1	824,7013	115,6726	0,0004 **
Havuç (X ₃)	1	1259,3632	176,6382	0,0002 **
X ₁ *X ₂	1	0,1462	0,0205	0,8930
X ₁ *X ₃	1	0,1710	0,0240	0,8844
X ₂ *X ₃	1	0,4317	0,0606	0,8177
Hata	4	7,1296		
Genel	9			

**: P<0.01 r²: 0,8596 RMSE: 2,6701

Tablo 4.13.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin b* (Dış) renk değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç ve fasulye miktarındaki artışla birlikte, b* (Dış) değerinin arttığı, yeşil mercimekte ise artışla beraber b* (Dış) değerinin azaldığı Şekil 4.12.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.12. b* (Dış) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

b* (Dış) değerlerinin fasulye ve havuç içeren kombinasyonlarda artış göstermesinin sebebinin bu hammaddelerin renklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.). Hammadde olarak, mercimeğin b* (Dış) değerinin köftelerde düşmesinin sebebinin ise mercimekte bulunan renk pigmentlerinin fasulye ve havuca göre daha çok oksidatif bozulmaya uğrayarak yapısal değişikliğe uğradığı ve sonucunda mercimek ilaveli köftelerin b* (Dış) değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.

4.2.10.2 b* (İç) Değeri

Vegan köftelerin b* (İç) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 11,8368X_1 + 15,6611X_2 + 17,5436X_3 - 1,3010X_1*X_2 + 2,3853X_1*X_3 + 4,6998X_2*X_3$$

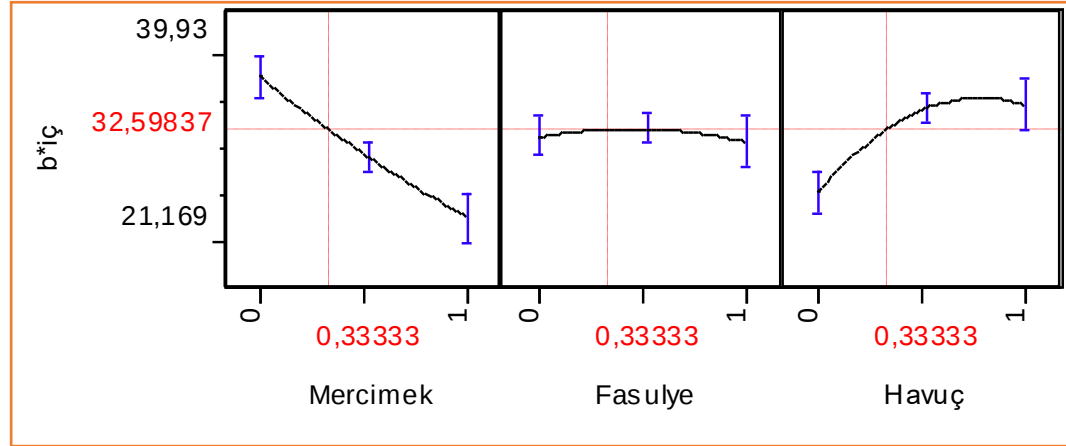
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin b* (İç) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.14.'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin b* (İç) renk değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	41,7414	45,4332	0,0013 **
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	632,7538	688,7172	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	1107,6689	1205,6360	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	1389,9621	1512,8960	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	1,5602	1,6982	0,2625
X ₁ *X ₃	1	5,2446	5,7085	0,0752
X ₂ *X ₃	1	20,3613	22,1621	0,0093 **
Hata	4	0,9187		
Genel	9			

** : P<0.01 r²: 0,9827 RMSE: 0,9585

Tablo 4.14.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin b* (İç) renk değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye, havuç ve fasulye – havuç interaksiyonunun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç miktarındaki artışla birlikte, b* (İç) değerinin arttığı, yeşil mercimekte ise artışla beraber b* (İç) değerinin azaldığı, fasulyedeki artışla birlikte b* (İç) değerinin 0,5 seviyesine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı Şekil 4.13.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.13. b* (İç) renk değeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

b* (İç) değerinin havuç içeren kombinasyonlarda artış göstermesinin sebebinin havucun renginden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.). Mercimeğin b* (İç) değerinin azalmasının sebebinin ise mercimekte bulunan renk pigmentlerinin fasulye ve havuca göre daha çok oksidatif bozulmaya uğrayarak

yapısal değişikliğe uğradığı ve sonucunda mercimek ilaveli köftelerin b* (İç) değerlerinin azaldığı düşünülmektedir. Ayrıca fasulye içeren köftelerde b* (İç) rengi, b* (Dış) rengine göre düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin ise fasulye içeren köftelerin dış yüzeylerinin pişirme yağına (pişirme yağının renginden dolayı) daha fazla maruz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatlarının eklenmesi ile beraber kontrol grubu köftelere (kontrol grubu kabuk b* değeri: 16,43, kontrol grubu iç b* değeri: 29,23) göre b* renk değerinin sırasıyla kabukta; 18,27, 22,24 ve 24,24 olduğu iç kısımda da sırasıyla 21,56, 19,25 ve 25,51 olarak değiştiği ifade edilmiş ve köfte formülasyonlarında kullanılan bütün seviyelerde izolat oranı arttıkça kabuk renginin b* değerinin %3 ve %5 seviyesinde önemli ($p<0.05$) ölçüde arttığı, iç renginin ise önemli ölçüde ($p<0.05$) azaldığı bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Fasulye kullanılarak üretilen et ve sosis köftelerinin özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada ise sosis köftelerinde kıyma yerine %35, %42,5 ve %50 beyaz barbunya fasulyesi kullanılması ile sosis köftelerinin b* değerlerinin sırasıyla 17,47, 17,31 ve 19,38 olarak bulunduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu b* değeri: 13,39) beyaz barbunya fasulyesi kullanım miktarı arttıkça sosis köftelerinin b* değerinin arttığı sonucu bulunmuştur (Holliday vd., 2011).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilaveli pişmemiş tavuk köftelerinde b* değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu b* değeri: 8,89) 13,76 a* değeri ile portakaldan sonra en yüksek seviyede olduğu ve istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada pişmiş tavuk köftesine %5 oranında ilave edilen havuç lifinin, kontrol grubuna göre (kontrol grubu b* değeri: 20,46) 21,04 b* değeri ile yüksek olduğu ifade edilmiş ve bu değerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Havuç ve limon lifinin değişen oranlarda (%2, %4 ve %6) ve farklı miktarlarda yağ içeren (%10, %15 ve %20) az yağlı pişmiş dana hamburger köftelerine katıldığı bir çalışmada %4 ve %6 havuç lifi ilaveli grupların b* değerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu sonucu bulunmuştur (Demirok Soncu vd., 2015). Benzer şekilde hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı

çalışmada, havuç lif oranı arttıkça b* değerlerinde de önemli (p<0.05) artış meydana geldiği ifade edilmiştir (Güven, 2010).

Tavuk eti pirzolarına havuç ve yulafın katıldığı çalışmada, havuç ilaveli formülasyonun b* değerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Gupta vd., 2017).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada burgerlere farklı oranlarda ilave edilen bakliyat unlarından, mercimek unu katkılı burgerlerin kontrol örneğine göre daha düşük b* değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

4.3 Duyusal Özellikler

Vegan köftelerin duyuşal özelliklerine ait ortalama değerler, EK 5'te, bu değerlere ait önemlilik dereceleri ise EK 6'da verilmiştir.

4.3.1 Görünüm

Vegan köftelerin görünüşleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomial modelin eşitliği;

$$Y: 1,7320X_1 + 1,6515X_2 + 1,3664X_3 + 0,0570X_1*X_2 + 0,0197X_1*X_3 + 0,5910X_2*X_3$$

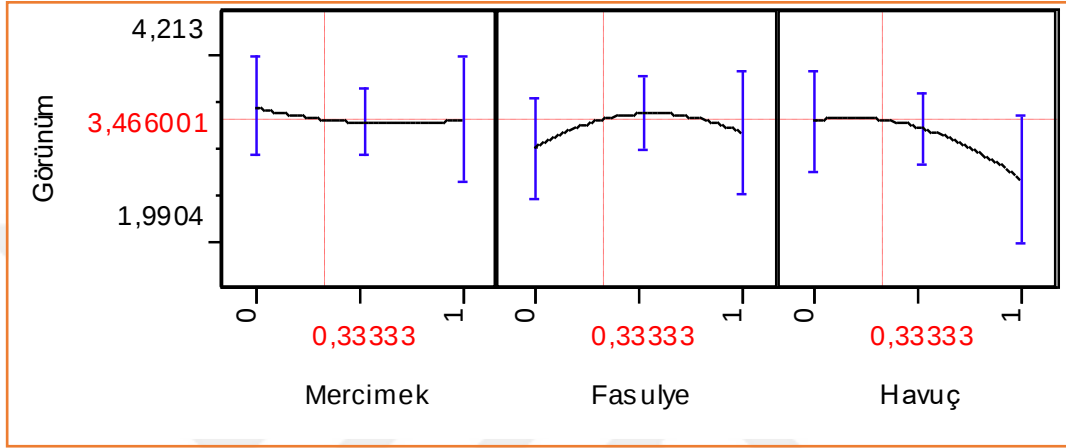
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin görünüşleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.15.'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin görünüm üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,1289	1,5864	0,3377
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	13,5478	166,7908	0,0002 **
Fasulye (X ₂)	1	12,3174	151,6434	0,0002 **
Havuç (X ₃)	1	8,4322	103,8111	0,0005 **
X ₁ *X ₂	1	0,0030	0,0368	0,8571
X ₁ *X ₃	1	0,0004	0,0044	0,9502
X ₂ *X ₃	1	0,3220	3,9637	0,1173
Hata	4	0,0812		
Genel	9			

**, P<0.01 r²: 0,6648 RMSE: 0,2850

Tablo 4.15.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin görünümleeri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve havuç miktarındaki artışla birlikte, görünüm puanının azaldığı, fasulye miktarındaki artışla beraber görünüm puanının 0,5 seviyesine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı Şekil 4.14.'te gösterilmektedir.



Şekil 4.14. Görünüm üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Köftelerin görünümleeri üzerinde yapılan duyusal değerdendirilmede puanlar 2,66 ile 3,63 arasında değışmiş olup (EK 5), en düşük puan 2,66 ile 1/3 oranında yeşil mercimek ve 2/3 oranında havuç ilaveli köftelerde, en yüksek puanı ise 3,63 ile yeşil mercimek, fasulye ve havuç ilaveli köfte kombinasyonu almıştır. Sadece havuç ilaveli ve 1/3 oranında yeşil mercimek ve 2/3 oranında havucun olduğu kombinasyonlarda köftelerin renginin sarıya yakın olması panelistler tarafından en düşük puanı almıştır. Köfteler üzerinde yapılan b* (Dış) renk analiz bulguları da bu düşük puanı desteklemektedir (EK 3). Bu sonucun hammaddelerin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Fotoğraf 4.2. Duyusal değerlendirme sunum fotoğrafı

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyusal özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada burgerlere değişen oranlarda bezelye, nohut, mercimek ve fasulye unları katılmış ve yapılan duyusal değerlendirme sonucunda görünüş bakımından en düşük puan olan 5,14'i mercimek unlu ilaveli burgerler, 6,22 ile en yüksek puanı da fasulye unu ilaveli burgerlar almıştır (Argel vd., 2020).

Sığır köftelerine nohut, mercimek, galeta ve börülce ununun %10 olarak katılması ile yapılan bir çalışmada, görünüm açısından en düşük puanı (7.0) mercimek ilaveli köftelerin aldığı bildirilmiştir (Serdaroğlu vd., 2005).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, köftelere %2, %4, %6 ve %8 oranlarında börülce unu katılmış ve yapılan duyusal değerlendirmede köfteler görünüş açısından sırasıyla 7,11, 8,33, 7,11 ve 6,78 puan almış olup, kontrol örneğine göre (kontrol örneği görünüş puanı: 7,22) anlamlı bir fark olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Kahraman, 2021).

%5 pirinç unu, %5 soya unu ve %5 mercimek unu kullanılarak hazırlanan tavuk köftelerinin fizikokimyasal özellikleri ve duyusal nitelikleri üzerine yapılan araştırmada görünüm açısından tavuk köfteleri sırasıyla; 7,75, 7,76 ve 7,30 puan almış olup, mercimek unu ilaveli tavuk köftelerinin görünüm açısından en düşük

puanı aldığı ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu görünüm puanı: 7,65) görünüm puanının önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Rautl vd., 2011).

Bezelye proteini, yeşil mercimek proteini ve bakla fasulyesi proteini içeren ürünler ile yapılan sebze hamburger çalışmasında kontrol grubuna göre (kontrol grubu görünüm puanı: 5,5) yeşil mercimek proteini ilaveli köftelerin 5,4 ve bakla fasulyesi proteini ilaveli köftelerinde görünüm açısından 5,3 puan aldığı bildirilmiş ve değerlerin kontrol örneğine kıyasla azaldığı ve anlamlı olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan duyu değerlendirmede görünüş açısından puanlar sırasıyla; 7,40, 7,00, 7,55, 7,30, 7,52 ve 7,40 olarak bulunmuş olup, fasulye köftesinin görünüş skorunun Meksika fasulyesi köftesi hariç diğer köftelerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark göstermediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir (Ersoy, 2022).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilaveli köftelerin kontrol grubu köftelere (kontrol grubu görünüş puanı: 7,31) kıyasla görünüm açısından 6,81 puan ($p<0.05$) ile daha az puana sahip olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifinin artması ile beraber görünüş puanının düştüğü, özellikle %4 ve %6 havuç lifi ilaveli hamburgerlerin görünüş puanlarının kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede düştüğü bildirilmiştir (Güven, 2010). Benzer şekilde çeşitli meyve ve sebze suları (nar, havuç, karpas biberi) kullanımının et köftelerinin kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir yüksek lisans çalışmasında da duyu açıdan en düşük yüzey renk puanının kontrol grubuna göre (kontrol grubu yüzey renk puanı: 2,52) havuç suyu ilaveli köfte örneklerinde (yüzey renk puanı:2,49) bulunduğu sonucuna ($p>0.05$) ulaşılmıştır (Papatya, 2024).

Farklı bitkisel kökenli katkı maddeleri içeren tavuk köftelerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmada tavuk köftelerine %14, %18 ve %22 oranlarında havuç ezmesi ilave edilmiş ve elde edilen havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinde çeşitli duyu analizler yapılmıştır. Görünüş açısından havuç ezmesi

ilaveli tavuk köfteler sırasıyla; 7,22, 7,05 ve 6,67 puan almış olup, kontrol grubuna göre (kontrol grubu görünüm puanı: 7,20) genel olarak havuç ezmesi ilavesi arttıkça görünüm puanının düştüğü ve %22 havuç ezmeli tavuk köftelerinin görünüm puanının kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) bulunduğu ifade edilmiştir (Mundhe vd., 2024).

4.3.2 İç Renk ve Parlaklık

Vegan köftelerin iç renk ve parlaklıkları üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomial modelin eşitliği;

$$Y: 1,5967X_1 + 1,5944X_2 + 1,4811X_3 - 0,0380X_1*X_2 + 0,0000X_1*X_3 + 0,6443X_2*X_3$$

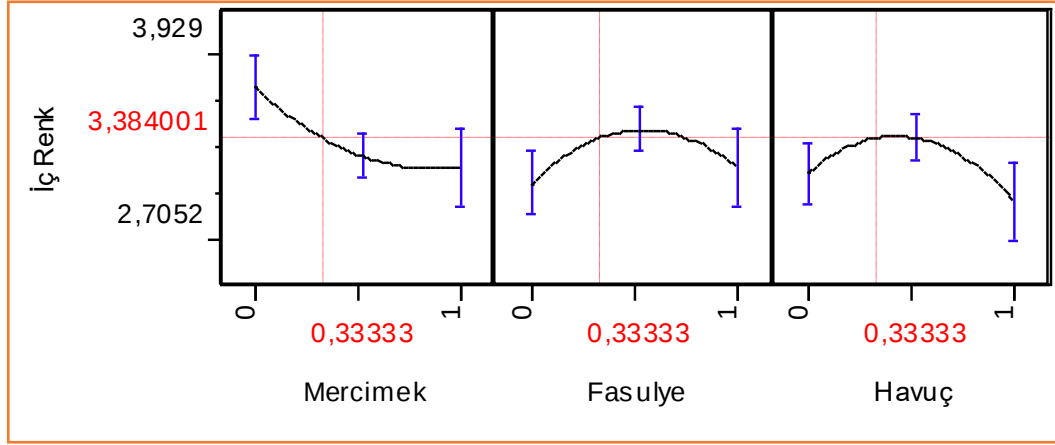
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin iç renk ve parlaklıkları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin iç renk ve parlaklık üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,1015	10,3218	0,0210 *
Yeşil Mercimek (X_1)	1	11,5135	1171,2730	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	11,4807	1167,9410	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	9,9069	1007,8330	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0013	0,1353	0,7316
X_1*X_3	1	0,0000	0,0000	1,0000
X_2*X_3	1	0,3827	38,9308	0,0034 **
Hata	4	0,0098		
Genel	9			

*: $P<0.05$ **: $P<0.01$ r^2 : 0,9281 RMSE: 0,0991

Tablo 4.16.’dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin iç renk ve parlaklıkları üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun ve fasulye – havuç interaksyonunun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışla birlikte, iç renk ve parlaklık puanının azaldığı, havuç ve fasulye miktarındaki artışla beraber ise iç renk ve parlaklık puanının 0,5 seviyelerine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı Şekil 4.15.’te gösterilmektedir.



Şekil 4.15. İç renk ve parlaklık üzerinde yeşil mercimek fasulye ve havucun etkisi

Köftelerin iç renk ve parlakları üzerinde yapılan duyusal değerlendirmede puanlar 2,95 ile 3,66 arasında değişmiş olup (EK 5), en düşük puan 2,95 ile 1/3 oranında yeşil mercimek ve 2/3 oranında havuç ilaveli köftelerde, en yüksek puan ise 3,66 ile fasulye ve havuç ilaveli köfte kombinasyonunda alınmıştır. 1/3 oranında yeşil mercimek ve 2/3 oranında havucun olduğu kombinasyonda ve sadece havuç içeren kombinasyonda köftelerin renginin sarıya yakın olması panelistler tarafından en düşük puanı almıştır. Köfteler üzerinde yapılan b^* (İç) renk analiz bulguları (EK 3) ve görünüm değerlendirmeleride bu düşük puanı desteklemektedir (EK 5). Bu sonucun hammaddelerin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.1.).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Yapılan duyusal analizlerden renk değerlendirmesindeki puanların sırasıyla; 5,57, 4,47, 3,97 ve 3,20 bulunduğu ve %50 seviyesinden sonra eklenen adzuki fasulyesi ile köftelerin renk puanlarının düştüğü sonucu bulunmuştur (Aslinah vd., 2018).

Hamburgerlerin formülasyonlarından %5, %10 ve %20 kıymanın çıkarıldığı ve yerine %5, %10 ve %20 mercimek püresi ilave edilerek hamburgerlerin kalite özelliklerinin incelendiği araştırmada, renk puanlarının sırasıyla 7,71, 6,89 ve 5,82 olduğu (kontrol grubu renk puanı: 7,15) ve %5 seviyesinden sonra mercimek püresi ilavesi arttıkça renk puanının çok önemli ($p < 0.01$) oranda düştüğü ifade edilmiştir (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Kırklareli köftesinde Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun kullanıldığı çalışmada, köftelere %2, %4, %6 ve %8 oranlarında börülce katılmış ve yapılan duyusal değerlendirmede köfteler kontrol grubuna göre (kontrol grubu renk puanı: 7,56) renk açısından sırasıyla 7,33, 8,33, 7,11 ve 7,00 puan almış olup, bulunan değerlerin istatistiksel bir fark oluşturmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Kahraman, 2021).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyusal analizleri yapılmıştır. Yapılan duyusal değerlendirmede köfteler renk açısından sırayla; 7,15, 7,30, 7,30, 7,35, 7,57 ve 7,50 puan almış olup, fasulye köftesinin renk skorunun diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında en düşük bulunduğu ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) seviyede olduğu bildirilmiştir (Ersoy, 2022).

Momtaze hamburgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek ununun eklenip kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada hamburgerlere eklenen mercimek unları ile elde edilen hamburgerlerin renk puanları sırasıyla 5,6, 4,8 ve 4,6 olarak bulunmuş olup, %8 ve %12 mercimek unu ilave edilen hamburgerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu renk puanı: 5,8) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) seviyede olduğu sonucu bulunmuştur (Motamedi vd., 2015).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilaveli köftelerin kontrol grubu köftelere (kontrol grubu renk puanı: 6,74) kıyasla renk açısından 6,25 puan ($p<0.05$) ile daha az puana sahip olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifinin miktarının artması ile beraber renk puanının düştüğü, özellikle %4 ve %6 havuç lifi ilaveli hamburgerlerin renk puanlarının kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede azaldığı bildirilmiştir (Güven, 2010). Benzer şekilde çeşitli meyve ve sebze suları (nar, havuç, karpas biberi) kullanımının et köftelerinin kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir yüksek lisans çalışmasında, en düşük renk puanının kontrol grubuna göre (kontrol grubu kesit renk puanı: 2,60) havuç suyu ilaveli köfte örneklerinde (Kesit renk puanı: 2,54) bulunduğu sonucuna ($p>0.05$) ulaşılmıştır (Papatya, 2024). Yine benzer inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi

adlı çalışmada yapılan duyusal analizleri sonucunda renk puanlarının sırasıyla; 3,53, 3,47, 2,63, 3,47 ve 2,63 bulunduğu ve kontrol grubuna göre havuç lifi ilaveli çığ köftelerin en düşük renk puanını aldığı ve bu puanının istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

4.3.3 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyetleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 1,3922X_1 + 1,2321X_2 + 1,8328X_3 + 0,1972X_1*X_2 - 0,1410X_1*X_3 + 0,3791X_2*X_3$$

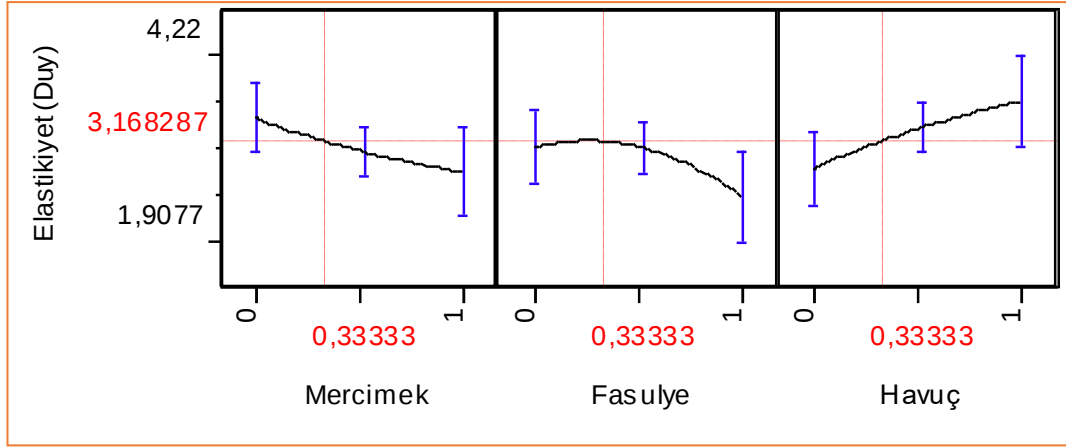
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin elastikiyetleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin elastikiyet (Duyusal) üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,2619	5,7013	0,0583
Yeşil Mercimek (X_1)	1	8,7534	190,5609	0,0002 **
Fasulye (X_2)	1	6,8563	149,2615	0,0003 **
Havuç (X_3)	1	15,1703	330,2571	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0359	0,7807	0,4268
X_1*X_3	1	0,0183	0,3989	0,5619
X_2*X_3	1	0,1325	2,8847	0,1647
Hata	4	0,0459		
Genel	9			

**: $P<0.01$ r^2 : 0,8769 RMSE: 0,2143

Tablo 4.17.’den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin elastikiyetleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek ve fasulye miktarındaki artışla birlikte, elastikiyet puanının azaldığı, havuç miktarındaki artışla beraber ise elastikiyet puanının arttığı Şekil 4.16.’da gösterilmektedir.



Şekil 4.16. Elastikiyet üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Elastikiyet puanının havuç içeren kombinasyonlarda yüksek, fasulye ve yeşil mercimek içeren kombinasyonlarda düşük olmasının sebebinin fasulye ve yeşil mercimek ilaveli köftelerde yüksek miktarda bulunan nişastadan dolayı panelistlerin bu köftelerde unsu yapıyı hissetmesinden, havucun ise çok daha az oranlarda nişasta içermesi ve pH'sının düşük olmasından (Tablo 4.1.) dolayı serbest haldeki suyu bağlayamamasının panelistlerde daha elastik bir köfte hissi uyandırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) üzerine yapılan bir çalışmada yeşil mercimeğin nişasta miktarının %45,1 – %47,3 arasında değiştiği (Erbaş Köse vd., 2018), başka bir çalışmada ise mercimeğin nişasta miktarının %46,50 ve fasulyenin nişasta miktarının ise %39,60 olduğu bildirilmiştir (Türksoy, 2018). Havucun farklı gıda ürünlerine işlenebilirliği üzerine yapılan çalışmada havucun yaklaşık olarak %88 su, %1 protein, %7 karbonhidrat %0,2 yağ ve %3 liften oluştuğu, karbonhidrat içeriğinin neredeyse tamamının şekerlerden oluştuğu ve çok az miktarda nişasta içerdiği ifade edilmiştir (Çümen & Bostancı, 2021).

4.3.4 Sululuk Hissi

Vegan köftelerin sululuk hisleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 1,7174X_1 + 1,1976X_2 + 2,1223X_3 - 0,1381X_1*X_2 - 0,3499X_1*X_3 + 0,0891X_2*X_3$$

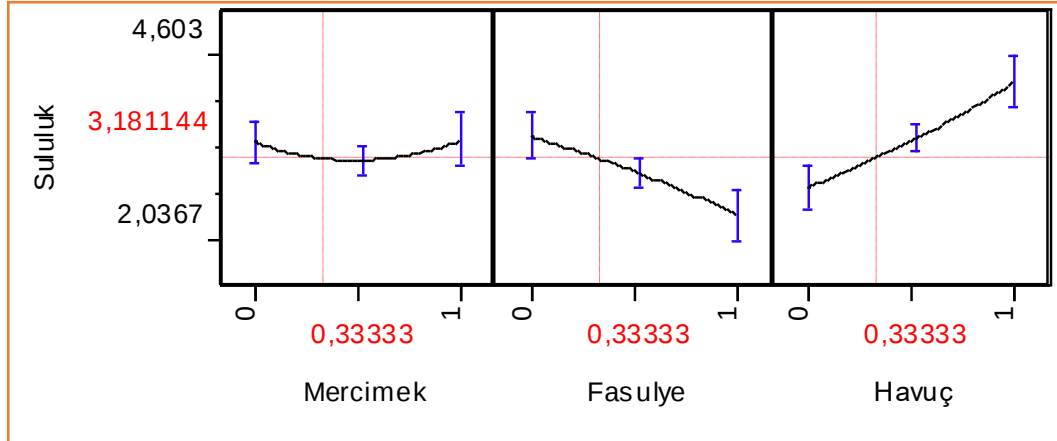
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin sululuk hisleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.18'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sululuk hisleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,5320	28,1998	0,0032 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	13,3202	706,0240	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	6,4772	343,3183	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	20,3408	1078,1460	<.0001 **
$X_1 \cdot X_2$	1	0,0176	0,9314	0,3892
$X_1 \cdot X_3$	1	0,1129	5,9825	0,0708
$X_2 \cdot X_3$	1	0,0073	0,3881	0,5671
Hata	4	0,0189		
Genel	9			

** : $P < 0.01$ r^2 : 0,9724 RMSE: 0,1374

Tablo 4.18.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin sululuk hisleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışla birlikte 0,5 seviyelerine kadar sululuk hissi puanının azaldığı, sonrasında ise arttığı, fasulye miktarındaki artışla sululuk hissi puanının azaldığı ve havuç miktarındaki artışla sululuk hissi puanının arttığı Şekil 4.17.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.17. Sululuk hissi üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Havuç ilaveli köfte kombinasyonlarında sululuk hissinin yüksek olmasının sebebinin hammaddenin pH'sının düşük olmasından (Tablo 4.1.) dolayı suyu bağlayamamasından ve serbest haldeki suyun panelistler tarafından daha fazla hissedilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca mercimek ilaveli

köftelerin protein içeriğinin, fasulye ilaveli köftelere göre hem daha az olması (EK 3) hem de hammadde haşlama işlemi esnasında yeşil mercimeğin fasulyeye göre daha düşük sıcaklık derecesinde haşlanması sonucunda, yeşil mercimek proteinlerinin fasulye proteinlerine göre daha az denatüre olarak daha az sertliğe sahip olması ve serbest haldeki yağı fasulyeye göre daha fazla içermesi, bu az sertliğin ve serbest haldeki yağ oranının yüksek olmasının panelistler tarafından sululuk hissi ile ilişkilendirilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kanatlı eti emülsiyonlarının fonksiyonel özellikleri üzerine yapılan çalışmada kanatlı etlerinin yüksek pH'da olmasından dolayı çok iyi emülsifikasyon (Emülsiyon çözünürlüğü iyileştirme, yağ bağlama ve su tutma kapasitesini geliştirme, vb.) özelliği gösterdiği bildirilmekle (Akcan & Serdaroğlu, 2011) beraber, nem kayıplarının gıdaların pişirilmesi sırasında protein denatürasyonundan kaynaklandığı da başka bir çalışmada bildirilmiştir (Cava vd., 2012).

Domuz hamburger köftesine %0 (kontrol örneği), %2, %4, %6 ve %8 oranlarında katılan siyah havucun hamburger köftelerinin özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada sululuk değerlerinin sırasıyla; 5,20, 5,77, 6,56, 5,56 ve 6,01 olduğu bildirilmiş ve siyah havucun eklenmesi ile köftelerin sululuk değerlerinin arttığı ifade edilmiştir (Ko & Yoo, 2018).

Kırmızı mercimek ununun dana burgerlerin kalite özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada %5 ve %10 mercimek unu ilave edilen burgerlerin sululuk değerlerinin mercimek unu ilavesi ile çok önemli ($p<0.01$) düzeyde arttığı bildirilmiştir (Boişteanu vd., 2023).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve 13 panelist ile yapılan duyusal analizlerden genel sululuk değerinin kontrol örneğine göre (kontrol örneği sululuk değeri: 4,7) sırasıyla mikronize mercimekte 5,1 ve 3,4 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla 5,4 ve 4,2 olduğu bildirilmiş ve %6 oranında yeşil mercimek ilavesi ile burgerlerin sululuk değerinin kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı, %12 mercimek ilaveli burgerlerde de sululuk oranının kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede düştüğü bildirilmiştir (Der, 2010).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine %15 oranında nohut ve mercimek

unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemede mercimek unlu köftelerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu sululuk puanı: 3,70) yağ miktarlarının artması ile sululuk değerlerinin sırasıyla 4,40 ve 4,30 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre artan değerlerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Zaki, 2021).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan duyu değerlendirmede sululuk açısından köfteler sırasıyla; 7,10, 7,55, 6,55, 7,40, 7,24 ve 6,95 puan almış olup, fasulye köftesinin sululuk skorunun diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında nohut köftesi ve bezelye köftesinden sonra en düşük seviyede olduğu ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Ersoy, 2022).

4.3.5 Yağlılık Hissi

Vegan köftelerin yağlılık hissi üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomial modelin eşitliği;

$$Y: 1,8116X_1 + 1,3210X_2 + 1,6515X_3 - 0,1286X_1*X_2 - 0,2703X_1*X_3 + 0,4631X_2*X_3$$

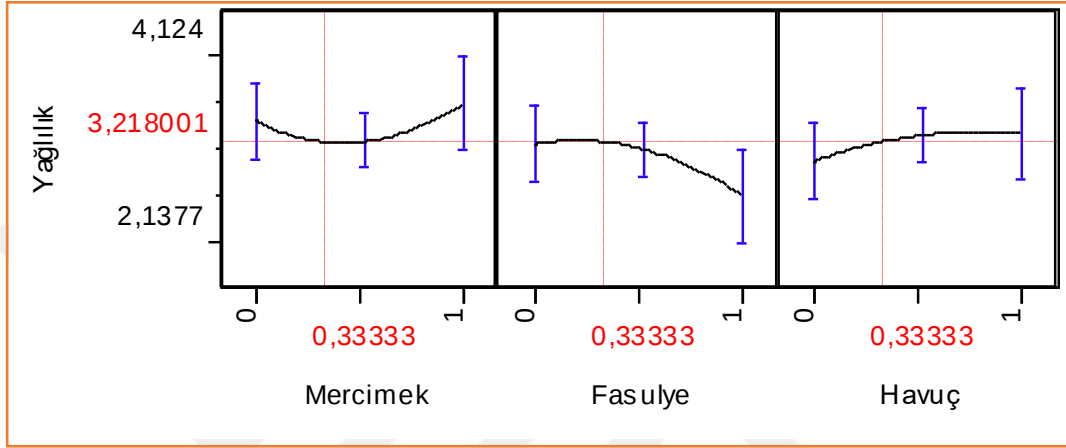
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin yağlılık hisleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.19’da gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yağlılık hisleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,1439	3,9072	0,1056
Yeşil Mercimek (X_1)	1	14,8208	402,3472	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	7,8805	213,9365	0,0001 **
Havuç (X_3)	1	12,3174	334,3875	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,0152	0,4137	0,5551
X_1*X_3	1	0,0673	1,8283	0,2477
X_2*X_3	1	0,1977	5,3680	0,0814
Hata	4	0,0368		
Genel	9			

**, $P<0.01$ r^2 : 0,8300 RMSE: 0,1919

Tablo 4.19.'dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin yağlılık hisleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışla birlikte 0,5 seviyesine kadar yağlılık hissi puanının azaldığı, sonrasında ise arttığı, fasulye miktarındaki artışla yağlılık hissi puanının azaldığı ve havuç miktarındaki artışla yağlılık hissi puanının arttığı Şekil 4.18.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.18. Yağlılık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Yağlılık hissinin havuç ilaveli köfte kombinasyonlarında yükselmesinin sebebinin havucun pH'sının ve protein oranının düşük olmasından dolayı (Tablo 4.1.) yağı bağlayamamasından ve serbest haldeki yağın ağızda bıraktığı histen kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yağlılık hissinin mercimek içeren kombinasyonlarda artmasının ve fasulye içeren kombinasyonlarda azalmasının sebebinin, bu hammaddelerin protein oranlarından ve protein içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tavuk ürünlerinde diyet liflerinin değerlendirildiği çalışmada, gıdaların pişirilmesi esnasında protein denatürasyonunun yağ absorpsiyonunu artırdığı ifade edilmiştir (Cava vd., 2012).

Kanatlı eti emülsiyonlarının fonksiyonel özellikleri üzerine yapılan çalışmada kanatlı etlerinin yüksek pH'da olmasından dolayı çok iyi emülsifikasyon (Emülsiyon çözünürlüğü iyileştirme, yağ bağlama ve su tutma kapasitesini geliştirme, vb.) özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Akcan & Serdaroğlu, 2011).

4.3.6 Koku

Vegan köftelerin kokuları üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 1,9489X_1 + 1,6197X_2 + 1,7414X_3 + 0,2235X_1*X_2 - 0,1052X_1*X_3 + 0,3214X_2*X_3$$

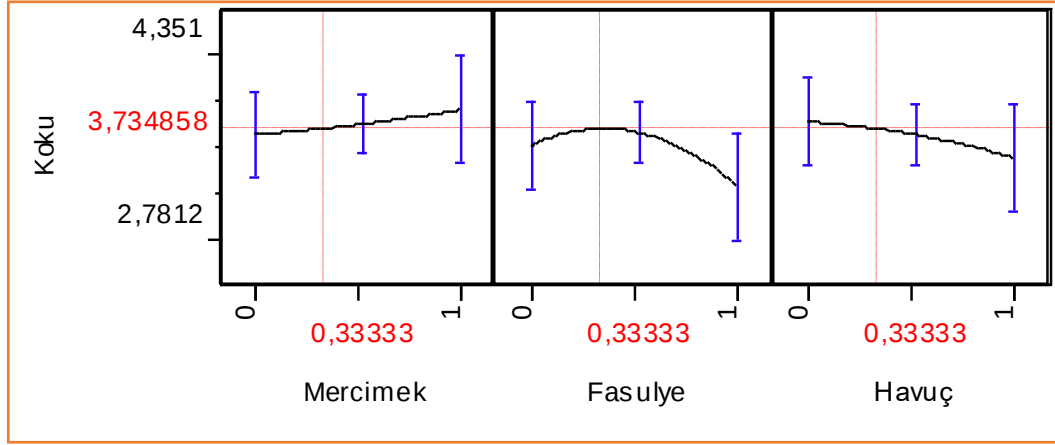
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin kokuları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin koku üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,0668	2,2300	0,2286
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	17,1531	572,7971	<.0001 **
Fasulye (X ₂)	1	11,8474	395,6210	<.0001 **
Havuç (X ₃)	1	13,6955	457,3354	<.0001 **
X ₁ *X ₂	1	0,0461	1,5382	0,2827
X ₁ *X ₃	1	0,0102	0,3406	0,5908
X ₂ *X ₃	1	0,0952	3,1803	0,1491
Hata	4	0,0299		
Genel	9			

** : P<0.01 r²: 0,7360 RMSE: 0,1731

Tablo 4.20.’den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin kokuları üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışla koku puanının arttığı, fasulye miktarındaki artışla koku puanının 0,33 seviyesine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı ve havuç miktarındaki artışla koku puanının azaldığı Şekil 4.19.’da gösterilmektedir.



Şekil 4.19. Koku üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Koku puanının fasulye içeren köfte kombinasyonlarında azalmasının sebebinin, fasulyenin kokusunun genel olarak hoş olmaması ve duysal çekiciliğinin az olmasından, yeşil mercimek içeren köfte kombinasyonlarında koku puanının yükselmesinin sebebinin ise, mercimeğin pişirilmesi sırasında karbonhidratlarının parçalanması ile furanlar, pirazinler gibi, etin karakteristik aroma bileşiklerine benzer bileşikler oluşturmamasından, havuç içeren köfte kombinasyonlarının koku puanının azalmasının sebebinin ise havucun içerdiği kükürtün pişme sırasında açığa çıkıp kötü koku yaymasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Liflerin (inülin, havuç, selülöz) çiğ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiği araştırmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftelerinin havuç miktarının artmasına bağlı olarak duysal değerlendirmeler sonucunda koku değerlerinde önemli ($p < 0.05$) oranda azalma olduğu bildirilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiği bir çalışmada, havuç lifi ilaveli pişmiş köftelerin kontrol grubu köftelere (kontrol grubu koku puanı: 7,50) kıyasla koku açısından 6,06 puan ($p < 0.05$) ile daha az puana sahip olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, havuç lifi kullanım oranının yükselmesi ile hamburgerlerin duysal değerlendirmeleri sonucunda koku puanının düştüğü, özellikle %6 havuç lifi ilaveli hamburgerlerin koku puanlarının

kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) seviyede düştüğü bildirilmiştir (Güven, 2010).

Az yağlı dana burgerin besin içeriği ve pişirme özelliklerinin değerlendirildiği çalışmada burgerlere et yerine %10, %20, %30, %40 ve %50 seviyelerinde kahverengi mercimekler eklenerek, az yağlı dana burgerlerde duyu özellikler belirlenmiştir. Koku değerlendirmesinde burgerler sırasıyla; 9,45, 9,35, 9,35, 9,00 ve 8,70 puan almış olup, mercimek ilaveli burgerlerin koku puanlarının kontrol grubuna göre (kontrol grubu koku puanı: 7,6) önemli ($p<0.05$) seviyede arttığı ifade edilmiştir (Abd-elhak, 2017).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan duyu değerlendirmede koku açısından köfteler sırasıyla; 7,05, 7,70, 7,40, 7,55, 7,43 ve 8,25 puan almış olup, fasulye köftesinin koku skorunun, diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında en düşük ($p<0.05$) seviyede olduğu bildirilmiştir (Ersoy, 2022).

4.3.7 Tat - aroma

Vegan köftelerin tat ve aromaları üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 1,8726X_1 + 1,4583X_2 + 1,6752X_3 + 0,2396X_1*X_2 + 0,0110X_1*X_3 + 0,5384X_2*X_3$$

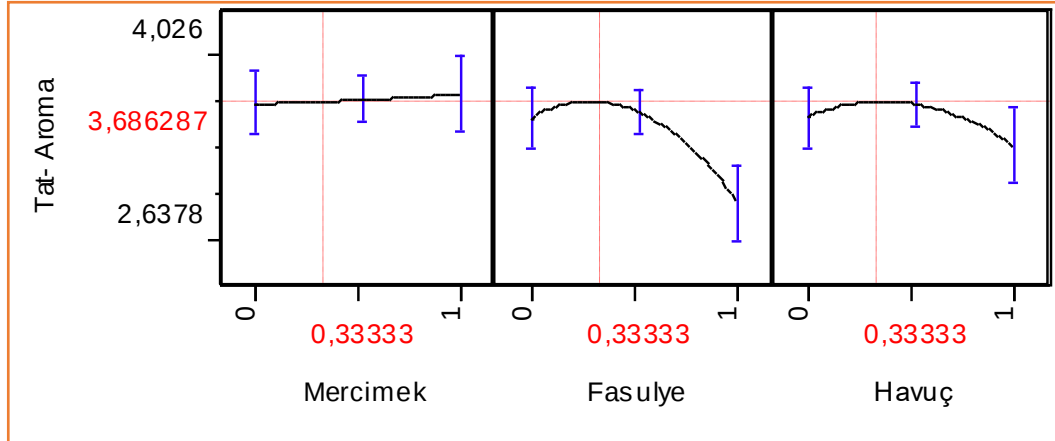
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin tat ve aromaları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.21’de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin tat ve aroma üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,1099	9,4073	0,0248 *
Yeşil Mercimek (X_1)	1	15,8364	1355,7550	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	9,6043	822,2298	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	12,6735	1084,983	<.0001 **
$X_1 * X_2$	1	0,0529	4,5308	0,1004
$X_1 * X_3$	1	0,0001	0,0095	0,9271
$X_2 * X_3$	1	0,2672	22,8753	0,0088
Hata	4	0,0117		
Genel	9			

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$ r^2 : 0,9216 RMSE: 0,1081

Tablo 4.21.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin tat ve aromaları üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışa bağlı olarak tat-aromanın arttığı, fasulye ve havuç miktarındaki artmaya bağlı olarak tat-aromanın 0,33 seviyelerine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı Şekil 4.20.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.20. Tat ve aroma üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Yeşil mercimek ilaveli kombinasyonlarda tat ve aroma değerinin yüksek olması, yeşil mercimeğin tadının nötr ve hafif olmasından dolayı alışılmış köfte tadına daha yakın olmasından ve mercimekte furanlar, pirazinler gibi, etin karakteristik aroma bileşiklerine benzer bileşikler bulunmasından

kaynaklanabileceği, havuç ve fasulye ilaveli köfte kombinasyonlarda tat ve aroma değerinin düşük olması ise, havucun tadının tatlı olmasından dolayı alışılmış köfte tadından uzak olması ve fasulyenin tat ve aromasının duyuşal çekiciliğinin az olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir.

Çeşitli meyve ve sebze suları (nar, havuç, kapyra biberi) kullanımının et köftelerinin kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir yüksek lisans çalışmasında, havuç suyu ilaveli köfte örneklerinin 2,49 tatlılık puanı ile kontrol grubuna göre (kontrol grubu tatlılık puanı: 2,06) önemli ($p<0.05$) oranda yüksek olduğu bildirilmiş olup, genel beğeni açısından nar suyu ve havuç suyu ilaveli köftelerin kontrol örneğine göre daha az puan aldığı ifade edilmiştir (Papatya, 2024).

Liflerin (inülin, havuç, selölöz) çiğ ve pişmiş tavuk köftelerine farklı seviyelerde (%3, %6, %9) eklenip, köftelerin özelliklerine etkilerinin incelendiğı araştırmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftelerinin havuç miktarının artmasına bağılı olarak tat değerlerinde önemli ($p<0.05$) azalma olduğu ifade edilmiştir (Kılınççeker & Kurt, 2018).

Tavuk köfteler üzerine çeşitli liflerin %5 eklendiğı bir çalışmada, havuç lifi ilaveli pişmiş tavuk köftesinin yapılan duyuşal değerlendirmesinde tat puanının 5,50 olduğu ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu tat puanı: 8,12) önemli ($p<0.05$) oranda düştüğü bildirilmiştir (Kılınççeker, 2017).

Domuz hamburger köftesine %0 (kontrol grubu), %2, %4, %6 ve %8 oranlarında katılan siyah havucun hamburger köftelerinin özellikleri üzerine etkilerinin incelendiğı araştırmada tat değerlerinin sırasıyla 5,52, 5,90, 6,33, 5,18 ve 4,51 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre en düşük tat değerinin %8 siyah havuç ilaveli hamburger köftelerinde olduğu ifade edilmiş ve bu bulunan değerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Ko & Yoo, 2018).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, bütün yağ seviyelerinde havuç lifi kullanım miktarının artması ile hamburgerlerin lezzet puanlarının kontrol gruplarına göre düştüğü, özellikle özellikle % 4 ve %6 havuç lifi ilaveli hamburgelerin lezzet puanlarının önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı sonucu bulunmuştur (Güven, 2010).

Katma değerli dana burgerin kalitesi ve kabul edilebilirliği üzerine yapılan çalışmada, dana burgerlerde kullanılan etin %20'si çıkarılarak yerine havuç ve

bezelye karışımı ilave edilmiş ve dana burger köfteleri üretilmiştir. Yapılan lezzet ve tat değerlendirmesi sonucunda havuç ve bezelye ilaveli burger köfteler sırasıyla 7,33 ve 7,67 puan alarak kontrol grubu köftelerinin (kontrol grubu köfte lezzet puanı: 9,33, tat puanı: 8,33) puanlarının altında ($p<0.05$) kaldığı bildirilmiştir (Kassem & Emara, 2010).

Farklı bitkisel kökenli katkı maddeleri içeren tavuk köftelerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmada tavuk köftelerine %14, %18 ve %22 oranlarında havuç ezmesi ilave edilmiş ve elde edilen havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinde çeşitli duyusal analizler yapılmıştır. Lezzet açısından havuç ezmesi ilaveli tavuk köfteler sırasıyla 7,17, 7,04 ve 6,75 puan almış olup, kontrol örneğine göre (kontrol örneği lezzet puanı: 7,24) havuç ezmesi ilavesi arttıkça lezzet puanının düştüğü ve %18 ve %22 havuç ezmesi ilaveli tavuk köftelerinin lezzet puanının kontrol örneğine kıyasla istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunduğu ifade edilmiştir (Mundhe vd., 2024).

Baklagil unlarının koyun köftesinde kalite özelliklerinin incelendiği bir araştırmada %10 ve %15 yağlı koyun köftelerine %15 oranında nohut ve mercimek unu ilave edilmiş ve bu köftelerin çeşitli kalite özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemede mercimek unlu köftelerin kontrol örneğine göre (kontrol örneği lezzet puanı: 3,40) yağ miktarlarının artması ile lezzet puanlarının sırasıyla 4,60 ve 5,40 olduğu bildirilmiş ve kontrol örneğine kıyasla artan değerlerin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Zaki, 2021).

Hamburgerlerin formülasyonlarından %5, %10 ve %20 kıymanın çıkarıldığı ve yerine %5, %10 ve %20 mercimek püresi ilave edilerek üretilen hamburgerlerin kalite özelliklerinin incelendiği araştırmada, hamburgerlerin lezzet puanlarının sırasıyla; 7,75, 6,50 ve 5,34 olduğu (kontrol grubu lezzet puanı: 7,22) ve %5 mercimek püresi ilaveli hamburgerin lezzet açısından en beğenilen grup olduğu bildirilmiş ($p<0.01$) ve mercimek püresi ilavesinin %10 ve %20'lere çıkması ile lezzet puanlarının düştüğü ve istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Bezelye proteini, yeşil mercimek proteini ve bakla fasulyesi proteinleri ile sebze hamburger köftesi üzerine yapılan çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu lezzet puanı: 6,00) bakla fasulyesi ilaveli köftelerin lezzet açısından 5,1 puan alarak kontrol grubunun altında kaldığı bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Yapılan duyu değerlendirilmede lezzet açısından köfteler sırasıyla; 7,20, 7,70, 7,80, 7,75, 8,24 ve 8,30 puan almış olup, fasulye köftesinin lezzet skorunun diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında en düşük ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Ersoy, 2022).

4.3.8 Genel Beğeni

Vegan köftelerin genel beğenileri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 1,7431X_1 + 1,3967X_2 + 1,8071X_3 + 0,3550X_1*X_2 - 0,1527X_1*X_3 + 0,4902X_2*X_3$$

olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin genel beğenileri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.22’de gösterilmiştir.

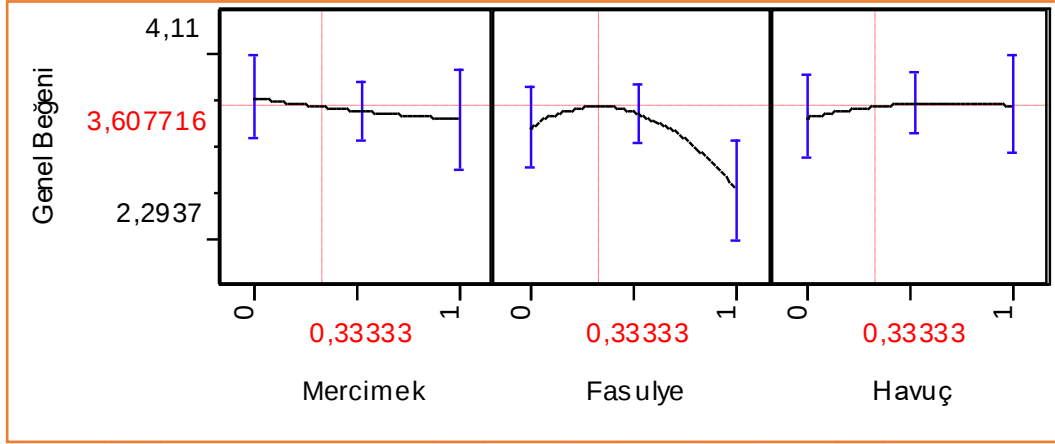
Tablo 4.22. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin genel beğeni üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0,1246	3,4629	0,1262
Yeşil Mercimek (X_1)	1	13,7221	381,3539	<.0001 **
Fasulye (X_2)	1	8,8098	244,8354	<.0001 **
Havuç (X_3)	1	14,7476	409,8538	<.0001 **
X_1*X_2	1	0,1162	3,2291	0,1468
X_1*X_3	1	0,0215	0,5972	0,4828
X_2*X_3	1	0,2215	6,1554	0,0681
Hata	4	0,0360		
Genel	9			

**: $P<0.01$ r^2 : 0,8123 RMSE: 0,1897

Tablo 4.22.’den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin genel beğenileri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde yeşil mercimek miktarındaki artışa bağlı olarak genel beğeni puanının düştüğü, fasulye miktarındaki artışa bağlı olarak genel beğeni puanının 0,33 seviyesine kadar arttığı, sonrasında ise azaldığı, havuç

miktardaki artışa bağlı olarak da genel beğeni puanının arttığı Şekil 4.21.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.21. Genel beğeni üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Bu sonucun, yeşil mercimek ve fasulyede bulunan yüksek miktardaki proteinlerin denatüre olmasından dolayı tekstürel yapıyı zayıflatmasından ve havucun, yağlılık ve sululuk hissinin yüksek olmasından, bu sonuçlardan dolayı da panelistlerin havuç ilaveli köfteleri daha fazla beğenmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tekstür analiz sonuçları da (EK 7) bu durumu desteklemektedir.

Et pişirmede kalite ve enerji değerlendirilmesi adlı çalışmada etin fiziksel özelliklerinin ve yeme kalitesinin, etin pişirilme süresine, sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini, pişirme sırasında et proteinlerinin denatüre olduğunu ve bununda et ürünleri üzerinde yapısal değişikliklere yol açtığı ifade edilmiştir (Olojede vd., 2020). Benzer şekilde kızılötesi son pişirmede dana köftesinde polisiklik aromatik hidrokarbon oluşumuna etkisinin araştırıldığı çalışmada sıcaklık artışının köfteleri protein denatürasyonuna uğratarak yapısal değişikliklerde farklılığa yol açtığı bildirilmiştir (Kendirci vd., 2014).

Dana köftelere eklenen %5 oranındaki tahıl veya baklagil unlarının kalite özelliklerinin incelendiği araştırmada sarı mercimek ilaveli köftelerin genel beğeni açısından en düşük değeri aldığı ifade edilmiş ve değerin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir (Kurt & Kılınççeker, 2012).

Hamburgerlerin formülasyonlarından %5, %10 ve %20 kıymanın çıkarıldığı ve yerine %5, %10 ve %20 mercimek püresi ilave edilerek üretilen hamburgerlerin kalite özelliklerinin incelendiği araştırmada, mercimek püresi ilavesinin arttıkça

genel beğeni puanının sırasıyla; 7,68, 6,55 ve 5,57 olduğu (kontrol grubu genel beğeni puanı: 7,32) ve %20 mercimek püresi ilaveli hamburgerin en az beğenilen ($p<0.01$) grup olduğu bildirilmiştir (Hasbioğlu & Ertaş, 1997).

Momtaze hamburgerlerine %4, %8 ve %12 oranlarında nohut ve mercimek ununun eklenip kalite özelliklerinin araştırıldığı çalışmada hamburgerlere eklenen mercimek unları ile elde edilen hamburgerlerin genel kabul edilebilirlik puanlarının sırasıyla; 5,6, 5,3 ve 4,3 olarak bulunduğu, mercimek unu ilave edilen hamburgerlerin genel beğeni puanlarının kontrol grubuna göre (kontrol grubu genel beğeni puanı: 6,4) düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Motamedi vd., 2015).

%5 pirinç unu, %5 soya unu ve %5 mercimek unu kullanılarak hazırlanan tavuk köftelerinin fizikokimyasal özellikleri ve duyuşal nitelikleri üzerine yapılan araştırmada genel kabul edilebilirlik açısından tavuk köfteleri sırasıyla; 7,40, 7,75 ve 7,35 puan almış olup, mercimek unu ilaveli tavuk köftelerinin genel kabul edilebilirlik açısından en düşük puanı aldığı ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu genel kabul edilebilirlik puanı: 7,65) genel kabul edilebilirlik puanının önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Rautl vd., 2011).

Katma değerli dana burgerin kalitesi ve kabul edilebilirliği üzerine yapılan çalışmada, dana burgerlerde kullanılan etin %20'si çıkarılarak yerine havuç ve bezelye karışımı ilave edilmiş ve dana burger köfteleri üretilmiştir. Yapılan genel kabul edilebilirlik testine göre havuç ve bezelye ilaveli burger köfteler 8,33 puan olarak kontrol grubu köftelerin (kontrol grubu köfte genel kabul edilebilirlik puanı: 8,67) puanının altında kaldığı ve sonucun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Kassem & Emara, 2010).

Yapay et üretimi üzerine yapılan bir çalışmada 6 farklı materyalden (fasulye, Meksika fasulyesi, nohut, siyah nohut, Beluga mercimeği ve bezelye) köfte numuneleri yapılmış ve köftelerin fizikokimyasal ve duyuşal analizleri yapılmıştır. Yapılan duyuşal değerlendirmede genel beğeni açısından köfteler sırasıyla; 7,55, 8,25, 7,95, 8,05, 8,71 ve 8,40 puan almış olup, fasulye köftesinin genel beğeni skorunun diğer köfte örnekleri ile karşılaştırıldığında en düşük değeri aldığı ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Ersoy, 2022).

Bezelye proteini, yeşil mercimek proteini ve bakla fasulyesi proteinleri ile sebzeli hamburger köftesi üzerine yapılan çalışmada kontrol grubuna göre (kontrol grubu genel kabul edilebilirlik puanı: 6,00) yeşil mercimek proteini ilaveli

köftelerin 5,4 ve bakla fasulyesi proteini ilaveli köftelerinde genel beğeni açısından 5,0 puan aldığı bildirilmiş ve puanların kontrol grubunun altında kaldığı ifade edilerek, değerlerin istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

4.4 Tekstürel Özellikler

Vegan köftelerin tekstürel özelliklerine ait ortalama değerler, EK 7’de, bu değerlere ait önemlilik dereceleri ise EK 8’de verilmiştir.

4.4.1 Kesme Kuvveti (N)

Vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,7347X_1 + 1,4793X_2 + 1,4214X_3 - 1,0560X_1*X_2 - 0,4569X_1*X_3 - 0,1695X_2*X_3$$

olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.23’te gösterilmiştir.

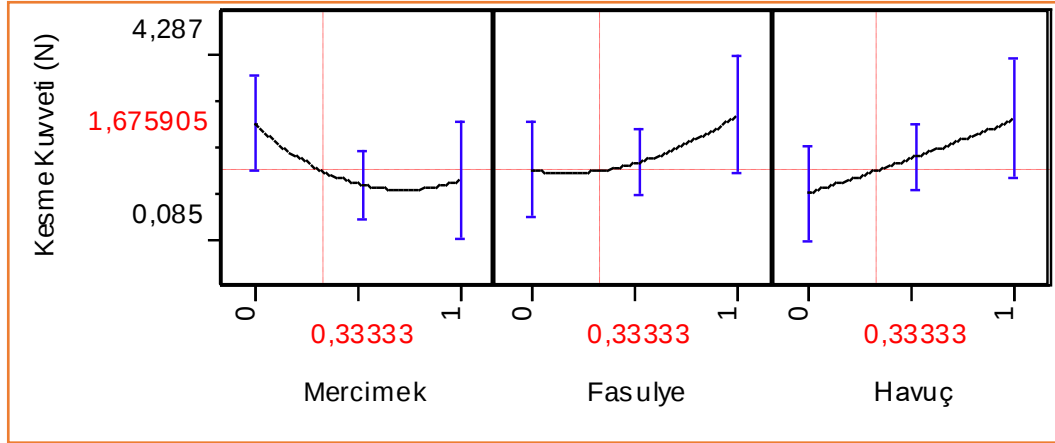
Tablo 4.23. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.9040	3.4960	0.1245
Yeşil Mercimek (X_1)	1	2.4379	9.4279	0.0373 *
Fasulye (X_2)	1	9.8834	38.2216	0.0035 **
Havuç (X_3)	1	9.1238	35.2839	0.0040 **
X_1*X_2	1	1.0279	3.9751	0.1169
X_1*X_3	1	0.1924	0.7442	0.4370
X_2*X_3	1	0.0265	0.1024	0.7650
Hata	4	0.2586		
Genel	9			

*, $P<0.05$ **, $P<0.01$ r^2 : 0,8138 RMSE: 0,5085

Tablo 4.23.’ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin kesme kuvveti (N) değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu, yeşil mercimeğin ise önemli ($P<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, kesme kuvvetinin (N) yükseldiği ve

yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da kesme kuvvetinin (N) azaldığı Şekil 4.22.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.22. Kesme kuvveti (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Kesme kuvvetinin (N) havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havucun nem oranının düşük olmasından ve fasulye içeren kombinasyonlarda ise fasulyenin hem yüksek protein miktarından (Tablo 4.1.) hem de hammadde haşlama işlemi esnasında düdüklü tencere kullanılmasından dolayı daha fazla yüksek sıcaklığa maruz kalmasına istinaden proteinlerin daha fazla denatüre olarak sertleşmesine sebep olmasından bu sertliliğin de kesme kuvvetini (N) artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sosis köfteleri üzerine yapılan bir çalışmada su tutma kapasitesindeki artışın kesme kuvveti (N) değerlerinde azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir (Holliday vd., 2011).

Tekstüre bitkisel proteinlerin ve pişmiş köfte örneklerinin fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin incelendiği çalışmada soya fasulyesi proteinlerinden elde edilen köftelerin ortalama kesme kuvveti (N) değerlerinin en yüksek soya fasulyesi proteinli örneklerde olduğu bildirilmiş ve sertlik (N) değeri ile kesme kuvveti (N) değerinin benzer bir şekilde davrandığı ifade edilmiştir (Hong vd., 2022).

Bir grup araştırmacı tarafından yapılan bir çalışmada gıda ürünlerinin pişirilmesi esnasında proteinlerin denatüre olması ile birlikte üründe nem kayıplarının yaşandığı, bunun sonucunda da ürünlerde sertleşme meydana geldiği bildirilmiştir (Cava vd., 2012).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç

posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan kesme kuvveti (N) analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin kesme kuvveti (N) değerleri sırasıyla; 5,01, 5,09 ve 5,39 olarak bulunmuş [Kontrol grubu kesme kuvveti (N) değeri: 5,21] olup %9 oranında havuç posası ilavesinin kontrol grubuna göre kesme kuvveti (N) değerinin yüksek olduğu, fakat anlamlı olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir. (Yadav vd., 2018).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve yapılan tekstür analizlerinden kesme kuvveti (N) değerinin kontrol grubuna göre [Kontrol grubu kesme kuvveti (N) değeri: 54,0] sırasıyla mikronize mercimekte 38,1 ve 32,5 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla 32,2 ve 29,3 olduğu bildirilmiş ve hem mikronize hem de mikronize olmayan yeşil mercimeğin kullanılması ile burgerlerin kesme kuvveti (N) değerinin önemli ($p<0.05$) ölçüde düştüğü bildirilmiştir (Der, 2010).

Termal olarak mikronize edilmiş nohut (*Cicer arietinum*) ve yeşil mercimek (*Lens culinaris*) unlarının az yağlı sığır eti burgerlerinde bağlayıcı olarak duyuşal ve fizikokimyasal çalışmaları adlı bilimsel araştırmada, nohut ve yeşil mercimek sığır eti burgerlerine %6 oranında ilave edilmiştir. Yapılan tekstür analizlerinden kesme kuvveti (N) değerinin yeşil mercimek içeren köftelerde 6,42 olarak bulunduğu ve kontrol grubu köfteye göre [Kontrol grubu kesme kuvveti (N) değeri: 10,43] önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı bildirilmiştir (Shariati-Ievari vd., 2016).

4.4.2 Kesme İşi (Ns)

Vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 7,1466X_1 + 13,3374X_2 + 13,2895X_3 - 8,8285X_1*X_2 - 3,8343X_1*X_3 + 3,6226X_2*X_3$$

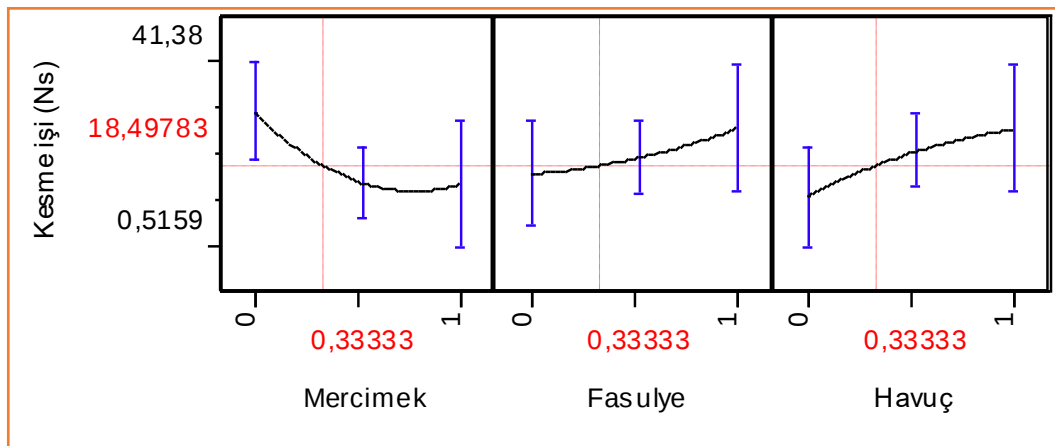
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.24'te gösterilmiştir.

Tablo 4.24. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	91.4069	3.2880	0.1360
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	230.6545	8.2968	0.0450 *
Fasulye (X ₂)	1	803.3614	28.8973	0.0058 **
Havuç (X ₃)	1	797.5953	28.6899	0.0059 **
X ₁ *X ₂	1	71.8479	2.5844	0.1832
X ₁ *X ₃	1	13.5520	0.4875	0.5235
X ₂ *X ₃	1	12.0971	0.4351	0.5455
Hata	4	27.8006		
Genel	9			

*, P<0.05 **, P<0.01 r²: 0,8043 RMSE: 5,2726

Tablo 4.24.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin kesme işi (Ns) değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu, yeşil mercimeğin ise önemli (P<0.05) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, kesme işinin (Ns) yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da kesme işinin (Ns) azaldığı Şekil 4.23.'te gösterilmektedir.



Şekil 4.23. Kesme işi (Ns) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Kesme işinin (Ns) havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havucun nem oranının düşük olmasından ve fasulye içeren kombinasyonlarda ise fasulyenin hem yüksek protein miktarından (Tablo 4.1.) hem

de hammadde haşlama işlemi esnasında düdüklü tencere kullanılmasından dolayı daha fazla yüksek sıcaklığa maruz kalmasına istinaden proteinlerin daha fazla denatüre olarak sertleşmesine sebep olmasından bu sertliğinden kesme işini (Ns) artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bir grup araştırmacı tarafından yapılan bir çalışmada gıda ürünlerinin pişirilmesi esnasında proteinlerin denatüre olması ile birlikte üründe nem kayıplarının yaşandığı, bunun sonucunda da ürünlerde sertleşme meydana geldiği bildirilmiştir (Cava vd., 2012).

Tavuk göğsü köftelerinde erik kabuğunun %1,6 kullanıldığı çalışmada erik kabuğu katkılı köftelerin kesme işi (Ns) değerinin 59 olduğu ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu kesme işi (Ns) değeri: 46] önemli ($p<0.05$) oranda yüksek olduğu bildirilmiştir (Basanta vd., 2018).

4.4.3 Sertlik (N)

Vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 2,0357X_1 + 7,1162X_2 + 10,5546X_3 - 2,3402X_1*X_2 - 2,6392X_1*X_3 + 0,0370X_2*X_3$$

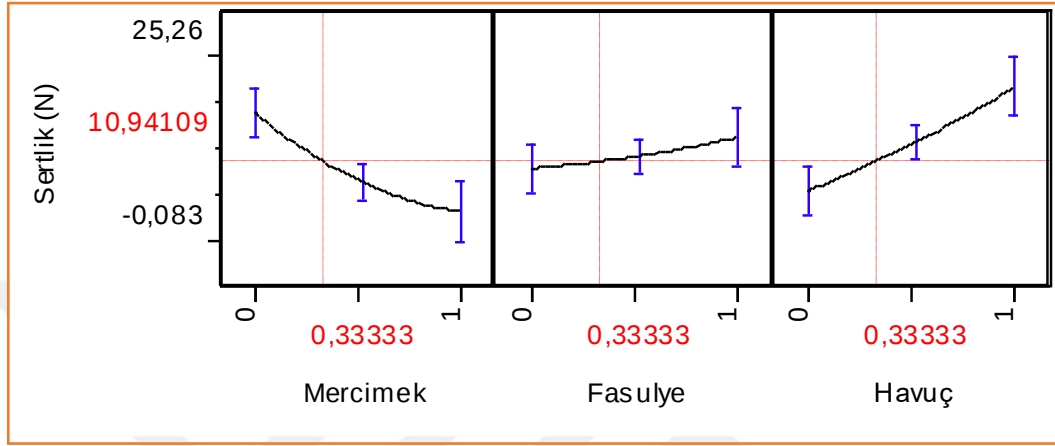
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.25'te gösterilmiştir.

Tablo 4.25. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	59.2446	23.4366	0.0046
Yeşil Mercimek (X_1)	1	18.7157	7.4038	0.0529
Fasulye (X_2)	1	228.6956	90.4699	0.0007 **
Havuç (X_3)	1	503.0965	199.0205	0.0001 **
X_1*X_2	1	5.0482	1.9970	0.2305
X_1*X_3	1	6.4206	2.5399	0.1862
X_2*X_3	1	0.0013	0.0005	0.9832
Hata	4	2.5279		
Genel	9			

**: $P<0.01$ r^2 : 0,9670 RMSE: 1,5899

Tablo 4.25.'ten anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin sertlik (N) değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, sertlik (N) değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da sertlik (N) değerinin azaldığı Şekil 4.24.'te gösterilmektedir.



Şekil 4.24. Sertlik (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Sertlik (N) değerinin havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havuç ilave edilen kombinasyonların nem oranının düşük olmasından (EK 3) ve fasulye içeren kombinasyonlarda ise fasulyenin hem yüksek protein miktarından (Tablo 4.1.) hem de hammadde haşlama işlemi esnasında düdüklü tencere kullanılmasından dolayı daha fazla yüksek sıcaklığa maruz kalmasına istinaden proteinlerin daha fazla denatüre olarak sertlik (N) değerini artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada gıdalara uygulanan pişirme işlemi ile gıdanın yüzeyinde gerçekleşen nem kaybı sonucunda ürünlerin sertlik (N) değerlerinin arttığı bildirilmiştir (Bengtson, 2006). Benzer şekilde gıda ürünlerinin pişirilmesi esnasında proteinlerin denatüre olması ile birlikte üründe nem kayıplarının yaşandığı, bunun sonucunda da ürünlerde sertleşme meydana geldiği bildirilmiştir (Cava vd., 2012).

Salepin sucuk üzerinde etkilerinin araştırıldığı çalışmada, salep miktarının artmasına bağlı olarak sucuklarda nem miktarının azaldığı ve buna bağlı olarak sertlik (N) değerinin arttığı ifade edilmiştir (Gök vd., 2018).

Farklı sıcaklık-süre kombinasyonlarının sous-vide pişirilmiş kuzu filetosunun fizikokimyasal, mikrobiyolojik, dokusal ve yapısal özelliklerine etkisi adlı çalışmada proteinlerin denatüre olması ile etlerin sertlik (N) değerlerinde artma meydana geldiği bildirilmiştir (Roldán vd., 2013). Benzer şekilde pişirme yönteminin sığır eti ve bitki bazlı burgerlerin özellikleri üzerinde etkisinin incelendiği çalışmada pişirme sırasında sığır eti köftesinin artan sertliğinin miyozin ve aktinin denatürasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Vu vd., 2022).

İnülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan TPA analizleri sonucunda inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin sertlik (N) değerleri kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 1.127,26] sırasıyla; 1.103,93, 1.083,01, 1.133,86, 2.158,82 ve 2.691,03 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin en yüksek değeri aldığı ve sertlik (N) değerlerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

%3, %6, %9 ve %12 havuç lifinin kuru fermente sosislerde etkisinin incelendiği araştırmada ürünlerde çeşitli fizikokimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler, TPA analizleri ve duyuşsal değerlendirmeler yapılmıştır. 1. gün TPA analizinde havuç lifinin miktarının artmasına bağlı olarak sosislerin sertlik (N) değerinde önemli ($p<0.05$) ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Eim vd., 2008). Benzer şekilde havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan sertlik (N) analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin sertlik (N) değerleri sırasıyla; 25,07, 28,90 ve 38,30 olarak bulunmuş ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 20,68] sertlik (N) değerlerinin önemli ($p<0.05$) oranda arttığı bildirilmiştir. (Yadav vd., 2018).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatının kullanılmasıyla, sertlik (N) değerinin sırasıyla; 191,38, 184,62 ve 221,57 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 375,92] düşük olduğu ($p<0.05$) ifade edilmiş olmakla beraber fasulye protein izolatı miktarının artması ile sertlik (N) değerinin de genel olarak arttığı görülmüştür (Terzi vd., 2020).

Az yağlı burgerlerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine bakliyat unu ile kısmi domuz eti ikamesinin etkisi adlı çalışmada burgerlere eklenen fasulye ununun genel olarak burgerlerin sertlik (N) değerlerini kontrol grubuna göre artırdığı bildirilmiştir (Argel vd., 2020).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Tekstür analizlerinden sertlik (N) değerleri sırasıyla 157,22, 188,63, 229,11 ve 217,75 bulunmuş olup, sertlik (N) değerlerinin, kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 137,24] genel olarak köftelerde kullanılan fasulye miktarı arttıkça arttığı ifade edilmiş ve %50, %75 ve %100 fasulye içeren köftelerin bulunan sertlik (N) değerlerinin istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Bakliyat ve mikroalgal proteinlerin dana köftesinin kalite özellikleri üzerine etkileri adlı çalışmada dana köftelerine %1 oranında soya proteini, bezelye proteini, mercimek proteini, fasulye proteini, *Chlorella* proteini ve *Spirulina* proteini eklenmiş ve dana köftelerinde tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan tekstür analizlerinden sertlik (N) değerlerinin sırasıyla 31,88, 28,05, 27,96, 30,60, 27,17 ve 29,04 olduğu bildirilmiş olup en yüksek sertlik (N) değerinin soya proteini içeren köftede, sonrasında ise fasulye proteini içeren köftede bulunduğu bildirilmiştir (Žugčić vd., 2018).

Tavuk burgerlerden %25, %50 ve %75 tavuk kıyması çıkarılarak aynı oranlarda eklenen sarı bezelye, nohut ve mercimeğin özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pişmiş tavuk burgerlerinin sertlik (N) değerlerinin sırasıyla 3.999,8, 3.991,3 ve 2.631,6 olduğu bulunmuş ve eklenen mercimek unu ile beraber tavuk burgerlerin sertlik (N) değerlerinde azalma meydana geldiği bildirilmiş ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 4.497,6] önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Bezelye proteini, yeşil mercimek proteini ve bakla fasulyesi proteinleri ile sebze hamburger köftesi üzerine yapılan çalışmada kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) puanı: 67,3] yeşil mercimek ilaveli köftelerin 59,4 puan aldığı ve kontrol grubuna göre düştüğü bildirilmiştir (Kim vd., 2021).

Yeşil mercimek ve fasulyeden elde edilen tekstüre proteinlerin köfte üzerine uygulanması üzerine yapılan bir araştırmada köftelere %10 yeşil mercimek ilave edilmiş ve köftelerde çeşitli tekstürel analizler yapılmıştır. Sertlik (N) değerinin yeşil mercimek proteini ilaveli köftelerde 14,5 olduğu ve sığır etinden yapılan köftelere göre [Sığır eti köfte sertlik (N) değeri: 16,3] önemli ($p<0.05$) ölçüde azaldığı ve aynı çalışmada %10 oranında fasulye proteini ilaveli köftelerde ise sertlik (N) değerinin 31,8 olduğu ve sığır etinden yapılan köftelere göre [Sığır eti köftesi sertlik (N) değeri: 21,1] önemli ($p<0.05$) ölçüde arttığı bildirilmiştir. (Guerrero, 2023).

Yaşlılar için protein içerikli sığır burgerlerinin geliştirilmesi adlı çalışmada sığır burgerlerine %3 ve %7 oranında mercimek unu eklenerek üretilen burgerlerin ilk günde yapılan analizlerinde sertlik (N) değerininin sırasıyla 70,2 ve 69,1 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sertlik (N) değeri: 79,0] değerlerin mercimek ilavesi ile düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiş, ayrıca depolamanın 6. günde ve 12. günde yapılan sertlik (N) analizlerinde de mercimek ilaveli burgerlerin sertlik (N) değerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Baugreet vd., 2016).

4.4.4 Yapışkanlık

Vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,0015X_1 - 0,0195X_2 - 0,0308X_3 + 0,0062X_1*X_2 - 0,0356X_1*X_3 + 0,0330X_2*X_3$$

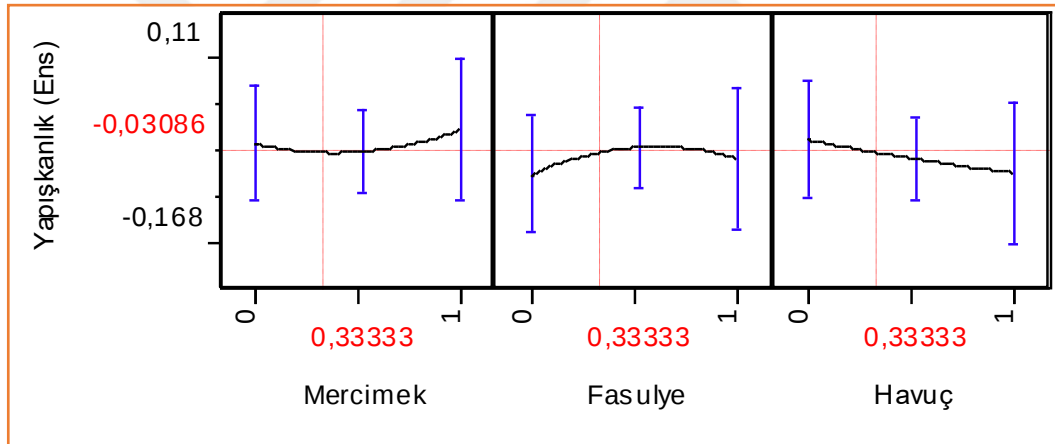
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.26'da gösterilmiştir.

Tablo 4.26. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0010	0.6205	0.6963
Yeşil Mercimek (X_1)	1	0.0000	0.0064	0.9399
Fasulye (X_2)	1	0.0017	1.0272	0.3681
Havuç (X_3)	1	0.0043	2.5582	0.1850
X_1*X_2	1	0.0000	0.0212	0.8913
X_1*X_3	1	0.0012	0.6980	0.4504
X_2*X_3	1	0.0010	0.6001	0.4818
Hata	4	0.0017		
Genel	9			

r^2 : 0,4369 RMSE: 0,0409

Tablo 4.26'dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin yapışkanlık üzerinde faktör etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) sonucu bulunmuştur.



Şekil 4.25. Yapışkanlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

4.4.5 Elastikiyet

Vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,0955X_1 + 0,1896X_2 + 0,3047X_3 - 0,1288X_1*X_2 - 0,0689X_1*X_3 - 0,0293X_2*X_3$$

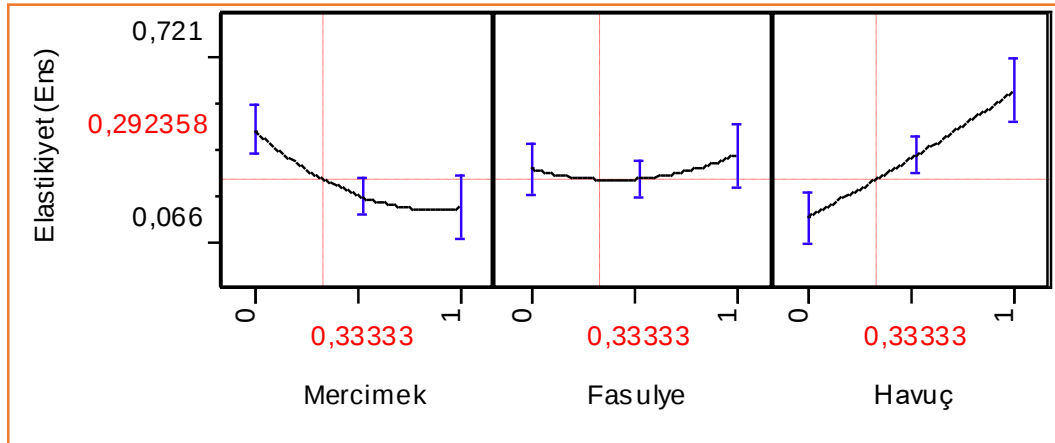
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.27'de gösterilmiştir.

Tablo 4.27. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin elastikiyet değerleri (Tekstürel) üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0407	22.1846	0.0051
Yeşil Mercimek (X_1)	1	0.0412	22.4814	0.0090 **
Fasulye (X_2)	1	0.1624	88.5546	0.0007 **
Havuç (X_3)	1	0.4193	228.6823	0.0001 **
$X_1 \cdot X_2$	1	0.0153	8.3390	0.0447 *
$X_1 \cdot X_3$	1	0.0044	2.3863	0.1973
$X_2 \cdot X_3$	1	0.0008	0.4313	0.5472
Hata	4	0.0018		
Genel	9			

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$ r^2 : 0,9652 RMSE: 0,0428

Tablo 4.27.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin elastikiyet değerleri üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu, yeşil mercimek - fasulye interaksyonunun ise önemli ($P < 0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde havuç miktarındaki artışla beraber, elastikiyet değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da elastikiyet değerinin azaldığı ve fasulye miktarındaki artışla elastikiyet değerinin 0,5 seviyelerine kadar azaldığı, sonrasında ise arttığı Şekil 4.26.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.26. Elastikiyet üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Elastikiyetin havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havucun kendisinin elastik ve lifli bir yapıda olmasından ve havucun pH'sının

(Tablo 4.1.) düşük olmasından dolayı havuçta bulunan pektin gibi polisakkaritlerin jel oluşturmaya, dolayısıyla elastikiyetliğinin artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca fasulyenin yüksek protein miktarından dolayı ve haşlama esnasında daha fazla sıcaklık değerine maruz kalmasından dolayı, proteinlerin daha fazla denatüre olarak jel benzeri bir yapı oluşturmaya ve bu jel benzeri yapısında fasulye ilaveli köftelerde elastikiyeti artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Proteinlerin önemli özelliklerinden biri olan jelleşmenin, bir çok gıda ürününün yapısal ve duyusal niteliklerini değiştirdiği, jelleşmenin genel olarak denatürasyon, ağ oluşması ve agregasyon gibi bir çok etkiden meydana gelen karmaşık bir süreç olduğu bildirilmiştir (Ge vd., 2020) ve ısıtmaya bağlı protein denatürasyonu ve bakliyat unlarının pişirilmesiyle nişasta jelatinizasyonunu hızlandırdığı ifade edilmiştir (Aguilera vd., 2009).

Protein jellerinin yapısal karakterizasyonu adlı çalışmada farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarda jelleşme özellikleri incelenmiş ve jel özelliği arttıkça elastikiğinde arttığı bildirilmiştir (Avanza vd., 2005).

İnülin, inülin/oligofruktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan TPA analizleri sonucunda inülin, inülin/oligofruktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin elastikiyet değerleri kontrol grubuna göre (kontrol grubu elastikiyet değeri: 0,024) sırasıyla; 0,024, 0,023, 0,024, 0,035 ve 0,032 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin elastikiyet değerlerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğu ve istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, yağ seviyelerinden bağımsız olarak (ortalama) %6 oranında havuç lifi kullanımı, lif ilavesi olmayan gruba göre değişik bir etki göstermez iken ($p > 0.05$), %2 ve %4 oranlarında kullanılan havuç liflerinin hamburger köftelerini daha ($p < 0.05$) elastik hale getirdiği ifade edilmiştir (Güven, 2010).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Tekstür analizlerinden elastikiyet değerleri sırasıyla; 1,13, 1,12, 1,13

ve 1,53 olarak bulunmuş olup, %100 adzuki fasulyesi unu içeren köftelerin elastikiyet değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu elastikiyet değeri: 1,19) yükseldiği, fakat değerin anlamlı olmadığı ($p>0.05$) bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Tavuk burgerlerden %25, %50 ve %75 tavuk kıyması çıkarılarak aynı oranlarda eklenen sarı bezelye, nohut ve mercimeğin özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pişmiş tavuk burgerlerinin elastikiyet değerlerinin sırasıyla 80,8, 68,9 ve 61,7 olduğu bulunmuş ve eklenen mercimek unu ile beraber tavuk burgerlerin elastikiyet değerlerinde azalma meydana geldiği bildirilmiş ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu elastikiyet değeri: 99,7) önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

4.4.6 İç Yapışkanlık

Vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,0751X_1 + 0,1311X_2 + 0,1889X_3 - 0,0894X_1*X_2 - 0,0758X_1*X_3 - 0,0379X_2*X_3$$

olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.28’de gösterilmiştir.

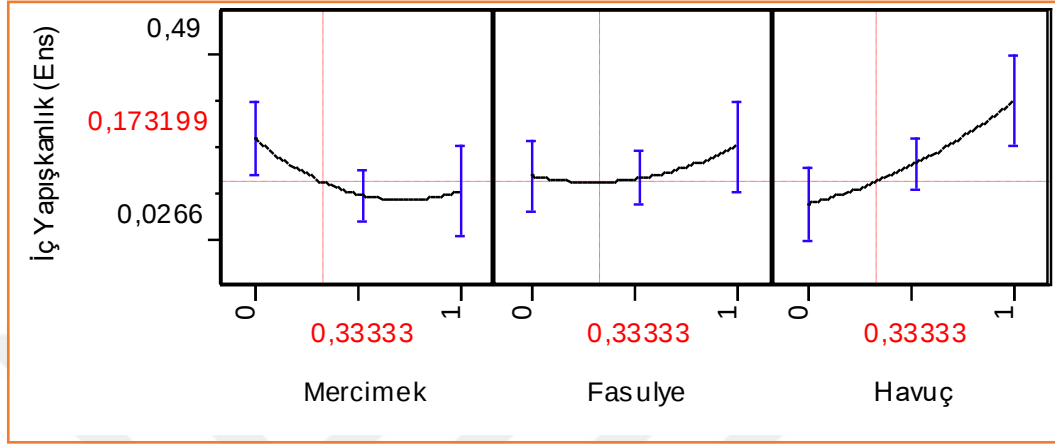
Tablo 4.28. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0131	7.1326	0.0401 *
Yeşil Mercimek (X_1)	1	0.0255	13.9254	0.0203 *
Fasulye (X_2)	1	0.0777	42.4281	0.0029 **
Havuç (X_3)	1	0.1612	88.0381	0.0007 **
X_1*X_2	1	0.0074	4.0227	0.1154
X_1*X_3	1	0.0053	2.8901	0.1643
X_2*X_3	1	0.0013	0.7245	0.4426
Hata	4	0.0018		
Genel	9			

*: $P<0.05$ **: $P<0.01$ r^2 : 0,8992 RMSE: 0,0428

Tablo 4.28.’den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu, yeşil

mercimeğin ise önemli ($P<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, iç yapışkanlık değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da iç yapışkanlık değerinin azaldığı Şekil 4.27.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.27. İç yapışkanlık üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

İç yapışkanlığın havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havucun pH'sının (Tablo 4.1.) düşük olmasından dolayı havuçta bulunan pektin gibi polisakkaritlerin jel oluşturmaya, dolayısıyla iç yapışkanlığının artmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Fasulye içeren kombinasyonlarda ise fasulyenin yüksek protein miktarından dolayı ve haşlama esnasında daha fazla sıcaklık değerine maruz kalmasından dolayı, proteinlerin daha fazla denatüre olarak jel benzeri bir yapı oluşturmaya ve bu jel benzeri yapısında fasulye ilaveli köftelerde iç yapışkanlığı artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Proteinlerin önemli özelliklerinden biri olan jelleşmenin, bir çok gıda ürününün yapısal ve duyusal niteliklerini değiştirdiği, jelleşmenin genel olarak denatürasyon, ağ oluşması ve agregasyon gibi bir çok etkiden meydana gelen karmaşık bir süreç olduğu bildirilmiştir (Ge vd., 2020).

Gıda jelleri üzerine yapılan bir araştırmada gıdalardaki jelleştirici maddelerin genellikle proteinler ve polisakkaritler olduğu bildirilmiştir (Banerjee & Bhattacharya, 2012).

Yenilebilir filmlerin yapısal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada denatürasyona uğratılan soya protein kaplı filmlerin aşırı derecede yapışkan olduğu bildirilmiştir (Şen, 2020). Benzer şekilde çözelti tipi kaplamaların tavukdan elde

edilen köftelerde kullanıldığı çalışmada %10 bezelye çözeltisi ilaveli köftelerin kızartma esnasında denatüre olması ile daha fazla yapışkanlık gösterdiği bildirilmiştir (Kılınççeker & Alkış, 2015).

İnülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan TPA analizleri sonucunda inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin kohezyon (iç yapışkanlık veya sağlamlık) değerleri kontrol grubuna göre (kontrol örneği kohezyon değeri: 0,119) sırasıyla; 0,123, 0,122, 0,138, 0,134 ve 0,148 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin kohezyon değerlerinin kontrol örneğine kıyasla en yüksek değerde arttığı ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Altuntaş, 2015). Benzer şekilde hamburgerlerde havuç lifinin farklı yağ seviyelerinde (%10, %15 ve %20) ve farklı oranlarda (%2, %4 ve %6) kullanıldığı çalışmada, yağ seviyelerinden bağımsız olarak (ortalama) havuç lifi kullanımının, hamburgerlerin iç yapışkanlık değerlerini önemli ($p<0.05$) oranda artırdığı ifade edilmiştir (Güven, 2010).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Tekstür analizlerinden iç yapışkanlık değerlerinin sırasıyla; 0,580, 0,576, 0,560 ve 0,630 olarak bulunduğu bildirilmiş olup, genel olarak adzuki fasulyesi miktarı arttıkça köftelerin iç yapışkanlık değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu iç yapışkanlık değeri: 0,571) yükseldiği ($p>0.05$) bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Tavuk burgerlerden %25, %50 ve %75 tavuk kıyması çıkarılarak aynı oranlarda eklenen sarı bezelye, nohut ve mercimeğin özelliklerinin incelendiği bir araştırmada pişmiş tavuk burgerlerinin kohezyon değerlerinin sırasıyla 0,6, 0,4 ve 0,3 olduğu bulunmuş ve eklenen mercimek unu ile beraber tavuk burgerlerin kohezyon değerlerinde azalma meydana geldiği bildirilmiş ve bulunan bu değerlerin kontrol grubuna göre (kontrol grubu kohezyon değeri: 0,9) önemli ($p<0.05$) olduğu ifade edilmiştir (Chandler & McSweeney, 2022).

Yaşlılar için protein içerikli sığır burgerlerinin geliştirilmesi adlı çalışmada sığır burgerlerine %3 ve %7 oranında mercimek unu eklenerek üretilen burgerlerin ilk günde yapılan analizlerinde iç yapışkanlık değerinin sırasıyla 0,83 ve 0,81

olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre (kontrol grubu yapışkanlık değeri: 0,89) değerlerin mercimek ilavesi ile düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiş, ayrıca depolamanın 6. günde ve 12. günde yapılan iç yapışkanlık analizlerinde de mercimek ilaveli burgerlerin iç yapışkanlık değerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Baugreet vd., 2016).

4.4.7 Sakızımsılık (N)

Vegan köftelerin sakızımsılık (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,6610X_1 + 1,7845X_2 + 3,6422X_3 - 0,6486X_1*X_2 - 1,6916X_1*X_3 - 0,2170X_2*X_3$$

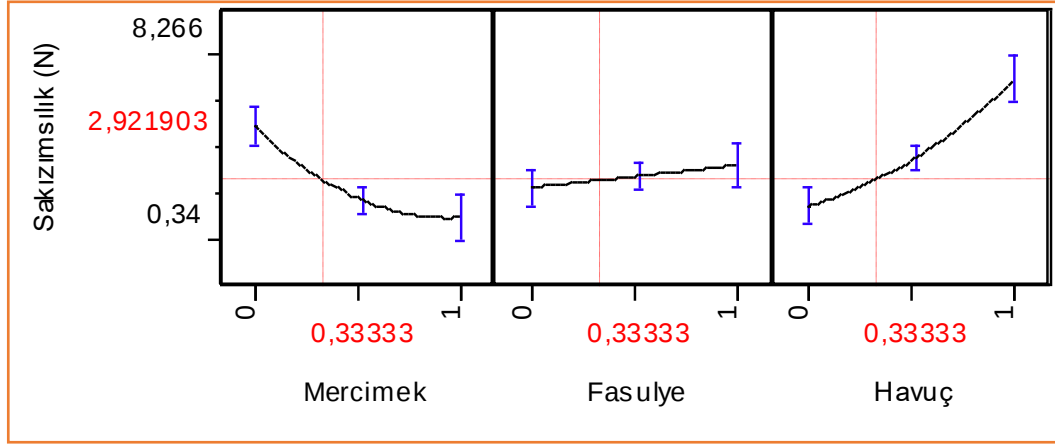
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin sakızımsılık (N) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.29’da gösterilmiştir.

Tablo 4.29. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin sakızımsılık (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	6.9476	49.1882	0.0011 **
Yeşil Mercimek (X_1)	1	1.9734	13.9715	0.0202 *
Fasulye (X_2)	1	14.3808	101.8142	0.0005 **
Havuç (X_3)	1	59.9079	424.1408	<.0001 **
X_1*X_2	1	0.3878	2.7455	0.1729
X_1*X_3	1	2.6378	18.6750	0.0124 *
X_2*X_3	1	0.0434	0.3074	0.6088
Hata	4	0.1413		
Genel	9			

*: $P<0.05$ **: $P<0.01$ r^2 : 0,9840 RMSE: 0,3758

Tablo 4.29.’dan anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin sakızımsılık (N) değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu, yeşil mercimeğin ve yeşil mercimek - havuç interaksiyonunun ise önemli ($P<0.05$) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, sakızımsılık (N) değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da sakızımsılık (N) değerinin azaldığı Şekil 4.28.’de gösterilmektedir.



Şekil 4.28. Sakızımsılık (N) üzerinde yeşil mercimek fasulye ve havucun etkisi

Yarı katı gıdaları yutmaya hazır hale getirmek için gerekli olan parçalama enerjisi, sakızımsılık (N) olarak tanımlanmaktadır. Sakızımsılık (N) değeri TPA testinde ölçülen birincil parametrelerden olan sertlik (N) ve kohesivlik (iç yapışkanlık) çarpımından elde edilen ikincil bir parametredir (Bourne, 2002). Sertlik (N) değerinin ve iç yapışkanlığın fasulye ve havuçta yüksek olması köftelerin sakızımsılık (N) değerinin de yüksek olmasına sebep olmuştur.

İnülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan TPA analizleri sonucunda inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin sakızımsılık (N) değerleri kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sakızımsılık (N) değeri: 134,14] sırasıyla; 135,78, 132,54, 289,39, 157,30 ve 400,05 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin sakızımsılık (N) değerlerinin kontrol grubuna göre en yüksek değerde olduğu ve istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosisleri üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan sakızımsılık (N) analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin sakızımsılık (N) değerleri sırasıyla; 12,24, 12,16 ve 16,12 olarak bulunmuş ve kontrol örneğine göre [Kontrol örneği sakızımsılık (N) değeri: 12,32] sakızımsılık (N) değerlerinin %3 ve %6 havuç posası ilaveli örneklerde azaldığı ($p > 0.05$), fakat %9 havuç posası içeren örneklerin sakızımsılık (N) değerinin

kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) oranda arttığı bildirilmiştir (Yadav vd., 2018).

Bakliyat ve mikroalgal proteinlerin dana köftesinin kalite özellikleri üzerine etkileri adlı çalışmada dana köftelerine %1 oranında soya proteini, bezelye proteini, mercimek proteini, fasulye proteini, *Chlorella* proteini ve *Spirulina* proteini eklenmiş ve dana köftelerinde tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan sakızimsılık (N) analizlerinin değerlerinin sırasıyla; 16,09, 12,75, 13,14, 14,03, 11,97 ve 12,95 olduğu bildirilmiş olup en yüksek sakızimsılık (N) değerinin soya proteini içeren köftede, sonrasında ise fasulye proteini içeren köftede bulunduğu ifade edilmiştir (Žugčić vd., 2018).

Yaşlılar için protein içerikli sığır burgerlerinin geliştirilmesi adlı çalışmada sığır burgerlerine %3 ve %7 oranında mercimek unu eklenerek üretilen burgerlerde ilk günde yapılan analizlerinde sakızimsılık (N) değerinin sırasıyla 29,6 ve 26,0 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu sakızimsılık (N) değeri: 43,5] değerlerin mercimek ilavesi ile düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiş, ayrıca depolamanın 6. günde ve 12. günde yapılan sakızimsılık (N) analizlerinde de mercimek ilaveli burgerlerin sakızimsılık (N) değerinin önemli ($p<0.05$) oranda azaldığı ifade edilmiştir (Baugreet vd., 2016).

4.4.8 Çiğnenebilirlik (N)

Vegan köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,2691X_1 + 0,6738X_2 + 2,2204X_3 - 0,2260X_1*X_2 - 1,2249X_1*X_3 - 0,2569X_2*X_3$$

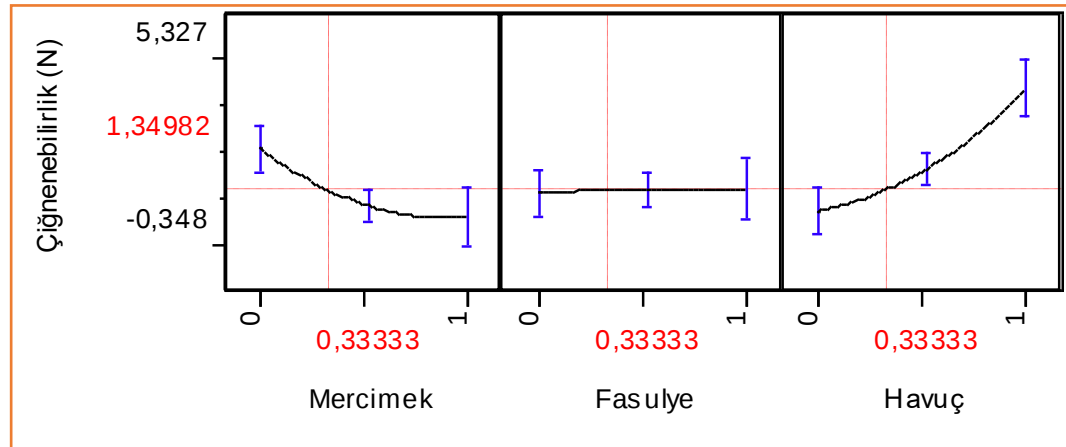
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.30'da gösterilmektedir.

Tablo 4.30. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	2.8789	25.0410	0.0041 **
Yeşil Mercimek (X ₁)	1	0.3270	2.8441	0.1670
Fasulye (X ₂)	1	2.0502	17.8327	0.0134 *
Havuç (X ₃)	1	22.2651	193.6641	0.0002 **
X ₁ *X ₂	1	0.0471	0.4095	0.5570
X ₁ *X ₃	1	1.3830	12.0298	0.0256 *
X ₂ *X ₃	1	0.0608	0.5291	0.5073
Hata	4	0.1150		
Genel	9			

*: P<0.05 **: P<0.01 r²: 0,9690 RMSE: 0,3391

Tablo 4.30.'dan anlaşılacağı üzere, vegan köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerleri üzerinde havucun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu, fasulye ve yeşil mercimek - havuç interaksiyonunun ise önemli (P<0.05) olduğu sonucu bulunmuştur. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, çiğnenebilirlik (N) değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da çiğnenebilirlik (N) değerinin azaldığı Şekil 4.29.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.29. Çiğnenebilirlik (N) üzerinde yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Çiğnenebilirlik (N), katı gıdaları yutmaya hazır hale getirmek için gerekli olan çiğneme enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Çiğnenebilirlik (N) değeri TPA testinde ölçülen birincil parametrelerden olan sertlik (N), kohesivlik (İç

yapışkanlık) ve elastikiyet çarpımından elde edilen ikincil bir parametredir (Bourne, 2002). Sertlik (N) değerinin, iç yapışkanlığın ve elastikiyetliğin fasulye ve havuçta yüksek olması köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerinin de yüksek olmasına sebep olmuştur.

İnülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin belirli oranlarda kullanıldığı prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi adlı çalışmada yapılan TPA analizleri sonucunda inülin, inülin/oligofrüktoz, limon lifi, bezelye lifi ve havuç lifinin çiğnenebilirlik (N) değerleri kontrol grubuna göre [Kontrol grubu çiğnenebilirlik (N) değeri: 26,93] sırasıyla; 26,71, 27,51, 64,58, 35,33 ve 88,87 olarak bulunmuş ve havuç ilaveli çiğ köftelerin çiğnenebilirlik (N) değerlerinin kontrol grubuna göre en yüksek değerde arttığı ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Altuntaş, 2015).

Havuç posası ve buğday kepeği lifinin piliç sosislere üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmada sosislere %3, %6 ve %9 oranlarında ayrı ayrı olarak havuç posası ve buğday kepeği ilave edilmiş ve ürünlerde çeşitli tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan çiğnenebilirlik (N) analizi sonucunda havuç posası içeren örneklerin çiğnenebilirlik (N) değerleri sırasıyla; 10,20, 9,59 ve 12,65 olarak bulunmuş ve kontrol örneğine göre [Kontrol örneği çiğnenebilirlik (N) değeri: 10,71] çiğnenebilirlik değerlerinin %3 ve %6 havuç posası ilaveli örneklerde ($p>0.05$) azaldığı, fakat %9 havuç posası içeren örneklerin çiğnenebilirlik (N) değerinin kontrol örneğine kıyasla önemli ($p<0.05$) oranda arttığı ifade edilmiştir (Yadav vd., 2018).

Adzuki fasulyesi ununun yağı azaltılmış dana köftelerinde kullanılması ile ilgili yapılan bir çalışmada kontrol grubunda kullanılan mısır unu ve yağ ile birlikte (Toplam kullanılan mısır unu ve yağı: 14,2 g/100 g) adzuki fasulyesi %25, %50, %75 ve %100 oranlarında yer değiştirilmiş ve köftelerde çeşitli analizler yapılmıştır. Tekstür analizlerinden çiğnenebilirlik (N) değerleri sırasıyla 103,21, 121,81, 143,64 ve 206,27 bulunmuş olup, çiğnenebilirlik (N) değerlerinin, kontrol grubuna göre [Kontrol grubu çiğnenebilirlik (N) değeri: 92,49] köftelerde kullanılan fasulye miktarı arttıkça arttığı ifade edilmiş ve %75 ve %100 fasulye içeren köftelerin bulunan çiğnenebilirlik (N) değerlerinin istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir (Aslinah vd., 2018).

Bakliyat ve mikroalgal proteinlerin dana köftesinin kalite özellikleri üzerine etkileri adlı çalışmada dana köftelerine %1 oranında soya proteini, bezelye proteini,

mercimek proteini, fasulye proteini, *Chlorella* proteini ve *Spirulina* proteini eklenmiş ve dana köftelerinde tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan çiğnenebilirlik (N) analizlerinin değerinin sırasıyla; 13,53, 10,20, 10,40, 11,88, 9,71 ve 12,36 olduğu bildirilmiş olup en yüksek çiğnenebilirlik (N) değerinin soya proteini içeren köftede, sonrasında ise *Chlorella* proteini ve fasulye proteini içeren köftede bulunduğu ifade edilmiştir (Žugčić vd., 2018).

Yaşlılar için protein içerikli sığır burgerlerinin geliştirilmesi adlı çalışmada sığır burgerlerine %3 ve %7 oranında mercimek unu eklenerek üretilen burgerlerde ilk günde yapılan analizlerinde çiğnenebilirlik (N) değerinin sırasıyla 189 ve 171 olduğu bildirilmiş ve kontrol grubuna göre [Kontrol grubu çiğnenebilirlik (N) değeri: 254] değerlerin mercimek ilavesi ile düştüğü ve istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiş, ayrıca depolamanın 6. günde ve 12. günde yapılan çiğnenebilirlik (N) analizlerinde de mercimek ilaveli burgerlerin çiğnenebilirlik (N) değerlerinin azaldığı ve %7 seviyesinde ilave edilen mercimek ununun burgerlerin çiğnenebilirlik (N) değerini önemli ($p<0.05$) oranda düşürdüğü ifade edilmiştir (Baugreet vd., 2016).

4.4.9 Esneklik

Vegan köftelerin esneklik değerleri üzerinde faktörlerin etkisinin açıklandığı polinomiyal modelin eşitliği;

$$Y: 0,0230X_1 + 0,0399X_2 + 0,0481X_3 - 0,0256X_1*X_2 - 0,0225X_1*X_3 - 0,0082X_2*X_3$$

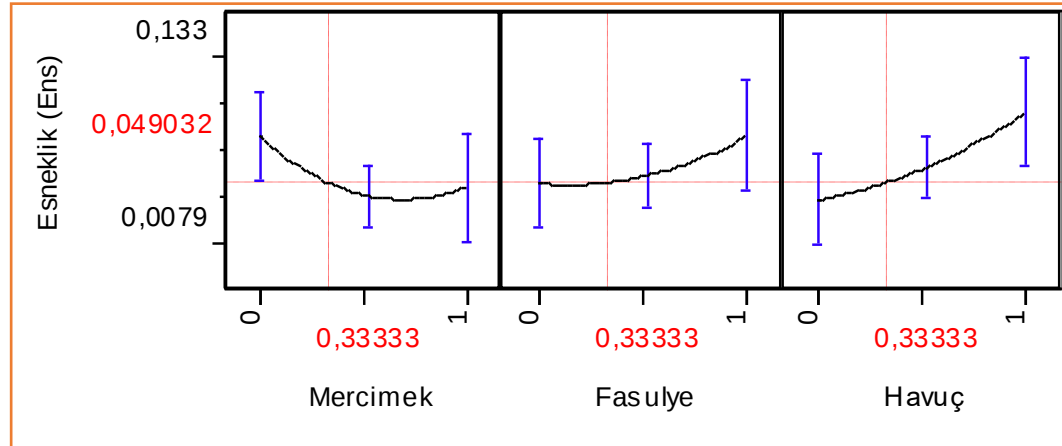
olarak tespit edilmiştir. Faktörlerin vegan köftelerin esneklik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.31’de gösterilmiştir.

Tablo 4.31. Yeşil mercimek, fasulye ve havucun vegan köftelerin esneklik değerleri üzerindeki etkilere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	P Değeri
Model	5	0.0008	4.1232	0.0973
Yeşil Mercimek (X_1)	1	0.0024	12.3110	0.0247 *
Fasulye (X_2)	1	0.0072	37.0128	0.0037 **
Havuç (X_3)	1	0.0105	53.6728	0.0018 **
$X_1 \cdot X_2$	1	0.0006	3.1099	0.1526
$X_1 \cdot X_3$	1	0.0005	2.3863	0.1973
$X_2 \cdot X_3$	1	0.0001	0.3207	0.6014
Hata	4	0.0002		
Genel	9			

*: $P < 0.05$ **: $P < 0.01$ r^2 : 0,8375 RMSE: 0,0140

Tablo 4.31.'den anlaşılabacağı üzere, vegan köftelerin esneklik değerleri üzerinde fasulye ve havucun lineer etkisinin çok önemli ($P < 0.01$) olduğu, yeşil mercimeğin ise önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Köftelerde fasulye ve havuç miktarındaki artışla beraber, esneklik değerinin yükseldiği ve yeşil mercimeğin miktarının artmasına bağlı olarak da esneklik değerinin azaldığı Şekil 4.30.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.30. Esneklik üzerinde, yeşil mercimek, fasulye ve havucun etkisi

Esnekliğin havuç içeren kombinasyonlarda yüksek olmasının sebebinin havucun kendisinin elastik ve lifli bir yapıda olmasından ve havucun pH'sının (Tablo 4.1.) düşük olmasından dolayı havuçta bulunan pektin gibi polisakkaritlerin jel oluşturmaya, dolayısıyla esnekliğinin artmasına sebep olduğu

düşünülmektedir. Ayrıca fasulyenin yüksek protein miktarından dolayı ve haşlama esnasında daha fazla sıcaklık değerine maruz kalmasından dolayı, proteinlerin daha fazla denatüre olarak jel benzeri bir yapı oluşturmasından ve bu jel benzeri yapısında fasulye ilaveli köftelerde esnekliği artırmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Domuz hamburger köftesine %0 (kontrol grubu), %2, %4, %6 ve %8 oranlarında katılan siyah havucun hamburger köftelerinin özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada esneklik değerlerinin sırasıyla 0,81, 0,82, 0,83, 0,82 ve 0,82 olduğu bildirilmiş ve havucun eklenmesi ile esneklik değerlerinde artma olduğu, değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0.05$) ifade edilmiştir (Ko & Yoo, 2018).

Fasulye protein izolatının köftedeki kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada köftelerde %1, %3 ve %5 olacak şekilde fasulye protein izolatının kullanılmasıyla esneklik değerinin sırasıyla 1,39, 2,38 ve 2,60 olduğu ve %3 ve %5 fasulye protein izolatlı köftelerde esneklik değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu esneklik değeri: 1,86) önemli oranda ($p<0.05$) arttığı bildirilmiştir (Terzi vd., 2020).

Mikronize mercimeğin değerlendirilmesi ve az yağlı dana burgerlerde kullanımının araştırılması adlı yüksek lisans tezinde %6 ve %12 oranında mikronize ve mikronize olmayan yeşil mercimek dana burgerlere ilave edilmiş ve yapılan tekstür analizlerinden esneklik değerinin kontrol grubuna göre (kontrol grubu esneklik değeri: 75,4) sırasıyla mikronize mercimekte 67,1 ve 66,2 olduğu ve mikronize olmayan mercimekte ise sırasıyla 64,5 ve 64,5 olduğu bildirilmiş ve hem mikronize hem de mikronize olmayan yeşil mercimeğin kullanılması ile burgerlerin esneklik değerinin önemli ($p<0.05$) ölçüde düştüğü ifade edilmiştir (Der, 2010).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ana bileşen olarak yeşil mercimek, fasulye ve havucun 10 farklı kombinasyonu kullanılarak üretildiği vegan köftelerin, Simplex Lattice mixture design (SLMD; basit kafes karışım dizaynı) yöntemine göre optimum kombinasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar topluca değerlendirildiğinde vegan köfte için optimum kombinasyonunun; %22 yeşil mercimek, %48 fasulye ve %30 havuç ilaveli köfte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dünya genelinde sürdürülebilirlik, hayvan refahı, tüketicilerin sağlık ile ilgili endişeleri, dini hassasiyetler, kaynakların yeterli ve etkin kullanılamaması gibi yaşanan sorunlar, et ve et ürünlerinin arz ve talebinde önemli değişimlere yol açmış bulunmaktadır. Bu değişim arz ve talebi geleneksel et ve et ürünlerinden farklı bitki bazlı alternatif gıdalara yönlendirmektedir. Dünya genelinde vegan bireylerin sayısında hızla artış meydana gelmekte ve vegan bireylere hitap eden vegan gıda pazarı da her geçen bu artışa paralel olarak büyüyerek milyarlarca dolara ulaşmaktadır.

Bu çalışma ile yeşil mercimek, fasulye ve havuç hammaddeleri ile üretilen vegan köftenin, özellikle et köftesine alternatif olarak bitki bazlı gıdalar arasında yerini alabilecek olması, yukarıda sayılan sorunlara kısmen çözüm olması ve ayrıca ülkemizin büyüyen vegan pazarında söz sahibi olabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bunlara ek olarak vegan köftenin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin geliştirilmesi için vegan köfteye katılabilecek bitkisel bazlı katkı maddelerine, yardımcı maddelere veya ana bileşenlere yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abd-elhak, N. A. (2017). Evulation of nutrient content and cooking characteristics of low fat beef burger. *Egypt. J. Agric*, 95(4), 1709–1723. <https://doi.org/10.21608/EJAR.2017.151572>
- Aguilera, Y., Esteban, R. M., Benítez, V., Mollá, E., & Martín-Cabrejas, M. A. (2009). Starch, functional properties, and microstructural characteristics in chickpea and lentil as affected by thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10682–10688. <https://doi.org/10.1021/jf902042r>
- Akcan, T., & Serdaroğlu, M. (2011). Kanatlı eti emülsiyonlarının fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda*, 9(5), 49–53.
- Akçın, A. (1988). *Yemeklik tane baklagiller*. Selçuk Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 8, 41-189, Konya.
- Akkan, E., & Bozyiğit, S. (2020). Bir Niş Pazar Olarak Türkiye’deki Vegan Ürünler: Tüketici Bakış Açısından Keşfedici Bir Araştırma. *Tüketici ve Tüketim Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 101–149.
- Akova, Y. (2009). *İGEME Bakliyat raporu*. TC Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- Altuntaş, F. (2015). Prebiyotik hazır etsiz toz çiğ köfte üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- AMSA. (2015). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. İçinde *American Meat Science Association Educational Foundation*. (2. Edition). Illinois:American Meat Science Association. <http://www.meatscience.org>
- Anar, Ş. (2015). *Et ve et ürünleri teknolojisi* (1. Baskı). Bursa: Dora Yayınları.
- Anonim. (2019). *Türkiye, vejetaryenliğin en fazla arttığı 7. ülke - Sağlık Haberleri*. NTV. <https://www.ntv.com.tr/saglik/turkiye-vejetaryenligin-en-fazla-arttigi-7-ülke,kaWojk1NLUGgYIE7hEJYkA>. Erişim tarihi: 13.02.2024
- Anonim. (2022a). *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. (2022b). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/undes_a_pd_2022_wpp_key-messages.pdf. Erişim tarihi: 21.02.2024
- 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
- 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>
- Aryee, A. N. A., & Boye, J. I. (2017). Comparative study of the effects of processing on the nutritional, physicochemical and functional properties of lentil. *Journal of food processing and preservation*, 41(1), e12824. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12824>

- Aslinah, L. N. F., Mat Yusoff, M., & Ismail-Fitry, M. R. (2018). Simultaneous use of adzuki beans (*Vigna angularis*) flour as meat extender and fat replacer in reduced-fat beef meatballs (bebola daging). *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 3241–3248. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3256-1>
- Avanza, M. V., Puppo, M. C., & Anon, M. C. (2005). Structural characterization of amaranth protein gels. *Food Engineering and Physical Properties*, 70(3), 223–229. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07139.x>
- Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J. E., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866–1874. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.021>
- Aydoğan, M., Demiryürek, K., & Abacı, N. İ. (2015). Türkiye’de kuru fasulye üretiminin mevcut durumu ve gelecek dönemler üretiminin tahmin edilmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(12), 962–968.
- Ayyıldız, S., & Ceyhan Sezgin, A. (2021). Vejetaryen/vegan bireylerin yiyecek içecek işletmeleri tercihleri ve sorunları. *Journal of Tourism Research Institute*, 2(1), 1–16.
- Balcı, T. N., & Göktaş, Z. (2023). Türkiye’de yaşayan vegan - vejetaryen bireylerin beslenme durumlarının kıyaslanması üzerine pilot bir çalışma. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 51(1), 50–60. <https://doi.org/10.33076/2023.bdd.1734>
- Ball, J. J., Wyatt, R. P., Lambert, B. D., Smith, H. R., Reyes, T. M., & Sawyer, J. T. (2021). Influence of plant-based proteins on the fresh and cooked characteristics of ground beef patties. *Foods*, 10(9), 1971. <https://doi.org/10.3390/foods10091971>
- Banerjee, S., & Bhattacharya, S. (2012). Food Gels: Gelling process and new applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(4), 334–346. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.500234>
- Basanta, M. F., Rizzo, S. A., Szerman, N., Vaudagna, S. R., Descalzo, A. M., Gerschenson, L. N., Pérez, C. D., & Rojas, A. M. (2018). Plum (*Prunus salicina*) peel and pulp microparticles as natural antioxidant additives in breast chicken patties. *Food Research International*, 106, 1086–1094. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.011>
- Baugreet, S., Kerry, J. P., Botineştean, C., Allen, P., & Hamill, R. M. (2016). Development of novel fortified beef patties with added functional protein ingredients for the elderly. *Meat Science*, 122, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.004>
- Bengtson, R. (2006). The effect of novel frying methods on quality of breaded fried foods. *Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University Biological Systems Engineering*. Master Thesis. Virginia, America.
- Berry, B. W. (1993). Fat level and freezing temperature affect sensory, shear, cooking and compositional properties of ground beef patties. *Journal of Food Science*, 58(1), 34–37. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb03204.x>
- Berry, B. W., & Wergin, W. P. (1993). Modified pregelatinized potato starch in low-fat ground beef patties. *Journal of Muscle Foods*, 4(4), 305–320. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1993.tb00511.x>
- Berthold, R. (2019). *Definitions of “vegan” and “vegetarian” in accordance with the EU Food Information Regulation*. European Vegetarian Union. https://www.euroveg.eu/wp-content/uploads/2021/02/072019_EVU_PP_Definition.pdf. Erişim tarihi: 20.02.2024
- Bildstein, M., Lohmann, M., Hennigs, C., Krause, A., & Hilz, H. (2008). An enzyme-based extraction process for the purification and enrichment of vegetable proteins to be applied in bakery products. *European Food Research and Technology*, 228(2), 177–186. <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0921-z>

- Binboğa, G., & Demirbaş, N. (2023). Dünyada ve Türkiye’de vegan gıdalara yönelik tüketici algısı, satın alma niyeti, eğilimi, tercihi ve ödeme istekliliğine ilişkin bir literatür araştırması. *ICAFVP 3rd International Conference On Agriculture, Food, Veterinary And Pharmacy Sciences*, 10-12 Kasım 2023, Beirut, Lebanon, s.207–218.
- Bohrer, B. M. (2019). An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*, 8(4), 320–329. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>
- Boișteanu, P. C., Manoliu, D. R., & Ciobanu, M. M. (2023). The effect of red lentil flour on the quality characteristics of beef burgers obtained from two different anatomical regions. *Scientific Papers. Series D. Animal Science. Vol.*, 66(1), 385–390.
- 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*. Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA.
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414–431. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
- Caporgno, M. P., Böcker, L., Müssner, C., Stirnemann, E., Haberkorn, I., Adelman, H., Handschin, S., Windhab, E. J., & Mathys, A. (2020). Extruded meat analogues based on yellow, heterotrophically cultivated *Auxenochlorella protothecoides* microalgae. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 59, 102275. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102275>
- Cava, R., Ladero, L., Cantero, V., & Rosario Ramírez, M. (2012). Assessment of different dietary fibers (Tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the manufacture of chopped cooked chicken products. *Journal of Food Science*, 77(4), 346–352. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02597.x>
- 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(May 2021), 100492. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100492>
- Costa-Catala, J., Toro-Funes, N., Comas-Basté, O., Hernández-Macias, S., Sánchez-Pérez, S., Latorre-Moratalla, M. L., Veciana-Nogués, M. T., Castell-Garralda, V., & Vidal-Carou, M. C. (2023). Comparative assessment of the nutritional profile of meat products and their plant-based analogues. *Nutrients*, 15(12), 2807. <https://doi.org/10.3390/nu15122807>
- Çümen, E., & Bostancı, Ş. (2021). Havucun farklı gıda ürünlerine işlenebilirliği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 14(2), 202–215.
- De la Hera, E., Ruiz-París, E., Ollite, B., & Gómez, M. (2012). Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *Lwt*, 49(1), 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.009>
- Dekkers, B. L., Boom, R. M., & van der Goot, A. J. (2018). Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science and Technology*, 81, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>
- Demirok Soncu, E., Kolsarici, N., Çiçek, N., Öztürk, G. S., Akoğlu, I. T., & Arici, Y. K. (2015). The comparative effect of carrot and lemon fiber as a fat replacer on physico-chemical, textural, and organoleptic quality of low-fat beef hamburger. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(3), 370–381. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.3.370>
- Der, T. J. (2010). Evaluation of micronized lentil and its utilization in low-fat beef burgers. *Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan*. Master Thesis.

Saskatoon, Saskatchewan Canada.

- Dirim, S. N., Ergün, K., Çalışkan, G., Özalp, H., & Balkesen, N. (2014). Farklı unların ekmeğin kalite özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 12(4), 27–35. <http://www.academicfoodjournal.com>
- Eim, V. S., Simal, S., Rosselló, C., & Femenia, A. (2008). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 80(2), 173–182. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.017>
- Ekici, L., Ozturk, I., Karaman, S., Caliskan, O., Tornuk, F., Sagdic, O., & Yetim, H. (2015). Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 718–726. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.12.025>
- El-Magoli, S. B., Laroia, S., & Hansen, P. M. T. (1996). Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science*, 42(2), 179–193. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00032-1)
- Erbaş Köse, Ö. D., Bozoğlu, H., & Mut, Z. (2018). Quality traits of green lentil (*Lens culinaris* medik.) cultivars and lines. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 55–61. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.345154>
- Ersoy, A. (2022). Bitkisel bazlı yapay et üretimi ve üretilen yapay etlerin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gastronomi Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Fernández-López, J., Fernández-Ginés, J. M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 15(3–4), 176–185. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.08.007>
- Ge, J., Sun, C. X., Corke, H., Gul, K., Gan, R. Y., & Fang, Y. (2020). The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(4), 1835–1876. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12573>
- Giromini, C., & Givens, D. I. (2022). Benefits and risks associated with meat consumption during key life processes and in relation to the risk of chronic diseases. *Foods*, 11(14), 2063. <https://doi.org/10.3390/foods11142063>
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., & Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399). <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>
- Gök, İ., Kılıç, B., & Özer, C. O. (2018). Salep kullanımının fermente Türk sucuğu kalite parametreleri üzerine etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 219–225. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i2.219-225.1593>
- 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>
- Guerrero, M. P. (2023). Production of texturized vegetable proteins (TVPs) from pulses and their application in meat products. *Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan*. Master Thesis. Saskatoon, Saskatchewan Canada.
- Gupta, R., Thind, S. S., Kaur, A., & Bhise, S. (2017). Development of chicken meat cutlets incorporating carrots and oats as functional ingredients. *International Journal of Food and*

- Güven, N. (2010). Düşük yağlı hamburger üretiminde havuç lifi kullanım olanağı. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hardeman, T. (2021). *The Bean Cookbook*. DK Publishing, New York, USA.
- Hasbioğlu, M., & Ertaş, A. H. (1997). Hamburgerlerin bazı kalite özelliklerine mercimek püresi ilavesinin etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(3), 88–93. <https://doi.org/10.1501/Tarimbil>
- Holland, B., McCance, R. A., Widdowson, E. M., Unwin, I. D., & Buss, D. H. (1991). *Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's The Composition of Foods* (5th editio). Royal Society of Chemistry.
- Holliday, D. L., Sandlin, C., Schott, A., Malekian, F., & Finley, J. W. (2011). Characteristics of meat or sausage patties using pulses as extenders. *Journal of Culinary Science and Technology*, 9(3), 158–176. <https://doi.org/10.1080/15428052.2011.594731>
- Hong, S., Shen, Y., & Li, Y. (2022). Physicochemical and functional properties of texturized vegetable proteins and cooked patty textures: comprehensive characterization and correlation Analysis. *Foods*, 11(17), 1–26. <https://doi.org/10.3390/foods11172619>
- Huang, S., Wang, L. M., Sivendiran, T., & Bohrer, B. M. (2018). Review: Amino acid concentration of high protein food products and an overview of the current methods used to determine protein quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(15), 2673–2678. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1396202>
- 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>
- Istudor, N., Ion, R. A., & Petrescu, I. E. (2010). Research on consumers' selfprotection through a healthy diet. *Amfiteatru Economic*, 12(28), 436–443. http://www.amfiteatruconomic.ro/Arhiva_EN.aspx%5Cnhttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ec&AN=1124202&site=ehost-live&scope=site
- Jarpa-Parra, M., Wong, L., Wismer, W., Temelli, F., Han, J., Huang, W., Eckhart, E., Tian, Z., Shi, K., Sun, T., & Chen, L. (2017). Quality characteristics of angel food cake and muffin using lentil protein as egg/milk replacer. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 1604–1613. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13433>
- Joshi, V., & Kumar, S. (2015). Meat Analogues: Plant based alternatives to meat products- A review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 5(2), 107–119. <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00001.5>
- Kahraman, A. (2023). Evaluation of legume farming in Turkey and agricultural sustainability. *Legume Research*, 46(2), 166–170. <https://doi.org/10.18805/LRF-697>
- Kahraman, E. (2021). Börülce (*Vigna unguiculata*) ununun Kırklareli köftesi üretiminde kullanım olanakları. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Karabudak, E. (2012). *Vejetaryen beslenmesi* (2. Baskı). Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları, Yayın No:726.
- Karaca, A. C., Low, N., & Nickerson, M. (2011). Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 44(9), 2742–2750. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.012>
- Kassem, G. M. A., & Emara, M. M. T. (2010). Quality and acceptability of value-added beef burger. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 5(1), 14–20. <https://doi.org/10.21608/jvmr.2020.77598>

- Kendirci, P., Icier, F., Kor, G., & Onogur, T. A. (2014). Influence of infrared final cooking on polycyclic aromatic hydrocarbon formation in ohmically pre-cooked beef meatballs. *Meat Science*, 97(2), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.01.020>
- 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>
- Kılınççeker, O. (2017). Diyet özellikteki bazı bitkisel liflerin tavuk köftelerde kullanım olanakları. *ADYUTAYAM Dergisi*, 5(1), 1–9.
- Kılınççeker, 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.
- Kılınççeker, O., & Alkış, A. (2015). Buğday proteini ve bezelye proteini ile hazırlanan çözelti tipi kaplamaların tavuk köftelerde kullanımı. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3, 48–53. [http://dspace.adiyaman.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/529/Buğday proteini ve bezelye proteini ile hazırlanan çözelti tipi kaplamaların tavuk köftelerde kullanımı.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.adiyaman.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/529/Buğday%20proteini%20ve%20bezelye%20proteini%20ile%20hazırlanan%20çözelti%20tipi%20kaplamaların%20tavuk%20köftelerinde%20kullanımı.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kılınççeker, O., & Kurt, Ş. (2018). Effects of inulin, carrot and cellulose fibres on the properties of raw and fried chicken meatballs. *South African Journal of Animal Science*, 48(1), 39–48. <https://doi.org/10.4314/sajas.v48i1.5>
- Ko, Y.-J., & Yoo, S.-S. (2018). Effect of black carrot (*Daucus carota* L.) on the quality of pork hamburger patties. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 31(3), 345–354.
- 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. K. (2017). Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5), 923–932. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>
- Kurt, Ş., & Kılınççeker, O. (2012). The effects of cereal and legume flours on the quality characteristics of beef patties. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 725–730. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.6013>
- Kyriakopoulou, K., Dekkers, B., & van der Goot, A. J. (2019). Plant-based meat analogues. *Sustainable Meat Production and Processing*, 103–126. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814874-7.00006-7>
- Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., & van der Goot, A. J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(600), 1–29. <https://doi.org/10.3390/foods10030600>
- Lam, A. C. Y., Warkentin, T. D., Tyler, R. T., & Nickerson, M. T. (2017). Physicochemical and functional properties of protein isolates obtained from several pea cultivars. *Cereal Chemistry*, 94(1), 89–97. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-16-0097-FI>
- Lázaro, A., Ruiz, M., De La Rosa, L., & Martín, I. (2001). Relationships between agro/morphological characters and climatic parameters in Spanish landraces of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48, 239–249. <https://doi.org/10.1023/A:1011234126154>
- Malav, O. P., Talukder, S., Gokulakrishnan, P., & Chand, S. (2015). Meat Analog: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(9), 1241–1245. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.689381>

- Mansour, E. H., & Khalil, A. H. (1997). Characteristics of low-fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. *Food Research International*, 30(3-4), 199-205. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4<493::AID-JSFA4>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4<493::AID-JSFA4>3.0.CO;2-5)
- Motamedi, A., Vahdani, M., Baghaei, H., & Borghei, M. A. (2015). Considering the physicochemical and sensorial properties of momtaze hamburgers containing lentil and chickpea flour. *Nutrition and Food Science Research*, 2(3), 55-62.
- Mundhe, B., Rathod, K., Chaudhari, S., Landge, S., Kadam, M., Badhe, S., & Nipane, S. (2024). Development of chicken patties incorporated with different extenders of plant origin. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 9(2), 09-12. <https://doi.org/10.22271/veterinary.2024.v9.i2sa.1179>
- Nadathur, S., Wanasundara, J. P., & Scanlin, L. (2016). *Sources, Sustainable Protein*. Academic Press, USA.
- Olojede, A. O., Sanni, A. I., & Banwo, K. (2020). Effect of legume addition on the physiochemical and sensorial attributes of sorghum-based sourdough bread. *Lwt*, 118(July 2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108769>
- Önder, N. (2021). *Veganlar Hangi Markaları Tercih Ediyor?* Marketing Türkiye. [https://www.marketingturkiye.com.tr/haberler/veganlar-hangi-markalari-tercih-ediyor/#:~:text=En çok tüketilen vegan ürünlerin,\(yüzde 27\) olarak sıralanıyor. Erişim tarihi: 19.02.2024.](https://www.marketingturkiye.com.tr/haberler/veganlar-hangi-markalari-tercih-ediyor/#:~:text=En%20t%C3%BCketilen%20vegan%20%C3%BCr%C3%BCnlerin,(y%C3%BCzde%2027)%20olarak%20s%C4%9Falan%C4%9Fyor.&context=menu)
- 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
- Önel, E. (2022). Meşe palamut unu kullanımının köftelerin kalite karakteristikleri üzerine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- 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
- Osen, R., & Schweiggert-Weisz, U. (2016). High-Moisture Extrusion: Meat Analogues. İçinde *Reference Module in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.03099-7>
- Özer, C. O., & Seçen, S. M. (2018). Effects of quinoa flour on lipid and protein oxidation in raw and cooked beef burger during long term frozen storage. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38, 221-227. <https://doi.org/10.1590/fst.36417>
- Özkaya, E. (2013). Yemeklik tane baklagillerin Türkiye ekonomisindeki önemi. *Ziraat Mühendisliği*, 360, 22-31. <https://dergipark.org.tr/en/pub/zm/issue/52106/680882>
- Papatya, Z. E. (2024). Nar, havuç ve kapyra biber suyu kullanımının hazır et köftesinin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerine etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Patinho, I., Selani, M. M., Saldaña, E., Bortoluzzi, A. C. T., Rios-Mera, J. D., da Silva, C. M., Kushida, M. 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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108307>
- Pekcan, G. (2012). *Beslenme durumunun saptanması* (2. Baskı). Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları, Yayın No:726.
- Poshadri, A., & Pawar, V. S. (2021). The potential of production of meat analogue by using Indian Legumes: A review. *Biological Forum – An International Journal*, 13(2), 557-564. https://www.researchgate.net/publication/353583109_The_Potential_of_Production_of_Meat_Analogue_using_Indian_Legumes

- Rautl, K. A., Raziuddin, M., Zanzad, P. N., & Manwar, S. J. (2011). Physicochemical properties and sensory qualities of chicken patties prepared with cereal and non-cereal extenders. *Animal Science Reporter*, 5(4), 123–127.
- Rehder, L. (2023). *Plant-Based Food Goes Mainstream in Germany* (Report No: GM2023-0002). United States Department of Agriculture Foreign Agriculture Service. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Plant-Based_Food_Goes_Mainstream_in_Germany_Berlin_Germany_GM2023-0002.pdf. Erişim tarihi: 12.02.2024
- Reinhart, R. (2018). *Snapshot: Few Americans Vegetarian or Vegan*. Gallup. <https://news.gallup.com/poll/238328/snapshot-few-americans-vegetarian-vegan.aspx>. Erişim tarihi: 15.02.2024
- Richards, J. O. (2023). Physical treatments to modify the functionality of carrot pomace and the development of an enhanced beef patty. *The Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo*. Master Thesis. California, America.
- Roldán, M., Antequera, T., Martín, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93(3), 572–578. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.014>
- Saint-Clair, P. M. (1972). *Responses of Lens esculenta Moench to controlled environmental factors*. Wageningen University and Research.
- Salehi, F. (2021). Textural properties and quality of meat products containing fruit or vegetable products: A review. *Journal of Food and Nutrition Research*, 60(3), 187–202.
- Sánchez-Zapata, E., Muñoz, C. M., Fuentes, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*, 85(1), 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.006>
- Şehirli, S. (1988). *Yemeklik dane baklagiller*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1089.
- Şen, R. (2020). Gıda proteinlerinden kısmi hidroliz ve aktif madde ilavesiyle elde edilen yenilebilir filmlerin yapısal ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. *Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak.
- Serdaroğlu, M., Yıldız-Turp, G., & Abrodímov, K. (2005). Quality of low-fat meatballs containing Legume flours as extenders. *Meat Science*, 70(1), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.12.015>
- Shariati-Ievari, S., Ryland, D., Edel, A., Nicholson, T., Suh, M., & Aliani, M. (2016). Sensory and physicochemical studies of thermally micronized chickpea (*Cicer arietinum*) and green lentil (*Lens culinaris*) flours as binders in low-fat beef burgers. *Journal of Food Science*, 81(5), 1230–1242. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13273>
- Sharma, H. K. (2018). Carrots production, processing, and nutritional quality. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 589–608. <https://doi.org/10.1002/9781119098935.ch25>
- Shrestha, S., van 't Hag, L., Haritos, V. S., & Dhital, S. (2023). Lentil and Mungbean protein isolates: Processing, functional properties, and potential food applications. *Food Hydrocolloids*, 135(June 2022), 108142. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108142>
- Singh, M., Trivedi, N., Enamala, M. K., Kuppam, C., Parikh, P., Nikolova, M. P., & Chavali, M. (2021). Plant-based meat analogue (PBMA) as a sustainable food: a concise review. *European Food Research and Technology*, 247(10), 2499–2526. <https://doi.org/10.1007/s00217-021->

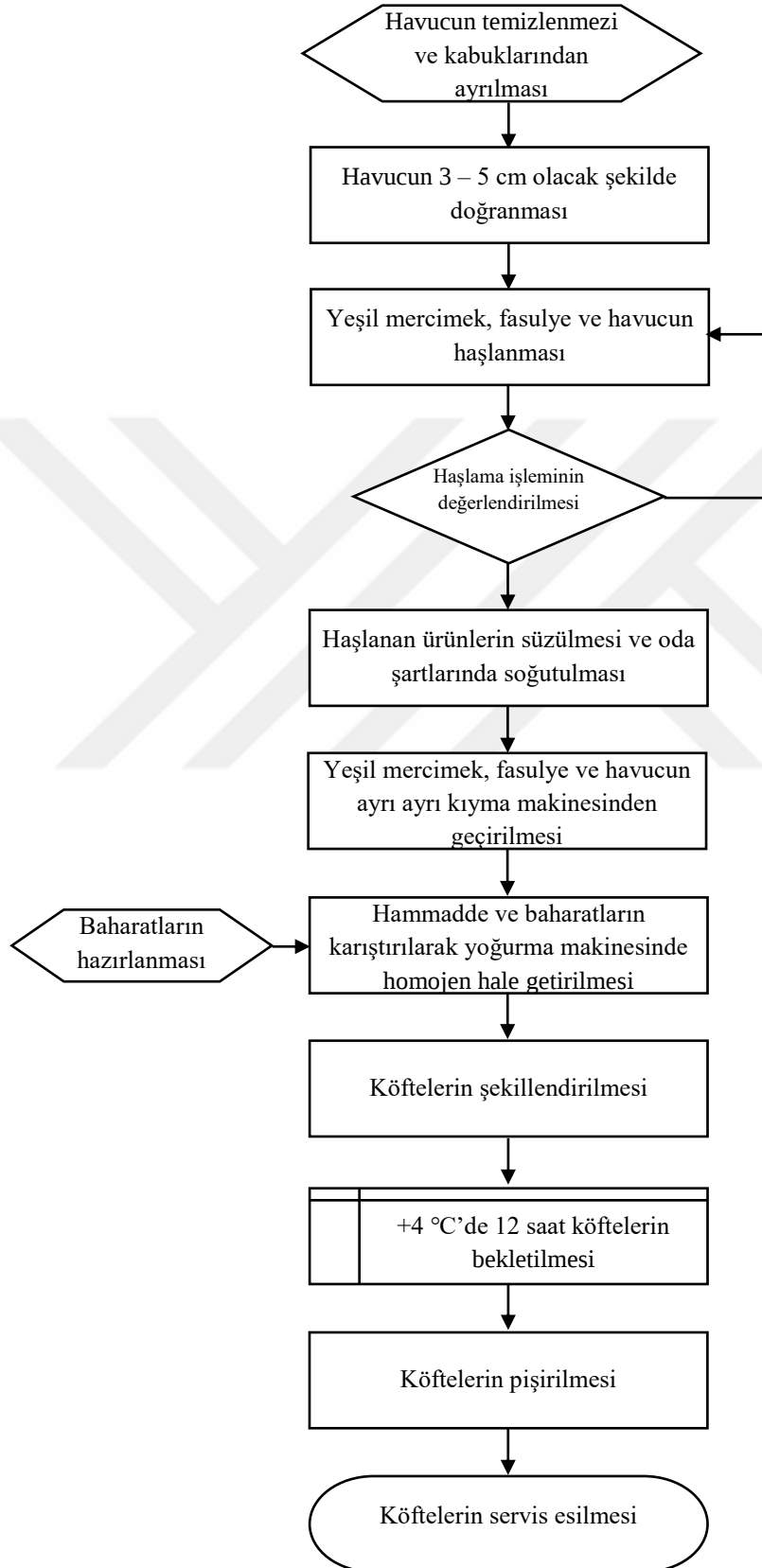
- Son Tunçay, Y. G. (2016). Biyoetik çerçevesinde vegan ve vejetaryenlik. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı*. Doktora Tezi, Ankara.
- Stolarczyk, J., & Janick, J. (2011). Carrot: History and iconography. *ISHS*, 51(2), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125112>
- Sulser, H., & Sager, F. (1974). Identification of uncommon amino acids in the lentil seed. *Lebensm-wiss-Techol*, 7, 327. <https://doi.org/10.1007/BF01920772>
- Tatlıdil, F. (2000). Beypazarı ilçesinde farklı muhafaza yöntemlerinin havuç maliyetine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(2), 38–44. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000947
- Terzi, E., Bilgintürk, M., Gündoğan, R., & Can Karaça, A. (2020). Fasulye proteini izolatının çeşitli gıda ürünlerinin kalite özelliklerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 20, 152–161. <https://doi.org/10.31590/ejosat.757599>
- TSE. (2002). Köfte - Hamburger köfte- Pişmemiş. *Türkiye: Türk Standardları Enstitüsü, Kabul: 15 Ocak 2002, TS 10580*.
- Türksoy, S. (2018). Tam tane baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 43(1), 78–89. <https://doi.org/10.15237/gida.gd17078>
- Utku, B., Ayan, A. D., Güneş, Z. S., & Can Karaça, A. (2020). Mercimek proteini izolatu ve unu kullanılarak bitkisel bazlı fırıncılık ürünlerinin geliştirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 473–483. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.644359>
- Varankaya, S., & Ceyhan, E. (2012). Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 27–33.
- Vu, G., Zhou, H., & McClements, D. J. (2022). Impact of cooking method on properties of beef and plant-based burgers: Appearance, texture, thermal properties, and shrinkage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100355. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100355>
- Yadav, S., Pathera, A. K., Islam, R. U., Malik, A. K., & Sharma, D. P. (2018). Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(5), 729–737. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0214>
- Yapıcıoğlu Ayaz, Y. (2023). Vegan markaların dijital medya kullanımları: Nitel bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 366–383. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.1220881>
- Yetim, H., & Tekiner, İ. H. (2020). Alternatif protein kaynaklarından yapay et üretimi kavramına eleştirel bir bakış. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 85–100.
- Yıldırım, T., & Sipahioğlu, O. (2021). Ultrases ve kaplama ön işlemlerinin infrared kurutulmuş ayva numunelerinde kuruma verimi ve kalite parametreleri üzerine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021(28), 819–825. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1010668>
- Yüncü, Ö. (2021). Farklı formlarda chia (*Salvia Hispanica* L.) tohumunun dana eti köftelerinde kullanımının araştırılması. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Zaki, E. F. (2021). Effect of fat level and type of legume flours on the quality characteristics of sheep meatballs. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 27(1), 1–8. [https://www.journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/38436L01_Engy_F_Zaki_2021_27\(1\)_001-008.pdf](https://www.journal-of-agroalimentary.ro/admin/articole/38436L01_Engy_F_Zaki_2021_27(1)_001-008.pdf)
- Zanteson, L. (2021). Plant-based meat alternatives. *Today's Dietitian*, 23(8), 42.

Žugčić, T., Abdelkebir, R., Barba, F. J., Rezek-Jambrak, A., Gálvez, F., Zamuz, S., Granato, D., & Lorenzo, J. M. (2018). Effects of pulses and microalgal proteins on quality traits of beef patties. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11), 4544–4553. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3390-9>



7. EKLER

EK 1 Köfte Üretim Akım Şeması



EK 2 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 3 Fiziksel ve Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	Oranlar			Dış Yüzey			İç Yüzey			Kalınlık (mm)	Çap (mm)	pH	Pişme Verimi (%)	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)
	% Yeşil Mercimek (X ₁)	% Fasulye (X ₂)	% Havuç (X ₃)	L*	a*	b*	L*	a*	b*							
1	0,00	0,00	100,00	46,57	8,70	33,83	45,92	10,71	34,66	14,76	52,25	5,88	82,91	51,45	21,35	3,86
2	0,00	33,34	66,66	40,46	11,03	27,72	47,72	8,77	38,33	14,52	54,63	6,07	91,44	55,35	20,54	5,20
3	0,00	66,66	33,34	43,38	10,26	30,61	49,28	7,82	36,16	17,55	51,29	6,22	95,92	59,70	20,69	7,32
4	0,00	100,00	0,00	45,32	8,81	26,26	54,12	7,06	31,58	17,12	50,02	6,25	102,05	65,46	21,31	8,16
5	33,34	0,00	66,66	42,74	6,49	29,67	44,27	7,75	34,36	14,73	53,56	6,10	95,04	50,32	19,19	5,27
6	33,34	33,34	33,34	42,45	7,23	27,72	46,43	6,68	33,15	16,71	51,00	6,16	97,13	57,71	20,02	7,04
7	33,34	66,66	0,00	40,80	9,22	24,77	49,05	5,49	27,44	16,30	50,18	6,22	100,82	62,88	23,28	7,89
8	66,66	0,00	33,34	35,98	7,47	20,54	42,46	6,23	28,37	16,13	52,65	6,12	98,73	55,75	19,73	7,05
9	66,66	33,34	0,00	36,78	7,40	20,55	47,60	4,71	24,97	16,35	49,33	6,21	101,84	61,21	22,40	7,31
10	100,00	0,00	0,00	36,76	6,91	19,66	44,26	4,80	24,12	15,72	48,78	6,29	100,11	61,51	23,78	7,70

EK 4 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*							
Yeşil Mercimek (X ₁)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Fasulye (X ₂)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Havuç (X ₃)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
X ₁ *X ₂	0,62	0,94	0,89	0,50	*	0,26	0,89	0,98	0,23	0,90	0,20	0,74	0,36
X ₁ *X ₃	0,70	0,25	0,88	0,08	*	0,08	0,56	0,14	0,48	*	*	**	0,15
X ₂ *X ₃	0,20	0,20	0,82	0,16	0,06	**	0,64	0,29	0,12	0,51	0,58	0,16	0,33

*: P<0.05 önemli **: P<0.01 çok önemli

EK 5 Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	% Oranlar			Görünüm	İç renk ve parlaklık	Elastikiyet	Sululuk hissi	Yağlılık hissi	Koku	Tat – aroma	Genel beğeni
	% Yeşil Mercimek (X ₁)	% Fasulye (X ₂)	% Havuç (X ₃)								
1	0,00	0,00	100,00	2,82	2,99	3,76	4,23	3,23	3,53	3,33	3,66
2	0,00	33,34	66,66	3,53	3,62	3,57	3,80	3,70	3,76	3,81	3,86
3	0,00	66,66	33,34	3,48	3,66	3,25	2,99	3,08	3,52	3,42	3,42
4	0,00	100,00	0,00	3,42	3,23	2,48	2,48	2,75	3,23	2,95	2,85
5	33,34	0,00	66,66	2,66	2,95	2,99	3,61	3,18	3,32	3,42	3,22
6	33,34	33,34	33,34	3,63	3,42	3,15	3,20	3,19	3,76	3,66	3,61
7	33,34	66,66	0,00	3,21	3,05	2,66	2,47	2,71	3,76	3,44	3,24
8	66,66	0,00	33,34	3,49	3,19	3,22	3,44	3,28	3,86	3,71	3,61
9	66,66	33,34	0,00	3,58	3,24	2,95	3,10	3,34	3,76	3,66	3,67
10	100,00	0,00	0,00	3,34	3,14	2,66	3,37	3,57	3,87	3,72	3,38

EK 6 Duyusal Analizlere Ait Önemlilik Dereceleri

Faktörler	Görünüm	İç renk ve parlaklık	Elastikiyet	Sululuk hissi	Yağlılık hissi	Koku	Tat – aroma	Genel beğeni
Yeşil Mercimek (X ₁)	**	**	**	**	**	**	**	**
Fasulye (X ₂)	**	**	**	**	**	**	**	**
Havuç (X ₃)	**	**	**	**	**	**	**	**
X ₁ *X ₂	0,86	0,73	0,43	0,39	0,56	0,28	0,10	0,15
X ₁ *X ₃	0,95	1,00	0,56	0,07	0,25	0,59	0,93	0,48
X ₂ *X ₃	0,12	**	0,16	0,57	0,08	0,15	0,01	0,07

** : P<0.01 çok önemli

EK 7 Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler

Kombinasyon	Oranlar			Kesme kuvveti (N)	Kesme işi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İç yapışkanlık	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
	% Yeşil Mercimek (X ₁)	% Fasulye (X ₂)	% Havuç (X ₃)									
1	0,00	0,00	100,00	2,58	23,27	20,47	-0,04	0,61	0,37	7,33	4,62	0,10
2	0,00	33,34	66,66	2,91	33,95	20,93	-0,04	0,48	0,28	6,10	3,11	0,08
3	0,00	66,66	33,34	2,85	28,72	14,38	-0,01	0,48	0,30	4,30	2,07	0,09
4	0,00	100,00	0,00	2,97	26,58	14,97	-0,04	0,37	0,26	3,76	1,42	0,08
5	33,34	0,00	66,66	2,60	24,89	12,92	-0,13	0,45	0,27	3,42	1,60	0,07
6	33,34	33,34	33,34	1,16	12,55	11,13	-0,02	0,26	0,15	3,05	1,65	0,04
7	33,34	66,66	0,00	1,41	16,12	8,73	-0,02	0,19	0,12	2,00	0,74	0,03
8	66,66	0,00	33,34	1,16	12,14	7,48	0,00	0,25	0,14	2,11	1,05	0,04
9	66,66	33,34	0,00	1,40	12,13	5,32	-0,02	0,17	0,15	1,67	0,59	0,05
10	100,00	0,00	0,00	1,47	14,72	4,07	-0,01	0,19	0,14	1,16	0,44	0,04

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
Yeşil Mercimek (X ₁)	*	*	0,05	0,94	**	*	*	0,17	*
Fasulye (X ₂)	**	**	**	0,37	**	**	**	*	**
Havuç (X ₃)	**	**	**	0,19	**	**	**	**	**
X ₁ *X ₂	0,12	0,18	0,23	0,89	*	0,12	0,17	0,56	0,15
X ₁ *X ₃	0,44	0,52	0,19	0,45	0,20	0,16	*	*	0,20
X ₂ *X ₃	0,77	0,55	0,98	0,48	0,55	0,44	0,61	0,51	0,60

*: P<0.05 önemli **: P<0.01 çok önemli