

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VEGAN SUCUK ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMI

Darko SAVOVIĆ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

VEGAN SUCUK ÜRETİMİNDE OLEOJEL KULLANIMI

Darko SAVOVIĆ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Son yılların beslenme trendlerinden vegan ve vejetaryen diyetlere olan ilgi, geleneksel et ürünlerinin bitki bazlı alternatiflerinin geliştirilmesi için yapılan çalışmaların giderek hız kazanmasına neden olmuştur. Bu yönde olan et alternatiflerine yönelik gerçekleştirilecek araştırmalar, gelecek nesillerin yenilikçi gıdalara olan taleplerinin karşılanması için de ileriye dönük bir yaklaşımdır. Çalışmada, iki farklı oranda (%10 ve %20) Hindistan cevizi yağı (HCY) ve HCY oleojeli (OJ) kullanarak ürününün mozaik yapısının oluşturulması ana hedefi doğrultusunda 4 grup vegan sucuk üretilmiştir. Üretilen vegan sucuklarda proses verimi, kimyasal bileşim (nem, protein, yağ ve kül içerikleri), pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi, tekstür özellikleri, CIE L*, a* ve b* değerleri belirlenmiş ve duyu analizi yapılmıştır.

%20 OJ ve Hindistan cevizi ilavesi örneklerin nem içeriğinde düşüşe neden olmuştur ($p < 0.05$). OJ-10, OJ-20, HCY-10 ve HCY-20 vegan sucuk gruplarında sırasıyla %10.32, %9.54, %10.17 ve %9.62 olarak saptanan protein içerikleri farklılık göstermemiştir ($p > 0.05$). Beklenen şekilde, %20 oleojel ve Hindistan cevizi yağı eklenen örneklerde yağ içeriği diğer iki gruba göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmada üretilen vegan sucuk örneklerinde pH değerleri 5.19 ile 5.23 arasında belirlenmiştir. Örneklerin sertlik değerleri OJ-10, OJ-20, HCY-10 ve HCY-20 vegan sucuk gruplarında sırasıyla 4.47 kg/s, 4.35 kg/s, 5.02 kg/s ve 6.77 kg/s olarak tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değerine sahip HCY-20 grubu O-10 ve O-20 gruplarından istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur. Duyusal analizde, örneklerin, görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni özellikleri açısından genel olarak kabul edilir düzeyde olduğu saptanmıştır. Araştırma bulguları, vegan sucuk üretiminde kullanılan Hindistan cevizi yağı oleojelinin geleneksel sucuk mozaik yapısını iyileştirmede hayvansal yağla sağlıklı bir alternatif olarak kullanım potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Eylül 2024, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sucuk, Vegan gıda, Oleojel, Et analogu, Yapı, Renk

ABSTRACT

Master Thesis

UTILIZATION OF OLEOGEL IN VEGAN SUCUK PRODUCTION

Darko SAVOVIĆ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

In recent years, vegan and vegetarian diets have been an increasing trend, therefore research on plant-based alternatives of traditional meat products is a step-forward in order to satisfy and comply with these emerging trends to meet consumer demand for innovative food products for future generation. In this study, with the aim of developing sucuk's traditional marbling structure by using coconut oil oleogel, 4 groups of vegan sucuk were produced with the addition of 10% and 20% coconut oil oleogel (OG), and 10 and 20% coconut oil (CO). Processing yield, proximate composition (moisture, protein, fat and ash contents), pH, titratable acidity, water activity, texture, CIE L*, a* and b* values, cooking yield and sensory characteristics were evaluated.

Incorporation of 20% OG and CO resulted in decreases in the moisture content ($p < 0.05$). OG-10, OG-20, CO-10 and CO-20 vegan sucuk groups possessed 10.32%, 9.54%, 10.17% and 9.62% protein, respectively, which did not differ between the sample groups ($p > 0.05$). As expected, fat contents of 20% OG and CO added samples were significantly higher than the other two groups ($p < 0.05$). Vegan sucuks produced in the current study exhibited pH values between 5.19 and 5.23. Toughness values of OG-10, OG-20, CO-10 and CO-20 groups were 4.47 kg/s, 4.35 kg/s, 5.02 kg/s and 6.77 kg/s, respectively. The CO-20 group that had the greatest toughness value in comparison to CO-20, OG-10 and OG-20 ($p < 0.05$). In sensory evaluation, all samples received acceptable scores. The findings obtained from this study indicated that coconut oil oleogel utilized in vegan sausage production to improve desirable mosaic structure of meat based sucuk as a healthy alternative to animal fat has the potential for future use in order to produce fully acceptable final plant-based alternative for the food industry.

September, 2024, 85 pages

Key Words: Sucuk, Vegan food, Oleogel, Meat Analog, Texture, Color

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yabancı bir öğrenci olarak yurt dışında, yeni bir ülkede, yeni bir çevrede ve kültürde bulunmak, kendimi doğru bir şekilde ifade edebilme sürecinde zorluklarla elbette karşılaştım. Ancak, ancak bu zorluklar benim için çok değerli bir deneyim olmuştur. Türkiye’de uyum sürecinden sonra, bana akademik çabalarımın tam destek veren ve beni kabul eden toplum, evim, eğitim aldığım ve yaşadığım ülke ile tezim arasında bir bağ kurmak, aynı zamanda modern dünyada giderek değişen teknolojiye mükemmel bir şekilde uyacak yenilikçi bir tez konusu bulmak, araştırmak, üretmek ve yazmak amacıyla araştırmalar yaptım. Bu düşünce şekli, yüksek lisans tezimin konusunun seçiminde bana yol gösterici oldu. Daha önce yapılmamış veya iyileştirilebilecek ne yapabilirim, aynı zamanda Karadağ ve Türkiye’yi modern dünya, toplum ve ekonomiye katkıda bulunma şansı olan bir konu üzerinden nasıl bağlayabilirim sorularına karşılık bulacak konu seçimimin kolay bir iş olmadığını ifade etmek isterim.

Türkiye’deki son üç yılda, değerli deneyimler kazanmaktan onur duyduğum birçok harika bireyle tanışma şansım oldu. Öncelikle bu tezin içeriğini planlama, yürütme, araştırma, yazma, okuma ve geliştirme yolunda bana baştan sona kadar destek olan tez danışmanım Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN’a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) çok teşekkür ederim. Tezimde değerli katkılarından dolayı tez jüri üyeleri Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) ve Prof. Dr. Mecit Halil ÖZTOP’a (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda laboratuvar olanaklarını bu kullandığım Prof. Dr. Aziz TEKİN ve Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU’ya teşekkür ederim. Tez çalışmamda yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen meslektaşlarım ve arkadaşlarım Araş. Gör Hilal Sena YILDIRIM, İlayda İŞLEYEN, Başak ENER ve Pınar KADIOĞLU ŞENTÜRK, İrem Aybüke KAHRAMAN ve Nargiz GULİYEVA’ya ve Huseyn Cavid’e teşekkürü bir borç bilirim.

Bana yaşamım boyunca hep destek olan ve motivasyonumda büyük payları olan aileme çok teşekkür ederim.

Bana Ankara Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimim için burs veren Türkiye Cumhuriyeti Kültür ve Turizm Bakanlığı Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı’na teşekkürü bir borç bilirim.

Darko SAVOVIĆ
Ankara, Eylül 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1 Sucuk	4
2.2 Fonksiyonel Gıda Olarak Fermente Sosisler	6
2.1.1 Et tüketiminin azaltılması nedenleri	9
2.1.2 Bitki bazlı et alternatifleri	13
2.3 Oleojeller	15
2.4 Vegan Sucuk.....	18
2.4.1 Hindistan cevizi yağı	19
2.4.2 Meksika fasulyesi	22
2.4.3 Nohut	23
2.4.4 Bezelye proteini	25
2.4.5 Kırmızı mercimek	28
2.4.6 Siyez bulguru	29
2.4.7 Yulaf	31
2.4.8 Domates tozu.....	33
2.4.9 Buğday gluteni.....	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM	38
3.1 Materyal.....	38
3.2 Yöntem	38
3.2.1 Oleojel üretimi.....	38
3.2.2 Vegan sucuk üretimi.....	38
3.2.3 Analiz yöntemleri	42
3.2.3.1 Proses verimi.....	42

3.2.3.2 Nem içeriği	42
3.2.3.3 Protein içeriği	42
3.2.3.4 Yağ içeriği.....	43
3.2.3.5 Kül içeriği.....	43
3.2.3.6 pH ve titrasyon asitliği	44
3.2.3.7 Tekstür analizi	44
3.2.3.8 Enstrümental renk	44
3.2.3.9 Su aktivitesi.....	44
3.2.3.10 Pişirme kaybı	45
3.2.3.11 Duyusal analiz.....	45
3.2.3.12 İstatistik analiz	45
4. BULGULAR VE TARTIşMA	46
4.1 Proses Verimi	46
4.2 Nem İeriği.....	47
4.3 Protein İeriği	48
4.4 Yağ İeriği	50
4.5 Kl İeriği	52
4.6 pH Değeri	54
4.7 Titrasyon Asitliği	56
4.8 Tekstürel zellikler	58
4.9 Enstrümental Renk Değerleri	59
4.10 Su Aktivitesi	62
4.11 Pişirme Kaybı	64
4.12 Duyusal Analiz.....	65
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR.....	71
ZGEÇMİş.....	85

SİMGELER DİZİNİ

L*	Açıklık-koyuluk
a*	Kırmızılık-yeşillik
b*	Sarılık-mavilik
pH	Hidrojenin gücü

Kısaltmalar

USDA: Amerika Birleşik Devletleri
Tarım Bakanlığı
g: Gram
kcal: Kilokalori
mg: Miligram
µg: Mikrogram
Ca: Kalsiyum
Fe: Demir
Mg: Magnezyum
P: Fosfor
K: Potasyum
Na: Sodyum
Zn: Çinko
Cu: Bakır
Mn: Mangan
Se: Selenyum
Mo: Molibden
SWAT: Simülasyonlu Saha Ölçüm ve
Analiz Aracı
US FDA: Amerika Birleşik Devletleri
Gıda ve İlaç Dairesi
WHO: Dünya Sağlık Örgütü

TgCO₂eq: Ton Eşdeğer Karbondioksit
LDL: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
CAGR: Bileşik Yıllık Büyüme Oranı
B: Milyar
HIV: İnsan Bağışıklık Yetmezliği
Virüsü
TH1: T Helper Hücre 1
TH2: T Helper Hücre 2
CPR84: Kısıtlı Protein İfade Profili
GDO: Genetiği Değiştirilmiş
Organizma
kg: Kilogram
ha: Hektar
HDL: Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
IU: Uluslararası Birim
α: Alfa
β: Beta
γ: Gama
δ: Delta
t: Ton
°C: Santigrat Derece
ml: Mililitre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Sucuğunun genel üretim aşamaları	6
Şekil 2.2 Fonksiyonel fermente et ürünleri geliştirmede temel faktörler.....	7
Şekil 2.3 Fonksiyonel fermente et ürünlerinin SWOT analizi	8
Şekil 2.4 Bitkisel ve hayvansal bazlı sera gazı üretimi	10
Şekil 2.5 Toplam gıda üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları, bitkisel gıda üretimi, hayvansal gıda üretimi.....	10
Şekil 2.6 Bitki bazlı küresel gıda pazarı büyüklüğü 2022-2032	14
Şekil 2.7 Avrupa’da bitki-bazlı gıda pazarı büyüklüğü, 2023-2032	14
Şekil 2.8 Oleojelatörlerin sınıflandırılması	17
Şekil 2.9 Bezelye proteinlerinin uygulamaları, sağlık faydaları ve ürünleri.....	27
Şekil 2.10 Gluten ağının gelişimi.....	37
Şekil 3.1 Oleojel üretim şeması	39
Şekil 3.2 Üretilen Hindistan cevizi oleojelinin soğutmadan önce ve sonraki görselleri	39
Şekil 3.3 Vegan sucuk üretim şeması	40
Şekil 3.4 Fermantasyona tabi tutulan vegan sucukların görseli.....	41
Şekil 4.1 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun proses verimi üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata.....	46
Şekil 4.2 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun nem içeriği üzerine etkisi	48
Şekil 4.3 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun protein içeriği üzerine etkisi	49
Şekil 4.4 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun yağ içeriği üzerine etkisi	51
Şekil 4.5 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun kül içeriği üzerine etkisi	53
Şekil 4.6 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pH değeri üzerine etkisi	55
Şekil 4.7 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun titrasyon asitliği üzerine etkisi.	57
Şekil 4.8 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun tekstür özellikleri üzerine etkisi.....	59

Şekil 4.9 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun CIE açıklık- koyuluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri üzerine etkisi.	61
Şekil 4.10 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun su aktivitesi (a_w) değerleri üzerine etkisi.....	63
Şekil 4.11 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pişirme kaybı üzerine etkisi	64
Şekil 4.12 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun duyuşal özellikleri üzerine etkisi	67
Şekil 4.13 Duyuşal analizi gerçekleştirilen vegan sucuk dilimlerinin görselleri	68



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Hindistan cevizi yağının (100 gramda) bileşimi.....	20
Çizelge 2.2 İşlenmemiş Hindistan cevizi yağının yağ asidi bileşimi.....	21
Çizelge 2.3 Meksika fasulyesinin bileşimi (100 gramda).....	23
Çizelge 2.4 Nohutun bileşimi (100 gramda).....	24
Çizelge 2.5 Kırmızı mercimeğin bileşimi (100 gramda).....	28
Çizelge 2.6 Siyez bulgurunun bileşimi (100 gramda).....	30
Çizelge 2.7 Yulafın bileşimi (100 gramda).....	32
Çizelge 2.8 Domates, havuç, patates ve ıspanak için folat, potasyum, A ve C vitaminlerinin besin içeriği.....	33
Çizelge 2.9 Domates tozunun bileşimi (100 gramda).....	35
Çizelge 3.1 Vegan sucuk formülasyonu.....	41
Çizelge 4.1 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun proses verimi üzerine etkisi.....	46
Çizelge 4.2 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun nem içeriği üzerine etkisi.....	47
Çizelge 4.3 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun protein içeriği üzerine etkisi.....	49
Çizelge 4.4 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun yağ içeriği üzerine etkisi.....	51
Çizelge 4.5 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun kül içeriği üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.6 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pH değeri üzerine etkisi.....	54
Çizelge 4.7 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun titrasyon asitliği üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.8 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun tekstür özellikleri üzerine etkisi.....	58
Çizelge 4.9 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun CIE açıklık-koyuluk (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri üzerine etkisi.....	60
Çizelge 4.10 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun su aktivitesi (aw) değerleri üzerine etkisi.....	63
Çizelge 4.11 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pişirme kaybı üzerine etkisi.....	64
Çizelge 4.12 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun duyuusal özellikleri üzerine etkisi.....	66

1. GİRİŞ

Et ve et ürünleri tüm dünyada yüzyıllar boyunca insan beslenmesinde önemli bir yer edinmiştir. İçerdiği elzem amino asitler nedeniyle yüksek biyolojik değere sahip protein, demir, fosfor, çinko, selenyum gibi mineraller, B grubu vitaminler, karnosin, anserin, L-karnitin, taurine, glutatyon gibi biyoaktif bileşikler et ve ürünlerini beslenmenin vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir (Mullen vd. 2017). Tüm dünya geneli dikkate alındığında, farklı hayvanlardan elde edilen çeşitli çiğ etlerin yanı sıra, coğrafi bölge ve kültüre göre farklı ülkelerde üretilen oldukça fazla sayıda et ürünü bulunmaktadır. Bu ürünler içinde Asya, Avrupa ve Amerika ülkelerinde kültürel mirasın bir parçası olarak da görülen fermente sosisler formülasyona dahil edilen ingrediyaner ve proses şekline göre çok farklı çeşitleri olan ve beğeniyle tüketilen ürünlerdir (Flores ve Piornos 2021).

Fermente sosisler sınıfında yer alan, Türkiye ve Balkan ülkelerini de içine alan komşu ülkelerde de toplumun tüm kesimlerin sofralarda önemli yer tutan sucuk, zengin lezzeti ve kültürel önemi ile Balkanlardaki Müslüman toplum tarafından üretilmiş, zamanla tüm Balkan ülkelerinde bu et ürünü beğeniyle tüketilmeye başlamıştır. Balkanların belirli bölgelerinde, sucuk yerel gelenekler ve tatlar temelinde uyarlanmış, ticari pazarda nadir olmakla birlikte yerel olarak domuz eti veya domuz-sığır eti karışımı sucuk da üretilmektedir.

Türkiye’de ve çevre ülkelerde üretilen ve tüketilen sucuk ürününü de içine alan, insan tüketiminin temel protein kaynağı olarak kabul edilen et ve ürünlerinin üretimi ve tüketimi ne yazık ki toplumda hayvan refahı ve hayvan hakları gibi konular açısından endişelere yol açmaktadır. Ayrıca, bu ürünlerin üretimi için doğal kaynakların yoğun bir şekilde kullanımı, bu amaçla kontrolsüzce yetiştirilen hayvanların sera gazı üretiminin artışına ve dolayısıyla küresel ısınmaya neden olduğu yönündeki tartışmalar günümüzde sürdürülebilir gıda sistemleri içinde öncelikli sorunlar içinde yer almaktadır (Chen vd. 2021).

Et üretimi ve tüketimine yönelik ortaya çıkan bu tartışmalar sürdürülebilir gıda üretiminin sağlanması için bu ürünlerin bitkisel alternatiflerinin geliştirilmesi çalışmalarının

gündeme gelmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, et alternatifi olarak vegan ve vejeteryan ürünler tüm dünyada önde gelen gıda üretim ve tüketim trendlerinden birisini oluşturmaktadır. Et alternatifi ürünler, pazarda yer alan geleneksel et ürünlerine benzer görünüş, tekstür ve lezzet özellikleri sağlamlasının yanında, çevresel kaygılar ve hayvan refahı sorunları açısından da tüketici endişesini azaltabilecek ürünler olarak dikkat çekmekte, özellikle gelişmiş ülkelerde bu ürünlerin sadece vegan ve vejeteryen bireyler tarafından tüketilmediği, diğer tüketici gruplarının da diyetlerinde et analoglarına yer verdikleri gözlenmektedir (Elzerman vd. 2015; Joshi ve Kumar 2015; Kumar vd. 2017; Kyriakopoulou vd. 2019).

Et ürünleri içinde tüm dünyada önemli bir üretim ve tüketim payına sahip sosisler açısından değerlendirildiğinde, vegan ya da vejeteryen sosis üretimi konusunda araştırmaların ve ticari üretimin sınırlı olduğu dikkati çekmektedir. Fermente sosisler grubunda yer alan ve Türkiye’de komşu ülkelerde işlenmiş et ürünleri üretimi ve tüketiminde önemli bir paya sahip olan sucuk için bitkisel proteinler kullanılarak geliştirilmiş vegan sınıfında yer alan ürünlerin ticari üretiminin yok denecek kadar az olduğu, bilimsel çalışmaların ise literatürde bir yayınlanmış araştırmayla (Bayram ve Bozkurt 2007) sınırlı kaldığı görülmektedir.

Fermente et ürünlerinden sucuk üretiminde yağ üründe istenen lezzet, görünüş ve yapısal özelliklerin gelişiminde büyük önem taşımaktadır. Et analogu ürünlerin üretiminde ise genellikle ayçiçek yağı, zeytinyağı, kolza tohumu yağı, kanola yağı, mısır yağı yağlar bitkisel sıvı yağlar kullanılmaktadır. Ayrıca, yağ azaltılmış et ürünlerinde olası sağlık riskleri nedeniyle katı yağın bitkisel yağlarla ikame edilmesi gündemde olan konulardandır. Ancak, sıvı yağın ürüne herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın doğrudan ilave edilmesi teknolojik ve duyusal özelliklerde bazı sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda yapılan çalışmalardan bazılarında oleojellerin et ürünlerine ya da et analoglarına ilave edilmesinin üründe duyusal özellikleri geliştirdiği bildirilmiştir (Han vd. 2023). Genel olarak, jelleştirici özellikte bir organojelatör kullanımıyla sıvı yağların yağ asitleri bileşimi korunarak katılaşmasının sağlanması için geliştirilen, doymuş ve trans yağ asitlerini içermeyen oleojeller, katı yağların fonksiyonel özelliklerini karşılayan oldukça sağlıklı emülsiyonlardır (Marangoni 2012, Puşçaş vd.

2020). Gıda bilimi ve teknolojisi alanında farklı amaçlarla kullanım potansiyeline sahip yenilikçi yağ kaynağı olarak büyük ilgi görmektedir. Hayvansal yağlar tarafından sunulan istenen doku ve ağız hissini sağlamadaki yeteneği taklit edebilecek kapasitede üretimleri mümkün olan oleojeller, çeşitli gıda ürünlerinde ideal bir bitki bazlı ikame olarak daha sağlıklı ve sürdürülebilir gıda alternatiflerinin geliştirilmesinde yenilikçi bir bileşen olarak konumlandırılmıştır.

Et ürünleri üretiminde farklı bitkisel yağlardan üretilen çeşitli oleojeller kullanılmış olmasına rağmen, fermente et ürünlerinde oleojel kullanımı zeytin yağı oleojeli, zeytinyağı-çiya yağı karışım oleojeli ve keten tohumu yağı oleojelleri ile sınırlı kalmıştır (Franco vd. 2020, Pintado ve Cofrades 2020, Noorolahi vd. 2022, Zampouni vd. 2022). Ayrıca, bitki bazlı fermente sosis üretimi ve üretimde oleojel kullanımına yönelik bir çalışmaya da rastlanmamıştır.

Üretimi yaygın olarak Güney ve Güneydoğu Asya'da yapılan, "hayat ağacı" olarak bilinen ve her kısmı farklı faydalar sunan Hindistan cevizi ağacının meyvesi yöre toplumu tarafından ana besin yağı kaynağı olarak değer görmektedir. Kendine özgü tat ve kokuya sahip Hindistan cevizi yağı besleyici etkisini yanı sıra terapötik faydalar sunan, yüksek doymuş yağ içeriğine rağmen, oksidasyona dayanıklı ve raf ömrü uzun bir bitkisel yağdır. Sağlığa faydalı etkileri nedeniyle farklı şekillerde gıda teknolojisinde kullanımının yanı sıra, Hindistan cevizi yağı son yıllarda popüler olan bitki bazlı et analogları üretiminde, hayvansal yağa alternatif olarak, oda sıcaklığında hayvansal yağ gibi katı bir yapı gösteren doğrudan ürün formülasyonuna ilave edilmektedir (Teng ve Campanella 2023). Ancak, yüksek sıcaklıklarda hızla erime özelliği bu şekilde kullanımı sınırlandırmaktadır. Bu noktadan hareketle, vegan sucuk üretiminde Hindistan cevizi yağı bazlı oleojel kullanımı gündeme gelmiştir.

Bu çalışmada amaç, Hindistan cevizi yağı bazlı oleojeller kullanarak vegan sucuk üretiminde sucuğun arzu edilen mozaik yapısının sağlıklı bir bitkisel yağ kullanılarak elde edilmesi, bu şekilde üretilen vegan sucukların bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal kalite özelliklerinin belirlenmesidir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Sucuk

Türkiye ve Balkan ülkelerini de içine alan komşu ülkelerde gıda üretim tüketim alışkanlıkları yüzyıllardır süre gelen ticari, kültürel ve geleneksel etkileşimin bir sonucu olarak benzerlik göstermektedir. Et ürünleri içerisinde önemli bir yer tutan fermente sosisler, Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında kültürel mirasın bir parçası olarak değerlendirilen, birçok farklı şekilde ve çeşitlilikte üretimi yapılan ve özellikle Avrupa’da tüketimi oldukça yüksek olan ürünlerdir. Fermente sosisler, genellikle kıyılmış et ve yağa şeker, baharat, starter kültür, kürlenme tuzu ve antioksidanlar gibi ingrediyen ve katkı maddelerinin ilave edilerek karıştırılmasından sonra yapay ya da doğal kılıflara doldurulup, fermantasyon, kurutma ve olgunlaştırma işlemlerine tabi tutulmasıyla üretilirler. Dünyada salami, yaz sosisi, pepperoni, İspanyol salchichon ve chorizo, Fransız saucisson sec, İtalyan bresaola ve mortadella, Türkiye’de ise sucuk gibi fermente sosis türleri bulunmaktadır (Flores ve Piornos 2021).

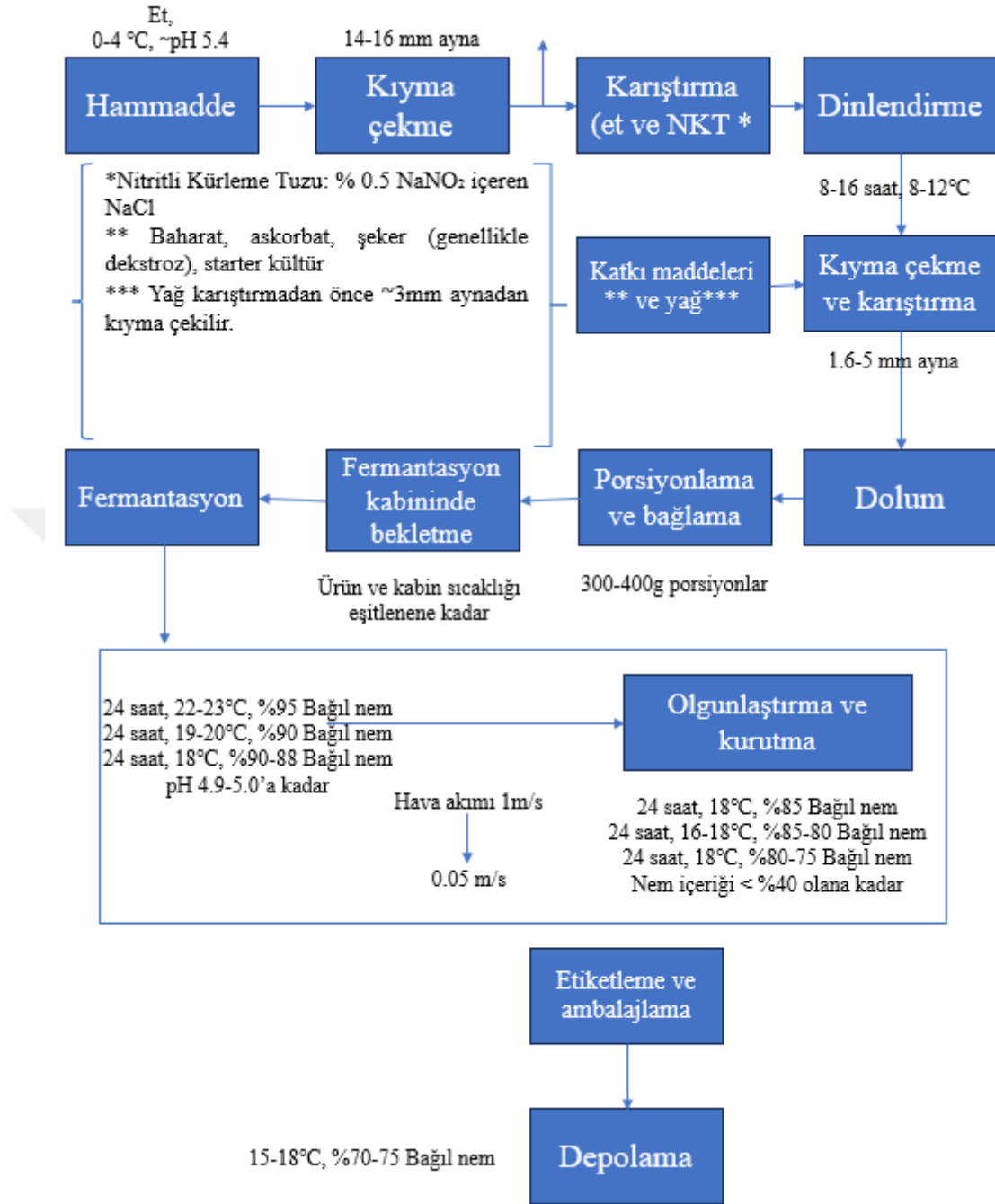
Sucuk, Türkiye’de ve çevre komşu ülkelerde de beğeni ile tüketilen yarı-kuru fermente bir et ürünüdür ve uluslararası et ürünleri sınıflandırmasında fermente et ürünleri içinde, lezzeti ve geniş ürün yelpazesi nedeniyle beğeniyle tüketilen fermente sosisler grubunda yer almaktadır. Sucuk üretim yöntemi coğrafi bölgeye göre değişmekle birlikte, sığır ya da koyun eti, yağ, tuz, şeker, sarmsak, çeşitli baharat ile nitrit ve/veya nitrat ürün formülasyonunda kullanılan ingrediyenler ve katkı maddeleridir. Sucukta, kullanılan yüksek hayvansal yağ içeriğinden dolayı kesit yüzeyinde mozayik yapı ürünün spesifik belirgin bir özelliğidir. Formülasyonda kullanılan yağ içeriği başlangıçta %10-20 düzeyinde iken, fermantasyondan sonra kurutmanın etkisiyle yağ içeriği yaklaşık %30-40'lara kadar çıkmaktadır (Kayaardı ve Gök 2004).

Yüzyıllar boyunca Balkanlar ve Anadolu tarihinde ticaret yollarının da etkisiyle kültür ve gelenek paylaşımları mutfak kültürünün de toplumlar arasında içi içe geçmesine neden olmuş, Osmanlı İmparatorluğu'nun Balkanlarda genişlemesi ve hüküm sürmesi döneminde bu değişim ve etkileşim önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu bağlamda,

Anadolu ve Balkan ülkelerinde üretimi ve tüketimi yapılan et ürünleri içinde en önemlilerinden biri de sucuktur. Farklı ülke mutfaklarında ve kültürlerde ürün ismi ve sosis tipi olarak ortak kullanıma sahip olan sucuk ürününün tüketim yöntemi farklılık göstermektedir. Örneğin, Türkiye’de ızgara ya da kızartarak tüketilmesine rağmen, Balkan ülkelerinde genellikle pişirilmeden tüketimi tercih edilmektedir.

Türkiye’de ise en fazla üretim ve tüketim oranına sahip geleneksel et ürünlerinden biri olan sucuk, Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği’nde “Büyükbaş ve/veya küçükbaş hayvan karkas etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıl işlem uygulanmamış fermente et ürünü” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2019a). Üretim süreci ve ürün formülasyonu bir coğrafi bölgeden diğerine farklılık göstermekle birlikte, sucuk üretiminde genel olarak sığır veya koyun eti, yağ, tuz, şeker, sarımsak, baharat ve sodyum nitrit ve nitrat gibi bileşenler kullanılmaktadır. Sucuğun belirgin özelliklerinden biri, yüksek yağ içeriği sayesinde mozaik yapısına sahip olmasıdır. Başlangıçta yağ içeriği yaklaşık %10-20 olup, kurutma sonrasında %30-40'a yükselir (Kayaardı ve Gök 2004).

Sucuk üretiminde en önemli aşamalar fermentasyon ve kurutmadır (şekil 2.1). Fermentasyon, geleneksel uygulamalarda et, baharat ve ortamda doğal olarak bulunan mikroorganizmalarla gerçekleştirilirken, endüstriyel uygulamalarda starter kültür ilave edilerek yapılır. Kurutma aşaması, ticari üretimde kontrollü koşullar altında veya geleneksel yöntemlerde doğal iklim koşulları altında gerçekleştirilir. Bu aşamalar süresince kimyasal ve biyokimyasal değişimler sonucu son ürünün istenen karakteristik doku, renk ve lezzet özelliklerinin geliştiği olgunlaşma aşaması olarak adlandırılır (Yılmaz ve Velioglu, 2009).

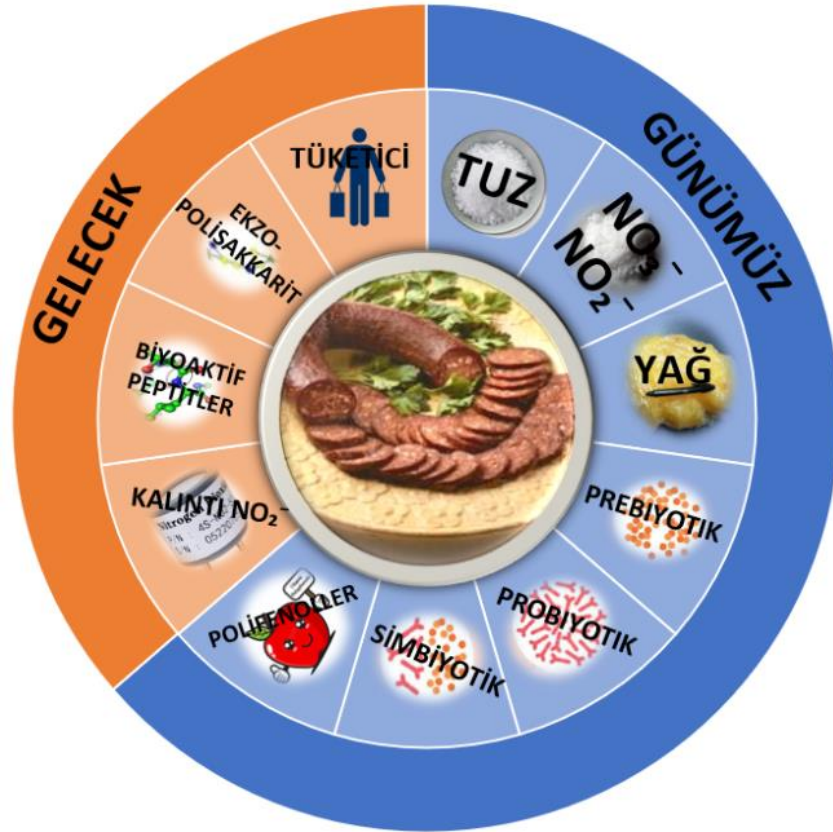


Şekil 2.1 Sucuğunun genel üretim aşamaları (Yılmaz ve Velioglu 2009)

2.2 Fonksiyonel Gıda Olarak Fermente Sosisler

Sucuk ürününü de içine alan fermente sosislerin üretiminde kullanılan katkı maddelerinden ve üretimden tüketime kadarki süreçte meydana gelen bazı değişimler sonucu sağlığa zararlı bileşenlerin ortaya çıktığı bilinen bir gerçektir. Diğer yandan,

fermente et ürünleri bir kısım araştırmacılar tarafından sağlık faydaları nedeniyle fonksiyonel gıda olarak nitelendirilmektedir (Bis-Souza vd. 2019). Son yıllarda tüketici tarafından yenilikçi, sağlıklı ve besin değeri yüksek gıda talebini karşılamaya yönelik gerçekleştirilen çalışmalar daha sağlıklı ve fonksiyonel fermente sosis ürünleri geliştirmeye odaklanmıştır. Bu bağlamda, Sirini vd. (2022), çalışılmış yaygın stratejileri ve gelecek vadeden yenilikçi uygulamaların tartışıldığı çalışmada, günümüzde fonksiyonel fermente et üretiminde kullanılan stratejilerin NaCl, nitrit/nitrat, yağ gibi bileşenlerin azaltılması, ürünün prebiyotikler, probiyotikler, simbiyotikler ve polifenollerle zenginleştirilmesi; gelecekte değerlendirilecek yenilikçi uygulamalar için ise kalıntı nitrit içeriğinin azaltılması üzerine farklı yaklaşımlar, biyoaktif peptitler ve postbiyotik ekzosellüler polisakkaritleri (EPS) içeren ürünlerin üretimine yer verilmiştir (şekil 2.2).



Şekil 2.2 Fonksiyonel fermente et ürünleri geliştirmede temel faktörler (Sirini vd. 2022)

Daha sağlıklı ve fonksiyonel et ürünlerinin üretiminin teşvik edilmesinin gelecekte tüketici taleplerini karşılamada son derece önemli bir potansiyele sahip olacağı bildirilmiştir (Sirini vd. 2022). Ancak, yenilikçi ürünler geliştirilirken her bir stratejinin güçlü ve zayıf yönlerinin, olası tehditlerin ve ortaya çıkabilecek risklerin değerlendirilmesi, fırsatların ortaya konulması akademik ve ticari başarı için önem taşımaktadır. Bu noktadan hareketle, Munekata vd. (2022), fonksiyonel fermente et ürünleri geliştirme prosesinde gerçekleştirdikleri SWOT analizinde (şekil 2.3), probiyotik içeriği, suş çeşitliliği, otokton probiyotikler ve sağlık faydaları olan suş seçiminin sağlık yararlarını artıracak güçlü yönler olarak öne çıkarılmıştır. Zayıf yönler arasında ise yeni probiyotik suşların seçiminde karşılaşılabilecek sorunlar, et ürünleri hakkındaki sağlık endişeleri ve fermente sosislerin sağlık yararlarını destekleyen çalışmaların sınırlı olması vurgulanmıştır. Probiyotiklerin mikroenkapsülasyonu ve daha sağlıklı formülasyonlarla yenilikçi farklı fonksiyonel fermente et ürünlerinin geliştirilmesi fırsatlar olarak, et tüketimindeki azalma, süt ürünleri ve bitki bazlı probiyotiklerin varlığı ise tehditler olarak belirtilmiştir.



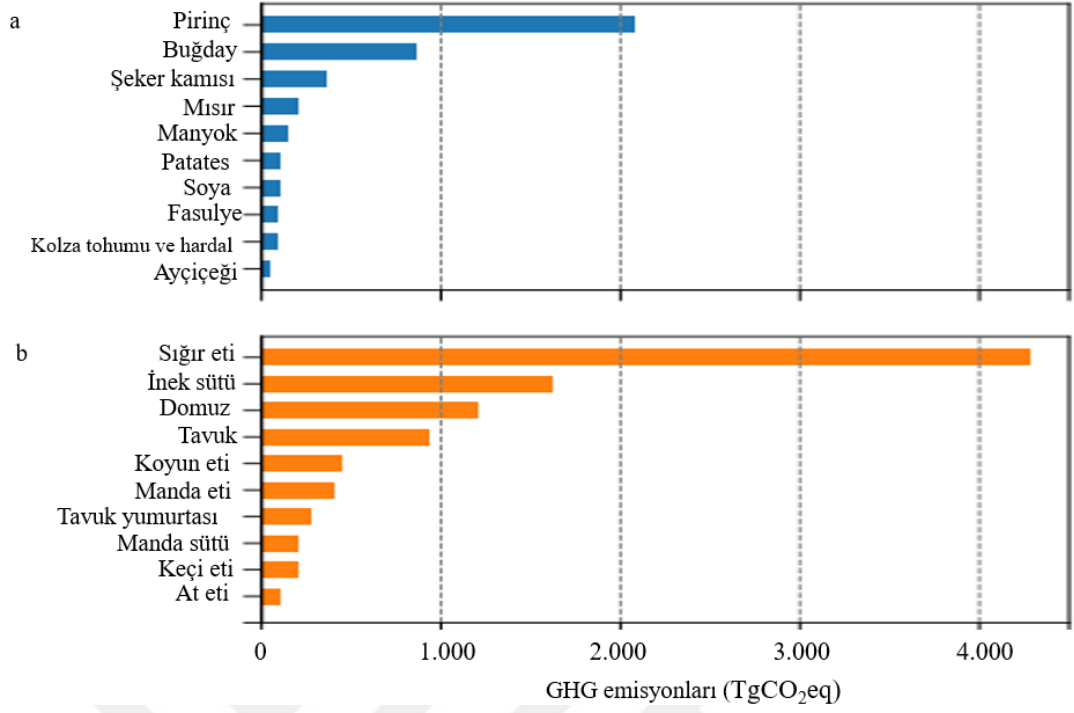
Şekil 2.3 Fonksiyonel fermente et ürünlerinin SWOT analizi (Munekata vd. 2022)

Munekata vd. (2022) tarafından fermente sosisler için yapılan SWOT analizinde tehditler içinde yer alan et tüketiminin azalması günümüzün yadsınamaz bir gerçeğidir.

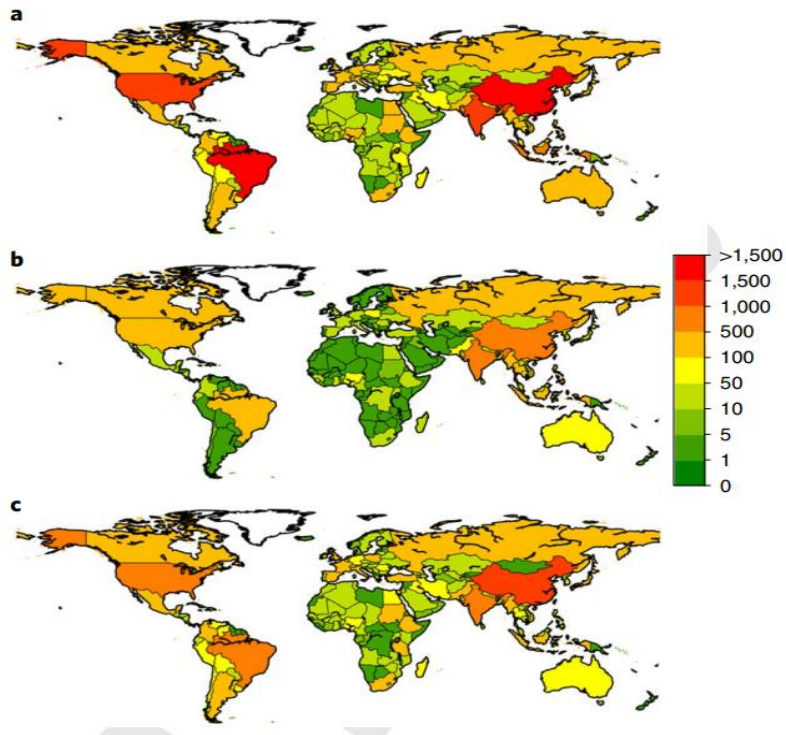
2.1.1 Et tüketiminin azaltılması nedenleri

Geleneksel et üretimi hakkında öne sürülen çevresel stresin artması, kaynakların verimsiz kullanılması gibi tartışmalı konular, hayvan refahı endişeleri, et tüketiminin neden olabileceği salgın hastalıklar gibi faktörler et ürünleri konusunda tüketici algısında tüketim alışkanlıklarında değişikliklere yol açmıştır (Candoğan ve Özdemir 2021).

İnsanlığın birçok farklı yolla çevreye ve doğaya zarar vermesi konusunda 21. yüzyıl önemli bir dönüm noktası olmuştur. Kaynakların yanlış kullanılması nedeniyle ortaya çıkan küresel ısınmanın bir sonucu olan iklim değişikliği bu açıdan en çok vurgulanan olgudur. Sera gazları, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın arkasındaki ana nedenlerden biridir. İnsanlık tarafından en çok üretilen gazlar karbondioksit, azot oksit ve metandır. Karbondioksitten sonra, küresel ısınmaya en çok metan katkıda bulunur (Chang vd. 2019). Yapılan değerlendirmelerde, hayvancılık sektörünün sera gazları üretiminde ilk sıralarda olduğu, hayvansal üretimden kaynaklanan sera gazı üretiminin bitkisel üretime göre iki kat daha fazla olduğu belirtilmiştir. Toplam küresel sera gazı salınımının %57'si hayvansal üretimden, %29'u ise bitkisel üretimden kaynaklanmaktadır. Şekil 2.4'te görüldüğü üzere, bitkisel ve hayvansal kaynaklı sera gazı salınımı en fazla pirinç ve sığır eti üretimi nedeniyle (Xu vd. 2021). Küresel olarak değerlendirildiğinde, hayvansal gıda üretimi yoluyla en fazla sera gazı salınımı olan bölgeler, toplam gıdayla ilgili salınımların %14'ü ile Güney Amerika, %9'u ile Güney ve Güneydoğu Asya ve %8'i ile Çin ve Moğolistan'dır. Ülke bazında ise en yüksek sera gazı salınımında %8 ile Çin ilk sırayı almakta, ardından Güney Amerika'da %6 ile Brezilya, Kuzey Amerika'da %5 ile Amerika Birleşik Devletleri ve Güney ve Güneydoğu Asya'da %4 ile Hindistan gelmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.4 Bitkisel (a) ve hayvansal bazlı (b) sera gazı üretimi (Xu vd. 2021)



Şekil 2.5 Toplam gıda üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları (a), bitkisel gıda üretimi (b), hayvansal gıda üretimi (c) (TgCO₂eq) (Xu vd. 2021)

Geleneksel et üretiminin sera gazı salınımı nedeniyle doğaya ve çevreye verdiği zarara ek olarak bilinçli tüketicilerin önemseydiği diğer bir konu da hayvan refahı endişeleridir. Appleby vd. (2018), "Hayvan Refahı 3. Baskı" kitabında, hayvan refahını, sadece insanların hayvanları koruma sorumluluğu değil, hayvanların iyi halde olma, gerçekte doğal çevrelerinde uyum içerisinde olma durumunu tanımladığını bildirmişlerdir. Temple ve Manteca (2020), hayvan refahının sadece hayvanların fiziksel iyilik halini değil, aynı zamanda davranışsal ve duygusal yönlerini de içerdiğini belirtmişlerdir. Dünya Hayvan Koruma otoritesi ise, hayvanların fiziksel iyilik halleri, duygusal durumları ve doğal davranışlara katılma kapasiteleri ile ilgili koşulları olarak tanımlamıştır (Anonim, 2022).

Hayvanların çevreye ne derecede uyum sağladıkları ve iyi olma durumları hayvan refahının derecesini belirleyen faktörlerdir. Çiftlik hayvancılığında görülen hayvan refahı sorunları arasında hayvanların bağlanması, aşırı stoklama, ızgaralı zemin kullanımı, yetersiz aydınlatma ve havalandırma, acı çektirme, doğal davranışın kısıtlanması, hayvanların çevresinin karmaşıklığının azaltılması (Maes vd. 2020), artan duygusal stres, yaralanma riski ve fizyolojik ve anatomik bozukluklar, azalmış yaşam beklentisi (Cobanovic ve Magrin, 2023) yer almaktadır. Silva vd. (2022), teknolojidaki son gelişmelerin çiftlik hayvanlarının aktivitelerini kontrol etme, izleme ve yönetme konusundaki önemini vurgulamışlardır. Bu yenilikler, hayvan davranışlarının daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlar ve hayvan refahı ve sağlığında iyileştirmelere olanak tanır, bu da hayvan üretiminin sürdürülebilirliğini olumlu yönde etkiler.

Hayvan refahı konusunda kaydedilen ilerlemelere rağmen dünyanın birçok ülkesinde halen hayvanlara karşı etik olmayan şekilde davranış ve uygulamalar devam etmektedir. Hayvan refahına aykırı uygulamalara yönelik artan endişeler bilinçli ve duyarlı tüketicilerin et tüketimine bakış açısında değişikliklere yol açmaktadır.

Diğer taraftan, et tüketiminin birtakım sağlık sorunlarıyla bağdaştırılması da tüketicilerde olumsuz algı oluşturmuştur. Dünya Sağlık Örgütü, kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin sağlık üzerindeki etkileriyle ilgili olarak (1) aşırı miktarda kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve tip 2 diyabet riskini artırabildiğini, (2) yüksek sıcaklıkta pişirme yöntemleri sağlık riskleriyle bağlantılı olabilecek toksik

bileşikler üretebildiğini, (3) gıda kaynaklı hastalıkların %33'ünden fazlası hayvansal gıdalardan kaynaklandığını belirtmektedir. Kırmızı et ve işlenmiş et tüketiminin %14 oranında azaltılmasının ve bitki bazlı gıda tüketiminde artışın insan sağlığını olumlu etkileyeceği de bildirilmiştir (Anonim 2023a).

Son on yılda obezitenin artışına katkıda bulunan faktörler içinde en önemlilerinden biri, enerji alımını kontrol etmenin zorluğu nedeniyle aşırı yağ tüketimidir (Bray vd. 2004). Et ve et ürünlerinin aşırı tüketimi genellikle yüksek oranda enerji ve yağ alımına bağlı olarak kilo alma, obezite ve bazı kronik hastalık risklerinin artması ile bağlantılıdır (Salter 2018). Ayrıca, hayvansal ürünler içinde et ve ürünleri, süt ürünleri ile birlikte doymuş yağ kaynağıdır (Antoni 2023). Diyetle alınan doymuş yağ tüketimi LDL kolesterol artışına neden olmakta, buna bağlı olarak, kardiyovasküler hastalık riski de artmaktadır (Siri-Tarino vd. 2010).

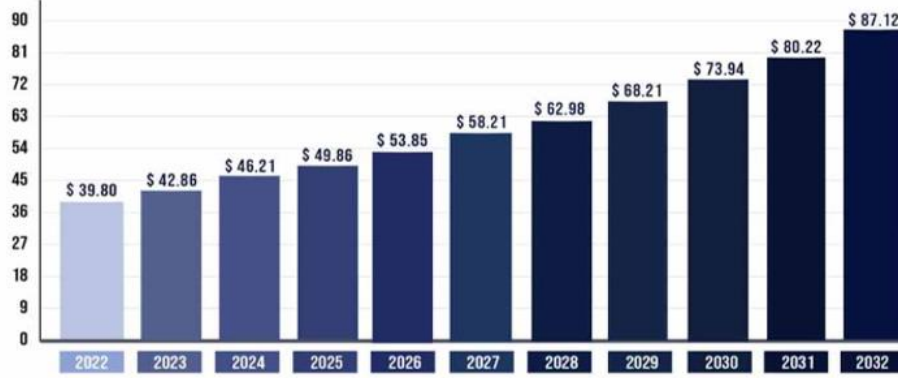
Et tüketiminin neden olduğu sağlık sorunlarından biri olarak sıklıkla kolorektal kanser riskinin artışı gösterilmektedir (Geiker vd. 2021). İşlenmiş et ürünlerinde bulunan nitrit ve nitrat potansiyel olarak kanserojen katkı maddesi olarak tanınmaktadır (Warriss 2000, Shakil vd. 2022, Zhang vd. 2023). Kırmızı ve/veya işlenmiş et ürünlerinin yüksek oranda tüketiminin kolorektal, mide, pankreas, akciğer ve prostat kanseri ile koroner kalp hastalığı ve tip 2 diyabet riskinin artmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Bouvard vd. 2015, De Smet ve Vossen 2016, Farvid vd. 2021). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) 2015 yılında işlenmiş etleri 'insanlar için kanserojen' ve kırmızı etleri 'insanlar için muhtemelen kanserojen' olarak değerlendirmiştir.

Yukarda bahsi geçen geleneksel et üretimi ve tüketimiyle ilgili olumsuz söylemler ve gerçekler et ürünleri konusunda tüketici algısında değişikliklere yol açmış, et analogları olarak vejetaryen ve vegan ürünlere talep artmıştır (Candoğan ve Özdemir 2021).

2.1.2 Bitki bazlı et alternatifleri

İnsan beslenmesinde son derece önemli yer tutan hayvansal proteine alternatif olabilecek protein kaynaklarının çeşitlendirilmesi, sürdürülebilir gıda üretim zincirine katkı sağlamak amacıyla sağlıklı alternatif ürünlerin, diğer bir ifadeyle et analoglarının ürün yelpazesinin geliştirilmesi son yılların gündemde olan araştırma konuları içinde yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, son 50 yılda genel et üretimi ve tüketiminin önemli ölçüde arttığını ve 2050 yılına kadar ise %50 daha artmasının öngörüldüğünü bildirmiştir (Anonim 2023a). Diğer yandan, yapılan bir tüketici pazar araştırmasında küresel et alternatifi pazarının, 2023 yılına göre 2030'da yaklaşık %42.1 oranında artacağı, 2023 yılında 10.1 milyar dolar olan market değerinin ise 2030 yılında yaklaşık 233.87 milyar dolara ulaşacağını beklendiği bildirilmiştir (Anonim 2023b).

Precedence araştırma raporuna göre (Anonim 2023c), küresel bitki bazlı gıda pazarının 2023 yılında 42,86 milyar dolara ulaşacağı, 2032 yılına kadar %8,2'lik bir bileşik yıllık büyüme hızı (Compound annual growth rate, CAGR) ile pazar büyüklüğünün 87,2 milyar dolara çıkacağı öngörülmektedir (şekil 2.6). Araştırmalar, soya ürünlerinin küresel pazarda en büyük payını aldığını, süt ürünleri alternatiflerinin ise küresel pazar payının en büyük bölümünü oluşturacağını ve Avrupa'nın 2023-2032 döneminde maksimum pazar payını elinde tutacağını tahmin etmektedir. Ayrıca, Avrupa'nın bitki bazlı gıda pazar büyüklüğünün 2023 yılında 19,25 milyar dolar olduğu ve 2032 yılına kadar 38,81 milyar dolara ulaşmasının beklendiği tahmin edilmektedir (şekil 2.7). Son iki yılda, Avrupa genelinde bitki bazlı et ve deniz ürünleri ikamelerinin satışlarında önemli bir artış gözlenmiş olup, Almanya %226 ve Avusturya %82 artışla başı çekmektedir (Anonim, 2023c).

BİTKİ BAZLI GIDA PAZARI BÜYÜKLÜĞÜ, 2022-2032
(MİLYAR USD\$)

Şekil 2.6 Bitki bazlı küresel gıda pazarı büyüklüğü 2022-2032 (Anonim 2023c)

AVRUPA BİTKİ BAZLI GIDA PAZAR BÜYÜKLÜĞÜ
2022-2032

Şekil 2.7 Avrupa'da bitki-bazlı gıda pazarı büyüklüğü, 2023-2032 (Anonim 2023c)

Pazar payındaki bu artışlar, vegan ve vejeteryen tüketicilerin ve laktoz intoleransı gibi sağlık sorunlarına sahip bireylerin sayısındaki artıştan, bitki bazlı gıdalarla ilişkili sağlık ve sürdürülebilirlik faydalarından, ayrıca hayvan refahı ve çevresel sorunlarla ilgili moral ve etik kaygılardan kaynaklanmaktadır (Aschemann-Witzel vd. 2021, Anonim 2023c).

Bitki bazlı et alternatifleri için literatürde “et analogu”, “et ikamesi”, “sahte et”, “taklit et” veya “sentetik et” gibi farklı ifadeler kullanılmıştır (Bakhsh vd. 2021). Bakhsh vd. (2021) geleneksel bitki bazlı et alternatiflerinin günümüzdeki durumu ve gelecekteki eğilimlerini inceledikleri çalışmalarında bitki bazlı alternatiflerle ilgili önemli konuları tartışmışlardır. Çalışmada, bitki bazlı et alternatiflerinin, ikame ettikleri hayvansal bazlı gıda ürünlerinin lezzeti, dokusu ve görünüşüne en yakın özelliklerde olması, ayrıca protein gereksinimlerini de karşılaması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, bu ürünlerin içerdikleri fitokimyasallar ve diyet lifi nedeniyle anti-kanserojen, anti-inflamatuvar, bağışıklık güçlendirici, obeziteyi ve kardiyovasküler hastalıkları azaltıcı etkiler gibi sağlık faydalarının da olabileceği belirtilmiştir (Bakhsh vd. 2021).

Hayvansal yağ ilave edilmeden üretilen et analoglarında ürünün özelliikle istenen lezzetinin sağlanması için bitkisel yağlar ilave edilmesine rağmen, katı yağlar ile üretilen ürünlerin kalitesine ulaşmak mümkün değildir. Bu nedenle, katı yağın bitkisel yağla ikame edilmesinde yenilikçi bir yaklaşım olan oleojellerin kullanımı hem daha sağlıklı hem de kalite özellikleri iyileştirilmiş ürün üretimini olanaklı kılma potansiyeline sahiptir.

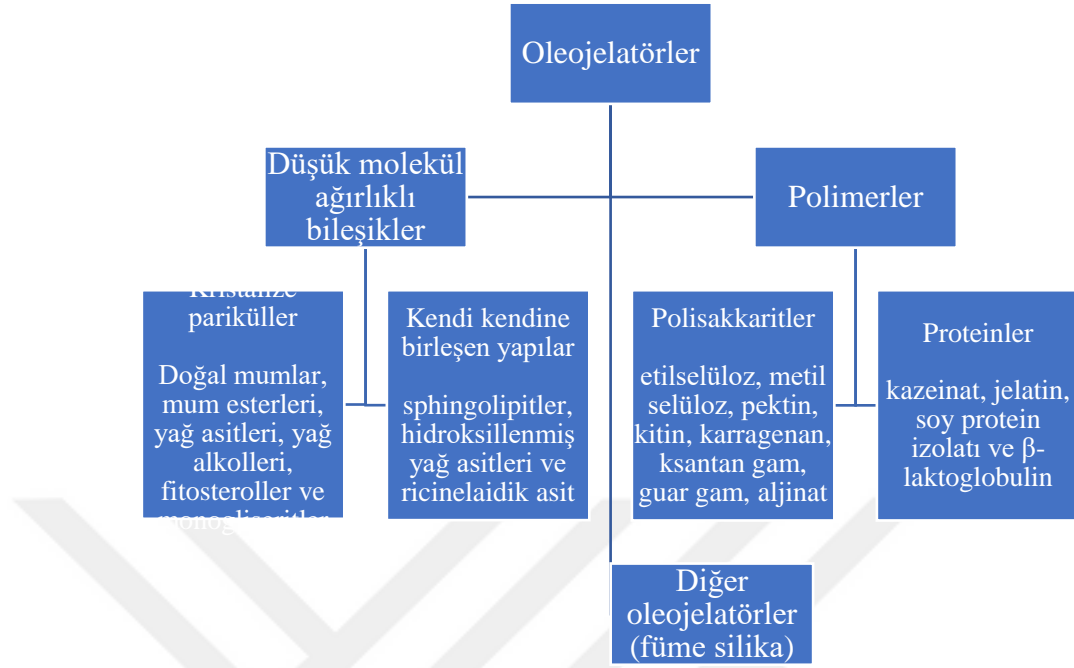
2.3 Oleojeller

Yağlar et ürünlerinde ağız hissi, sululuk gibi tekstürel özelliklere katkı sağlamalarının yanı sıra lezzet bileşenlerinin taşıyıcısı olarak da görev yaparlar ve ürünün genel kabul edilirliliğini de önemli ölçüde etkilerler (Kayaardı ve Gök 2004, Bayram ve Bozkurt 2007, Oh vd. 2019). Et ürünlerinde sağlıklı fonksiyonel gıda bağlamında katı yağın azaltılması çalışmalarında, bitkisel yağ kullanımı alternatiflerden biridir. Ancak bitkisel yağın katı yağla yer değiştirilerek doğrudan ürün formülasyonuna ilave edilmesi nihai ürün kalitesinde olumsuz değişimlere yol açmaktadır (Lopez-Pedrouso vd. 2020). Bu olumsuzlukların bertaraf edilmesi amacıyla sağlıklı bitkisel yağların hayvansal yağı ikame edebilecek daha stabil ve katı bir yapıya dönüştürülmesi için öne sürülen yaklaşımlarında birisi oleojellerin kullanımınıdır.

Oleojeller, sıvı hidrofobik fazın lipofilik katıların üç boyutlu ağına immobilize edildiği yarı katı sistemler olarak tanımlanır (Ferro vd. 2021). Bu sistemler, düşük molekül

ağırlıklı oleojelatörlerin eklenmesiyle sıvı bitkisel yağın katı benzeri bir faza dönüştürülmesi süreci olan oleojelasyon ile üretilerek sıvı yağları immobilize eden stabil ve katı bir ağ oluşturur (Hamidioglu vd. 2022). Oleojeller, gıda endüstrisinde trans ve doymuş yağları ikame etme potansiyeline sahiptir (Martins vd. 2020). Daha az miktarda trans ve doymuş yağ içeren ancak fonksiyonelliği koruyan yenilikçi yapısal yağ sistemleri olarak, besleyici ve çevresel faydalar sunabilirler (Manzoor vd. 2022).

Oleojeller, bitkisel yağların jelasyon mekanizmalarından sorumlu olan farklı yapılandırıcı ajanlar - oleojelatörlerden oluşabilir ve bu süreç nano ve mikro ölçekte gerçekleşir (Puscas vd. 2020). Gıda endüstrisinde katı yağlarla benzer özellikler elde edilmesinde kullanılan oleojelatörlerin gıda kalitesinde olması ve oleojellerin duyuşal niteliklerini olumsuz etkilememesi önemlidir. Oleojelatörler doğal mumlar, mum esterleri, yağ asitleri, yağ alkolleri, fitosteroller ve monogliseritler gibi kristalize partikülleri ve kendi kendine birleşen yapılar (sphingolipitler, hidroksillenmiş yağ asitleri ve ricinelaidik asit) içine alan düşük molekül ağırlıklı bileşikler; polisakkaritler (etilselüloz, metil selüloz, pektin, kitin, karragenan, ksantan gam, guar gam, aljinat) ve proteinler (kazeinat, jelatin, soy protein izolatu ve β -laktoglobulin) gibi polimerler şeklinde sınıflandırılabilir (şekil 2.8) (Sivakanthan vd. 2022). Monogliseritler, fitosteroller, mumlar ve diğler oleojelatörler, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration, FDA) tarafından gıda katkı maddeleri olarak onaylanmıştır. Kullanım sıklığına göre en çok kullanılan beş oleojelatör mumlar, steroller, etilselüloz, monogliseritler ve stearik asitlerdir. Bunları orizanol, lesitin, ksantan, metil selüloz ve diğlerleri takip etmektedir (Sivakanthan vd. 2022).



Şekil 2.8 Oleojelatörlerin sınıflandırılması (Sivakanthan vd. 2022)

Sıvı yağların aksine, et ürünlerinde oleojeller, sığır yağı ile yapılan ürünlerin sertlik ve yapışkanlığını "taklit etme" potansiyeli göstermektedir (Stortz vd. 2012). Ayçiçek yağı kullanılarak yapılan oleojel, frankfurter sosis üretiminde başarılı bir şekilde domuz sırt yağı ikamesi olarak kullanılmış, çoklu doymamış yağ asitleri lipit profilini zenginleştirmiş ve sosislerin fizikokimyasal, dokusal ve duyusal kalitesinde önemli bir azalma olmadan doymuş hayvansal yağın azaltılmasını sağlamıştır (Kouzounis vd. 2017).

Soya yağı oleojellerinin frankfurter sosislerde kullanımı, emülsiyon stabilitesinde ve pişirme/soğutma veriminde kabul edilebilir teknolojik kalite sağlamış ve lipit oksidasyonunu kontrol altına almıştır (Wolfer, Acevedo vd. 2018). Ozer ve Celegen (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, sığır köftelerinde zeytinyağı oleojel bazlı emülsiyonla hayvansal yağın kısmi ikamesi, yağ asidi bileşimini iyileştirmiş, pişirme verimini artırmış, minimum düzeyde sosis çapı ve kalınlıkta azalması sağlanmıştır.

Manzoor vd. (2022) sosislerde yağ azaltma üzerine yapılan araştırmada ayçiçek yağı, yüksek oleik asit içeren soya yağı, keten yağı, chai yağı, yüksek oleik içeren ayçiçek yağı ve kanola yağı kullanılarak elde edilen oleojeller; burger köfteleri için ise susam yağı, soya yağı, keten yağı, zeytinyağı, kanola yağı ve zeytin, keten ve balık yağlarının karışımı kullanılarak elde edilen oleojeller kullanılmıştır (Solorzano ve Vilgis 2023). Ghebremedhin vd. (2022) oleojeller kullanılarak vegan sosislerde yağın oda sıcaklığında erimesi gibi çoğu bitkisel yağ kullanımında reolojik sorunlara yol açan özelliklerin iyileştirildiğini bildirmişlerdir.

Et analoglarında hayvansal yağın görünüş ve teknolojik özelliklerinin ikamesinde ticari uygulamalarda kakao yağı ve Hindistan cevizi yağı gibi bitkisel kaynaklı yağlar sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak erime noktaları hayvansal yağlara yakın olan bu yağların doğrudan et analogları formülasyonlarına ilave edilmesi tekstürel özellikler açısından tam olarak tatmin edici sonuçlar vermemektedir (Han vd. 2023).

Gong vd. (2020) modifiye peynir altı suyu protein izolatu kullanarak Hindistan cevizi yağı ve kekik uçucu yağı içeren emülsiyon bazlı oleojeller üretmişler, oleojellerin düzgün poroz yapı gösterdiğini ve ayrıca *Escherichia coli* patojenin karşı da antimikrobiyel etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Lee vd. (2023) hayvansal yağ ikamesi olarak yer fıstığı yağı, Hindistan cevizi yağı ve orta zincirli trigliserit yağlar kullanılarak üretilen yağ/su emülsiyonlarının bitki bazlı et burger köftelerinde fizikokimyasal ve duyuşal özelliklere etkilerini incelemişlerdir. Hindistan cevizi kullanılan örneklerde yüzey rengi ve sıklık açısından ürün karakteristiklerinde iyileşme görüldüğünü rapor etmişlerdir.

2.4 Vegan Sucuk

Et analogları incelendiğinde fermente sosis alternatiflerinin üretiminde duyuşal özellikler, özellikle, lezzet ve yapı özelliklerinin orijinal ürüne kıyasla istenen düzeyde elde edilemediği görülmektedir (Flores ve Piornos 2021). Fermantasyon gıdaların

korunmasında ve besinsel, mikrobiyolojik ve duysal kalitenin iyileştirilmesinde kullanılan en eski koruma yöntemlerinden biridir. Endüstriyel uygulamalarda starter kültürler kullanılarak üretilen fermente sosislerin kalite özellikler üzerine gerçekleştirilen birçok araştırma olmasına rağmen, uluslararası literatürde bitki bazlı hammaddeler ve starter kültürler kullanılarak fermente sosisler sınıfında vegan ya da vejetaryen fermente sosis üretimine yönelik araştırmalar da birkaç yayınlanmış çalışma sınırlı kalmıştır (Chockchaisawasdee vd. 2010, Pernu vd. 2020, Wijegunawardhana vd. 2021, Noguerol vd. 2022, Priya vd. 2022, Tremlova vd. 2022, Valtonen vd. 2023, Elhalis vd. 2023).

Türkiye ve çevresinde önemli bir fermente et ürünü olan sucuk için ise bitki bazlı alternatiflerin araştırıldığı Bayram ve Bozkurt (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, sarı ve kahverengi bulgur karışımlarından et ve hayvansal yağ ilavesi olmadan vejetaryen sucuk üretilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen fizikokimyasal ve duysal analizler sonucunda bulgurun vejetaryen sucuk üretiminde kullanımının ürün kalitesi açısından kabul edilir sonuç verdiği bildirilmiştir.

Bu tez çalışmasında literatürde Bayram ve Bozkurt (2007) tarafından yapılan çalışma dışında üzerinde araştırma yapılmayan vegan sucuk üretiminde hayvansal yağ alternatifi olarak Hindistan cevizi yağından üretilen oleojellerin kullanımı araştırılmıştır. Bundan sonraki bölümlerde araştırmada üretilen vegan sucuk formülasyonunda Hindistan cevizi oleojeli dışında kullanılan ingrediyenlerden Meksika fasülyesi, nohut, bezelye proteini, kırmızı mercimek, siyez bulgur, yulaf, buğday gluteni ve domates tozu hakkında genel bilgiler verilmiştir.

2.4.1 Hindistan cevizi yağı

Hindistan cevizi ağacı (*Cocos nucifera* L.), her parçasının kendine özgü bir değere sahip olması nedeniyle "hayat ağacı" olarak tanımlanmıştır. Hindistan cevizi, Güney Asya ve Güneydoğu Asya diyetlerinde önemli bir yağ kaynağı olarak kabul edilir. Hindistan cevizi yağının toplam yağ içeriğinin yaklaşık %90'ının doymuş yağ asitlerinden oluşması sağlık üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri nedeniyle eleştirilere yol açmıştır. Ancak, Hindistan cevizi yağının doymuş yağ içeriğinden gelen bazı besleyici ve terapötik

avantajlarının, oksidasyona direnç, uzun raf ömrü ve pişirmede kullanıldığında kendine özgü tat ve lezzet gibi olumlu özelliklere katkıda bulunduğu ortaya konmuştur. İçerdiği toplam yağın %64'ünün orta zincirli yağ asitlerinden oluşması ve fosfolipitler, tokoferol ve diğer küçük bileşenler içermesi nedeniyle Hindistan cevizi yağının çeşitli sağlık yararlarına katkıda bulunduğu bilinen bir gerçektir. Toplam yağ içeriğinin yaklaşık %40-50'si laurik yağ asidi olup, Hindistan cevizi yağının kimyasal açıdan özgülüğünü laurik asit vermektedir (Deen vd. 2020).

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture- USDA) Gıda Veri Merkezi (FoodData Central) tarafından sağlanan Hindistan cevizi yağı beslenme profili (Anonim, 2014), 100 gramda 99.1 g toplam yağ, 0.84 g karbonhidrat, 0.03 g su ve 0.03 g kül içerdiğini ve 895 kcal sağladığını göstermektedir (çizelge 2.1). Mineraller ve vitaminler aynı çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 2.1 Hindistan cevizi yağının (100 gramda) bileşimi (Anonim 2014)

İçerik	Miktar	Mineral	Miktar (mg)	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	895	Ca	1	α-Tokoferol	0.11
Protein (g)	0	Fe	0.05	β-Tokoferol	0.6
Yağ (g)	99.1	Mg	0	γ-Tokoferol	0
Lif (g)	0	P	0	δ-Tokoferol	0.18
Karbonhidrat (g)	0.84	K	0	E (mg) α-Tokotrienol	2.17
Su (g)	0.03	Na	0	β-Tokotrienol	0.13
Kül (g)	0.03	Zn	0.02	γ-Tokotrienol	0.36
		Cu	0	δ-Tokotrienol	0.25
		Mn	0	K (μg) Filokinon	0.6

Marina vd. (2009), 10 farklı doğal Hindistan cevizi yağının yağ asidi bileşimini inceledikleri çalışmada örneklerde %0.52-0.69 kaproik asit (c6:0), %7.19-8.81 kaprilik asit (c8:0), %5.65-6.59 kaprik asit (c10:0), %46.64-48.03 laurik asit (c12:0), %16.23-

18.90 miristik asit (c14:0), %7.41-9.55 palmitik asit (c16:0), %2.81-3.57 stearik asit (c18:0), %5.72-6.70 oleik asit (c18:1) ve %0.90-1.72 linoleik asit (C18:2) belirlenmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 İşlenmemiş Hindistan cevizi yağının yağ asidi bileşimi (Marina vd. 2009)

Örnek	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2
1	0.64	7.64	6.27	48.03	16.23	8.40	3.46	5.80	0.90
2	0.69	7.53	6.05	47.10	18.51	9.52	3.53	6.11	1.27
3	0.58	7.97	6.22	47.81	16.99	9.11	3.15	6.36	1.38
4	0.52	8.13	6.49	47.21	17.28	8.47	3.09	6.36	1.41
5	0.57	8.81	6.40	47.06	17.88	8.53	2.81	6.65	1.60
6	0.65	7.89	6.20	46.64	18.85	9.35	3.19	5.72	1.23
7	0.61	8.60	6.59	46.89	17.03	8.84	3.23	6.36	1.43
8	0.57	8.37	6.43	47.21	18.09	8.41	3.00	6.70	1.72
9	0.68	5.62	6.45	47.85	18.09	7.41	3.38	6.38	1.46
10	0.62	7.19	5.65	47.12	18.90	9.55	3.57	6.50	1.39

Joshi vd. (2020), Hindistan cevizi yağı ve türevlerinin antibakteriyel, antiviral ve antifungal faydaları olduğunu bildirmiştir. Antibakteriyel olarak, gram-pozitif bakterilere karşı dikkate değer etkinlik göstermişler, ancak gram-negatif bakterilere karşı olumlu bir etkisi olmadığını ve laurik asidin, bağışıklık sistemi zayıf olan bireyler için risk oluşturan *S. aureus* ve *P. aeruginosa*'ya karşı inhibitör etkili olduğu gösterilmiştir. Antiviral olarak, monolaurin, HIV, kızamık, herpes simplex-1, veziküler stomatit, visna virüsü ve sitomegalovirüs gibi virüsleri inaktive etmede farklı derecelerde etkinlik göstermektedir. Antifungal etki açısından değerlendirildiğinde, düşük konsantrasyonlarda ve uzun inkübasyon sürelerinde, laurik asidin *C. albicans* gelişimini engellemede güçlü bir etki gösterdiği ve vajinal kandidiyazis hastalarının doğal Hindistan cevizi yağı ile tedavi edilmesi sonucunda iyileşme belirtiler olan T-hücreleri ve Sitokin seviyelerinde artış gözlemlendiği gözlenmiştir.

Hindistan cevizi yağının toplam yağ içeriğinin %90'ı doymuş yağ asitleri olmasına rağmen, Sri Lanka'da yapılan araştırmalarda, Hindistan cevizi yağı tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle artan mortalite ile bağlantılı olmadığını göstermiştir (Athauda vd. 2015). Ayrıca, *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar, Hindistan cevizi yağının kanser, hepatosteatoz, HIV ve diyabet gibi bazı hastalıklara karşı etkili olduğunu göstermiştir (Deen vd. 2020, Joshi vd. 2020). Günümüzde kısa ve orta zincirli yağ asitlerince zengin Hindistan cevizi yağının, alternatif tıpta Alzheimer ve Parkinson hastalıklarının semptomlarının azaltılmasında kullanıldığı, aynı zamanda insülin direncini ve yüksek tansiyonu azaltıcı etkisinin olduğu bildirilmiştir.

2.4.2 Meksika fasulyesi

Meksika fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.), dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılan geleneksel bir gıdadır ve genellikle salatalar, konserve gıdalar ve fırın ürünleri ile ilişkilendirilir (Kan vd. 2017). Epidemiyolojik araştırmalar, meksika fasulyesi tüketimi ile kardiyovasküler ve kalp hastalıkları, obezite, tip II diyabet, bazı kanser türleri, kan şekeri dengesi ve bağırsak sağlığının iyileştirilmesi arasında yararlı bir bağlantı olduğunu göstermiştir (Trompette vd. 2014, Duenas vd. 2015). Meksika fasulyesinin besinsel açıdan diyet lifi, protein, karbonhidratlar, mineraller ve fenolik bileşikler ile fitokimyasallar açısından da zengin bir gıdadır (Kan vd. 2017, Li vd. 2022). Singh ve Chandra (2014), meksika fasulyesinin yüksek protein içeriğinin önemini vurgulayarak, bu baklagilin özellikle gelişmekte olan ülkelerde tahıl bazlı diyetleri güçlendirmek için kullanılabileceğini belirtmiştir. Xu vd. (2022), Meksika fasulyelerin bol miktarda fenolik bileşikler ve fonksiyonel proteinlerin yanı sıra, antioksidan, hipoglisemik ve hipolipidemik özelliklere sahip aktif bileşenler içerdiğini belirtmiştir. Düşük glisemik indeksli fonksiyonel bir gıda olan Meksika fasulyesinin tip II diyabet hastaları için diyetle kullanımı tavsiye edilmektedir.

USDA'nın Gıda Veri Merkezi tarafından bildirilen 100 gram kırmızı fasulyenin besin değeri ve mineral içeriği çizelge 2.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 Meksika fasulyesinin bileşimi (100 gramda) (Anonim 2016)

Besin	Miktar (g)	Mineral	Miktar (mg)
Protein	25.9	Ca	98
Yağ	1.31	Fe	6.58
Lif	4.3	Mg	164
Karbonhidrat	36.7	P	612
		K	1490
		Zn	3.29
		Cu	0.865
		Mn	1.67

Priyatnasari vd. (2024), et analogları üretiminde diğer bileşenlerin yanı sıra kırmızı fasulye kullanıldığını bildirmiştir. (Holliday vd. 2011), domuz ve sığır sosislerinde etin kısmen yerine koyulmasında koyu kırmızı ve açık kırmızı fasulye kullanmıştır. (Mahfouz, 2021) çalışmasında, kırmızı fasulye tozunun sığır burgerlerinde kısmi yağ ikamesi olarak kullanılabilceği, besin içeriğini artırdığı, fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirdiği ve depolama stabilitesini ve tüketici kabulünü artırdığı sonucuna varılmıştır.

2.4.3 Nohut

Nohut (*Cicer arietinum*), Asya, Avrupa, Avustralya ve Kuzey Amerika'nın ılıman ve yarı kurak bölgelerinde yetişen baklagillerdir ve birçok farklı mutfakta ve geleneksel yemekte yaygın olarak kullanılmaktadır. Hindistan, küresel nohut üretiminde en büyük üretici olarak tanınmıştır, Hindistan'ı Türkiye ve Avustralya takip etmektedir Rachwat vd. 2013, Kaur ve Prasad 2021). Türkiye, iki yabancı türün Urfa civarından *Cicer echinospermum* ve Mardin civarından *Cicer reticulatum*) kökeni yöre topraklarına dayandığından nohut tarihsel olarak da önemli bir yere sahiptir. (Ladiznisky ve Adler 1976). İyi protein biyoyararlılığı, yüksek biyolojik değeri ve dengeli amino asit profili nedeniyle, ayrıca lif, yağ ve çeşitli biyoaktif bileşikler açısından yüksek besin değerine sahip olmalarından ötürü önemli bir bitkisel karbonhidrat ve protein kaynağı olarak kabul edilir. Nohut, kükürt içerenler hariç hemen hemen tüm elzem amino asitleri önemli miktarlarda içerir, karbonhidrat seviyeleri buğdaydan daha düşüktür (Jukanti vd. 2012, Grasso vd. 2021).

USDA Gıda Veri Merkezi tarafından sağlanan besin değerine göre (Anonim, 2023d), 100-gram nohutta 378 kcal, 20.5-gram protein, 6.04-gram toplam yağ, 7.68-gram su, 2.85-gram kül bulunmaktadır (çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 Nohutun bileşimi (100 gramda) (Anonim 2023d)

Besin	Miktar	Mineral	Miktar (mg)	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	378	Ca	57	C (mg)	4
Protein (g)	20.5	Fe	6.31	B1 (mg)	0.477
Yağ (g)	6.04	Mg	79	B2 (mg)	0.212
Lif (g)	12.2	P	252	B3 (mg)	1.54
Karbonhidrat (g)	63	K	718	B5 (mg)	1.59
Su (g)	7.68	Na	24	B6 (mg)	0.535
Kül (g)	2.85	Zn	2.76	B9 (µg)	557
		Cu	0.656	Kolin (mg)	99.3
		Mn	4.15	A (µg)	3
				E (mg)	0.82
				K (µg)	9

Buğday unuyla karşılaştırıldığında, nohut unu daha fazla miktarda protein, yağ, kül, lif ve mineral içerirken, düşük glisemik indekse sahiptir. Ayrıca, Ca, P, Mg, Fe ve K gibi mineraller açısından da iyi bir kaynaktır. Nohut taneleri ve unları yüksek miktarda monosakkaritler, disakkaritler ve oligosakkaritler içerir ve yüksek antioksidan özellikleriyle tanınan polifenoller ve flavonoidler bakımından da zengindir (Rachwat vd. 2013).

Jukanti vd. (2012), nohut tüketiminin kronik hastalık riskini azaltabilecek fizyolojik faydalara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Nohudun kardiyovasküler hastalıklar, koroner kalp hastalıkları ve kolesterol kontrolü, diyabet ve yüksek tansiyon, kanser ve bağırsak sağlığı üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmıştır. Wallace vd. 2016) ise, kansere, kilo

kaybına ve kardiyovasküler hastalıklara ek olarak, glikoz ve insülin direnci ve gastrointestinal sistem sağlığı üzerinde olumlu etkilerden bahsetmiştir.

İnsan beslenmesinde en çok kullanılan, kuru nohut tohumunun %21.2-26.2 protein, %38-59 karbonhidrat, %3 lif, %4.8-5.5 yağ, %3 kül, %0.2 kalsiyum ve %0.3 fosfor içerdiği, Türkiye'de çorbalar ve mezeler gibi çeşitli yemeklerde, humus olarak, konserve gıda olarak, fermente gıdalarda aroma verici olarak, kavrulmuş fındık olarak, bebek mamalarında bileşen olarak ve un olarak tüketildiği bildirilmiştir (Gecit 1989).

Jatmiko ve Ricky (2021), nohudun yüksek protein içeriği ve iyi su tutma kapasitesine ek olarak, et analoglarının üretiminde ingrediyan olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir. Chandler ve McSweeney (2022) yaptıkları çalışmada, nohudun et analoglarında yağ ve nem içeriğini azalttığı, protein içeriğini azaltmadığı ve pişirme verimini artırarak ve pişirme özelliklerini iyileştirdiğini göstermişlerdir. Nohut proteinleri, fonksiyonel, temiz etiketli, sürdürülebilir ve sağlıklı bir bileşen olarak gıda formülasyonunda ayrı bir öneme ve kullanıma sahip olmaktadır (Boukid 2021). Shaabani vd. (2018) ve El-Sohaimy vd. (2020), nohut proteinlerinin farklı gıda formülasyonlarında protein içeriğini artırmanın yanı sıra, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri de iyileştirebileceği belirtilmiştir.

2.4.4 Bezelye proteini

Bezelye (*Pisum sativum*), genellikle bir sebze olarak, karbonhidratlar, proteinler, lizin ve çeşitli önemli vitaminler ve mineraller açısından zengin bir kaynak olarak kabul edilirken, düşük yağ, metiyonin ve triptofan da içerir (Swanson 1990, Boye vd. 2010, Mertens vd. 2012). Bezelye, %23.1-30.9 protein, %1.5-2.0 yağ ve vitaminler, mineraller, fitik asit, polifenoller, saponinler ve oksalatlar gibi bileşenler içerir. Karbonhidrat bileşimi ağırlıklı olarak toplam bileşimin neredeyse %60-65'ini oluşturan nişasta ve diyet lifi içerir. Ayrıca sukroz, oligosakkaritler ve selüloz gibi nişasta olmayan karbonhidratları da ihtiva eder (Lam vd. 2018).

Bezelye proteini, düşük alerjenite, yüksek besin değeri, bulunabilirlik, vegan ve diğer özel diyet uyumlulukları, etik ve dini tercihler ve düşük maliyet gibi modern toplumun kısmen dayattığı birçok gereksinime uyma potansiyeline sahip bir protein kaynağıdır. Lam vd. (2018), bezelye proteininin albuminler ve globulinler olmak üzere iki farklı protein türünden oluşan bir yapı gösterdiğini bildirmişlerdir. Suda çözünen metabolik proteinler olarak albuminler, toplam protein içeriğinin %10-20'sini oluştururken, tuzda çözünen depolama proteinleri olarak globulinler, %70-80'ini oluşturur. Bezelyelerde, albuminlerin, globulinlere kıyasla triptofan, lizin, treonin ve metiyonin gibi daha yüksek seviyelerde elzem amino asitleri içerdiği bildirilmiştir.

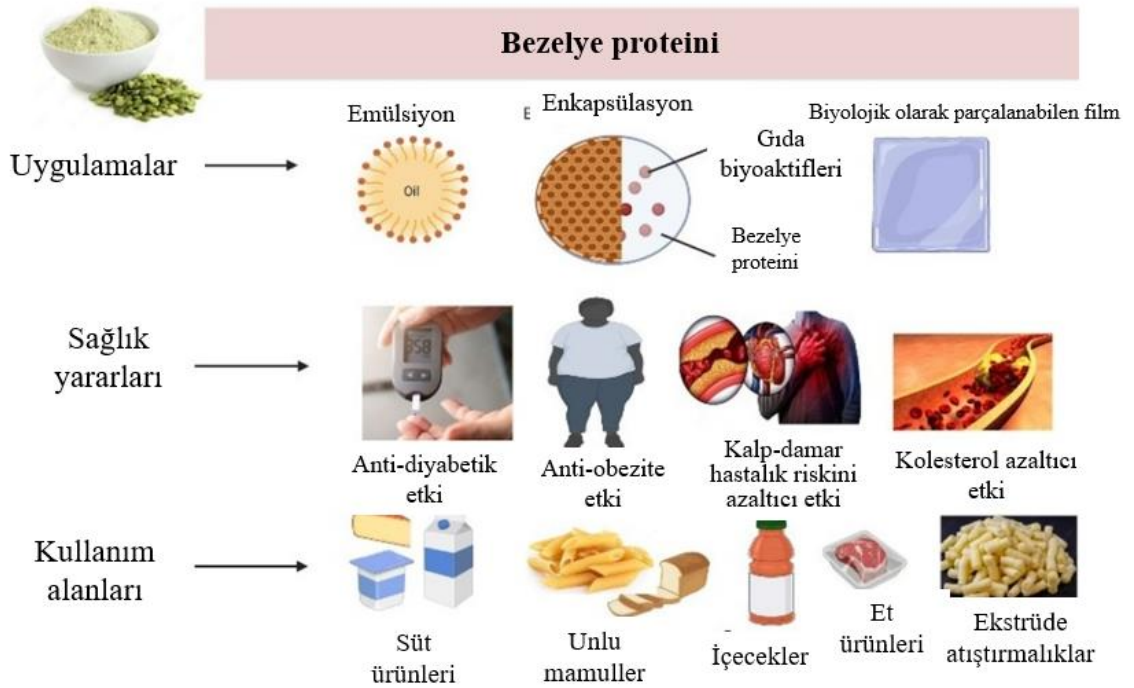
Burger ve Zhang (2019), bezelye proteinlerinin, artan tüketici talebini karşılayan alternatif protein seçeneklerine benzer emülsifiye edici özellikler sunduğunu belirtmişlerdir. Bezelye protein işlevselliğinin, başka bir biyopolimer (örneğin polisakkarit) ile karıştırılması veya farklı kimyasal veya fiziksel yöntemlerle proteinin kısmi modifikasyonu yoluyla artırılacağı bildirilmiştir. Shanthakumar vd. (2022), küresel gıda endüstrisinde bezelye proteininin giderek artan kullanım oranının, emülsifiye edici, jel oluşturma, bağlama ve film oluşturma yeteneği ile bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir.

Bezelye proteininin uygulamalarından biri, biyoaktif bileşenlerin kapsülasyonu, ekstrüde gıdalar ve yenilebilir filmlerdir. Ayrıca, süt analogu içecekler ve fermente ürünlerin geliştirilmesi ve üretiminde, emülsiyonlar, köpükler ve içeceklerde fonksiyonel bileşenler ve taşıma sistemleri olarak kullanılır. Şekil 2.9'de, farklı bezelye proteini uygulamaları arasında, bu proteinin kullanıldığı sağlık faydaları ve ürünler belirtilmiştir.

Modern küresel gıda endüstrisinde popüler bir katkı maddesi olan bezelye proteininin geleneksel tahıl proteininden farklı olarak gluten içermediği için protein izolatu formunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Lu vd. 2019). Bezelye proteini yüksek su ve yağ emilimi, jel oluşturma yetenekleri gibi avantajlı fizikokimyasal özellikleri nedeniyle yenilikçi formülasyonlar kullanılarak fonksiyonel gıdalar üretiminde yeni bir bitki bazlı protein kategorisi olarak düşünülmektedir. Ayrıca, bezelye proteini gıda emülgatörü olarak ve

zenginleştirilmiş içeceklerde, protein karışımlarında ve farmasötik ürünlerde bir bileşen olarak kullanımı yaygındır (Lu vd. 2019).

Soy proteinlerinin, gelişmiş jel oluşturma özellikleri nedeniyle et analoglarının üretiminde ağırlıklı olarak kullanılan protein kaynağı olduğu ve istenen lifli yapının oluşumuna katkı sağladığı bilinmektedir (Schreuders vd. 2019). Ancak, bezelye proteinlerinin, GDO endişeleriyle daha az ilişkilendirilmesi ve alerjen olarak tanımlanmaması, ayrıca bezelyenin soyaya kıyasla ılıman iklimlerde daha kolay yetiştirilmesi nedeniyle soya proteini yerine giderek daha fazla kullanıldığı görülmektedir (Lam vd. 2018). Bezelye proteini yukarıda belirtilen tüm olumlu yönleriyle, birçok farklı araştırmada et analogu üretimi veya ilgili araştırmalar için protein kaynağı olarak kullanılmıştır (Schreuders vd. 2019, de Angelis vd. 2020, Yuliarti vd. 2021, Zhu vd. 2021, Ramos Diaz vd. 2022, Sajib vd. 2023, Lee, vd. 2023, Gaber vd. 2023).



Şekil 2.9 Bezelye proteinlerinin uygulamaları, sağlık faydaları ve ürünleri (Shanthakumar vd. 2022)

2.4.5 Kırmızı mercimek

Kırmızı mercimek (*Lens culinaris*), insanların bulabileceği ve tüketebileceği beş farklı mercimek türünden biridir. Mercimeğin ortalama verimi 850-1100 kg/ha olarak kabul edilirken, küresel yıllık üretim 4.5 milyon ton olarak bildirilmiştir (Chelladurai ve Erkinbaev 2020). Tezin amaçlarından birinin yerel ve bölgesel olarak kullanılan malzemelerle vegan sucuk üretimi olduğu göz önüne alındığında, küresel üreticilerin %75'inin Türkiye, Kanada, ABD, Avustralya ve Hindistan olduğunu vurgulamak önemlidir. Mercimeğin mineral ve kompleks karbonhidratların iyi kaynakları olduğu, yüksek miktarda protein (%20.6 - %31.4) ve düşük yağ içeriği (%0.7 - %4.3) içerdiği bildirilmiştir. Çizelge 2.5'te, USDA tarafından bildirilen (Anonim, 2019b) besin değeri, vitaminler ve mineraller sunulmuştur.

Çizelge 2.5 Kırmızı mercimeğin bileşimi (100 gramda) (Anonim 2019b)

Besin	Miktar	Mineral	Miktar (mg)	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	358	Ca	48	C (mg)	1.7
Protein (g)	23.9	Fe	7.39	B1 (mg)	0.51
Yağ (g)	2.17	Mg	59	B2 (mg)	0.106
Lif (g)	10.8	P	294	B3 (mg)	1.5
Karbonhidrat (g)	63.1	K	668	B5 (mg)	0.348
Su (g)	7.83	Na	7	B6 (mg)	0.403
Kül (g)	3	Zn	3.6	B9 (µg)	204
		Cu	1.3	A (µg)	3
		Mn	1.72		

Mercimek gibi baklagillerin tüketiminin LDL kolesterolü düşürür ve HDL kolesterol seviyelerini artırmakta, tip 2 diyabet, koroner kalp hastalığı ve obezite riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmektedir (Pistollato vd. 2015, Rizkalla vd. 2022).

Chelladurai ve Erkinbaev (2020), pişmiş kırmızı mercimeğin tek bir fincanının, yetişkinler için günlük önerilen diyet lif alımının (15.6g) neredeyse %62'sini karşıladığını ve nohut, kırmızı fasulye ve tam buğday ekmeği gibi diğer yüksek lifli gıdaları geride bıraktığını bildirmiştir. Aynı zamanda, pirinç ve beyaz ekmekle kıyaslandığında daha düşük glisemik indekse sahip olup, diyabetli tüketiciler için mükemmel bir diyet seçeneği

sunmaktadır. Samaranayaka ve Khazaei (2024), kırmızı mercimek proteinlerinin, pirinç, buğday ve diğer tahıl taneleri, patates veya kükürt içeren amino asitler açısından zengin yağ tohumlarından elde edilen proteinlerle kombine edildiğinde, hayvan veya soya proteinleri tüketmeden elzem amino asitlerin günlük gereksinimlerini karşılayabileceğini belirtmişlerdir.

Mercimek, yüksek nem içeriğine sahip et analogları üretmek için soya yerine başarılı bir protein kaynağı olarak kullanılmıştır (Kim vd. 2021a, Kim vd. 2021b). Mercimek ununun fırın ürünleri, süt ürünleri ve et ürünleri gibi farklı gıdalara dahil edilmesi, çözünürlük, jelasyon, emülsifikasyon ve köpük oluşturma yetenekleri yanı sıra iyi dengelenmiş besin profili ve işlevsel özellikleri ve ekonomik olması nedeniyle hem üreticiler hem de tüketiciler tarafından ilgi çekmiştir (Divisekara vd. 2021, Boisteanu vd. 2023).

Lee vd. 2021, kırmızı mercimeklerin kırmızı rengi, yüksek protein içeriği, düşük maliyeti ve pazarda kolay bulunabilirliği nedeniyle et ikamesi olarak mükemmel bir bitki bazlı kaynak olduğunu ve daha sürdürülebilir diyetler ve bitki proteinlerinin kullanımı yönündeki küresel değişimler nedeniyle büyük bir kullanım potansiyeline sahip olduklarını vurgulamıştır.

2.4.6 Siyez bulguru

Bulgur, üretim sürecinde kısmen pişirilmiş iri veya ince kırılmış buğdayı ifade eder. Durum buğdayı (*Triticum durum*), sertliği ve kehribar rengi nedeniyle bulgur üretiminde birincil tercih edilen hammaddedir, ancak ekmeklik buğday, arpa ve mısırdan da yapılabilir (Carcea, 2020, Igrejas vd. 2020). Bulgur, uzun raf ömrü, düşük maliyeti, yüksek besin içeriği, geniş kullanım alanı, lezzeti ve kolay kullanım özellikleriyle yüksek değere sahip bir buğday bazlı üründür (Yılmaz ve Koca 2020, Shah vd. 2022). Diyet lifi, protein, demir ve B6 vitamini açısından değerli bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Igrejas vd. 2020). Ayrıca, bağışıklık düzenleyici, antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik ve antikanserojenik gibi çeşitli potansiyel sağlık faydaları ile bağlantılıdır (Shah vd. 2022).

Yüzyıllardır Türk ve Orta Doğu mutfağının temel gıdalarından biri olan bulgur, salatalar, çorbalar, fırın ürünleri, dolmalar, güveçler ve vejetaryen tariflerde et ikamesi gibi birçok yemekle uyumlu olduğu için diğer mutfaklarda da kullanılmaktadır. Türkiye, yıllık bir milyon tondan fazla üretimle dünyanın en büyük bulgur üreticisi ve 107 ülkeye 262.615-ton bulgur ihraç eden en büyük ihracatçısıdır (Shah vd. 2022).

Bayram ve Bozkurt (2007) yaptıkları bir araştırmada, vegan sucuk üretmek için sarı (*Triticum durum*) ve siyah/kahverengi bulgur (*Triticum aestivum*) kullanmışlardır. Çalışma sonuçları, bulgurun vegan sucuk üretimi için uygun bir ingrediye olabileceğini göstermiştir.

Siyez bulguru (*Triticum monococcum*), atalarımız tarafından ekilen ve Türkiye'nin güneydoğu bölgesinde evcilleştirilen ilk buğdaydır. Zaharieva ve Monneveux (2014) bu buğdayın, tarihsel olarak büyük öneme sahip olmasına rağmen, modern toplumlarda diğer buğday türleri tarafından yer değiştirilmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmadığını bildirmiştir. Buna rağmen, besin değerleri, düşük girdili tarıma uygunluğu ve yüksek seviyede zararlılar ve hastalıklara karşı direnç göstermesi nedeniyle, siyez bulgurunun son zamanlarda organik üretim için ilgi çekmeye başladığını belirtmişlerdir. Besin değerleri, mineraller ve vitaminler çizelge 2.6'da sunulmuştur (Anonim 2021).

Çizelge 2.6 Siyez bulgurunun bileşimi (100 gramda) (Anonim 2021)

Besin	Miktar	Mineral	Miktar (mg)	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	354	Ca	83	B2 (mg)	0.212
Protein (g)	18.8	Fe	4.5	B3 (mg)	4.17
Yağ (g)	3.12	Mg	125	B6 (mg)	0.417
Lif (g)	8.3	P	417	A (IU)	208
Karbonhidrat (g)	66.7	Zn	4.69		
		Mn	3		

Durum ve ekmeklik buğdaylarla karşılaştırıldığında, siyez bulgur tanelerinin önemli ölçüde daha yüksek protein, lipit (özellikle çoklu doymamış ve tekli doymamış yağ asitleri) ve fruktan seviyeleri içermektedir. Ayrıca, yapısında çinko ve demir gibi bazı iz elementler daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Karotenoidler, konjuge fenolikler, fitosteroller gibi sağlık açısından önemli antioksidanların önemli miktarlarda içermesi, β -amilaz ve lipoksigenaz aktivitelerinin düşük olması siyez bulgurunun diğer avantajlı özelliklerindedir (Hidalgo ve Brandolini 2013).

Yılmaz ve Koca (2020), Türkiye'nin geleneksel ürünü olan siyez bulgurunun renk ve lezzetinin, durum bulguruna göre bir miktar farklılıklar gösterdiğini, bu farklılıkların kabul edilebilir düzeyde ve bazı durumlarda bulgur kalitesi açısından avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

2.4.7 Yulaf

Yulaflar 2000 M.Ö. dönemine kadar uzanan büyük bir tarihi kayda sahiptirler. En çok yetiştirilen iki yulaf türü, genellikle beyaz veya sarı yulaf olarak bilinen *Avena sativa* ve kırmızı yulaf olarak bilinen *Avena byzantina*'dır (Webster, 1996). Yulaf taneleri, B kompleks vitaminleri, protein, yağ, mineraller, β -glukan ve diğer diyet çözümlü lifler açısından zengin bir kaynaktır (Butt vd. 2008, Rasane vd. 2013, Paudel vd. 2021). Nötür bir tada sahip bir tahıl olan yulaf, Almanya, İrlanda, İskoçya, Norveç, İsveç ve Danimarka gibi birçok Batı ülkesinde günlük beslenmenin bir parçasıdır (Small 1999). Küresel diyabet sorunu ve glisemik indeksin önemi bağlamında, yulaf gevreklerinin düşük glisemik indekse, müslinin ve granolanın orta glisemik indekse sahip olduğu, hızlı pişen yulaf, instant yulaf ve yulaf sütünün ise daha yüksek glisemik indeks değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Varma vd. 2016).

USDA tarafından bildirilen yulafın 100-gramındaki besin içeriği çizelge 2.7'de verilmiştir. Buna göre yulaf, 68.7-gram karbonhidrat, 13.5-gram protein, 5.89 gram toplam yağ, 10.4 gram toplam diyet lifi ve 382 kcal içermektedir.

Çizelge 2.7 Yulafın bileşimi (100 gramda) (Anonim 2023e)

Besin	Miktar	Mineral	Miktar (mg)	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	382	Ca (mg)	46	B1 (mg)	0.406
Protein (g)	13.5	Fe (mg)	4.34	B3 (mg)	0.993
Yağ (g)	5.89	Mg (mg)	126	B6 (mg)	0.135
Lif (g)	10.4	P (mg)	387	B7 (µg)	21.9
Karbonhidrat (g)	68.7	K (mg)	350	B9 (µg)	32
Kül (g)	1.71	Na (mg)	1		
Su (g)	10.2	Zn (mg)	2.74		
		Cu (mg)	0.428		
		Mn (mg)	3.23		
		Se (µg)	25.4		
		Mo (µg)	160		

Paudel vd. (2021), yulafın, çeşitli fenolik bileşiklerin varlığı sayesinde, kanser, inme ve koroner kalp hastalıkları gibi hastalıkların önlenmesi üzerindeki olumlu etkisiyle bağlantılı olduğunu belirtmiştir. Yulaf, çeşitli patojenlere karşı savunma işlevi gören fenolik bileşikler içerir. Yulafın içerdiği sterol ve fitik asit, metal kaynaklı serbest radikallerin oluşumunu önleme işlevine, saponinler kolon kanseri hücrelerinin büyümesini engelleme potansiyeline sahiptir (Paudel vd. 2021).

Yulaf, β -glukan varlığı nedeniyle kan şekeri ve kardiyovasküler hastalıkların kontrolü gibi çeşitli olumlu sağlık faydaları ile ilişkilendirilmiş ve çölyak hastalarının beslenmesine uygun olduğu bildirilmiştir. Gluten oranı düşük olan yulaf, ekmek üretiminde kullanılamaz ve bu nedenle lapa, yulaf ezmesi veya kahvaltılık gevrek olarak tüketilmesi yaygındır (Butt vd. 2008).

Yulaf ürünlerinin, farelerde bağırsak mikrobiyotasında olumlu değişikliklere yol açtığı, obezite ve diğer ilgili metabolik bozuklukların azaltılmasına yardımcı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kolesterol, triacilglycerol ve endotoksin seviyelerinin kontrol altına alınmasında da etkilidir (Dong vd.2016). Yulaf, yulaf ezmesi ve yulaf kepeği tüketiminin,

toplam plazma kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol, postprandial kan şekeri ve insülin yanıtını düşürme yetenekleri nedeniyle birçok klinik ve endüstriyel uygulamaları vardır (Rasane vd. 2013).

Et analoglarının üretiminde veya araştırmalarında, yulaf proteini (de Angelis vd. 2020, Kaleda vd. 2021, Gaber vd. 2023), yulaf lif konsantresi (Ramos Diaz vd. 2022), yulaf lifi atığı (Zahari vd. 2023) ve yulaf ezmesi (Makarova vd. 2021) gibi farklı yulaf çeşitleri kullanılmıştır.

2.4.8 Domates tozu

Domates (*Solanum lycopersicum*), dünyada en önemli ve kritik ikinci sebze olarak kabul edilir, birinci sırada patates bulunur ve taze ve işlenmiş bir meyve olarak büyük bir öneme sahiptir (Miguel Costa ve Heuvelink, 2018). Folat, potasyum, A ve C vitaminleri açısından iyi bir kaynak olduğu bildirilmiştir. Çizelge 2.8'de domateslerin besin içeriği havuç, patates ve ıspanakla karşılaştırılarak verilmiştir (Beecher 1998, Farooq vd. 2020). Domateslerin %90'ından fazlası su, %3'ü karbonhidrat ve daha küçük miktarlarda protein ve yağ içerir (Collins vd. 2022). Meyve ve sebzelerle dolu Akdeniz tipi diyet, özellikle birçok farklı varyasyonu ile domatesler ve zeytinyağı ile birleştirildiğinde, halk sağlığı önerilerinden biri, özellikle zeytinyağı ile pişirilmiş domatesler olmak üzere, daha fazla sebze ve meyve tüketimidir (Blum vd. 2005).

Çizelge 2.8 Domates, havuç, patates ve ıspanak için folat, potasyum, A ve C vitaminlerinin besin içeriği* (Beecher 1998)

Vitamin/Mineral	Domates	Havuç	Patates	Ispanak
B9 (µg/100g)	13	14	22	146
Potassium (mg/100g)	279	227	573	466
A (IU/100g)	743	24,554	0	8,190
C (mg/100g)	23	2	14	10

* Pişmiş ürün bazında verilmiştir.

Miguel Costa ve Heuvelink (2018), domates endüstrisinin küresel, çeşitlendirilmiş ve yenilikçi olduğunu bildirmiştir. Üretimin verimli olduğu coğrafi bölgeler, uzun yaz dönemleri ve kış yağışları olan ılıman bölgeler olarak kabul edilirken, tropikal ve subtropikal iklimlerde de üretim yapılmaktadır. Küresel üretim verilerine göre, 2014 yılı için tahmini küresel üretim 171 milyon ton olup, toplam domates üretiminin %70'ini oluşturan en büyük bireysel üreticiler Çin, Avrupa Birliği, Hindistan, ABD ve Türkiye'dir. Türkiye'de taze domates üretimi en çok olarak Antalya, Mersin, İzmir ve Çanakkale'de yapılır.

Blum vd. (2005), domates tüketimi ile koroner kalp hastalığı, kanser ve kardiyovasküler hastalıklarla ilgili olumlu sağlık etkileri arasında pozitif bir bağlantı bildirmişlerdir, bu kısmen likopen aktivitesine bağlanmıştır. Bu olumlu etkilere ek olarak, domates bileşenleri cilt sağlığı, diyabet, bağırsak mikrobiyomu, iltihaplanma üzerinde de etkilidir. Domatesin yapısında bulunan ve kanser araştırmalarında kullanılan temel antioksidanlardan likopen ve retinol öncüsü olan β -karoten, kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet açısından faydalar sağlayan önemli karotenoidlerdir (Collins vd. 2022).

Domatesin en büyük avantajlarından biri, taze veya işlenmiş halde birçok farklı şekilde tüketilebilmesidir. Bu formlar: (1) domates konserveleri - bütün soyulmuş domatesler, domates püresi, domates suyu, domates ezmesi, turşu domates ve domates salçası, (2) kurutulmuş domatesler - domates tozu, domates gevreği, kurutulmuş domates meyveleri ve (3) domates bazlı yiyecekler - domates çorbası, domates sosları, acı sos, ketçap (Miguel Costa ve Heuvelink 2018).

Gıda güvenliğini artırmak ve gıda kayıplarını önlemek amacıyla domatesleri farklı ürünlere işleyerek koruma yöntemlerinden biri olan kurutma, düşük maliyetli bir yöntem olarak, tüketimi, taşınması ve depolanması kolay bir ürün üretmek için kullanılır (Castoldi vd. 2014). Hem ısı hem de kütle transfer mekanizmalarını içeren kurutma, bir maddenin içinden su veya çözücülerin buharlaşma yoluyla çıkarılmasını, mikrobiyal büyümeyi engellemek için su aktivitesinin azaltılmasını, raf ömrünün uzatılmasını ve taşınma ve kullanım maliyetlerini düşürmek için ağırlık ve hacmin azaltılmasını içerir

(Hossain vd. 2021). Domates ürünlerinin kurutma kalitesi, domates çeşidi, başlangıçtaki toplam çözünür katı içeriği, kurutma hızı, çevresel koşullar, segment boyutu ve kurutma sürecinin verimliliği gibi faktörlerden etkilenir ve bu, çeşitli kurutma teknikleriyle elde edilebilir (Gowen vd. 2008), geleneksel sıcak hava kurutma ve dondurarak kurutma başlıca yöntemlerdir (Vashisth vd. 2011).

USDA (Anonim 2019c) tarafından bildirilen 100 gram domates tozunun besin değeri çizelge 2.9’da verilmiştir. Domates tozu, 74.7 gram karbonhidrat, 16.5 gram toplam diyet lifi, 12.9 gram protein ve 0.44 gram toplam yağ içerir ve 302 kcal sağlar.

Çizelge 2.9 Domates tozunun bileşimi (100 gramda) (Anonim 2019c)

Besin	Miktar	Mineral	Miktar	Vitamin	Miktar
Enerji (kcal)	302	Ca (mg)	166	C (mg)	117
Protein (g)	12.9	Fe (mg)	4.56	B1 (mg)	0.913
Yağ (g)	0.44	Mg (mg)	178	B2 (mg)	0.761
Lif (g)	16.5	P (mg)	295	B3 (mg)	9.13
Karbonhidrat (g)	74.7	K (mg)	1930	B5 (mg)	3.76
Kül (g)	8.91	Na (mg)	134	B6 (mg)	0.457
Su (g)	3.06	Zn (mg)	1.71	B9 (µg)	120
		Cu (mg)	1.24	A (µg)	862
		Mn (mg)	1.95	E (mg)	12.2
		Se (µg)	5.3	K (µg)	48.8

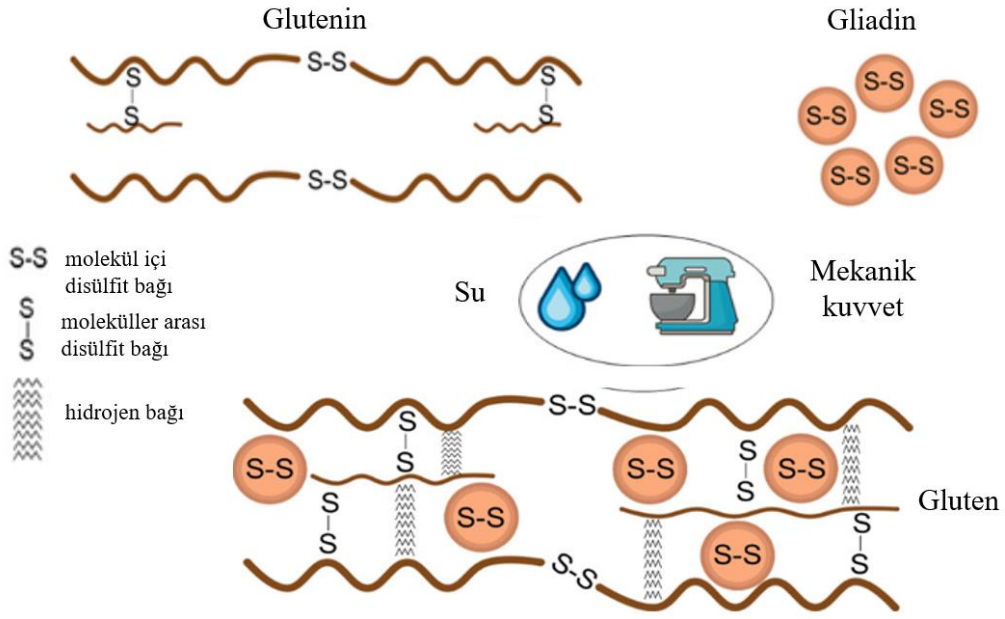
Domates ve ürünlerinin yukarıda belirtilen olumlu sağlık etkileri nedeniyle, domates tozunun birçok farklı üründe kullanımı araştırılmıştır. Bu ürünler arasında bitkisel kozmetik aloe vera ürünleri (Ijaz vd. 2022), işlenmiş peynir (Solhi vd. 2020), buğday unlu kurabiyeler (Bhat vd. 2020), ekstrüde atıştırmalıklar (Yagci vd., 2022), Çin sosisi (Saksomboon vd. 2020), dana sosisi (Ghafouri-Oskuei vd. 2020), domuz sosisi (Qiu ve Chin, 2020) ve et analogu (Lyu vd. 2023) bulunmaktadır.

Bu tezin konusu ile en ilgili olan (Lyu vd. 2023) araştırmasında, iki tür domates tozu (bütün domates tozu ve domates kabuğu tozu) soya protein bazlı yüksek nemli et analoglarının üretiminde kullanılmıştır. Domates tozu ilavesi, yüksek nemli et analoglarında renk, toplam fenolik içerik, antioksidan kapasite ve biyoyararlanabilir likopen içeriğini artırmıştır. Ancak, bu domates tozunun yüksek oranda (%20) ilavesi doku özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Araştırma, bütün domates tozunun yüksek nemli et analoglarının renk ve besin niteliklerini artırmada daha uygun olduğunu göstermiştir.

2.4.9 Buğday gluteni

Biyolojik açıdan bakıldığında, gluten, buğday tanesinin depolama proteinlerinden kaynaklanan bir gluten-protein kompleksi olarak açıklanabilir (Shewry ve Halford, 2002). Ayrıca, buğday unundan nişasta izolasyonu sırasında yan ürün olarak üretilen, yapışkan, visko-elastik bir protein malzemesi olarak tanımlanabilir (Day vd. 2006). Gluten proteinlerinin doğada en karmaşık protein agregatlarından biri olduğu bildirilmiştir (Wieser vd. 2022). Codex Standard 163-1987'ye atıfta bulunan (Schopf vd. Scherf, 2021), buğday gluteni, hidrasyon sonrası yüksek viskoelastik özelliklere sahip bir buğday protein ürünü olarak belirtilmiştir. Glutende ham protein içeriği \geq %80, nem içeriği \leq %10, kül içeriği \leq %2 ve ham lif içeriği \leq %1.5 olması gerekmektedir.

Kimyasal açıdan buğday gluteni gliadin ve glutenin olmak üzere iki ana fraksiyondan oluşur. Gliadinin rolü, hamur sisteminin viskozitesini ve uzayabilirliğini iyileştirmekken, glutenin gücü ve elastikiyeti sağlar (Gasparre ve Rosell 2022). Şekil 2.10'da gösterildiği gibi, gluten ağının gelişimi bu iki fraksiyona atfedilir.



Şekil 2.10 Gluten ağının gelişimi (Gasparre ve Rosell 2022)

Gluten kullanımının dezavantajı, gıda yoluyla gluten alımına karşı duyarlı olan çölyak hastası bir tüketici segmentinin bulunmasıdır. Çölyak hastalığı, ince bağırsağı etkileyen otoimmün bir bozukluk olup, genetik olarak yatkın bireylerde gluten alımı ile tetiklenir ve nüfusun yaklaşık %1'inde görülür (Catassi vd. 2022). Bu hastalık, tüm yaş gruplarındaki bireyleri etkileyen en yaygın sağlık sorunlarından biridir ve hasta bireylerin gluten içermeyen bir diyetle beslenmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, endüstri ve akademide gluten içermeyen et analogları için formülasyonlar aramaları beklenmektedir. Örneğin, %6 k-karragenan ve %1 ksantan gamı ile %6 guar gamı ve %1 ksantan gamı karışımlarının bu ürünlerde glutenin yerine geçebilecek potansiyel bileşenler olduğu bildirilmiştir (Nanta vd. 2021).

Bu dezavantajına rağmen glutenin gıda endüstrisinde farklı şekillerde kullanıldığı görülmektedir. En yaygın kullanımı, fırın ürünlerindedir, ancak vejetaryen ürünlerde et ikamesi olarak ve deniz ürünleri ve yengeç analoglarının üretiminde de yaygın olarak kullanılır (Day vd. 2006). Son birkaç yılda, glutenin içerik olarak kullanıldığı et analogu üretimi hakkında birçok çalışma yayınlanmıştır (Schreuders vd. 2019, Chiang vd. 2019, Hamid vd. 2020, Chiang vd. 2021, Yuliarti vd. 2021, Sun vd. 2023, Zhang vd. 2023, Zhang vd. 2023).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Vegan sucuk üretiminde yerel pazardan temin edilen nohut, Kastamonu siyez bulguru, kırmızı mercimek, Hindistan cevizi yağı, sarımsak, meksika fasulyesi, domates tozu (Gupguru), granül bezelye proteini (Vegrano), yulaf, maya ekstraktı (Alfasol) monodigliderit (Alfasol) ve baharat materyal olarak kullanılmıştır. Starter kültür olarak *Lactobacillus sakei* ve *Staphylococcus carnosus* içeren BFL-F06, Bactogerm™ (Chr. Hansen, Danimarka) kullanılmıştır.

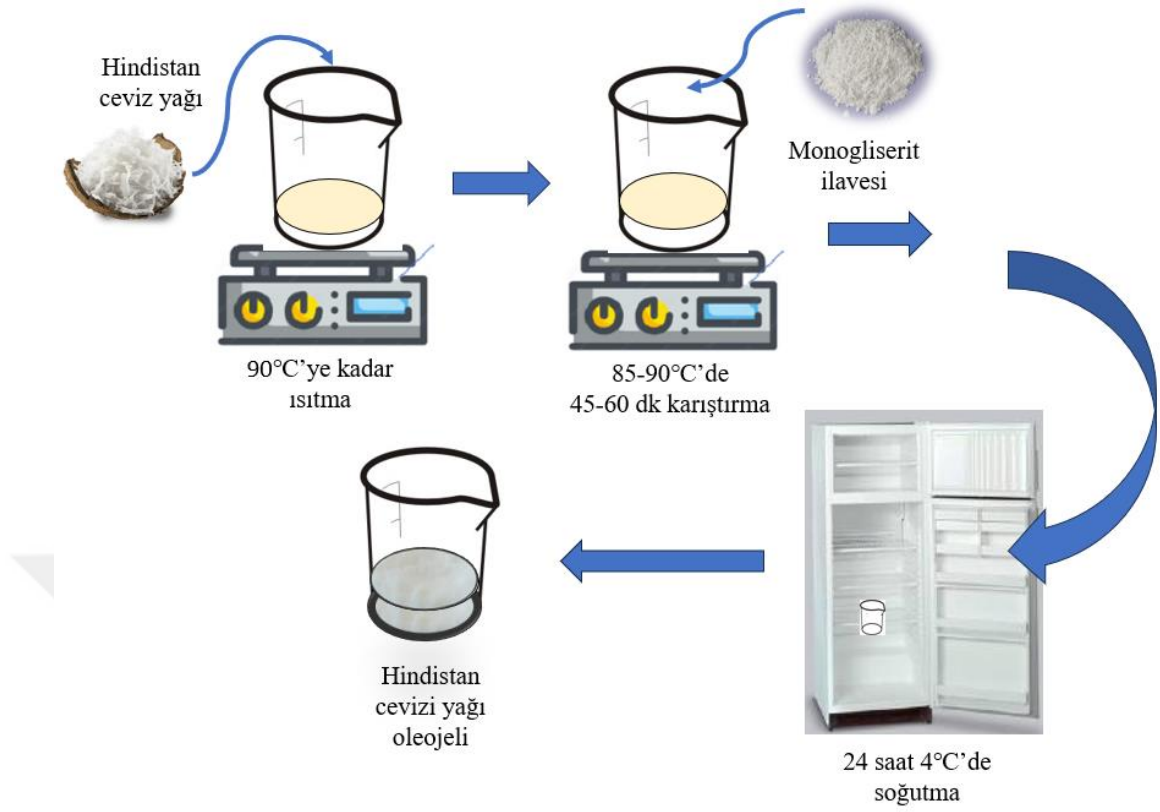
3.2 Yöntem

3.2.1 Oleojel üretimi

Çalışmanın temel hedeflerinden biri, vegan sucukta mozaik yapının iyileştirilmesi için beyaz renkli oleojel üretimi ve ürün formülasyonunda kullanımınıdır. Oleojel üretimi aşamaları şekil 3.1’de verilmiştir. İlk olarak, Hindistan cevizi yağı manyetik karıştırıcıda 90°C’ye ısıtıldıktan sonra oleojelatör olarak monodigliserit eklenmiş ve 45 dakika karıştırmaya bırakılmıştır. Bu işlemde sonra oleojel manyetik karıştırıcıdan alınmış ve katılaşana kadar oda sıcaklığında, daha sonra 24 saat buzdolabında bekletilmiş ve vegan sucuk formülasyonuna ilave edilmeden önce ince rendelenmiştir. Genellikle 24-25°C’nin altındaki sıcaklıklarda doğal beyaz renge sahip olan Hindistan cevizi yağından üretilen oleojel, beyaz bir renkte elde etmiştir (Şekil 3.2).

3.2.2 Vegan sucuk üretimi

Vegan sucuk üretiminde (şekil 3.3) hamurun yapısal özelliklerinin temini için temel malzemeler olarak nohut, siyez bulguru, yulaf ezmesi, Meksika fasulyesi ve kırmızı mercimek kullanılmıştır. Bu malzemeler pişirilmiş, süzülükten sonra kullanılmıştır. Domates tozu, ıslatılmış ve süzülüş bezelye proteini ve baharat bu malzemelere ilave edilerek ardından karışım bir blendırda homojen hale getirilmiştir.



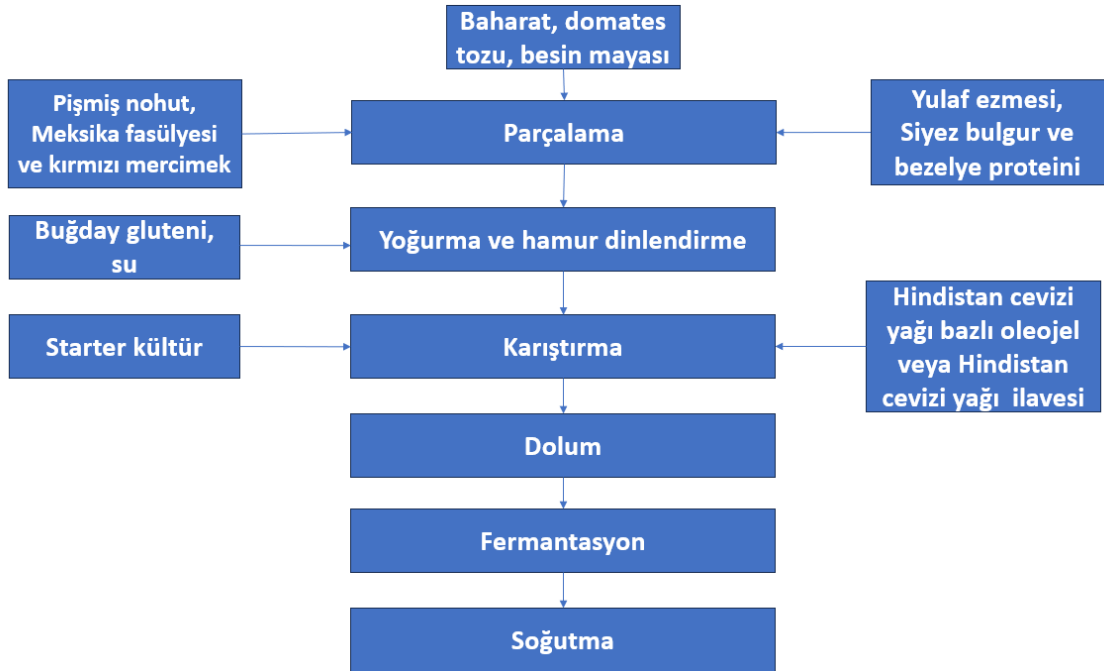
Şekil 3.1 Oleojel üretim şeması



Şekil 3.2 Üretilen Hindistan cevizi oleojelinin soğutmadan önce (soldaki fotoğraf) ve sonraki (sağdaki fotoğraf) görselleri

Elde karışım yoğurma makinesine transfer edilerek buğday gluteni ve su eklenmiştir. Yoğurma işlemi tamamlandıktan sonra, glutenin gelişmesi için hamur 10 dakika dinlendirilmiştir. Daha sonra starter kültür ilave edilerek hamur yaklaşık 2 dk daha karıştırılmıştır. Karışıma son olarak rendelenmiş Hindistan cevizi yağı ya da Hindistan cevizi yağı oleojeli ilave edilmiştir. Bu şekilde 1) %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilen grup (HCY-10), 2) %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilen grup (HCY-20), 3) %10 Hindistan cevizi yağı oleojeli ilave edilen grup (O-10), 4) %20 Hindistan cevizi yağı oleojeli ilave edilen grup (O-20) olmak üzere 4 grup vegan sucuk karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan 4 grup vegan sucuk hamuru, kılıflara doldurulmadan önce sıcaklığını düşürmek amacıyla buzdolabında bekletilmiştir. Dolumdan sonra, fermantasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon, fermantasyon kabinde 20°C sıcaklıkta %80 nemde 24 saat boyunca yapılmıştır (Şekil 3.4). Fermantasyon bitiminde vegan sucuklar, buzdolabında 24 saat soğumaya bırakılmış ve sonrasında analizler gerçekleştirilmiştir.

Üretilen vegan sucuk için nihai formülasyonlar, %10 ve %20 oleojel ve Hindistan cevizi yağı için aşağıdaki çizelge 3.1'te sunulmuştur.





Şekil 3.4 Fermantasyona tabi tutulan vegan sucukların görseli

Çizelge 3.1 Vegan sucuk formülasyonu

Malzemeler	%10 Oleojel/ Hindistan cevizi yağı (g/100g)	%20 Oleojel/ Hindistan cevizi yağı (g/100g)
OJ/HCY	10	20
Meksika fasülyesi	20.25	18
Nohut	5.21	4.63
Kırmızı mercimek	5.21	4.63
Siyez bulgur	6.37	5.66
Bezelye protein	5.21	4.63
Domates tozu	11.57	10.29
Yulaf ezmesi	6.37	5.66
Tuz	1.74	1.54
Kimyon	1.16	1.03
Karabiber	0.29	0.26
Kırmızı acı biber	0.29	0.26
Kırmızı tatlı biber	0.58	0.51
Sarımşak	2.03	1.80
Gluten	3.47	3.09
Su	17.36	15.43
Besin mayası	2.89	2.57

3.2.3 Analiz yöntemleri

3.2.3.1 Proses verimi

Vegan sucuk üretiminde proses verimi, örneklerin fermentasyon öncesi ve sonrası ağırlık farkları ölçülerek aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır

$$\text{Proses verimi (\%)} = \frac{a}{b} \times 100$$

a: fermentasyondan önceki ağırlık (g)

b: fermentasyondan sonraki ağırlık (g)

3.2.3.2 Nem içeriği

Vegan sucukların nem içeriğini belirlemek için, kuru madde kapları, sıcaklığı 105°C'ye ayarlanmış bir etüvde en az iki saat boyunca sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra, kaplar desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve 0.0001 g hassasiyetle tartılmıştır. Önceden homojenize edilmiş sucuk örneğinden yaklaşık 5 g alınarak bu kaplara alınarak tartımları not edilmiştir. Etüv 105°C'ye ayarlanarak sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Son olarak, kuru madde kaplarının ağırlık farkı hesaplanarak örneğin % nem içeriği belirlenmiştir (AOAC 2006).

3.2.3.3 Protein içeriği

Vegan sucukların protein içeriği Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Her bir örnekten yaklaşık 1 gram tartılmış, yakma ünitesinde yer alan Kjeldahl balonlarına yerleştirilmiştir. Örneklerin üzerine 15 mL derişik sülfürik asit ve 10 g katalizör tablet (K₂SO₄:CuSO₄) eklenmiştir. Örnekler yakma ünitesine yerleştirilerek sıcaklık kademeli olarak arttırılmıştır. Balonların içindeki karışım berrak renk alınca yakma işlemi durdurulmuştur. Sonrasında örnekler destilasyon ünitesinde %3'lük borik asit ve %32'lik

sodyum hidroksit çözeltileriyle destile edilmiştir. Destile edilen örneklere birkaç damla fenolftalein indikatörü damlatılarak, 0.025 M H₂SO₄ ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan asit miktarı kaydedilmiş, yapılan hesaplama sonucu azot miktarına (%) ulaşılmıştır. Azot miktarı (%) et ürünleri için azotu proteine dönüştürme faktörü olan 6.25 kat sayısı ile çarpılarak protein miktarına (%) ulaşılmıştır (AOAC 2006).

3.2.3.4 Yağ içeriği

Vegan sucukta yağ içeriği Soxhlet yöntemiyle belirlenmiştir. Bu amaçla, yağ balonları önce 105°C'deki bir etüvde sabit ağırlığa ulaşana kadar kurutulmuş ve tartılmıştır. Daha sonra önceden nemi uzaklaştırılmış olan örnekler, kartuşlara aktarılmış ve üzerleri pamukla kapatılmıştır. Ekstraktörlere çözgen olarak 1.5 sifon kadar petrolyum benzin eklenmiştir. Ekstraksiyon işlemi yaklaşık 6 saat sürdürülmüştür. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra, yağ balonlarındaki çözücünün buharlaşması için balonlar etüvde (105°C) çözgenin tamamı uçana kadar bekletilmiştir. Ardından, yağ balonları desikatörde soğutulmuş ve oda sıcaklığına ulaşınca hassas terazide tartılmıştır. Sonuçlar, % yağ içeriği olarak hesaplanmıştır (AOAC 2006)).

3.2.3.5 Kül içeriği

Daha önceden sabit ağırlığa getirilen porselen kül kaplarına yaklaşık 3 gram örnek tartılarak kül fırınına yerleştirilmiştir. Kül kapları, kademeli olarak kül fırınında yakılmak üzere, önce 250°C'de 2 saat süreyle tutulmuş, ardından sıcaklık 550°C'ye yükseltilerek örnekler beyaz-gri renge ulaşana kadar yakma işlemi devam ettirilmiştir. Yanma işlemi tamamlandıktan sonra, kül kapları fırından çıkarılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan kapların son tartımları yapılmış ve tartım farkından % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 2006).

3.2.3.6 pH ve titrasyon asitliği

Örneklerden bir beher içine 10 gram tartılıp ardından 100 mL destile su ilave edilerek karışım, Miccra marka bir homojenizatör (MICCRA D-9, Almanya) kullanılarak homojenize edilmiştir. Elde edilen karışımın pH değeri, pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri ile kalibre edilmiş bir pH metre (Orion Star™ A211 Benchtop pH Metre) kullanılarak ölçülmüştür (AOAC 2000)

pH ölçümleri kaydedildikten sonra, titrasyon asitliği analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla pH ölçümü yapılan örnekler 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH değeri 8.3'e ulaşana kadar titrasyon yapılarak titrasyon sırasında harcanan NaOH miktarı kaydedilmiş ve bu değer kullanılarak % titrasyon asitliği hesaplanmıştır (Acton ve Keller 1974).

3.2.3.7 Tekstür analizi

Örneklerin tekstür özelliklerinde sıklık (kg, firmness) ve sertlik (kg/sn, toughness) TA.XT2 tekstür analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Analizde cihazın kraft bıçağı probu ile 25 kg yük hücresi kullanılarak, 15 mm boyutunda kesilmiş dilimler test hızı 2 mm/s olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.8 Enstrümental renk

Her grup için CIE L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ölçülmüştür. Her bir grup için iki set halinde altı ölçüm alınmış ve bu değerler Konica Minolta Chroma Meter CR 400 renk belirleme cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3.9 Su aktivitesi

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi cihazı (Aqualab 4TE, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler 25°C'de gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler kaydedilmiştir (Aktaş ve Gürses, 2005).

3.2.3.10 Pişirme kaybı

Pişirme verimi, örneklerin pişirme öncesi ve sonrası ağırlık farkları ölçülerek hesaplanmıştır. Örnekler, 160°C’de 6 dakika boyunca airfryer içinde pişirilmiş ve pişirme verimi aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir:

$$Pişirme\ kaybı\ (\%) = 100 - \frac{a}{b} \times 100$$

a: pişirmeden sonra örnek ağırlığı (g)

b: pişirmeden önce örnek ağırlığı (g)

3.2.3.11 Duyusal analiz

Tez çalışmasında duyusal Analiz Ankara Üniversitesi Etik Kurulu tarafından verilen 13/05/2024 tarih ve 03/06 sayılı etik kurul kararı onayı ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz için fermente vegan sucuk örnekleri dilimlenmiştir. Rastgele üçlü kodlar kullanılarak etiketlenmiş örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni özellikleri 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelistlere, bir önceki örnekten ağızda kalan tadı temizlemek için örnekler arasında kraker ve su tüketmeleri talimatı verilmiştir. Değerlendirme 9’lu hedonik skala (1: son derece kötü; 9: mükemmel) kullanılarak yapılmıştır (Meilgaard vd. 2006).

3.2.3.12 İstatistik analiz

İstatistiksel analiz SPSS (SPSS 24.0, IBM, Chicago, IL, ABD) istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi P<0.05 olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

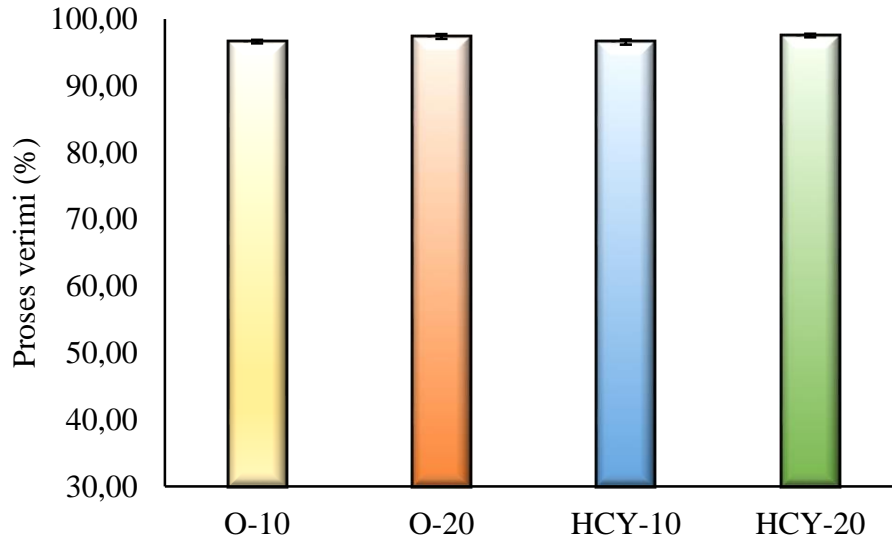
4.1 Proses Verimi

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların proses verimi (%) çizelge 4.1 ve şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun proses verimi üzerine etkisi

GRUPLAR	Proses verimi (%)
O-10	96.62±0.27
O-20	97.39±0.35
HCY-10	96.56±0.38
HCY-20	97.55±0.27

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.



Şekil 4.1 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun proses verimi üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata

Vegan sucuk üretimi esnasında belirlenen proses verimleri O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla %96.62, %97.39, %96.56 ve %97.55 olarak saptanmıştır. En yüksek proses verimi %20 oleojel veya Hindistan cevizi yağı eklenen gruplarda gözlenmiş olmasına rağmen, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel olarak değerlendirildiğinde yüksek bulunan proses verimi, vegan sucukların fermantasyon süresinin kısa olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2 Nem İçeriği

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların nem içerikleri (%) çizelge 4.2 ve şekil 4.2’de verilmiştir.

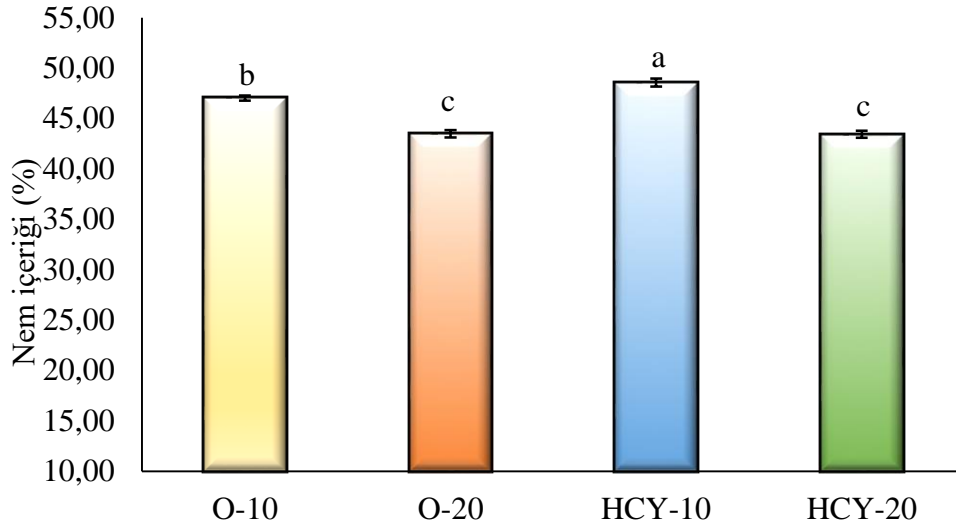
Çizelge 4.2 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun nem içeriği üzerine etkisi

GRUPLAR	% Nem
O-10	47.02±0.26 ^b
O-20	43.47±0.37 ^c
HCY-10	48.57±0.39 ^a
HCY-20	43.43±0.36 ^c

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

^{a-c} Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Vegan sucuk gruplarında nem içeriği O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla %47.02, %43.47, %48.57 ve %43.43 olarak bulunmuştur. Hindistan cevizi yağının %10 oranında ilave edildiği HCY-10 grubu diğer tüm gruplardan önemli ölçüde yüksek nem içeriği göstermiştir ($p<0.05$). Gerek oleojel ve gerekse Hindistan cevizi yağı yüksek oranda (%20) ilavesi %10 oranında ilave edilme oranına göre örneklerin nem içeriğinde düşüşe neden olmuştur ($p<0.05$). Bu da ürün bileşiminde bulunan yağ ve nem içeriği arasındaki ters orantıyı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.2 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun nem içeriği üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. ^{a-c} Sucuk hamurlarında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Bozkurt ve Bayram (2007), 15 günlük olgunlaşmanın vejetaryen sucukta kalite özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, olgunlaşmanın sonunda örneklerde nem içeriğinin %31.8 olarak saptandığını bildirmişlerdir. Paranağama vd. (2022) yeşil Jak meyvesi (jackfruit), istiridye mantarı ve hindistancevizi unu ile vegan sosislerde nem içeriğinin %64.49 olduğu bildirilmiştir. Hamid vd. (2020), ise farklı oranlarda Jack meyvesi atıkları (%18, %38, %58 ve %78) ve buğday gluteni (%60, %40, %20 ve %0) kullanarak ürettikleri et analogunun nem içeriğinin %42.27 olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye’de vegan ya da vejetaryen sucuk ürünleri için yasal bir düzenleme olmadığından, elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

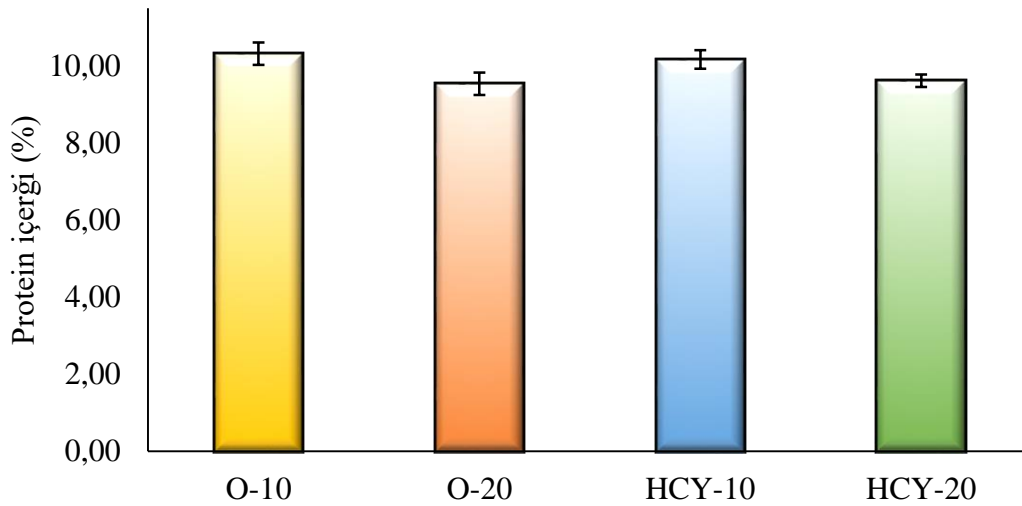
4.3 Protein İçeriği

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların protein içerikleri (%) çizelge 4.3 ve şekil 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun protein içeriği üzerine etkisi

GRUPLAR	% Protein
O-10	10.32±0.29
O-20	9.54±0.29
HCY-10	10.17±0.24
HCY-20	9.62±0.16

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.



Şekil 4.3 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun protein içeriği üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata.

Protein içeriği O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 vegan sucuk gruplarında sırasıyla %10.32, %9.54, %10.17 ve %9.62 olarak saptanmıştır. %20 Hindistan cevizi oleojeli ve Hindistan cevizi yağı içeren örneklerde daha yüksek protein içeriği belirlenmiş olmakla birlikte, örneklerin protein içerikleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tremlova vd. (2022) şarap atıklarından elde edilen üzüm ununu 6 farklı oranda (%0, (%1, (%3, (%7, (%10 ve (%20) kullanarak ürettikleri vejetaryen sosis örneklerinde, üzüm unu ilavesinin protein içeriğini düşürdüğü ve sosislerde protein içeriklerinin %12.54 ile

%15.57 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tavuk eti ve burgerlerin ticari et analogu versiyonlarıyla karşılaştırılmal olarak incelendiği bir araştırmada (Godschalk-Broers vd. 2022), tavuk eti analogu ürünlerinde protein içeriğinin %15 ile %30 arasında, et analogu burgerlerin protein içeriğinin ise %14.0 ile %21 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Tavuk eti bitki alternatiflerinde en yüksek protein içeriği bezelye proteini, soya proteini ve buğday kullanan markalarda, en düşük içerik ise soya ve buğday kombinasyonu ile mikoprotein kaynaklarında bulunmuştur. Burger analoglarında ise en yüksek protein içeriği buğday, bezelye ve mikoprotein kombinasyonu ve soya ve buğday kombinasyonundan elde edilen ürünlerde; en düşük protein içeriği ise yine soya ve buğday karışımında saptanmıştır. Diğer bir araştırmada, Bakhsh vd. (2021), bitki bazlı köftelerin protein içeriğinin %16.77 olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada genel olarak, tüm gruplar için literatür verilerine göre daha düşük belirlenen protein içeriği değerleri, formülasyonda ürünün yapısal özelliklerini iyileştirmek için kullanılan karbonhidrat içeriği yüksek ingrediyenlerin miktarının fazla olması ve düşük miktarda bezelye proteini kullanılmasına bağlanabilir.

4.4 Yağ İçeriği

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların yağ içerikleri (%) çizelge 4.4 ve şekil 4.4'te verilmiştir. Üretilen vegan sucukların yağ içerikleri O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla %16.16, %31.93, %17.84 ve %32.80 olarak belirlenmiştir.

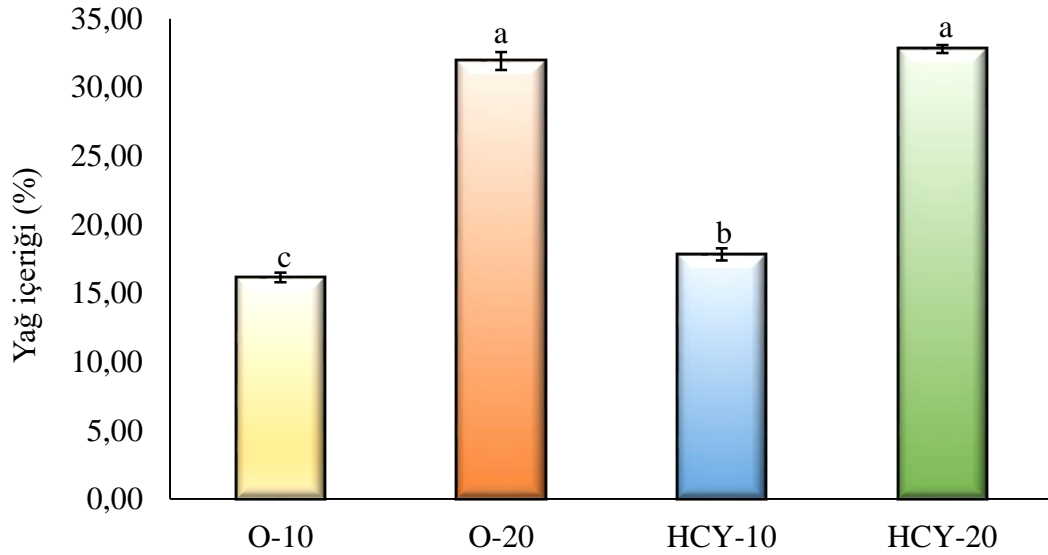
Beklendiği üzere, %20 oleojel ve Hindistan cevizi yağı eklenen örneklerde yağ içeriği diğer iki gruba göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Yağ kaynağı olarak oleojel ve Hindistan cevizi yağı ilavesi karşılaştırıldığında, HCY-10 grubunun yağ içeriğinin O-10 grubunun yağ içeriğinden önemli ölçüde daha düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun yağ içeriği üzerine etkisi

GRUPLAR	% Yağ
O-10	16.16±0.35 ^c
O-20	31.93±0.66 ^a
HCY-10	17.84±0.44 ^b
HCY-20	32.80±0.30 ^a

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

^{a-c} Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.4 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun yağ içeriği üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. ^{a-c} Sucuk hamurlarında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Vegan/vejetaryen et alternatiflerine yönelen tüketiciler genellikle diyetlerinde yağ miktarını azaltma eğilimindedirler. Üretilen vegan sucukların yağ içeriği Hindistan cevizi yağı ve diğer mevcut bileşenlerle bağlantılı olsa da %20 oleojel ve Hindistan cevizi yağı eklenen örneklerin yağ içeriğinin oldukça yüksek olduğu ve bu nedenle %10 oleojel/yağ ilave edilme oranının örneklerin beslenme kriterleri açısından tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilebileceği söylenebilir. Diğer taraftan, Hindistan cevizi yağının sağlık faydaları dikkate alındığında, sağlıklı beslenme yönünde bilinçli tüketicilerin bu yağı

yüksek oranda içeren ürünleri tercih etme potansiyellerini de göz ardı etmemek gerekmektedir.

Farklı oranlarda üzüm unu ilave edilerek üretilen vegan sosislerin yağ içeriğinin %11.56 ile %15.73 arasında değiştiği gözlenmiştir (Tremlova vd. 2022). Bakhsh vd. (2021), tekstüre edilmiş bitkisel protein bazlı et analogu köftelerinin, sığır ve domuz etinden üretilen köftelerle karşılaştırıldığı çalışmada, et analogu olarak üretilen tekstüre edilmiş bitkisel protein bazlı köftelerin yağ içeriğinin (%11.71) sığır eti köftelerinden (%19.11) ve domuz etinden yapılan köftelerden (%20.36) daha düşük yağ içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Godschalk-Broers vd. (2022), ticari tavuk eti alternatiflerinin yağ içeriğinin %0.4 ile %11.8 arasında değiştiğini, burger et alternatiflerinin ise %5 ile %19 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. En düşük yağ yüzdesine sahip tavuk eti analogu ürünlerinde protein kaynağı olarak soya kullanılmışken, ana protein kaynağı olarak buğday kullanılan ürünler daha yüksek yağ içeriğine sahip olmuştur. Burger alternatifleri için, soya bazlı ürünlere göre bezelye bazlı ürünlerde daha yüksek yağ içeriği saptanmıştır (Godschalk-Broers vd. 2022). Hamid vd. (2020), jak meyvesi atıklarından üretilen et analoglarının ortalama yağ içeriğini %13.00, ticari üründe ise %13.90 olarak belirlemişlerdir. Literatürde yer alan diğer çalışmalarda, yağ içeriği bitki bazlı emülsiyon tipi sosislerde %8.23 (Mazumder vd. 2023), bitki bazlı et analogunda %2.46 olarak (Mishal vd. 2022) bildirilmiştir.

4.5 Kül İçeriği

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların kül içerikleri (%) çizelge 4.5 ve şekil 4.5'te verilmiştir.

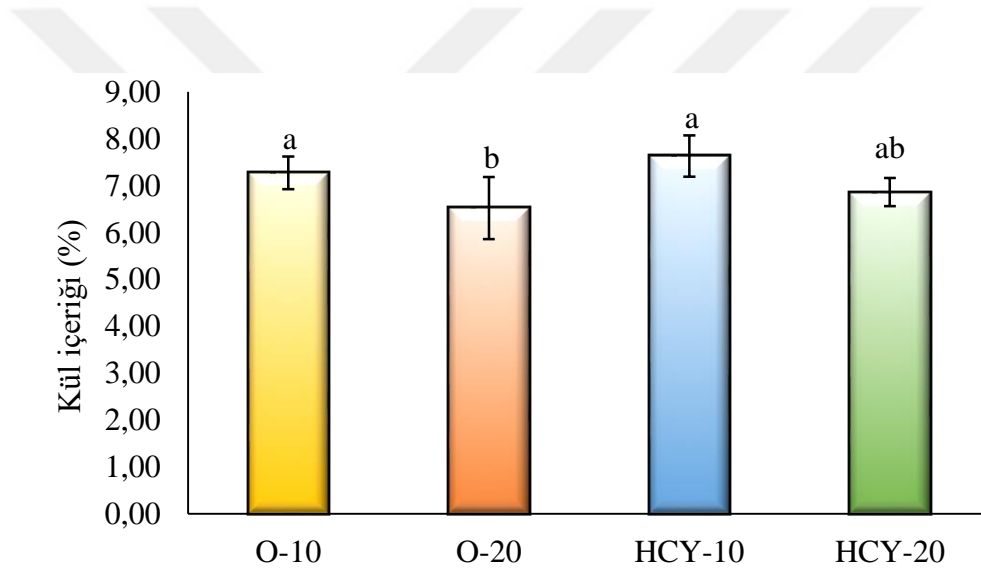
Çalışmada üretilen vegan sucuklarda kül içeriği O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla %7.27, %6.52, %7.63 ve %6.86 olarak saptanmıştır. O-20 grubu en düşük kül içeriğine sahip olmuş, bu grubun kül içeriği HCY-20 grubu dışında diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.5 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun kül içeriği üzerine etkisi

GRUPLAR	Kül içeriği
O-10	7.27±0.19 ^a
O-20	6.52±0.11 ^b
HCY-10	7.63±0.12 ^a
HCY-20	6.86±0.15 ^{ab}

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

^{a,b} Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.5 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun kül içeriği üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. ^{a-b} Sucuk hamurlarında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Mazumder vd. (2023) emülsiyon tipi sosislerde kül içeriğini %2.25, ticari ürün olan kontrol örneğinde ise %2.40 olarak belirmişlerdir. Paranagama vd. (2022), yeşil jak meyvesi ve mantar kullanılarak yapılan vegan sosisin kül içeriğinin %2.62 olduğunu bildirmişlerdir. Stephan vd. (2017), farklı bitki bazlı protein kaynakları ile üretilen sosis analoglarında, tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kül içeriğinin %2.18 ile %2.64 arasında değiştiğini, Arora vd. (2016), sosis analogları üretiminde kül içeriğinin %1.15 ile %1.41 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Jak meyvesi atıkları ile üretilen et analoglarında ise

kül içeriğinin %3.76 olduğu saptanmıştır (Hamid vd. 2020). Çalışmada kül içeriği için elde edilen bulgular literatür verilerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu da ürün formülasyonlarındaki, özellikle tuz ve mineral maddece zengin diğer ingrediyanların farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

4.6 pH Değeri

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların pH değerleri çizelge 4.6 ve şekil 4.6’da verilmiştir.

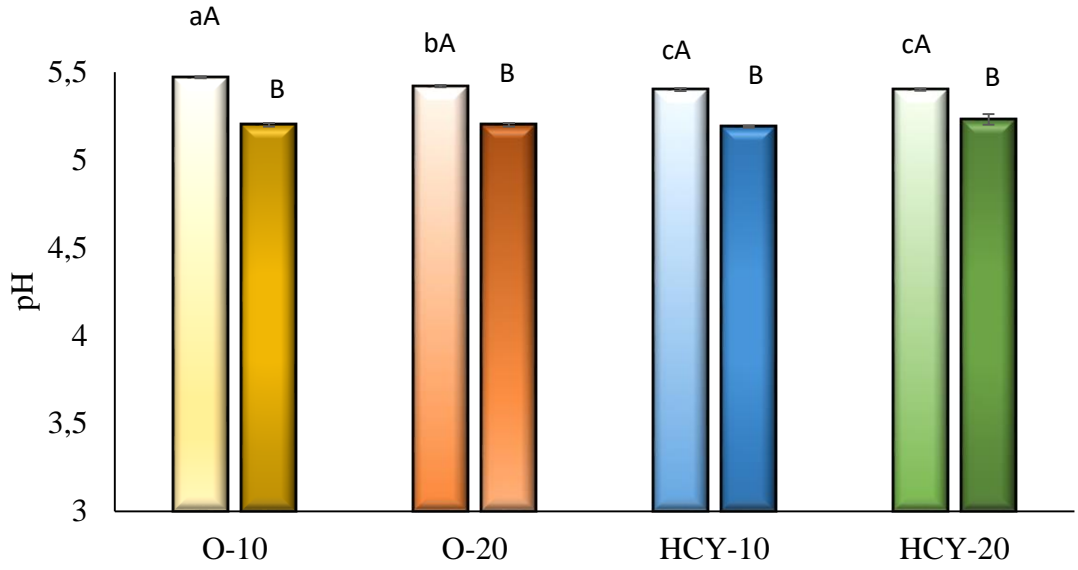
Çizelge 4.6 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pH değeri üzerine etkisi

GRUPLAR	pH değeri	
	Başlangıç hamuru	Son ürün
O-10	5.47±0.01 ^{aA}	5.20±0.01 ^B
O-20	5.42±0.01 ^{bA}	5.20±0.01 ^B
HCY-10	5.40±0.01 ^{cA}	5.19±0.01 ^B
HCY-20	5.40±0.01 ^{cA}	5.23±0.03 ^B

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

a-c Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

^{A,B} Aynı grup içinde, aynı satırda, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.6 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pH değeri üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. Her grup içinde açık renkli ve koyu renkli çubuklar sırasıyla, sucuk hamuru ve son ürün pH değerlerini göstermektedir. Hata çubukları: ortalama±standart hata. ^{a-c} Sucuk hamurlarında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). ^{A-B} Aynı grup içinde başlangıç hamuru ve sucuk ürünü arasında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Sucuk üretiminde pH değişimleri fermantasyonun kontrolü ve son ürünün lezzet, doku ve renk gibi özelliklerinin gelişimi için önemlidir (Bayram ve Bozkurt 2007). Çalışmada vegan sucuk üretiminde fermantasyonun kontrolü için laktik asit bakterisi (*Lactobacillus sakei*) içeren starter kültür kullanılmıştır. Bu yüzden, beklendiği gibi, starter kültür içerisinde yer alan laktik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu oluşan laktik asit nedeniyle fermentasyon süresince pH değerleri tüm gruplarda başlangıç hamuruna göre önemli ölçüde düşüş göstermiştir ($p<0.05$). Çalışmada üretilen vegan sucuk hamurlarında pH değerleri 5.40 ile 5.47 arasında değişirken, nihai vegan sucuk örneklerinde bu değerler 5.19 ile 5.23 arasında bulunmuştur.

Bayram ve Bozkurt (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada bulgur bazlı vejetaryen sucuklarda başlangıç hamurunda 5.81 olan pH değerinin, ilk 3 günde önemli bir düşüş gösterdiğini, 12 günlük fermantasyon sonunda ise 4.14'e ulaştığını rapor etmiştir.

Laktik asit fermantasyonu ve bezelye proteininin yüksek nemli ekstrüzyon işleminin sosis kalitesi üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmada ise (Valtonen vd. 2023) fermente bezelye protein konsantresi biyokütlesi ile üretilen bitki bazlı sosislerde kontrol grubunda pH değeri 6.8 iken, kullanılan bakteri suşlarına bağlı olarak üç farklı örnek için pH değerleri 5.4, 5.6 ve 5.5 olarak saptanmıştır.

Azevedo vd. (2020) bir çeşit Portekiz sosis çeşidi olan ticari hem hayvansal hem de bitki bazlı alheiralar içinde bitki bazlı olan sekiz örneğin pH değerleri sırasıyla 4.2, 4.9, 5.5, 6.0, 5.2, 5.1, 4.2 ve 4.0 olarak belirlenmiştir.

Stephan vd. (2017), yeni bir protein kaynağı olarak yenilebilir mantar miselyumu kullanımıyla vegan haşlanmış sosis analogu üretiminde (pH değerlerinin 4.6 ile 5.1 arasında değiştiğini ve örneklerin pH değerleri arasındaki farkların eklenen protein kaynağına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

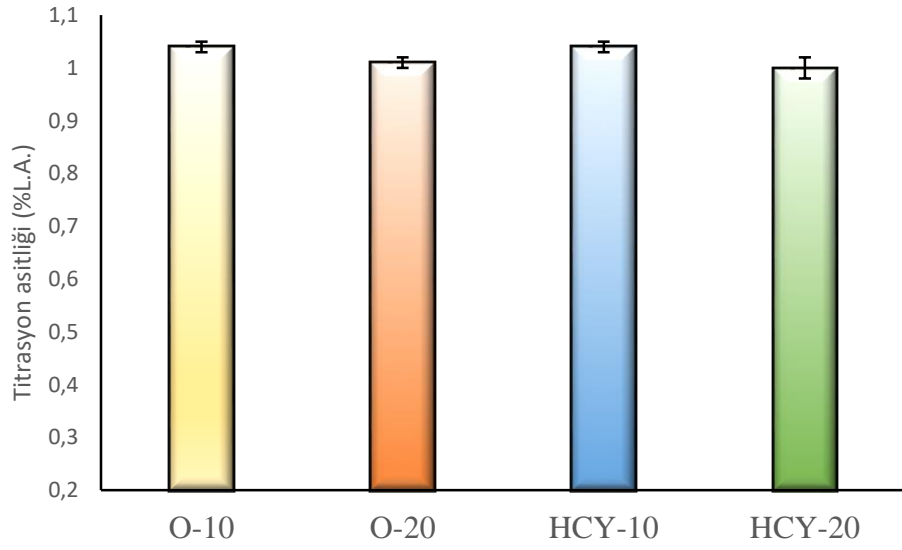
4.7 Titrasyon Asitliği

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit: L.A.) çizelge 4.7 ve şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun titrasyon asitliği üzerine etkisi

GRUPLAR	% laktik asit
O-10	1.04±0.01
O-20	1.01±0.01
HCY-10	1.04±0.01
HCY-20	1.00±0.02

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.



Şekil 4.7 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun titrasyon asitliği üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata

Fermente ürünlerde fermentasyonun takibinde ve ürünün asiditesinin belirlenmesinde pH değerinin yanı sıra titrasyon asitliği de kullanılmaktadır. Çalışmada üretilen vegan sucuklarda titrasyon asitliği değerleri örnek grupları arasında farklılık göstermemiş ve O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla %1.04, %1.01, %1.04 ve %1.00 L.A. olarak saptanmıştır.

Literatürde vegan ya da vejetaryen fermente et analoglarının titrasyon asitliğinin belirlendiği sınırlı çalışmalardan birinde Valtonen vd. (2023) fermente bezelye protein konsantresi biyokütlesi ile üretilen bitki bazlı sosislerde kullanılan bakteri suşlarına bağlı olarak üç farklı örnek için mL/g cinsinden ölçülen toplam titrasyon asitleri sırasıyla 1.1, 0.8 ve 1.0 mL/g olarak rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada, Azevedo vd. (2020) ticari bitki bazlı alheiralarda titrasyon asitliği değerleri sırasıyla %0.12, %0.33, %0.34, %0.13, %0.35, %0.35, %0.25 ve %0.18 olarak belirlenmiştir.

4.8 Tekstürel Özellikler

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların sıklık (kg, firmness) ve sertlik (kg/s, toughness) değerleri çizelge 4.8 ve şekil 4.8'de verilmiştir.

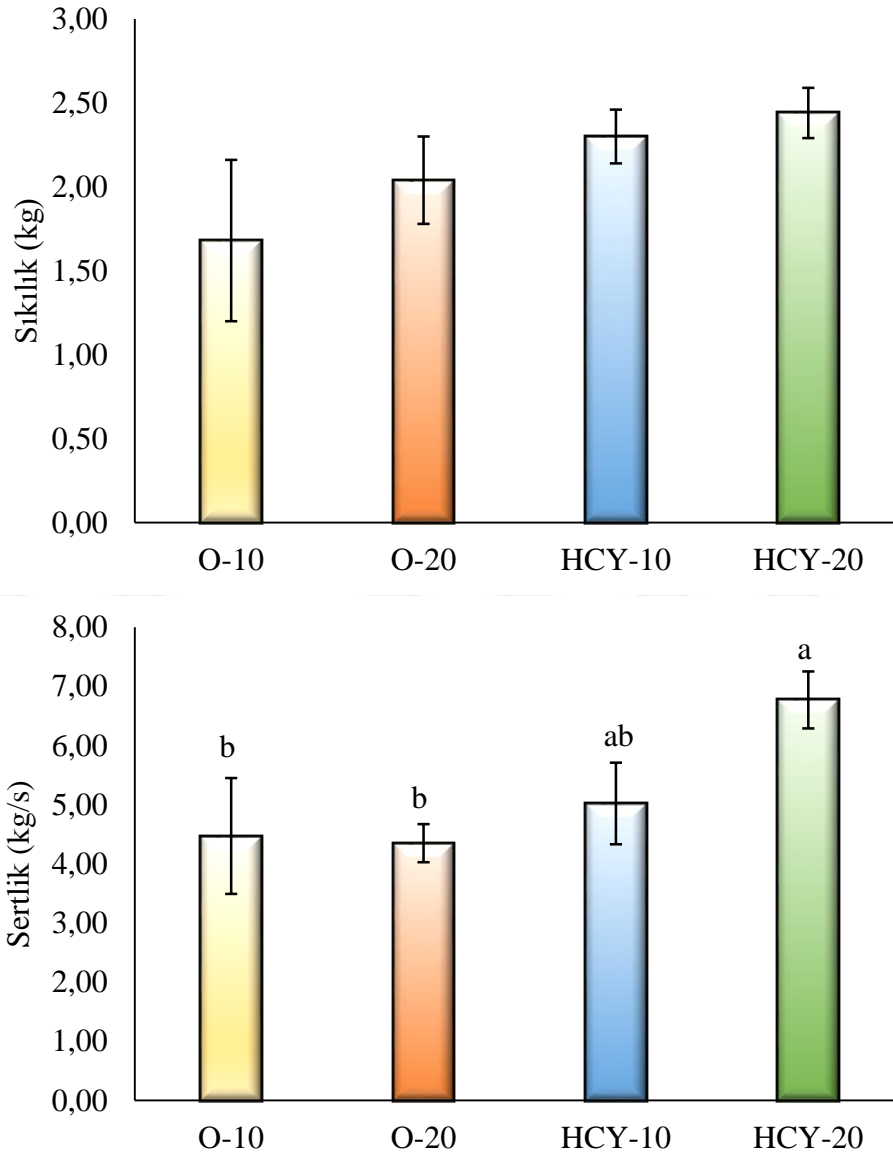
Çizelge 4.8 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun tekstür özellikleri üzerine etkisi

GRUPLAR	Sıklık (kg)	Sertlik (kg/s)
O-10	1.68±0.48	4.47±0.98 ^b
O-20	2.04±0.26	4.35±0.32 ^b
HCY-10	2.30±0.16	5.02±0.69 ^{ab}
HCY-20	2.44±0.15	6.77±0.48 ^a

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

^{a-b}Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Araştırmada vegan sucuklarda tekstür özellikleri içinde belirlenen sıklık değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiş ($p>0.05$) ve 1.16 kg ile 2.95 kg arasında değişmiştir. Sertlik değerlerinde ise gruplar arasında farklılıklar belirlenmiştir. Sertlik değerleri O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 vegan sucuk gruplarında sırasıyla 4.47 kg/s, 4.35 kg/s, 5.02 kg/s ve 6.77 kg/s olarak tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değerine sahip HCY-20 grubu O-10 ve O-20 gruplarından istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) yüksek değer göstermiştir. Çalışmada Hindistan cevizi yağının ürün formülasyonuna doğrudan ilave edildiği gruplarının daha sert olarak değerlendirilmesi, Hindistan cevizi yağının bu şekilde ilave edildiği gruplarda, ürün yapısının daha sıkı oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 4.8 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun tekstür özellikleri üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. ^{a-b} Sucuk hamurlarında, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.9 Enstrümental Renk Değerleri

Ürünlerin fiziksel özellikleri açısından, renk müşteriler için en önemli özelliklerden biridir. Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların CIE açıklık-koyukluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri çizelge 4.9 ve şekil 4.9'da verilmiştir.

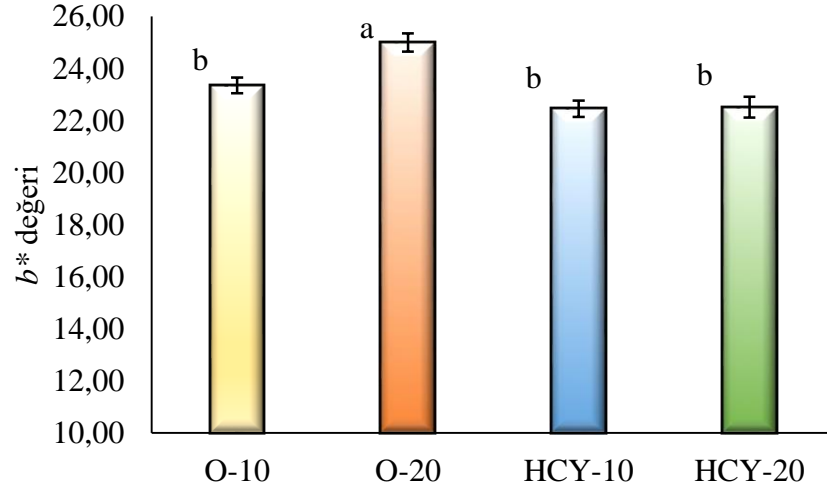
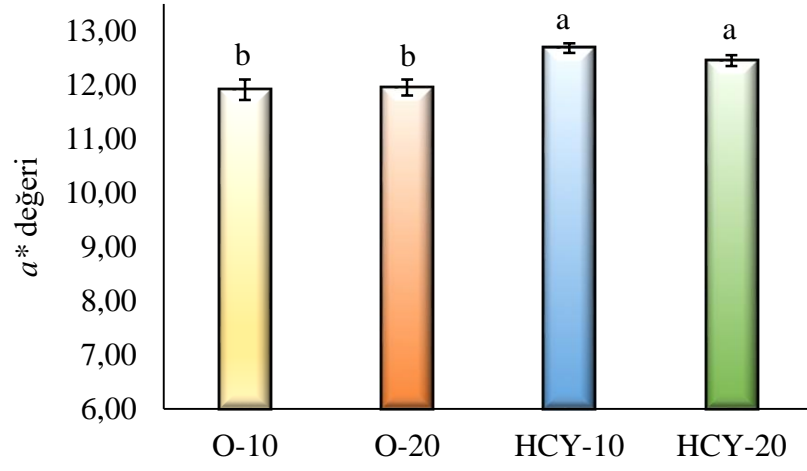
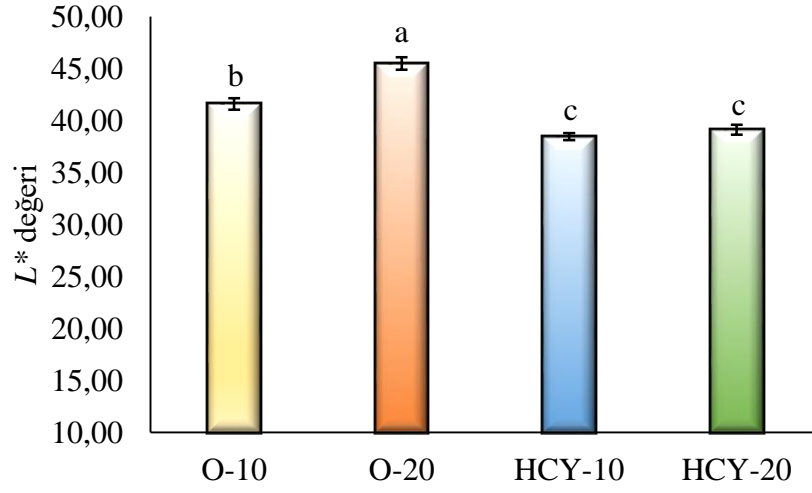
Çizelge 4.9 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun CIE açıklık-koyukluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri üzerine etkisi

GRUPLAR	L^*	a^*	b^*
O-10	41.61±0.55 ^b	11.91±0.19 ^b	23.35±0.30 ^b
O-20	45.49±0.60 ^a	11.95±0.15 ^b	25.00±0.35 ^a
HCY-10	38.47±0.34 ^c	12.68±0.09 ^a	22.45±0.31 ^b
HCY-20	39.11±0.48 ^c	12.45±0.10 ^a	22.51±0.40 ^b

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.

^{a-c} Aynı kolonda, farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Vegan sucuk formülasyonuna Hindistancevizi oleojeli ilavesi örneklerin L^* değerini artırmıştır, yani oleojel ilave edilen vegan sucukların daha açık renk özelliği gösterdiği gözlenmiştir. Sırasıyla O-20 ve O-10 gruplarında 45.69 ve 41.61 olan L^* değerleri doğrudan Hindistan cevizi ilave edilen örneklere göre (HCY-10 ve HCY-20 gruplarında sırasıyla 38.47 ve 39.11) önemli ölçüde yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). O-10 ve O-20 gruplarının L^* değeri de önemli ölçüde farklılık göstermiştir ($p<0.05$). a^* değerleri incelendiğinde, oleojel içeren O-10 ve O-20 gruplarının benzer değerlere (sırasıyla 11.91 ve 11.95) sahip olduğu ($p>0.05$), HCY-10 ve HCY-20 gruplarının da birbirine benzer ($p>0.05$) (sırasıyla 12.68 ve 12.45), ancak oleojel içeren gruplardan daha yüksek a^* değerleri gösterdikleri saptanmıştır ($p<0.05$). O-20 grubu diğer üç gruptan istatistiksel olarak daha yüksek b^* değerine sahip olmuştur ($p<0.05$). O-10, HCY-10 ve HCY gruplarının b^* değerleri arasında ise farklılık görülmemiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.9 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun CIE açıklık-koyukluk (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. a-c: Farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Bozkurt ve Bayram (2007), ürettikleri vejetaryen sucuklarda fermantasyondan sonra L^* ve a^* değerlerinin sırasıyla 31.40 ve 7.67 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Stephan vd. (2017), vegan sosis üretiminde, üretim sonrası 8 örnek için ortalama L^* değerlerinin 47.47 ile 74.15 arasında, a^* değerlerinin 9.62 ile 21.03 arasında ve b^* değerlerinin 12.10 ile 20.52 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Gri istiridye mantarı ve nohuttan yapılan diğer emülsiyon tipi sosis analogunda, Mazumder vd. (2023) ortalama L^* değerlerini 42.60, a^* 13.52 ve b^* değerlerini 20.98 olarak, ticari vegan sosislerde ise ortalama L^* 41.60, a^* 12.95 ve b^* 22.18 olduğunu belirtmişlerdir. Correa vd. (2023), bitki bazlı sosislerin üretimi üzerine yaptıkları araştırmada, 2 örnek için ortalama L^* değerlerini 60.79 ve 66.31, a^* değerlerini 6.36 ve 5.25 ve b^* değerlerini 25.20 ve 27.20 olarak bulmuşlardır. Bir diğer çalışmada Bakhsh vd. (2021), bitki bazlı et analoglarında üretimden sonra, sırasıyla 39.94, 12.77 ve 13.37 olarak belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerinin, pişirme sonrasında sırasıyla 31.26, 9.89 ve 14.69 olarak değiştiğini rapor etmişlerdir. Priya vd. (2021), muz çiçeği ve jak meyvesi bazlı vegan sosis geliştirme araştırmasında, 3 farklı örnek için ortalama L^* değerlerini 46.19, 38.9 ve 36.50, a^* değerlerini 14.57, 5.85 ve 8.39, ve b^* değerlerini 30.56, 13.77 ve 15.29 olarak rapor etmiştir. Literatürde yer alan çalışmalardan ve bu çalışmadan elde edilen bulgular karşılaştırıldığında, çalışmadan elde edilen CIE L^* , a^* ve b^* değerlerinin bazı çalışmaların bulgularıyla uyum içinde olduğu, genel olarak literatürdeki enstrümental renk değerlerinin farklılık gösterdiği ve bu farklılıkların ürün formülasyonu ve üretim yöntemindeki farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir.

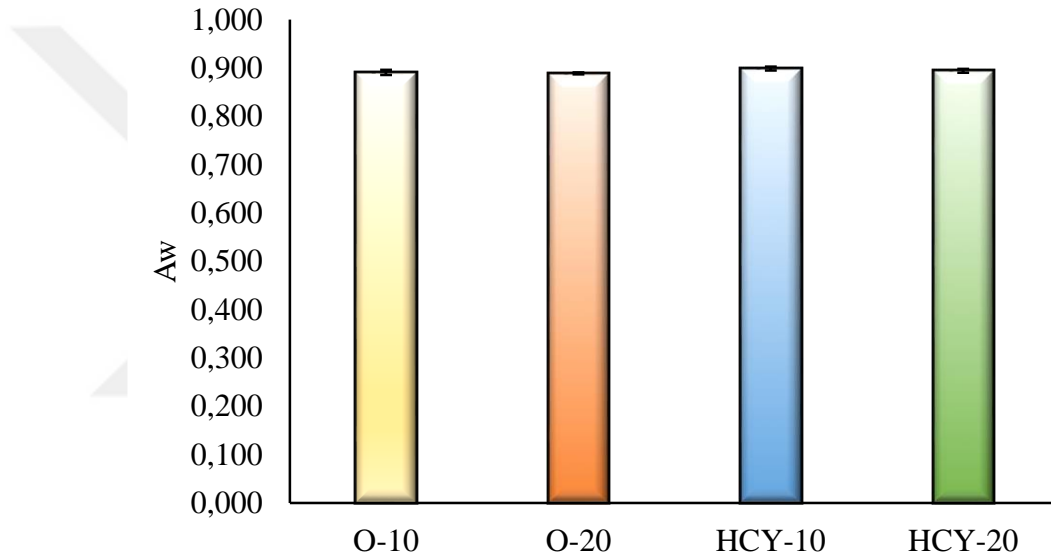
4.10 Su Aktivitesi

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların su aktivitesi (a_w) değerleri çizelge 4.10 ve şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun su aktivitesi (a_w) değerleri üzerine etkisi

GRUPLAR	a_w
O-10	0.891±0.005
O-20	0.889±0.002
HCY-10	0.899±0.004
HCY-20	0.894±0.004

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.



Şekil 4.10 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun su aktivitesi (a_w) değerleri üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata

Su aktivitesi, gıdalarda mikrobiyel ve biyokimyasal değişimleri, dolayısıyla raf ömrünü etkileyen önemli bir kalite parametresidir. Vegan sucuk gruplarından O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 örneklerinde sırasıyla 0.891, 0.889, 0.899 ve 0.894 arasında değişen su aktivitesi değerleri örnek grupları arasında farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). İstatistiksel olarak önemli olmasa da gerek %20 oleojel ve gerekse %20 HCY ilavesinin su aktivitesi değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Azevedo vd. (2020), ticari olarak temin edilebilen farklı bitki bazlı alheira sosislerinde 8 ürün için su aktivitesi değerlerinin 0.961 ile 0.991 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Bitki bazlı frankfurter sosis üretiminde, Correa vd. (2023) su aktivitesinin yaklaşık 0.97 olduğunu, Stephan vd. (2017) ise 8 vegan sosis analog örneğinde 0.963 ile 0.978 arasında değişen değerler rapor etmişlerdir.

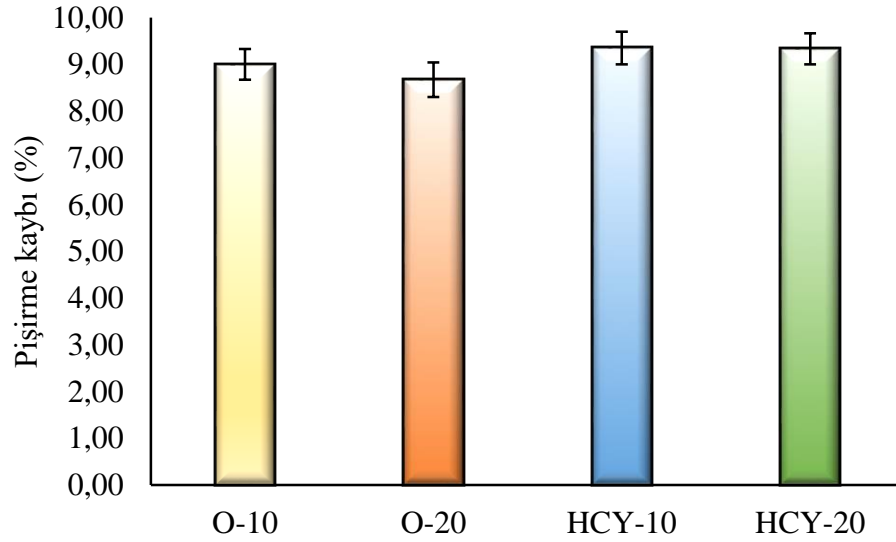
4.11 Pişirme Kaybı

Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların pişirme kaybı değerleri (%) çizelge 4.11 ve şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pişirme kaybı üzerine etkisi

GRUPLAR	Pişirme kaybı %
O-10	9.00±0.33
O-20	8.67±0.37
HCY-10	9.35±0.35
HCY-20	9.33±0.33

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup.



Şekil 4.11 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun pişirme kaybı üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata

O-10, O-20, HCY-10 ve HCY-20 örneklerinde sırasıyla %9.00, %8.67, %9.35 ve %9.33 olarak belirlenen pişirme kaybı açısından örnekler arasından istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Pişirme kaybı genellikle pişirme esnasında uygulanan

yüksek sıcaklık nedeniyle nem ve yağ kaybından kaynaklanmaktadır. Ürün formülasyonunda yağ ve nemi bağlayacak yeterli miktarda protein olması nem ve yağın ürün yapısında bağlanmasını sağladığından pişirme kaybı da daha düşük olmaktadır. Çalışmada Hindistan cevizi yağı oleojeli kullanıldığı gruplarda aynı oranda Hindistan cevizi yağı kullanılan gruplara göre istatistiksel olarak farklı bulunmasa ($p>0.05$) da daha düşük pişirme kaybına sahip oldukları görülmüştür.

Literatürde bitki bazlı et analoglarında belirlenen pişirme kayıpları, ürün türüne ve formülasyonda kullanılan ingrediye çeşidi ve miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Örneğin, pişirme kaybı Arora vd. (2016) tarafından, mantar bazlı vegan soslerde %1.44 ile %3.24 aralığında, Mazumder vd. (2023) tarafından ise üç farklı emülsiyon bazlı vegan sosiste %4.44, %6.97 ve %5.79; Bakhsh vd. (2021) tarafından ise tekstüre edilmiş bitkisel protein kullanarak üretilen et analoglarında %15.68 olarak bildirilmişlerdir. Godschalk-Broers vd. (2022), tavuk ve hamburgerlerin ticari et analoglarıyla karşılaştırmalı araştırmasında, gerçek tavuk ve hamburgerlerin pişirme kaybının, et analogu karşıtlarına göre ortalama %10 daha yüksek olduğunu, ticari et analoglarının markasına, dolayısıyla formülasyonda kullanılan ingrediyenlere bağlı olarak farklı pişirme kayıpları gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.

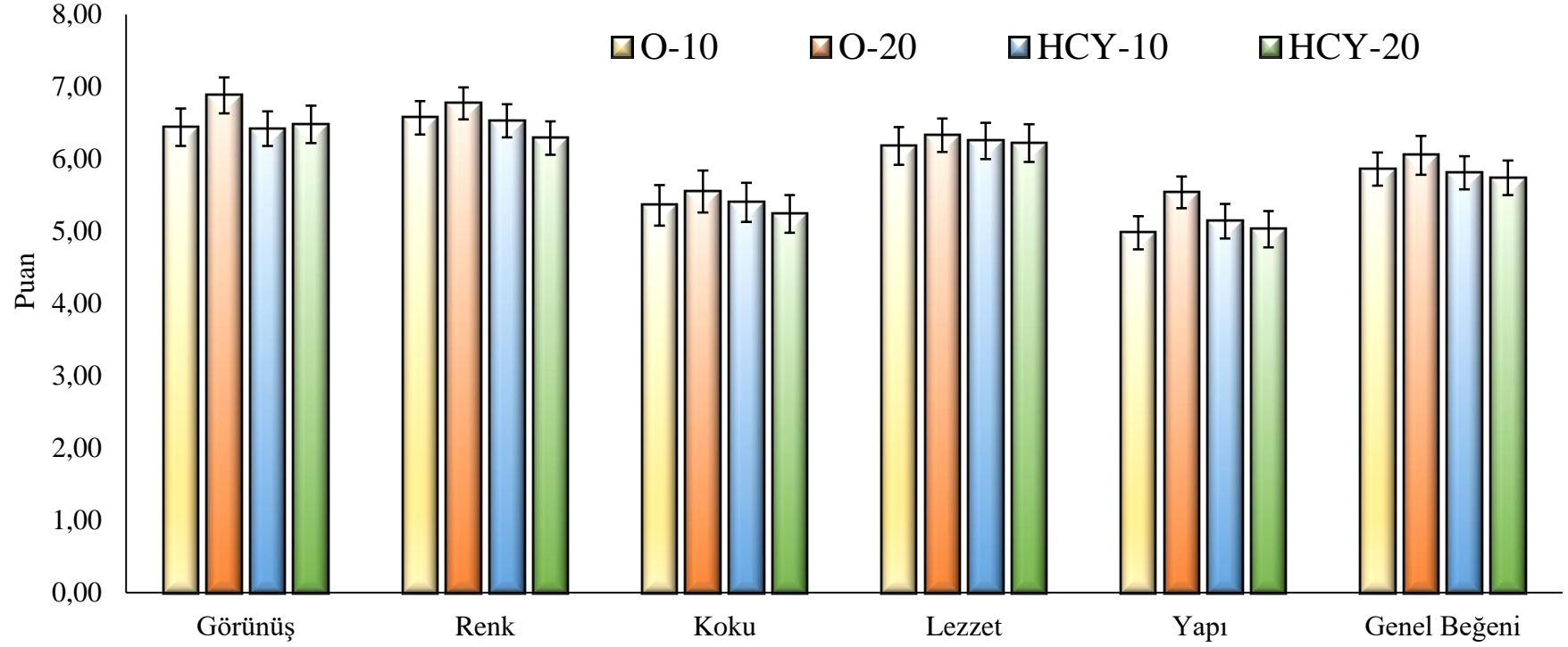
4.12 Duyusal Analiz

Duyusal özellikler tüketicilerin ürün özelliklerine ilişkin görüşleri, yeni ürün geliştirme ve mevcut ürünlerin iyileştirilmesiyle ilgili dikkate alınması gereken en önemli faktörlerdendir. Hindistan cevizi yağı oleojeli ve Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş vegan sucukların duyusal analizde belirlenen görünüş, renk, koku, lezzet, yapı ve genel beğeni puanları çizelge 4.12 ve şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun duyuşal özellikleri üzerine etkisi

GRUPLAR	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Yapı	Genel Beğeni
O-10	6.44±1.38 ^a	6.57±1.23 ^a	5.36±1.46 ^a	6.18±1.35 ^a	4.98±1.18 ^a	5.86±1.20 ^a
O-20	6.88±1.33 ^a	6.77±1.18 ^a	5.55±1.55 ^a	6.33±1.24 ^a	5.54±1.12 ^a	6.05±1.43 ^a
HCY-10	6.42±1.29 ^a	6.53±1.23 ^a	5.40±1.44 ^a	6.25±1.31 ^a	5.14±1.23 ^a	5.81±1.24 ^a
HCY-20	6.48±1.39 ^a	6.29±1.23 ^a	5.24±1.37 ^a	6.22±1.39 ^a	5.03±1.31 ^a	5.74±1.28 ^a

Ortalama±standart hata. O-10: %10 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, O-20: %20 Hindistan cevizi oleojeli ilave edilmiş grup, HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilmiş grup. Değerlendirme 9'lu hedonik skala (1: son derece kötü; 9: mükemmel) kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 4.12 Hindistan cevizi yağı ve oleojeli ilavesinin vegan sucuğun duysal özellikleri üzerine etkisi. Hata çubukları: ortalama±standart hata. Değerlendirme 9'lu hedonik skala (1: son derece kötü; 9: mükemmel) kullanılarak yapılmıştır

Çalışmada gerçekleştirilen duyu analizde değerlendirilen görünüş, renk, koku, lezzet yapısı ve genel beğeni özelliklerine ait puanlar örnek grupları arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Örneklerin görünüş puanları 6.42 ile 6.88 (“biraz beğendim” ile “orta derecede beğendim”) arasında, renk puanları 6.29 ile 6.77 (“biraz beğendim” ile “orta derecede beğendim”) arasında, koku puanları 5.24 ile 5.55 (“nötr” ile “biraz beğendim”) arasında, lezzet puanları 6.18 ile 6.33 (“biraz beğendim”) arasında, yapı puanları 4.98 ile 5.54 (“nötr” ile “biraz beğendim”) arasında, genel beğeni puanları ise 5.74 ile 6.05 (“biraz beğendim” ile “orta derecede beğendim”) arasında değişmiştir. Duyu analizden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, geliştirilen vegan sucuk formülasyonlarının duyu özellikleri açısından genel olarak kabul edilir düzeyde olduğu söylenebilir. Panelistler tarafından görünüş, renk ve lezzet özelliklerine diğer özelliklere göre daha yüksek puanlar verilmiştir. Bu da çalışmanın hedeflerinden biri olan vegan sucukta mozaik görüntünün bir miktar sağlandığını (Şekil 4.23), ürün lezzetinin ise kabul edilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Tüm özellikler açısından %20 oleojel içeren vegan sucuk grubunun istatistiksel açıdan önemli bulunmamasıyla birlikte en yüksek puanı aldığı gözlenmektedir. Genel olarak duyu analiz verileri değerlendirildiğinde, bu çalışmada geliştirilen vegan sucuklarda duyu özelliklerinden koku ve yapı özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde çalışmaların yapılmasının gerektiği söylenebilir.



HCY-10

HCY-20

O-10

O-20

Şekil 4.13 Duyu analizi gerçekleştirilen vegan sucuk dilimlerinin görselleri. HCY-10: %10 Hindistan cevizi yağı ilave edilen grup, HCY-20: %20 Hindistan cevizi yağı ilave edilen grup, O-10: %10 Hindistan cevizi yağı oleojeli ilave edilen grup, O-20: %20 Hindistan cevizi yağı oleojeli ilave edilen grup

5 SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tezin ana amacı, sürdürülebilir et alternatiflerinin ve küresel pazar trendlerinin incelenerek günümüzde sayıları giderek artan vegan popülasyonunun beslenme tercihlerine uygun vegan sucuk ürünü geliştirilmesini daha geniş beslenme ve çevresel değişimler perpektifinde ele almaktır. Bu bağlamda, geleneksel sucuk mozaik yapısını Hindistan cevizi yağı oleojeli kullanarak güncel beslenme trendlerine uyum sağlayan vegan sucuk ürünü geliştirmek, katı hayvansal yağlara daha sağlıklı bir alternatif sunmak hedefine yönelik bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Son zamanlarda yağ tüketimindeki azalma trendi, düşük yağ içeriğine sahip farklı ürünlerin üretilmesine yol açmıştır. Bu nedenle, %20 Hindistan cevizi yağı ve Hindistan cevizi yağı oleojeli eklenen grupların yağ içeriğinin yüksek olduğu, ancak vegan sucuk ürününün mozaik yapısının özellikle oleojel kullanımıyla iyileştiği gözlenmiştir.

Protein içeriği açısından değerlendirildiğinde, üretilen vegan sucukların hayvansal et kaynaklarından üretilen sucukların protein içeriğinden düşük protein içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu noktada, insan diyetinde protein içeriğinin önemi dikkate alındığında, ürün formülasyonunun protein oranının artırılması için izole protein kaynaklarının kullanımı bir çözüm olarak önerilmektedir ve gelecekte potansiyel müşterilere daha pazarlanabilir ve kabul edilebilir olmasını sağlayacaktır.

Fermente bir ürün olan vegan sucuk örneklerinde kullanılan starter kültürün aktivitesi sonucu beklendiği gibi pH değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu da fermente ürünün asidik tadının oluşmasında önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Genel olarak vegan sucukların duyuşal özellikleri kabul edilir düzeyde bulunmuştur. Gerek duyuşal ve gerekse enstrümental tekstür özellikleri değerlendirildiğinde, çalışmada üretilen vegan sucuklarda yapışal özellikleri geliştirici uygulamalara gereksinim duyulduğu düşünölmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada vegan sucuk formülasyonuna Hindistan cevizi yağı oleojeli ilavesi, ürün mozaik yapısını belirgin şekilde iyileştirmiş olup, ana amacın başarıyla tamamlandığını göstermektedir. Hindistan cevizi yağının erime noktasının yaklaşık 24-25°C olduğunu göz önünde bulundurarak, Hindistan cevizi yağı ve oleojel'in en düşük sıcaklıklarda işlenmesi gerekmektedir. Gelecekteki uygulamalarda bu hususun dikkate alınması ticari üretimlerde potansiyel kullanım için başarıyı artıracaktır.



KAYNAKLAR

- Acton, J. ve Keller, J. 1974. Effect of fermented meat pH on summer sausage properties. *Journal of Food Protection*, 37(11); 570-576.
- Aktaş, N. ve Gürses, A. 2005. Moisture adsorption properties and adsorption isosteric heat of dehydrated slices of Pastirma (Turkish dry meat product). *Meat Science*, 71(3), 571-576.
- Anonim. 2014. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/330458/nutrients>
- Anonim. 2016. FoodData Central. Retrieved from USDA: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/747440/nutrients>
- Anonim. 2019a. Türk gıda kodeksi et, hazırlanmış et karışımları ve et ürünleri tebliği, tebliğ no: 2018/52.
- Anonim. 2019b. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174284/nutrients>
- Anonim. 2019c. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170461/nutrients>
- Anonim. 2021. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2012843/nutrients>
- Anonim. 2022. The hidden health impacts of industrial livestock systems.
- Anonim. 2023a. Red and processed meat in the context of health and the environment, World Health Organization.
- Anonim. 2023c. Plant-based food market. Precedence research.
- Anonim. 2023e. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2346396/nutrients>
- Anonim 2023d. FoodData Central. Retrieved from U.S. Department of Agriculture: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173756/nutrients> AOAC. 2006. Official Methods of Analysis (AOAC). 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Antoni, R. 2023. Dietary saturated fat and cholesterol: cracking the myths around eggs and cardiovascular disease. *Journal of Nutritional Science*, 12.
- Appleby, M., Olsson, A. ve Galindo, F. 2018. *Animal Welfare*, 3rd Edition. CABI, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom.
- Arora, B., Kamal, S. ve Sharma, V. 2016. Effect of Binding Agents on Quality Characteristics of Mushroom Based Sausage Analogue. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5).
- Aschemann-Witzel, J., Gantriis, R., Fraga, P. ve Perez-Cueto, F. 2021. Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(18), 3119-3128.

- Athauda, L., Wichremasinghe, A., Kumarendran, B. ve Kasturiratne, A. 2015. An ecological study for Sri Lanka about health effects of coconut. *Ceylon Medical Journal*, 60(3), 97-99.
- Azevedo, I., Barbosa, J., Albano, H. ve Teixeira, P. 2020. Non meat-based alheiras – a safer novel trend? *Food Control*, 113.
- Bakhsh, A., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., Hwang, Y.-H. ve Joo, S.-T. 2021. Evaluation of Rheological and Sensory Characteristics of Plant-Based Meat Analog with Comparison to Beef and Pork. *Food Science of Animal Resources*, 41(6), 983-996.
- Bakhsh, A., Lee, S.-J., Lee, E.-Y., Hwang, Y.-H. ve Joo, S.-T. 2021. Traditional Plant-based Meat Alternatives, Current and Future Perspective: A Review. *Journal of Agriculture & Life Science*, 55(1), 1-11.
- Balasubramanian, B., Liu, W., Pushparaj, K. ve Park, S. 2021. The Epic of In Vitro Meat Production—A Fiction into Reality. *Foods*, 10(6).
- Barendse, W. 2014. Should animal fats be back on the table? A critical review of the human health effects of animal fat. *Animal Production Science*, 54(7), 831-855.
- Barros, J., Munekata, P., Leandro de Carvalho, F., Dominguez, R., Trindade, M., Pateiro, M. ve Lorenzo, J. 2021. Healthy beef burgers: Effect of animal fat replacement by algal and wheat germ oil emulsion. *Meat Science*.
- Bayram, M. ve Bozkurt, H. 2007. The use of bulgur as a meat replacement: bulgur-sucuk (a vegetarian dry-fermented sausage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 411-419.
- Beecher, G. 1998. Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Experimental Biology and Medicine*, 218(2), 98-100.
- Bhat, N., Wani, I. ve Hamdani, A. 2020. Tomato powder and crude lycopene as a source of natural antioxidants in whole wheat flour cookies. *Heliyon*, 6(1).
- Bis-Souza C.V. Barba F.J. Lorenzo J.M. Penna A.L.B. Barretto A.C.S. 2019. New strategies for the development of innovative fermented meat products: a review regarding the incorporation of probiotics and dietary fibers. *Food Reviews International* 35 467-484
- Blum, A., Monir, M., Wirsansky, I. ve Ben-Arzi, S. 2005. The beneficial effects of tomatoes. *European Journal of Internal Medicine*, 16(6), 402-404.
- Boisteanu, P., Manoliu, D. ve Ciobanu, M. 2023. The effect of red lentil flour on the quality characteristics of beef burgers obtained from two different anatomical regions. *Animal Science*, 66, 385-390.
- Bosquez, G., Armijo, G., Tenemaza, A. ve Guevara, A. 2024. Towards a Sustainable Future: Formulation and Characterization of Vegetable Meat from Chochocho and Soy Beans. *Instituto Tecnológico Superior Edwards Deming*, 1, 1-17.
- Boukid, F. 2021. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein as a prospective plant-based ingredient: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(11), 5435-5444.

- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L. ve Straif, K. 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16(16), 1599-1600.
- Boye, J., Zare, F. ve Pletch, A. 2010. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2), 414-431.
- Bozkurt, H. ve Bayram, M. 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73(2), 344-350.
- Bray, G., Paeratakul, S. ve Popkin, B. 2004. Dietary fat and obesity: a review of animal, clinical and epidemiological studies. *Physiology & Behavior*, 83(4), 549-555.
- Burger, T. ve Zhang, Y. 2019. Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food application. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 25-33.
- Butt, M., Tahir-Nadeem, M., Khan, M., Shabir, R. ve Butt, M. 2008. Oat: unique among the cereals. *European Journal of Nutrition*, 47, 68-79.
- Candoğan K. Ve Özdemir G. 2021. Novel approaches for a sustainable meat production. *GIDA – Journal of Food* 46(2) 408-427
- Carcea, M. 2020. Nutritional value of grain-based foods. *Foods*, 9(4), 504.
- Castoldi, M., Zotarelli, M., Durigon, A., Carciofi, B. ve Laurindo, J. 2014. Production of Tomato Powder by Refractance Window Drying. *Drying Tech*, 33(12), 1463-1473.
- Catassi, C., Verdu, E., Cesar Bai, J. ve Lionetti, E. 2022. Coeliac disease. *The Lancet*, 399(10344), 2413-2426.
- Chandler, S. ve McSweeney, M. 2022. Characterizing the properties of hybrid meat burgers made with pulses and chicken. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27.
- Chang, J., Peng, S., Ciais, P., Saunio, M., Dangal, S., Herrero, M. ve Bousquet, P. 2019. Revisiting enteric methane emissions from domestic ruminants and their $\delta^{13}\text{CCH}_4$ source signature. *Nature Communications*, 10.
- Chelladurai, V. ve Erkinbaev, C. 2020. Lentils. In A. Manickavasagan ve P. Thirunathan, *Pulses - Processing and Product Development* (pp. 129-144).
- Chiang, J., Loveday, S., Hardacre, A. ve Parker, M. 2019. Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Structure*, 19.
- Chiang, J., Tay, W., Liebl, D. ve Shu Min Ong, D. 2021. Physicochemical, textural and structural characteristics of wheat gluten-soy protein composited meat analogues prepared with the mechanical elongation method. *Food Structure*, 28.
- Cobanovic, N. ve Magrin, L. 2023. Editorial: Health and welfare problems of farm animals: prevalence, risk factors, consequences and possible prevention solutions. *Frontiers in Veterinary Science*, 10.

- Collins, E., Bowyer, C., Tsouza, A. ve Chopra, M. 2022. Tomatoes: An Extensive Review of the Associated Health Impacts of Tomatoes and Factors That Can Affect Their Cultivation. *Biology*, 11(2).
- Correa, P., da Silva, C., Ferreira, J. ve Guerra, J. 2023. Vegetable-based frankfurter sausage production by different emulsion gels and assessment of physical-chemical, microbiological and nutritional properties. *Food Chemistry Advances*, 3.
- Day, L., Augustin, M., Batey, I. ve Wrigley, C. 2006. Wheat-gluten uses and industry needs. *Trends in Food Science & Technology*, 17(2), 82-90.
- de Angelis, D., Kaleda, A., Pasqualone, A., Vaikma, H., Tamm, M., Tammik, M.-L., . . . Summo, C. 2020. Physicochemical and Sensorial Evaluation of Meat Analogues Produced from Dry-Fractionated Pea and Oat Proteins. *Foods*, 9(12).
- De Smet, S. ve Vossen, E. 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*, 120, 145-156.
- Deen, A., Visvanathan, R., Wickramarachchi, D., Marikkar, N., Nammi, S., Jayawardana, B. ve Liyanage, R. 2020. Chemical composition and health benefits of coconut oil: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(6), 2182-2193.
- Dhar, A. ve Mitra, D. 2023. Facts and artifacts of the society. *Indian Society of Professional Social Work*.
- Dilber, A. 2012. Koyun mekanik ayrılmış tavuk ve hindi etlerinin sucuğun bazı fizikokimyasal tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin optimizasyonu. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Divisekara, R., Jayasinghe, G. ve Kumari, K. 2021. Forecasting the red lentils commodity market price using SARIMA models. *SN Business & Economics*, 1.
- Dong, J.-l., Zhu, Y.-y., Ma, Y.-l., Xiang, Q.-s., Shen, R.-l. ve Liu, Y.-q. 2016. Oat products modulate the gut microbiota and produce anti-obesity effects in obese rats. *Journal of Functional Foods*, 25, 408-420.
- Duenas, M., Martinez-Villaluenga, C., Limon, R., Penas, E. ve Frias, H. 2015. Effect of germination and elicitation on phenolic composition and bioactivity of kidney beans. *Food Research International*, 70, 55-63.
- El-Sohaimy, S., Brennan, M., Darwish, A. ve Brennan, C. 2020. Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1), 28-34.
- Farooq, S., Rather, S., Gull, A., Ganai, S., Masoodi, F., Wani, S. ve Ganaie, T. 2020. Physicochemical and nutraceutical properties of tomato powder as affected by pretreatments, drying methods, and storage period. *International Journal of Food Properties*, 23, 797-808.
- Farvid, M., Sidahmed, E., Spence, N., Angua, K., Rosner, B. ve Barnett, J. 2021. Consumption of red meat and processed meat and cancer incidence: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European Journal of Epidemiology*, 36, 937-951.

- Fayaz Bhat, Z., Kumar, S. ve Fayaz, H. 2015. In vitro meat production: Challenges and benefits over conventional. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 241-248.
- Ferro, A., Paglarini, C., Pollonio, M. ve Cunha, R. 2021. Glycerol monostearate-based oleogels as a new fat substitute in meat emulsion. *Meat Science*, 174.
- Flores, M. ve Piornos, J. 2021. Fermented meat sausages and the challenge of their plant-based alternatives: A comparative review on aroma-related aspects. *Meat Science*, 182.
- Franco D. Martins A.J. Lopez-Pedrouso M. Cerqueira M.A. Purrinos L. Pastrana L.M. Vicente A.A. Zapata C. Lorenzo J. 2019. Evaluation of linseed oil oleogels to partially replace pork backfat in fermented sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(1) 218-224
- Gaber, S., Knezevic, D., do Carmo, C., Zobel, H., Knutsen, S., Sahlstrom, S. ve Dessev, T. 2023. Meat Analogues from Pea Protein: Effect of Different Oat Protein Concentrates and Post Treatment on Selected Technological Properties of High-Moisture Extrudates. *Applied Sciences*, 13(22).
- Gasparre N. ve Rosell C. 2022. Wheat gluten: A functional protein still challenging to replace in gluten-free cereal-based foods. *Cereal Chemistry* 100(2) 243-255.
- Gaydhane M. Mahanta U. Sharma C. Khandelwal M. ve Ramakrishna S. 2018. Cultured meat: state of the art and future. *Biomanufacturing Reviews* 3.
- Gecit H. 1989. Chickpea Utilization in Turkey. In *Uses of Tropical Grain Legumes* (pp. 69-74).
- Geiker N. Bertram H. Mejbom H. Dragsted L. Kristensen L. Carrascal J. . . . Astrup A. 2021. Meat and Human Health—Current Knowledge and Research Gaps. *Foods* 10(7).
- Ghafouri-Oskuei H. Javadi A. Asl M. Azadmard-Damirchi S. ve Armin M. 2020. Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders. *Meat Science* 161.
- Ghebremedhin M. Baechle M. ve Vilgis T. 2022. Meat- vegetarian- and vegan sausages: Comparison of mechanics friction and structure. *Physics of Fluids* 34.
- Gheihman N. 2021. Veganism as a lifestyle movement. *Sociology Compass* 15(5).
- Godschalk-Broers L. Sala G. ve Scholten E. 2022. Meat Analogues: Relating Structure to Texture and Sensory Perception. *Foods* 11(5).
- Gowen A. Abu-Ghanna N. Frias J. ve Oliveira J. 2008. Modelling Dehydration and Rehydration of Cooked Soybean Subjected to Combined Microwave Hot-air Drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 9(1) 129-137.
- Grasso N. Lynch N. Arendt E. ve O'Mahony J. 2021. Chickpea protein ingredients: A review of composition functionality and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 21(1) 435-452.
- Guo Q. Li T. Qu Y. Liang M. Ha Y. Zhang Y. ve Wang Q. 2023. New research development on trans fatty acids in food: Biological effects analytical methods formation mechanism and mitigating measures. *Progress in Lipid Research* 89.

- Hamid M. Tsia F. Okit A. Xin C. Cien H. Harn L. . . . Yee C. 2020. The application of Jackfruit by-product on the development of healthy meat analogue. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 575.
- Hamidioglu I. Alencikiene G. Dzedulionyte M. Zabulione A. Bali A. ve Salaseviciene A. 2022. Characterization of the Quality and Oxidative Stability of Hemp-Oil-Based Oleogels as an Animal Fat Substitute for Meat Patties. *Foods* 11(24).
- Han C. Wang G. Guo J. Wang J. Yang X. 2023. Oral oil release improves lubrication and sensory properties of meat analogs with protein-stabilized oleogel. *Food Hydrocolloids* 142
- He J. Evans N. Liu H. ve Shao S. 2020. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces history manufacturing and consumer attitudes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 19(5) 2639-2656.
- Hidalgo A. ve Brandolini A. 2013. Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(4) 601-612.
- Holliday D. Sandlin C. Schott A. Malekian F. ve Finley J. 2011. Characteristics of Meat or Sausage Patties Using Pulses as Extenders. *Journal of Culinary Science & Technology* 9(3) 158-176.
- Hossain M. Mitra S. Belal M. ve Zzaman W. 2021. Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical. *Food Research* 5(1) 291-297.
- Igrejas G. Ikeda T. ve Guzman C. 2020. Wheat Quality For Improving Processing and Human Health.
- Ijaz N. Durrani A. Rubab S. ve Bahadur S. 2022. Formulation and characterization of Aloe vera gel and tomato powder containing cream. *Acta Ecologica Sinica* 42(2) 34-42.
- Jatmiko W. ve Ricky R. 2021. Potential of Chickpea And Faba Bean as Vegan Meat: A Review. In *Pushing the Boundaries: Sustainable and Responsible Food Innovation* (pp. 29-45).
- Joshi S. Kaushik V. Gode V. ve Mhaskar S. 2020. Coconut Oil and Immunity: What do we really know about it so far? *Journal of The Association of Physicians of India* 68 67-72.
- Jukanti A. Gaur P. Gowda C. ve Chibbar R. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition* 108(5).
- Kaartinen N. Tapanainen H. Maukonen M. Paivarinta E. Valsta L. ve Itkonen S. 2022. Partial replacement of red and processed meat with legumes: a modelling study of the impact on nutrient intakes and nutrient adequacy on the population level. *Public Health Nutrition* 26(2).
- Kaban G. Oral Z. ve Kaya M. 2022. Sucuk. In J. Lorenzo R. Domínguez M. Pateiro ve P. Munekata (Eds.) *Production of Traditional Mediterranean Meat Products* (pp. 133-141).
- Kaleda A. Talvistu K. Vaikma H. Tammik M.-L. Rosenvald S. ve Vilu R. 2021. Physicochemical textural and sensorial properties of fibrous meat analogs from

oat-pea protein blends extruded at different moistures temperatures and screw speeds. *Future Foods* 4.

- Kan L. Nie S. Hu J. Wang S. Cui S. Li Y. . . . Xie M. 2017. Nutrients phytochemicals and antioxidant activities of 26 kidney bean cultivars. *Food and Chemical Toxicology* 108 467-477.
- Kaur R. ve Prasad K. 2021. Technological processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) - A review. *Trends in Food Science & Technology* 109 448-463.
- Kayaardı S. ve Gök V. 2004. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). *Meat Science* 66(1) 249-257.
- Kim T. Miller R. Laird H. ve Riaz M. 2021. Beef flavor vegetable hamburger patties with high moisture meat analogs (HMMA) with pulse proteins-peas lentils and faba beans. *Food Science & Nutrition* 9(8) 4048-4056.
- Kim T. Riaz M. Awika J. ve Teferra T. 2021. The effect of cooling and rehydration methods in high moisture meat analogs with pulse proteins-peas lentils and faba beans. *Journal of Food Science* 86(4) 1322-1334.
- Kouzounis D. Lazaridou A. ve Katsanidis E. 2017. Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerids and phytosterols in frankfurter sausages. *Meat Sciences* 130.
- Ladiznisky G. ve Adler A. 1976. THE ORIGIN OF CHICKPEA *CICER ARIETINUM* L. *Euphytica* 25 211-217.
- Lam A. Can Karaca A. Tyler R. ve Nickerson M. 2018. Pea protein isolates: Structure extraction and functionality. *Food Reviews International* 34(2) 126-147.
- Lee H. Lu Y. Zhang Y. Fu C. ve Huang D. 2021. Physicochemical and functional properties of red lentil protein isolates from three origins at different pH. *Food Chemistry* 358.
- Lee J.-S. Kim S. Jeong Y. Choi I. ve Han J. 2023. Impact of interactions between soy and pea proteins on quality characteristics of high-moisture meat analogues prepared via extrusion cooking process. *Food Hydrocolloids* 139.
- Li J. Scarano A. Gonzalez N. D'Orso F. Yue Y. Nemeth K. . . . Martin C. 2022. Biofortified tomatoes provide a new route to vitamin D sufficiency. *Nature Plants* 8 611-616.
- Li M. Wang B. Lv W. Lin R. ve Zhao D. 2022. Characterization of pre-gelatinized kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) produced using microwave hot-air flow rolling drying technique. *LWT* 154.
- Liu A. Ford N. Hu F. Zelman K. Mozaffarian D. ve Kris-Etherton P. 2017. A healthy approach to dietary fats: understanding the science and taking action to reduce consumer confusion. *Nutrition Journal* 16.
- Lopez-Pedrouso M. Lorenzo J. Gullon B. Campagnol P. ve Franco D. 2020. Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated. *Current Opinion in Food Science* 40 40-45.
- Lu Z. He J. Zhang Y. ve Bing D. 2019. Composition physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 60(15) 2593-2605.

- Lyu X. Ying D. Zhang P. ve Fang Z. 2023. Effect of Whole Tomato Powder or Tomato Peel Powder Incorporation on the Color Nutritional and Textural Properties of Extruded High Moisture Meat Analogues. *Food and Bioprocess Technology* 17 231-244.
- Maes D. Dewulf J. Pineiro C. Edwards S. ve Kyriazakis I. 2020. A critical reflection on intensive pork production with an emphasis on animal health and welfare. *Journal of Animal Science* 98(S_1) S15-S26.
- Mahfouz M. 2021. Impact of Using Red Kidney Bean Powder as a Fat Replacer on Beef Burger Quality. *Journal of Research in the Fields of Specific Education* 7(36) 1781-1822.
- Makarova A. Pasko O. ve Uspenskaya M. 2021. Analysis of the texture profile of the soybean meat analogue for alternative nutrition. *AIP Conference Proceedings*.
- Manzoor S. Masoodi F. Naqash F. ve Rashid R. 2022. Oleogels: Promising alternatives to solid fats for food applications. *Food Hydrocolloids for Health* 2.
- Manzoor S. Masoodi F. Rashid R. Naqash F. ve Ahmad M. 2022. Oleogels for the development of healthy meat products: A review. *Applied Food Research* 2(2).
- Marangoni A. van Duynhoven J. Acevedo N. Nicholson R. ve Patel A. 2020. Advances in our understanding of the structure and functionality of edible fats and fat mimetics. *Soft Matter* 16 289-306.
- Marina A. Che Man Y. Nazimah S. ve Amin I. 2009. Chemical Properties of Virgin Coconut Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 86 301-307.
- Martins A. Vicente A. Pastrana L. ve Cerqueira M. 2020. Oleogels for development of health-promoting food products. *Food Science and Human Wellness* 9(1) 31-39.
- Mazumder M. Sujintonniti N. Chaum P. Ketnawa S. ve Rawdkuen S. 2023. Developments of Plant-Based Emulsion-Type Sausage by Using Grey Oyster Mushrooms and Chickpeas. *Foods* 12(8).
- Meilgaard M. Carr T. ve Civille G. 2006. *Sensory Evaluation Techniques Fourth Edition*, CRC press, Boca Raton, Florida, USA
- Mertens C. Dehon L. Bourgeois A. Verhaeghe-Cartryse C. ve Blecker C. 2012. Agronomical factors influencing the legumin/vicilin ratio in pea (*Pisum sativum* L.) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92(8) 1591-1596.
- Mielnik M. Olsen E. Vogt G. Adeline D. ve Skrede G. 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked cold stored turkey meat. *LWT - Food Science and Technology* 39(3) 191-198.
- Miguel Costa J. ve Heuvelink E. 2018. The Global Tomato Industry. In E. Heuvelink (ed) *Tomatoes 2nd Edition* (pp. 1-27), CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom.
- Mishal S. Kanchan S. Bhushette P. ve Sonawane S. 2022. Development of plant-based meat analogue. *Food Science and Applied Biotechnology* 5(1) 45-53.
- Mullen A.M. Alvarez C. Zeugolis D. Henschion M. O'Neil E. Drummond L. 2017. Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat Science* 132 90-98

- Munekata P. Pateiro M. Tomasevic I. Dominguez R. da Silva Barretto A. Santos E. ve Lorenzo J. 2022. Functional fermented meat products with probiotics—A review. *Journal of Applied Microbiology* 133(1) 91-103.
- Nanta P. Skolpap W. ve Kasemwong K. 2021. Influence of hydrocolloids on the rheological and textural attributes of a gluten-free meat analog based on soy protein isolate. *Journal of Food Processing and Preservation* 45(3).
- Noorolahi Z. Sahari M.A. Gavlighi H.A. Barzegar M. Pistachio green hull extract as natural antioxidant incorporated to omega-3 rich kappa-carrageenan oleogel in dry fermented sausage. *Food Bioscience* 50(A)
- Nyysölä A. Suhonen A. Ritala A. ve Oksman-Caldentey K.-M. 2022. The role of single cell protein in cellular agriculture. *Current Opinion in Biotechnology* 75.
- Oh I. Lee J. Lee H. ve Lee S. 2019. Feasibility of hydroxypropyl methylcellulose oleogel as an animal fat replacer for meat patties. *Food Research International* 122 566-572.
- Oven D. Karakaya M. Unal K. ve Babaoglu A. 2017. Determination of some physicochemical and textural properties of the sucuk with fat content in various rates. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 31(3) 94-100.
- Ozer C. ve Celegen S. 2020. Evaluation of quality and emulsion stability of a fat-reduced beef burger with an olive oil oleogel-based emulsion. *Journal of Food Processing and Preservation* 45(8).
- Palanisamy M. Topfl S. Berger R. ve Hertel C. 2019. Physico-chemical and nutritional properties of meat analogues based on Spirulina/lupin protein mixtures. *European Food Research and Technology* 245 1889-1898.
- Pallaoro M. Modina S. Fiorati A. Altomare L. Mirra G. Scocco P. ve Di Giancamillo A. 2023. Towards a More Realistic In Vitro Meat: The Cross Talk between Adipose and Muscle Cells. *International Journal of Molecular Sciences* 24(7).
- Paranagama I. Wickramasinghe I. Somendrika D. ve Benaragama K. 2022. Development of a vegan sausage with young green jackfruit oyster mushroom and coconut flour as an environmentally friendly product with cleaner production approach. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences* 11.
- Paudel D. Dhungana B. Caffè M. ve Krishnan P. 2021. A Review of Health-Beneficial Properties of Oats. *Foods* 10(11).
- Pintado T. ve Conrades S. 2020. Quality Characteristics of Healthy Dry Fermented Sausages Formulated with a Mixture of Olive and Chia Oil Structured in Oleogel or Emulsion Gel as Animal Fat Replacer. *Foods* 9(6)
- Pipoyan D. Stepanyan S. Stepanyan S. Beglaryan M. Costantini L. Molinari R. ve Merendino N. 2021. The Effect of Trans Fatty Acids on Human Health: Regulation and Consumption Patterns. *Foods* 10(10).
- Pistollato F. Cano S. Elio I. Vergara M. Giampieri F. ve Battino M. 2015. Plant-based and plant-rich diet patterns during gestation: Beneficial effects and possible shortcomings. *Advances in Nutrition* 6(5) 581-591.

- Pori P. Lille M. Edelmann M. Aisala H. Santangelo D. Coda R. ve Sozer N. 2023. Technological and sensory properties of plant-based meat analogues containing fermented sunflower protein concentrate. *Future Foods* 8.
- Priya R. Rawson A. Vidhyalakshmi R. ve Mohan R. 2021. Development of vegan sausage using banana floret (*Musa paradisiaca*) and jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) as a meat substitute: Evaluation of textural physico-chemical and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation* 46(1).
- Priyatnasari N. Palupi E. Kamila F. Ardiani K. Khalisah Priyadi G. ve Iwansyah A. 2024. Meat-analog made from Javanese Grasshopper kidney beans and elephant foot yam as a high-protein and low-cholesterol product. *Journal of Agriculture and Food Research* 16.
- Puscas A. Muresan V. Socaciu C. ve Muste S. 2020. Oleogels in Food: A Review of Current and Potential Applications. *Foods* 9(1).
- Qiu Z. ve Chin K. 2020. Physicochemical Properties and Shelf-Life of Regular-Fat Sausages with Various Levels of Grape Tomato Powder Prepared by Different Drying Methods. *Food Science of Animal Resources* 40(5) 722-733.
- Rachwat D. Nebesny E. ve Budryn G. 2013. Chickpeas - composition nutritional value health benefits application to bread and snacks: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 55(8) 1137-1145.
- Ramos Diaz J. Kantanen K. Edelmann J. Suhonen H. Sontag-Strohm T. Jouppila K. ve Piironen V. 2022. Fibrous meat analogues containing oat fiber concentrate and pea protein isolate: Mechanical and physicochemical characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 77.
- Rasane P. Jha A. Sabikhi L. Kumar A. ve Unnikrishnan V. 2013. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. *Journal of Food Science and Technology* 52 662-675.
- Rawal V. ve Navarro D. 2019. *The Global Economy of Pulses*, FAO, Rome.
- Regula G. Danuser J. Spycher B. ve Wechsler B. 2004. Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine* 66(1-4) 247-264.
- Rischer H. Szilvay G. ve Oksman-Caldentey K.-M. 2020. Cellular agriculture - industrial biotechnology for food and materials. *Current Opinion in Biotechnology* 61 128-134.
- Rizkalla S. Bellisle F. ve Slama G. 2022. Health benefits of low glycaemic index foods such as pulses in diabetic patients and healthy individuals. *British Journal of Nutrition* 88(S3) S255-S262.
- Sajib M. Forghani B. Vate N. ve Abdollahi M. 2023. Combined effects of isolation temperature and pH on functionality and beany flavor of pea protein isolates for meat analogue applications. *Food Chemistry* 412.
- Saksomboon K. Meemookich S. Kaewsaad T. Limroongreungrat K. ve Theprugsa P. 2020. Effect of tomato powder on quality of Chinese sausage. *International Journal of Agricultural Technology* 16(3) 711-720.

- Salter A. 2018. The effects of meat consumption on global health. *International Office of Epizootics* 37(1) 47-55.
- Samaranayaka A. ve Khazaei H. 2024. Lentil: Revival of Poor Man's Meat. In S. Nadathur J. Wanasundara ve L. Scanlin (eds) *Sustainable Protein Sources - Advances for a Healthier Tomorrow* (pp. 201-217), Academic Press, San Diego, California, USA
- Schopf M. Wehrli M. Becker T. Jekle M. ve Scherf K. 2021. Fundamental characterization of wheat gluten. *European Food Research and Technology* 247 985-997.
- Schreuders F. Dekkers B. Bodnar I. Erni P. Boom R. ve Jan van der Goot A. 2019. Comparing structuring potential of pea and soy protein with gluten for meat analogue preparation. *Journal of Food Engineering* 261 32-39.
- Shaabani S. Yarmand M. Kiani H. ve Emam-Djomeh Z. 2018. The effect of chickpea protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. *LWT - Food Science and Technology* 90 362-372.
- Shah Y. Saeed F. Afzaal M. Ahmad A. Hussain M. Ateeq H. ve Khan M. 2022. Biochemical and nutritional properties of wheat bulgur: A review. *Journal of Food Processing and Preservation* 46(10).
- Shakil M. Trisha A. Rahman M. Talukdar S. Kobun R. Huda N. ve Zzaman W. 2022. Nitrites in Cured Meats Health Risk Issues Alternatives to Nitrites: A Review. *Foods* 11(21).
- Shanthakumar P. Klepacka J. Bains A. Chawla P. Dhull S. ve Najda A. 2022. The Current Situation of Pea Protein and Its Application in the Food Industry. *Molecules* 27(16).
- Shewry P. ve Halford N. 2002. Cereal seed storage proteins: Structures properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany* 53(370) 947-958.
- Silva S. Sacarrao-Birrento L. Almeida M. Ribeiro D. Guedes C. Montana J. ve de Almeida A. 2022. Extensive Sheep and Goat Production: The Role of Novel Technologies towards Sustainability and Animal Welfare. *Animals* 12(7).
- Silva T. Barrera-Arellano D. ve Ribeiro A. 2021. Margarines: Historical approach technological aspects nutritional profile and global trends. *Food Research International* 147.
- Singh A. Verma V. Kumar M. Kumar A. Kumar Sarma D. Singh B. ve Jha R. 2020. Stem cells-derived in vitro meat: from petri dish to dinner table. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 62(10).
- Singh Y. ve Chandra S. 2014. Evaluation of physical properties of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Science Research Journal* 5(2) 125-129.
- Sirini N. Munekata P. Lorenzo J. Stegmayer M. Pateiro M. Perez-Alvarez J. ve Rosmini M. 2022. Development of Healthier and Functional Dry Fermented Sausages: Present and Future. *Foods* 11(8).

- Siri-Tarino P. Sun Q. Hu F. ve Krauss R. 2010. Saturated Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease: Modulation by Replacement Nutrients. *Current Atherosclerosis Reports* 12 384-390.
- Sivakanthan S. Fawzia S. Madhujith T. ve Karim A. 2022. Synergistic effects of oleogelators in tailoring the properties of oleogels: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 21(4) 3507-3539.
- Small E. 1999. New crops for Canadian agriculture. In J. Janick (ed) *Perspectives on New Crops and New Uses* (pp. 15-52), ASHS press, Alexandria, VA. USA.
- Solhi P. Azadmard-Damirchi S. Hesari J. ve Hamishehkar H. 2020. Production of the processed cheese containing tomato powder and evaluation of its rheological chemical and sensory characteristics. *Journal of Food Science and Technology* 57 2198-2205.
- Solorzano J. ve Vilgis T. 2023. Soybean oleosome-based oleogels via polymer-bridging based structuring. Mechanical properties at large deformations. *OCL* 30.
- Stephan A. Ahlborn J. Zajul M. ve Zorn H. 2017. Edible mushroom mycelia of *Pleurotus sapidus* as novel protein sources in a vegan boiled sausage analog system: functionality and sensory tests in comparison to commercial proteins and meat sausages. *European Food Research and Technology* 244 913-924.
- Stortz T. Zetzl A. Barbut A. Cattaruzza A. ve Marangoni A. 2012. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology* 24(7) 151-154.
- Sun Y. Dong M. Bai J. Liu X. Yang X. ve Duan X. 2023. Preparation and properties of high-soluble wheat gluten protein-based meat analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 104(1) 42-50.
- Swanson B. 1990. Pea and lentil protein extraction and functionality. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 67 276-280.
- Temple D. ve Manteca X. 2020. Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4.
- Teng C. ve Campanella O. 2023. A Plant-Based Animal Fat Analog Produced by an Emulsion Gel of Alginate and Pea Protein. *Gels* 9(5) 393
- Tremlova B. Havlova L. Benes P. Zemancova J. Buchtova H. Tesikova K. ve Dordevic D. 2022. Vegetarian “Sausages” with the Addition of Grape Flour. *Applied Sciences* 12(4).
- Trompette A. Gollwitzer E. Yadava K. Sichelstiel A. Sprenger N. Ngom-Bru C. ve Marsland B. 2014. Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *Nature Medicine* 20(2) 159-166.
- Valtonen A. Aisala H. Nisov A. Nikinmaa M. Honkapaa K. ve Sozer N. 2023. Synergistic use of fermentation and extrusion processing to design plant protein-based sausages. *LWT - Food Science and Technology* 184.
- Varma P. Bhankharia H. ve Bhatia S. 2016. Oats: A multi-functional grain. *Journal of Clinical and Preventive Cardiology* 5(1) 9-17.

- Vashisth T. Singh R. ve Pegg R. 2011. Effects of Drying on the Phenolics Content and Antioxidant Activity of Muscadine Pomace. *LWT - Food Science and Technology* 44(7) 1649-1657.
- Wallace T. Murray R. ve Zelman K. 2016. The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients* 8(12).
- Wang S. Chelikani V. ve Serventi L. 2018. Evaluation of chickpea as alternative to soy in plant-based beverages fresh and fermented. *LWT - Food Science and Technology* 97 570-572.
- Warriss P. 2000. *Meat Science: An Introductory Text*. CABI Publishing, New York, USA
- Webb E. ve O. H. A. 2008. The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science* 80(1) 28-36.
- Webster F. 1996. Oats. In R. Henry ve P. Kettlewell (eds) *Cereal Grain Quality* (pp. 179-203), Springer, New York, USA
- Wieser H. Koehler P. ve Scherf K. 2022. Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry* 100(1) 23-25.
- Wolfer T. Acevedo N. Prusa K. Sebranek J. ve Tarte R. 2018. Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science* 145 352-362.
- Xu S. Qin L. Mazhar M. ve Zhu Y. 2022. Functional components profile and glycemic index of kidney beans. *Nutrition and Food Science Technology* 9 2022.
- Xu X. Sharma P. Shu S. Lin T.-S. Ciais P. Tubiello F. ve Jain A. 2021. Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant based food. *Nature Food* 2 724-732.
- Yagci S. Caliskan R. Gunes Z. Capanoglu E. ve Tomas M. 2022. Impact of tomato pomace powder added to extruded snacks on the in vitro gastrointestinal behaviour and stability of bioactive compounds. *Food Chemistry* 368.
- Yilmaz I. ve Velioglu M. 2009. Fermented meat products. In I. Yilmaz (ed) *Quality of Meat and Meat Products*, Transworld Research Network, Trivandrum, India
- Yilmaz V. ve Koca A. 2020. Quality sensorial and textural properties of einkorn and durum bulgur produced with several methods. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 22.
- Yuliarti O. Kovis T. ve Jun Yi N. 2021. Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites. *Journal of Food Engineering* 288.
- Zahari I. Purhagen J. Rayner M. Ahlstrom C. Helstad A. Landers M. ve Ostbring K. 2023. Extrusion of high-moisture meat analogues from hempseed protein concentrate and oat fibre residue. *Journal of Food Engineering* 354.
- Zaharieva M. ve Monneveux P. 2014. Cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture. *Genetic Resources and Crop Evolution* 61 677-706.
- Zampouni K. Soniadis A. Moschakis T. Biliaderis C.G. Lazaridou A. Katsanidis E. 2022. Crystalline microstructure and physicochemical properties of olive oil oleogels

formulated with monoglycerides and phytosterols. *LWT – Food Science and Technology* 154

- Zhang J. Shi J. Ilic S. Jun Xue S. ve Kakuda Y. 2008. Biological Properties and Characterization of Lectin from Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*). *Food Reviews International* 25(1) 12-27.
- Zhang R. Yang Y. Liu Q. Xu L. Bao H. Ren X. ve Jiao A. 2023. Effect of Wheat Gluten and Peanut Protein Ratio on the Moisture Distribution and Textural Quality of High-Moisture Extruded Meat Analogs from an Extruder Response Perspective. *Foods* 12(8).
- Zhang X. Zhao Y. Zhang T. Zhang Y. Jiang L. ve Sui X. 2023. Potential of hydrolyzed wheat protein in soy-based meat analogues: Rheological textural and functional properties. *Food Chemistry: X* 20.
- Zhang Y. Zhang Y. Jia J. Peng H. Qian Q. Pan Z. ve Liu D. 2023. Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Current Research in Food Science* 6.
- Zhu H.-G. Tang H.-Q. Cheng Y.-Q. Li Z.-G. ve Tong L.-T. 2021. Potential of preparing meat analogue by functional dry and wet pea (*Pisum sativum*) protein isolate. *LWT - Food Science and Technology* 148.
- Zhu Y. Bo Y. ve Liu Y. 2019. Dietary total fat fatty acids intake and risk of cardiovascular disease: a dose-response meta-analysis of cohort studies. *Lipids in Health and Disease* 18.