

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



KAPPA KARAGENAN VE GLİSEROL MONOSTEARAT
KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÜŞRA YEŞİLAY

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ömer EREN

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Büşra YEŞİLAY tarafından hazırlanan “**Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Vegan Köftenin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkisi**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 5/07/2024

Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Ömer EREN

İmza

.....

Üye
Dr. Öğretim Üyesi Kübra ERYAŞAR ÖRER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Şefik KURULTAY
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

Aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

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

.....
BÜŞRA YEŞİLAY

ÖZET

**KAPPA KARAGENAN VE GLİSEROL MONOSTEARAT
KULLANIMININ VEGAN KÖFTENİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BÜŞRA YEŞİLAY
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, TEMMUZ - 2024

XIII + 75 Sayfa

Bu çalışmada; kappa karagenan ve gliserol monostearat kullanımının vegan köftelerin fiziksel-kimyasal, duyuşsal ve tekstürel özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi, ayrıca bu etkilerin yanıt yüzey yöntemine (Response Surface Methodology) ve incelenen parametrelere göre modellenmesiyle optimizasyon yapılmıştır.

Yapılan araştırmada, hammadde olarak belirli oranlarda kuru fasulye (%48), yeşil mercimek (%22), havuç (%30), baharatlar, ayçiçek yağı ve kappa karagenan (%0-1), gliserol monostearat (%0-1) kombinasyonları kullanılarak vegan köfteler hazırlanmış ve bu köftelerde fiziksel-kimyasal, duyuşsal ve tekstürel analizler gerçekleştirilmiştir.

Vegan köfte üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan kappa karagenanın fiziksel-kimyasal özelliklerden kalınlık, b* iç renk ve kappa karagenan-gliserol monostearat interaksiyonunda b* dış renk, tekstürel özellikler içerisinde iç yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu, esneklik değeri üzerinde etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir. Gliserol monostearatın tekstürel özelliklerden esneklik değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Neticede, çalışmamızda tespit edilen optimum kombinasyonlardan % 0,46 kappa karagenan ve % 0,54 gliserol monostearat kullanımında makul özelliklerde vegan köfte üretimi yapılacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Vegan Köfte, Kappa Karagenan, Gliserol Monostearat, Tekstür Analizi, Yanıt Yüzey Yöntemi

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING KAPPA CARRAGEENAN AND GLYCEROL MONOSTEARATE ON VARIOUS PROPERTIES OF VEGAN PATTIES

MSC THESIS

BÜŞRA YEŞİLAY

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER EREN)

BOLU, JULY 2024

XIII + 75 Pages

In this study; the effects of kappa carrageenan and glycerol monostearate usage on the physical-chemical, sensory and textural properties of vegan patties were determined, and optimization was made by modeling these effects according to the response surface methodology and the examined parameters.

In the research, certain ratios of dried beans (48%), green lentils (22%), carrots (30%), spices, sunflower oil and kappa carrageenan (0-1%), glycerol monostearate (0-1%) combinations were used as raw materials. Vegan patties were prepared using relevant combinations and physical-chemical, sensory and textural analysis were performed on these patties.

Kappa carrageenan, which is used as an additive in the production of vegan patties, has an important effect on the physical-chemical properties such as thickness, b* internal color, on the textural properties such as cohesiveness, gumminess, chewiness and has an very important effect elasticity value on textural properties. It has been determined that the kappa carrageenan-glycerol monostearate interaction on the physical-chemical properties such as b* external color value and glycerol monostearate on the textural properties such as elasticity have an important effect.

As a result, it is thought that vegan patties with reasonable properties can be produced by using 0.46% kappa carrageenan and 0.54% glycerol monostearate which are the optimum combinations determined in our study.

KEYWORDS: Vegan Patties, Kappa Carrageenan, Glycerol Monostearate, Texture Analysis, Response Surface Methodology

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	3
2.1 Köfte	3
2.2 Vegan Köfte.....	3
2.3 Kappa Karagenan.....	10
2.4 Gliserol Monostearat	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1 Materyal	14
3.2 Yöntem	14
3.2.1 Materyallerin Hazırlanması ve Vegan Köfte Üretimi	14
3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler	15
3.2.2.1. pH Tayini	15
3.2.2.2. Nem Tayini	15
3.2.2.3. Protein Tayini	16
3.2.2.4. Yağ Tayini	17
3.2.2.5. Pişme Verimi Tayini.....	17
3.2.2.6. Renk Tayini	18
3.2.2.7. Tekstür Analizi	18
3.2.2.8. Duyusal Analiz	18
3.2.2.9. İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	21
4.1.1. pH Değeri	21
4.1.2. Nem Değeri	22
4.1.3. Yağ Değeri	24
4.1.4. Protein Değeri.....	25
4.1.5. Pişme Verimi Değeri	26
4.1.6. Çap Değeri.....	28
4.1.7. Kalınlık Değeri	29

4.1.8. L* Dış Renk Değeri.....	31
4.1.9. a* Dış Renk Değeri	32
4.1.10. b* Dış Renk Değeri	33
4.1.11. L* İç Renk Değeri	35
4.1.12. a* İç Renk Değeri	37
4.1.13. b* İç Renk Değeri.....	38
4.2. Tekstürel Özellikler	39
4.2.1. Kesme Kuvveti Değeri	39
4.2.2. Kesme İşi Değeri	41
4.2.3. Sertlik Değeri	43
4.2.4. Yapışkanlık Değeri.....	44
4.2.5. Elastikiyet Değeri	46
4.2.6. İç Yapışkanlık Değeri.....	47
4.2.7. Sakızımsılık Değeri	49
4.2.8. Çiğnenebilirlik Değeri	50
4.2.9. Esneklik Değeri	52
4.3. Duyusal Özellikler.....	53
4.3.1. Görünüm Değeri.....	53
4.3.2. İç Renk Parlaklık Değeri	54
4.3.3. Elastikiyet Değeri	55
4.3.4. Sululuk Değeri.....	57
4.3.5. Yağlılık Değeri	58
4.3.6. Koku Değeri	59
4.3.7. Tat-Aroma Değeri	60
4.3.8. Genel Beğeni Değeri	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
6. KAYNAKLAR.....	64
7. EKLER.....	70
EK 1. Fiziksel-Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler.....	70
EK 2. Fiziksel-Kimyasal Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi	71
EK 3. Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler	72
EK 4. Tekstürel Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi	73
EK 5. Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler.....	74
EK 6. Duyusal Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kappa Karagenan.....	11
Şekil 2.2. Gliserol Monostearat.	13
Şekil 4.1. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın pH Değeri Üzerindeki Etkisi.....	22
Şekil 4.2. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Nem Değeri Üzerindeki Etkisi.....	23
Şekil 4.3. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Yağ Değeri Üzerindeki Etkisi.....	25
Şekil 4.4. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Protein Değeri Üzerindeki Etkisi.....	26
Şekil 4.5. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Pışme Verimi Değeri Üzerindeki Etkisi.....	27
Şekil 4.6. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Çap Değeri Üzerindeki Etkisi.....	29
Şekil 4.7. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Kalınlık Değeri Üzerindeki Etkisi.....	30
Şekil 4.8. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın L* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	32
Şekil 4.9. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın a* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	33
Şekil 4.10. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın b* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	35
Şekil 4.11. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın L* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	36
Şekil 4.12. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın a* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	38
Şekil 4.13. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın b* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi.....	39
Şekil 4.14. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Kesme Kuvveti Değeri Üzerindeki Etkisi.....	41
Şekil 4.15. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Kesme İş Değeri Üzerindeki Etkisi.....	42
Şekil 4.16. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Sertlik Değeri Üzerindeki Etkisi.....	44
Şekil 4.17. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Yapışkanlık Değeri Üzerindeki Etkisi.....	45
Şekil 4.18. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Elastikiyet(ens) Değeri Üzerindeki Etkisi.....	47
Şekil 4.19. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın İç Yapışkanlık Değeri Üzerindeki Etkisi.....	48
Şekil 4.20. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Sakızımsılık Değeri Üzerindeki Etkisi.....	50
Şekil 4.21. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Çiğnenebilirlik Değeri Üzerindeki Etkisi.....	51

Şekil 4.22. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Esneklik Değeri Üzerindeki Etkisi.....	53
Şekil 4.23. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Elastikiyet değeri Üzerindeki Etkisi.....	57



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Yıllara Göre Dünya Kuru Fasulye Ekim Alanları (bin ha).....	6
Tablo 2.2. Yıllara Göre Dünya Kuru Fasulye Üretimi (bin ton).....	7
Tablo 2.3. Yıllara Göre Türkiye Kuru Fasulye Ekim Alanları (ha).....	7
Tablo 2.4. Yıllara Göre Türkiye Kuru Fasulye Üretimi (ton).....	7
Tablo 2.5. Yıllara Göre Türkiye Yeşil Mercimek Ekim Alanları (daa).....	8
Tablo 2.6. Yıllara Göre Türkiye Yeşil Mercimek Üretimi (bin ton).....	9
Tablo 2.7. Yıllara Göre Türkiye Sebze Üretimi (ton).....	9
Tablo 3.1. Duyusal Analiz Formu.....	19
Tablo 3.2. Deneme Kombinasyonları.....	20
Tablo 4.1. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının pH Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	21
Tablo 4.2. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Nem (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	23
Tablo 4.3. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yağ (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	24
Tablo 4.4. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Protein (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	25
Tablo 4.5. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Pişme Verimi (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	27
Tablo 4.6. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Çap Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	28
Tablo 4.7. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kalınlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	29
Tablo 4.8. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının L* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	31
Tablo 4.9. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının a* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	32
Tablo 4.10. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının b* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	34
Tablo 4.11. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının L* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	36
Tablo 4.12. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının a* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	37
Tablo 4.13. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının b* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	38
Tablo 4.14. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kesme Kuvveti Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	40
Tablo 4.15. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kesme İşi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	42
Tablo 4.16. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sertlik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	43

Tablo 4.17. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	45
Tablo 4.18. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	46
Tablo 4.19. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının İç Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	48
Tablo 4.20. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sakızimsılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	49
Tablo 4.21. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Çiğnenebilirlik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	51
Tablo 4.22. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Esneklik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	52
Tablo 4.23. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Görünüm Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	54
Tablo 4.24. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının İç Renk Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	55
Tablo 4.25. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	56
Tablo 4.26. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sululuk Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	58
Tablo 4.27. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yağlılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	59
Tablo 4.28. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Koku Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	60
Tablo 4.29. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Tat Aroma Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.	61
Tablo 4.30. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Genel Beğeni Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	62

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

$^{\circ}\text{C}$	: Celcius derece
%	: Yüzde
L^*	: Parlaklık
a^*	: Kırmızılık
b^*	: Sarılık
κ	: Kappa karagenan
ι	: İyota karagenan
λ	: Lambda karagenan
X_1	: Kappa karagenan
X_2	: Gliserol monostearat
X_1^2	: Kappa karagenan'ın kuadratik etkisi
X_2^2	: Gliserol monostearat'ın kuadratik etkisi
$X_1 * X_2$	: Kappa karagenan X gliserol monostearat interaksyonu
daa	: Dekar
dk	: Dakika
F	: F değeri
g	: Gram
GMS	: Gliserol monostearat
ha	: Hektar
HCl	: Hidroklorik asit
K.O	: Kareler ortalaması
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
P	: P değeri
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
RMSE	: Kök hata kareler ortalama
SD	: Serbestlik derecesi

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığını üstlenen, tez konumun belirlenmesinde yol gösteren, tezimin her aşamasında değerli bilgi birikimi ve deneyimlerini benden esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ömer EREN'e, tezimin laboratuvar aşamasında büyük ölçüde yardımını ve desteğini gördüğüm saygıdeğer Dr. Öğr. Üyesi Aydın ERGE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimime başlamam konusunda beni cesaretlendiren, yüksek lisans eğitimim boyunca yardımlarını, desteğini, sabrını esirgemeyen sevgili eşim Yunus Emre YEŞİLAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen babam Naci GÜLER'e, annem Ayşe GÜLER'e ve kardeşim Yiğit Efe GÜLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları sırasında yardımını ve desteğini gördüğüm çalışma arkadaşım Nilüfer ÖZMEN TÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Protein analizini gerçekleştirmekte kullandığımız protein cihazı için BETUM'a ve tekstür analizini yapmamız konusunda yardımcı olan YENİGIDAM'a teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artışla beraber artan gıda talebi, yetersiz beslenme ve gıda güvenliği gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir (Ersoy, 2022). Bu sorunları ortadan kaldırmak ve gıdalarda sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla tüketiciler bilinçlenmektedir (Akkan ve Bozyiğit, 2020). Tüketicilerde oluşan bilinç, satın alma karar süreçlerini etkileyerek sürdürülebilir gıdaya olan eğilimlerinin artmasına ve et analogları kavramının ortaya çıkmasına imkân vermiştir (Akkan ve Bozyiğit, 2020; Fiorentini ve ark., 2020).

Et analogları; bitkisel proteinlerin hammadde olarak kullanıldığı ve hammaddeye ilave edilen katkıları sayesinde son ürüne et benzeri yapının ve özelliklerin kazandırılması ile hem değişen tüketici beklentilerinin karşılanmasını hem de hayvansal kaynaklara alternatif oluşturulmayı amaçlamasıyla son zamanlarda yeni bir gıda çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. (Kyriakopoulou ve ark., 2021; Künili ve ark., 2023). Et analoglarında en sık kullanılan hammaddeler arasında fasulye, mercimek, bezelye, mısır vb. yer almaktadır (Kyriakopoulou ve ark., 2018).

Geçmişten günümüze etin insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olması onun sık tüketilmesine ve bu durum da sebzelerin geri planda kalmasına neden olmaktadır. Etin sık tüketilmesinin olumsuz çevresel etkilere (sera gazı emisyonu, su ve toprak kullanımı) ve sağlık problemlerine (kalp rahatsızlıkları, obezite ve kanser) yol açtığı yönünde tartışmalar bulunmaktadır (Mudrak ve ark., 2019; Afzal ve ark., 2022; Global Agriculture, 2020; Godfray, 2019; Hallström, Carlsson-Kanyama, & Börjesson, 2015; Vinnari & Tapio, 2009; Rohrmann ve ark., 2013; Larsson ve Wolk, 2006).

Etin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerine yönelik tartışmalar ile hayvan refahına ilişkin endişelerin olması vegan beslenme kavramını son yıllarda popüler hale getirmiş olup vegan ürünler restaurantlar gibi birçok yerde karşımıza çıkmaktadır (Lee ve ark., 2020; Gruber, 2003).

Gelecek zamanda geniş yer bulacağı öngörülen et analogları (Künili ve ark., 2023) farklı bitkisel proteinlerin hammadde olarak kullanıldığı ve katkı ilavesi ile çeşitli özellikler kazandırılarak iyileştirilmesiyle vegan köfteler üretilmiştir. Üretilen vegan köftelerde çeşitli gıda analizleri yapılarak çıkan

sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca, üretilen köfteler duyuşal analize tabi tutulmuştur.

Tüketicilerin beslenme alışkanlıklarının değişmesi bitkisel protein kaynaklarından üretilen ve ilave edilen katkılar sayesinde çeşitli özelliklerin kazandırıldığı et analoglarının tanınır hale gelmesine olanak sağlamaktadır. Yapılan alışmalar neticesinde et analogları hakkında belirsizlik ve bilgi eksikliklerinin ortadan kaldırılarak gıdalarda sürdürülebilirliğin artması ve tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinin sağlanması hedeflenmektedir (Künili ve ark., 2023).

Bu çalışmada; kappa karagenan ve gliserol monostearat kullanımının vegan köftelerin tekstürel, duyuşal ve fiziksel-kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve bu etkilerin, yanıt yüzey yöntemine (Response Surface Methodology) göre modellenerek optimizasyon elde edilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçların, farklı hammaddeler ve katkıların kullanılmasıyla yeni çalışmaların yapılmasına ışık tutacağı ve çalışmalardan elde edilen sonuçların değerlendirilmesine imkân vereceği düşünülmektedir (Ersoy, 2022).

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1 Köfte

Köfte denildiğinde etin kıyma haline getirilerek içerisine ekmek kırıntıları, soğan, yumurta, yağ ve baharat gibi ürünlerin katılıp şekil verilmesi ile elde edilen bir ürün olduğu akla gelmektedir.

Köftenin tarihsel gelişimine bakıldığında Ahmed Cavid tarafından 15. yüzyılda yazılmış Tercüme-i Kenzü'l-İştihâ adlı eserinde geçen ve Farsça kökenli olan “küfte” kelimesi “dövülmüş, ezilmiş” anlamına gelmektedir. Kıyma makineleri hayatımıza girene kadar köftelerin yapımında kullanılacak etin bıçakla/zırhla kıyılarak ya da dövülerek elde edilmesi ise kelimenin kökeni hakkında ipucu vermektedir. Köfte yapımında kullanılacak ana malzemeler isteğe bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. 16. yüzyılda Osmanlı saray yemekleri arasında köftenin yer aldığı ve günümüze kadar gelerek birçok yemekte ya da kendi başına kullanıldığı görülmektedir (Pişkin, 2014).

2.2 Vegan Köfte

İnsanların, toplumların ve kültürlerin sahip oldukları dini inanışlar, gelenek-görenekler, sağlık durumları, sosyal, siyasal ve ekonomik koşullar birbirinden farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar insanların en temel ihtiyaçlarından birisi olan beslenme alışkanlıklarının çeşitlenmesini ve yaşam tarzı değişikliklerini beraberinde getirmiştir (Dilek, 2008; Vatandost ve İnce Karaçeper, 2024). Bunun bir örneği olarak; bazı bireylerde gıda alerjisi veya besin intoleransı olması durumu sağlık kaygılarına yol açarak tüketilecek olan gıdaların şekillenmesinde rol oynamaktadır (Şimşek, Güleç ve Usta, 2020). Sağlık problemlerine yol açan gıdalara laktoz içeren süt ve süt ürünleri, yumurta ve bazı deniz ürünleri örnek olarak verilebilir (Özer ve Tuncel, 2016).

Dünya nüfusundaki artış tüketimin artmasına, çevre ve sürdürülebilirlik ile ilgili sorunların oluşmasına neden olmuştur (Çelik, Bacanlı & Görgeç, 2008). Örneğin; et tüketimindeki artışı karşılayabilmek adına yetiştirilecek hayvanların

beslenmesinden kaynaklı tarımsal faaliyetlerdeki artış ve bu artışın negatif bir etkisi olarak metan gazı salınımı meydana geleceği öngörülmektedir. (Koyuncu ve Akgün, 2018). Dünya nüfusundaki artışın tüketim miktarı artışına olan etkisinin yanı sıra protein kaynaklarında azalma meydana gelmesi, insanların tüketim tercihlerini değiştirmiş, çevre ve sürdürülebilirlik konularında bireylerin bilinçlenmesini sağlamış dolayısıyla alternatif protein kaynaklarına olan arayışı başlatmıştır (Ersoy, 2022).

Teknolojik gelişmeler ve modernleşme insanların, toplumu ve yaşam biçimlerini sorgulamasına, doğaya ve hayvanlara olan bakış açılarının değişmesine olanak sağlamıştır (Tekten Aksürmeli ve Beşirli, 2018). Tüm bu gelişmelerin ışığında ve sorunların bertaraf edilmesi hususunda vegan denilen kavramı ortaya çıkarmıştır.

İlk olarak 1944 yılında Türkiye'deki Vegan Derneği kurucusu Donald Watson tarafından türetilen vegan kelimesi (Balaban-Salı ve Erben, 2017), hayvan kökenli gıdaların ve hayvansal ürünlerin kullanımını reddetmek olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2024). Hayvansal ürün kullanımını reddetmekten kastedilen çeşitli sektörlerde hayvansal içerik kullanılmasına veya bir ürünün üretiminde hayvanların denek olarak kullanılmasına karşı çıkmak olarak açıklanabilir (Akkan ve Bozyiğit, 2020; McDonald, 2000).

Vegan hayat tarzında bitki bazlı gıdaların tüketimi (Kim ve ark., 2023) ile su ve enerjiden tasarruf edilmekte olup (Carfi ve ark., 2018) çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Vegan tüketim tarzını çeşitli nedenler vasıtasıyla benimsemiş insanların sayısı çoğaldıkça vegan ürünlere oluşan talep artmaktadır. Artan talebin karşılanması hususunda işyerleri vegan tüketicilere yönelik hizmetler sunmak amacıyla yeni vegan tarifler üreterek ürün çeşitlerini genişletmeye başlamış olup bu durum vegan tüketiciler başta olmak üzere diğer tüketicilerin de satın alma karar süreçlerinde önemli ölçüde etkili olmaktadır (Martinelli ve De Canio, 2021; Phillips, 2005). Vegan tüketiciler gereksinimlerine uygun buldukları besinleri diğer tüketicilere de tavsiye etmektedirler (Ginsberg, 2017).

Vegan bireylerin rahatlıkla tüketebileceği vegan köfteler, hayvansal ürün kullanımı olmaksızın sebzeler, baklagiller, mantarlar veya tahıllar kullanılarak

yapılan bir köftedir. Türk mutfağında et kullanımı olmaksızın yapılabilecek birçok vegan köfte tarifine rastlamaktayız. Bunlardan bazıları; mercimek köftesi ve etsiz çiğ köfte olarak karşımıza çıkmaktadır. Vegan köftelerin malzeme kombinasyonları farklılık gösterebildiği gibi istenilen ürün formunun kazandırılması ya da çeşitli özelliklerin iyileştirilmesi için yağlar ve katkı maddeleri kullanılabilir. Vegan köfteler, insanların protein ihtiyacını karşılamasıyla, sağlığa olan faydalarıyla, hayvan refahına yönelik bilinçlenmeyi desteklemesiyle, ucuz olmasıyla, sürdürülebilirliğe olan katkısıyla ve kolay bulunabilirliği ile vegan kitleye alternatif sağlamaktadır.

Altuntaş (2015)'ın diyet liflerinin hazır etsiz toz çiğ köfteye ilave edilerek etkilerini incelediği bir çalışmada havuç lifi ilave edilen çiğ köfteye çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve sertlik değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ersay (2022)'un beluga mercimeği, meksika fasulyesi, fasulye ve siyah nohut gibi tahılları kullanarak hazırladığı bitkisel köfte reçetelerinin analiz ve değerlendirme sonuçlarına göre pişme verimi ortalaması % 69,33-%77,87 aralığında olup en yüksek pişme verimi nohutta, ikinci sırada ise fasulyededir. Pişmiş örneklerde ortalama pH değerinin 6,12-6,84 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analizde en fazla beğeniyi beluga mercimek içeriğine sahip köfte alırken en az beğeniyi fasulye içeriğine sahip köftenin aldığı belirlenmiştir.

Söylemez (2013)'in anaç tavuk köfteleri üzerinde jelatin, yumurta akı tozu ve galeta ununun etkisinin belirlenmesi konusunda yaptığı çalışmada galeta ununun birçok parametre üzerinde önemini fazla olduğu, çalışmadaki kullanım aralığında yumurta akı tozunun kesme kuvveti ve yapışkanlık üzerinde etkisinin olduğu saptanmıştır. Jelatinin yağ değerlerini önemli, protein değerlerini çok önemli etkilediği, tekstürel özellikler üzerinde etkisi olmadığı ve galeta unu ile olan etkileşiminde b* renk değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Proteinler büyüme ve gelişmede vücudun ihtiyaç duyduğu besin kaynaklarından biridir (Ersay, 2022). Bitkisel kaynaklardan da protein gereksinimi karşılanabilmektedir. Yaptığımız çalışmada kuru fasulye, yeşil mercimek ve havuç olmak üzere 3 farklı bitkisel protein hammadde olarak kullanılmıştır.

Dünya genelinde bir çok ülkede yetiştirilen kuru fasulye 2020 yılı verilerine göre 35 milyon hektar ekim alanı ve 28 milyon ton üretime sahip olup yıllara göre değişimi Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de verilmiştir (FAO,2022). Ekim alanı ve üretimde Asya ülkeleri, tane veriminde ise Amerika ülkeleri ilk sıradadır (Aydoğan ve ark., 2018). 2020 yılı fasulye üretim verilerine bakıldığında Türkiye 19’uncu, verimde ise 12’nci sıradadır (FAO, 2022). Ülkemizde TÜİK verilerine göre 2021 yılı fasulye ekim alanları 108 bin hektar ve üretimi ise 305 bin ton olarak gerçekleştirilmiş olup yıllara göre değişimi Tablo 2.3 ve Tablo 2.4’de verilmiştir (TÜİK, 2022). Genellikle İç ve Doğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen (Kanat, 2022) kuru fasulye ülkemizde yaygın bir tüketime sahiptir. Fasulyenin ülkemize ne zaman geldiği konusunda kesin bir kanıt bulunmamakla birlikte 250 yıl öncesine dayandığı tahmin edilmekte (BUGEM, 2019) ve asıl vatanının Orta ile Güney Amerika olduğu bilinmektedir (Kwak ve Gepts, 2009). Fasulye, vücut gelişimini ve sağlığını desteklemesi ile birlikte (Ersoy, 2022) içerdiği yüksek protein sayesinde hayvansal protein yerine alternatif olarak tüketilebilmektedir (Abacı ve Kaya, 2018).

Tablo 2.1. Yıllara Göre Dünya Kuru Fasulye Ekim Alanları (bin ha)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020
Hindistan	14.239	15.227	14.877	12.675	13.007
Myanmar	3.294	3.077	2.918	3.248	3.349
Brezilya	2.588	2.801	2.838	2.608	2.687
Meksika	1.576	1.625	1.596	1.207	1.567
Kenya	1.172	1.030	1.177	1.189	1.148
Tanzanya	1.039	1.120	897	894	943
Angola	750	770	812	897	915
Mozambik	342	560	877	940	883
Burundi	588	574	599	973	746
Çin	733	760	763	767	742
Diğer	9.715	10.176	9.627	9.051	9.557
Dünya	36.036	37.720	36.981	34.450	35.544

Tablo 2.2. Yıllara Göre Dünya Kuru Fasulye Üretimi (bin ton)

Ülkeler	2016	2017	2018	2019	2020
Hindistan	5.890	6.340	6.220	5.310	5.460
Myanmar	3.157	2.862	2.721	3.030	3.053
Brezilya	2.621	3.046	2.916	2.908	3.035
Amerika	1.302	1.291	1.108	932	1.495
Çin	1.206	1.334	1.338	1.335	1.294
Tanzanya	1.194	1.428	1.097	1.197	1.268
Meksika	1.089	1.184	1.196	879	1.056
Kenya	728	846	837	747	774
Arjantin	367	414	473	579	634
Uganda	810	1.012	940	627	609
Diğer	9.917	10.708	9.928	9.885	10.162
Dünya	28.281	30.465	28.774	27.429	28.840

Tablo 2.3. Yıllara Göre Türkiye Kuru Fasulye Ekim Alanları (ha)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Niğde	80.920	103.489	124.580	170.750	190.950
Konya	191.438	148.111	148.331	185.900	173.988
Bitlis	62.866	62.615	88.350	104.740	126.980
Nevşehir	81.192	68.723	73.259	92.245	103.091
Karaman	103.700	101.351	89.580	84.630	86.923
Kayseri	15.415	15.619	17.254	24.069	35.903
Aksaray	9.705	9.931	12.800	17.755	21.756
Kahramanmaraş	24.633	22.872	22.594	21.420	19.960
Tunceli	14.072	15.150	18.657	20.048	19.805
Kütahya	21.693	20.451	21.272	18.435	18.199
Diğer	291.587	279.733	272.708	289.865	280.409
Toplam	897.221	848.045	889.385	1.029.857	1.077.964

Tablo 2.4. Yıllara Göre Türkiye Kuru Fasulye Üretimi (ton)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Niğde	28.126	36.398	42.503	58.835	70.905
Konya	70.242	53.439	49.664	62.408	57.285
Bitlis	20.765	19.685	24.071	32.143	41.703
Nevşehir	24.001	18.232	21.637	28.303	34.589
Karaman	31.125	30.193	25.826	27.518	27.724
Kayseri	3.157	3.965	4.455	6.551	9.343
Aksaray	2.668	2.709	3.449	5.811	6.337
Kahramanmaraş	4.927	4.695	4.736	4.482	4.206
Gümüşhane	4.245	3.348	3.601	3.635	4.023
Kütahya	3.727	3.477	3.460	2.984	2.751
Diğer	46.017	43.859	41.598	46.848	46.134
Toplam	239.000	220.000	225.000	279.518	305.000

Yeşil mercimeğin M.Ö. 8000-8500 yılları arasında Orta Doğu'da tarımının yapıldığı ve ülkemizde M.Ö. 5000-7000 yılları arasına ait olduğu tahmin edilen örnekleri saptanmıştır (Şehirli, 1988).

Mercimek insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip olup Türkiye'de genellikle İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgesinde üretimi yapılmaktadır (Kaya, 2010). Diğer baklagillere göre proteince zengindir ve düşük gelirli tüketicilerin en önemli besin kaynağıdır (Gülaç, 2022). İçerdiği B vitamini ve mineraller sayesinde (Gülaç, 2022) tüketicileri kalp hastalıklarından koruyarak bağışıklık sistemlerini güçlendirmektedir (Baysal, 1988). Özellikle vejeteryan beslenen bireyler için demir kaynağıdır ve az miktarda yağ içermesi dolayısıyla düşük kaloriye sahiptir (Rehinan ve ark., 2004). TÜİK 2022 yılı verilerine göre ülkemizde bazı yıllara göre yeşil mercimek ekim alanları Tablo 2.5'de ve üretim miktarları Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.5. Yıllara Göre Türkiye Yeşil Mercimek Ekim Alanları (daa)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Yozgat	88	106	164	156	185
Konya	23	102	105	94	125
Kırşehir	19	26	40	41	75
Çorum	30	33	25	26	29
Ankara	12	19	14	16	13
Manisa	12	10	8	8	7
Sivas	1	1	1	2	6
Uşak	9	9	7	5	6
Nevşehir	1	1	1	1	5
Bayburt	1	2	4	4	4
Diğer	34	33	28	26	27
Toplam	232	342	396	378	482

Tablo 2.6. Yıllara Göre Türkiye Yeşil Mercimek Üretimi (bin ton)

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Yozgat	11,7	14,0	17,3	17,0	16,7
Kırşehir	2,2	3,1	4,9	5,3	6,5
Konya	3,7	13,3	10,9	9,8	4,7
Çorum	3,7	4,4	3,3	3,3	2,2
Ankara	1,4	2,0	1,7	1,9	0,8
Sivas	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
Manisa	1,3	0,9	0,8	0,7	0,4
Nevşehir	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Hatay	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Uşak	1,1	1,0	0,7	0,6	0,3
Diğer	4,5	4,1	3,8	3,3	2,3
Toplam	30,0	43,0	43,6	42,4	35,0

Hammaddelerden anavatanı Türkiye olan havucun (Anonim, 2016) Ankara, Konya ve Hatay illerinde üretimi yapılmakta ve dolayısıyla ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir (Örnek, 2014). Gıda ve kozmetik sektöründe kullanımı oldukça yaygın olan havuç, dünyanın birçok yerinde yetiştirilen bir kök sebzedir (Örnek, 2014). Havuç, içerdiği bol miktarda A vitamini, (Baysal, 1988) mineral ve karotenoidler (Sharma ve ark., 2012) sayesinde sağlık açısından oldukça faydalıdır.

TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2018-2022 yılları arasında sebze üretim miktarları (ton) tablosundan yararlanarak havuç üretimindeki değişimler Tablo 2.7’de gözlemlenebilmektedir.

Tablo 2.7. Yıllara Göre Türkiye Sebze Üretimi (ton)

ÜRÜNLER	2018	2019	2020	2021	2022
Soğan (taze)	142.854	142.257	129.023	126.185	124.631
Soğan (kuru)	1.930.695	2.200.000	2.280.000	2.500.000	2.350.000
Sarımsak (taze)	25.519	23.351	28.552	46.454	47.487
Sarımsak (kuru)	117.688	103.096	116.840	132.617	140.464
Pırasa	252.958	234.052	225.480	213.192	168.710
Havuç	642.837	663.882	588.778	590.483	788.578
Şalgam	1.530	2.388	2.599	2.359	2.405
Pancar (kırmızı)	8.119	9.917	7.881	10.444	23.543
Kereviz (kök)	21.603	23.323	23.159	24.402	25.818
Turp (bayır)	14.003	14.534	14.274	14.913	13.828
Turp (kırmızı)	177.067	198.112	204.687	209.384	171.381
Turp (beyaz)	5.914	6.170	4.433	4.469	3.453
Domates	12.150.000	12.841.990	13.204.015	13.095.258	13.000.000
Hıyar	1.848.273	1.916.645	1.886.239	1.890.160	1.938.545
Acur	42.631	43.204	40.644	39.215	39.421
Biber (salçalık)	1.128.060	1.234.423	1.291.091	1.445.275	1.481.612
Biber (dolmalık)	397.175	371.918	389.957	420.918	404.459
Biber (sivri)	930.349	902.203	838.890	1.064.633	979.180
Biber (çarliston)	99.390	117.125	116.967	160.469	153.524

Vegan köfte yapımında kullanılan hammaddelerin yanı sıra kalite ve standardizasyon koşullarının elde edilmesi için gıda katkı maddeleri kullanılmaktadır (Yurtyeri ve ark., 1988). Katkı maddelerinden kappa karagenan kıvam arttırıcı, bağlayıcı ve stabilize edici olması, gliserol monostearat ise emülsifiye edici olması nedeniyle kullanılmaktadır.

2.3 Kappa Karagenan

İngiltere, İrlanda, İspanya ve Fransa sahillerinde fazla miktarda bulunan, ismini İrlanda'nın şehri Carragheen'den alan ve İrlanda yosunu olarak bilinen karagenanlar (Glicksman, 1969; Towle, 1973; Doğan ve ark., 1996) genellikle *Gigartina*, *Eucheuma*, *Chondrus*, *Iridaea* cinsinde kırmızı yosunlardan çıkartılan ve kırmızı yosunda bulunan Gelatinous içeriği sayesinde katkı maddesi olarak kullanım olanağı sağlayan bir polisakkarittir (Sharma ve Hissaria, 2005). İrlanda yosunu 8-15 cm yüksekliğinde ve çalı görünümünde olup ilk kez 1937 yılında ekstraksiyonu ve saflaştırılması yapılmıştır (Altuğ, 2009).

Kappa (κ), iyota (ι) ve lambda (λ) olmak üzere 3 çeşidi vardır (Imeson, 2000). Ek olarak; xi (ξ), theta (θ), nu (ν) ve mu (μ) olmak üzere dört fraksiyonu daha mevcuttur ve bu fraksiyonlardan μ ve ν fraksiyonları κ - ve ι -karragenanın, θ ise λ karragenanın prekürsörü olarak bilinmektedir (Trius ve Sebranek, 1996).

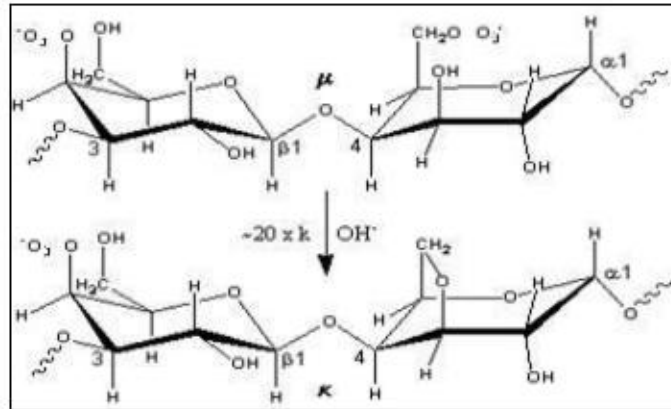
Açık kahverengi ile krem rengi arasındaki bir renkte ve toz halinde (Zorba, 2009) bulunan karagenanlar nem, aroma ve yağ transferini önlemesinin yanında tekstürü iyileştirmektedir. Tüm bu özellikleri dolayısıyla gıda kalitesine ve raf ömrüne olumlu etkileri bulunmaktadır (Sharma ve Hissaria, 2005; Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997).

Karagenanların galaktoz birimlerindeki ester sülfat gruplarının sayısı ve konumu, çözünürlük ısısı ve jel gücü gibi özelliklerine etki etmektedir (Sharma ve Hissaria, 2005). Karagenanlar suda kolaylıkla çözünbilmekte, tam çözünürlük ise 50-80°C sıcaklık değerleri arasında gerçekleşmektedir (Doğan ve ark., 1996). Asit hidrolizine karşı son derece hassas olan karagenanların pH 5 altında ısıtıldıklarında viskozitelerinde düşüş gerçekleşeceği belirtilmiştir (Salman, 2010).

Su veya süt bazlı gıdalarda düşük konsantrasyonlarda farklı çeşitlerde jel oluşumuna imkân veren karagenan (Mabeau ve Fleurence, 1993) türleri arasında en fazla kullanılanı kappa karagenan olup yüksek jel gücü özelliğinin yanı sıra aralarında en dayanıklı olanıdır (Whistler ve BeMiller, 1997).

Karagenanların tiksotropik özelliğe sahip olmaları onların yüzey basıncı varlığında incelmelerine, basınç ortadan kalktığında ise eski viskozitelerine geri dönmelerine olanak sağlamaktadır (Anonim, 2024a).

Karagenanlar gıda sektöründe et ve süt ürünlerinde, tatlılarda, jölelerde, evcil hayvan yiyeceklerinde, kozmetik sektöründe ise diş macunu ve kremlerde kullanılması ile geniş bir uygulama alanına sahiptir (Anonim, 2024a; Sharma ve Hissaria, 2005). Karagenan et ürünlerinde dilimleme özelliğini iyileştirmesi, su bağlayıcı görevi görmesi ve yağ içeriğini azaltması amacıyla tercih edilmektedir (Sharma ve Hissaria, 2005; Trius ve ark., 1994; Whistler ve BeMiller, 1997). Süt ürünlerinde protein ile etkileşime girerek kıvamı artırmakta, jölelerin şeffaf ve esnek yapıda olmasına yardımcı olmakta, diş macununda bağlayıcı ve stabilize edici görevi görmekte, kremlerde ise kalınlaştırıcı olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2024a).



Şekil 2.1. Kappa Karagenan (Prajapati ve ark., 2007)

Çakır (2013)'ın tavuk göğüs etlerine sodyum klorür ve potasyum klorür tuzları ile birlikte kappa ve iota karagenan ilave ederek çeşitli analizler uyguladığı çalışmasında karagenan seviyesinin artışının pişirme kaybını düşürdüğü, kappa karagenan ilave edilen etlerde su tutma kapasitesinin arttığı, emülsiyonlara NaCl ilavesi pH değerlerini düşürürken, iota karagenan ilavesinin pH değerlerini kappa karagenan ilave edilen örneklerle göre yükselttiği tespit edilmiştir. KCl ve kappa karagenanın ise a* renk değerini arttırdığı belirlenmiştir.

Demirci (2008)'nin çeşitli gamların farklı seviyelerinin Tekirdağ köftesine ilave edilmesi ve çeşitli analizler yapılarak etkilerinin incelendiği çalışmasında gam seviyelerindeki artış yağ oranında azalmaya, tekstür değerlerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. En yüksek pH ve protein değerinin %1 oranında karagenan gam ilave edilen çiğ Tekirdağ köftesi örneğinde olduğu tespit edilmiştir. En yüksek protein değerinin % 1 oranında guar gam ilave edilen pişmiş köfte örneğinde olduğu, en yüksek pH değerinin %1,5 oranında keçiyoynuzu gamı ilave edilen pişmiş köfte örneğinde olduğu belirlenmiştir. Tekirdağ köftesinin çiğ ve pişmiş örneklerinde en yüksek yağ oranının kontrol örneğine ait olduğu tespit edilmiştir.

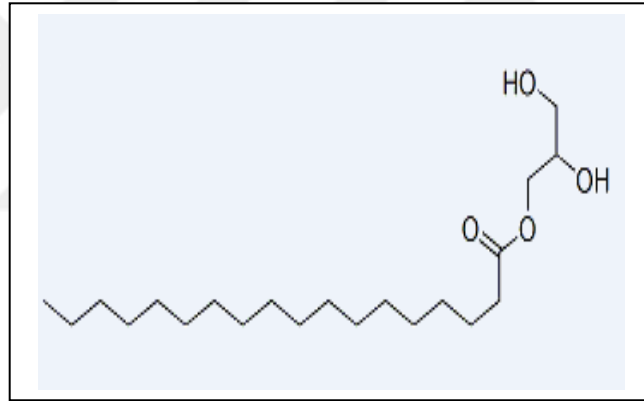
Çiltepe (2013) yaptığı çalışmada hindi etinden hazırlamış olduğu köfte hamurlarına ön unlama (zeine ve glutene), ara kaplama (karagenan, tragakant) ve son kaplama işlemleri (sodyum aljinat, metilselüloz) uygulamakta olup depolama süresince meydana gelen değişimleri gözlemlemiştir. Karagenan kaplamanın tragakant kaplamaya göre daha iyi yapışma özelliği gösterdiği, pişirilmiş örneklerde yapılan analizlerde kaplamaların nem ve pişirme kaybının azalmasına, verimliliğin artmasına, sulu bir ürün elde edilmesine imkan verdiği tespit edilmiştir.

2.4 Gliserol Monostearat

Gliserol monostearat beyaz renkte, suda çözünen, kokusu/tadı olmayan ve köpüklenme, emülgasyon, köpüklenmeme, dispersiyon yağ aglomerasyonu gibi faaliyetleri kontrol eden bir monogliserittir. Suda ve yağda kısmen çözünme özelliğine sahip olan gliserol monostearat gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın emülgatördür (Anonim, 2024b; Anonim, 2014).

Gıda endüstrisinde fırıncılık, şekerlemeler, süt ürünleri, dondurulmuş gıdalar ve atıştırılmalıklar gibi birçok farklı uygulamada bileşenlerin ayrışmasını engelleme ve ürün dokusunu iyileştirme fonksiyonları sayesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Anonim, 2024b; Anonim, 2014).

Dondurmada; kaba buz kristalleri oluşumunu önleyerek pürüzsüz bir doku sağlamakta, fırıncılık ürünlerinde; esnekliği artırarak işlenmeyi kolaylaştırmakta, yumuşak yapı, hacim ve süngerimsi yapı kazandırmakta, ürünün raf ömrünü uzatmakta, parlaklık ve beyazlık vermekte, çikolatalarda; yağ dispersiyonuna imkân vermekle birlikte yapışkanlık ve ayrışmayı en aza indirmekte, sakızlarda; plastikleştirici rolü üstlenmekte, şekerlemelerde; dokuyu iyileştirmekte ve ürünün kalıptan çıkarılmasına kolaylık sağlamakta, dondurulmuş ürünlerde; ürün dokusunun korunmasına yardımcı olmaktadır (Anonim, 2024b; Anonim, 2014).



Şekil 2.2. Gliserol Monostearat (Pishrochem, 2023)

Özaydın (2014) yaptığı çalışmada gliserol monostearat ve karboksimetil selüloz katkı maddelerinin yulaf kepeği kullanılarak hazırlanan bisküvi örnekleri üzerinde etkilerini belirlemiştir. Kullanılan katkı maddelerinin ürün yapısını olumlu olarak etkilediği, nemi arttırdığı ve gliserol monostearatın tek başına kullanıldığı durumda duyu ve fiziksel özellikleri daha olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Yayılma faktörünün gliserol monostearat içeren örneklerde daha fazla olduğu, gliserol monostearat ve karboksimetil selülozun örneklerde kırılma ve sertliği arttırdığı görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Vegan köfte yapımında hammadde olarak kullanılacak kuru fasulye, yeşil mercimek, havuç ve diğer malzemeler (baharatlar, maydanoz, soğan, ayçiçek yağı) yerel marketlerden temin edilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan kappa karagenan ve gliserol monostearat sanal marketten sağlanmıştır. Ürünleri buzdolabında dinlendirmek için kullanılan plastik kaplar, duyuşal analiz hazırlığında kullanılan plastik tabak, çatal ve bardak, çalışma boyunca kullanılan eldiven vb. malzemeler yerel bir dükkândan satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Materyallerin Hazırlanması ve Vegan Köfte Üretimi

Öncesinde yıkama, haşlama, suyunu süzme işlemleri yapılan ve hammadde olarak kullanılacak belirli oranlardaki kuru fasulye (%48), yeşil mercimek (%22), havuç (%30) (Kocatepe, 2024), terazide (KERN CKE-BA-e-0913, Almanya) tartılıp kıyma makinesinden (ALVEO SEK2204, Türkiye) ayrı ayrı çekilmiştir.

Belirli oranlarda hassas terazide (OHAUS PA214-US, İsviçre) tartılan baharatlar (%5 soğan, %1 maydanoz, %18.75 galeta unu, %1.83 tuz, %1 pul biber, %0.5 kimyon, %0.25 karabiber, %0.09 kekik, %0.09 yenibahar) kendi içerisinde karıştırılmıştır ve eşit miktarlarda olacak şekilde hammaddelere eklenmiştir.

Hammaddeler, üzerlerine eklenen baharatlar ile tekrar karıştırılmıştır ve oluşan bireysel hamurlar birbirleriyle karıştırılıp yoğurularak homojen bir hamur elde edilmeye çalışılmıştır.

Son olarak; elde edilen hamur kıyma makinesinden tekrar geçirilerek homojenliğinden emin olunmuştur. Elde edilen hamur tartılarak 10 eşit parçaya bölünmüştür. Katkı maddelerinden kappa karagenan ve gliserol monostearat Tablo 3.2.'de verilen oranlara (%) göre hassas terazide (Sartorius AX6202, Almanya) tartılıp önce 150 mL yağ ile çözünmesi sağlanarak sırasıyla hamurlara

eklenmiştir ve sonra hamur karıştırma makinesinde (Kenwood, Japonya) karıştırılmıştır.

Karıştırılan 10 hamur sırasıyla belirli bir kalınlığa sahip iki tahta çubuk arasına yerleştirilip üzerlerindeki fazlalıkların merdane vasıtasıyla ileri-geri hareket ettirilerek alınması sağlanmıştır. Düzeltme işlemi yapılan hamura belirli bir çapa sahip olan yuvarlak aparat yardımıyla şekil verilmiştir. Her bir partiden 40 adet vegan köfteye şekil verilmiş ve köfteler üzerlerinde tanımlayıcı etiket bulunan plastik kaplara konularak buzdolabında (+4°C) yaklaşık 1 gün boyunca dinlendirilmiştir. Şekil verilmiş vegan köfte hamurları buzdolabında dinlendirildikten sonra kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kızartma işleminde bir tavaya 75 mL yağ konulup 2,5 dk yağın kızması beklenmiştir. Kızgın yağlı tavaya köfteler yerleştirilerek her 1 dakikada çevirmek üzere toplamda 5 dk kızartılmıştır. Her kızartma işleminden sonra yağ değiştirilmiştir ve tavanın dibinde kalan tortular uzaklaştırılmıştır. Her bir parti için aynı işlemler tekrarlanarak ilenlenmiştir.

3.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Yapılan analizlerde her bir örnek için paralelli ve 2 tekkerrür şeklinde çalışılmıştır.

3.2.2.1. pH Tayini

10 g numune üzerine 100 mL saf su eklenmiştir ve blender (WARING 7011HS, Amerika) yardımıyla karıştırılmıştır. Kalibrasyonu 4.00 ve 7.00'lık tampon çözeltiler ile yapılan pH metre (Hanna HI83141, Romanya) karışıma daldırılmıştır. Çıkan sonuçlar kaydedilmiştir (Gökalp ve ark., 1995).

3.2.2.2. Nem Tayini

105°C etüvde sabit tartımı sağlanan petrilerin hassas terazide (OHAUS PA214-US, İsviçre) ağırlıkları alınmıştır ve üzerlerine 3-5 g vegan köfte örneği spatül yardımıyla koyularak tartılmıştır. Örnekler 105°C etüvde (VENTI-Line VWR VL53, İngiltere) kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler soğumaları için

desikatöre alınıp, soğuduktan sonra tartımları yapılarak hesaplama işlemi gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000).

$$Nem\ oranı\ (\%) = [(M_0 - M_1) / M_0] \times 100$$

M₀: Köfte örneğinin kurutmadan önceki ağırlığı (g)

M₁: Köfte örneğinin kurutma işleminden sonraki ağırlığı (g)

3.2.2.3. Protein Tayini

Protein tayininin gerçekleştirilmesi için Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Kjeldahl metodu; yakma, distilasyon ve titrasyon olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşama olan yakma işleminde, filtre kâğıdına homojen hale getirilip tartılan 2 g vegan köfte numunesi uçlarından kapatılarak Kjeldahl tüpüne atılmıştır. Şahit için boş filtre kâğıdı uçlarından kapatılarak Kjeldahl tüpüne atılmıştır. Üzerine 2 adet Kjeldahl tableti, 20 mL sülfirik asit ve birkaç adet boncuk eklenmiştir. Hazırlanan kjeldahl tüpleri yakma ünitesine (VELP SCIENTIFICA DK20, İtalya) yerleştirilmiştir. Cihaz çalıştırılıp, fan ve su açılmıştır.

Yakma işlemi sona erdiğinde 2. aşama olan distilasyon işlemine geçilmiştir. Distilasyon işleminin yapılacağı cihaz (VELP SCIENTIFICA UDK139, İtalya) çalıştırılarak gerekli kalibrasyon ve yıkama işlemlerinin yapılmasının ardından yakma ünitesinden çıkarılan Kjeldahl tüpü cihazın ilgili bölümüne yerleştirilmiştir. Aynı zamanda; bir erlene 25 mL borik asit eklenip üzerine 3 damla methyl red damlatılmıştır. Erlen de cihazın ilgili bölmesine yerleştirilerek distilasyon işlemi başlatılmıştır.

Distilasyon işlemi bittiğinde erlen makineden alınarak 3. aşama olan titrasyon işlemine geçilmiştir. Titrasyon işleminde bürete HCl asit konulmuş ve erlenin üzerine damlatılarak titrasyonda renk değişimi görülünceye kadar devam edilmiştir. Renk değiştirdiği noktada titrasyon sonlandırılarak ne kadar HCl asit harcandığı bürette okunmuş ve değer kaydedilmiştir (AOAC, 2000).

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

V₁: Şahit için harcanan HCl (mL)

V₀: Örnek için harcanan HCl (mL)

N: HCl' in Normalitesi

F: HCl' in faktörü

3.2.2.4. Yağ Tayini

Nem tayini için kurutulmuş örnekler tartıldıktan sonra kaşıklı spatül yardımıyla alınıp soxhlet kartuşuna aktarılmıştır. Petride herhangi bir kalıntı kalmadığından emin olmak için bir pamuk ve çözücü (petrol eteri) yardımıyla temizlenmiş ve pamuk kartuşun içerisine konulmuştur. Yağ tayininde kullanılacak yağ balonları 105°C etüvde sabit tartımı sağlanıp desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve değerler kaydedilmiştir. Yağ tayini için Soxhlet metodu ve Soxhlet ekstraksiyon cihazı (Gerhardt, Almanya) kullanılmıştır. Cihaz ve su vanası açıldıktan sonra ekstraksiyon tüpü, yağ balonu ile birbirine bağlanmış ve tüpün içerisine hazırlanmış soxhlet kartuşu atılmıştır. Ekstraksiyon tüpü içerisine 1,5 sifon yapacak şekilde petrol eteri konularak cihaza bağlanmış ve ısıtıcı düğmelerinden ayar yapılmıştır. Ekstrakte edilme işlemi 6 saat sürmüştür. Bu sürenin sonunda ekstraksiyon tüpü içerisinde bulunan kirli petrol eteri ayrı bir kaba alınarak ekipmanlar tekrardan cihaza bağlanmış ve balon içerisinde kalan petrol eteri uzaklaştırılincaya kadar bu işleme devam edilmiştir. İşlem tamamlandıktan sonra balonda kalan yağı tartmak için önce 55°C etüvde 1 saat bekletilmiş, sonra desikatörde soğutulup tartım yapılarak değer kaydedilmiştir (AOAC, 2000).

$$\%Yağ= 100 \times [(M_2-M_1)/m]$$

M₁:Sabit tartımı sağlanan balonun ağırlığı (g)

M₂:Son tartımda balonda bulunan toplam yağ miktarı (g)

m:Köfte örneğin ağırlığı (g)

3.2.2.5. Pişme Verimi Tayini

Pişme verimi için 10 adet vegan köfte pişmeden önce ve pişirildikten sonra tartılıp hesaplama yapılmıştır (Das ve ark.,2013).

$$Pişme\ Verimi= (Pişmiş\ köfte\ ağırlığı/pişmemiş\ köfte\ ağırlığı) \times 100$$

3.2.2.6. Renk Tayini

Renk tayini cihazı kullanılarak vegan köftelerde dış yüzeyde ve iç kesitte olmak üzere CIE L*, a*, b* sistemine göre renk ölçümleri yapılarak L* (açıklık veya koyuluk), a* (kırmızılık veya yeşillik) ve b* (sarılık veya mavilik) değerleri okunmuştur. Dış yüzey ve iç kesit renk ölçümleri 2 tekerrürde, her tekerrür ve yüzey için iki farklı noktadan okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.7. Tekstür Analizi

Et analoglarında oldukça yaygın olarak kullanılan tekstür analizi vegan köfte örnekleri üzerinde 2 tekerrür okuma yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tekstür analizi cihazı ile vegan köfte örneklerinde Tekstür Profil Analizi (TPA) için 30 kg loadcell ve kırılma testleri için 5 kg loadcell kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tekstür Profil Analizlerinde sertlik (N), çignenebilirlik, yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve esneklik değerleri, kırılma testlerinde ise kesme işi (Ns) ve kesme kuvveti (N) değerleri ölçülmüştür.

3.2.2.8. Duyusal Analiz

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan 10 panelist, pişirilmiş 10 adet vegan köfte örneğini görünüm, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, sululuk hissi, yağlılık hissi, koku, tat-aroma, genel beğeni açısından değerlendirmişlerdir. Panelistlerin tadım aşamasında bir örnekten diğer bir örneğe geçişinde su ikram edilmiştir. Yapılan değerlendirmeleri ise (5: çok iyi, 4: iyi, 3: orta, 2: kötü, 1: çok kötü) puanlamışlardır. Duyusal analiz 2 tekerrürde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Duyusal Analiz 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: 1: Çok Kötü 2: Kötü 3: Orta 4: İyi 5: Çok İyi

3.2.2.9. İstatistiksel Analizler

Kappa karagenan ve gliserol monostearat faktörlerinin 3 seviyesinin (%0.0, 0.5, 1.0) yanıt yüzeyi yöntemine (Response Surface Methodology) göre, 2 merkez noktalı merkezi bileşik desen (Central Composite Design) modeli baz alınarak etkileri araştırılmış, iki tekerrürlü çalışılmış ve 10 deneme noktası meydana getirilmiştir (Tablo 3.2.).

Modele ait eşitlik;

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

şeklinde olmuştur.

İki değişkenli, ikinci dereceden modelin kuadratik, lineer ve ikili kombinasyonlarının interaksiyonları ve paket program (JMP 4.0.4) kullanılarak önemlilik dereceleri tespit edilmiştir. Eşitlikte bulunan $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ sabit ve modelin regresyon katsayısı, X_i ve X_j ise bağımsız değişkenlerin seviyeleridir. (Söylemez, 2013)

Çalışmada kullanılan yöntem ve incelenen parametrelere göre modellenmesiyle optimizasyon yapılmıştır.

Tablo 3.2. Deneme Kombinasyonları

Deneme No	% Kappa Karagenan (X_1)	% Gliserol Monostearat (X_2)
1	0	0
2	0	0.5
3	0	1
4	0.5	0
5	0.5	0.5
6	0.5	0.5
7	0.5	1
8	1	0
9	1	0.5
10	1	1

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

4.1.1. pH Değeri

Faktörlerin vegan köfte pH' sı üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0225X_1 + 0,0154X_2 + 0,0188X_1*X_1 - 0,0038X_1*X_2 - 0,0375X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köfte pH değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının pH Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,0016	2,9577	0,1578
Karagenan (X ₁)	1	0,0030	5,4941	0,0790
GMS (X ₂)	1	0,0014	2,5794	0,1835
X ₁ ²	1	0,0008	1,4837	0,2901
X ₁ *X ₂	1	0,0001	0,1017	0,7657
X ₂ ²	1	0,0033	5,9350	0,0715
Uyum Eksikliği	3	0,0006	1,6162	0,5111
Genel	9			

r²: 0,787104; RMSE: 0,023513

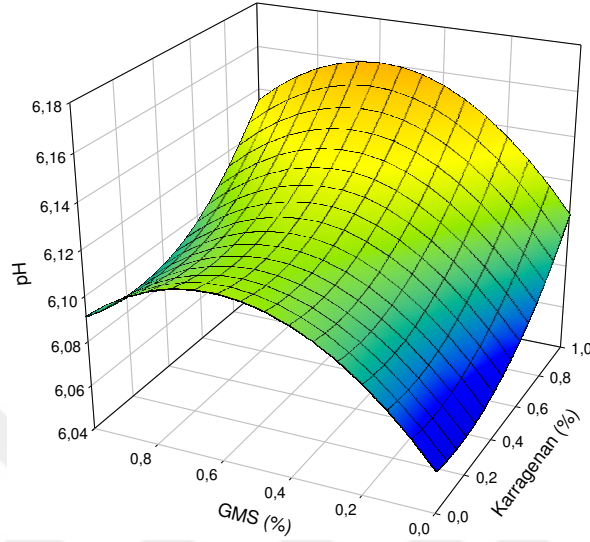
Tablo 4.1'de vegan köftelerin pH'sı üzerinde, belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) istatistiksel olarak görülmektedir (Şekil 4.1).

Kappa karagenan'ın %0.5-1 aralığındaki kullanımında pH değerinde artış gözlemlenmektedir. Kappa karagenan pH değeri 7.0-11.0 aralığında olup kullanımındaki artışa bağlı olarak pH değerinde artışa neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.1).

Gliserol monostearat'ın %0-0.5 aralığında kullanımında pH değerinde artış ve %0.5-1 aralığında kullanımında pH değerinde azalış gözlemlenmektedir. Gliserol monostearat faktörünün pH değerinin 6.0-7.0 aralığında olması ile faktör

etkisi olmadan ölçülen pH değerleri ile yakınlık göstermektedir. Bu nedenle kullanım yüzdesine bağlı olarak bir miktar değişme göstermektedir.

Ancak bu iki faktörün kullanımının vegan köftenin pH değerine önemli ölçüde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Anonim, 2024a; Anonim, 2022).



Şekil 4.1. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın pH Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.2. Nem Değeri

Faktörlerin vegan köftenin nem değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y=0,6290X_1 + 0,2694X_2 - 1,6337X_1*X_1 + 0,3495X_1*X_2 + 0,5403X_2*X_2$$

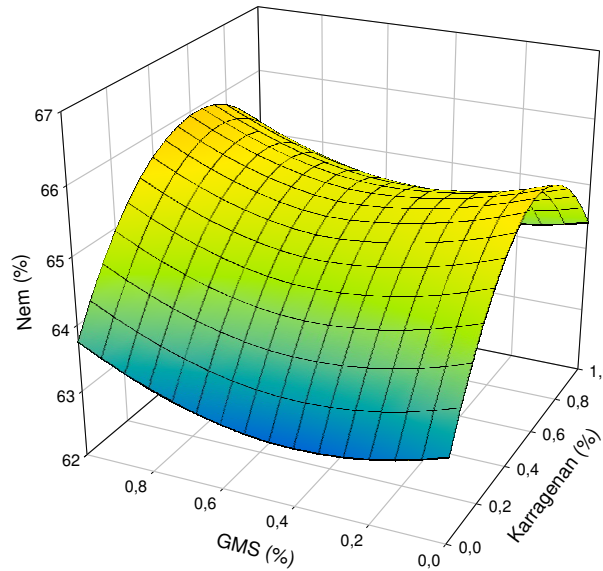
olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin nem değerleri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Nem (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	1,9395	0,8918	0,5598
Karagenan (X_1)	1	2,3737	1,0915	0,3551
GMS (X_2)	1	0,4355	0,2002	0,6777
X_1^2	1	6,2273	2,8634	0,1659
$X_1 * X_2$	1	0,4885	0,2246	0,6603
X_2^2	1	0,6813	0,3133	0,6055
Uyum Eksikliği	3	2,4368	1,7544	0,4949
Genel	9			

r^2 : 0,52713; RMSE: 1,474728

Tablo 4.2’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin nem değerleri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir. Kappa karagenan ve GMS faktörlerinin nem tutma özelliği olduğundan, herhangi bir kayıp yaşanmamasına ve dolayısıyla vegan köftenin nem değerine önemli ölçüde etkisinin olmadığı düşünülmektedir (Sharma ve Hissaria, 2005; Anonim 2014). Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak nem değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Nem Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.3. Yağ Değeri

Faktörlerin vegan köftenin yağ değeri üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y=0,1988X_1 + 1,1335X_2 - 0,3380X_1*X_1 + 2,1564X_1*X_2 + 0,3661X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köftenin yağ değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yağ (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	5,4085	1,3473	0,3977
Karagenan (X ₁)	1	0,2371	0,0591	0,8199
GMS (X ₂)	1	7,7089	1,9203	0,2381
X ₁ ²	1	0,2666	0,0664	0,8094
X ₁ *X ₂	1	18,5997	4,6333	0,0977
X ₂ ²	1	0,3127	0,0779	0,7940
Uyum Eksikliği	3	3,9683	0,9556	0,6184
Genel	9			

r²: 0,627437;RMSE: 2,003586

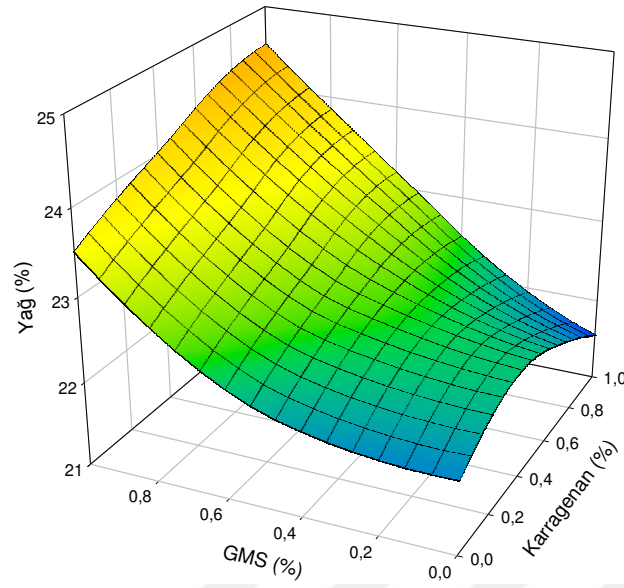
Tablo 4.3’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin yağ değerleri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Kappa karagenan yağın özelliklerini sağlayabilecek bir ikame katkı maddesi olduğundan dolayı istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı düşünülmektedir (Das ve ark.,2013).

GMS bir emülgatör olduğundan dolayı yağ ve suyun birbirine karışarak emülsiyon oluşturmaya ve bileşenler arası stabilizasyonu sağlamasına yardımcı olması fonksiyonları ile vegan köfte üzerinde etkisinin önemli derecede olmadığı düşünülmektedir (Anonim, 2024b).

Ek olarak; yapılan çalışmada yağın miktarsal olarak aynı kullanımı ile faktörlerin farklı oranlarda kullanımının, yağ içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı muhakeme edilmektedir (Özaydın,2014).

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak yağ değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Yağ Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.4. Protein Değeri

Faktörlerin vegan köftenin protein değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,2705X_1 + 0,1024X_2 - 0,0787X_1 * X_1 - 0,3072X_1 * X_2 + 0,2505X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin protein değerleri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Protein (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,2058	1,3965	0,3842
Karagenan (X ₁)	1	0,4390	2,9787	0,1594
GMS (X ₂)	1	0,0630	0,4272	0,5490
X ₁ ²	1	0,0145	0,0980	0,7698
X ₁ *X ₂	1	0,3774	2,5609	0,1848
X ₂ ²	1	0,1464	0,9933	0,3754
Uyum Eksikliği	3	0,0860	0,2595	0,8556
Genel	9			

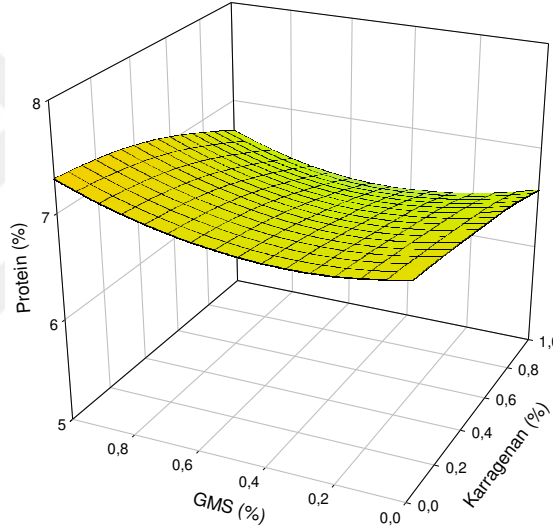
r²: 0,635777; RMSE: 0,383908

Tablo 4.4’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin protein değerleri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan proteinle etkileşim kurup, protein tutabildiği için protein değerine belirgin bir etkisinin olmadığı muhakeme edilmektedir (Salman, 2010).

Bulgular; Özaydın (2014)’nın karboksimetil selüloz ve gliserol monostearatın diyabetik yulaf kepeği bisküvisinin kalite kriterleri üzerine etkileri hakkında yaptığı bir çalışmada, GMS faktörünün örneklerin protein değerleri arasında ayırım tespit etmemesi ile benzerlik göstermektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak protein değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Protein Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.5. Pişme Verimi Değeri

Faktörlerin vegan köftenin pişme verimi üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y=2,4461X_1 + 2,2849X_2 + 0,2017X_1*X_1 - 1,1902X_1*X_2 - 1,8760X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin pişme verimi üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

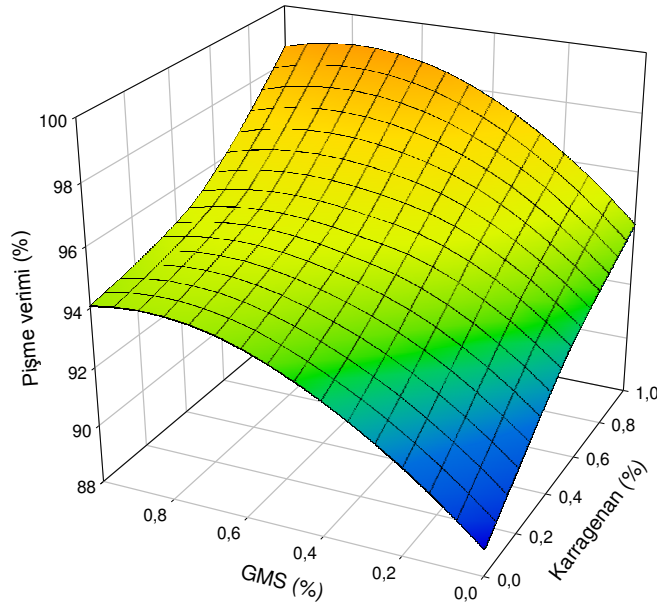
Tablo 4.5. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Pişme Verimi (%) Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	16,2268	0,4803	0,7791
Karagenan (X_1)	1	35,9013	1,0627	0,3609
GMS (X_2)	1	31,3246	0,9272	0,3901
X_1^2	1	0,0950	0,0028	0,9603
$X_1 * X_2$	1	5,6667	0,1677	0,7031
X_2^2	1	8,2120	0,2431	0,6478
Uyum Eksikliği	3	39,1147	2,1985	0,4516
Genel	9			

r^2 : 0,375153; RMSE: 5,812388

Tablo 4.5’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin pişme verimi üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir. Faktörlerin, yapılan çalışmalar ışığında pişirme kaybını engellemesi özelliğinden dolayı etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı düşünülmektedir (Sharma ve Hissaria, 2005; Kaur ve ark., 2005).

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak pişme verimi üzerindeki etkisi Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Pişme Verimi Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.6. ap Değeri

Faktörlerin vegan köftenin çap değeri üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y = -0,2669X_1 + 0,4644X_2 - 0,0646X_1 * X_1 - 0,6209X_1 * X_2 + 0,9667X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin çapı üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının ap Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	1,0933	1,4255	0,3766
Karagenan (X ₁)	1	0,4273	0,5572	0,4969
GMS (X ₂)	1	1,2939	1,6870	0,2638
X ₁ ²	1	0,0097	0,0127	0,9158
X ₁ *X ₂	1	1,5423	2,0109	0,2292
X ₂ ²	1	2,1805	2,8431	0,1670
Uyum Eksikliği	3	1,0089	24,6265	0,1468
Genel	9			

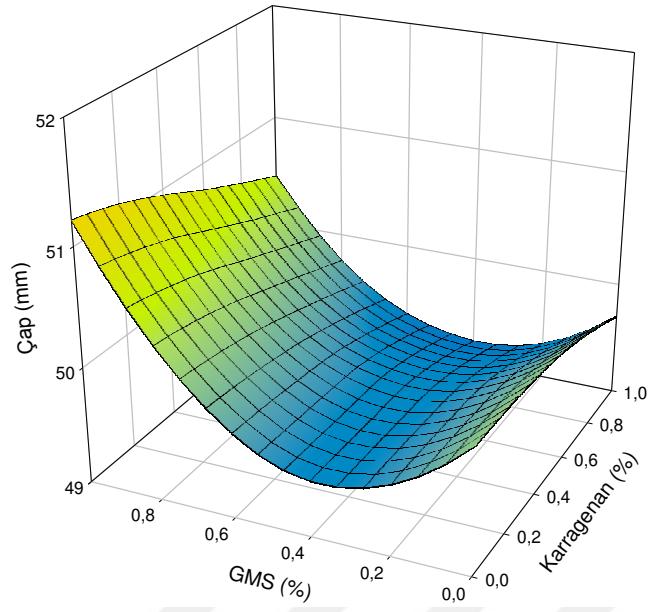
r²: 0,640528;RMSE: 0,875754

Tablo 4.6’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin çapı üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görölmektedir.

Kappa karagenan’ın stabilizatör vazifesi görmesi nedeniyle vegan köftelerin çapı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı düşünölmektedir.

Özaydın (2014)’nın yaptığı bir çalışmada GMS katılan örneklerde yayılma faktöründe artış görölmüştür. Yayılma faktörü çap ile doğru orantılı olduğundan dolayı çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak çap değeri üzerindeki etkisi şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Çap Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.7. Kalınlık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin kalınlık değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,5888X_1 + 0,0623X_2 + 0,1485X_1^2 - 0,0444X_1X_2 + 0,4441X_2^2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin kalınlığı üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kalınlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,5380	3,5069	0,1239
Karagenan (X_1)	1	2,0798	13,5572	0,0212 *
GMS (X_2)	1	0,0233	0,1518	0,7167
X_1^2	1	0,0514	0,3353	0,5936
X_1X_2	1	0,0079	0,0513	0,8318
X_2^2	1	0,4602	2,9999	0,1583
Uyum Eksikliği	3	0,2006	16,9721	0,1761
Genel	9			

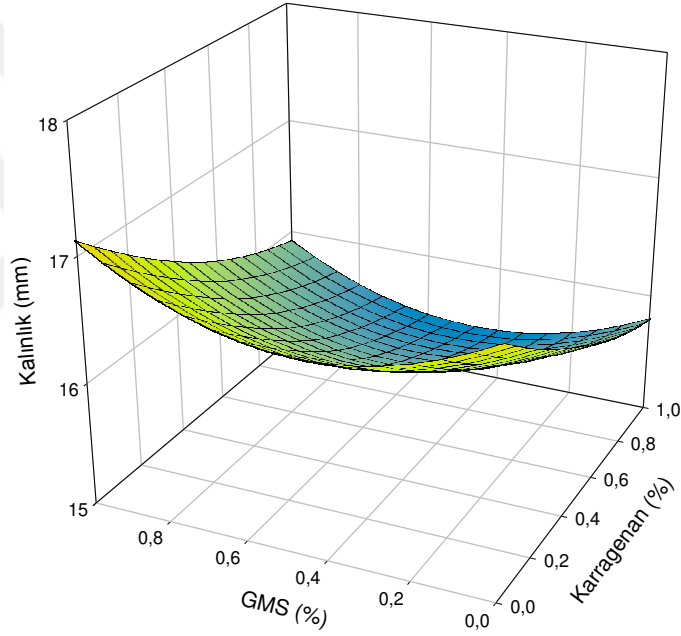
r^2 : 0,814253; RMSE: 0,391672

*: 0.01 < P < 0.05

Tablo 4.7’de vegan köftelerin kalınlığı üzerinde karagenan’ın (X_1) lineer etkisinin önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan kullanım oranı arttıkça protein oranında önemli derecede olmasa da azalma meydana gelmiştir. Protein miktarındaki düşüşün kalınlık değerinde azalmaya neden olabileceği düşünülmektedir. Kappa karagenan kullanımının vegan köftenin kalınlık değeri üzerindeki etkisinin önemli bulunmasının bu bağlantıdan kaynaklandığı muhakeme edilmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak kalınlık değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Kalınlık Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.8. L* Dış Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin L* dış renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -3,0960X_1 - 4,1407X_2 - 1,8183X_1*X_1 - 5,5927X_1*X_2 - 2,5767X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin L* dış renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının L* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	62,6227	2,7911	0,1708
Karagenan (X ₁)	1	57,5103	2,5632	0,1846
GMS (X ₂)	1	102,8721	4,5850	0,0989
X ₁ ²	1	7,7148	0,3438	0,5891
X ₁ *X ₂	1	125,1136	5,5763	0,0775
X ₂ ²	1	15,4915	0,6905	0,4527
Uyum Eksikliği	3	29,8200	104,1667	0,0719
Genel	9			

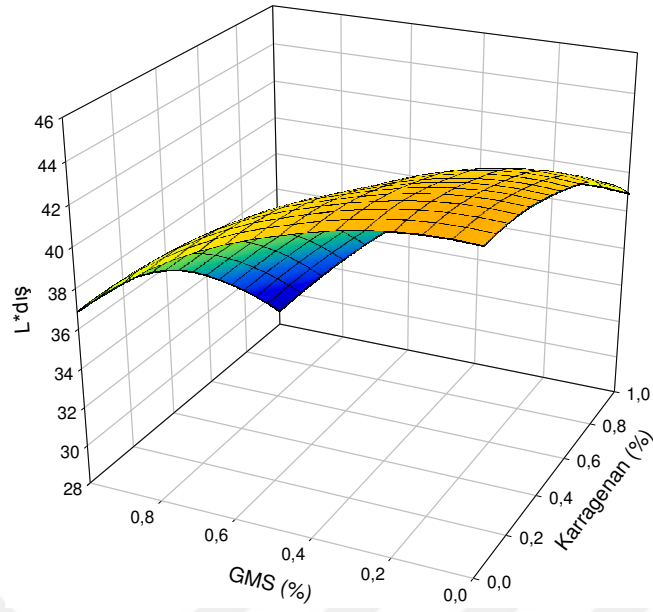
r²: 0,777227; RMSE: 4,736728

Tablo 4.8’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin L* dış renk değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

L* değeri parlaklığı ifade etmektedir. Gliserol monostearat kullanımı arttıkça yağ miktarına etkisi önemli bulunmasa da artırmıştır. Hayaloğlu ve Özer (2011), yağ miktarındaki artışın ışık geçirgenliğini azaltacağı ve mat bir yüzey oluşturacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle gliserol monostearat’ın L* dış renk değerinde istatistiksel olarak önemli bulunmasa da azalma meydana getirmiş olabileceği düşünülmektedir.

Kappa karagenan kullanımının artmasına bağlı olarak L* değerinde azalma olduğu düşünülmektedir. Elde edilen sonuç Emirmustafaoğlu (2016)’nın yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak L* dış renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın L* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.9. a* Dış Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin a* dış renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,2425X_1 - 0,5174X_2 + 0,6244X_1 * X_1 + 0,2671X_1 * X_2 - 1,8360X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin a* dış renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.9'da verilmiştir.

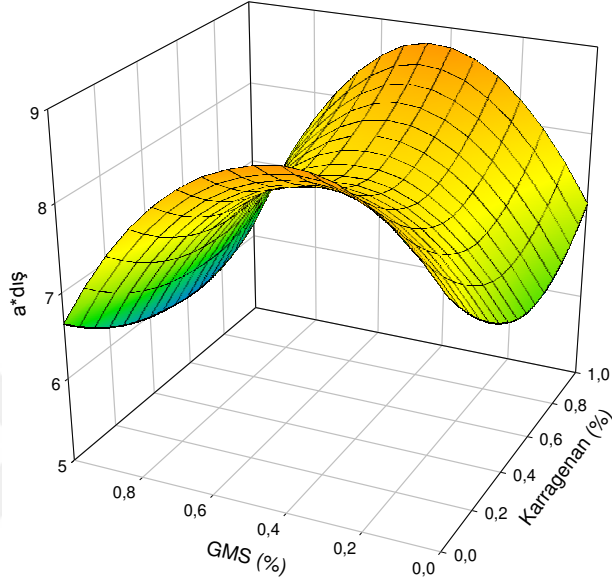
Tablo 4.9. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının a* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	2,0706	0,4234	0,8143
Karagenan (X ₁)	1	0,3528	0,0722	0,8015
GMS (X ₂)	1	1,6060	0,3284	0,5973
X ₁ ²	1	0,9097	0,1860	0,6885
X ₁ *X ₂	1	0,2853	0,0583	0,8210
X ₂ ²	1	7,8655	1,6084	0,2735
Uyum Eksikliği	3	6,5086	185,3651	0,0539
Genel	9			

r²: 0,346092; RMSE: 2,211391

Tablo 4.9’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin a* dış renk değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak a* dış renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın a* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.10. b* Dış Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin b* dış renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -1,3296X_1 - 2,2019X_2 - 1,3520X_1 * X_1 - 4,1748X_1 * X_2 - 3,2390X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin b* dış renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının b* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	28,4966	3,2504	0,1382
Karagenan (X ₁)	1	10,6068	1,2098	0,3331
GMS (X ₂)	1	29,0914	3,3183	0,1426
X ₁ ²	1	4,2649	0,4865	0,5239
X ₁ *X ₂	1	69,7155	7,9520	0,0478 *
X ₂ ²	1	24,4800	2,7923	0,1700
Uyum Eksikliği	3	11,0409	5,6755	0,2971
Genel	9			

r²: 0,80249;RMSE: 2,960917

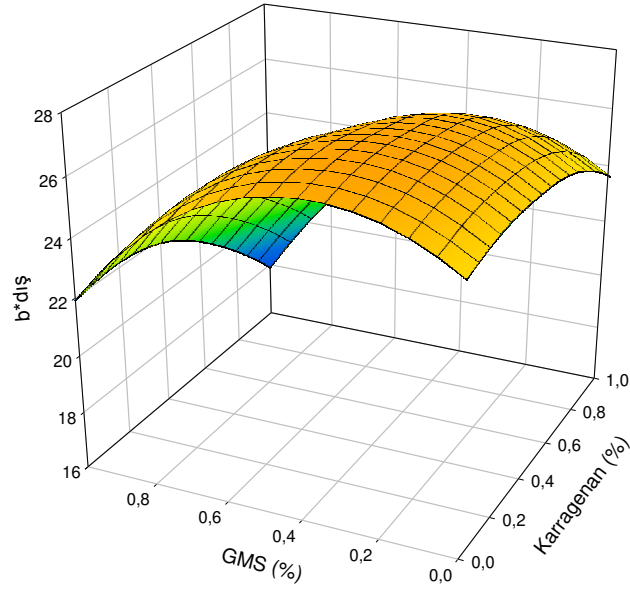
*: 0.01 < P < 0.05

Tablo 4.10’da vegan köftelerin b* dış renk üzerinde Karagenan (X₁) ve GMS (X₂) interaksiyonunun önemli olduğu (0.01 < P < 0.05) görülmektedir.

Hidrokolloid olan karagenanın rengi açma etkisi (Mohammadi ve diğ., 2014) ile birlikte açık kahverengi ile krem rengi arasındaki renge sahip (Zorba,2009) olduğu ve gliserol monostearat’ın beyaz renge sahip bir toz olduğu bilinmektedir (Anonim, 2024b).

Bu özelliklerin katkı maddelerinin birlikte kullanımında b*dış renk değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak b* dış renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın b* Dış Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.11. L* İç Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin L* iç renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,3856X_1 + 0,2378X_2 - 0,1406X_1 * X_1 + 0,5210X_1 * X_2 + 0,7570X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin L* iç renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir.

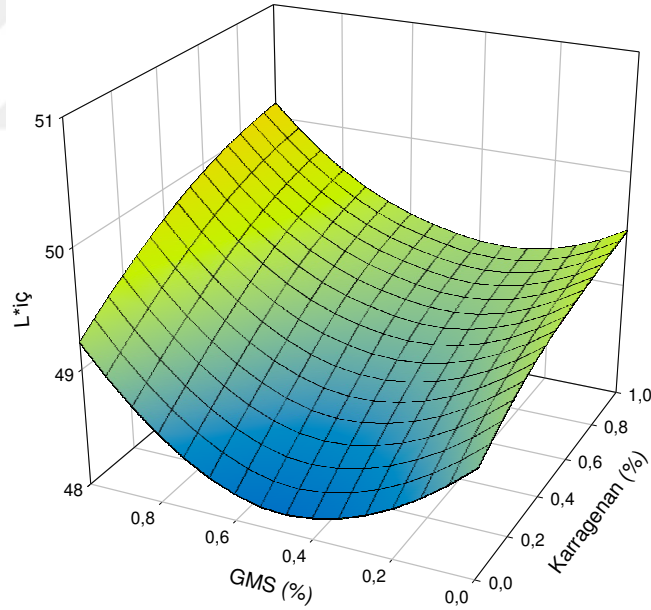
Tablo 4.11. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının L* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,7310	0,6412	0,6848
Karagenan (X_1)	1	0,8919	0,7823	0,4264
GMS (X_2)	1	0,3393	0,2977	0,6144
X_1^2	1	0,0461	0,0405	0,8504
$X_1 * X_2$	1	1,0859	0,9525	0,3843
X_2^2	1	1,3372	1,1729	0,3397
Uyum Eksikliği	3	1,2861	1,8317	0,4865
Genel	9			

r^2 : 0,444895; RMSE: 1,067741

Tablo 4.11’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin L* iç renk değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak L* iç renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın L* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.12. a* İç Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin a* iç renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,3208X_1 - 0,0069X_2 + 0,3179X_1*X_1 + 0,1465X_1*X_2 - 0,1221X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin a* iç renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

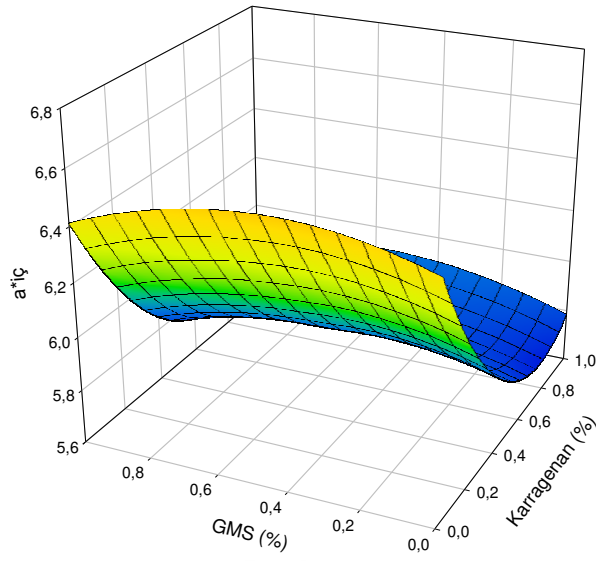
Tablo 4.12. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının a* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,1902	1,8734	0,2814
Karagenan (X ₁)	1	0,6176	6,0838	0,0692
GMS (X ₂)	1	0,0003	0,0029	0,9600
X ₁ ²	1	0,2357	2,3222	0,2022
X ₁ *X ₂	1	0,0858	0,8452	0,4099
X ₂ ²	1	0,0348	0,3429	0,5896
Uyum Eksikliği	3	0,1242	3,6970	0,3611
Genel	9			

r²: 0,70076;RMSE: 0,318616

Tablo 4.12’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin a* iç renk değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak a* iç renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın a* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.1.13. b* İç Renk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin b* iç renk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -1,0790X_1 + 0,3715X_2 + 0,1876X_1^2 + 0,6963X_1X_2 - 0,1657X_2^2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin b* iç renk değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının b* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	1,9757	3,8625	0,1074
Karagenan (X ₁)	1	6,9858	13,6571	0,0209 *
GMS (X ₂)	1	0,8282	1,6191	0,2722
X ₁ ²	1	0,0821	0,1606	0,7091
X ₁ *X ₂	1	1,9391	3,7908	0,1234
X ₂ ²	1	0,0641	0,1253	0,7413
Uyum Eksikliği	3	0,6811	247,6420	0,0467
Genel	9			

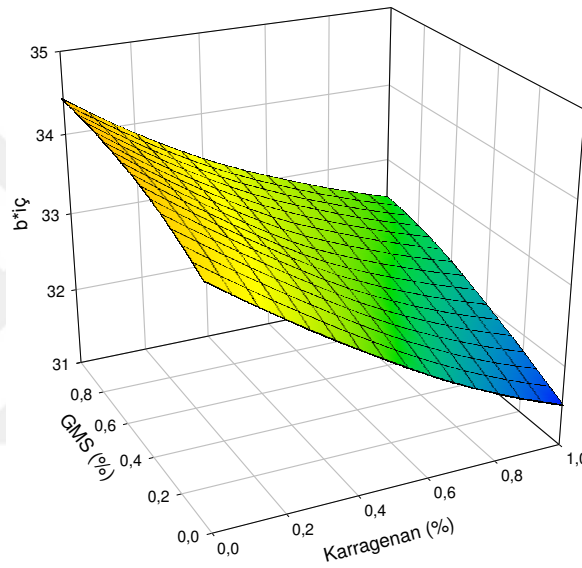
r²: 0,828418; RMSE: 0,715202

*: 0.01 < P < 0.05

Tablo 4.13’de vegan köftelerin b* iç renk üzerinde karagenan’ın (X_1) lineer etkisinin önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Çakır (2013) ‘ın yaptığı çalışmada potasyum klorür tuzu ile kappa karagenan kullanımının ısıtıl işlem görmüş ürünün b* renk değerine negatif etki ettiği belirlenmiştir. Vegan köfte yapımında kullanılan hammaddelerdeki potasyum miktarının fazla olması, kappa karagenan ile kullanımında b* iç renk değerinde aşağı yönlü eğilim göstermesi çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak b* iç renk değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın b* İç Renk Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2 Tekstürel Özellikler

4.2.1. Kesme Kuvveti Değeri

Faktörlerin vegan köftenin kesme kuvveti değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,9600X_1 - 0,6823X_2 + 0,2387X_1 * X_1 - 0,1450X_1 * X_2 - 0,3853X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin kesme kuvveti değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kesme Kuvveti Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	1,7653	0,9432	0,5376
Karagenan (X_1)	1	5,5297	2,9546	0,1608
GMS (X_2)	1	2,7929	1,4923	0,2889
X_1^2	1	0,1330	0,0711	0,8030
$X_1 * X_2$	1	0,0841	0,0450	0,8424
X_2^2	1	0,3464	0,1851	0,6892
Uyum Eksikliği	3	2,1744	2,2576	0,4467
Genel	9			

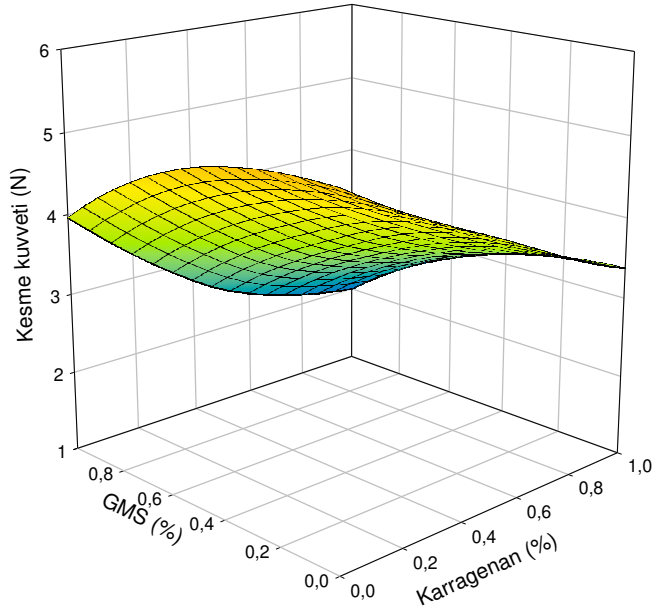
r^2 : 0,541071; RMSE: 1,368058

Tablo 4.14’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin kesme kuvveti değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan’ın kayma gerilmesi arttıkça incelme özelliğinden dolayı kesme kuvvetini azalttığı (Çakmak,2019) ancak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Emülgatör olarak kullanılan gliserol monostearat’ın yüzey gerilimini düşürdüğü (Atsan ve Çağlar, 2008) bu duruma istinaden kesme kuvvetini azalttığı düşünülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak kesme kuvveti değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Kesme Kuvveti Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.2. Kesme İşi Değeri

Faktörlerin vegan köftenin kesme işi değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -9,8543X_1 - 5,8687X_2 + 1,3694X_1 * X_1 - 3,8220X_1 * X_2 + 1,9852X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin kesme işi değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Kesme İşi Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

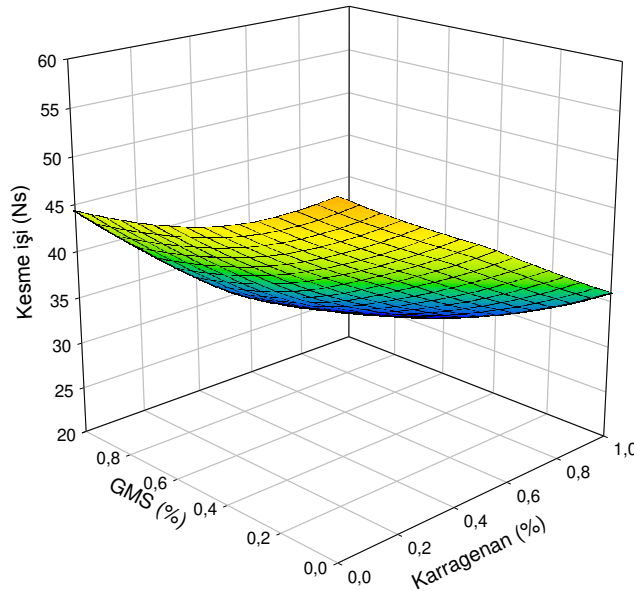
Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	172,772	1,6474	0,3245
Karagenan (X_1)	1	582,6409	5,5556	0,0779
GMS (X_2)	1	206,6530	1,9705	0,2331
X_1^2	1	4,3757	0,0417	0,8481
$X_1 * X_2$	1	58,4304	0,5571	0,4969
X_2^2	1	9,1957	0,0877	0,7819
Uyum Eksikliği	3	97,502	0,7678	0,6634
Genel	9			

r^2 : 0,673122; RMSE: 10,24087

Tablo 4.15’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin kesme işi değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan ve gliserol monostearatı’nın kesme kuvvetini azaltmasına paralel olarak kesme işini de azalttığı ancak önemli derecede etkisinin olmadığı düşünülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak kesme işi değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Kesme İşi Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.3. Sertlik Değeri

Faktörlerin vegan köftenin sertlik değeri üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y = -8,6768X_1 - 4,0317X_2 - 0,4367X_1 * X_1 - 4,7959X_1 * X_2 + 3,8991X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köftenin sertlik değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sertlik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	135,366	1,2644	0,4220
Karagenan (X ₁)	1	451,7222	4,2195	0,1092
GMS (X ₂)	1	97,5253	0,9110	0,3939
X ₁ ²	1	0,4451	0,0042	0,9517
X ₁ *X ₂	1	92,0012	0,8594	0,4064
X ₂ ²	1	35,4744	0,3314	0,5957
Uyum Eksikliği	3	69,231	0,3139	0,8277
Genel	9			

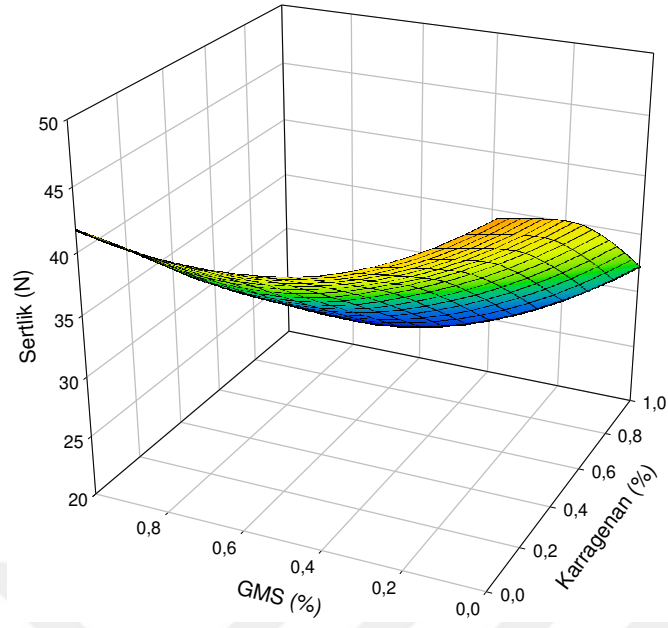
r²: 0,612487;RMSE: 10,34678

Tablo 4.16’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin sertlik değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Özaydın (2014)’ın yaptığı çalışmada gliserol monostearatın tek başına kullanımında sertlik değerinde azalma meydana gelmesi çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Gliserol monostearat’ın yumuşak bir dokuya sahip olmasının (Anonim, 2024b) sertlik değerinde düşüşe sebebiyet verdiği düşünülmektedir.

Karagenanlar’ın esnek özelliğe sahip olmasından (Anonim, 2024a) kaynaklı olarak sertlik değerinde istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte azalmaya neden olduğu muhakeme edilmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak sertlik değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Kappa Karragenan ve Gliserol Monostearat'ın Sertlik Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.4. Yapışkanlık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin yapışkanlık değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0318X_1 - 0,0120X_2 - 0,0118X_1 * X_1 + 0,0159X_1 * X_2 - 0,0011X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin yapışkanlık değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,0017	0,4493	0,7983
Karagenan (X_1)	1	0,0061	1,6449	0,2689
GMS (X_2)	1	0,0009	0,2326	0,6548
X_1^2	1	0,0003	0,0874	0,7822
$X_1 * X_2$	1	0,0010	0,2753	0,6275
X_2^2	1	3.10^{-6}	0,0008	0,9794
Uyum Eksikliği	3	0,0039	1,3004	0,5549
Genel	9			

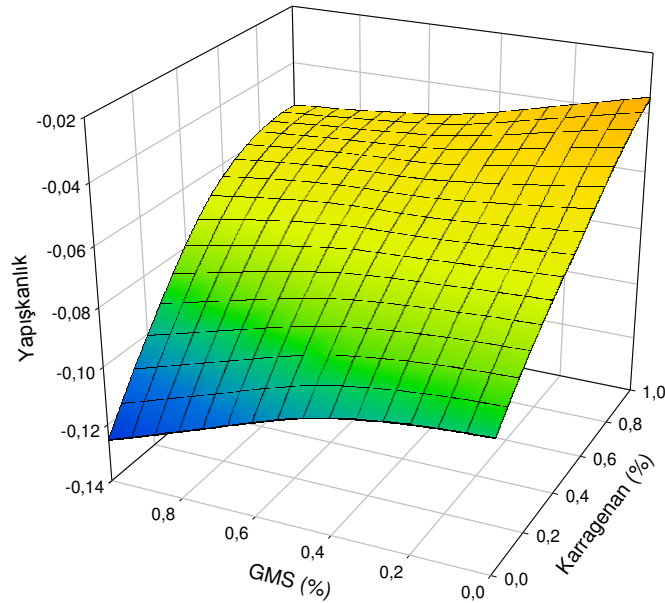
r^2 : 0,359621; RMSE: 0,060773

Tablo 4.17’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin yapışkanlık değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan’ın yüksek jel gücüne sahip olması (Whistler ve BeMiller 1997) vegan köftenin yapışkanlığını istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte arttırmıştır.

Emülgatörlerin az yapışkanlığa sahip (Çeltek, 2000) olması dolayısıyla kullanım seviyesinin vegan köfte üzerindeki etkisinin önemli olmadığı düşünülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak yapışkanlık değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Yapışkanlık Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.5. Elastikiyet Değeri

Faktörlerin vegan köftenin elastikiyet değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,1566X_1 - 0,0669X_2 - 0,0105X_1 * X_1 - 0,0064X_1 * X_2 - 0,0128X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin elastikiyet değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,0350	1,5778	0,3396
Karagenan (X_1)	1	0,1472	6,6355	0,0616
GMS (X_2)	1	0,0269	1,2117	0,3328
X_1^2	1	0,0003	0,0116	0,9195
$X_1 * X_2$	1	0,0002	0,0074	0,9354
X_2^2	1	0,0004	0,0173	0,9018
Uyum Eksikliği	3	0,0128	0,2551	0,8579
Genel	9			

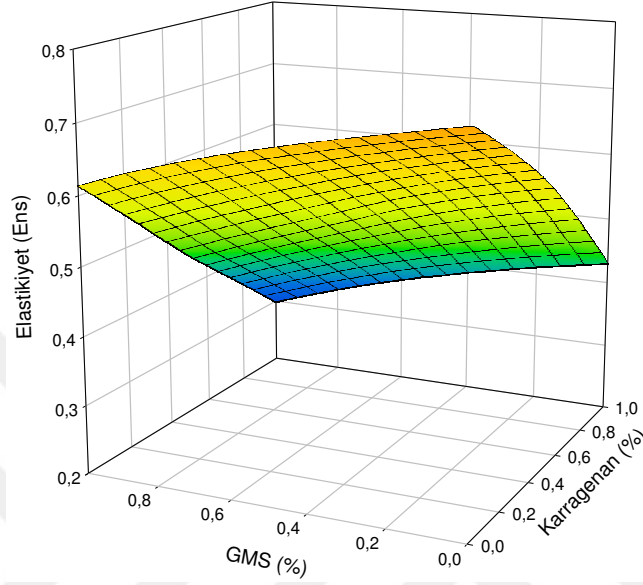
r^2 : 0,66356; RMSE: 0,148932

Tablo 4.18’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin elastikiyet değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir.

Lobato-Calleros ve diğ. (2003)’nin yaptığı çalışmada emülsifiye edici maddeler ve kanola yağının kullanılmasının peynir üretiminde elastikliği düşürdüğü ve deformasyonlara karşı kuvvetsizleştirdiğinin tespit edilmesi çalışmamızda emülgatör olarak kullanılan gliserol monostearatın elastikiyet değerini düşürmesi ile uyum sağlamaktadır.

Çalışmamızda hammadde olarak kullanılan kurufasülye, yeşil mercimek ve havucun 100 gramında bulunan potasyum miktarları sırasıyla 561 mg, 967 mg, 320 mg kalsiyum miktarları ise sırasıyla 90 mg, 64 mg, 33 mg’dır (Anonim, 2024c; Anonim, 2024d; Anonim, 2024e). Potasyum miktarlarının kalsiyum miktarlarına göre fazla olmasından kaynaklı olarak kappa karagenan faktörü ile etkileşiminin soğutma koşulu altında kırılğan jel oluşturması (Salman, 2010) elastikiyet değerini, önemli ölçüde olmasa da, düşürdüğü muhakeme edilmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak nem elastikiyet üzerindeki etkisi Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Elastikiyet Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.6. İç Yapışkanlık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin iç yapışkanlık değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0867X_1 - 0,0332X_2 + 0,0008X_1 * X_1 - 0,0055X_1 * X_2 + 0,0148X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin iç yapışkanlık değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının İç Yapışkanlık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,0105	4,6035	0,0821
Karagenan (X_1)	1	0,0451	19,8302	0,0112 *
GMS (X_2)	1	0,0066	2,9001	0,1638
X_1^2	1	1.10^{-6}	0,0006	0,9814
$X_1 * X_2$	1	0,0001	0,0528	0,8295
X_2^2	1	0,0005	0,2236	0,6609
Uyum Eksikliği	3	0,0821	0,5060	0,7455
Genel	9			

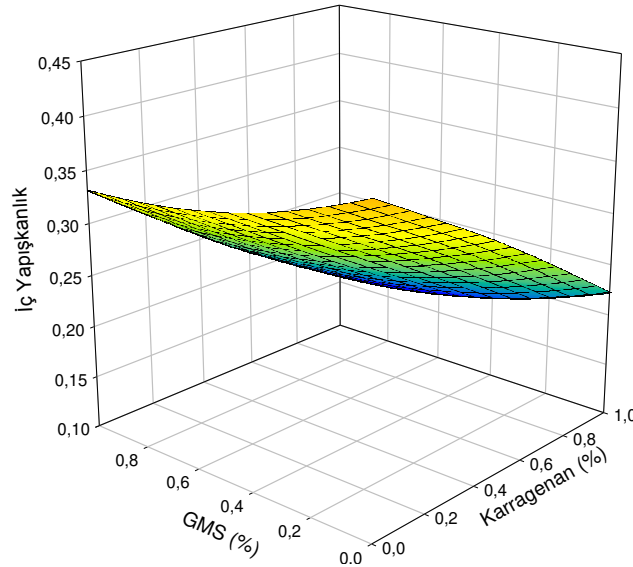
r^2 : 0,851949; RMSE: 0,047691

*: $0.01 < P < 0.05$

Tablo 4.19’da vegan köftelerin iç yapışkanlık üzerinde karagenan’ın (X_1) lineer etkisinin önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Protein miktarındaki azalma ile birlikte protein-yağ arasındaki bağların zayıfladığı ve bu durumun iç yapışkanlığa önemli ölçüde etkisinin olduğu düşünülmektedir (Bhaskaracharya ve Shah, 1999; Kesik, 2023). Ayrıca; Ersöz (2019)’ün yaptığı çalışmada karagenan kullanımının iç yapışkanlığı düşürmesi durumu çalışmamız ile uyushmaktadır.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak iç yapışkanlık değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın İç Yapışkanlık Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.7. Sakızımsılık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin sakızımsılık değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -3,2232X_1 - 1,6555X_2 + 0,2368X_1*X_1 - 2,1795X_1*X_2 + 2,1131X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin sakızımsılık değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sakızımsılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	21,8063	4,3829	0,0886
Karagenan (X_1)	1	62,3337	12,5287	0,0240 *
GMS (X_2)	1	16,4451	3,3054	0,1432
X_1^2	1	0,1309	0,0263	0,8790
X_1*X_2	1	19,0007	3,8190	0,1224
X_2^2	1	10,4191	2,0942	0,2214
Uyum Eksikliği	3	4,9871	1,0096	0,6070
Genel	9			

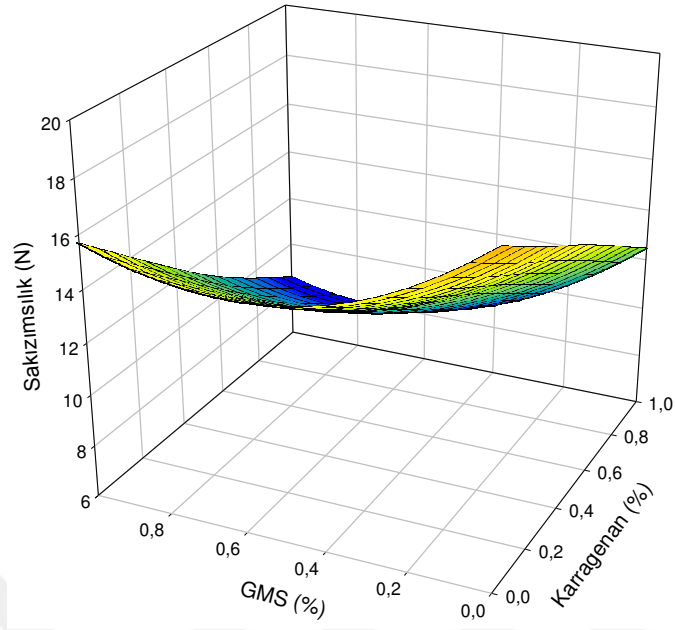
r^2 : 0,845647; RMSE: 2,23053

*: $0.01 < P < 0.05$

Tablo 4.20’de vegan köftelerin sakızımsılık üzerinde Karagenan’ın (X_1) lineer etkisinin önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Sakızımsılık; iç yapışkanlık ve sertliğin çarpımıdır (Kadağan, 2015). İç yapışkanlığa önemli bir etkisinin olduğu saptanan kappa karagenan’ın sakızımsılık değerine de önemli etkisinin olduğu, gliserol monostearat’ın ise sertlik ve iç yapışkanlık değerlerinde azalma olmasından dolayı sakızımsızlık değerinde istatistiksel olarak önemli görülme de azalmaya sebebiyet verdiği düşünülmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak sakızımsılık değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.20. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Sakızimsılık Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.8. Çiğnenebilirlik Değeri

Faktörlerin vegan köftenin çiğnenebilirlik değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -2,1210X_1 - 1,3320X_2 + 0,2082X_1 * X_1 - 1,7687X_1 * X_2 + 1,4158X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin çiğnenebilirlik değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Çiğnenebilirlik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

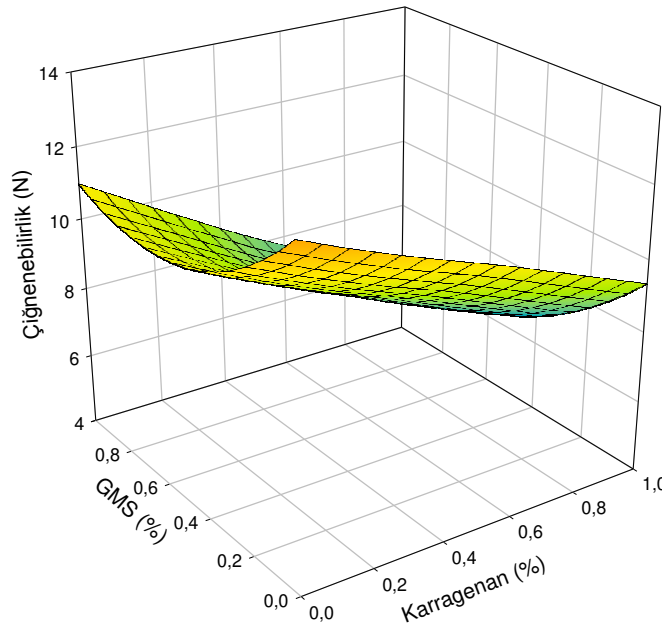
Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	11,0604	5,7088	0,0582
Karagenan (X_1)	1	26,9918	13,9318	0,0203 *
GMS (X_2)	1	10,6457	5,4948	0,0790
X_1^2	1	0,1012	0,0522	0,8304
$X_1 * X_2$	1	12,5138	6,4590	0,0639
X_2^2	1	4,6773	2,4142	0,1952
Uyum Eksikliği	3	2,2356	2,1433	0,4564
Genel	9			

r^2 : 0,87709; RMSE: 1,391912

*: $0.01 < P < 0.05$

Tablo 4.21’de köftelerin çiğnenebilirlik üzerinde Karagenan’ın (X_1) lineer etkisinin önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Sakızımsılık ve elastikiyet değerlerinin çarpımı olan çiğnenebilirlik, (Bourne, 1978; Klettner, 1993; Yetim et al., 2006) sakızımsılık değeri ile doğru orantılıdır (Azari-Anpar ve diğ. 2017). Sakızımsılık değerinde meydana gelen düşüşün çiğnenebilirlik değerini düşürdüğü Şekil 4.21’de görülmektedir.



Şekil 4.21. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat’ın Çiğnenebilirlik Değeri Üzerindeki Etkisi

4.2.9. Esneklik Değeri

Faktörlerin vegan köftenin esneklik değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0235X_1 - 0,0099X_2 + 0,0011X_1*X_1 - 0,0004X_1*X_2 + 0,0045X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köftenin esneklik değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Esneklik Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0,0008	12,8860	0,0141 *
Karagenan (X_1)	1	0,0033	53,8792	0,0018 **
GMS (X_2)	1	0,0006	9,6426	0,0360 *
X_1^2	1	3.10^{-6}	0,0489	0,8359
X_1*X_2	1	8.10^{-7}	0,0126	0,9161
X_2^2	1	5.10^{-5}	0,7576	0,4332
Uyum Eksikliği	3	6.10^{-5}	0,9695	0,6154
Genel	9			

r^2 : 0,941546; RMSE: 0,007832

*: $0.01 < P < 0.05$

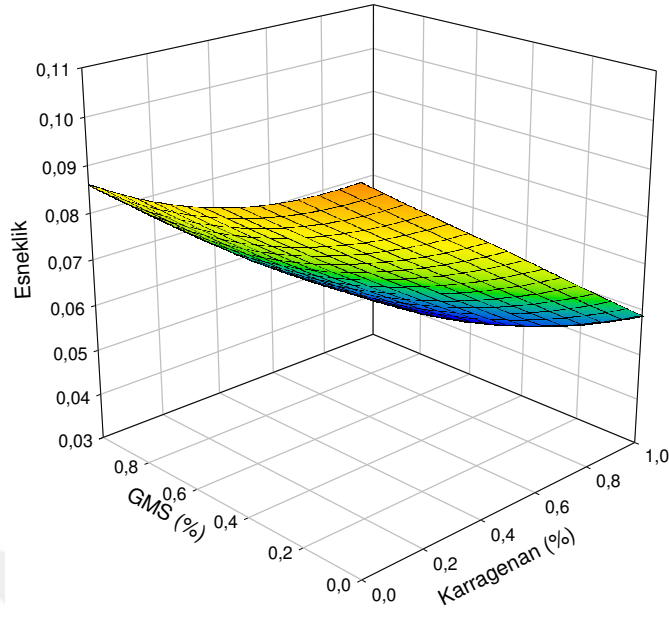
**: $P < 0.01$

Tablo 4.22’de vegan köftelerin esneklik değeri üzerinde karagenan (X_1) etkisinin çok önemli olduğu ($P < 0.01$), GMS (X_2) etkisinin ise önemli olduğu ($0.01 < P < 0.05$) görülmektedir.

Yağ oranındaki artışın esneklik değerinde düşüşe neden olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Andres ve diğ., 2006; Emirmustafaoğlu, 2016). Gliserol monostearat faktörünün kullanımının esneklik değerinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir.

Yağ ikamelerinin esnekliği azalttığı belirtilmiştir (Koca ve Metin, 2004). Yağ ikamesi olarak kullanılabilme özelliğine sahip olan kappa karagenan’ın esneklik değerine çok önemli ölçüde etkisinin olmasının sebebi olarak tahmin edilmektedir.

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak esneklik değeri üzerindeki etkisi Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat'ın Esneklik Değeri Üzerindeki Etkisi

4.3. Duyusal Özellikler

4.3.1. Görünüm Değeri

Faktörlerin vegan köftenin görünüm değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0083X_1 - 0,0932X_2 + 0,0013X_1 * X_1 + 0,0023X_1 * X_2 + 0,1286X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin görünüm değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.23'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Görünüm Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0185	0.8154	0.5949
Karagenan (X_1)	1	0.0004	0.0184	0.8987
GMS (X_2)	1	0.0521	2.3001	0.2040
X_1^2	1	4.10^{-6}	0.0002	0.9901
X_1*X_2	1	2.10^{-5}	0.0009	0.9774
X_2^2	1	0.0386	1.7030	0.2619
Uyum Eksikliği	3	0.0128	0.2466	0.8625
Genel	9			

r^2 : 0.504774; RMSE: 0.150498

Tablo 4.23’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin görünüm değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

Kappa karagenan’ın görünüm üzerinde herhangi bir etkisinin olmaması stabilizatör özelliğine sahip olmasından kaynaklı olabileceği tahmin edilmektedir. Gliserol monostearat’ın görünüm değerinde belirli seviyelerine kadar düşüş seyretmesinin iki sebebi olabileceği düşünülmektedir. Bunlardan birincisi; Özaydın (2014)’nın yaptığı bir çalışmada GMS katılan örneklerde yayılma faktöründe artış görülmesi ve yayılma faktörünün çap ile doğru orantılı olmasından kaynaklanabilir. İkinci nedeni; gliserol monostearat’ın beyaz renge sahip bir toz olduğu bilinmekte olup (Anonim, 2024b) bu durumun renk değerlerini etkileyebileceği ve dolayısıyla görünüm üzerinde etkisinin olabileceği tahmin edilmektedir.

4.3.2. İç Renk Parlaklık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin iç renk parlaklık değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0227X_1 - 0,0280X_2 + 0,0107X_1*X_1 + 0,0239X_1*X_2 - 0,0097X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin iç renk parlaklık değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.24’de verilmiştir.

Tablo 4.24. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının İç Renk Parlaklık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0021	0.0761	0.9927
Karagenan (X ₁)	1	0.0031	0.1122	0.7545
GMS (X ₂)	1	0.0047	0.1706	0.7007
X ₁ ²	1	0.0003	0.0097	0.9263
X ₁ *X ₂	1	0.0023	0.0824	0.7883
X ₂ ²	1	0.0002	0.0080	0.9330
Uyum Eksikliği	3	0.0190	0.3545	0.8083
Genel	9			

r²: 0.08685;RMSE: 0.166218

Tablo 4.24’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin iç renk parlaklık değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Yapılan duyu analizde panelistlerin faktör kullanımındaki artışa bağlı olarak vegan köfte iç renk parlaklık değeri üzerinde önemli bir fark görmedikleri anlaşılmaktadır.

4.3.3. Elastikiyet Değeri

Faktörlerin vegan köftenin elastikiyet değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0545X_1 + 0,0583X_2 + 0,1179X_1*X_1 - 0,0455X_1*X_2 + 0,0201X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin elastikiyet değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.25. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Elastikiyet Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0165	0.9716	0.5258
Karagenan (X_1)	1	0.0179	1.0481	0.3638
GMS (X_2)	1	0.0204	1.1987	0.3351
X_1^2	1	0.0324	1.9029	0.2399
$X_1 * X_2$	1	0.0083	0.4852	0.5244
X_2^2	1	0.0009	0.0555	0.8253
Uyum Eksikliği	3	0.0198	2.2805	0.4448
Genel	9			

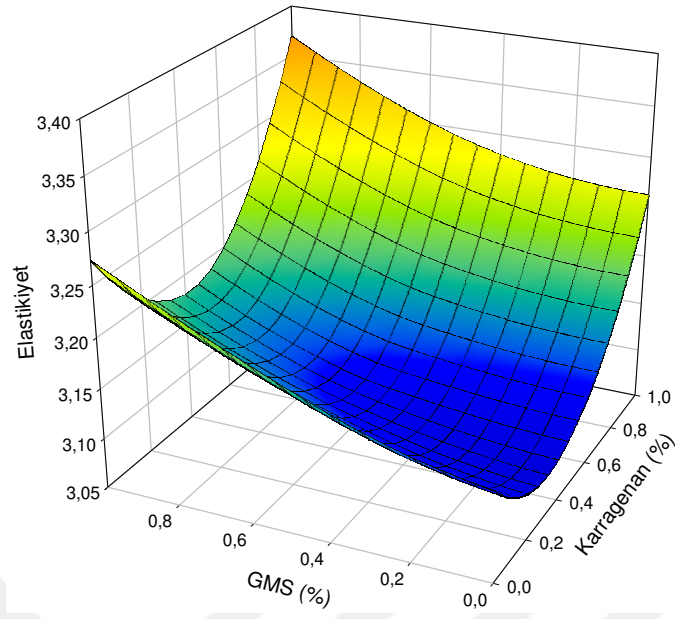
r^2 : 0.548424; RMSE: 0.130507

Tablo 4.25’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin elastikiyet değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir.

Panelistler; elastikiyet değerlerinin önemli derecede etki etmese de arttığı yönünde değerlendirmede bulunmuşlardır. Hsu ve Chung (2001) yaptıkları çalışmada %2’nin altında kappa karagenan kullanımının ürünlerin elastikiyeti dahil birçok özelliği üzerinde önemli etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir. Kappa karagenan’ın çalışmamızda %2 değerinin altında kullanımı ile elastikiyet değerinde yukarı yönlü az miktarda artış göstermesinin bunun ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

Gliserol monostearat genel olarak ürünlere yumuşak yapı kazandırması ve sakız gibi ürünlerde plastikleştirici olarak rol oynaması, duyuusal değerlendirmedeki elastikiyet değerini istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte artırabileceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2014).

Faktörlerin kullanım oranlarına bağlı olarak elastikiyet değeri üzerindeki duyuusal değerlendirme etkisi Şekil 4.23’de verilmiştir.



Şekil 4.23. Kappa karagenan ve gliserol monostearat'ın elastikiyet değeri üzerindeki etkisi

4.3.4. Sululuk Değeri

Faktörlerin vegan köftenin sululuk değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0038X_1 + 0,0977X_2 + 0,2000X_1 * X_1 + 0,0636X_1 * X_2 - 0,0864X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köftenin sululuk değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Sululuk Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0347	0.7974	0.6035
Karagenan (X ₁)	1	9.10 ⁻⁵	0.0020	0.9667
GMS (X ₂)	1	0.0573	1.3156	0.3153
X ₁ ²	1	0.0933	2.1427	0.2171
X ₁ *X ₂	1	0.0162	0.3719	0.5749
X ₂ ²	1	0.0174	0.3995	0.5616
Uyum Eksikliği	3	0.0332	0.4448	0.7693
Genel	9			

r²: 0.499193;RMSE: 0.208706

Tablo 4.26’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin sululuk değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Kappa Karagenan’ın su tutma kapasitesini artırması (Sungur ve Ercan, 2003), gliserol monostearat’ın ise nemli ürün iç yapısı meydana getirmesi (Anonim, 2014) özelliklerinin vegan köftelerdeki sululuk hissini etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu etkinin bir sonucu olarak panelistlerin değerlendirmelerine yansıdığı muhakeme edilmektedir.

4.3.5. Yağlılık Değeri

Faktörlerin vegan köftenin yağlılık değeri üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0318X_1 + 0,0091X_2 + 0,0909X_1 * X_1 + 0,0955X_1 * X_2 + 0,0136X_2 * X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin yağlılık değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Yağlılık Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0129	0.7892	0.6075
Karagenan (X ₁)	1	0.0061	0.3729	0.5744
GMS (X ₂)	1	0.0005	0.0304	0.8700
X ₁ ²	1	0.0193	1.1837	0.3378
X ₁ *X ₂	1	0.0364	2.2372	0.2091
X ₂ ²	1	0.0004	0.0266	0.8783
Uyum Eksikliği	3	0.0212	14.2685	0.1916
Genel	9			

r²: 0.496616;RMSE: 0.127637

Tablo 4.27’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin yağlılık değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Panelistlerin vegan köftelerin yağlılığı üzerine yaptıkları değerlendirmelerde, faktör kullanımındaki artışa bağlı olarak yağlılık üzerinde önemli bir etki görmedikleri anlaşılmaktadır. Bu iki faktörün, bileşenlerin ayrışmasını önleyerek stabilizasyon sağlamasının değerlendirmelere yansıdığı tahmin edilmektedir (Anonim, 2024a; Anonim, 2024b).

4.3.6. Koku Değeri

Faktörlerin vegan köftenin koku değeri üzerindeki etkisinin polinomial modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0402X_1 - 0,0856X_2 + 0,1269X_1*X_1 + 0,0136X_1*X_2 - 0,0640X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin koku değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Koku Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0193	0.9923	0.5174
Karagenan (X ₁)	1	0.0097	0.4979	0.5194
GMS (X ₂)	1	0.0440	2.2633	0.2069
X ₁ ²	1	0.0376	1.9355	0.2365
X ₁ *X ₂	1	0.0007	0.0383	0.8544
X ₂ ²	1	0.0095	0.4913	0.5220
Uyum Eksikliği	3	0.0127	0.3190	0.8252
Genel	9			

r²: 0.553636;RMSE: 0.139384

Tablo 4.28’de belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin koku değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Kappa karagenan ve gliserol monostearat katkıları, kokusuz olduklarından dolayı (Anonim, 2024a; Anonim, 2024b) yapılan değerlendirmelerde etkisinin önemli görülmemesinin sebebi olarak açıklanabilir. Ek olarak; katkıların kokusuz özelliği itibariyle hammaddelerin kokusunun daha kapsamlı anlaşılmasına da imkan vermiş olabileceği tahmin edilmektedir.

4.3.7. Tat-Aroma Değeri

Faktörlerin vegan köftenin tat-aroma değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = 0,0273X_1 - 0,0424X_2 + 0,1692X_1*X_1 + 0,0500X_1*X_2 - 0,0172X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Faktörlerin vegan köftenin tat-aroma değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.29. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Tat-Aroma Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0185	0.2759	0.9048
Karagenan (X ₁)	1	0.0045	0.0667	0.8090
GMS (X ₂)	1	0.0108	0.1614	0.7084
X ₁ ²	1	0.0668	0.9978	0.3744
X ₁ *X ₂	1	0.0100	0.1495	0.7187
X ₂ ²	1	0.0007	0.0103	0.9240
Uyum Eksikliği	3	0.0513	0.4500	0.7672
Genel	9			

r²: 0.256463;RMSE: 0.258672

Tablo 4.29’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin tat-aroma değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0.05) görülmektedir.

Gliserol monostearat’ın tatsız bir katkı maddesi olması ve köftedeki aroma maddelerinin stabilize olmasını sağlaması (Anonim,2024b; Anonim, 2014), karagenan’ın ise aroma kaybını engellemesi (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997) yapılan değerlendirme sonuçlarına istatistiksel olarak önemli görülmediği şeklinde yansımış olabileceği düşünülmektedir.

4.3.8. Genel Beğeni Değeri

Faktörlerin vegan köftenin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin polinomiyal modele ait eşitliği;

$$Y = -0,0386X_1 + 0,0417X_2 + 0,2526X_1*X_1 + 0,1239X_1*X_2 + 0,0208X_2*X_2$$

olarak belirlenmiştir. Vegan köftelerin genel beğeni değeri üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.30’da verilmiştir.

Tablo 4.30. Kappa Karagenan ve Gliserol Monostearat Kullanımının Genel Beğeni Üzerindeki Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	K.O	F	P
Model	5	0.0478	1.5547	0.3449
Karagenan (X_1)	1	0.0090	0.2912	0.6181
GMS (X_2)	1	0.0104	0.3386	0.5918
X_1^2	1	0.1489	4.8400	0.0927
$X_1 * X_2$	1	0.0614	1.9951	0.2307
X_2^2	1	0.0010	0.0328	0.8652
Uyum Eksikliği	3	0.0343	1.7173	0.4991
Genel	9			

r^2 : 0.660251;RMSE: 0.175386

Tablo 4.30’da belirli kullanım seviyelerindeki faktörlerin vegan köftelerin genel beğeni değeri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; kappa karagenan ve gliserol monostearat kullanımının vegan köftelerin tekstürel, duyuşal ve fiziksel-kimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve bu etkilerin yanıt yüzey yöntemine (Response Surface Methodology) göre modellenerek optimizasyon elde edilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan araştırma neticesinde, kappa karagenan'ın fiziksel-kimyasal özellikler içerisinde kalınlık ve b* iç renk değeri üzerinde, tekstürel özellikler içerisinde çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve iç yapışkanlık değerleri üzerinde lineer etkisinin önemli olduğu ve esneklik değeri üzerinde etkisinin çok önemli olduğu görülmüştür. Kappa karagenan ve gliserol monostearat faktörlerinin interaksiyonunun b* dış renk değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Gliserol monostearat'ın tekstürel özellikler içerisinde esneklik değeri üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Kappa karagenan'ın birçok özellik üzerinde gliserol monostearat faktörüne göre etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi; et ürünlerinde yağın işlevlerini yerine getirebilecek bir katkı maddesi olarak kappa karagenan'ın kullanımı ile yağ miktarı azaltıldığında meydana gelebilecek sorunların ortadan kaldırılmasından, dilimleme özelliğini iyileştirmesinden, yumuşaklığı sağlamasından ve üretilen vegan köftelere et benzeri yapının kazandırılmasıyla et ürünlerine alternatif oluşturmasından kaynaklanabilir.

Yaptığımız çalışma, belirli hammadde ve katkı maddeleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ancak farklı hammadde ve katkı maddeleri kullanılarak tekrarlanabilir. Bu durum elde edilecek sonuçları değiştirebilir.

Tüm parametreler göz önüne alındığında; kappa karagenan'ın % 0,39-0,60 ve gliserol monostearat'ın ise % 0,35-0,77 optimum kullanım aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte; kappa karagenan'ın % 0,46 ve gliserol monostearat'ın % 0,54 kullanımında optimum kombinasyon sağlanmış olacaktır.

Kappa karagenan ve gliserol monostearat faktörlerinin optimum değerlerde kullanımı vegan köftelerin birçok parametre bakımından geliştirilebilmesi, hayvansal protein ihtiyacına alternatif oluşturması ve değişen tüketici alışkanlıklarından vegan tüketim tarzını benimsemiş kişilerce beklentilerin karşılanması için önem arz etmektedir.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- 1- Abacı, E. ve Kaya, M. (2018). Farklı Termal Suların Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’de Çimlenme ve Bazı Fide Gelişim Özelliklerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 1-6.
- 2- Afzal, B. M. et al. (2022). Consumers’ Acceptability of Vegan-meatball Varieties as Commercial Meatballs. *ASEAN Journal of Economic and Economic Education*, 1(2), 95-100.
- 3- Akkan, E. ve 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.
- 4- Altuğ, T. (2009). Gıda Katkı Maddeleri (3. Baskı). *SİDAS Medya*, 77-89.
- 5- Altuntaş, F. (2015). Prebiyotik Hazır Etsiz Çiğ Köfte Üretimi. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Kayseri.
- 6- Andres, S. C., M. E. Garcia, N. E. Zaritzky, and A. N. Califano. (2006). Storage stability of low-fat chicken sausages. *J. Food Eng.*, 72, 311–319.
- 7- Anonim. (2014). <http://kimyasalfiyatlari.com/index.asp?git=d&d=gms&id=699>. (Erişim Tarihi: 4 Nisan 2014)
- 8- Anonim. (2016). Havuç Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/havuc.pdf. (Erişim Tarihi: 09.05.2024)
- 9- Anonim. (2022). Gliserol Monostearat Nedir? MTROYAL CO. <https://mtroyal.com.tr/tr/gliserol-monostearat-nedir/> (Erişim Tarihi: 23.04.2024)
- 10- Anonim. (2024). Veganlık. Vikipedi. <https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Veganlık> (Erişim Tarihi: 22.04.2024)
- 11- Anonim. (2024a). Tam Rafine Karagenan E407 1 kg. Hammaddeler.com. <https://www.hammaddeler.com/urun/tam-rafine-karagenan-e407-1-kg> (Erişim Tarihi: 28.03.2024)
- 12- Anonim. (2024b). Gliserol Monostearat GMS E471 1 kg. Hammaddeler.com. <https://www.hammaddeler.com/urun/gliserol-monostearat-gms-e471-1-kg> (Erişim tarihi: 28.03.2024)
- 13- Anonim. (2024c). Kuru Fasulye (Beyaz) (Pişmiş) Kaç Kalori? Kuru Fasulye (Beyaz) (Pişmiş) Kalori Miktarı ve Besin Değeri. Haber Türk. <https://www.haberturk.com/kac-kalori/kuru-fasulye-beyaz-pismis-besin-degeri>. (Erişim tarihi: 22.05.2024)
- 14- Anonim. (2024d). Yeşil Mercimek Kaç Kalori? Yeşil Mercimek Kalori Miktarı ve Besin Değeri. <https://www.haberturk.com/kac-kalori/yesil-mercimek-besin-degeri>. (Erişim tarihi: 22.05.2024)
- 15- Anonim. (2024e). Havuç Kaç Kalori? Havuç Kalori Miktarı ve Besin Değeri. <https://www.haberturk.com/kac-kalori/havuc-besin-degeri>. (Erişim tarihi: 22.05.2024)

- 16- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis (17.Edition). *The Association of Official Analytical Chemists*, USA.
- 17- Atsan, E. ve Çağlar, A. (2008). Dondurmanın Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Farklı Emülgatörlerin Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 75-81.
- 18- Aydoğan, M., Demiryürek, K. ve 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.
- 19- Azari-Anpar, M., Tehrani, N. S., Aghajani, N., and Khomeiri, M. (2017). Optimization of the new formulation of ice cream with native Iranian seed gums (*Lepidium perfoliatum* and *Lepidium sativum*) using response surface methodology (RSM). *Journal of Food Science and Technology*, 54 (1), 196-208.
- 20- Balaban-Salı, J. ve Erben, Ş.E. (2017). Social Media Use of Vegan Activists in Turkey. *Global Media Journal*, 6(12), 75-88
- 21- Baysal, A. (1988). Türk Mutfağında Mercimek ve Nohut Yemekleri. *Herkes İçin Mercimek Sempozyumu*, 17-26, Marmaris.
- 22- Bhaskaracharya, R.K. and Shah, N.P. (1999). Texture Evaluation of Commercial Mozzarella Cheeses. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 54, 36-40.
- 23- Bourne, M. C. (1978). Texture Profile Analysis. *Food Technol.*, 32(7), 62–66.
- 24- Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Tarım Havzaları Daire Başkanlığı. (2019). Dünyada Kuru Fasulye. Tarım ve Orman Bakanlığı Ürün Masaları Kuru Fasulye Bülteni. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/MİLLÎ%20TARIM/KURU%20FASULYE%20ARALIK%20BÜLTENİ.pdf> (Erişim tarihi: 09.05.2024)
- 25- Carfi, D., Donato, A. and Schiliro, D. (2018). Sustainability of Global Feeding: Cooperative Interaction Among Vegan and Non-Vegan Food Firms. *MPRA Paper*. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/88400/>
- 26- Çakır, M. (2013). Farklı Tuz (NaCl, KCl) ve Karragenan (İota, Kappa) Çeşitlerinin Tavuk Göğüs Etinin Bazı Emülsiyon Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- 27- Çakmak, H. (2019). Gıda Reolojisi. Hitit Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. <http://web.hitit.edu.tr/dosyalar/duyurular/hulyacakmak@hititedutr06032019M6X8H9J.pdf>. (Erişim tarihi: 05.04.2024)
- 28- Çelik, S., Bacanlı, H., ve Görgeç, H. (2008). Küresel İklim Değişikliği ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Telekomünikasyon Şube Müdürlüğü*, 1(1), S. 1-31.
- 29- Çeltek, E. (2000). Yağların Bisküvilerde Kullanımı. *Gıda Mühendisliği Dergisi*.
- 30- Çiltepe, A. (2013). Yenilebilir Kaplama ve Filmler ile Kaplanan Hindi Eti Köftelerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- 31- Das, S.K. and Biswas, S. (2013). Effect of Some Plant Starches and Carrageenan as Fat Substitutes in Chicken Patties. *Journal of Animal Science*, 93, 3704-3712.
- 32- Demirci Özben, Z. (2008). Tekirdağ Köftesi Üretiminde Farklı Gam Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Tekirdağ.

- 33- Dilek, S.E. (2008). Türkiye’de Vejetaryen/Vegan Oteller Mümkün mü? Kavramsal Bir Tartışma. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(1), 2.
- 34- Doğan, M., Şimşek, O. ve Kurultay, Ş. (1996). Gıda Endüstrisinde Katkı Maddesi Olarak Stabilizatörler. *Gıda*, 21, 4, 251-259.
- 35- Emirmustafaoğlu, A. (2016). Kızartmalık Keş Üretim Teknolojisinin Optimizasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Bolu.
- 36- 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.
- 37- Ersöz, D. (2019). Fındık Sütünden Muhallebi Üretimi ve Bazı Özelliklerin Araştırılması. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Samsun.
- 38- FAO. (2022). <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (Erişim tarihi: 01.07.2024).
- 39- Fiorentini, M. et al. (2020). Role of Sensory Evaluation in Consumer Acceptance of Plant-Based Meat Analogs and Meat Extenders: A Scoping Review. *Foods*, 9, 1334.
- 40- Ginsberg, C. (2017). The Market for Vegetarian Foods. *Age*, 8(18). <http://kingsvegetarianfood.ca/wp-content/upload/2017/02/The-Market-for-Vegetarian-Foods.pdf>
- 41- Glicksman, M. (1969). Gum Technology in the Food Industry. *Academic Press*, New York.
- 42- Global Agriculture. (n.d.). Meat and Animal Feed. <https://www.globalagriculture.org/report-topics/meat-and-animal-feed.html>, retrieved on October 1, 2020.
- 43- Godfray, H. C. J. (2019). Meat: The Future Series – Alternative Proteins. White Paper - World Economic Forum, 1–31.
- 44- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö. (1995). Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü. *Atatürk Üniversitesi Yayın no: 751, Ziraat Fakültesi Yayın no: 318, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi*, Erzurum.
- 45- Gruber, M. (2003). Die Zukunft is(s)t Vegetarisch [The future is(t) vegetarian]. Hamburg: Diplomica Verlag.
- 46- Gülaç, N. Z. (2022). Mercimek Ürün Raporu. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*, Ankara. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- 47- Hallström, E., Carlsson-Kanyama, A., & Björjesson, P. (2015). Environmental Impact of Dietary Change: A Systematic Review. *Journal of Cleaner Production*, 91, 1–11.
- 48- Hayaloğlu, A.A. ve Özer, H.B. (2011). Peynir Biliminin Temelleri. 1. Baskı, *Sidas Medya Ltd. Şti.*, İzmir.
- 49- Hsu, S.Y. and Chung, H.Y. (2001). Effects of κ-carrageenan, Salt, Phosphates and Fat on Qualities of Low Emulsified Meatballs. *Journal of Food Engineering*, 47, 115–121.
- 50- Imeson, A.P. (2000). Carrageenan. in *Handbook of Food Hydrocolloids*, (Eds. Phillips, G.O. and Williams, P.A.), Woodhead Publishing Ltd, U.K., pp: 87-103.
- 51- Kadağan, S. (2015). Sütlaç, Keşkül, Kazandibi Üretiminde Hidrokolloid Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Denizli.

- 52- Kanat, Z. (2022). Kuru Fasulye Ürün Raporu. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*, Ankara <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- 53- Kaur, L., Singh, J., Singh, N. (2005). Effect of Glycerol Monostearate on The Physicochemical, Thermal, Rheological and Noodle Making Properties of Corn and Potato Starches. *Food Hydrocolloids*, 19, 839-849.
- 54- Kaya, F. (2010). Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Adana.
- 55- Kesik, B. (2023). Ayrar Üretiminde Stabilizör ve Yağ İkamesi Olarak *Plantago Ovata* (Karnıyarık Otu) ‘dan Yararlanma Olanakları. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Şanlıurfa.
- 56- Kim, G., Oh, J. ve Cho, M.S. (2023). Korean Vegetarian Values: Ethics, Sustainability and Quality of Life. *British Food Journal*, 125(6), 2294-2314.
- 57- Klettner, P. G. (1993). Frankfurter-Type Sausage Influence of Heat Treatment on Firmness and Color. *Fleischwirtschaft*, 73(3), 296–298.
- 58- Koca, N. ve Metin, M., 2004. Textural, Melting and Sensory Properties of Low-Fatfresh Kashar Cheeses Produced by Using Fat Replacers, *International Dairy Journal*, 14, 365-373.
- 59- Kocatepe, S. (2024). Yeşil Mercimek, Fasulye, ve Havuç Kullanımının Vegan Köftenin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Bolu.
- 60- Koyuncu, M. & Akgün, H. (2018). Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 151-164.
- 61- Krochta, J. M. and De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. *Food Technology*, 51(2), 61-74.
- 62- Künili, İ. E. ve ark. (2023). Geleneksel Et Üretimi ve Tüketimine Alternatif: Et Analogları. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 159-174.
- 63- Kwak, M. and Gepts, P. (2009). Structure of Genetic Diversity in The Two Major Gene Pools of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *Theor. Appl. Genet.*, 118, 979-992.
- 64- Kyriakopoulou, K., Dekkers, B. L., & van der Goot, A.J. (2018). Plant-Based Meat Analogues. In C.M. Galanakis (Ed.), *Sustainable Meat Production and Processing*, 103–126.
- 65- Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K. and van der Goot A. J. (2021). Functionality of Ingredients and Additives in Plant-Based Meat Analogues. *Foods*, 10 (3), 600.
- 66- Larsson, S.C., Wolk, A. (2006). Meat Consumption and Risk of Colorectal Cancer: A Metaanalysis of Prospective Studies. *Int J Cancer*, 119(11), 2657–64.
- 67- Lee, H. J., Yong, H. I., Kim, M., Choi, Y. S., and Jo, C. (2020). Status of Meat Alternatives and Their Potential Role in The Future Meat Market—A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(10), 1533.
- 68- Lobato-Calleros, C., Valazquez-Varela, J., Sanchez-Garcia, J. and Vernon-Carter, E.J. (2003). Dynamic Rheological of Mexican Manchego Cheese-Like Products Containing Canola Oil and Emulsifier Blends. *Food Research International*, 36, 81-90.

- 69- Mabeau, S., Fleurence, J. (1993). Seaweed in Food Products: Biochemical and Nutritional Aspects. *Trends Food Sci. Technol.*, 4(4), 103-107.
- 70- Martinelli, E. and De Canio, F. (2021). Non-Vegan Consumers Buying Vegan Food: The Moderating Role of Conformity. *British Food Journal*. 124(1), 14-30.
- 71- McDonald, B. (2000). Once You Know Something, You Can't Not Know It: An Empirical Look at Becoming Vegan. *Society and Animals*, 8(1), 1-23.
- 72- Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M., Neyestani, T., Mortazavian, A. (2014). Development of Gluten-Free Flat Bread Using Hydrocolloids: Xanthan and CMC. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20, 1812-1818.
- 73- Mudrak, R., Nyzhnyk, I., Lagodiienko, V., and Lagodiienko, N. (2019). Impact of Seasonal Production on The Dynamics of Prices for Meat and Dairy Products in Ukraine. *TEM Journal*, 8(4), 1159.
- 74- Örnek, M. (2014). Havuç Sınıflandırmada Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Makinası Tasarımı ve Bazı Mekanik Sınıflandırma Makinaları İle Boylama Etkinliklerinin Karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Konya.
- 75- Özyayın, S. (2014). Bazı Katkı Maddelerinin Diyabetik Yulaf Kepeği Bisküvisinin Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Denizli.
- 76- Özer, M., Tuncel, N.B. (2016). Pirinç ve Pirinç Yan Ürünlerin Glutensiz Tahıl Ürünlerinde Kullanılması. *Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 29-44.
- 77- Pishrochem. (2023). Plastikler ve Polimerlerde Gliserin Monostearat'ın Rolü. İleri Kimya. <https://www.pishrochem.com/blog/tr/plastikler-ve-polimerlerde-gliserin-monostearatin-rolu/>
- 78- Pişkin, N. (2014). Köftenin Hikayesi. Sofra. <https://www.sofra.com.tr/yazarlar/nazli-piskin/2014/11/18/koftenin-hikayesi-399067897447>. (Erişim tarihi:05.05.2024)
- 79- Prajapati, S.T., Patel, A.K. and Patel, L.D. (2007). Carrageenan: A Naturally Occurring Routinely Used Excipient. Available from: <http://www.pharmainfo.net/pharma-student-magazine/carrageenan-naturally-occurring-routinely-used-excipient> (Erişim tarihi: 10.07.2010)
- 80- Phillips, F. (2005). Vegetarian Nutrition. *Nutrition Bulletin*, 30(2), 132-167.
- 81- Rehinan, Z., Rashid, M. and Shah, W. H. (2004). Insoluble Dietary Fibre Components of Food Legumes as by Soaking and Cooking Process. *Food Chemistry*, 85, 245-249.
- 82- Rohrmann, S., Overvad, K., Bueno-de-Mesquita, H.B., Jakobsen, M.U., Egeberg, R., Tjønneland, A., et al. (2013). Meat Consumption and Mortality—Results From The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *BMC Med*, 11(1), 63.
- 83- Salman, H. (2010). Sığır Etinin Bazı Emülsiyon Özellikleri Üzerine Farklı Tuzlar (NaCl ve KCl) ile İota ve Kappa Karragenanların Etkilerinin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya.
- 84- Sharma, B.R. and Hissaria, P.K. (2005). *Sunita Hydrocolloids Private Limited*, India.

- 85- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S. (2012). Chemical Composition, Functional Properties and Processing of Carrot-A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 1, 22-32.
- 86- Söylemez, N. (2013). Galeta Unu, Yumurta Akı Tozu ve Jelatinin Anaç Tavuk Köftelerinin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Yanıt Yüzey Yöntemi İle Modellenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Derecesi İçin Gerekli Çalışmaları Yerine Getirerek Onaya Sunulan Tez*, Bolu.
- 87- Sungur, B. ve Ercan, R. (2003). Tam Buğday Unu Ekmeklerinde Suda Çözünebilir Gamların Kullanım Olanakları. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 28 (5), 453-460.
- 88- Şehirli, S. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası*, Ankara, s. 435.
- 89- Şimşek, A., Güleç, E. ve Usta, S. (2020). Gastronomik Ürün Çeşitlendirme Kapsamında Veganlar ve Çölyak Hastaları İçin Ürün Geliştirme: Kazandibi. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 51-59.
- 90- Tekten Aksürmeli, Z.S. ve Beşirli, H. (2019). Vegan Kimliğin Oluşumu: Vegan Olmak ve Vegan Kalmak. *Akademik Hassasiyetler*, 6(12), 223-249.
- 91- Towle, G.A. (1973). Industrial Gums (eds. R.L. Whistler and J.N. BeMiller). *Academic Press*, New York.
- 92- Trius, A., Sebranek, J.G., Rust, R.E., and Carr, J.M. (1994). Low-Fat Bologna and Beaker Sausage: Effects of Carragenans and Chloride Salts. *Journal of Food Science*, 59 (5), 941-945.
- 93- Trius, A. and Sebranek, J.G. (1996). Carragenans and Their Use in Meat Products. *Critical Rev in Food Science and Nutrition*, 36(1&2), 69-85.
- 94- TÜİK. (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 01.07.2024).
- 95- Vatandost, E. G. ve İnce Karaçeper, E. (2024). Gastronomi Çalışmalarında Alternatif Reçete Geliştirme: Vegan, Vejetaryen ve Laktozsuz Panna Cotta. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(1), 31-42.
- 96- Vinnari, M., & Tapio, P. (2009). Future Images of Meat Consumption in 2030. *Futures*, 41 (5), 269-278.
- 97- Whistler, R.L. and BeMiller, J.N. (1997). Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. *Eagan Press*, St. Paul, Minnesota, USA.
- 98- Yetim, H., Muller, W. D., Dogan, M., and Klettner, P. G. (2006). Using Fluid Whey in Comminuted Meat Products: Effects on Textural Properties of Frankfurter Sausages. *J. Muscle Foods*, 17(3), 354-366.
- 99- Yurtyeri, A., Çelik, T. H., Erol, İ. (1988). Starter Kültürlerin Gıdalarımızda ve Özellikle Çeşitli Et Ürünlerinde Kullanma Olanakları. *Gıda*, 22(1), 7-25.
- 100- Zorba, M. (2009). Gamlar (Ed: T. Altuğ). *Gıda Katkı Maddeleri*, İzmir, Meta Basım Matbaacılık, 77-103.

7. EKLER

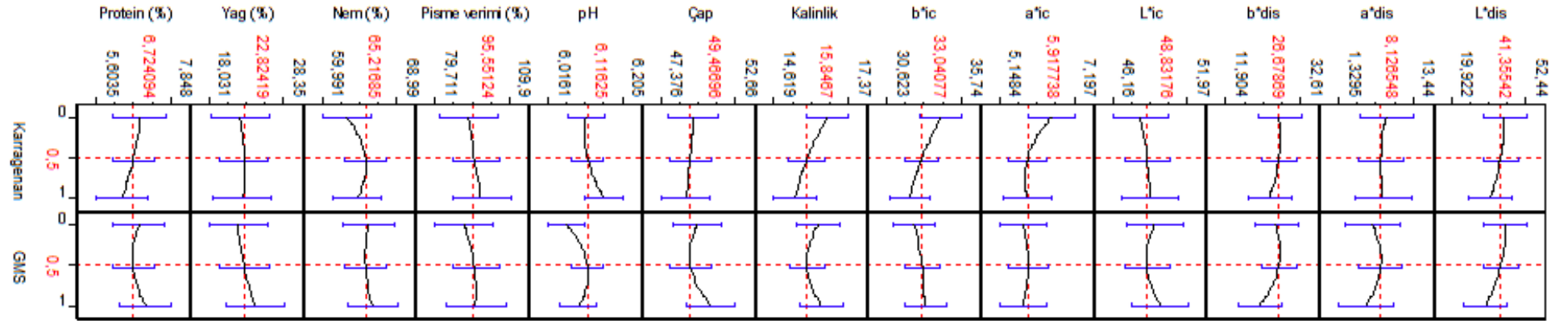
EK 1

Fiziksel-Kimyasal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Köfte No	% Kappa Karagenan (X ₁)	% Gliserol Monostearat (X ₂)	Dış Yüzey Renk Analizi			İç Kesit Renk Analizi			Kalınlık Analizi	Çap Analizi	pH	Pişme Verimi	Nem	Yağ	Protein
			L*	a*	b*	L*	a*	b*							
1	0	0	40,913	8,95	22,473	50,06	6,42	34,12	16,83	49,97	6,06	84,69	62,84	23,33	6,79
2	0	0,5	41,002	8,0225	26,338	47,00	6,82	34,90	16,60	48,53	6,09	94,18	63,11	21,60	7,10
3	0	1	40,831	6,3358	24,679	49,37	6,19	33,58	17,21	52,44	6,11	97,29	63,99	22,66	7,36
4	0,5	0	41,833	6,6658	25,35	48,99	6,10	33,15	16,63	49,99	6,07	98,72	67,30	23,95	6,68
5	0,5	0,5	39,077	7,3558	24,244	49,66	5,56	32,54	15,69	49,60	6,11	96,86	65,55	23,74	7,07
6	0,5	0,5	39,833	7,0908	26,217	48,47	5,82	32,47	15,54	49,89	6,14	90,90	63,88	20,86	6,26
7	0,5	1	39,525	7,7217	24,426	49,72	5,94	33,67	16,42	50,32	6,07	91,98	65,22	23,47	7,39
8	1	0	42,375	6,0567	26,398	48,72	5,52	30,62	15,53	49,82	6,10	91,17	63,05	18,21	6,99
9	1	0,5	41,873	11,286	27,212	49,91	6,10	32,63	15,86	49,71	6,16	100,67	65,07	24,41	6,31
10	1	1	19,922	4,5108	11,904	50,11	5,88	32,87	15,73	49,81	6,14	99,01	65,60	26,16	6,33

EK 2

Fiziksel-Kimyasal Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi



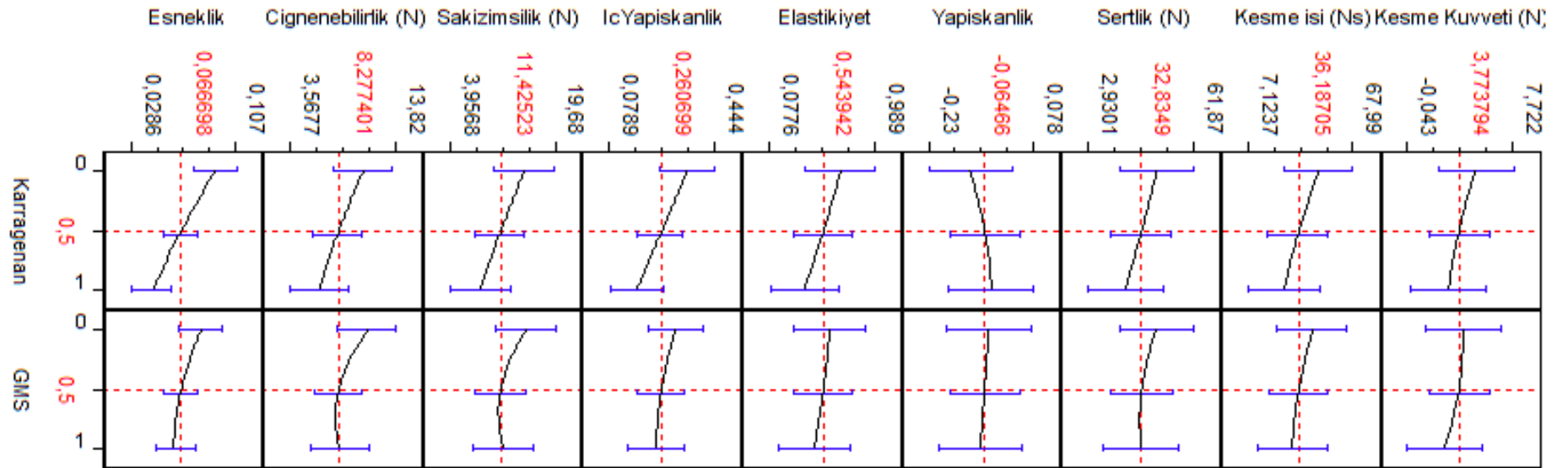
EK 3

Tekstürel Analizlere Ait Ortalama Değerler

Köfte No	% Kappa Karragenan (X ₁)	% Gliserol Monostearat (X ₂)	Kesme Kuvveti (N)	Kesme İşi (Ns)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet	İçYapışkanlık	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (N)	Esneklik
1	0	0	4,129594	47,35027	41,67943	-0,07393	0,678673	0,37302	16,17446	11,48497	0,102814
2	0	0,5	5,7072	45,87448	38,52286	-0,07259	0,695792	0,341549	13,65282	9,634098	0,088693
3	0	1	4,310299	52,97787	50,82092	-0,18041	0,670114	0,359478	19,05476	13,53247	0,091323
4	0,5	0	5,803926	53,93754	46,19403	-0,10554	0,718973	0,352292	16,2445	11,66563	0,087869
5	0,5	0,5	3,989754	43,98019	45,52036	-0,1024	0,694009	0,30134	13,77866	9,533223	0,07301
6	0,5	0,5	2,60185	28,04305	24,51888	-0,02476	0,376961	0,216335	10,63545	8,088904	0,061804
7	0,5	1	1,929081	22,75781	22,9046	-0,02814	0,3602	0,202356	9,268566	6,653475	0,053033
8	1	0	2,756312	33,574	33,55015	-0,00543	0,375535	0,202092	13,63644	10,34159	0,054852
9	1	0,5	3,27387	29,58929	21,90403	-0,08244	0,388017	0,185117	8,107679	6,269851	0,045551
10	1	1	2,356849	23,91365	23,50818	-0,04814	0,341298	0,166632	7,798778	5,31412	0,041605

EK 4

Tekstürel Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi



EK 5

Duyusal Analizlere Ait Ortalama Değerler

Örnek No	% Kappa Karragenan (X ₁)	% Gliserol Monostearat (X ₂)	Görünüm	İç Renk ve Parlaklık	Elastikiyet	Sululuk Hissi	Yağlılık Hissi	Koku	Tat-Aroma	Genel Beğeni
1	0	0	3,53	3,43	3,00	3,15	3,63	3,63	3,68	3,58
2	0	0,5	3,29	3,44	3,25	3,40	3,40	3,67	3,58	3,53
3	0	1	3,43	3,44	3,34	3,39	3,54	3,54	3,52	3,57
4	0,5	0	3,67	3,58	3,24	3,20	3,48	3,72	3,63	3,44
5	0,5	0,5	3,48	3,53	3,03	3,31	3,41	3,68	3,59	3,31
6	0,5	0,5	3,16	3,20	3,16	2,92	3,35	3,40	3,11	3,11
7	0,5	1	3,30	3,30	3,10	3,06	3,35	3,35	3,49	3,20
8	1	0	3,48	3,29	3,24	3,00	3,25	3,67	3,49	3,19
9	1	0,5	3,43	3,49	3,29	3,44	3,58	3,78	3,91	3,58
10	1	1	3,39	3,40	3,40	3,48	3,54	3,63	3,54	3,68

EK 6

Duyusal Parametreler Üzerinde Faktörlerin Etkisi

