

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Gastronomi Anabilim Dalı

**SİYAH RENKLİ BAKLAGİLLERDEN ÜRETİLEN
AQUAFABALARIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN
GASTRONOMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ:
BİTKİSEL KREMA ÜRETİMİ**

Doktora Tezi

Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Nevruz Berna TATLISU

Eş Danışman
Doç. Dr. Ömer Said TOKER

İstanbul – 2025

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Siyah Renkli Baklagillerden Üretilen Aquafabaların Fonksiyonel Özelliklerinin Gastronomi Açısından Değerlendirilmesi: Bitkisel Krema Üretimi

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Gastronomi

Tezin Türü : Doktora

Tezin Tarihi : 03.07.2025

Sayfa Sayısı : 135

Tez Danışmanları : 1. Dr. Öğr. Üyesi Nevruz Berna TATLISU
2. Doç. Dr. Ömer Said TOKER (Eş Danışman)

Dizin Terimleri : Aquafaba, Bitkisel Krema, Duyusal Analiz, Köpürme Kapasitesi, Siyah Gıdalar

Türkçe Özet : Bu tez, siyah renkli baklagillerden elde edilen aquafabaların fonksiyonel özelliklerini inceleyerek bitkisel bazlı krema üretiminde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU

**T. C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Gastronomi Anabilim Dalı

**SİYAH RENKLİ BAKLAGİLLERDEN ÜRETİLEN
AQUAFABALARIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN
GASTRONOMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ:
BİTKİSEL KREMA ÜRETİMİ**

Doktora Tezi

Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Nevruz Berna TATLISU

Eş Danışman

Doç. Dr. Ömer Said TOKER

İstanbul – 2025

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU

.../.../2025



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Gizem HÜLAĞA KADEROĞLU' nun Siyah Renkli Baklagillerden Üretilen Aquafabaların Fonksiyonel Özelliklerinin Gastronomi Açısından Değerlendirilmesi: Bitkisel Krema Üretimi adlı tez çalışması, jürimiz tarafından Gastronomi anabilim dalı, Gastronomi bilim dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Salim İBİŞ

Üye

Doç. Dr. Özgür KIZILDEMİR

Üye

Doç. Dr. Murat DOĞAN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nevruz Berna TATLISU
(Danışman)

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan İNAN

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 2025

Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bitkisel bazlı ürünlerin yaygınlaşması ile fonksiyonel özellikler taşıyan doğal bileşenlere olan ilgi artmakta; sürdürülebilir mutfak uygulamaları ve vegan beslenme pratikleri doğrultusunda, baklagil kaynaklı alternatifler önemli bir araştırma alanı haline gelmektedir. Bu bağlamda, atık olarak değerlendirilen baklagil pişirme sularından elde edilen ve “aquafaba” olarak adlandırılan maddenin, yumurta beyazına alternatif olabilecek köpürme ve emülsifiye etme özellikleri öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, siyah renkli baklagiller (siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği) kullanılarak elde edilen aquafabaların fonksiyonel özellikleri analiz edilmiş, bitkisel bazlı krema üretimindeki kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Araştırma dört aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, farklı konserve ürünlerinin tepelerinin pH, renk, brix, köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz edilmiştir. İkinci aşamada, siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği farklı su ve pişirme koşullarıyla işlem görerek elde edilen aquafabalar renk, köpürme kapasitesi ve stabilitesi açısından değerlendirilmiştir. Üçüncü aşamada, basınçlı pişirme yöntemiyle farklı basınç seviyelerinin köpürme özellikleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Son olarak, seçilen aquafabalarla üç farklı bitkisel krema formülasyonu hazırlanarak 80 panelist ile duyu analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, siyah renkli baklagil pişirme sularının fonksiyonel özellikleri sistematik olarak incelenmiş ve bitkisel krema üretiminde kullanımı değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, aquafaba bazlı ürünlerin köpürme kapasitesi ve duyu özellikleri bakımından işlevsel olduğunu göstermektedir. Özellikle siyah nohut ve beluga mercimeği örneklerinin gastronomide kullanılabilirliği ortaya konmuş; bu ürünlerin, yeşil restoranlar, modern tabak sunumları ve vegan Türk mutfakları gibi alanlarda estetik ve sürdürülebilir alternatifler sunmasının yanı sıra, köpük ve krema gibi ara ürünlerde tabaklardaki protein ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte et benzeri bir doyuruculuk sağlamasıyla sürdürülebilir gastronomi uygulamalarıyla örtüştüğü belirlenmiştir. Ayrıca, aquafabanın mutfak sanatlarında yaratıcı reçete geliştirme süreçlerine katkı sunabileceği; yeni nesil tabak kompozisyonlarında hem işlevsel hem görsel bir unsur olarak kullanılabileceği; bitkisel bazlı mutfak pratiğinde inovatif içerik arayışında olan şefler, yiyecek-içecek sektörü profesyonelleri ve gastronomi öğrencileri için öğretici bir bileşen olabileceği

değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, gastronomi disiplini içinde hem sürdürülebilirlik hem de ürün farklılaştırması açısından özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aquafaba, bitkisel krema, duyusal analiz, köpürme kapasitesi, siyah gıdalar



SUMMARY

With the growing prevalence of plant-based products, interest in natural ingredients with functional properties has increased; in line with sustainable kitchen practices and plant-based dietary trends, legume-derived alternatives have become a significant area of research. In this context, aquafaba—a substance obtained from legume cooking water, often considered waste—has gained attention due to its foaming and emulsifying properties, positioning it as a potential alternative to egg whites. This study analyzed the functional properties of aquafaba obtained from black-colored legumes (black chickpeas, black beans, and beluga lentils) and evaluated its applicability in plant-based cream production.

The research was conducted in four stages. In the first stage, the top liquids of various canned legumes were analyzed for pH, color, °Brix, foaming capacity, and stability. In the second stage, aquafabas obtained by processing black chickpeas, black beans, and beluga lentils under different cooking and water conditions were evaluated in terms of color, foaming capacity, and stability. The third stage investigated the effect of different pressure levels applied through pressure cooking on foaming properties. Finally, in the fourth stage, three different plant-based cream formulations were prepared using selected aquafaba samples and subjected to sensory analysis with 80 panelists.

This study systematically examined the functional characteristics of cooking water from black-colored legumes and assessed its use in the production of plant-based cream. The results demonstrated that aquafaba-based products are functionally effective in terms of foaming capacity and sensory qualities. In particular, aquafaba derived from black chickpeas and beluga lentils was found to be suitable for gastronomic applications. These products not only offer aesthetic and sustainable alternatives in areas such as green restaurants, modern plate presentations, and vegan Turkish cuisine, but also provide a meat-like satiety through intermediate products such as foams and creams that can help meet protein needs on the plate—aligning well with sustainable gastronomy practices.

Additionally, aquafaba was evaluated as a useful ingredient in the development of creative culinary formulations. It has the potential to be used both functionally and

visually in new-generation plate compositions and can serve as a didactic component for chefs, food and beverage professionals, and gastronomy students seeking innovative ingredients for plant-based kitchen practices. In this respect, the study offers a unique contribution to the discipline of gastronomy in terms of both sustainability and product differentiation.

Keywords: Aquafaba, plant-based cream, sensory analysis, foaming capacity, black foods



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
EKLER LİSTESİ.....	xii
ÖNSÖZ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BİTKİSEL BAZLI BESLENME VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

1.1.Yiyecek-İçecek Sektöründe Sürdürülebilir Gastronomi Çalışmaları.....	3
1.1.1. Dünya'daki gastronomi çalışmaları.....	5
1.1.2. Türkiye'deki gastronomi çalışmaları.....	6
1.2. Gastronomide Yükselen Bir Trend: Bitki Bazlı Beslenme ve Bitkisel Protein Kullanımı	7
1.2.1. Bitkisel protein kaynakları	8
1.2.1.1. Tohumlar ve kuruyemişler.....	9
1.2.1.2. Gıda atıkları	9
1.2.1.3. Baklagiller.....	10
1.2.2. Bitkisel protein kaynaklarının gastronomideki yeri	12
1.3.Bitki Bazlı Beslenme ve Sağlık	13
1.4. Bitki Bazlı Beslenme Çeşitleri	14
1.4.1. Vegan beslenme	15
1.4.1.1. Veganizm kavramı.....	15
1.4.1.2. Vegan beslenme çeşitleri ve mutfak kültürlerindeki yeri	17
1.4.1.3. Vegan beslenmenin sağlık üzerine etkileri	18
1.5. Sürdürülebilir Gastronomide Vegan Beslenme Çalışmaları	18
1.6. Vegan Beslenmede Yenilikçi Ürün: Baklagil Suyu (Aquafaba).....	20
1.6.1. Aquafaba kavramı ve tarihçesi	20
1.6.2. Aquafabanın önemi	21
1.6.3. Aquafabanın fonksiyonel ve kimyasal özellikleri	22
1.6.4. Aquafabanın kalite özelliklerini etkileyen faktörler.....	23
1.6.5. Aquafabanın gastronomide kullanım alanları	24

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırmanın Kapsamı	26
2.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi	26

2.3. Araştırma Soruları	27
2.4. Araştırma Materyali	27
2.4.1. Kullanılan örnekler	27
2.4.2. Kullanılan ekipmanlar	28
2.5. Araştırma Metodu	28
2.5.1. Konserve baklagil tepe suyu analizleri	29
2.5.1.1. pH analizi	30
2.5.1.2. Renk analizi	30
2.5.1.3. Suda çözünebilen kuru madde analizi	31
2.5.1.4. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizi	31
2.5.1.5. Konserve baklagil tepe sularının köpük renk analizi	32
2.5.2. Siyah renkli baklagillerden aquafaba üretimi ve ön deneme çalışmaları	32
2.5.2.1. Islatma suyu ve pişirme ekipmanı farklılığı ile aquafaba eldesi	33
2.5.2.2. İçme suyu ve pişirme ekipmanı farklılığı ile aquafaba eldesi	33
2.5.2.3. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri	35
2.5.3. Siyah renkli baklagillerden farklı basınçlı pişirme koşullarında aquafaba üretimi ve analizleri	36
2.5.3.1. İçme suyu ve basınçlı pişirici ile aquafaba eldesi	37
2.5.3.2. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri	38
2.5.4. Seçilen aquafaba örneklerinde gerçekleştirilen analizler	39
2.5.4.1. pH analizi	39
2.5.4.2. Renk analizi	39
2.5.4.3. Suda çözünebilen kuru madde analizi	40
2.5.4. Seçilen aquafaba örneklerinden bitkisel krema üretimi	40
2.5.4.1. Bitkisel krema üretimi	40
2.5.4.2. Üretilen bitkisel kremaların duyu ve sıralama test analizleri	41

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Farklı Baklagil Konserve Tepe Suyu Analiz Bulguları	42
3.1.1. pH analiz bulguları	42
3.1.2. Renk analiz bulguları	44
3.1.3. Suda çözünebilen kuru madde analiz bulguları	49
3.1.4. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları	53
3.2. Siyah Renkli Baklagillerden Aquafaba Üretimi ve Ön Deneme Çalışma Bulguları	63
3.2.1. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları	64
3.3. Siyah Renkli Baklagillerden Farklı Basınçlı Pişirme Koşullarında Aquafaba Üretimi ve Analiz Bulguları	69
3.3.1. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları	70
3.4. Seçilen Aquafaba Örneklerinde Gerçekleştirilen Analiz Bulguları	77
3.4.1. pH analiz bulguları	78

3.4.2. Renk analiz bulguları.....	80
3.4.3. Suda çözünebilen kuru madde analiz bulguları.....	82
3.5. Seçilen Aquafabalar Örneklerinden Bitkisel Krema Üretimi ve Üretilen Kremaların Duyusal Analiz Bulguları	85
3.5.1. Bitkisel krema üretim bulguları.....	85
3.5.2. Duyusal analiz bulguları.....	87
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKÇA	96
EKLER.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	115



KISALTMALAR

<i>a*</i>	:	Kırmızı-Yeşil Renk Eksen Değeri (CIELab*)
ANOVA	:	Varyans Analizi- Analysis of Variance
<i>b*</i>	:	Sarı-Mavi Renk Eksen Değeri (CIELab*)
BPA	:	Bisfenol A
°C	:	Santigrad Derece
CIE	:	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu- Commission Internationale de l'Eclairage
cm	:	Santimetre
dk	:	Dakika
Ed.	:	Editör (ler)
FC	:	Köpürme Kapasitesi- Foaming Capacity
FS	:	Köpürme Stabilesi- Foaming Stability
g	:	Gram
kPa	:	KiloPaskal
L	:	Litre
<i>L*</i>	:	Parlaklık Değeri (CIELab*)
ml	:	Mililitre
mg	:	Miligram
p	:	Olasılık-Probability, İstatistiksel Anlamlılık Değeri
pH	:	Hidrojenin Gücü- Power of Hydrogen
rpm	:	Dakikadaki Devir Sayısı
s.	:	Sayfa (lar)
SKH	:	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SS	:	Standart Sapma
t.y.	:	Tarih Yok
UN	:	Birleşmiş Milletler- United Nations
UNWTO	:	Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü- The United Nations World Tourism Organization
vb.	:	ve benzeri
vs.	:	ve saire

watt : Watt
 $\bar{X}$: Ortalama
 μs : Mikrosaniye



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Diyet tiplerine göre gıdaların kullanımı	14
Tablo 2. Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinin su ve pişirme ekipman farklılığına göre aquafabalarının adlandırılması.....	34
Tablo 3. Baklagil çeşitlerine ve pişirme yöntemlerine göre aquafaba numunelerinin adlandırılması	37
Tablo 4. Konserve baklagil tepe sularına ait pH analiz bulguları.....	42
Tablo 5. Baklagil konserve tepe suları numunelerine ait renk analiz bulguları.....	45
Tablo 6. Çeşitli baklagil konserve tepe sularına ait suda çözünebilen kuru madde analiz bulguları	50
Tablo 7. Baklagil konserve tepe sularının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi.....	54
Tablo 8. Baklagil konserve tepe sularının köpürme kapasiteleri (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabiliteleri (%).....	57
Tablo 9. Çeşitli baklagil konserve tepe sularından elde edilen köpüklerin renk analiz bulguları	60
Tablo 10. Su ve pişirme ekipmanı farklılığı ile elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi.....	64
Tablo 11. Su ve pişirme ekipmanı farklılığı ile elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpürme kapasite (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabilite değerleri (%)	66
Tablo 12. Farklı basınç koşullarında elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi.....	70
Tablo 13. Farklı basınç koşullarında elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpürme kapasiteleri (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabiliteleri (%)	73
Tablo 14. Üç baklagil çeşidine ait aquafaba örneklerinin pH analiz bulguları.....	78
Tablo 15. Üç baklagil aquafaba örneklerinden elde edilen köpüklerin renk analiz bulguları.....	80
Tablo 16. Üç baklagil aquafaba örneklerine ait suda çözünebilen kuru madde analiz bulguları	82
Tablo 17. Bitkisel kremaların duyu analizi puanlama test sonuçları	87
Tablo 18. Panelist sıralama testi sonuçları dağılımı	91

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Bitki bazlı beslenmeyi etkileyen güçlendirici ve zorlayıcı temel faktörler.....	8
Şekil 2. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen adımların akış şeması.....	29
Şekil 3. Kolorimetre cihazı	31
Şekil 4. Refraktometre cihazı	31
Şekil 5. Siyah baklagil çeşidinden aquafaba elde ediliş aşamaları.....	36
Şekil 6. Aquafaba örneklerinin üretim akış şeması.....	37
Şekil 7. Baklagil konserve tepe suları numunelerinin renkleri.....	45
Şekil 8. Baklagil konserve tepe sularının işlem sonrası t=0 anlarında çekilen üstten görüntüleri	53
Şekil 9. Baklagil konserve tepe sularının işlem sonrası t=0 anlarında çekilen yandan görüntüleri.....	54
Şekil 10. Baklagil konserve tepe sularının köpürme kapasiteleri (%).....	57
Şekil 11. Baklagil konserve tepe sularının t=10 ve t=30. dakikalardaki köpürme stabiliteleri (%).....	58
Şekil 12. A: SNİP4 aquafabası, B: SNİP4 bitkisel kreması	85
Şekil 13. A: BMİP4 aquafabası, B: BMİP4 bitkisel kreması.....	85
Şekil 14. A: Kontrol-Nohut konserve aquafabası, B: Kontrol-Nohut konserve bitkisel kreması	86
Şekil 15. A: Siyah nohut aquafabasından elde edilen bitkisel krema, B: Beluga mercimeği aquafabasından elde edilen bitkisel krema, C: Kontrol nohut konserve aquafabasından elde edilen bitkisel kremaların +4° C’te 1 saat bekletme sonraki üstten ve yandan köpük görüntüleri.....	86
Şekil 16. Bitkisel krema örneklerinin duyuusal puanlama sonuçlarının örümcek ağı grafiği .	89

EKLER LİSTESİ

EK A. Duyusal Analiz Testi.....	110
EK B. Sıralama Testi	111
EK C. Panelist Sıralama Test Sonuçları.....	112



ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında bilgi, birikim ve sabırlarıyla beni yönlendiren; desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, yol göstericilikleriyle akademik gelişimime büyük katkı sağlayan çok kıymetli danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Nevruz Berna Tatlısu ve Doç. Dr. Ömer Said Toker'e en derin teşekkürlerimi sunarım. Akademik hayata adım attığım ilk günden itibaren beni cesaretlendiren, yol göstericiliği ile destek olan çok kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER'e, jüri davetimizi kabul ederek katkı sağlayan, yapıcı önerileriyle çalışmamı daha nitelikli hale getiren saygıdeğer jüri üyelerine, İGÜ ailesinden süreç boyunca desteklerini hep yanımda hissettiğim başta sayın hocam Doç. Dr. Serdar EGELİ olmak üzere Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü öğretim elemanlarının her birine ve Lisansüstü Eğitim Enstitüsü idari kadrosuna teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bir meslektaş olmaktan çıkıp her anımda yanımda desteğini hissettiren aynı yolu paylaştığımız dostum Dr. Öğr. Üyesi Nevra ÜÇLER'e, her soruma sabırla ve anlayışla yanıt veren değerli arkadaşım Dr. Umay Sevgi VARDAR'a, adlarını burada tek tek yazamasam da manevi desteklerini hep hissettiğim tüm arkadaşlarıma, kendime inancımı yitirdiğim zaman dilimlerinde dahi inancımı tazelememi sağlayan ablam Didem SÖKER'e, babam Hasan HÜLAĞA'ya, verdiği huzur ve gösterdiği sabır ile stresimle başa çıkmamı kolaylaştıran, desteği ve sevgisiyle bu süreci birlikte yürüdüğüm hayat arkadaşım Ender KADEROĞLU'na, aramızdan ayrılrsa da başarıyı en çok görmek isteyen, cübbedeki o tek çizgiyi gözlerinde umutla canlandırdığım canım annem Sünniye HÜLAĞA'ya ve tabii ki negatif enerjimi dağıtmamı sağlayan minik dostum Shifu'ya da teşekkür ederim.

GİRİŞ

Küresel gıda sistemlerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeniden düzenlenmesi, artan dünya nüfusu, şiddetlenen iklim krizi ve kısıtlı doğal kaynaklar gibi çok boyutlu baskılar nedeniyle zorunludur (Food and Agriculture Organization, 2021). Çevresel ayak izi düşük, besleyici ve ekonomik protein kaynaklarına yönelim bu bağlamda kaçınılmazdır; atmosferik azot fiksasyonu sayesinde toprağın verimliliğini artıran baklagiller bu gereksinimi karşılayan stratejik ürünlerdir. Bitkisel kaynaklı ürünlere yönelimin artması hem çevresel sürdürülebilirlik hem de hayvansal ürünlere alternatif arayışlarını gündeme taşımaktadır (Godfray, vd., 2018; Smetana, vd., 2018). Bitkisel beslenme alışkanlıklarının yaygınlaşmasıyla birlikte, yumurta yerine kullanılabilecek bitkisel bazlı alternatiflerin geliştirilmesi önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir (McClements ve Grossmann, 2025).

Bitkisel temelli beslenme alışkanlıklarının artması hem çevresel sürdürülebilirlik hem de etik nedenlerle alternatif protein kaynaklarının geliştirilmesini öncelikli bir konu haline getirmiştir. Yumurta gibi geleneksel hayvansal gıdaların fonksiyonel özelliklerini karşılayabilecek bitkisel kaynaklı alternatiflere duyulan ihtiyaç, gastronomi ve gıda bilimi alanlarında aquafaba gibi çözümler üzerinde durulmasına neden olmaktadır. Baklagillerin haşlama veya konserve süreçlerinde ortaya çıkan pişirme suları 2015'ten bu yana "aquafaba" olarak adlandırılmakta ve yumurta akına benzer köpük ile emülsiyon oluşturma kabiliyeti sayesinde bitkisel ürün geliştirme çalışmalarında dikkat çekmektedir. Aquafaba, genellikle nohut gibi baklagillerin haşlama sularından elde edilen, yumurta akına benzer fonksiyonel özellikler gösteren bitkisel bir sıvıdır (McClements ve Grossmann, 2025). Köpürme hacmi yumurta akı ile karşılaştırılabilir; stabilitesi ise baklagil türü ve işleme koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Stasiak, Stasiak ve Libera, 2023). Standartlaştırma çalışmalarında özellikle nohut kökenli aquafaba üzerine yoğunlaşmış, fonksiyonel özelliklerin su-tane oranı, ıslatma süresi ve pişirme basıncı gibi değişkenlerle optimize edilebileceği gösterilmiştir (He vd., 2021b). Aquafaba, esasen baklagillerin haşlama sularıdır ve emülsifiye edici, köpük oluşturuç, kıvam verici gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ancak literatürde daha çok geleneksel pişirme yöntemiyle elde edilen örneklerin yer aldığı ve basınçlı pişirme ya da farklı su türlerinin etkilerine yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Aquafabanın gastronomi ve teknoloji açısından potansiyeli çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Jeske, Zannini ve Arendt (2017), farklı baklagillerden (nohut, fasulye, bezelye) elde edilen aquafabaların bileşimini karşılaştırarak nohut ve beyaz fasulyenin en iyi fonksiyonel performansı gösterdiğini bildirmiştir. Meurer, vd., (2020) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, haşlama süresi, su oranı ve sıcaklık değişkenlerinin aquafaba kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmış ve özellikle uzun süreli otoklav pişirme yönteminin fonksiyonel performansı artırdığı belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında, konserve tepe sularının potansiyel bir gıda bileşeni olarak değerlendirilmesi, siyah renkli baklagillerin alternatif aquafaba kaynağı olarak kullanılması, farklı pişirme suyu ve ekipmanlarının aquafabanın köpük fonksiyonelliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen aquafabaların ürün geliştirme sürecindeki performanslarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının birinci bölümünde; farklı markalara ait konserve baklagillerin tepe sularının pH, °Brix ve CIE *Lab** renk analizleri gerçekleştirilmiş; ayrıca köpürme kapasitesi ve köpük stabilitesi ölçülerek fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. İkinci aşamada, siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği olmak üzere üç farklı siyah renkli baklagil, içme suyu ve ıslatma suyu kullanılarak hem geleneksel pişirme (tencere) hem de basınçlı pişirme (Gurme Şef) yöntemleriyle pişirilmiş; elde edilen aquafaba örneklerinin köpürme kapasiteleri ve stabiliteleri analiz edilmiştir. Üçüncü aşamada, en yüksek köpürme performansına sahip örnekler seçilerek farklı basınç seviyelerinde pişirme denemeleri yapılmış ve bu koşulların aquafabanın fonksiyonel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonunda, köpük hacmi ve stabilitesi en iyi olan aquafaba örnekleri kullanılarak bitkisel krema ürünleri geliştirilmiş; bu ürünler üzerinde duyusal analizler ve sıralama testleri uygulanarak gastronomide kullanım potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım ile farklı pişirme ve su kullanım koşullarının aquafabanın köpürme özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş, endüstriyel kullanıma yönelik potansiyeli değerlendirilmiş ve bitki bazlı mutfak uygulamalarında yenilikçi ürün geliştirme çalışmalarına bilimsel altyapı oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, baklagil işleme atığı olarak görülen aquafabanın fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ve bitkisel krema gibi ekonomik katma değerli ürünlere dönüştürülmesi sayesinde, gıda atıklarının yukarı dönüşüm (upcycle) edilerek sürdürülebilir gastronomi uygulamalarına katkı sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

BİTKİSEL BAZLI BESLENME VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bu bölümde, tez çalışması ile ilgili literatür bilgilerine yer verilmiştir. İlk olarak yiyecek-içecek sektöründe sürdürülebilirlik konusuna ve dünyada ve Türkiye’de yapılan ilgili Ar-Ge çalışmalarına yer verilmiştir. Ardından sürdürülebilir beslenmeye alternatif olan bitki bazlı beslenme kaynaklarına, çeşitlerine ve insan sağlığı üzerine etkilerine yer verilmiştir. Bitki bazlı beslenme çeşitlerinden biri olan vegan beslenme başlığına bölümün devamında yer verilmiştir. Veganizm kavramı, vegan beslenme çeşitleri ve mutfak kültürlerindeki yeri, insan sağlığı üzerine etkileri ile vegan beslenmeye yönelik yürütülen çalışmalara yer verilmiştir. Bu bölümde son ana başlık olarak vegan beslenme tariflerinde ön plana çıkan haşlanmış baklagil suyu (aquafaba) konu edinilmiştir. Aquafaba kavramı, önemi, fonksiyonel ve kimyasal özellikleri, kalitesini etkileyen parametreler ve gastronomide kullanım alanları aktarılmıştır.

1.1. Yiyecek-İçecek Sektöründe Sürdürülebilir Gastronomi Çalışmaları

Gıda güvenliği, iklim değişikliği riskini azaltma ve artan enerji talebini karşılama hususları önümüzdeki yıllarda giderek artan bir şekilde kritik zorluklara yol açacaktır. Sürdürülebilir üretim bu nedenle tarım ve gıda sistemlerinde zorunlu hale gelmiş durumdadır (Stagnari vd., 2017). Ayrıca su ve toprak kirliliği gibi ciddi çevre sorunları nedeniyle, gıda ve plastik atıklarla ilgili sürdürülebilirlik ve ekonomi göz önünde bulundurularak, geri dönüşüm için uygun maliyetli ve çevre dostu yöntemler bulmak çok önemlidir. Daha az atık üretecek bir kültür yaratmanın, onu geri dönüştürmeye çalışmaktan çok daha etkili olduğu düşüncesi de bu kapsamda yayılmaktadır. Ayrıca, daha az atık üretimi, geri dönüşüm süreçlerine kıyasla daha az enerji gerektiriyor gibi de görünmektedir (UN, 2015).

Artan dünya nüfusu göz önünde bulundurulduğunda gıda ihtiyacının da doğru orantılı olarak artacağı ve bunun da gıdanın sürdürülebilirliği ile güvenliğini tehlikeye atacağı düşünülmektedir. Bu iki tehlikenin önüne geçilmesi için de gıda sektöründeki atık yönetimlerine dikkat edilmesi yönünde çalışmalar, araştırmalar yürütülmektedir. Gıda atıklarının değerlendirilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması, sağlıklı beslenmenin yürütülebilmesi gibi hususlar bireyleri bitki bazlı gıda tüketimine yönlendirmiştir. Artan bilinçli tüketiciler, hayvansal ağırlıklı beslenme şekillerinden vazgeçerek

vejetaryen, vegan ya da benzeri bitki temelli beslenme şekillerinin gıda sektöründe yer almasını sağlamıştır. Tüketiciler açısından ayrıca yiyecek alerjileri sebebiyle bu tercihte bulunanlar da mevcuttur. Tüketiciler açısından tercihler bu sebeplerden dolayı etkilenmektedir. Gıda üreticilerinin yönelimi ise; tüketici talepleri, taşıma ve depolama, alerjen ayrımı ve temizliği, fiyat, sürdürülebilirlik, gelişmiş işlevsellik durumlarından kaynaklanmaktadır (Grizio ve Specht, 2016).

Yiyecek-içecek sektörü, sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SKH) doğrultusunda önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşüm, çevreye duyarlı üretim ve tüketim alışkanlıklarının yaygınlaştırılmasını, gıda atığının azaltılmasını, yerel üreticilerin desteklenmesini ve kültürel değerlerin korunmasını kapsamaktadır (Padyala ve Kiran, 2025). Sürdürülebilir gastronomi kavramı, yalnızca ekolojik dengeyi gözetken mutfak uygulamalarıyla sınırlı kalmayıp aynı zamanda ekonomik ve sosyo-kültürel sürdürülebilirliği de içeren bütüncül bir yaklaşım sunar. Gastronomi, artık sadece damak tadını tatmin eden bir alan değil; aynı zamanda kültürel mirasın korunması, yerel kalkınmanın desteklenmesi ve çevresel farkındalığın artırılması için stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir. Örneğin, Avrupa'da kısa tedarik zincirlerine dayalı restoranlar ve organik menüler giderek yaygınlaşmakta; Asya'da ise geleneksel tariflerin yaşatılması sürdürülebilir gastronomiyle birleşmektedir (Padyala ve Kiran, 2025; Rinaldi, 2017). Yiyecek-içecek işletmeleri, sürdürülebilirliği operasyonel süreçlerine entegre ettiklerinde hem çevresel ayak izlerini azaltmakta hem de tüketicilerin artan etik tüketim beklentilerini karşılamaktadır (Pramezvary vd., 2022). Örneğin, restoranlarda atık yönetim sistemleri, mevsimsel ve yerel ürün kullanımı, enerji verimli ekipmanlar gibi uygulamalar hem maliyetleri düşürmekte hem de çevresel etkileri azaltmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir gastronomi festivalleri ve eğitim programları sayesinde bu farkındalık toplum genelinde de yaygınlaşmaktadır (Kabacık, 2024). Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü'nün de belirttiği gibi gastronomi turizmi; yerel üreticilerin gelirlerini artırarak kırsal kalkınmayı desteklemekte, kadın girişimciliği teşvik etmekte ve kültürel etkileşimi güçlendirmektedir. Dolayısıyla, yiyecek-içecek sektöründe sürdürülebilirlik, yalnızca çevresel bir zorunluluk değil; aynı zamanda ekonomik fırsatların ve toplumsal gelişmenin de anahtarıdır (UNWTO, 2017).

1.1.1. Dünya'daki gastronomi çalışmaları

Gastronomi, dünya genelinde yalnızca bir yemek yeme biçimi olmaktan çıkmış; kültürel mirasın korunması, destinasyonların marka değerinin artırılması ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi açısından stratejik bir unsur haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü, gastronomi turizmini sürdürülebilir turizmin temel taşı olarak tanımlamaktadır. Gastronomi hem yerel ekonomilere katkı sağlamakta hem de kültürler arası etkileşimi desteklemektedir (UNWTO, 2017). Avrupa ülkeleri, sürdürülebilir gastronomi konusunda öncüdür. Örneğin İtalya, İspanya ve Yunanistan gibi ülkelerde Akdeniz diyeti temel alınarak gastronomi hem sağlık hem de çevresel açıdan sürdürülebilir hale getirilmektedir. İtalya'da Slow Food hareketi ile yerel ürünler ve geleneksel tariflerin korunması sağlanırken, İspanya'da Bask Mutfak Merkezi gibi kurumlar gastronomi eğitimini desteklemektedir (Rinaldi, 2017; Padyala ve Kiran, 2025). Asya'da ise Japonya, Güney Kore ve Tayland gibi ülkeler; gastronomi kültürünü turizmle entegre ederek destinasyon tanıtımında etkili sonuçlar elde etmiştir. Japonya'da düzenlenen suşi atölyeleri ve sake turları, hem kültürel mirası tanıtmakta hem de turistik deneyimi zenginleştirmektedir (Padyala ve Kiran, 2025). Güney Kore'nin "Global Hansik" kampanyası, Kore mutfağını dünya genelinde tanıtmak amacıyla gastronomi diplomasisine örnek teşkil etmektedir. Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde ise çiftlikten sofraya (farm-to-table) uygulamaları yaygınlaşmakta; organik tarım, düşük karbon salınımı ve sürdürülebilir ambalajlama gibi çevresel faktörler öne çıkmaktadır (Davis, vd., 2018; Rinaldi, 2017). Ayrıca gastronomi festivalleri ve mutfak rotaları, turistlere özgün deneyimler sunarak kırsal kalkınmaya da katkı sağlamaktadır. Afrika ve Güney Amerika gibi bölgelerde gastronomi çalışmaları genellikle yerel kimliğin korunması ve kadın girişimciliğinin teşviki üzerinden yürütülmektedir. Fas, Senegal ve Peru gibi ülkelerde yerel tatların ön plana çıkarıldığı festivaller, sürdürülebilir turizm stratejilerinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Pramezwary, vd., 2022; Scarpato, 2022).

Sürdürülebilir gastronomi, yalnızca bir tüketim biçimi olarak değil; aynı zamanda destinasyonların kimliğini pekiştiren, ekonomik kalkınmayı destekleyen ve çevresel bilinci artıran bütüncül bir kalkınma aracı olarak değerlendirilmektedir. Küresel turizm stratejilerinde gastronomi, kültürel mirasın korunması, yerel

üreticilerin desteklenmesi ve ekolojik denge gözetilerek turistik deneyimlerin çeşitlendirilmesi amacıyla önemli bir unsur haline gelmiştir.

1.1.2. Türkiye’deki gastronomi çalışmaları

Türkiye’de gastronomi, sadece bir mutfak sanatı olarak değil, aynı zamanda turizm ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının bir parçası olarak değerlendirilmekte; özellikle son on yılda bu alanda önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) Yaratıcı Şehirler Ağı’na dahil edilen Gaziantep ve Hatay gibi şehirler, Türkiye’nin yerel mutfak mirasını küresel düzeyde tanıtmaya yönündeki çabalarının sembolü haline gelmiştir (Kabacık, 2024). Türkiye genelinde düzenlenen gastronomi festivalleri, hem sürdürülebilir turizme katkı sağlamakta hem de yerel üreticilerle tüketicileri doğrudan bir araya getirerek yerel ekonomiyi desteklemektedir. Ancak yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye’de gerçekleştirilen 351 gastronomi festivalinden yalnızca 23’ü Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile doğrudan ilişkilendirilebilmektedir. Bu durum, sürdürülebilirlik ekseninde daha sistematik ve bütüncül yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Kabacık, 2024). Türkiye’deki gastronomi çalışmaları yalnızca festivallerle sınırlı kalmayıp akademik düzeyde de gelişmektedir. Üniversitelerin gastronomi ve mutfak sanatları bölümleri, sürdürülebilir gastronomi, yerel ürün kullanımı, atık yönetimi ve gıda tedarik zincirleri gibi konuları ders içeriklerine dahil etmektedir (Rinaldi, 2017; Mishra, 2023). Yerel yönetimlerin, kalkınma ajanslarının ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliğinde yürütülen gastronomi projeleri; kırsal kalkınmayı destekleyen kooperatif modellerini ve yerel tarımı teşvik eden uygulamaları da içermektedir. Örneğin Ege ve Akdeniz bölgelerinde, zeytinyağı üreticileri ile gurme restoranlar arasındaki doğrudan ilişki sürdürülebilir gastronominin önemli bir örneğidir (Padyala ve Kiran, 2025).

Bu çalışmalar Türkiye'nin zengin mutfak mirasını sadece tanıtmakla kalmayıp aynı zamanda gastronomiyi sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırma çabasını da yansıtmaktadır. Mevcut gelişmelere karşın, sürdürülebilir gastronominin daha geniş çapta benimsenmesi için ulusal stratejilerle desteklenmiş bir politika çerçevesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yürütülen pazar araştırmaları, tüketicilerin bitkisel ve vegan gıdalara olan ilgisini artırmayı ve bu doğrultuda ürün

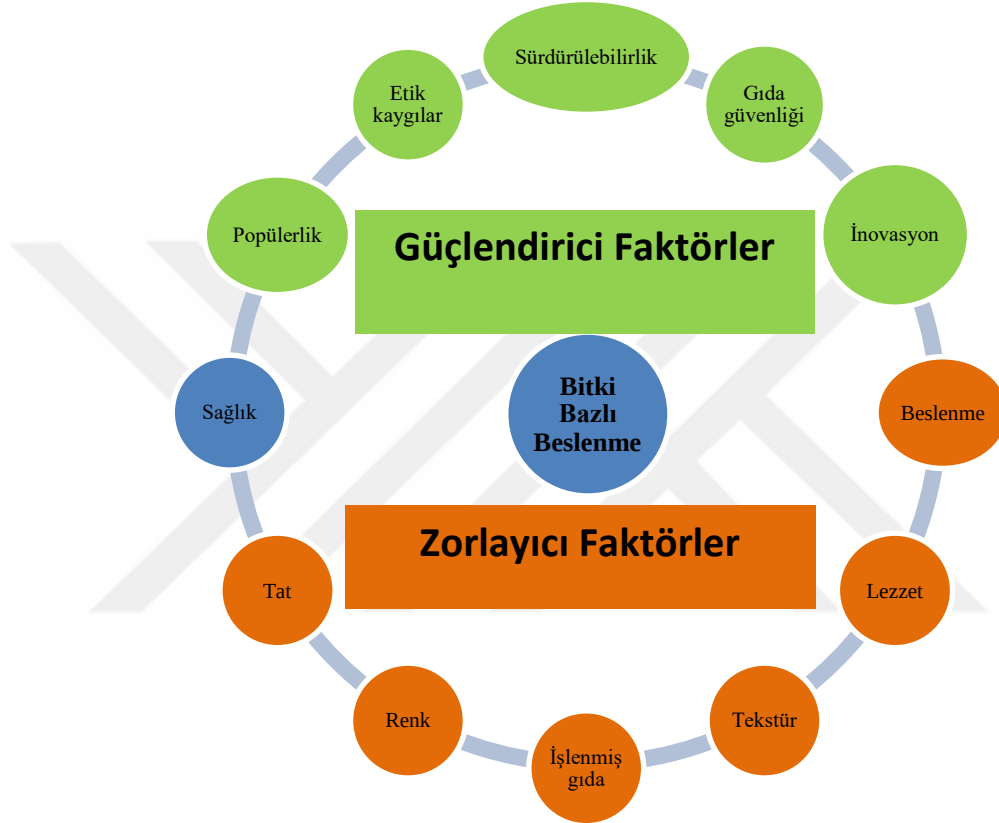
geliştirmeyi teşvik etmektedir (Özaydın ve Çelik, 2022; Scarpato, 2022; Seyfettinoglu, 2015).

1.2. Gastronomide Yükselen Bir Trend: Bitki Bazlı Beslenme ve Bitkisel Protein Kullanımı

Tüketicilerin gıda seçimleriyle ilgili endişeleri ve bu seçimlerin sağlık ve çevresel etkileri, beslenme alışkanlıklarında belirgin değişikliklere yol açmış ve bitkisel bazlı gıdaların tüketiminde artışa neden olmuştur. Bu değişimin ardında sağlıklı yaşamı teşvik etme, hayvan yaşamını koruma ve çevresel sürdürülebilirliği artırma gibi amaçlar bulunmaktadır (Bresciani ve Marti, 2019; Estell, vd., 2021; Małecki, vd., 2021; Nychas, vd., 2021). Birçok tüketici, etik kaygılar, hayvan hakları/hoşgörü organizasyonlarının hayvan tüketimini azaltma yönündeki kampanyaları ve hayvan bazlı gıda üretiminin neden olduğu çevreye zararlı sera gazı emisyonlarındaki artışlar gibi faktörler nedeniyle bitki bazlı beslenmeyi benimsemeye yönelik bir bilinç geliştirmiştir (Kumar, vd., 2018). Diğer etkenler arasında kaynakların aşırı kullanımı, kentleşme, gelişmiş ülkelerde protein alımının yanlış dağılımı (aşırı tüketim) ve bununla birlikte sağlık üzerinde olumsuz etkileri olan nüfus artışı bulunmaktadır.

Gıda endüstrisinde besin içeriği açısından elzem bileşenlerden olan proteinler, genellikle hayvansal kaynaklardan elde edilmektedir. Hayvansal kaynaklı proteinlerin sindirilebilirliklerinin, amino asit çeşit ve oranlarının ve suda çözünmelerinin bitkisel kaynaklı proteinlere göre daha yüksek olması onları daha kaliteli yapmaktadır. Hayvansal kaynaklı proteinlere olan talep bu nedenle daha yüksektir. Artan nüfusa paralel olarak gıda sektörünün taleplerinin karşılanması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu ihtiyacın oluşumundaki temel sebep ise nüfusun artışına paralel olarak artan et tüketimidir (Tilman ve Clark, 2014). 2050 yılına kadar nüfusun 9 milyara (Caparros vd., 2016; Yen, 2015) ulaşacağı hayvansal proteinlere olan talebin ise %70'e varan oranlarda artacağı tahmin edilmektedir (Oonincx vd., 2012). Et tüketiminin artması, küresel bazda sektörel ve çevresel bazı problemlere sebep olmaktadır. Çünkü bir tüketim talebinin karşılanması için oluşturulan arz, aslında beraberinde su, tarım gibi biyolojik çeşitliliğin temelini oluşturan kaynakların da daha fazla tükenmesine yol açacaktır (Van Huis vd., 2013). Bu sorunlara ek olarak iklim değişikliği ve küresel gıda güvenliği gibi hususlar, sürdürülebilir bir yaşam için, alternatif kaynaklara

duyulan ihtiyacı daha da artırmaktadır (Zewdie, 2014; Pimentel vd., 2004). Et, yumurta ve süt ürünlerine bitki bazlı alternatiflere olan talep, birçok gıda kategorisi ve uygulamasında son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Bu eğilim, alerjenite, sürdürülebilirlik ve tüketicinin esnek diyetlere doğru yönelmesi gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır (Alsalman, 2020). Bu kapsamda bitki temelli beslenmenin önemli noktası, insan sağlığının gereksinimlerini karşılaması açısından protein içeriğidir.



Şekil 1. Bitki bazlı beslenmeyi etkileyen güçlendirici ve zorlayıcı temel faktörler
Kaynak: (Hassoun, vd., 2022)

1.2.1. Bitkisel protein kaynakları

Bitkisel proteinler, bitkilerden elde edilen ve insan beslenmesinde önemli bir rol oynayan protein türleridir. Hayvansal protein kaynaklarına alternatif olarak, bitkisel proteinler hem besin değeri hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bitkisel protein kaynakları arasında baklagiller, tohumlar ve kuruyemişler yer almakta ve ayrıca gıda üretiminden elde edilen yan ürünler/atıklar, et ve diğer benzeri ürünleri simüle etmek amacıyla incelenmekte ve kullanılmaktadır. Bitkisel protein kaynakları konu edinen çalışmalara göre, baklagiller (örneğin, mercimek ve nohut) yüksek protein içeriği ve lif miktarı ile dikkat çekmekte, tohumlar

ve kuruyemişler ise sağlıklı yağlar ve vitaminler bakımından zengin olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, gıda üretiminden elde edilen atıkların kullanımı hem gıda israfını azaltma hem de alternatif protein kaynakları sağlama açısından önemlidir (Granca, Souza ve Costa, 2024).

1.2.1.1. Tohumlar ve kuruyemişler

Keten tohumu, yer fıstığı ve badem gibi tohumlar ve kuruyemişler, yüksek protein içeriğine sahipken, belirli amino asitlerden yoksundurlar. Pamuk tohumu, ayçiçeği tohumu, susam tohumu, kabak tohumu, fındık ve ceviz gibi diğer tohumlar, yüksek proteinli yağ tohumu mahsulleri olarak önemlidir (Access-wire, 2022; Langyan, vd., 2022). Bazı tohumlar, alternatif yumurta, peynir ve un ürünleri üretiminde de kullanılmaktadır (Access-wire, 2022; Watson, 2022). Canola tohumlarından elde edilen proteinler, spor içeceklerinde ve dondurulmuş tatlılarda iyi emülsifikasyon özellikleri sergiler ve renk ile kıvamı artırmaktadır (Watson, 2022). Ayrıca, yağları bitkisel tereyağı ve margarin üretiminde kullanılmakta, kaju ve makadamy fındıklarından alternatif veya vegan peynirler üretilmektedir (Southey, 2022).

1.2.1.2. Gıda atıkları

Dünya genelinde her yıl gıda atıkları nedeniyle milyarlarca dolar kaybı yaşanmaktadır. Örneğin, yıllık yaklaşık 3,5 milyar ton muz kabuğu atılmaktadır. Muz kabukları, karbon bileşenleri, protein, diyet lifi, poliyen yağ asitleri ve çeşitli antioksidanlar içermekte olup, bu kabukların ayrışması sera gazları üretmektedir (Ewing-Chow, 2022; Shalini, 2015). Muz kabukları, ekmek ve atıştırmalık gibi ürünlerde besin değerini artırmak için kullanılabilir (Martins, vd., 2019; Wells, 2021). Aynı şekilde aquafaba, nohut pişirildiğinde ortaya çıkan bir sıvı olup, köpürme ve emülsifikasyon özellikleri ile vegan mutfaklarda popülerlik kazanmıştır. Aquafaba, düşük pH ve sıcaklık koşullarında stabil olup, yağ ve nişasta içermemektedir (Mustafa ve Reaney, 2020). Gıda retiminde meydana gelen atıklarda, tohumlar, kabuklar ve yapraklar gibi çeşitli biyoaktif bileşenler bulunabildiği için bu bileşenler gıda ürünlerinde kullanılabilir (Pattnaik, vd., 2021). Ayrıca bazı sebzeler de protein açısından zengin olabilir. Örneğin, ısıpanak, brokoli ve kuşkonmaz gibi sebzeler, protein, lif ve çeşitli vitaminler açısından zengindir (Southey, 2022).

1.2.1.3. Baklagiller

Baklagiller (*Leguminosae* veya *Fabaceae* familyası), insan beslenmesinde önemli yer tutan, protein, diyet lifi, vitamin ve mineral bakımından zengin bitkisel gıda kaynaklarıdır (Semba vd., 2021; Tidåker vd., 2014). Latince puls kelimesinden türetilen baklagil terimi, yenilebilir tohumları için yetiştirilen bitkileri ifade eder. Dünyada yaklaşık 20.000'den fazla baklagil türü bulunmakta olup, mercimek, nohut, kuru fasulye, soya fasulyesi, bezelye, barbunya, maş fasulyesi ve yer fıstığı en yaygın tüketilen örnekler arasında yer almaktadır (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021). Baklagillerin protein içeriği genellikle %20–30 arasında değişmekte olup, özellikle nohut ve mercimek yüksek protein değerleri ile vegan ve vejetaryen diyetlerin temel kaynakları olarak öne çıkmaktadır (Keshavarz vd., 2020). Ayrıca lösin, izölösün ve valin gibi dallı zincirli amino asitler bakımından zengindirler; ancak metiyonin ve sistein gibi kükürtlü amino asit oranları sınırlıdır. Bu nedenle, baklagillerin tahıllarla birlikte tüketilmesi amino asit profillerinin tamamlanmasını ve biyoyararlanımlarının artmasını sağlamaktadır (ProVeg International, 2019). Baklagiller çözünür ve çözünmez diyet lifi bakımından da zengindir. Yüksek lif içerikleri, sindirim hızını yavaşlatarak tokluk hissini artırmakta, kan şekerinin dengelenmesine yardımcı olmakta ve düşük glisemik indeksleri sayesinde diyabet yönetiminde önerilmektedir (Bresciani ve Marti, 2019; Mullins ve Arjmandi, 2021). Ayrıca folat (B9 vitamini), tiamin (B1 vitamini), demir, çinko, magnezyum ve potasyum gibi vitamin ve mineraller açısından da önemli bir kaynaktır (Semba vd., 2021). Özellikle demir biyoyararlanımı, baklagil türüne ve pişirme yöntemine göre değişmekte olup, ıslatma, filizlendirme ve fermentasyon gibi ön işlemler fitat içeriğini azaltarak mineral emilimini artırmaktadır (Keshavarz vd., 2020). Renkli baklagiller, örneğin siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği, yüksek oranda antosiyanin ve fenolik bileşikler içermekte; bu bileşikler antioksidan kapasiteleri ile serbest radikal hasarını azaltmada önemli rol oynamaktadır (He vd., 2021b). Bununla birlikte, baklagillerde bulunan saponinler, proteolitik enzim inhibitörleri, lektinler ve fitatlar gibi antinutrisyonel faktörler, uygun ıslatma ve pişirme yöntemleri ile minimize edilebilmektedir (Keshavarz vd., 2020). Atmosferik azot fiksasyonu yapabilme özellikleri sayesinde baklagiller, tarımsal sürdürülebilirliğe katkıda bulunarak toprağın verimliliğini artırmakta ve karbon ayak izlerinin düşük olması nedeniyle et ve süt ürünlerine kıyasla çevresel etkileri daha sınırlı olmaktadır (Food and Agriculture

Organization of the United Nations, 2021). Bu özellikleri, onları bitkisel protein ihtiyacının karşılanmasında stratejik ürünler haline getirmektedir. Gıda endüstrisinde baklagillerin unları, konsantre ve izolat proteinleri; et analogları, süt ürünü alternatifleri, protein barlar, makarna ve fırıncılık ürünleri gibi geniş bir ürün yelpazesinde kullanılmaktadır (ProVeg International, 2019). Ayrıca pişirme sularından elde edilen aquafaba, yumurta akına benzer köpürme ve emülsifikasyon özellikleri ile vegan mutfakta fonksiyonel bileşen olarak öne çıkmaktadır (He vd., 2021b). Tüm bu özellikleriyle baklagiller, yüksek protein ve diyet lifi içerikleri, vitamin ve mineral zenginlikleri, fonksiyonel biyoaktif bileşenleri, düşük çevresel etkileri ve sürdürülebilir tarıma katkıları sayesinde hem insan beslenmesinde hem de gıda endüstrisinde stratejik öneme sahip bitkisel protein kaynaklarıdır.

- Siyah Nohut (Black Chickpea – *Cicer arietinum*)

Siyah nohut (*Cicer arietinum*), özellikle desi tipi olarak bilinen siyah renkli türleriyle yüksek düzeyde toplam fenolik bileşik ve antioksidan aktivite içermektedir. Filizlendirme (germinasyon) işlemi bu bileşenlerin seviyesini artırmakta, böylece serbest radikal temizleme kapasitesi yükselmektedir (Jukanti, vd., 2012; Chibbar, vd., 2021). Ayrıca siyah nohut, fitosteroller açısından da zengindir ve bu bileşiklerin kolesterol düşürücü etkileri iyi belgelenmiştir. Yapılan kontrollü bir çalışmada, 12 haftalık siyah nohut tüketiminin toplam kolesterolü anlamlı düzeyde azalttığı gözlemlenmiştir (Smith, Edirisinghe ve Ball, 2025).

- Siyah Fasulye (*Phaseolus vulgaris*)

Siyah fasulye, yüksek düzeyde çözünür ve çözünmez lif, kompleks karbonhidrat ve antosiyaninler içermektedir (Boateng, vd., 2008). Antosiyaninler, özellikle siyah fasulyede yoğun olarak bulunan flavonoid bileşikler olup, iltihap azaltıcı ve antioksidan özellikleriyle dikkat çeker (Reyes, vd., 2005). Siyah fasulye tüketiminin interlökin-6 gibi inflamatuvar biyobelirteçleri azalttığı, metabolik sendromun önlenmesinde olumlu rol oynadığı belirlenmiştir (Thompson, vd., 2024). Ayrıca potasyum, magnezyum ve demir gibi mineraller açısından da zengindir, bu da onu kalp sağlığı açısından değerli kılar (Messina, 2014).

- Beluga Mercimeği (*Black Beluga Lentil*)

Beluga mercimeği, küçük ve parlak siyah renkli bir mercimek çeşididir. Bu renk, yüksek düzeyde antosiyanin ve polifenol içeriğine işaret eder (Xu ve Chang, 2009). Bu biyoaktif bileşikler, oksidatif strese karşı koruma sağlamakta ve kronik hastalıklara karşı potansiyel koruyucu etkilere sahiptir. Yapılan in vitro çalışmalarda, beluga mercimeği özlerinin hücre içi antioksidan savunmayı artırdığı gösterilmiştir (Jung, vd., 2021). Ayrıca bu mercimek türü, kolon kanseri hücrelerinin proliferasyonunu inhibe edebilecek özelliklere sahip fenolik bileşikler içermektedir (Xu ve Chang, 2009).

1.2.2. Bitkisel protein kaynaklarının gastronomideki yeri

Bitkisel proteinler, sürdürülebilirlik kaygılarının, etik hassasiyetlerin ve sağlık trendlerinin birleşimiyle gastronomi alanında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Hayvansal proteinlerin üretimi, yüksek sera gazı salınımı, su tüketimi ve arazi kullanımı gibi çevresel sorunları beraberinde getirirken; soya, baklagiller, tahıllar, yağlı tohumlar ve endüstriyel gıda atıkları gibi bitkisel kaynaklar daha düşük çevresel ayak izine sahip alternatifler sunmaktadır (Pojić, vd., 2018). Fonksiyonel gıda üretiminin yaygınlaşmasıyla birlikte, bitkisel proteinlerin gastronomideki rolü yalnızca besleyici özellikleriyle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda teknik fonksiyonellikleriyle de ön plana çıkmaktadır. Emülsifiye etme, jel oluşturma, köpük stabilizasyonu ve su tutma kapasitesi gibi özellikler sayesinde bu proteinler, et, süt ve yumurta gibi hayvansal içeriklerin işlevsel ikamesi haline gelmiştir (Subhasri, vd., 2022). Bu özellikler sayesinde vegan peynirler, bitki bazlı süt ürünleri, et alternatifleri ve glutensiz unlu mamuller gibi geniş bir ürün yelpazesi ortaya çıkmaktadır (Yano ve Fu, 2022). Bitkisel proteinlerin kullanım alanları, geleneksel mutfakın ötesine geçerek moleküler gastronomi gibi yenilikçi alanlara da yayılmıştır. Jel, köpük, 3D gıda baskısı ve mikroenkapsülasyon gibi teknikler, gastronomik sunumları çeşitlendirirken aynı zamanda duyu ve besleyici değerleri artırmaktadır. Bu da gastronomide estetik ve işlevselliğin bir arada sunulmasını mümkün kılar (Subhasri, vd., 2022). Kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarının yükselmesiyle birlikte, bitkisel protein kaynakları düşük glisemik indeksli, hipoalerjenik ve fonksiyonel içerikleriyle dikkat çekmektedir. Özellikle gluten intoleransı, diyabet, kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi sağlık sorunları olan bireyler için mercimek, nohut ve kinoa gibi protein açısından zengin baklagiller ve tahıllar üzerinden geliştirilen ürünler önem taşımaktadır (Lu ve Şimşek, 2022). Bu bileşenler hem sağlıklı yaşamı destekleyen hem de duyu ve

beklentileri karşılayan gastronomik ürünlerin temelini oluşturmaktadır. Sonuç olarak, bitkisel protein kaynakları yalnızca hayvansal ürünlere alternatif olmakla kalmayıp, aynı zamanda yaratıcı, sürdürülebilir ve bilimsel temellere dayanan gastronomik yaklaşımların merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda bitkisel proteinler, çağdaş mutfakların işlevsel, çevreci ve estetik açıdan zengin bileşenleri haline gelmiştir.

1.3. Bitki Bazlı Beslenme ve Sağlık

Bitki bazlı diyetin birincil amacı, işlenmiş gıdaları, ilave şekerleri, doymuş yağları ve hayvansal ürünleri en aza indirirken; besin açısından yoğun, lif ve mikro besinlerce zengin bitkisel gıdaların tüketimini en üst düzeye çıkarmaktır (Melina vd., 2016). Bu tür bir diyet; sebze, meyve, tam tahıl, baklagiller, kuruyemişler ve tohumları temel alır ve genellikle düşük yağ içeriğine sahiptir (Craig ve Mangels, 2009).

Bitki bazlı bir diyetin benimsenmesi, çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalar aracılığıyla bireyin sağlığını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bitki bazlı gıdaların tüketiminin artırılması, genellikle diyet lifinde artış, doymuş yağda azalma ve antioksidan, vitamin (örneğin A, C, E, folat) ve mineraller (örneğin magnezyum, potasyum) gibi mikro besinlerin alımında artış ile ilişkilidir (Kahleova vd., 2022; Wang vd., 2023). Bu besin öğeleri, insülin duyarlılığını artırmakta, sistemik inflamasyonu azaltmakta ve metabolik sendrom riskini düşürmektedir (Tonstad vd., 2009). Ancak iyi planlanmamış bir bitki bazlı diyetle, bazı temel besin öğelerinin yeterli düzeyde alınması zor olabilir. Özellikle B12 vitamini, demir, kalsiyum, D vitamini, omega-3 yağ asitleri ve çinko gibi öğeler yalnızca bitkisel kaynaklardan sınırlı miktarlarda sağlanabilmektedir (Rosell vd., 2006; Wang vd., 2023). Örneğin, büyük oranda sadece hayvansal ürünlere bulunan B12 vitamini, katı bitki bazlı diyet uygulayan bireylerde takviye ya da güçlendirilmiş ürünlerle alınmalıdır (Craig ve Mangels, 2009). Benzer şekilde, non-heme (bitkisel kaynaklı) demirin biyoyararlanımı düşüktür; bu nedenle C vitamini ile tüketilmesi gibi stratejik yaklaşımlar gereklidir (Kahleova vd., 2022). Diyetin iyi planlanmaması, ilave şeker, rafine tahıllar ve doymuş yağ oranı yüksek, işlenmiş bitkisel gıdaların aşırı tüketilmesine neden olabilir ve bu durumda diyetin sağlık üzerine etkisi olumsuz yönde değişebilir (Melina vd., 2016). Bu nedenle, bitki bazlı beslenme planlamasında bir diyetisyen veya sağlık uzmanından rehberlik alınması, bireysel besin gereksinimlerinin karşılanması açısından önemlidir (Wang vd., 2023).

Genel olarak, bilimsel çalışmalar bitki bazlı beslenmenin obezite, diyabet, hipertansiyon, hiperlipidemi ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Kahleova vd., 2022; Appleby vd., 2016).

1.4. Bitki Bazlı Beslenme eşitleri

Bitki bazlı beslenme, çeşitli diyet kalıplarını içermektedir. En bilinen bitki bazlı beslenme eşitleri, vegan, vejetaryen, lakto-vejetaryen, ovo-vejetaryen, Flexitarian, Pescatarian, Whole Food beslenme olarak sıralanabilmektedir.

Tablo 1. Diyet tiplerine göre gıdaların kullanımı

Diyet Tipi	Tüketilen ve Tüketilmeyen Gıdalar
Vegan Diyet	Tüketilen: Tüm bitkisel gıdalar, sebzeler, meyveler, tahıllar, baklagiller, kuruyemişler. Tüketilmeyen: Tüm hayvansal ürünler (et, süt, yumurta, balık).
Vejetaryen Diyet	Tüketilen: Sebzeler, meyveler, tahıllar, baklagiller, süt ürünleri (Lakto-vejetaryen ve Lakto-ovo), yumurta (Ovo-vejetaryen). Tüketilmeyen: Et ve balık.
Flexitarian Diyet	Tüketilen: Bitkisel gıdalar, sebzeler, meyveler, tahıllar, bazen et ve balık. Tüketilmeyen: Sıklıkla et tüketimi azdır; tamamen dışlanmaz.
Pescatarian Diyet	Tüketilen: Balık, deniz ürünleri, sebzeler, meyveler, tahıllar, baklagiller. Tüketilmeyen: Kırmızı et ve diğerk hayvansal ürünler (süt, yumurta).
Whole Food Vegan Diyet	Tüketilen: Tam gıdalar, sebzeler, meyveler, tam tahıllar, baklagiller, kuruyemişler. Tüketilmeyen: İşlenmiş gıdalar, tüm hayvansal ürünler.

Kaynak: (Giaginis, vd., 2022; Groufh-Jacobse, vd., 2022; Sass, 2023; Vasquez, 2025)

Tablo 1’de belirtilen diyetlerin her biri, bireylerin sağık hedeflerine ve beslenme tercihlerine göre değışiklik gösterebilmektedir. Bitkisel protein kaynaklarının kullanımı sonucunda gıdaların protein, diyet lifi ve mineraller gibi besin içeriklerinin artmaktadır. Zengin besin içeriğıne sahip bitkilerin saptanması, besin içeriklerinin ortaya konulması ve gıda alanındaki uygulamalarının ve kullanımlarının arttırılması bu nedenle oldukça önemlidir.

1.4.1. Vegan beslenme

Jakše, (2023) çalışmasına göre, vegan diyeti hayvanlardan elde edilen tüm yiyecekleri hariç tutan ancak meyve ve sebzeler, tahıllar, baklagiller, kuruyemişler vb. gibi çeşitli bitki bazlı diyet gruplarından gelen yiyecekler açısından zengin olan ancak bitki bazlı diyetler arasında en katı diyet versiyonu olarak tanımlanmaktadır (Jakše, vd., 2023).

1.4.1.1. Veganizm kavramı

Veganizm kavramı, son zamanlarda ana akımda önemli ilgi gören ve son 15 yılda daha da popüler hale gelen büyüyen bir sosyal olgudur (Park ve Kim, 2022). Veganizmin, dünya açlığını sona erdirmek (SKH 2) ve sürdürülebilir tüketim ve üretimi teşvik etmek gibi Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SKH) katkıda bulunacağı ileri sürülmüştür (Saari vd., 2021). Sürdürülemez gıda uygulamaları, biyolojik çeşitlilik kaybının ve çevresel bozulmanın temel nedenidir. Bununla birlikte, sorumlu tüketim kalıpları, SKH planının kurtarılması ve hızlandırılması için çok önemlidir (Gasper vd., 2019). Küresel açlık ve sürdürülebilir tüketim gibi küresel gıda sisteminin sorunları, vegan gıdaların teşvik edilmesiyle ele alınabilmektedir. Vegan gıdaların benimsenmesi çevresel zararı azaltmakta, hayvan haklarını kormakta ve hayvansal kaynaklı gıdalarda yoğun olarak kullanılan kaynakların korunmasına da yardımcı olmaktadır ve böylece BM SKH'leri #2 ve #12'ye katkıda bulunmaktadır (Saari vd., 2021).

Veganizm farklı görüşler doğrultusunda bazen bir beslenme şekli/diyet; bazen bir yaşam tarzı ve bazen de bir felsefe/etik değer olarak kabul görmektedir. Kavramın anlaşılabilirliği açısından bu üç görüş açısından tanımlama yapılmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

- Bir diyet olarak veganlık görüşünde; hayvansal ürünler, süt ürünleri veya katkı maddeleri/renklendiriciler içermeyen bitki bazlı ürünlere dayalı bir diyet olarak kabul edilmektedir (North, vd., 2021). Bitki bazlı bir diyetin ve hayvan içermeyen ürünlerin veganizmin ayrılmaz bir parçası olduğu ifade edilmekte (Costa vd., 2019) ve görüşe katılanlar, vegan gıdanın hayvansal ürünler, yan ürünler ve bunlardan türetilen gıda veya katkı maddeleri içermediğini düşünmektedir. Vegan diyet koşulları, dünyaya ve yaşayan canlılara zarar vermeden üretilmekte ve işlenmektedir. Ayrıca bu diyetin

beslenme sorunlarını çözebileceği, kilo kaybını sağlayabileceği, bağışıklık hastalıkları veya gıda alerjisi gibi durumların önlenebileceği düşünülmektedir (Weiper ve Vonk, 2021).

Birçok vegan, veganlığın yalnızca bir diyet olduğu fikrini reddetmektedir (Greenebaum, 2012). Bu nedenle, vegan hastalarla veya danışanlarla iletişim kurarken ve bir vegan yeme düzeninden bahsedilirken, tartışmayı önlemek için vegan diyeti terimi, veganizm teriminden daha tercih edilebilirdir. Vegan diyeti teriminin son derece spesifik bir diyet düzenini tanımlamadığını vurgulamakta fayda var. Hayvansal ürünlerden arındırılmış herhangi bir diyet türü olabilir ve bir veganın diyeti başka bir veganın diyetinden tamamen farklı olabilir.

- Bir yaşam tarzı olarak veganizm, Veganizm, yalnızca bir diyet biçimi olmanın ötesine geçerek, bir yaşam tarzı ve felsefesi olarak kabul edilmektedir. Bu felsefe, hayvanların sömürülmesini reddetmeyi ve bunun yanında çevresel, sağlık ve etik kaygıları da içermektedir. Vegan bireyler, yalnızca gıda ürünlerini değil, hayvanlar üzerinde test edilen kozmetik ürünleri, giysiler ve diğer ev eşyalarını da kullanmaktan kaçınmaktadır (Ghaffari, vd., 2021).
- Bir felsefe/etik değer olarak veganizm, bireylerin seçimlerinin ötesinde, daha sürdürülebilir ve etik bir yaşam biçimi benimsemelerini sağlayan bir görüştür. Bu yaşam tarzı, çevresel etkilerin azaltılmasına, sağlıklı beslenme ve hayvan haklarının korunmasına yönelik güçlü bir taahhüt içermektedir (Quinn ve Westwood, 2018). Sonuç olarak, veganizm, sadece beslenme tercihleri değil, aynı zamanda daha geniş bir etik ve çevresel bilinçle şekillenen bir yaşam tarzı olarak önemli rol oynamaktadır.

Veganlığın benimsenmesin arkasında hayvan hakları, sağlık, çevresel, etik, ahlak (Fox ve Ward, 2008) ve din unsurları yatmaktadır (Brouwer, vd., 2022). Veganlar, hayvanların insan taleplerini yerine getirmesini sağlamanın adil olmadığına inanmaktadır. Kasaplık, süt ürünleri ve kümes hayvanları gibi hayvanlara zulüm yapıldığını düşünmektedirler. Bu nedenle, et ve süt ürünleri tüketmeyi hayvan haklarını sömürmek olarak kabul etmektedirler (Ghaffari, vd., 2021). Ayrıca kişisel ve sosyal faydalar, dini kaygılar ve ilerleyen teknoloji ile bilgi edinebilmenin kolaylığı benimsenmeyi teşvik etmektedir. Veganlığın benimsenmesinde psikolojik, sosyal ve örgütsel engelleyicileri olduğu bulunmuştur. Vegan bir yaşamı benimsemenin, uzun

vadede rahatsızlık veya pişmanlığa neden olabilecek bir alışkanlık değişikliği gerektirmesi, benimsemeyi engelleyici bir tutum olarak örnek verilebilmektedir.

1.4.1.2. Vegan beslenme çeşitleri ve mutfak kültürlerindeki yeri

Çevresel, sağlık veya etik vegan beslenme çeşitlerine geçiş, yenilebilir ve yenilemez olanın algısını değiştiren ve gıda hakkında yaşam tarzı ve düşünce biçimlerinde de değişiklikler üreten yeni bir yaşam biçimi oluşturmaktadır (Boyle, 2011; Greenebaum, 2012; Hoffman, vd., 2013). Çevresel veganlar, hayvansal tarımın ve toplu et tüketiminin dünya üzerindeki etkisi konusunda endişelerini dile getirmektedir (Quinn ve Westwood, 2018; Rosi, vd., 2017). Fiziksel sağlıklarını iyileştirmek amacıyla hareket eden sağlık veganları, pazar odaklı gıda normlarına eleştirel yaklaşmakta ve tükettikleri gıdaların besin değerine dikkat etmektedirler (Cronin, McCarthy ve Collins, 2014; Radnitz, Beezhold ve DiMatteo, 2015). Hayvan haklarına öncelik veren etik veganlar, et tüketimine karşı duygusal tepkiler göstermektedir (Greenebaum, 2012; Radnitz, Beezhold ve DiMatteo, 2015; Twine, 2018). Ayrıca çiğ beslenen raw foodist olarak adlandırılan veganlar, yiyecekleri pişirmeyen veya ısıtmayan, bunun yerine yalnızca doğal, çiğ haliyle yiyen veganlardır.

Veganlar, hayvanlara derin bir saygı duymakta ve bunu yaşam tarzı haline getirmektedirler; bu nedenle mutfaklarında hayvan kökenli ürünler bulunmamaktadır (Ferracini vd., 2024). Vegan mutfağındaki tüm tariflerde hayvan ürünleri kullanılmadığı için, arıların ürettiği bal bile tercih edilmemektedir ve süt gibi diğer hayvansal ürünler de kullanım dışıdır (Ferracini vd., 2024). Hayvan hammaddelerine olduğu kadar bunların tüm türevlerine de kısıtlamalar vardır; bu nedenle vegan mutfaklarında kullanılacak alternatif gıdalar geliştirilmiştir (Aschemann-Witzel vd., 2022). Bu alternatif gıdalar bazen besin değerleri açısından hayvan gıdalarıyla eşit düzeyde olabilirken, bazen de mikronutrient ve protein içeriklerinde eksiklikler görülebilmektedir (Janssen vd., 2022). Restoranlardaki eğitimli şefler, bu eksiklikleri zenginleştirilmiş bitki bazlı süt, tofu, tempeh gibi ürünlerle tamamlayarak hem besin değerini hem de lezzeti optimize edebilmektedir (Aschemann-Witzel vd., 2022; Twine, 2018). Ayrıca restoranlarda yapılan bir çalışmada, sağlıklı olarak tanımlanan bitki bazlı seçeneklerde doymuş yağ ve sodyum düşük bulunmuş; vegan/vejetaryen restoranlar omnivor restoranlara göre daha yüksek kalite puanları almıştır (Janssen vd., 2022). Her müşteri aynı diyeti veya lezzeti tercih etmediğinden, restoranların bireysel

beslenme tercihlerine hitap edebilmesi önemlidir (Ferracini vd., 2024). Vegan mutfacı sürekli yeniliklere açıktır; renk, doku ve aroma uyumu tariflerde titizlikle sağlanmalıdır (Aschemann-Witzel vd., 2022). Et türevleri kullanılmadığından, besin eksiklikleri dikkatli planlama ve uygun alternatiflerle giderilmelidir (Malhotra vd., 2025). Veganlar her türlü gıdayı tüketmemektedir; bu nedenle mutfak personelinin veganlara özel eğitim alması ve malzemeleri çapraz bulaş riskine karşı hazırlaması gerekmektedir (Ferracini vd., 2024; Rosi, vd., 2017). Bazı ülkelerde bireylerin dini inançları (örneğin Budizm, Jainizm) vegan mutfağının yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır (Malhotra vd., 2025). Bu coğrafyalarda sebze, meyve ve pirinç gibi bitkisel gıdalar bol bulunduğundan, vegan diyet benimsenmesi kolaylaşmaktadır ve gıda endüstrisinde bu ürünler “süt” veya “köfte” gibi hayvan ürünlerinin isimleriyle anılmaktadır (Janssen vd., 2022).

1.4.1.3. Vegan beslenmenin sağlık üzerine etkileri

Vejetaryen diyetlerle karşılaştırıldığında, vegan diyetler daha az doymuş yağ ve kolesterol ve daha fazla diyet lifi içerir. Veganlar daha zayıf olma eğilimindedir, daha düşük serum kolesterolü ve daha düşük kan basıncına sahiptir, bu da kalp hastalığı risklerini azaltır. Ancak, diyetten tüm hayvansal ürünleri çıkarmak belirli besin eksikliklerinin riskini artırır. Veganlar için özel olarak endişe verici mikro besinler arasında B-12 ve D vitaminleri, kalsiyum ve uzun zincirli n-3 (omega-3) yağ asitleri bulunur. Veganlar bu besinlerle zenginleştirilmiş yiyecekleri düzenli olarak tüketmedikçe, uygun takviyeler tüketilmelidir. Bazı durumlarda, bu minerallerin sınırlı biyoyararlanımı nedeniyle veganların demir ve çinko durumu da endişe verici olabilir (Craig, 2019; Malhotra ve Lakade, 2025).

1.5. Sürdürülebilir Gastronomide Vegan Beslenme Çalışmaları

Veganlık sadece bir diyet olmadığı için, yalnızca yeme düzenini değil, aynı zamanda kişinin hayata bakış açısını da değiştirir (Pribis vd., 2010; Morris, 2018). Ancak bu yaşam tarzının bireyler açısından avantajları olduğu kadar dezavantajları da vardır; vegan bireyler yaşamları boyunca birçok toplumsal, sosyal ve kültürel sorunla karşılaşabilmektedirler (Ferracini vd., 2024; Pribis vd., 2010). Özellikle dışarıda yemek yerken yaşanan kısıtlamalar bu sorunlardan biridir (Ferracini vd., 2024; Cole ve Morgan, 2011).

Bu ihtiyaç doğrultusunda, 1996 yılında Avrupa Vejetaryen Birliği'nin bağlı derneklerinden Swissveg tarafından başlatılan ve Avrupa Vejetaryen Birliği tarafından 1999'da genişletilen V-Label adı verilen bir etiketleme sistemi geliştirilmiştir (Pichler vd., 1999; V-Label GmbH, 2008). V-Label sayesinde veganlar, restoranları ve market ürünlerini daha rahat tercih edebilir hale gelmiştir (ProVeg International, 2019). Ayrıca bu etiket yalnızca veganları değil; bilinçli tüketicileri, et tüketimini azaltmak isteyen bireyleri, hayvansal ürünlere alerjisi olanları ve belirli dini diyetleri takip edenleri de hedeflemektedir (ProVeg International, 2019; Swissveg vd., 1996).

Türkiye'de V-Label sertifikasını alan ilk marka Nudo olmuştur; onu Komagene, Eriş Un, Gloria Jean's Coffees, Kurme, Vegan Cheese, Oses ve Entabi iğköfte markaları takip etmiştir (V-Label Türkiye, 2023). Vegan konseptine sahip restoranlar ve markalar dışında, "vegan sanat" terimi de ortaya çıkmıştır; bu kavram, vegan vizyonuyl oluşturulan sanat ürünlerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Küresel ölçekte yaklaşık 79 milyon insanın vegan olduğu tahmin edilmektedir (Statista, 2023). Bu büyüyen kitle, dünya gıda pazarının dikkatini çekmektedir. Bu nedenle Beyond Meat ve Hampton Creek Foods gibi Amerikan şirketleri, ısı ve basınç kullanarak et ve yumurtayla aynı tat ve dokuyu yakalayabilecek bitkisel bazlı ürünler üretmeye başlamıştır (Forbes, 2023). California merkezli Impossible Foods da yalnızca bitkisel kaynaklı ürünler kullanarak süt, peynir, pastırma ve biftek gibi alternatifler geliştirmekte; şirketin yatırımcıları arasında Horizons Ventures, Khosla Ventures ve Bill Gates gibi isimler bulunmaktadır (Washington Post, 2023). Fransa merkezli Danone ise Alpro markasını satın alarak vegan pazara girmiştir. 2011 yılında Berlin'de açılan ve 10'dan fazla şubeye ulaşan Veganz, dünyanın tamamen vegan ilk süpermarket zinciri olmuştur (Veganz, 2024). Küresel pazar araştırma raporlarına göre, vegan ürünler pazarı 2015–2020 yılları arasında %5'lik artışla 708 milyon dolar ek satışla büyüme göstermiştir (Global Market Insights, 2020). Nisan 2019'da Impossible Foods, Burger King'in "Whopper Burger"ını tamamen bitkisel kaynaklı etle üretmeye başladığını duyurmuştur (Majendie, 2019). Barcelona, 2016 yılında "vegan dostu şehir" ilan edilerek bu konuda öncü olmuştur. Starbucks ise bir imza kampanyası sonucunda menüsüne vegan seçenekler eklemiştir. 256 yıldır üretiminde hayvansal jelatin kullanan Guinness, artık tamamen vegan üretim sürecine geçtiğini açıklamıştır (The Guardian, 2017). Ben & Jerry's firması da badem sütü ile yapılan, hayvansal iz içermeyen dondurmalar geliştirmektedir. Taco Bell, 26 seçeneği

kapsayan sertifikalı vejetaryen menüsünü tanıtarak pazarda yer almıştır. Özellikle ABD’de yaygınlaşan “Buddha Bowl” isimli tabaklar; %10 yeşil yapraklı sebze, %20 sebze, %10 meyve, %20 protein, %15 sağlıklı yağ ve %20 karbonhidrattan oluşarak dengeli vegan beslenmeye örnek oluşturmaktadır (Healthline, 2022). Ayrıca “Bitki Kasaplığı” olarak bilinen dükkanlarda sebzeler et formuna benzer biçimde işlenerek bitkisel kaynaklı et ürünleri üretilmektedir. Yumurta, veganlar için zorlayıcı bir gıda olarak öne çıkarken; Follow Your Heart® firması, tamamen hayvansal içerikten arındırılmış, 3 gram protein ve yüksek lif içeren, GDO ve alerjen içermeyen vegan yumurtalar üretmeye başlamıştır (Follow Your Heart, 2023). Ayrıca aquafaba da yumurta yerine kullanılmakta ve sıfır atık projelerine katkı sağlamaktadır. Et tüketiminden vazgeçemeyen bireyler için ise Hollandalı bilim insanları, Cutting Cell Technology adını verdikleri patentli bir sistemle, hiçbir hayvansal hücre içermeyen ancak et benzeri dokuya sahip protein yapıları geliştirmiştir (FoodTech Innovations, 2023).

1.6. Vegan Beslenmede Yenilikçi Ürün: Baklagil Suyu (Aquafaba)

1.6.1. Aquafaba kavramı ve tarihçesi

Fransız vegan müzisyen Joël Roessel, pişmiş kırmızı barbunya ve palmiye çekirdeklerinden kalan sıvının köpürebilme özelliğini fark etmiş ve bunu 2014 yılında blogunda paylaşmıştır. Beze yaparken köpüğü stabilize etmek için mısır nişastası ve guar zımkı eklemenin gerekli olduğunu anlamıştır. Roessel’in gözleminden birkaç ay sonra, iki Fransız gurme, nohut pişirme suyu köpüğünü kullanarak yumurtasız çikolatalı mus yapmayı anlatan bir video yayınlamıştır. Bulunan bu yeni ev yapımı yumurta akı ikamesi, vegan topluluğunun dikkatini çekmiştir; ancak köpüğün stabil olmayışı, hidrokolloidlerin incelenmesi temelli farklı beze elde etme tekniklerinin ABD’li yazılım mühendisi tarafından denenmesine yol açmıştır. Mühendis Goose Wohlt, konsantre nohut haşlama suyuna şeker ekleyerek stabil bir vegan beze yapmayı başarmış ve 13 Mart 2015’te bu sıvıya "aquafaba" adını vermiştir. Aquafaba, kısa sürede uluslararası bir terim olarak kabul görmüştür (He, vd., 2021a:28; Mustafa ve Reaney, 2020:95-96).

Su anlamına gelen *aqua* ve *Fabaceae* ailesini ifade etmek için *fab*a Latince iki kelimeden türetilen “aquafaba” kelimesi, uluslararası toplum tarafından hızla

benimsenmiş ve resmi olarak Oxford İngilizce Sözlüğü gibi çeşitli kaynaklara sunulmuştur (Erem, vd., 2021:4472; Mustafa ve Reaney, 2020:96).

1.6.2. Aquafabanın önemi

Gelecekte dünya nüfusunun artışıyla birlikte gıdalara erişimin zorlaşacağı öngörülmektedir. 2050 yılında dünya nüfusunun 10 milyara ulaşması beklenmektedir. Küresel açlık ve çevre sorunları, gıda sektöründe atık yönetimini daha önemli hale getirmiştir. Gıda atıklarının geri dönüştürülmesi enerji tasarrufu sağlarken, sera gazı emisyonlarını da azaltmaktadır (Kumar, vd., 2018; Solé Lamich, 2022). Sera gazı emisyonlarının azaltılması için bir diğer beslenme eğilimi de hayvansal gıdalar yerine bitki bazlı beslenme tercihidir. Bitki bazlı gıda bileşenleri ve ürünleri, et, süt ve yumurta gibi hayvansal kaynakları taklit etmek ve yerini almak amacıyla giderek daha fazla geliştirilmektedir. Bu eğilim, vejetaryen-vegan pazarlarının hızlı büyümesi ve tüketicilerin sağlıklı, çevre dostu gıdalara olan tercihleriyle ilişkilendirilmektedir. Tüketiciler, karbon ayak izlerini azaltarak davranışlarını değiştirmeye ve iklim değişikliğinin sorumluluğunu kabul etmeye isteklidir. Bu durum, hayvansal gıdalara alternatif olarak bitki bazlı gıdaların tercih edilmesini teşvik etmektedir (Yazici, Taspınar ve Ozer, 2022:1; Erem, vd., 2021:4468). Bu bağlamda, bitki bazlı içeriklerin gastronomi alanında kullanımını artıran önemli bileşenlerden biri de aquafabadır. Aquafaba, özellikle nohut gibi baklagillerin haşlanmasıyla elde edilen viskoz sıvıdır ve yumurta beyazı yerine köpük, jel ve emülsiyon oluşturmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Vegan mutfakta meringue, mayonez, kek, çikolatalı mus ve sos gibi birçok üründe işlevsel sonuçlar veren aquafaba, protein, saponin ve polisakkarit içeriği sayesinde gastronomik uygulamalarda hem yapı hem de lezzet açısından tatmin edici sonuçlar sunmaktadır (He, vd., 2021b; Stasiak, vd., 2023; Subramanian, vd., 2023). Özellikle 3D gıda baskısı, jel oluşturma ve moleküler gastronomi tekniklerinde aquafabanın kullanım alanı giderek genişlemektedir. Ayrıca bu bileşenin evsel ve endüstriyel ıslatma suyun geri kazanımıyla elde ediliyor oluşu, sürdürülebilir mutfak uygulamalarıyla da örtüşmektedir (Miranda, vd., 2024). Bitki bazlı beslenmede pek çok fonksiyona sahip bir hayvansal gıda olan yumurtanın ikamesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sağlık sorunları (fenilketonüri, yumurta alerjisi), sağlık kaygıları (kolesterol, kuş gribi), diyet tercihleri (vegan, vejetaryen), dini inançlar, sürdürülebilir gıda tedariki ve üreticilerin ekonomik gereksinimleri gibi faktörlerden dolayı yumurta

yerine geçen ürünlere olan talep artış göstermiştir (He, vd., 2021a:28). Bitki bazlı beslenmenin bir çeşidi olan vegan beslenmede, besin değeri yüksek baklagiller sağlık yararları nedeniyle sıkça tercih edilmektedir. Süt ve yumurtaya alternatif baklagiller, yüksek protein, yüksek lif, yüksek antioksidan aktiviteye sahip mikro besinler ve fitokimyasallar, düşük doymuş yağ içeriği, vegan ve alerjen içermeyen diyet bileşenlerini tercih eden tüketicinin ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Mustafa ve Reaney, 2020:95). Baklagillerin kullanım nedenleri yalnızca sağlık açısından faydalarıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çeşitli sürdürülebilirlik katkıları da sunmaktadır. Baklagiller, azot sabitleyici özellikleriyle toprak verimliliğini artırıp kimyasal gübre ihtiyacını azaltarak çevreye olumlu katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, evsel gıda atıklarının azaltılması da sürdürülebilirliğe bireysel düzeyde katkı sunmaktadır (Erem, vd., 2021:4467). Genel olarak, baklagillerin sürdürülebilirlik avantajları; ürün çeşitliliğini artırmak, toprak sağlığını iyileştirmek, su kullanımını optimize etmek, yüksek verimlilik ve sürdürülebilirlik sağlamak şeklinde özetlenebilmektedir. Bu çok işlevli yapılarına dayanarak, baklagillerin sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla atıklarının geri kazanımı için yeni yollar aranmaktadır (Kumar, vd., 2018).

1.6.3. Aquafabanın fonksiyonel ve kimyasal özellikleri

Aquafaba, nohutların suda bekletilmesi ve haşlanmasıyla veya yüksek basınç uygulanmasıyla elde edilen sıvıdır. Geleneksel üretim süreci üç aşamadan oluşur: 1) Nohutların suda bekletilmesi, pişirme süresini kısaltmak ve anti-besinsel bileşenlerin sızmasını sağlamak, 2) Anti-besinsel bileşenleri uzaklaştırmak için nohutların süzülmesi, 3) Haşlama veya yüksek basınçta pişirme. Pişirme sırasında, proteinler, karbonhidratlar ve saponinler suya geçerek, bitki bazlı ürünlerde çeşitli fonksiyonel ve kimyasal özellikler göstermektedir (Büker, ve Can Karaça, 2024; Tufaro ve Cappa, 2023:1).

Aquafaba, köpürme, emülsifiye etme, su ve yağ tutma kapasitesi, jelleştirme ve koyulaştırma gibi birçok işlevi olan, su ve yağ emme veya tutma yeteneğine sahip, geniş bir pH ve sıcaklık aralığına sahip çok işlevli bir bileşendir. Aquafaba nohut unu ve protein izolatından birçok açıdan farklıdır. Aquafaba ne nişasta ne de yağ içermektedir. Oligosakkaritler, çözünür polisakkaritler, düşük moleküler ağırlıklı ve suda çözünür protein (özellikle albümin), fenolik bileşikler, saponinler ve işlevsel özelliklerinden sorumlu Maillard reaksiyon ürünleri içeren seyreltik bir çözeltidir.

Ayrıca prebiyotik aktivite ve patojenlerin inhibisyonu gibi mikrobiyolojik özellikler de gösterdiği için temiz etiketli bitki bazlı bir bileşendir (Mustafa ve Reaney, 2020:101-102; Yazici, Taspınar ve Ozer, 2022:2).

1.6.4. Aquafabanın kalite özelliklerini etkileyen faktörler

Aquafaba bileşimi üç ana faktöre bağlıdır. Bunlar; pişirmeden önce tohumun ıslatılması, tohum-su oranı, sıcaklık, pH, zaman ve ekstraksiyon sırasındaki basınç gibi ekstraksiyon koşulları; nohut çeşidi ve genotipi; tohum-hücre duvarı bileşimi ve yapısıdır (He, vd., 2021a:29). Aquafaba'nın bileşimi, partikül boyutu ve formülasyondaki konsantrasyonu gibi faktörlerin yanı sıra, sıcaklık, pH, iyonik güç, basınç, tuzlar, asitler, bazlar ve enzimler gibi işlem ajanlarından etkilenmektedir. Ayrıca, ıslatma ve yüksek basınç gibi ön ve son işlem süreçleri de aquafaba'nın işlevselliğini etkilemektedir. Aquafaba'nın bileşimine katkıda bulunan başlıca unsurlar, esas olarak proteinler, suda çözünür ve çözünmez karbonhidratlar, fenolik bileşikler, saponinler gibi bileşenleri içermekte ve bu bileşenler aquafabanın işlevsel özelliklerinden sorumludur. Aquafaba bileşimi (bileşenin yapısı ve konsantrasyonu), işleme koşulları (sıcaklık, basınç, pH ve iyonik güç) ve parçacık boyutu işlevselliğini belirlemede önemli faktörlerdir (Yazici, Taspınar ve Ozer, 2022:2).

Özetle aquafaba kalite özelliklerini etkileyen birinci faktör önceden ıslatmadır. Bu aşamada bakliyat:su oranı, sıcaklık, basınç, pişirme süresi ve ekstraksiyonu sırasında eklenen katkı maddeleri gibi pişirme veya konserve koşulları kaliteyi etkilemektedir. İkinci faktör baklagil türüdür. Baklagilin çeşidi ve genotipi, tohum ve hücre duvarı bileşimi ile yapısı, toprak beslenmesi ve biyolojisi gibi mahsul koşulları, bitkilerin büyümesi sırasındaki çevre koşulları ve hasat sonrası depolama koşulları kalite özelliklerini etkileyen faktörlerdir (Droźłowska, Popek, ve Ivanisová, 2023; He, vd., 2021b).

Bakliyatların hücre duvarları, karmaşık polisakkaritlerden (selüloz, hemiselülozlar, pektinler), fenolik bileşiklerden ve proteinden oluşmaktadır. Islatma sırasında su emilmekte ve ardından pişirme sırasında yüksek sıcaklık işlemi uygulanmaktadır. Bu süreç, protein hidrasyonuna ve denatürasyonuna, nişasta jelatinizasyonuna, çözünmeye, depolimerizasyona ve hücre duvarı pektik polisakkaritlerinin kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle, pişirme sırasında tohum kabuğunun dış hücre katmanları, tohumdan pişirme suyuna moleküllerin difüzyonunu

kontrol eden seçici bir zar haline gelmektedir. Tohum kabuğundaki değişiklikler, ıslatma ve pişirme sırasında uygulanan basınca ve sıcaklığa bağlı olarak meydana gelmektedir. Daha yüksek basınçlara, sıcaklıklara veya uzun pişirme sürelerine maruz kalma, nişastanın şişmesine ve jelatinleşmesine neden olmaktadır. Bu durum, tohum kabuğunun bozulmasına ve çözünmemiş maddelerin pişirme suyuna daha fazla aktarılmasına yol açabilmektedir. (Gowen, 2006; He, vd., 2021a:29).

pH, yoğunluk, viskozite, su ve yağ emme kapasiteleri dahil olmak üzere aquafaba'nın fiziksel özellikleri, aquafaba'nın işlevsel özelliklerini belirlemektedir (He, vd., 2021a:31).

1.6.5. Aquafabanın gastronomide kullanım alanları

Aquafaba, özellikle vegan ve bitkisel bazlı gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılan fonksiyonel bir bileşendir. Fırıncılık ürünlerinde, özellikle kek, ekmek ve krakerlerde yumurta akı yerine köpürtücü ajan olarak tercih edilmekte, hacim ve yapı kazandırmaktadır (Konal vd., 2025). Şekerleme sektöründe marshmallow, mousse, makaron ve beze üretiminde önemli rol oynar; köpük oluşturma ve stabilizasyon kabiliyeti sayesinde vegan tatlılarda yumurta akının yerine kullanılabilmektedir (He vd., 2021; Jeske vd., 2017). Jel oluşturma özelliği, aquafabayı bitkisel bazlı peynir, dondurma ve krema üretiminde de işlevsel kılar; bu sayede et ve süt ürünlerinin ikamesine yönelik vegan formülasyonlarda kıvam artırıcı ve stabilize edici olarak değerlendirilmektedir (He vd., 2021; Kilicli vd., 2023).

Mayonez ve soslarda ise emülgatör olarak kullanılmakta, vegan mayonez formülasyonlarında yağ yerine geçici işlev görmektedir (He vd., 2021). Kokteyllerde, özellikle sour içeceklerde yumurta akı yerine tercih edilerek köpüklü doku sağlanmakta, bu kullanım vegan bar menülerinde yaygınlaşmaktadır (Jeske vd., 2017). Ayrıca vegan dondurma, yoğurt ve çırpılmış krema gibi süt ürünleri alternatiflerinde stabilize edici, su ve yağ tutucu özellikleri ile işlev görerek ürün kalitesini artırmaktadır (Kilicli vd., 2023).

Aquafabanın fonksiyonel özellikleri; emülsifiye etme, köpük oluşturma, jelleşme ve viskozite kazandırma gibi teknolojik avantajlarının yanı sıra, baklagil pişirme sularının yukarı dönüşümü (upcycle) yoluyla değerlendirilmesi sayesinde sürdürülebilir gastronomi uygulamalarına da katkı sağlamaktadır (He vd., 2021).

Baklagillerin pişirme veya konserve sularından elde edilen aquafaba, normalde atık kabul edilen bir yan ürünün bitkisel protein ve fonksiyonel bileşen açısından zengin katma değerli gıda bileşenine dönüştürülmesine olanak tanımaktadır. Böylece hem ekonomik hem de çevresel açıdan avantaj sağlamakta, vegan beslenmede et gibi yüksek proteinli gıdaların yerine kullanılabilecek köpük ve krema gibi ara ürünlerin geliştirilmesine imkân sunmaktadır. Bu çok yönlü özellikleri, aquafabayı gastronomi sektöründe inovatif, sürdürülebilir ve fonksiyonel bir bileşen olarak ön plana çıkarmaktadır (He vd., 2021; Kilicli vd., 2023; Konal vd., 2025).

Özetle, vegan mutfakta yağ yerine, jelleştirici ajan olarak veya stabilize/emülsifiye edici rol alarak yumurtanın yerine geçmesiyle tanınan aquafabanın uygulamaları şunlardır (Yazici, Taspınar ve Ozer, 2022):

Fırıncılık ürünleri: Kek, ekmek, kraker ve diğer hamur işlerinde kullanılmakta; burada köpürtücü bir ajan olarak görev yapmakta ve yapıya katkıda bulunmaktadır.

Şekerlemeler: Marshmallow, mousse, makaron, beze yapımında çok önemlidir. Çünkü köpürtme ve bağlama özellikleri bulunmaktadır.

Mayonez ve soslar: Vegan mayonez ve soslarda emülgatör ve yağ yerine geçici olarak işlevi bulunduğu için kullanılmaktadır.

Kokteyller: Özellikle sour içeceklerde (örneğin, viski sour) köpüklü bir doku oluşturmak için kullanılmaktadır.

Diğer gıdalar: Vegan dondurma, vegan yoğurt, vegan çırpılmış krema.

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

2.1. Araştırmanın Kapsamı

Bu tez çalışması, siyah renkli baklagillerden (siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği) elde edilen aquafabaların fonksiyonel özelliklerini belirlemeyi ve bu özellikleri gastronomi alanında, özellikle bitkisel krema üretiminde değerlendirmeyi kapsamaktadır. Farklı pişirme parametrelerinin (su çeşidi ve oranı, ısıtma süresi, pişirme basıncı ve ekipman tipi) aquafabanın köpürme kapasitesi, stabilitesi, kuru madde içeriği ve ürün renkleri üzerindeki etkileri sistematik olarak incelenmiştir. Böylece farklı üretim koşullarında elde edilen aquafabaların fonksiyonel kalite farklılıkları analiz edilmiştir.

Ayrıca bu kapsamda, elde edilen aquafabalarla geliştirilen bitkisel krema örneklerinin duyuusal özellikleri panelistlerce değerlendirilmiş ve bu örneklerin gastronomide uygulanabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada yalnızca laboratuvar temelli teknik analizler kullanılmamış; aynı zamanda gıda formülasyonlarında bu bileşenin pratik ve duyuusal açıdan ne derece uygun olduğu yönünden de değerlendirme yapılmıştır. Böylece fonksiyonel bileşen ile nihai ürün performansı arasındaki ilişki bütüncül olarak ele alınmıştır.

2.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın temel amacı, siyah renkli baklagiller kullanılarak elde edilen aquafabaların üretim parametrelerini optimize etmek ve bu ürünlerin gastronomide, özellikle bitkisel krema üretimindeki fonksiyonel ve duyuusal etkilerini ortaya koymaktır. Köpürme özellikleri yüksek, kararlı ve duyuusal açıdan kabul edilebilir aquafabaların tanımlanması hedeflenmiştir. Böylece hem yumurtaya alternatif bitkisel kaynaklı fonksiyonel bir bileşen geliştirilmesi hem de bu bileşenin ürün uygulamasındaki başarısı test edilmiştir.

Çalışma, vegan beslenme eğilimlerinin arttığı günümüzde sürdürülebilir, çevre dostu ve hayvansal bileşen içermeyen gıdaların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, gıda endüstrisinde atık olarak değerlendirilen baklagil haşlama sularının fonksiyonel bileşen olarak yeniden kullanımı, hem ekonomik hem de çevresel açıdan

önem taşımaktadır. Bu yönüyle araştırma, gastronomi disiplini içinde bilimsel içerik taşıyan fonksiyonel ürün geliştirme örneği sunmaktadır.

2.3. Araştırma Soruları

Bu tez çalışması kapsamında araştırma soruları, siyah renkli baklagillerden elde edilen aquafabaların fonksiyonel özelliklerini belirlemek ve bu bileşenlerin gastronomik uygulamalarda kullanım potansiyelini değerlendirmek amacıyla yapılandırılmıştır. İlk olarak, çeşitli marka ve paketlemelerdeki konserve tepe sularının fonksiyonel açıdan değerlendirilmesi hedeflenmiş; bu suların köpürme kapasitesi, köpük stabilitesi ve suda çözünmüş kuru madde içerikleri bakımından birbirinden farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Ardından siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeğinden elde edilen aquafabaların köpürme kapasitesi, köpük stabilitesi ve suda çözünmüş kuru madde içeriği bakımından birbirinden anlamlı biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı sorgulanmaktadır. Bu bağlamda, üretim sürecinde uygulanan farklı pişirme yöntemlerinin (geleneksel tencere ya da çok fonksiyonlu pişirici gibi) ve değişen pişirme parametrelerinin (basınç seviyesi, su oranı, süre) aquafabanın fonksiyonel kalitesi üzerindeki etkileri analiz edilmektedir.

Bunun yanı sıra, elde edilen aquafabalarla geliştirilen bitkisel krema örneklerinin duyu nitelikleri (görünüş, renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik) tüketici paneli aracılığıyla değerlendirilmiş ve bu örnekler arasında beğeni düzeylerine göre anlamlı farklar olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır. Son olarak, normalde gıda endüstrisinde atık olarak görülen konserve tepe suları ve haşlama sularının aquafaba olarak yeniden kullanımı ile hem işlevsel hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından gastronomi alanına nasıl katkı sağladığı sorgulanmıştır. Bu sorular yoluyla çalışma, yenilikçi bitkisel bileşen geliştirme süreci ile birlikte, bu bileşenlerin hem ürün kalitesine hem de sürdürülebilir üretim kültürüne etkisini bütüncül bir yaklaşımla ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2.4. Araştırma Materyali

2.4.1. Kullanılan örnekler

Çalışmada konserve analizlerinin gerçekleştirilmesi için yerel markalara ait kutu ve BPA'sız ambalajlı konserve baklagil çeşitleri ve siyah nohut (Türkiye), siyah fasulye (Arjantin) ve siyah mercimek (beluga mercimeği-Kanada) groos marketten

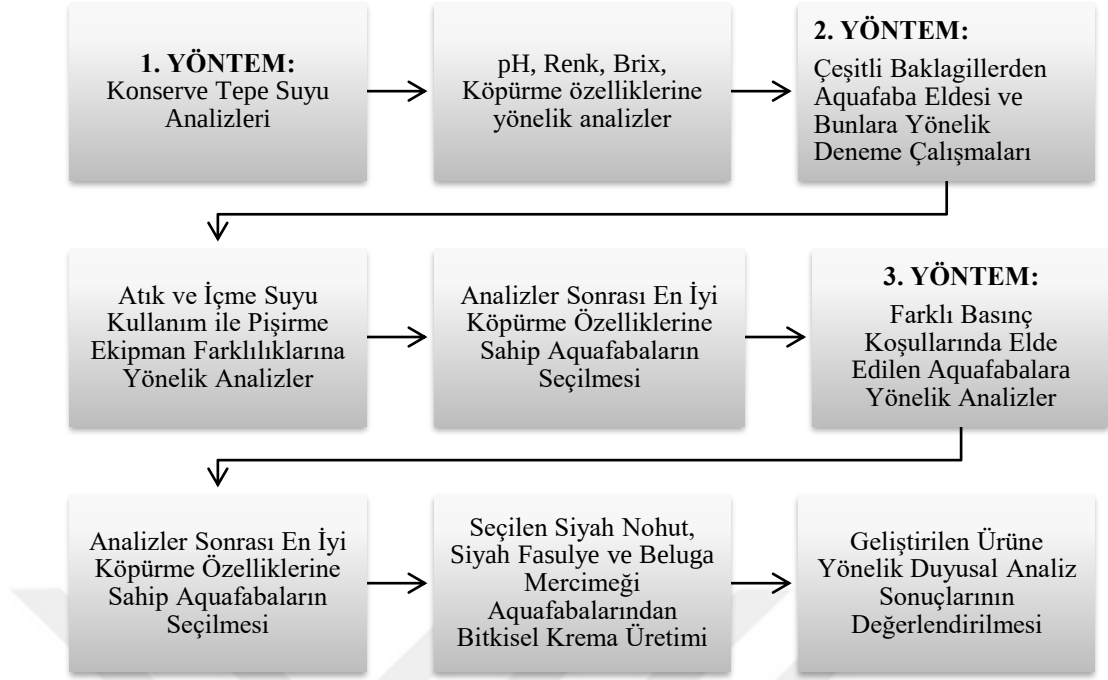
temin edilmiştir. Baklagillerin pişirilmesinde ve gecedan ısılatılmasında içme suyu (sıcaklık: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, pH: $7,94 \pm 0,05$, iletkenlik: $295,00 \pm 38,97 \mu\text{s}/\text{cm}$, toplam sertlik: $163,00 \pm 25,51 \text{ mg}/\text{L}$, klorür miktarı: $4,075 \pm 0,07 \text{ mg}/\text{L}$) kullanılmıştır. Bitkisel krema üretimi için gerekli malzemeler yerel marketlerden temin edilmiştir.

2.4.2. Kullanılan ekipmanlar

Çalışmada pişirme işlemi için Gurme Şef çok amaçlı pişirici (MC 6056, Arçelik-Türkiye) cihazı kullanılmıştır. Cihaz, 1100 W gücünde olup 5,5 litrelik hazne kapasitesine sahiptir. Yedi farklı basınç seviyesinde çalışabilen sistemde, her bir basınç derecesine karşılık gelen tahmini güç seviyeleri sırasıyla şu şekildedir: 1. seviyede 157 W, 2. seviyede 314 W, 3. seviyede 471 W, 4. seviyede 629 W, 5. seviyede 786 W, 6. seviyede 943 W ve 7. seviyede 1100 W. Renk analizleri için kolorimetre (CSM 1, PCE Instruments, Almanya) kullanılmıştır. pH analizleri için pH metre (HANNA HI 2020-02, Hanna Instruments, Amerika) kullanılmıştır. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi özellikleri analizlerinde dijital homojenizatör (T18 Basic Ultra-Turrax, IKA-Almanya) kullanılmıştır. Deneme çalışmalarındaki köpürme özellik tespitinde ve ürün geliştirme aşamalarında Arzum Ecomix el mikseri (AR1123, Arzum – Türkiye) kullanılmıştır. 300 w gücündeki el mikseri, 7 kademeli hız ayarı ve turbo fonksiyonu sayesinde farklı yoğunluktaki karışımların homojen şekilde hazırlanmasına imkân tanımıştır. Beher, mezur, falcon tüpü, huni, pastör pipet gibi analizler için gerekli ekipmanlar İstanbul Gelişim Üniversitesi Beslenme analizleri ve Patoloji laboratuvarlarından temin edilmiştir.

2.5. Araştırma Metodu

Tez çalışması kapsamında yürütölen analizlerin genel hatlarıyla belirtildiğı akış şeması aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:



Şekil 2. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen adımların akış şeması

Şekil 2’de belirtildiği üzere tez çalışmasında üç yöntemin ayrı ayrı uygulanması sonucu elde edilecek en fonksiyonel aquafabaların seçimi ile bitkisel krema üretimi ve tercih edilebilirlik testleri sırasıyla uygulanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için IBM SPSS Statistics (Version XX; IBM Corp., Armonk, NY, ABD) yazılımı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren veriler için grup karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA sonucunda anlamlı fark bulunan durumlarda gruplar arası farklılıkları belirlemek amacıyla Tukey HSD (Honestly Significant Difference) çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veya sıralı veriler için parametrik olmayan test yöntemlerinden Friedman testi tercih edilmiştir. Friedman testi sonucu anlamlı farklılıklar tespit edilen verilerde, gruplar arası sıralı farkların değerlendirilmesi için sırasıyla çiftli karşılaştırmalar yapılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi %5 ($p < 0.05$) olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) şeklinde raporlanmıştır.

2.5.1. Konserve baklagil tepe suyu analizleri

Konserve baklagil tepe suyu analizleri için yerel marketlerden farklı baklagil çeşitlerinin farklı markalarına ve farklı paketleme çeşitlerine ait örnekler temin

edilmiştir. Literatürde aquafabanın konserve sularından elde edildiği sıklıkla karşılaşıldığı halde farklı markalara ve ambalaj çeşidine yönelik sınırlı sayıda çalışmanın değerlendirildiği göz önünde bulundurulduğunda, bu aşamanın literatüre katkı niteliği taşıyacağı düşünülmüştür. Analizlerde kullanılacak baklagil çeşitlerinden elde edilen konserve tepe sularına ait bezelye örnekleri B1, B2 ve B3 olarak; nohut örnekleri N1 ve N2 olarak; kuru fasulye örneği KF1, KF2 ve KF3 olarak; barbunya örnekleri BA1 ve BA2 olarak; Meksika fasulye örnekleri de MF1 ve MF2 olarak adlandırılmıştır.

2.5.1.1. pH analizi

Konserve tepe suyu örneklerinin pH'larının belirlenmesinde masaüstü portatif pH metre (HANNA HI 2020-02, Hanna Instruments, Amerika) kullanılmıştır. pH-metre probu ölçüm yapılmadan önce 25 °C'de pH 4,00, 7,00, 10,00 tampon standart çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Echeverria-Jaramillo, vd., 2021; Raikos, Hayes ve Ni, 2020).

2.5.1.2. Renk analizi

Konserve tepe suyu örneklerinin renk değerleri üç boyutlu CIELab* renk sistemine karşılık gelen L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç parametreye sahip bir kolorimetre (CSM 1, PCE Instruments, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. L^* = açıklık eksenini (0–100, + = daha beyaz); a^* = yeşil–kırmızı eksenini (–128–128, + = daha kırmızı); ve b^* = mavi–sarı eksenini (–128–128, + = daha sarı) olarak ifade edilmiştir. Tüm ölçümlerden önce, cihaz beyaz ve siyah standart karo üzerinde kalibre edilmiştir. Renk ölçümleri her numune için üç kez yapılarak sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edilmiştir (Jeon, Shin ve Echeverria-Jaramillo, 2024).



Şekil 3. Kolorimetre cihazı

Şekil 3’te tez çalışmasının tamamında renk analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan kolorimetre cihazının *Lab** renk skalasının da ekranda yer aldığı görseline yer verilmiştir.

2.5.1.3. Suda çözünebilen kuru madde analizi

Konserve tepe suyu örneklerinin suda çözünebilen kuru madde analizleri, Cemeroğlu (2007)’e göre portatif el refraktometresi (0–10% ATC, Blabmarket, Çin) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz edilmeden 1 gün önce hazırlanarak + 4 °C’de depolanmıştır. 0-80 briks ölçer refraktometre 25 °C’de saf su kullanılarak kalibre edilmiş ve analizden önce 25 °C’ye getirilen örneklerin el refraktometresi kullanılarak briks ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).



Şekil 4. Refraktometre cihazı

Şekil 4’te tez çalışmasının suda çözünebilen kuru madde analizlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan brix ölçer refraktometre cihazının görseline yer verilmiştir.

2.5.1.4. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizi

Konserve tepe suyu örneklerinin köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizi Kılıçlı, (2020) ve Yılmaz, (2024) çalışmalarındaki yöntemlerden tasarlanarak

gerçekleştirilmiştir (Kılıçlı, vd., 2023; Yıldız ve Yılmaz, 2020). Analiz öncesi numunelerin taneleri paslanmaz çelik süzgeçle süzülerek tepe suları yani aquafabaları elde edilmiştir. Elde edilen aquafabaların köpürme kapasite ve stabilite özelliklerini belirlemek için her örnekten 20'şer ml (V_0) alınarak 100'er ml'lik behere aktarılmış ve ardından Ultra-Turrax homojenizatör cihazında 14,000 rpm'de 1 dk karıştırılarak köpük oluşturulmuştur (V_s). Ardından beherlerdeki numunelerin 0, 1, 3, 5, 10, 30. dakikalarda hacimleri ($V_{köpük,t}$): V_0 , V_1 , V_3 , V_5 , V_{10} , V_{30}) fotoğraflanarak ölçülmüştür. Örneklerin yüzdesel köpürme kapasiteleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Lafarga, vd., 2019b; Shim, vd., 2018):

$$\text{Köpürme kapasitesi-FC (\%)} = \left(\frac{V_s - V_0}{V_0} \right) * 100 = \left(\frac{V_{köpük,0}}{V_0} \right) * 100 \quad (1)$$

Konserve tepe sularından elde edilen aquafabaların belirtilen dakika sonra ölçülen köpük hacimlerinin (V_t) aşağıda belirtilen formülde kullanılmasıyla yüzdesel köpürme stabiliteleri tespit edilmiştir (Lafarga, vd., 2019b; Shim, vd., 2018):

$$\text{Köpürme stabilitesi-FS (\%)} = \left(\frac{V_{köpük,t}}{V_{köpük,0}} \right) * 100 \quad (2)$$

2.5.1.5. Konserve baklagil tepe sularının köpük renk analizi

Konserve tepe suyu örneklerinin köpürme özelliklerinin belirlenmesi için yürütülen işlem basamakları sonrası elde edilen köpüklerin renk değerleri üç boyutlu CIELab* renk sistemine karşılık gelen L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç parametreye sahip bir kolorimetre (CSM 1, PCE Instruments, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Tüm ölçümlerden önce cihaz, beyaz ve siyah standart karo üzerinde kalibre edilmiştir. Renk ölçümleri her numune için üç kez yapılarak sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edilmiştir (Jeon, Shin ve Echeverria-Jaramillo, 2024).

Tez çalışmasında konserve tepe suyu analizlerini takiben literatürde az kullanılmış ya da hiç kullanılmamış ve siyah gıdalar trendi kapsamında kullanım olanağı olan baklagil çeşitlerinden siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği çeşitlerinin içme veya ıslatma suyu ile haşlanarak elde edilecek aquafaba analizlerine yer verilmiştir.

2.5.2. Siyah renkli baklagillerden aquafaba üretimi ve ön deneme çalışmaları

Tez çalışmasının ikinci metot başlığı olan bu aşamada ilk olarak içme ve ıslatma

suyu olmak üzere iki farklı su kullanımı ile pişirilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinden aquafaba ürünleri elde edilmiştir. Su farklılığın yanı sıra farklı pişirme ekipmanları Lafarga, vd., (2019b) çalışmasında belirtildiği üzere geleneksel pişirici tencere kullanımı ve Kılıçlı ve Toker, (2022) çalışmasında belirtildiği üzere Gurme şef benzeri Thermomix cihazı kullanımı ile de aquafaba ürünleri elde edilmiştir.

2.5.2.1. Islatma suyu ve pişirme ekipmanı farklılığı ile aquafaba eldesi

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagilleri Lafarga, vd., (2019a) ve Echeverria-Jaramillo, vd. (2021) çalışmalarındaki aquafaba üretim yöntemleri baz alınarak ıslatma suyu ile hem tencerede hem de Gurme şef cihazı kullanılarak pişirilmiştir. Baklagiller (1:3) baklagil/su oranında 25 °C oda sıcaklığında 12 saat bekletilmiştir. Bekletme sonrası baklagil taneleri ıslatma suyundan paslanmaz çelik süzgeçle ayrılarak çeşme suyu altında yıkanmıştır. Ayrılan ıslatma suyu ve yıkanan baklagil taneleri (1:1,5) baklagil-su oranında pişirme ekipmanlarına ayrı ayrı alınarak pişirilmiştir. Pişirme ekipmanlarından basınçlı pişirici Gurme şef için cihazın Düdüklü-Baklagil modu (basınç: 6.basınç seviyesi, 943w -süre: 20dk) seçilerek işlem gerçekleştirilmiştir. Geleneksel pişirici olan tencere ile pişirme yönteminde ise; yine (1:1,5) baklagil-su oranında küçük boy tencerede kısık ateşte (sıcaklık: 85-95°C süre: 40dk) işlem gerçekleştirilmiştir.

2.5.2.2. İçme suyu ve pişirme ekipmanı farklılığı ile aquafaba eldesi

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagilleri Lafarga, vd., (2019a) ve Echeverria-Jaramillo, vd. (2021) çalışmalarındaki aquafaba elde edilmiş yöntemleri baz alınarak içme su ile hem tencerede hem de Gurme şef cihazı kullanılarak pişirilmiştir. Baklagiller (1:3) baklagil/su oranında 25 °C oda sıcaklığında 12 saat bekletilmiştir. Bekletme sonrası baklagil taneleri sudan paslanmaz çelik süzgeçle ayrılarak içme suyu ile yıkanmıştır. Yıkanan baklagil taneleri (1:1,5) baklagil-içme suyu oranında pişirme ekipmanlarına ayrı ayrı alınarak pişirilmiştir. Pişirme ekipmanlarından basınçlı pişirici Gurme şef için cihazın Düdüklü-Baklagil modu (basınç: 6.basınç seviyesi, 943w -süre: 20dk) seçilerek işlem gerçekleştirilmiştir. Geleneksel pişirici olan tencere ile pişirme yönteminde ise; yine (1:1,5) baklagil-su oranında küçük boy tencerede kısık ateşte (sıcaklık: 85-95°C süre: 40dk) işlem gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinin su ve pişirme ekipman farklılığına göre aquafabalarının adlandırılması

Baklagil Çeşidi ve Koşulları	Kısaltılmış Numune Adı	Su Çeşidi	Piştirme Tekniği	Piştirme Koşulu
Siyah nohut, Atık su, Basınçlı piştirme	SNAP	Islatma suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah nohut, Atık su, Geleneksel piştirme	SNA	Islatma suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)
Siyah nohut, İçme suyu, Basınçlı piştirme	SNİP	İçme suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah nohut, İçme suyu, Geleneksel piştirme	SNİ	İçme suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)
Siyah fasulye, Atık su, Basınçlı piştirme	SFAP	Islatma suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah fasulye, Atık su, Geleneksel piştirme	SFA	Islatma suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)
Siyah fasulye, İçme suyu, Basınçlı piştirme	SFİP	İçme suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah fasulye, İçme suyu, Geleneksel piştirme	SFİ	İçme suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)
Beluga mercimeği, Atık su, Basınçlı piştirme	BMAP	Islatma suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Beluga mercimeği, Atık su, Geleneksel piştirme	BMA	Islatma suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)
Beluga mercimeği, İçme suyu, Basınçlı piştirme	BMİP	İçme suyu	Basınçlı piştirme	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Beluga mercimeği, İçme suyu, Geleneksel piştirme	BMİ	İçme suyu	Geleneksel piştirme	(Küçük boy tencere, Kısık ateşte piştirme, 85-95°C, 40dk)

*SNAP: Islatma suyu ve basınçlı piştirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNA: Islatma suyu ve geleneksel piştirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİP: İçme suyu ve basınçlı piştirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİ: İçme suyu ve geleneksel piştirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SFAP: Islatma suyu ve basınçlı piştirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFA: Islatma suyu ve geleneksel piştirici kullanılan siyah

fasulye aquafabası, SFİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, BMAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası.

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinin haşlanmasında kullanılan su ve pişirme ekipmanı çeşidine göre elde edilecek aquafabaların adlandırılması için kullanılan kısaltmalara Tablo 2’de yer verilmiştir.

2.5.2.3. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri

Siyah nohut baklagilinden elde edilen SNAP, SNA, SNİP, SNİ aquafaba örneklerine; siyah fasulye baklagilinden elde edilen SFAP, SFA, SFİP, SFİ aquafaba örneklerine ve beluga mercimeği baklagillerinden elde edilen BMAP, BMA, BMİP, BMİ aquafaba örneklerine Echeverria-Jaramillo, vd. (2021) çalışmasında belirtilen yöntemine uygun olarak köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizi uygulanmıştır. Analiz için her aquafaba örneğinden 20 ml (V_0) alınarak 100 ml’lik mezüre aktarılmıştır. Köpük oluşturmak için 1 dakika boyunca 14.000 rpm’de çalışan bir T-25 dijital Ultra-Turrax® homojenizatör (IKA, Saufen, Almanya) kullanılarak örnekler homojenleştirilmiş ve oluşan köpük hacimleri mezürde ölçülmüştür (V_s). Ölçümler 1, 3, 5, 10 ve 30. dakikalarda fotoğraflanarak gerçekleştirilmiştir (V_t : V_0 , V_1 , V_3 , V_5 , V_{10} , V_{30}). Tüm ölçümler üç kez tekrarlanmıştır. Numunelere ait köpürme kapasitesi ve stabilitesi değerleri, Hammershøj vd., (2004) ve Shim, vd., (2018) tarafından geliştirilen aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Köpürme kapasitesi-FC (\%)} = \left(\frac{V_s - V_0}{V_0} \right) * 100 = \left(\frac{V_{\text{köpük}, 0}}{V_0} \right) * 100 \quad (3)$$

Siyah nohut, siyah fasulye ve Beluga mercimeği aquafaba örneklerinin homojenizatör uygulaması sonrası belirtilen dakikalarda hacimleri (V_t) fotoğraflanarak ölçülmüştür. Köpük stabilitesi, köpükten sıvının %50'sini veya hacmin %50'sini kaybetmek için gereken süre olarak ölçüldüğü için burada baklagil aquafaba köpüklerinin hacim kayıplarına dikkat edilerek stabilize hesaplamasında kullanılacak süreye (V_t) karar verilmiştir (Mauer, 2003). Yani aquafabaların köpük stabilitesi, köpüğün kabarcıklar parçalandıkça ve seviye azaldıkça kaydedilen zaman içinde dereceli silindirde durmasına izin verilerek ölçülmüştür (Alsalman, vd., 2020). Aşağıda belirtilen formüller ile örneklerin yüzdesel köpürme stabilitesi tespit edilmiştir (Lafarga, vd., 2019b; Shim, vd., 2018):

$$\text{Köpürme stabilitesi-FS (\%)} = \left(\frac{V_{\text{köpük, t}}}{V_{\text{köpük, 0}}} \right) * 100 \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitliklerde verilen kısaltmaların açıklamaları aşağıda belirtilmiştir:

V_s : Numunelerin karıştırıldıktan sonraki hacmi

$V_{\text{köpük,0}}$: Numunelerin karıştırıldıktan sonraki köpük hacmi

$V_{\text{köpük,t}}$: Numunelerin karıştırıldıktan t dakikasından sonraki köpük hacmi

V_0 : Numunenin karıştırılmadan önceki hacmi

2.5.3. Siyah renkli baklagillerden farklı basınçlı pişirme koşullarında aquafaba üretimi ve analizleri

Tez çalışmasının üçüncü metot başlığı olan bu aşamada siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagil çeşitlerinden kullanılan su farkı olmaksızın sadece içme suyu ve Gurme şef basınçlı pişirici cihazı kullanılarak aquafaba örnekleri elde edilmiştir. Basınçlı pişiricinin 7 seviyeli basınç modu olduğu için en düşük seviye (1), orta seviye (4) ve en yüksek seviye (7) koşulları uygulama için tercih edilmiştir. 6.basınç seviyesi ise; Gurme şef cihazının tarif kitapçığında önerilen düdüklü-baklagil pişirme modundan dolayı tercih edilmiştir.

Yöntem kısmında aktarılan işlem basamaklarına uygun olarak belirlenen basınç derecelerinde ve sürelerde aquafaba örnekleri elde edilmiştir. Numuneler yöntem kısmında belirtilen koşullara göre adlandırılmış olup; analizleri gerçekleştirilene kadar +4°C buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Baklagil numunesi	Baklagil ıslatma	Taneleri ayırma	Basınçlı pişirici	Aquafaba eldesi
-------------------	------------------	-----------------	-------------------	-----------------

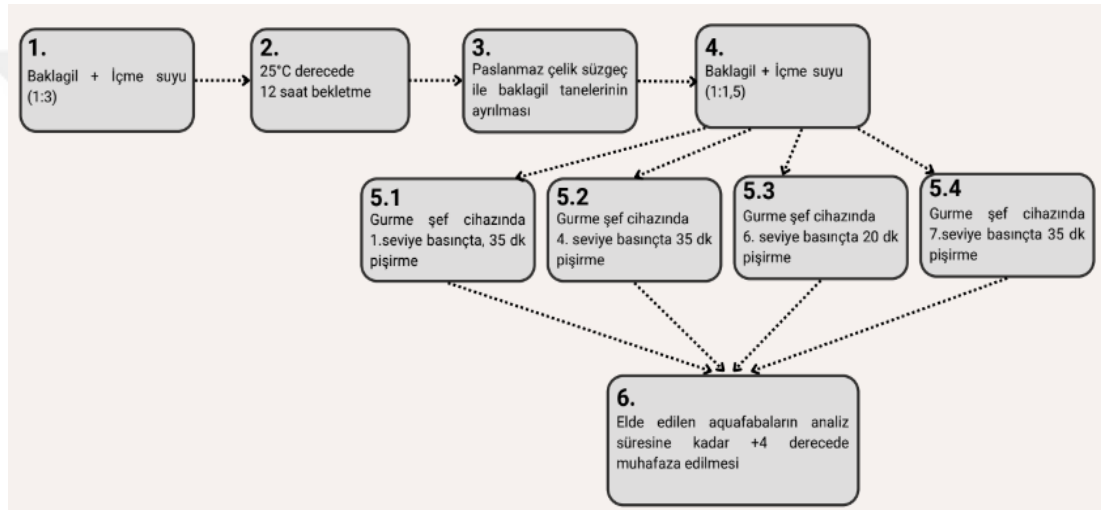
Şekil 5. Siyah baklagil çeşidinden aquafaba elde ediliş aşamaları

Şekil 5'te belirtildiği üzere her baklagil çeşidi önce belirlenen sürede ıslatılmış sonrasında tanelerinde paslanmaz çelik süzgeçler ayrılarak basınçlı pişiriciye

yerleştirilmiştir. Ardından belirtilen pişirme koşullarında baklagil tanelerinin üzerine içme suyu ilave edilerek pişirme sonucu aquafaba örnekleri elde edilmiştir.

2.5.3.1. İçme suyu ve basınçlı pişirici ile aquafaba eldesi

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagil örnekleri (1:3) oranında içme suyu ile 25°C oda sıcaklığında 12 saat ıslatılmıştır. Suda bekletme sonrası taneler sudan paslanmaz çelik süzgeç yardımıyla ayrılmıştır. Analizlerde basınç farklılığı inceleneceği için baklagillerin haşlanması sadece içme suyu ve pişirme tekniği olarak da basınçlı pişirici Gurme şef cihazı kullanılmıştır. Pişirme işlemi esnasında (1:1,5) baklagil-su oranı kullanılmıştır (Huang, vd., 2024; Meurer, vd., 2020).



Şekil 6. Aquafaba örneklerinin üretim akış şeması

Tez çalışmasının bu yönteminde aquafaba eldesine yönelik izlenen adımlara Şekil 6’da yer verilmiştir. Ayrıca analizlerde kullanılan her baklagil çeşidine uygulanan basınç farklılıklarına göre göre belirlenen aquafaba numunelerinin adlandırılması Tablo 3’te belirtilmiştir:

Tablo 3. Baklagil çeşitlerine ve pişirme yöntemlerine göre aquafaba numunelerinin adlandırılması

Baklagil Çeşidi ve Koşulları	Kısaltılmış Numune Adı	Pişirme Koşulu
Siyah nohut, Atık su Basınçlı pişirme	SNİP1	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 1.basınç seviyesi-157w, 35 dk)

Siyah nohut, Atık su Geleneksel pişirme	SNİP4	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 4.basınç seviyesi-629w, 35 dk)
Siyah nohut, İçme suyu Basınçlı pişirme	SNİP6	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah nohut, İçme suyu Geleneksel pişirme	SNİP7	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 7.basınç seviyesi-1100w, 35 dk)
Siyah fasulye, Atık su Basınçlı pişirme	SFİP1	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 1.basınç seviyesi-157w, 35 dk)
Siyah fasulye, Atık su Geleneksel pişirme	SFİP4	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 4.basınç seviyesi-629w, 35 dk)
Siyah fasulye, İçme suyu Basınçlı pişirme	SFİP6	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Siyah fasulye, İçme suyu Geleneksel pişirme	SFİP7	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 7.basınç seviyesi-1100w, 35 dk)
Beluga mercimeği, Atık su, Basınçlı pişirme	BMİP1	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 1.basınç seviyesi-157w, 35 dk)
Beluga mercimeği, Atık su, Geleneksel pişirme	BMİP4	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 4.basınç seviyesi-629w, 35 dk)
Beluga mercimeği, İçme suyu, Basınçlı pişirme	BMİP6	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 6.basınç seviyesi-943w, 20 dk)
Beluga mercimeği, İçme suyu, Geleneksel pişirme	BMİP7	(Gurme Şef Cihazı-Düdüklü-Baklagil modu, 7.basınç seviyesi-1100w, 35 dk)

*SNİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası.

2.5.3.2. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri

Siyah nohut baklagilinden elde edilen SNİP1, SNİP4, SNİP6, SNİP7 aquafaba örneklerine; siyah fasulye baklagilinden elde edilen SFİP1, SFİP4, SFİP6, SFİP7

aquafaba örneklerine ve beluga mercimeği baklagillerinden elde edilen BMİP1, BMİP4, BMİP6, BMİP7 aquafaba örneklerine Echeverria-Jaramillo, vd. (2021) çalışmasında belirtilen yöntem uygun olarak köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizi uygulanmıştır. Analiz için her aquafaba örneğinden 20 ml (V_0) alınarak 100 ml'lik mezüre aktarılmıştır. Köpük oluşturmak için 1 dakika boyunca 14.000 rpm'de çalıştırılan bir T-25 dijital Ultra-Turrax® homojenizatör (IKA, Saufen, Almanya) kullanılarak örnekler homojenleştirilmiş ve oluşan köpük hacimleri, dereceli silindir kullanılarak ölçülmüştür (V_s). Ölçümler 1, 3, 5, 10 ve 30. dakikalarda (V_t) fotoğraflanarak gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler üç kez tekrarlanmıştır. Numunelere ait köpürme kapasitesi ve stabilitesi değerleri, Hammershøj vd., (2004) ve Shim, vd., (2018) tarafından geliştirilen aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Köpürme kapasitesi-FC (\%)} = \left(\frac{V_s - V_0}{V_0} \right) * 100 \quad (5)$$

$$\text{Köpürme stabilitesi-FS (\%)} = \left(\frac{V_t}{V_0} \right) * 100 \quad (6)$$

2.5.4. Seçilen aquafaba örneklerinde gerçekleştirilen analizler

Su ve pişirme farklılıkları uygulanarak elde edilen aquafabalar üzerine köpürme kapasite ve stabilite analizlerinin yanı sıra pH, renk ve suda çözünebilen kuru madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.5.4.1. pH analizi

Siyah nohut baklagilinden SNİP4 aquafaba örneğinin; siyah fasulye baklagilinden SFİP4 aquafaba örneğinin ve beluga mercimeği baklagilinden BMİP4 aquafaba örneğinin pH analizleri için masaüstü portatif pH metre (HANNA HI 2020-02, Hanna Instruments, Amerika) kullanılmıştır. pH-metre probu ölçüm yapılmadan önce 25 °C'de pH 4,00, 7,00, 10,00 tampon standart çözeltileri ile kalibre edilmiştir (Echeverria-Jaramillo, vd., 2021; Raikos, Hayes ve Ni, 2020).

2.5.4.2. Renk analizi

Siyah nohut baklagilinden SNİP4 aquafaba örneğinin; siyah fasulye baklagilinden SFİP4 aquafaba örneğinin ve beluga mercimeği baklagilinden BMİP4 aquafaba örneğinin renk değerleri üç boyutlu CIELab* renk sistemine karşılık gelen L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç parametreye sahip bir kolorimetre (CSM 1, PCE Instruments, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. L^* = açıklık eksen (0–100, + =

daha beyaz); a^* = yeşil-kırmızı eksen (-128-128, + = daha kırmızı); ve b^* = mavi-sarı eksen (-128-128, + = daha sarı) olarak ifade edilmiştir. Tüm ölçümlerden önce, cihaz beyaz ve siyah standart karo üzerinde kalibre edilmiştir. Renk ölçümleri her numune için üç kez yapılarak sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edilmiştir (Jeon, Shin ve Echeverria-Jaramillo, 2024).

2.5.4.3. Suda çözünebilen kuru madde analizi

Siyah nohut baklagilinden SNİP4 aquafaba örneğinin; siyah fasulye baklagilinden SFİP4 aquafaba örneğinin ve beluga mercimeği baklagilinden BMİP4 aquafaba örneğinin suda çözünebilen kuru madde analizleri, Cemeroğlu (2007)'e göre portatif el refraktometresi (0-10% ATC, Blabmarket, Çin) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz edilmeden 1 gün önce hazırlanarak + 4 °C'de depolanmıştır. 0-80 briks ölçer refraktometre 25 °C'de saf su kullanılarak kalibre edilmiş ve analizden önce 25 °C'ye getirilen örneklerin el refraktometresi kullanılarak briks ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

2.5.4. Seçilen aquafaba örneklerinden bitkisel krema üretimi

Gerçekleştirilen analizler sonucu seçilen aquafaba örneklerinden ilk olarak ilgili reçete adımları uygulanarak bitkisel krema üretilmiş ve sonrasında kremaların değerlendirmesi için duyuusal ve sıralama analiz testleri uygulanmıştır.

2.5.4.1. Bitkisel krema üretimi

Tez çalışması kapsamında yürütülen analizlerin sonucuna göre siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinin her birinden köpürme özelliği en iyi olan örnekler seçilmiştir. Sajedi, vd., (2014) tarafından yapılan çalışmadaki reçetelendirmeye göre; seçilen aquafabalardan adımlar izlenerek bitkisel krema üretimi gerçekleştirilmiştir (Brill, 2002; Çubuk ve Kesici, 2024):

- i. 100ml aquafaba örneğine; 3 yemek kaşığı glikoz şurubu ve 1 çay kaşığı limon suyu eklenmiştir.
- ii. Karışım, 5 dakika 3.hız seviyesinde el mikseri Arzum Ecomix el mikseri (AR1123, 300w, Arzum – Türkiye) ile çırpılmıştır.
- iii. 5 dakika daha 6.hız seviyesinde el mikseri Arzum Ecomix el mikseri (AR1123, 300w, Arzum – Türkiye) ile çırpılmıştır.

iv. 5 yemek kaşığı toz şeker el mikseri ile çırpma işlemine devam edilirken 2-3 dakika içerisinde karışıma eklenmiştir.

v. 6.hız seviyesinde el mikseri (AR1123 Ecomix 300w, Arzum-Türkiye) ile karışım stabil hale gelene kadar çırpma işlemine devam edilmiştir.

vi. Elde edilen ürün ağzı kapalı bir kaba alınarak buzdolabında (+4° C) 2-3 saat bekletilmiştir.

Seçilen aquafabalardan elde edilen bitkisel kremanın karşılaştırılmasının yapılabilmesi için nohut konservesinden elde edilen aquafaba kullanılmıştır.

2.5.4.2. Üretilen bitkisel kremaların duyuşal ve sıralama test analizleri

Elde edilen bitkisel krema ürünleri, laboratuvar ortamında 80 kişilik bir panelist grubuna uygulanarak duyuşal analizlerle değerlendirilmiştir. Panelistler, Gelişim Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü'nden öğretim elemanları ve öğrenciler arasından, ürünle ilgili tüketici deneyimine sahip bireyler arasından seçilmiştir. Panelistlerin demografik özellikleri şu şekildedir: Yaş aralığı 18–45 olup, grubun %60'ı kadın, %40'ı erkektir. Panelistlerin 2'si vegan, 3'ü vejetaryen, 75'i ise karışık beslenme düzenine sahiptir. Duyusal analiz öncesinde panelistlere, ürünlerin genel özellikleri hakkında ön bilgi verilmiş ve değerlendirme sürecinde dikkate alınması gereken kriterler ile ilgili kısa bir eğitim sunulmuştur. Değerlendirme sırasında panelistlerden, her bir krema örneğini renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Her analizden önce, önceki örnekten kalan tadın giderilmesi amacıyla ağızlarını su ile çalkalamaları sağlanmıştır. Duyusal analizde 9 dereceli hedonik skala kullanılmıştır. Her bir duyuşal özellik için farklı tanımlayıcı ifadeler içeren bu skala, panelistlerin örnekleri kişisel beğeni düzeylerine göre değerlendirmelerine olanak tanımıştır (Gök, 2006; Nguyet, v., 2021). Ayrıca sıralama testi uygulanarak panelistlere tüm örnekler aynı anda sunulmuş ve bu örnekleri belirli bir duyuşal özelliğe veya genel tercihe göre sıralamaları istenmiştir. Sıralama verileri, parametrik olmayan Friedman testi ile analiz edilmiş; her bir örneğin toplam sıra puanları dikkate alınarak %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirme yapılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Farklı Baklagil Konserve Tepe Suyu Analiz Bulguları

Tez çalışmasının ilk analiz yöntemi olarak seçilen farklı baklagil konserve tepe sularında gerçekleştirilen pH, renk, suda çözünmüş kuru madde içeriği ve köpürme özelliklerine ait bulgulara bu kısımda yer verilmiştir. Analiz bulgularında baklagil çeşitlerinden elde edilen konserve tepe sularına ait bezelye örnekleri B1, B2 ve B3 olarak; nohut örnekleri N1 ve N2 olarak; kuru fasulye örneği KF1, KF2 ve KF3 olarak; barbunya örnekleri BA1 ve BA2 olarak; Meksika fasulye örnekleri de MF1 ve MF2 olarak adlandırılmıştır.

3.1.1. pH analiz bulguları

Araştırmada, farklı markalara ait konserve baklagil ürünlerinin pH düzeyleri belirlenmiş ve gruplar arası istatistiksel farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Her bir ürün grubu için üç paralel ölçüm yapılmış, elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. ANOVA analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmış olup, farkın kaynaklarını belirlemek amacıyla Tukey HSD (Honestly Significant Difference) post-hoc testi uygulanmıştır. Analiz edilen 12 farklı konserve ürününe ait pH değerleri ve istatistiksel gruplamaları Tablo 4'te belirtilmiştir:

Tablo 4. Konserve baklagil tepe sularına ait pH analiz bulguları

Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	Değer
Bezelye Örneği-1	B1	6,1 $\pm$ 0,10 ^{ab}
Bezelye Örneği-2	B2	6,0 $\pm$ 0,02 ^b
Bezelye Örneği-3	B3	6,0 $\pm$ 0,01 ^b
Nohut Örneği-1	N1	6,1 $\pm$ 0,01 ^{ab}
Nohut Örneği-2	N2	6,0 $\pm$ 0,02 ^b
Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	6,2 $\pm$ 0,13 ^a

Kuru Fasulye Örneği-2	KF2	6,1±0,04 ^{ab}
Kuru Fasulye Örneği-3	KF3	6,1±0,01 ^{ab}
Barbunya Örneği-1	BA1	5,7±0,01 ^d
Barbunya Örneği-2	BA2	5,8±0,01 ^c
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	6,0±0,10 ^b
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	5,8±0,03 ^c

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B3: 3. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, N2: 2. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF2: 2. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF3: 3. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, BA2: 2. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4'te belirtilen konserve baklagil tepe sularının pH değerleri 5,7 ile 6,2 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek pH değeri KF1 (6,2±0,0) numunesinde gözlemlenirken, en düşük değer BA1 (5,7±0,0) numunesinde kaydedilmiştir. Genel olarak tüm numuneler hafif asidik bir pH aralığında yer almakta olup, bu durum konserveleme sürecinde kullanılan katkı maddeleri (örneğin sitrik asit) ve ısıt işlemlerle ilişkilendirilebilmektedir. Aynı türün farklı markalarına ait örnekler karşılaştırıldığında, bazı ürünlerde marka bazlı farklılıkların sınırlı olduğu, bazılarında ise bu farkların daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, B1 (6,1±0,10) ve B3 (6,0±0,01) numuneleri arasında ortalama bakımından küçük bir fark bulunmakla birlikte, standart sapma değerleri arasındaki farklılık, ürünlerin homojenliği bakımından önemli bir gösterge oluşturmaktadır. Benzer şekilde, barbunya ve Meksika fasulyesi örneklerinde de ortalama değerlerin birbirine yakın olduğu; ancak her iki türde de ikinci markaya ait BA2 ve MF2 numunelerinin daha düşük ortalama değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, kullanılan hammaddenin çeşidi, işleme koşulları veya üretim süreçleri ile ilişkili olabileceği şeklinde değerlendirilebilir. Bu sonuçlardan yola çıkarak hem ürün türü hem de üretici markaya bağlı olarak ölçülen parametrelerde farklılık oluşabildiği anlaşılmıştır. McGlynn, (n.d.) çalışmasında bezelye konserve tepe sularına ait gerçekleştirilen pH analiz sonucu 5,8-7,0 elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir. Aynı çalışmadaki fasulye konserve tepe suları üzerinde gerçekleştirilen pH analiz değerleri 5,7-6,2 aralığında tespit edilmiş ve

çalışmadaki bulgular elde edilen sonuçlara çok yakın çıkmıştır.

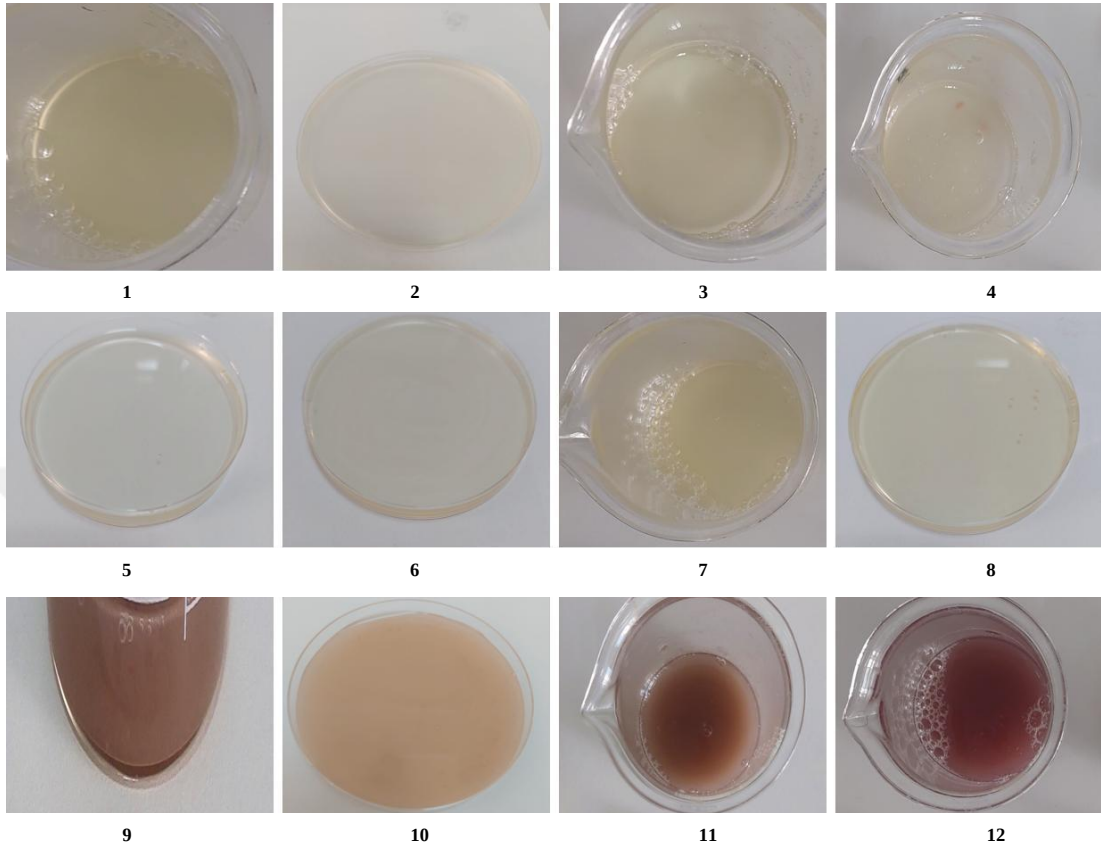
Konserve baklagil tepe suyu örneklerinin pH değerleri arasında genel olarak Tukey HSD post-hoc testine göre istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Aynı harfe sahip gruplar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak aynı tür baklagil grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda, bezelye örnekleri (B1, B2, B3) arasında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). B1 örneği hem "a" hem "b" harfini taşıırken; B2 ve B3 yalnızca "b" grubundadır. Bu durum, B1'in B2 ve B3'e göre istatistiksel olarak biraz daha yüksek değerlere sahip olabileceğini, ancak farkın tam anlamıyla belirgin olmadığını göstermektedir. Nohut örnekleri (N1, N2) de benzer şekilde "a" ve "b" gruplarında yer almakta olup; N1 hem "a" hem "b" harfinde yer alırken, N2 sadece "b" grubundadır. Bu durum, nohut örnekleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Kuru fasulye örnekleri (KF1, KF2, KF3) değerlendirildiğinde; KF1 "a" grubunda yer alırken, KF2 ve KF3 hem "a" hem "b" gruplarındadır. Bu durum, KF1'in diğer iki örneğe kıyasla daha yüksek bir ortalamaya sahip olabileceğini, ancak istatistiksel olarak bu farkın anlamlı düzeyde olmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Barbunya örnekleri (BA1, BA2) arasında ise; BA1 "d" grubunda, BA2 ise "c" grubunda yer almakta olup, bu durum iki örnek arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir ($p<0,05$). Meksika fasulyesi örneklerinde de MF1 "b", MF2 ise "c" grubunda yer almakta; dolayısıyla bu iki örnek arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Sonuç olarak, konserve gıdalarda pH değeri hem uygulanan ısıl işlemin etkinliği hem de depolama sürecinde mikroorganizma gelişimi açısından kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen bulgular, pH değerlerindeki farklılıkların kullanılan baklagil türü, üretici firma ve uygulanan konserveleme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, pH değerinin aquafabanın fonksiyonel özelliklerini etkileyebilecek önemli bir faktör olduğu ve bu nedenle değerlendirme sürecinde dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

3.1.2. Renk analiz bulguları

Baklagil konserve tepe sularından elde edilen örneklerin üç paralelli olacak şekilde metot kısmında belirtilen yöntemle göre renk analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, farklı markalara ait konserve baklagil ürünlerinin renk özellikleri, CIE Lab^* renk uzayı parametreleri (L^* , a^* , b^*) üzerinden değerlendirilmiştir. Her bir

numune için üç paralel ölçüm yapılmış; elde edilen veriler ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Örneklere ait görseller Şekil 8’de belirtildiği gibidir:



Şekil 7. Baklagil konserve tepe suları numunelerinin renkleri

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B3: 3. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF2: 2. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF3: 3. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, N2: 2. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, BA2: 2. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi baklagillerin sahip olduğu pigmentler renklerinde farklılaşmaya yol açmaktadır. Renk analizi uygulanarak elde edilen $L^*a^*b^*$ değerleri Tablo 5’te belirtilmiştir:

Tablo 5. Baklagil konserve tepe suları numunelerine ait renk analiz bulguları

Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	L^*	a^*	b^*
Bezelye Örneği-1	B1	90,19 $\pm$ 0,0 ^a	14,86 $\pm$ 1,3 ^d	29,70 $\pm$ 0,4 ^a
Bezelye Örneği-2	B2	90,17 $\pm$ 0,1 ^a	-0,77 $\pm$ 0,1 ^b	9,73 $\pm$ 1,5 ^c

Bezelye Örneği-3	B3	93,80±0,3 ^b	-1,10±0,1 ^a	3,93±0,4 ^{de}
Nohut Örneği-1	N1	90,97±0,1 ^a	-0,67±0,1 ^b	11,40±0,4 ^c
Nohut Örneği-2	N2	90,73±0,1 ^a	-0,93±0,1 ^{ab}	9,27±0,3 ^c
Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	91,63±0,2 ^{ab}	-0,50±0,1 ^b	5,57±0,2 ^d
Kuru Fasulye Örneği-2	KF2	92,10±0,3 ^b	-0,53±0,1 ^b	4,57±0,1 ^{de}
Kuru Fasulye Örneği-3	KF3	92,43±0,1 ^b	-0,47±0,1 ^b	6,00±0,4 ^d
Barbunya Örneği-1	BA1	62,00±2,8 ^c	10,93±0,6 ^c	20,27±0,2 ^b
Barbunya Örneği-2	BA2	74,20±0,6 ^d	7,70±0,1 ^c	17,27±0,5 ^b
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	20,50±0,2 ^f	20,50±0,7 ^e	3,57±0,6 ^e
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	21,30±26,5 ^f	20,13±1,3 ^e	3,57±0,6 ^e

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B3: 3. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF2: 2. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF3: 3. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, N2: 2. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, BA2: 2. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

**Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Veriler üzerinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış; gruplar arasında anlamlı fark saptanan parametrelerde farklılıklar, Tukey HSD post-hoc testi ile ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Tablo 5'te görüldüğü üzere, aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında ise anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Renk analizinde; L* değeri örneklerin açıklık veya koyuluk düzeyini, a* değeri kırmızı-yeşil eksenindeki renk tonunu, b* değeri ise sarı-mavi eksenindeki renk tonunu ifade etmektedir.

Kuru fasulye örnekleri arasında en yüksek L değeri KF3 numunesine ($92,43 \pm 0,1$) ait olup, KF1 ($91,63 \pm 0,2$) ve KF2 ($92,10 \pm 0,3$) numuneleri benzer, parlak renkler göstermiştir. a ve b değerleri ise birbirine oldukça yakın olup, bu ürünlerde hafif yeşilimsi tonlar ve düşük sarılık görülmektedir. Bu bulgular, Parmar ve ark. (2016)'nın konserve kuru baklagiller üzerine yaptığı çalışmada vurgulanan; yüksek L değerlerinin ışık yansıtıcılığı ve mineral katkıları (örneğin kalsiyum) ile ilişkilendirilmesiyle de paralellik göstermektedir. Nohut örneklerinde ise N1 ve N2 markaları arasında L

açısından büyük fark gözlenmemiştir (sırasıyla $90,97 \pm 0,1$ ve $90,73 \pm 0,1$). Ancak, a ve b değerleri farklılık göstermiştir. N1 numunesinde daha düşük yeşillik ($a = -0,67 \pm 0,1$) ve daha yüksek sarılık ($b = 11,40 \pm 0,4$) tespit edilmiştir. Bu durum, N1 numunesinin daha sıcak tonlara sahip olduğunu, bunun da işleme parametreleri ya da fenolik içerik ile ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Barbunya numuneleri arasında BA1 en düşük L değeri ($62,00 \pm 2,8$) ile en koyu renkli ürünlerden biri olmuştur. Aynı numunede a ve b değerleri yüksek olup ($10,93 \pm 0,6$ ve $20,27 \pm 0,2$), ürünün kırmızımsı ve sarımsı sıcak tonda koyu bir renge sahip olduğunu göstermektedir. BA2 numunesi ise daha açık L değeri ($74,20 \pm 0,6$) ile ayrılmıştır. Cichy, vd. (2013) ile Parmar, vd. (2016), koyu renkli barbunya ve kırmızı fasulyelerin daha yüksek fenolik ve antosiyanin içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. BA1'in düşük L ve yüksek a ve b değerleri bu bilgilerle örtüşmektedir.

Meksika fasulyesi numuneleri MF1 ve MF2 örneklerinde çok düşük L değerleri ($20,50$ ve $21,30$) ve çok yüksek a değerleri ($20,50$ ve $21,30$) ölçülmüştür. b değerlerinin düşük olmasıyla birlikte, bu numunelerin yoğun kırmızı ve koyu renkli olduğu anlaşılmaktadır. Chávez-Servia, vd. (2016), Meksika kökenli baklagillerin bu renk yapısının yüksek antosiyanin içeriği ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Elde edilen bulgular bu literatürle tamamen uyumludur.

L değerlerinin baklagil çeşitlerindeki farklılıklarının yanında a ve b değerlerinde de farklılıklar gözlenmiştir. a değerleri bazı ürünlerde pozitif (örneğin MF1: $20,50$) ve bazılarında negatif (örneğin B2: $-1,10$) olarak ölçülmüştür. MF1 ve MF2 numuneleri, yüksek pozitif a değerleri ile istatistiksel olarak diğer tüm gruplardan anlamlı biçimde ayrılmıştır (e grubu), bu da bu ürünlerin yoğun kırmızı renk tonuna sahip olduğunu göstermektedir. b ekseninde ise; en yüksek değer B1 ($29,70 \pm 0,4$) numunesinde tespit edilmiştir. Bu değer, BA1 ve BA2 ile sarı tona yakınlığı yüksek olan ürünleri tanımlar ($a-b$ grubu). Öte yandan MF1, MF2 ve B2 gibi numuneler b değeri açısından anlamlı derecede daha düşük olup, soğuk ve az sarı tonda ürünler olarak değerlendirilebilir (e grubu). En yüksek L değerine sahip olan B3 numunesi ($93,80 \pm 0,3$) en açık renkli numune olarak tanımlanmış; onu KF3 ($92,43 \pm 0,1$) ve KF2 ($92,10 \pm 0,3$) izlemiştir. Buna karşılık, MF1 ve MF2 gibi numunelerde çok düşük L değerleri, ürün renginin koyuluğunu ve opak karakterini ortaya koymaktadır. Yine MF1 ve MF2'nin yüksek a değerleri kırmızı tonun baskın olduğunu; düşük b değerleri ise sarı tonun zayıf

olduğunu göstermektedir. Bezelye örnekleri, negatif a değerleri ile yeşil yönelimi temsil ederken, b ekseninde en yüksek sarı tonu B1 (29,70) ve N1 (11,40) göstermiştir. B1 numunesinin elde ettiği bu değer BA1 ve BA2 numuneleriyle sarı tona yakınlık açısından üst gruplarda yer almıştır ($a-b$ grupları). Bu durum, ürünlerin renk özelliklerinin baklagil türü, üretici markası ve işleme koşullarına göre farklılaştığını göstermektedir.

Açıklık değeri olan L parametresi bakımından; bezelye örnekleri (B1, B2, B3) arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). B3 örneği yalnızca b grubunda yer alırken, B1 ve B2 a grubundadır. Bu durum, B3'ün diğer bezelye örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha açık renge sahip olduğunu göstermektedir ($p<0,05$). Nohut örnekleri (N1, N2) her ikisi de a grubunda yer aldığından aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Kuru fasulye örnekleri (KF1, KF2, KF3) benzer şekilde $a-b$ gruplarında yer almakta olup, bu grubun kendi içinde anlamlı farklılık göstermediği anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Barbunya örnekleri (BA1, BA2) ise sırasıyla e ve d gruplarında yer almakta; bu durum iki örnek arasında anlamlı fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0,05$). Meksika fasulyesi örnekleri (MF1, MF2) her ikisi de f grubundadır, bu nedenle aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Kırmızı-yeşil eksenini temsil eden a parametresi açısından; bezelye örnekleri arasında anlamlı farklılıklar mevcuttur ($p<0,05$). B1 örneği d , B2 b , B3 ise a grubunda yer almakta olup, bu dağılım örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu ortaya koymaktadır. Nohut örnekleri b ve $a-b$ gruplarında yer almakta olup, aralarındaki fark anlamlı değildir. Kuru fasulye örneklerinin tamamı b grubunda yer almakta; bu da bu grup içinde homojenliğe işaret etmektedir. Barbunya örnekleri (BA1, BA2) c grubunda olup, bu örnekler arasında da anlamlı fark bulunmamaktadır. Meksika fasulyesi örnekleri ise en yüksek a değerlerine sahip olarak e grubunda yer almakta ve bu yönüyle belirgin şekilde diğer gruplardan ayrılmaktadır.

Sarı-mavi eksenini ifade eden b parametresi bakımından; bezelye örnekleri arasında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0,05$). B1 a , B2 c , B3 ise $d-e$ grubunda yer almakta; bu da örnekler arasında renk tonu açısından farklılık bulunduğunu göstermektedir. Nohut örneklerinin her ikisi de c grubundadır, anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Kuru fasulye örnekleri d ve $d-e$ gruplarında yer almakta olup, bu grubun kendi içinde istatistiksel olarak benzer değerlere sahip olduğu

görülmektedir. Barbunya örnekleri (BA1, BA2) her ikisi de *b* grubunda yer almakta, dolayısıyla aralarında fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Meksika fasulyesi örnekleri (MF1, MF2) en düşük *b* değerlerine sahip olup *e* grubunda yer almakta ve bu özellikleriyle açıkça ayrılmaktadır.

Bezelye örnekleri incelendiğinde, en yüksek *L* değerine B3 numunesi ($93,80 \pm 0,3$) sahip olup, bu değer MF1 ve MF2 numuneleri (yaklaşık 20–21) ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılık göstermektedir (*f* grubu). BA1 ve BA2 gibi ürünler ara değerlerde yer almakta ve farklı istatistiksel gruplarda konumlanarak açıklık farkını ortaya koymaktadır. B3 numunesinin *a* ve *b* değerlerinin sırasıyla $-1,10 \pm 0,1$ ve $3,93 \pm 0,4$ olması, bu ürünün daha açık, yeşil yöne kayan ve düşük sarılığa sahip bir renk profiline işaret etmektedir. B1 ve B2 numunelerinde ise benzer *L* değerlerine rağmen *a* değerleri pozitif ya da sıfıra yakın bulunmuştur. Bu durum, B3 bezelyesinin daha doğal yeşil tonda kaldığını göstermektedir. Nitekim Mazza ve Oomah (1994), konserve sebzelerde klorofilin korunmasının ürünün pH değeri ve ısıtma koşullarına bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, B3 numunesinde tespit edilen yüksek *L* ve negatif *a* değeri, literatürle uyumlu bir bulgu olarak değerlendirilebilmektedir.

Elde edilen bulgular, baklagil türü, üretici markası, paketlenme gibi işleme koşulları ile ürün formülasyonu, işleme yöntemi ve katkı maddesi kullanımının konserve tepe sularının renk özellikleri üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Feyera, vd. (2025) çalışmasında da buradaki sonuçlara paralel olarak baklagil türünün doğal pigment yapısının ve içerdiği fenolik bileşenlerin konservelelerdeki renk farklılıklarına neden olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca uygulanan konserve işleme koşullarına bağlı olarak ürün renginde farklılaşmalar meydana geldiği de öngörülmektedir. Renk farklılıklarının duyu kalite algısı ve potansiyel fonksiyonel bileşen içerikleri açısından değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Özellikle tüketicinin ürün rengine duyarlı olduğu baklagil temelli gıda ürünlerinde, hammaddenin türüne ve işleme parametrelerine bağlı olarak formülasyon ve pazarlama stratejilerinin yeniden değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

3.1.3. Suda çözünebilir kuru madde analiz bulguları

Baklagil konserve tepe sularından elde edilen örneklerin üç paralelli olacak şekilde metot kısmında belirtilen yöntemle göre suda çözünebilir kuru madde analizi

gerçekleştirilmiştir. Elde edilen °Brix değerleri Tablo 6’da belirtilmiştir:

Tablo 6. Çeşitli baklagil konserve tepe sularına ait suda çözünabilen kuru madde analiz bulguları

Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	°Brix Değeri
Bezelye Örneği-1	B1	7,0±0,0 ^{bcd}
Bezelye Örneği-2	B2	6,0±0,3 ^e
Bezelye Örneği-3	B3	6,5±0,1 ^{de}
Nohut Örneği-1	N1	7,0±0,3 ^{bcd}
Nohut Örneği-2	N2	7,0±0,1 ^{bcd}
Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	8,0±0,0 ^{ab}
Kuru Fasulye Örneği-2	KF2	6,6±0,3 ^{cde}
Kuru Fasulye Örneği-3	KF3	8,0±0,1 ^{ab}
Barbunya Örneği-1	BA1	7,4±0,2 ^b
Barbunya Örneği-2	BA2	6,0±0,3 ^e
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	8,4±0,2 ^a
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	8,0±0,1 ^{ab}

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B3: 3. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF2: 2. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, KF3: 3. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, N2: 2. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, BA2: 2. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Araştırmada, farklı markalara ait konserve baklagil ürünlerinin çözünmüş kuru madde oranını yansıtan (°) Brix değerleri ölçülmüş, elde edilen veriler üzerinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Her numune için üç paralel ölçüm gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. ANOVA sonrası gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklar tespit edilmiş olup, farkın kaynaklarını belirlemek amacıyla Tukey HSD post-hoc testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 6’da sunulmaktadır.

Analiz sonucunda, en yüksek Brix değeri MF1 ($8,4 \pm 0,2$) numunesinde tespit edilmiş ve bu değer istatistiksel olarak MF2, KF1 ve KF3 numuneleriyle aynı grupta yer almış (a–ab grubu). Bu durum, Meksika fasulyesi ve kuru fasulye örneklerinde daha yüksek çözünmüş madde içeriği olduğunu göstermektedir. MF1 numunesi, diğer tüm numunelerden anlamlı biçimde daha yüksek Brix değeriyle ayrılmıştır.

BA1 ($7,4 \pm 0,2$) numunesi orta düzeyde Brix değerine sahipken, BA2 ($6,0 \pm 0,3$) ve B2 ($6,0 \pm 0,3$) gibi numuneler en düşük Brix değerlerini göstermiştir (e grubu). Bu ürünlerin daha düşük çözünmüş katı içeriğine sahip olması, üretim sırasında ilave şeker veya tuz kullanım düzeyi, ham madde özellikleri ya da süzme derecesi gibi işlem parametrelerinden kaynaklanıyor olabileceği tahmininde bulunulmuştur.

Bezelye ve nohut örneklerinde genellikle 7,0 civarında değerler gözlemlenmiş olup; B1, N1 ve N2 gibi ürünler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (bcd grubu). Benzer şekilde, KF2 ($6,6 \pm 0,3$) ve B3 ($6,5 \pm 0,1$) numuneleri, bu ürünlerle tam olarak örtüşmemekle birlikte, yakın gruplarda yer almıştır (cde–de grupları). Bezelye örnekleri (B1, B2, B3) arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. B1 örneği *b-c-d* grubunda yer alırken, B2 örneği yalnızca *e* grubundadır. B3 örneği ise *d-e* grubundadır. Bu durum, B2'nin diğer iki örneğe kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük °Brix değerine sahip olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$).

Nohut örnekleri (N1, N2) her ikisi de *b-c-d* grubunda yer almakta olup, aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$). Bu durum, nohut tepe sularının çözünmüş madde içerikleri açısından benzer nitelikler taşıdığını göstermektedir.

Kuru fasulye örnekleri arasında ise dikkat çekici farklılıklar tespit edilmiştir. KF1 ve KF3 örnekleri *a-b* grubunda yer alırken, KF2 örneği *c-d-e* grubundadır. KF2'nin diğer iki örneğe göre anlamlı düzeyde daha düşük °Brix değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu durum, kuru fasulye örnekleri arasında üretim kaynaklı çözünmüş madde içeriği farklılıklarını işaret etmektedir.

Barbunya örnekleri (BA1, BA2) incelendiğinde; BA1 örneği *b* grubunda yer alırken, BA2 örneği *e* grubunda yer almakta olup aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Meksika fasulyesi örnekleri (MF1, MF2) değerlendirildiğinde; MF1 örneği *a*, MF2 örneği ise *a-b* grubunda yer almakta olup, MF1'in °Brix değerinin daha yüksek

olduğu, ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmadığı görülmektedir ($p>0,05$).

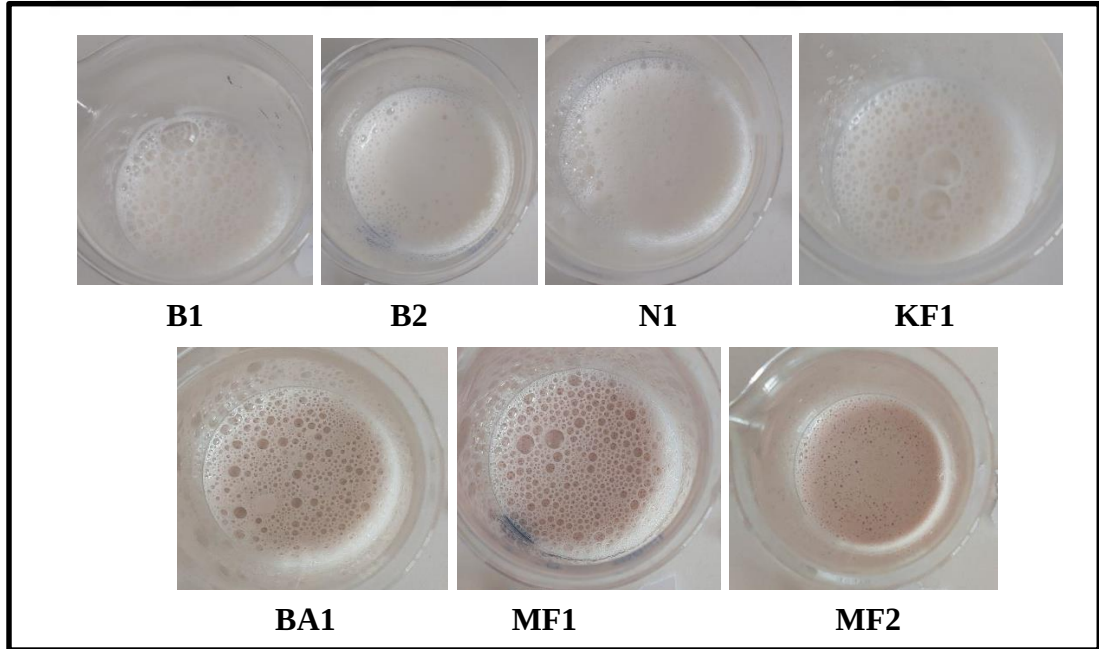
Bezelye örneklerinin °Brix değerlerinin daha yüksek olması, bu markalara ait üretim süreçlerinde baklagil hücrelerinden çözünen içeriklerin daha yoğun biçimde sıvıya geçmesini sağlamış olabilir. Bu durum, üretim sırasında kullanılan haşlama süresi, sıcaklık düzeyi ve ısıtma işlem yoğunluğuyla ilişkilendirilebilmektedir. Kuru fasulye örneklerine ait yüksek değerler, ürünleri daha fazla çözünmüş katı madde içerdiğini, dolayısıyla besinsel yoğunluk açısından da avantajlı olabileceğini göstermektedir. Özellikle kuru fasulyede yüksek °Brix değeri, nişasta ve protein çözünürlüğü ile ilişkilendirilmiş ve viskoziteyle bağlantılı bulunmuştur (López, vd., 2013). Nohut numuneleri benzer °Brix değerlerine sahiptir. Bu durum, her iki markanın üretim süreçlerinde çözünebilir bileşen geçişini etkileyen parametreleri benzer düzeyde uyguladığını göstermektedir. Literatürde konserve nohutta 6,8–7,5 °Brix aralığının doğal kabul edildiği ve bu aralığın üst sınırına ulaşan ürünlerde viskozite, emülsiyon kapasitesi ve köpürme özelliklerinin arttığı belirtilmektedir (Tufekci ve Fenercioğlu, 2010). Barbunya örnekleri karşılaştırıldığında; en yüksek °Brix değeri BA1 numunesinde ($7,4\pm0,2$) ölçülmüştür. B3 örneği ise $6,0\pm0,3$ ile en düşük değere sahiptir. Bu bulgu, B3 numunesinin sıvı kısmında çözünmüş madde içeriğinin daha az olduğunu göstermektedir. Literatürde antosiyanin zengini siyah baklagillerde, yüksek sıcaklık uygulamasının çözünmüş katı madde geçişini artırdığı ve °Brix değerinin bu sayede yükseldiği raporlanmıştır (Chávez-Servia, vd., 2016). Meksika fasulyesi örneklerinde ise °Brix değeri sırasıyla MF1 ($8,4\pm0,2$) ve MF2 ($8,0\pm0,1$) takip etmektedir. Bu iki numune de diğer tüm baklagil gruplarından daha yüksek °Brix değerlerine sahiptir. Bu durum, Meksika fasulyesinin koyu pigment yapısı, yüksek fenolik bileşen içeriği ve sert yapısı nedeniyle pişirme sırasında daha fazla çözünür madde saldıgına işaret etmektedir. Chávez-Servia, vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada da koyu renkli Meksika kökenli fasulye çeşitlerinin hem yüksek antosiyanin hem de yüksek çözünür madde salınımı gösterdiği belirtilmiştir.

Bu sonuçlar, konserve ürünlerin çözünmüş madde miktarlarının hem baklagil türü hem de üretici markasına bağlı işleme süreçlerine göre anlamlı biçimde farklılaştığını ve bunun aquafaba olarak değerlendirilebilecek konserve tepesi sularının fonksiyonel özelliklerini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. °Brix değeri, sıvıdaki

çözünmüş katı madde konsantrasyonunun bir göstergesi olup, genellikle şeker oranı ile ilişkilendirilse de konserve baklagil sularında protein, nişasta ve çözünmüş lif gibi bileşenleri de yansıtmaktadır. Brix değerindeki bu farklılıklar; viskozite, emülsifiye etme kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri etkileyebileceğinden, üretimde kullanılacak numunelerin seçimi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, konserve baklagil türü, üretici firması ve uygulanan işleme teknolojileri, aquafabanın fonksiyonel kalitesini belirleyen çözünmüş kuru madde içeriği üzerinde doğrudan etkili olup, ürün geliştirme sürecinde dikkate alınması gereken temel değişkenlerden olduğu anlaşılmıştır (Jaywant, Singh ve Arif, 2022).

3.1.4. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları

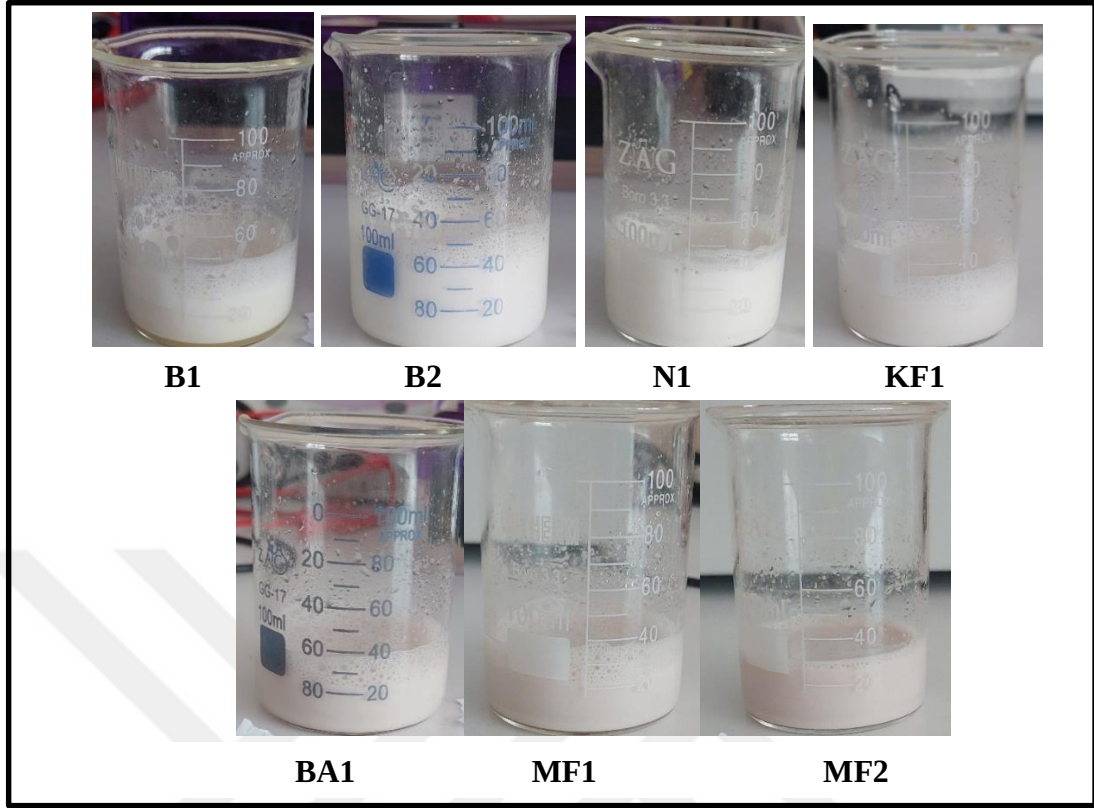
Baklagil konserve tepe sularından elde edilen örneklerin, metot bölümünde belirtilen prosedüre uygun olarak ve her biri üç paralelli olacak şekilde köpürme kapasitesi ve stabilitesi analizleri gerçekleştirilmiştir. Ön değerlendirme sonuçları doğrultusunda, analizlerde temsiliyet ve karşılaştırılabilirlik kriterleri gözetilerek 12 farklı örnek arasından 7 örnek seçilerek çalışmaya dâhil edilmiştir. Örneklerin üstten ve yandan çekilmiş görüntülerine ait görseller sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9’da belirtildiği gibidir:



Şekil 8. Baklagil konserve tepe sularının işlem sonrası $t=0$ anlarında çekilen üstten görüntüleri

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe

suyu.



Şekil 9. Baklagil konserve tepe sularının işlem sonrası $t=0$ anlarında çekilen yandan görüntüleri

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

Şekil 8 ve 9’da baklagil konserve tepe sularının görünüşlerinden köpürme özelliklerine yönelik gözle değerlendirme de sağlanabilmektedir. Belirtilen dakikalarda fotoğraflama sonrası numunelerin köpük hacimleri ölçülmüş ve köpürme kapasite ile stabiliteleri formüller üzerinden hesaplanmıştır. Bu doğrultuda numunelerin karıştırma sonrası ilk köpük hacimleri Tablo 7’de verilmiştir:

Tablo 7. Baklagil konserve tepe sularının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi

Köpük Hacimleri (ml)						
Numune		Süre (dakika)				
Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	t=1	t=3	t=5	t=10	t=30

Bezelye Örneği-1	B1	49,7±1,3 ^a	40,4±0,5 ^d	35,1±0,5 ^{cd}	34,3±1,3 ^a	23,4±0,9 ^b
Bezelye Örneği-2	B2	49,7±0,9 ^a	49,6±1,3 ^a	45,7±1,7 ^a	31,4±0,6 ^{ab}	26,2±0,5 ^a
Nohut Örneği-1	N1	39,9±0,2 ^b	39,1±1,9 ^d	36,0±0,6 ^{cd}	30,0±1,2 ^b	28,9±0,2 ^a
Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	31,3±1,5 ^c	25,9±0,4 ^f	25,8±1,0 ^e	5,6±0,5 ^f	2,0±0,6 ^e
Barbunya Örneği-1	BA1	35,3±1,9 ^{bc}	29,4±0,5 ^c	25,0±0,7 ^c	20,9±0,4 ^c	14,2±1,5 ^c
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	38,0±1,7 ^b	28,2±1,5 ^{ef}	28,1±1,4 ^{de}	17,4±1,4 ^{cd}	10,3±1,6 ^d
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	30,2±1,1 ^c	27,9±1,6 ^{ef}	27,1±1,7 ^e	19,5±1,2 ^c	12,2±1,6 ^{cd}

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Çalışmada, farklı konserve baklagil ürünlerine ait tepe sularının köpük oluşumu ve köpük stabilitesi değerlendirilmiş, $t = 1, 3, 5, 10$ ve 30 . dakikalarda oluşan köpük hacmi ölçülmüştür. Her ölçüm üç paralel olarak gerçekleştirilmiş ve veriler ortalama $\pm$ standart sapma biçiminde Tablo 7’de ifade edilmiştir. Zamanın etkisi altında köpük hacmindeki değişimler, her bir zaman noktası için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arası farklılıkları belirlemek üzere Tukey HSD post-hoc testi uygulanarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

İlk köpük hacmi ölçümünde en yüksek değer B1 ve B2 (49,7 ml) numunelerinde kaydedilmiş olup, bu değerler istatistiksel olarak diğer tüm numunelerden anlamlı biçimde farklıdır (a grubu). Bu durum, bezelye tepe sularının yüksek köpük oluşturma kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. En düşük köpük hacmi ise MF2 (30,2 ml) ve KF1 (31,3 ml) gibi kuru ve Meksika fasulyesi tepe sularında görülmüştür (c grubu). 3.dakikada; B2 numunesi köpüğü en stabil kalan ürün olmuştur (49,6 ml); a grubu olarak tek başına ayrılmıştır. Diğer numunelerde belirgin azalma gözlenmiştir. TKF,

TMF, YMF ve TBA numuneleri daha düşük köpük hacimleri ile e–f gruplarında yer almıştır. Bu durum, bazı ürünlerin köpüğünün kısa sürede sönmeye başladığını göstermektedir. Beşinci dakikada köpük hacimleri genel olarak azalmış, ancak B2 numunesi (45,7 ml) yine en yüksek değere sahip olmuştur (a grubu). B1, N1, MF1 gibi numuneler orta seviyede köpük hacmi ile c–d gruplarında yer almıştır. Düşük değerler BA1, KF1, MF2 numunelerinde gözlemlenmiştir (e grubu), bu da bu ürünlerde köpük stabilitesinin düşük olduğunu göstermektedir. 10.dakikada B1 numunesi (34,3 ml) ve B2 numunesi (31,4 ml) köpük hacmi bakımından öne çıkmaya devam etmiş, köpük stabilitesinin görece korunduğu görülmüştür (a–ab grupları). Diğer numuneler, özellikle KF1 numunesi (5,6 ml) ve MF1 numunesi (17,4 ml) ile belirgin şekilde daha düşük değerlere sahiptir. Kuru ve Meksika fasulyesi tepe suları, köpük stabilitesi bakımından düşük performans göstermiştir. Otuzuncu dakikada ise; köpüklerin büyük çoğunluğu sönmüş; ancak N1 (28,9 ml) ve B2 (26,2 ml) numuneleri halen yüksek köpük hacmine sahip olarak istatistiksel anlamda farklılaşmıştır (a grubu). B1 (23,4 ml) de benzer şekilde b grubunda yer almış; buna karşın KF1 (2,0 ml), MF1 (10,3 ml) ve MF2 (12,2 ml) numuneleri d–e gruplarında yer alarak köpük stabilitesinin çok düşük olduğu görülmüştür.

Tüm zaman noktaları birlikte değerlendirildiğinde; bezelye ve nohut tepe sularının, kuru fasulye, barbunya ve Meksika fasulyesi örneklerine kıyasla daha yüksek köpük oluşturma kapasitesi ve köpük stabilitesi sergilediği görülmektedir. Özellikle B2 ve B1 numuneleri, köpük hacmini 30 dakikaya kadar önemli ölçüde korumuş, köpük yapısının daha stabil olduğunu göstermiştir. Bu durum, baklagil türüne bağlı olarak protein ve çözünür bileşiklerin farklılığına, ayrıca işleme koşullarına (ısı, pH, katkılar) bağlı olarak köpük yapısının değiştiğine işaret etmektedir. Özellikle Meksika fasulyesi ve kuru fasulye örneklerinde köpük hızlı biçimde sönmüş, bu ürünlerin düşük yüzey aktif madde veya protein içeriğine sahip olabileceğini düşündürmüştür.

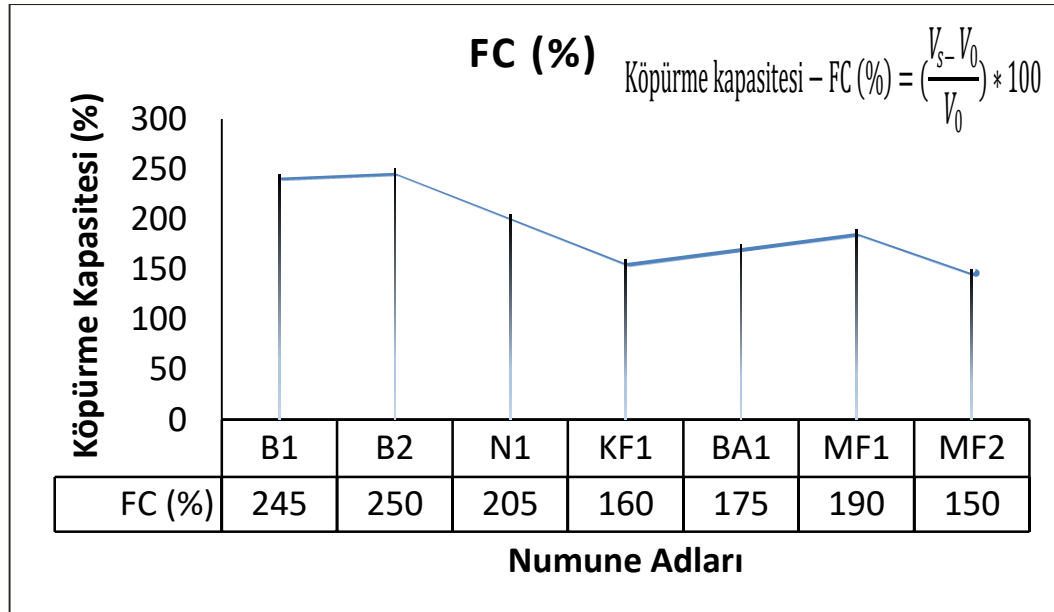
Baklagil konserve tepe suları numunelerinin köpürme kapasiteleri ve stabiliteleri yöntem kısmında verilen formül ile hesaplanarak elde edilen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 8. Baklagil konserve tepe sularının köpürme kapasiteleri (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabiliteleri (%)

Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	Köpürme Kapasitesi (%) (t=0.dk)	Köpürme Stabilitesi (%)	
			t=10dk	t=30dk
Bezelye Örneği-1	B1	245	71,4	46,9
Bezelye Örneği-2	B2	250	62,0	54,0
Nohut Örneği-1	N1	205	73,2	70,7
Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	160	12,5	9,4
Barbunya Örneği-1	BA1	175	60,0	42,9
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	190	47,4	26,3
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	150	66,7	40,0

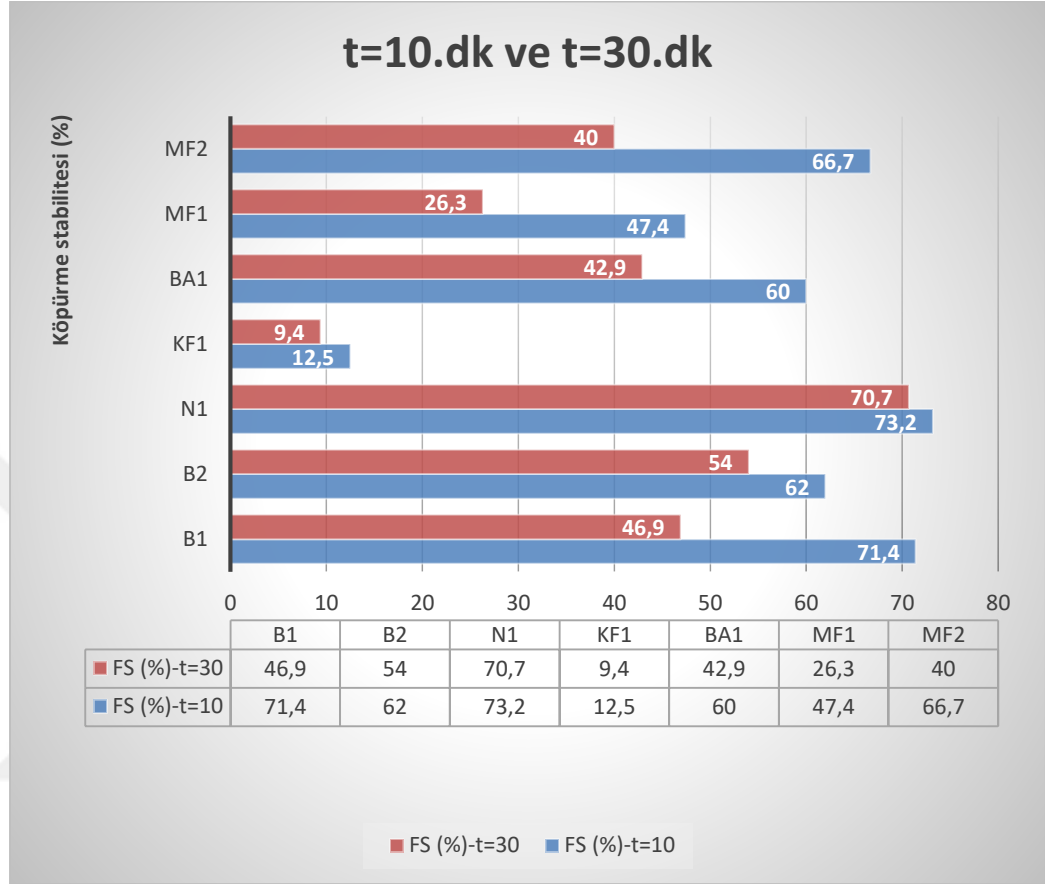
*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

Tablo 8’de numunelerin köpürme kapasitesi (%) ve 10 ile 30. dakikalardaki köpürme stabilite (%) hesaplamalarına yer verilmiştir.



Şekil 10. Baklagil konserve tepe sularının köpürme kapasiteleri (%)

Şekil 10'da Tablo 8'de verilmiş olan değerlerin grafikte aktarımına yer verilmiştir. Buradan da anlaşıldığı üzere köpürme kapasitesi en yüksek %250 değeri ile B2 kısaltma adıyla ikinci bezelye numunesi almıştır.



Şekil 11. Baklagil konserve tepe sularının t=10 ve t=30. dakikalardaki köpürme stabiliteeleri (%)

Şekil 11'de, Tablo 8'de verilmiş olan değerlerin grafikte aktarımına yer verilmiştir. Buradan da anlaşıldığı üzere köpürme stabilitesi 10.dakikada %73,2 değeri ile 30.dakikada da %70,7 değeri ile N1 kısaltma adıyla 1. nohut numunesinin köpürme stabilitesi en iyi değerlere sahiptir.

Baklagil konserve tepe sularının köpürme kapasiteleri ve köpük stabiliteeleri, farklı tür ve markalara göre önemli farklılıklar göstermektedir. Köpürme performansı, baklagilin kimyasal bileşimine, işleme parametrelerine ve sıvı faza geçen çözünür maddelerin miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. İlk köpük hacmi ve zaman içindeki hacim kayıpları dikkate alındığında; özellikle işlem uygulamasından sonraki ilk 10 dakikada stabilitenin azaldığı, bazı örneklerde ise 30. dakikada hala belirli bir köpük hacminin korunabildiği gözlemlenmiştir. Bezelye grubu örnekler en

yüksek ilk köpük hacmine ulaşmış ve B2, B1 sırasıyla %250 ve %245 köpürme kapasiteleri göstermişlerdir. Her iki örnek de yüksek köpürme kapasitesine sahip olmakla birlikte, köpük hacminde özellikle 10. dakikadan sonra belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu durum, bezelye kökenli aquafabalarda protein ve saponin içeriğinin sınırlı olmasından kaynaklı stabilite zayıflığı ile açıklanabilmektedir (Mustafa, Jørgensen ve Jessen, 2018). Nohut konserve tepe suyu (N1), 40 ml'lik ilk köpük hacmi ve %205 köpürme kapasitesi ile yüksek performans göstermiştir. Bu örnek, zaman ilerledikçe köpük hacminde minimum kayıp göstermesiyle dikkat çekmiş; %73,2 (t=10) ve %70,7 (t=30) stabilite oranları ile en uzun süreli köpük korunumunu sağlamıştır. Bu durum, N1 örneğinde bulunan protein ve yüzey aktif bileşenlerin köpük yapısını kararlı kıldığını düşündürmektedir (Mustafa, vd., 2018). Kuru fasulye konserve tepe suyu (KF1), 32 ml ilk köpük hacmi ve %160 köpürme kapasitesiyle düşük performans göstermiştir. Stabilite oranı 10. dakikada %12,5 ve 30. dakikada %9,4 olarak hesaplanmıştır. Bu hızlı köpük kaybı, kuru fasulyeye özgü çözünür proteinlerin düşük yüzey aktivitesiyle ilişkilendirilmiştir (Lafarga, vd., 2019b). Barbunya konserve tepe suyu (BA1), %175 köpürme kapasitesi ve 35 ml'lik ilk köpük hacmiyle orta düzeyde performans göstermiştir. 10. dakikada %60 ve 30. dakikada %42,9 stabilite göstermesi, özellikle 10. dakikadan sonra köpük hacmini koruma eğilimi sergilediğini göstermektedir. Koyu renkli barbunya türlerinde antosiyanin içeriğine bağlı olarak artan viskozite, köpük oluşumunu desteklerken stabiliteyi sınırlayabileceği literatürde belirtilmektedir (Chávez-Servia, vd., 2016). Meksika fasulyesi konserve tepe suyu (MF1), %190 köpürme kapasitesine ve 38 ml ilk köpük hacmine sahiptir. 10. dakikadaki stabilitesi %47,4 ve 30. dakikadaki ise %26,3 oranlarına karşılık gelmiştir. İkinci Meksika fasulyesi konserve tepe suyu (MF2), %150 köpürme kapasitesi ve 30 ml ilk köpük hacmine sahiptir. Köpük stabilite oranları sırasıyla 10. dakikada %66,7 ve 30. dakikada %40,0'tır. Bu sonuçlar, Meksika fasulyesi aquafabalarının köpük hacmini orta düzeyde koruyabildiğini ve bu durumun yüksek saponin içeriğiyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Lafarga, vd., 2019b).

Farklı baklagil konservesi numunelerine ait köpürme hacim değerleri karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre; t=1. dakika ölçümünde $F(6,14) = 82,43$; $p = 2,56 \times 10^{-11}$, t=3. dakikada $F(6,14) = 78,52$; p

$= 3,78 \times 10^{-11}$, $t=5$. dakikada $F(6,14) = 72,64$; $p = 6,93 \times 10^{-11}$, $t=10$. dakikada $F(6,14) = 121,77$; $p = 1,18 \times 10^{-12}$ ve $t=30$. dakikada $F(6,14) = 140,09$; $p = 4,91 \times 10^{-13}$ şeklinde yüksek F değerleri elde edilmiştir. Bu bulgular, köpürme kapasitesinin hem baklagil türüne hem de üretici firmaya bağlı olarak anlamlı düzeyde değiştiğini göstermektedir. Özellikle ilk dakikalardaki yüksek köpürme değerlerinin, numunelerin içerdiği protein tipi ve miktarı, çözünür katı madde içeriği (özellikle suda çözünebilen proteinler ve saponinler) ve viskozite gibi faktörlerle ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Zaman ilerledikçe köpük stabilitesindeki düşüş, bu bileşenlerin yapısal özellikleri ve hava-su faz dengesine etkisi ile açıklanabilir. Elde edilen bu sonuçlar, aquafabanın fonksiyonel özelliklerini değerlendirme sürecinde köpürme parametresinin önemli bir belirleyici olduğunu ortaya koymakta ve özellikle vegan gıda ürünlerinde kullanım potansiyelinin baklagil türü seçimine göre değişebileceğini göstermektedir. Bu bulgular, aquafaba stabilitesinin yalnızca köpürme kapasitesi ile değil, zaman içinde köpüğün dayanıklılığı ile değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Köpürme performansının hem türler arasında hem de aynı türün farklı markalarına göre değişiklik gösterdiği; bu değişimin ise pH, saponin-protein oranı ve pişirme koşulları gibi faktörlerle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen veriler, aquafaba bazlı ürün geliştirme süreçlerinde baklagil seçiminin kritik olduğunu göstermektedir.

3.1.5. Baklagil konserve tepe sularından elde edilen köpük renk analiz bulguları

Baklagil konserve tepe sularının köpürme özelliklerinin incelenmesi için izlenen işlem basamağı sonrası elde edilen köpükler üzerinde metot kısmında belirtilen yöntemle göre renk analizi gerçekleştirilmiştir. İlgili $L^*a^*b^*$ değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 9. Çeşitli baklagil konserve tepe sularından elde edilen köpüklerin renk analiz bulguları

Konserve Tepe Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	L^*	a^*	b^*
Bezelye Örneği-1	B1	$90,19^{ab} \pm 0,0$	$14,86^{(b)} \pm 1,3$	$29,70^{(a)} \pm 0,4$
Bezelye Örneği-2	B2	$90,17^{(ab)} \pm 0,1$	$-0,77^{(c)} \pm 0,1$	$9,73^{(c)} \pm 1,5$
Nohut Örneği-1	N1	$90,97^{(a)} \pm 0,1$	$-0,67^{(c)} \pm 0,1$	$11,40^{(c)} \pm 0,4$

Kuru Fasulye Örneği-1	KF1	91,63 ^(a) ± 0,2	-0,50 ^(c) ± 0,1	5,57 ^(cd) ± 0,2
Barbunya Örneği-1	BA1	62,00 ^(c) ± 2,8	10,93 ^(b) ± 0,6	20,27 ^(b) ± 0,2
Meksika Fasulyesi Örneği-1	MF1	20,50 ^(d) ± 0,2	20,50 ^(a) ± 0,7	3,57 ^(d) ± 0,6
Meksika Fasulyesi Örneği-2	MF2	21,30 ^(d) ± 26,5	20,13 ^(a) ± 1,3	3,57 ^(d) ± 0,6

*B1: 1. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, B2: 2. bezelye numunesine ait konserve tepe suyu, N1: 1. nohut numunesine ait konserve tepe suyu, KF1: 1. kuru fasulye numunesine ait konserve tepe suyu, BA1: 1. barbunya numunesine ait konserve tepe suyu, MF1: 1. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu, MF2: 2. Meksika fasulyesi numunesine ait konserve tepe suyu.

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Yukarıdaki tabloda verilen CIE Lab* renk uzayı parametreleri doğrultusunda, numuneler üzerinde tek yönlü ANOVA istatistiksel analizi uygulanmış ve L, a ve b değerleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı baklagil türlerinden elde edilen köpüklerin renk parametreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Tukey HSD testi ile yapılan post-hoc analizler, numuneler arasındaki farkları detaylandırmıştır.

L değeri bakımından köpük örneklerinin açıklık-koyuluk düzeyleri anlamlı şekilde ayrılmıştır. KF1, B1, B2 ve N1 numuneleri (a grubu) en açık renge sahip köpükleri oluştururken, BA1 orta açıklıkta (c grubu); MF1 ve MF2 ise anlamlı düzeyde en koyu renge sahip örneklerdir (d grubu). Bu durum, özellikle Meksika fasulyesi gibi koyu renkli baklagillerden elde edilen tepe sularının daha düşük L değerleriyle karakterize olduğunu göstermektedir.

a ekseninde, kırmızı-yeşil ton farklılıkları belirgin şekilde ayrılmıştır. MF1 ve MF2 örnekleri en yüksek a değerlerine sahip olarak (a grubu) kırmızı ton baskınlığı göstermiştir. BA1 ve B1 de benzer şekilde daha kırmızımsı tonlarda sınıflandırılmıştır. Buna karşılık B2, N1 ve KF1 örnekleri negatif a değerleriyle yeşilimsi tonlara kaymıştır (c grubu). Bu durum, bezelye ve nohut gibi açık renkli baklagillerde klorofil kalıntılarının veya yeşil pigmentlerin köpüğe geçişini işaret edebilir.

b değerleri açısından ise en yüksek sarı tonuna sahip numune B1'dir (a grubu). BA1 daha orta düzeyde sarılık içeren b grubunda yer alırken; N1, B2 ve KF1 gibi diğer örnekler daha düşük b değerleriyle (c ve c-d grubu) daha soğuk ve mat tonlar

sergilemiştir. MF1 ve MF2 örnekleri ise en düşük b değerleriyle (d grubu) en az sarı içeriğe sahip köpükleri oluşturmuştur.

B1 örneğinde gözlemlenen yüksek a ve b değerleri, hammaddenin termal işlem sırasında klorofil türevlerinin parçalanması sonucu antosiyanin ve karotenoid gibi pigmentlerin köpüğe daha yoğun aktarılmış olabileceğini düşündürmektedir (Huang, vd., 2024). Benzer şekilde, MF1 ve MF2 örneklerinde gözlemlenen yüksek a ve düşük b değerleri, antosiyanin gibi fenolik bileşiklerin köpüğe geçişinin yoğun olduğunu ve Meksika fasulyesi gibi koyu renkli baklagillerin karakteristik pigment yapılarının köpük rengi üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu farklılıklar yalnızca baklagil türü ve kabuk rengi gibi doğal bileşenlere bağlı olmayıp; aynı zamanda ısıtma işlem parametreleri, pH düzeyi, pişirme süresi gibi teknolojik etkenler ile renk ölçüm koşullarındaki teknik değişkenlerden (örnek kalınlığı, yüzey opaklığı, cihaz kalibrasyonu vb.) de kaynaklanabilmektedir (Huang, vd., 2024). Elde edilen bu renk verileri, bitkisel bazlı ürünlerde yalnızca estetik algıyı değil; aynı zamanda fenolik içerik gibi fonksiyonel bileşenlerin varlığını da dolaylı olarak ortaya koyabilmektedir.

Sonuç olarak, tepe suyu köpükleri arasında belirgin renk farklılıkları olduğu tespit edilmiş; bu farkların hem baklagil türüne (bezelye, nohut, fasulye vb.) hem de markaya veya uygulanan işleme koşullarına bağlı olarak geliştiği görülmüştür. Bezelye, nohut ve kuru fasulye örnekleri daha açık ve yeşilimsi tonlara sahip köpükler oluştururken; barbunya ve Meksika fasulyesi örnekleri daha koyu ve kırmızımsı renk tonlarında köpükler sunmuştur. Elde edilen L^* , a^* ve b^{**} değerleri, bitkisel bazlı köpüklerin görsel niteliklerini tanımlamak, ürün standardizasyonunu sağlamak ve fonksiyonel potansiyelini değerlendirmek açısından önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Özellikle MF1 ve MF2 örneklerinde gözlemlenen renk yoğunluğu ve pigment karakteri, bu ürünlerin doğal renklendirici veya antioksidan kaynak olarak fonksiyonel gıda formülasyonlarında kullanıma potansiyeline işaret etmektedir. Renk analizinde ortaya çıkan bu farklılıklar, yalnızca duyu kalite algısını değil, aynı zamanda bitkisel bazlı ürünlerin görsel kabulünü ve olası fonksiyonel bileşen içeriklerini de yansıtmakta olup; ürün geliştirme süreçlerinde hammaddenin optik özelliklerinin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Konserve tepe suyu örneklerine yönelik gerçekleştirilen analizlerin ardından, literatürde sıklıkla karşılaşılan standart baklagillerin (nohut, bezelye, beyaz fasulye

vb.) aksine, bu çalışmada farklı ve az çalışılmış türlerin (siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği) kullanımına yer verilmiştir. Bitki bazlı beslenme tercihinde bulunan bireylerin artışı ile doğan yeni ürün ihtiyacına yönelik baklagil sularının, yani aquafabanın kullanımı hem reçetelerde hem de literatürde sıklıkla incelenen bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda çalışmada farklı baklagil türlerinin potansiyel fonksiyonel özelliklerini değerlendirmek ve yenilikçi uygulamalara katkı sunulması hedeflenmiştir. İkinci aşamada ise; farklı baklagil çeşitlerinin içme suyu ve ıslatma suyu ile haşlanması ile elde edilen sıvıların köpürme potansiyellerini değerlendirmek üzere ön deneme çalışmaları yürütülmüştür. Bu ön deneme çalışmalarında geleneksel pişirme ve basınçlı pişirme teknikleri karşılaştırılarak ekipman farklılığının aquafaba özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

3.2. Siyah Renkli Baklagillerden Aquafaba Üretimi ve Ön Deneme Çalışma Bulguları

Aquafaba eldesine yönelik literatürde yürütülen çalışmalarda farklı baklagil-su ıslatma ve pişirme oranları, farklı pişirme teknikleri, pişirme öncesi farklı modifiye uygulama teknikleri gibi pek çok denemeye rastlanmıştır. Ayrıca literatür ağırlıklı olarak açık renkli nohut, bezelye ve fasulye türlerini ele alırken; doğal olarak siyah renkli siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği üzerine veriler sınırlıdır. Öte yandan gastronomi alanında yaygınlaşan “siyah yiyecekler” akımı, görsel olarak dikkat çekici bitkisel ürünlere yönelik tüketici ilgisini artırmaktadır (Bozok ve Yalın, 2018). Bu nedenlerden dolayı tez çalışmasının bu başlığı altında siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği baklagillerinin pişirilmesine yönelik hem farklı su kullanımı hem de farklı pişirme tekniği uygulaması incelenmiştir. Siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği baklagillerinin pişirme öncesinde belirli süre suda ıslatılması sonucu ortaya çıkan ıslatma suyunun, baklagillerin ıslanma sürecinde salgıladığı protein, nişasta ve saponin gibi bileşikler nedeniyle aquafabanın viskozite, köpürme kapasitesi özelliklerinde farklılıklara yol açtığı, ancak aynı zamanda içeriğindeki anti-besinsel bileşiklerin uzaklaştırılması için genellikle atıldığı bilinmektedir (Pekşen ve Artık, 2005). Pişirme işleminde kullanılan içme suyunun standart ve dengeli mineral içeriği, aquafabanın viskozite, köpürme kapasitesi ve emülsifiye edici özelliklerinde daha tutarlı ve kararlı sonuçlar elde edilmesini sağlamakta, böylece farklı pişirme ekipmanlarının etkisi minimize edilerek endüstriyel

üretimde standardizasyon ve kalite kontrolü kolaylaştırdığı bilinmektedir (Erem, vd., 2023). İçme suyu ve ıslatma suyu ile gerçekleştirilen pişirme işlemleri sonucunda aquafaba örneklerinin fonksiyonel özelliklerinde farklılıklar gözlemlendiği tespit edilmiştir. Her iki su çeşidinin farklı pişirme tekniklerinde kullanılarak elde edilen aquafabaların ürün geliştirme hedefi doğrultusunda köpürme kapasite ve stabilite özellikleri incelenmiş olup bulgularına bu bölümde yer verilmiştir.

3.2.1. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları

Siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği baklagillerinin belirtilen dakikalarda fotoğraflama sonrası numunelerin köpük hacimleri ölçülmüş ve köpürme kapasite ile stabiliteleri formüller üzerinden hesaplanmıştır. Bu doğrultuda numunelerin karıştırma sonrası ilk köpük hacimleri Tablo 10'da verilmiştir:

Tablo 10. Su ve pişirme ekipmanı farklılığı ile elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi

Köpük Hacimleri (ml)					
Numune	Süre (dakika)				
	t=1	t=3	t=5	t=10	t=30
SNAP	32,3±0,15 ^d	31,3±0,25 ^{de}	31,3±0,25 ^{de}	30,4±0,71 ^{cde}	29,7±0,15 ^{cde}
SNA	32,9±0,61 ^d	31,2±0,44 ^{de}	31,3±0,25 ^{de}	28,6±0,10 ^e	23,0±0,40 ^g
SNİP	61,8±0,47 ^a	60,6±0,06 ^a	59,2±0,51 ^a	56,9±1,02 ^a	56,7±0,06 ^a
SNİ	46,9±0,51 ^c	49,1±0,40 ^b	47,9±0,31 ^b	46,9±0,65 ^b	46,4±0,67 ^b
SFAP	21,3±0,06 ^g	21,3±0,06 ^h	21,3±0,06 ^h	20,9±0,15 ^f	20,9±0,15 ^{fg}
SFA	27,2±0,31 ^{ef}	26,7±0,49 ^{fgh}	26,8±0,31 ^{fgh}	25,4±0,64 ^{fg}	21,6±0,15 ^{fg}
SFİP	30,4±0,71 ^{de}	29,4±0,59 ^{efg}	28,7±0,35 ^{efg}	28,0±0,68 ^{efg}	26,0±0,51 ^{def}
SFİ	26,1±0,29 ^f	25,1±0,29 ^{gh}	26,0±0,51 ^{fgh}	21,6±0,15 ^f	20,9±0,15 ^{fg}
BMAP	31,7±0,50 ^d	31,3±0,25 ^{de}	31,3±0,25 ^{de}	31,3±0,25 ^{cde}	31,3±0,25 ^{cde}
BMA	37,8±0,60 ^{bc}	33,5±0,72 ^d	33,6±0,56 ^d	32,3±0,15 ^{cde}	32,3±0,15 ^{cde}
BMİP	67,6±0,35 ^a	42,6±0,93 ^c	42,0±0,61 ^c	41,4±0,70 ^c	41,0±0,31 ^c
BMİ	61,8±0,47 ^a	45,5±0,31 ^{bc}	43,6±0,93 ^{bc}	43,0±0,31 ^{bc}	42,8±0,17 ^{bc}

*SNAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SFAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, BMAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası.

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Farklı baklagil türlerinden (siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği) elde edilen aquafaba numuneleri üzerinde yapılan köpüklenme testleri sonucunda, $t = 1, 3, 5, 10$ ve 30 . dakikalarda ölçülen köpük hacmi değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, her bir zaman noktası için numuneler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Anlamlı farklılık gösteren gruplar, Tukey HSD post-hoc testi ile detaylandırılmış ve ortalama değerlerin üzerine farklı harf gruplamaları eklenmiştir. $t=1$ 'deki sonuçlarına göre, en yüksek köpük hacmi BMİP ($67,6^a$ ml) ve SNİP ($61,8^a$ ml) ile elde edilmiş; bu iki numune istatistiksel olarak a grubunda, yani en yüksek köpürme kapasitesine sahip örnekler arasında yer almıştır. SNİ ($46,9^c$ ml) ve BMA ($37,8^{bc}$ ml) gibi numuneler orta gruplarda yer alırken; SFAP ($21,3^g$ ml), SFA ($27,2^{ef}$ ml) ve SFİ ($26,1^f$ ml) gibi siyah fasulye örnekleri alt gruplarda yer alarak düşük köpük hacmi göstermiştir. Bu durum, siyah fasulye aquafabalarının genel olarak başlangıç köpürme kabiliyeti bakımından zayıf kaldığını ortaya koymaktadır. Zaman ilerledikçe, tüm numunelerde köpük hacimlerinde bir miktar azalma görülmüş; ancak bu azalma numune türüne ve işlem koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Örneğin, SNİP ve BMİP numuneleri 30 . dakikada dahi yüksek köpük hacimlerini koruyarak a ve b gruplarında yer almıştır (SNİP: $56,7^a$ ml, BMİ: $42,8^{bc}$ ml). Bu durum, örneklerin yüksek köpük stabilitesine sahip olduğunu ve zamanla çökmeye daha dirençli köpükler oluşturduğunu göstermektedir. Beluga mercimeği aquafabaları, özellikle içme suyu ile basınçlı pişirilen BMİP örneği, hem köpürme kapasitesi hem de köpük stabilitesi bakımından oldukça başarılı sonuç göstermiştir. Buna karşılık, SFAP (siyah fasulye, ıslatma suyu + basınçlı pişirme) tüm zaman noktalarında en düşük köpük hacmi değerlerini vererek (g/h) gruplarında kalmıştır. Bu durum hem baklagil türünün hem de pişirme koşullarının köpürme performansını belirgin şekilde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, su tipi ve pişirme yöntemi etkisi de belirgindir. Genel olarak SNİ ve BMİ numunelerindeki gibi içme suyu ve geleneksel pişirme yöntemi

kombinasyonu köpürme kapasitesini artırmıştır. Öte yandan, SFAP numunesindeki gibi ıslatma suyu kullanımı ve basınçlı pişirme gibi kombinasyonlar, numunelerin düşük performans sergilemelerine yol açmıştır. Genel anlamda; içme suyu ve geleneksel pişirme gibi uygulamaların köpürme kapasitesini artırdığı, buna karşın ıslatma suyu kullanımı ve basınçlı pişirmenin özellikle siyah fasulye örneklerinde olumsuz etki yarattığı görülmüştür. Yapılan ANOVA ve Tukey HSD analizleri sonucunda hem baklagil türü hem de uygulanan işlem parametrelerinin köpük hacmi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu ortaya konmuştur ($p<0,05$). Bu durum, aquafaba temelli ürünlerin geliştirilmesinde hammaddenin ve işlem koşullarının dikkatle seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği baklagillerinin yöntem kısmında belirtilen işlem basamakları doğrultusunda ıslatma ve içme suyu ile basınç farklılıkları uygulamalarıyla elde edilen aquafabalara yönelik gerçekleştirilen köpürme kapasite ve stabilitesi analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 11. Su ve pişirme ekipmanı farklılığı ile elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpürme kapasite (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabilite değerleri (%)

Baklagil Suyu Örnek Adı	Kısaltılmış Numune Adı	Köpürme kapasitesi (%) (t=0.dk)	Köpürme stabilitesi (%)	
			t=10dk	t=30dk
Siyah nohut, Atık su, Basınçlı pişirici	SNAP	236,5	92,7	91,9
Siyah nohut, Atık su, Geleneksel pişirici	SNA	163,3	88,8	70,4
Siyah nohut, İçme suyu, Basınçlı pişirici	SNİP	308,5	99,6	99,2
Siyah nohut, İçme su, Geleneksel pişirici	SNİ	161,7	94,8	91,8
Siyah fasulye, Atık su, Basınçlı pişirici	SFAP	135,0	92,4	83,7

Siyah fasulye, Atık su, Geleneksel pişirici	SFA	130,0	82,1	80,8
Siyah fasulye, İçme suyu, Basınçlı pişirici	SFİP	153,3	95,5	95,5
Siyah fasulye, İçme su, Geleneksel pişirici	SFİ	110,0	93,8	79,0
Beluga mercimeği, Atık su, Basınçlı pişirici	BMAP	308,3	70,3	69,2
Beluga mercimeği, Atık su, Geleneksel pişirici	BMA	158,3	97,9	97,9
Beluga mercimeği, İçme suyu, Basınçlı pişirici	BMİP	336,7	61,4	60,4
Beluga mercimeği, İçme su, Geleneksel pişirici	BMİ	188,3	85,8	85,8

*SNAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SNİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah nohut aquafabası, SFAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, SFİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan siyah fasulye aquafabası, BMAP: Islatma suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMA: Islatma suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİP: İçme suyu ve basınçlı pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası, BMİ: İçme suyu ve geleneksel pişirici kullanılan beluga mercimeği aquafabası.

Aquafaba örneklerinin köpürme kapasitesi ve stabilitesi; kullanılan baklagil türü, su kalitesi ve pişirme ekipmanına göre önemli farklılıklar göstermektedir. Yukarıdaki tabloda sunulan veriler, su tipi (içme suyu vs. ıslatma suyu) ve pişirme ekipmanı (basınçlı pişirici vs. geleneksel pişirici) farklılıklarına göre siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpürme kapasitesi ve stabilitesinin nasıl değiştiğini açıkça ortaya koymaktadır. Sonuçlara bakıldığında siyah nohut aquafaba serici için içme suyu + basınçlı pişirici (SNİP) ile hazırlanan örneklerin tümünde hem köpürme kapasitesi (%308,5) hem de stabilite (%99,6–99,2) en yüksek düzeyde olduğu söylenebilmektedir. Bu, basınçlı pişirme ve temiz su kullanımının protein ve saponin salınımını yüksek orana çektiğini göstermektedir. Islatma suyu + basınçlı pişirici (SNAP) kombinasyonu da yüksek performans sunarken (%236,5 FC,

~%92 FS), ıslatma suyu + tencere (SNA) kombinasyonu daha düşük bir stabiliteye (%70,4) sahiptir. Nguyet, vd., (2021), içme suyu ile basınçlı pişirilen nohut aquafabalarının geleneksel pişirmeye göre daha iyi köpük performansı sunduğunu bildirmiştir.

Siyah fasulye serisinde içme suyu + basınçlı pişirici (SFİP) en başarılı sonucu vermiş (%153,3 FC, %95,5 FS), içme suyu + tencere (SFİ) ise nispeten düşük performans sergilemiştir (%110,0 FC, %79 FS). Islatma suyu koşullarında ise basınçlı pişirici durumu (SFAP) içme suyuna yaklaşan sonuçlar üretmiş (%135,0 FC, %83,7 FS). Zhao, vd., (2020), fasulye aquafabalarının basınçlı pişirme ile hazırlandığında protein çözeltilerinin yüzey aktivitesinin yükseldiğini ve köpük stabilitesinin arttığını belirtmiştir.

Beluga mercimeği aquafabaları incelendiğinde; içme suyu + basınçlı pişirici (BMİP) grubu en yüksek köpürme kapasitesi (%336,7) ile dikkat çekerken, içme suyu + tencere (BMİ) stabilite konusunda güçlü (%85,8) bir performans sergilemiştir. Islatma suyu + basınçlı pişirici (BMAP) köpürme hacminde yüksek olsa da stabilitesi görece düşük kalmıştır (%70,3). Bhatt, vd., (2020), mercimek kökenli aquafabalarda basınçlı pişirmenin köpük hacmini artırdığını ancak stabilitenin kullanılan suyun içeriğiyle yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçlar, ıslatma suyu kullanımının basınçlı pişirme ile birleştiğinde köpük hacmini artırsa da stabilitenin mutlak yüksekliğini sağlaması için su kalitesi ve pişirme koşullarının optimizasyonunun şart olduğunu göstermektedir. Stasiak, vd. (2023) yüksek basınç işleminin protein yapılarını denatüre ederek köpük stabilitesini azalttığını vurguladıkları gözlemlerle uyumlu biçimde, tüm numunelerde belirgin fonksiyonel kayba neden olmuştur.

Genel değerlendirme yapıldığında, içme suyu kullanımı ve basınçlı pişirme yöntemi, aquafabanın köpürme kapasitesi ve stabilitesini artırıcı etki göstermektedir. Literatürde çoğunlukla nohut konservesi tepe suyu aquafaba olarak kullanılmıştır. Sıklıkla kullanılan baklagil çeşitlerinin yerine tez çalışmasının ikinci yönteminde, siyah renkli baklagillerin seçimi hem fonksiyonel özellik hem de estetik değer açısından önem taşımaktadır. Bu ilgi, siyah renkli baklagillerden elde edilen aquafabaların gastronomide kullanım potansiyelini araştırmayı güncel kılmaktadır. Siyah yiyeceklerin gastronomide trend haline gelmesi ve antosiyanin içeriğiyle dikkat

çekmesi, siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeğini uygun adaylar haline getirmiştir. Yöntem uygulandığında, köpürme kapasitesi açısından en başarılı sonuç %336,7 ile beluga mercimeği örneğinde elde edilmiştir. Siyah nohut %308,5 ile ikinci sırada yer alırken, siyah fasulye grubunda genel olarak düşük değerlere rastlanmakla birlikte, içme suyu ile basınçlı pişirilen örnek %153,3 ile bu grup içinde en iyi performansı göstermiştir. Siyah nohutta elde edilen veriler literatürdeki nohut örneği ile ilgili çalışma sonuçlarını desteklediği sonucuna varılmıştır (Meurer, vd., 2020).

Aquafabanın gastronomide kullanılabilirliğinin artmasının bir diğer nedeni de atık değerlendirme ile yeşil restoranlarda ürün geliştirme potansiyelinin oluşudur. Tepe sularının asitlik, renk, köpürme özellikleri analizleri, reçetelerde hem lezzet hemgörsellik uyumu açısından değerlendirilmiştir. Özellikle siyah nohut ve beluga mercimeği örneklerinde bu ikili kombinasyon hem köpürme hacmi hem de zaman içindeki stabilite açısından en iyi sonuçları sunmuştur. Islatma suyu kullanılan örneklerde köpürme kapasitesi belirli ölçüde artmış olsa da stabilite bazı durumlarda sınırlı kalmıştır. Geleneksel pişirme yöntemleri (tencere) ise ısı ve buhar kontrolünün sınırlı olması nedeniyle daha düzensiz sonuçlara neden olmuştur. Yürütülen ön deneme çalışmaları sonucunda, hem sıvı faz bileşiminin daha kontrollü olması hem de fiziksel buharlaşma kayıplarının minimize edilmesi açısından içme suyu ve basınçlı pişirme yöntemi, bu tez çalışmasının sonraki aşamalarında kullanılacak standart yöntem olarak belirlenmiştir. Tez çalışmasının üçüncü yöntem aşamasında daha stabil ve kontrollü sonuçlar elde etmek amacıyla, pişirme ortamının fiziksel koşullarının (sıcaklık, buhar basıncı, buharlaşma oranı) daha hassas biçimde yönetilebildiği kapalı sistemli bir pişirici tercih edilmiştir. Kapalı sistemin sağladığı bu avantajların, özellikle köpük oluşumu ve stabilitesinin korunması açısından olumlu katkılar sağlayacağı öngörülmüştür. Dolayısıyla üçüncü yöntem aşamasında, farklı basınç seviyelerinde gerçekleştirilen pişirme işlemleriyle aquafabanın fonksiyonel özellikleri arasındaki ilişki detaylı biçimde incelenmiştir.

3.3. Siyah Renkli Baklagillerden Farklı Basınçlı Pişirme Koşullarında Aquafaba Üretimi ve Analiz Bulguları

İçme suyu ve ıslatma suyu kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, basınçlı pişirici ile yapılan denemelerin ürün geliştirme açısından daha uygun ve tutarlı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, aquafaba elde edilmesinde basınçlı

pişiricinin farklı basınç derecelerinde uygulanmasının, aquafabanın fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla tez çalışmasının üçüncü yönteminde bu analizlere yer verilmiştir. Basıncı pişiricinin sunduğu kontrollü pişirme koşulları, suyun bileşimindeki değişiklikleri ve baklagillerden suya geçen bileşenlerin yapısını etkileyerek aquafabanın fonksiyonel özelliklerinde farklılaşmalara yol açabilmektedir. Üçüncü yöntem analiz bulguları, ürün geliştirme süreçlerinde kullanılabilecek optimize pişirme parametrelerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

3.3.1. Köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz bulguları

Siyah nohut, siyah fasulye, beluga mercimeği baklagillerinin belirtilen dakikalarda fotoğraflama sonrası numunelerin köpük hacimleri ölçülmüş ve köpürme kapasite ile stabilitesi formüller üzerinden hesaplanmıştır. Bu doğrultuda numunelerin karıştırma sonrası ilk köpük hacimleri Tablo 12’de verilmiştir:

Tablo 12. Farklı basınç koşullarında elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpük hacimlerinin (ml) zamanla değişimi

Numune	Köpük Hacimleri (ml)				
	Süre (dakika)				
	t=1	t=3	t=5	t=10	t=30
SNİP-1	32.27 ± 0.21 ^e	30.80 ± 0.62 ^e	30.97 ± 0.12 ^e	30.97 ± 0.15 ^d	29.70 ± 0.35 ^c
SNİP-4	61.93 ± 0.55 ^b	60.67 ± 0.25 ^a	58.87 ± 0.67 ^a	57.20 ± 0.10 ^a	56.40 ± 0.36 ^a
SNİP-6	46.97 ± 0.45 ^c	48.97 ± 0.25 ^c	47.93 ± 0.35 ^b	46.93 ± 0.12 ^b	46.50 ± 0.10 ^b
SNİP-7	32.87 ± 0.40 ^e	31.50 ± 0.40 ^e	31.13 ± 0.06 ^e	29.00 ± 0.44 ^e	22.87 ± 0.31 ^f
SFİP-1	21.97 ± 0.25 ^g	22.23 ± 0.15 ^g	22.03 ± 0.29 ^g	21.00 ± 0.60 ^f	20.93 ± 0.45 ^f
SFİP-4	31.20 ± 0.30 ^e	29.40 ± 0.10 ^f	28.60 ± 0.00 ^f	28.03 ± 0.15 ^e	25.77 ± 0.23 ^e
SFİP-6	26.03 ± 0.38 ^f	26.03 ± 0.55 ^f	25.83 ± 0.23 ^f	21.43 ± 0.15 ^f	20.80 ± 0.36 ^f
SFİP-7	26.77 ± 0.25 ^f	26.70 ± 0.66 ^f	26.10 ± 0.10 ^f	25.10 ± 0.10 ^e	21.47 ± 0.21 ^f
BMİP-1	31.83 ± 0.25 ^e	30.87 ± 0.21 ^e	31.03 ± 0.12 ^e	31.33 ± 0.23 ^d	31.20 ± 0.20 ^c
BMİP-4	67.13 ± 0.12 ^a	43.87 ± 0.06 ^d	42.40 ± 0.36 ^c	41.13 ± 0.40 ^c	40.80 ± 0.20 ^c
BMİP-6	37.77 ± 0.31 ^d	34.23 ± 0.21 ^d	33.17 ± 0.40 ^c	32.57 ± 0.42 ^c	32.27 ± 0.21 ^c

BMİP-7	61.53 ± 0.29 ^b	45.63 ± 0.29 ^d	43.83 ± 0.12 ^e	43.13 ± 0.40 ^e	42.73 ± 0.21 ^e
--------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

*SNİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası,

**Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Yukarıdaki tabloda verilen değerler doğrultusunda; farklı basınç seviyelerinde elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpük hacimleri, zaman ilerledikçe belirgin şekilde değişmiş ve veriler üzerinde tek yönlü ANOVA uygulanarak değişimler anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Konserve tepe suyu kullanılarak hazırlanan farklı numunelere ait köpük hacimleri, 1. dakikadan 30. dakikaya kadar beş farklı zaman aralığında ölçülmüş ve elde edilen veriler üzerinde tek yönlü ANOVA uygulanmıştır. Anlamlı farklılık bulunan her bir zaman noktasında, Tukey HSD testi ile gruplar arasındaki farklılıklar harf grupları ile gösterilmiştir ($p < 0,05$). Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığa işaret etmektedir.

- t = 1 dakikada:

En yüksek köpük hacmi BMİP-4 numunesinde ölçülmüştür (67,13 ml, a grubu), ardından SNİP-4 (61,93 ml, b) ve BMİP-7 (61,53 ml, b) gelmektedir. Bu üç numune, köpük oluşturma kapasitesi açısından istatistiksel olarak daha üstün performans sergilemiştir. En düşük köpük hacmi ise SFİP-1 (21,97 ml, g) numunesinde kaydedilmiştir. SFİP grubu numuneleri genel olarak düşük köpük üretmiştir (f–g grubu).

- t = 3 dakikada:

SNİP-4 köpük hacmini koruyarak en yüksek değeri vermiştir (60,67 ml, a), BMİP-4 ise bu sürede ciddi bir azalma göstermiştir (43,87 ml, d). SNİP-6 (48,97 ml, c) sabit ve yüksek seviyesini korurken; SFİP ve SFİP alt grubu örnekleri düşük değerleriyle f–g gruplarında yer almıştır.

- t = 5 dakikada:

Genel eğilim köpük hacminde azalma yönündedir. SNİP-4 ve SNİP-6

numuneleri sırasıyla 58,87 ml (a) ve 47,93 ml (b) ile köpük hacmini koruyan örneklerdir. BMİP-4, BMİP-7 ve BMİP-6 ise orta düzeyde hacimler üretmişlerdir (c grubu). SFİP-1, SFİP-4, SFİP-6 ve SFİP-7 örnekleri ise en düşük değerlere sahiptir ve birbirleriyle anlamlı fark göstermemektedir (f grubu).

- t = 10 dakikada:

SNİP-4 (57,20 ml, a) köpük stabilitesini sürdürmektedir. SNİP-6 (46,93 ml, b) ve BMİP-7 (43,13 ml, c) yine yüksek seviyede kalmayı başarmıştır. SFİP örnekleri ise 21,00–28,03 ml arasında değerlerle e–f gruplarında yer almıştır. Köpük stabilitesi açısından SNİP-4 en başarılı örnek olarak öne çıkmaktadır.

- t = 30 dakikada:

Tüm numunelerde belirgin bir hacim kaybı gözlenmiştir. SNİP-4 (56,40 ml, a) bu sürede dahi en yüksek köpük hacmini korurken; SNİP-6 (46,50 ml, b) ve BMİP-7 (42,73 ml, c) de yüksek performans göstermeye devam etmiştir. BMİP-1 ise 31,20 ml ile orta seviyede kalmıştır (c). SFİP ve SFİP alt numuneleri yine en düşük değerlere sahiptir (e–f grubu).

Genel olarak değerlendirme yapıldığında; SNİP-4 numunesi, tüm zaman noktalarında en yüksek ve en stabil köpük hacmini sağlayarak köpürme kapasitesi ve stabilitesi açısından en başarılı örnek olmuştur. SNİP-6, BMİP-7 ve BMİP-4 numuneleri de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek köpük üretmiştir. Buna karşılık, SFİP grubu numuneleri özellikle 10. ve 30. dakikalarda düşük köpük hacmi değerleriyle köpük stabilitesi açısından zayıf kalmıştır. Zaman ilerledikçe tüm numunelerde köpük hacminde genel bir azalma gözlenmiş; ancak bu azalma SNİP-4 gibi örneklerde minimum düzeyde gerçekleşmiştir. Bu durum, numuneler arasında köpük yapıcı bileşenlerin tür ve yoğunlukları açısından farklılıklar olduğunu göstermektedir. Ayrıca, 4. basınç seviyesiyle hazırlanan numunelerin genel olarak daha yüksek ve stabil köpük hacmi verdiği dikkat çekmektedir.

Piştirme işlemi sırasında uygulanan basınç seviyesinin aquafabanın köpürme kapasitesi üzerinde belirleyici bir etken olduğunu göstermektedir. Özellikle 4. basınç seviyesinde pişirilen numuneler (SNİP4, SFİP4, BMİP4), genel olarak diğer basınç gruplarına kıyasla daha yüksek ve stabil köpük hacmi değerleriyle öne çıkmıştır. Bu bulgu, 4. seviye basıncın baklagil kökenli aquafabalarda köpürme fonksiyonelliğini

artırıcı bir etki oluşturduğunu ortaya koymakta ve fonksiyonel bitkisel bileşen elde etme açısından önemli bir teknik parametre olduğunu göstermektedir.

İçme suyu kullanımı ile 4.basınç seviyesinde basınçlı pişirici ile elde edilen siyah nohut aquafabası %305,0 köpürme kapasitesine sahiptir ve 10.dakikada %92,9 değer ile köpürme stabilitesi sağlamıştır. Köpürme kapasitesi değeri, Pedrosillano nohut konservelerinin yumurta akıyla istatistiksel olarak eşdeğer köpük oluşturduğunu bildiren çalışmadaki ($\% \approx 200$) seviyeye yaklaşmaktadır. Basıncın 100 kPa'a yükselmesi, Stasiak, vd. (2023) yüksek basınç işleminin protein yapılarını denatüre ederek köpük stabilitesini azalttığını vurguladıkları gözlemlerle uyumlu biçimde, tüm numunelerde belirgin fonksiyonel kayba neden olmuştur.

Yöntem kısmında belirtilen işlem basamakları doğrultusunda siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği baklagillerinin Gurme şef cihazıyla 1, 4, 6 ve 7. basınç seviyelerinde haşlanması/pişirilmesine yönelik gerçekleştirilen köpürme kapasite ve stabilitesi analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 13. Farklı basınç koşullarında elde edilen siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafabalarının köpürme kapasiteleri (%) ile 10. ve 30. dakikalardaki stabilite (%)

Numune	Köpürme kapasitesi (%) (t=0.dk)	Köpürme stabilitesi (%)	
		t=10dk	t=30dk
SNİP-1	108,3	96,9	93,8
SNİP-4	305,0	92,9	91,8
SNİP-6	101,7	95,1	95,1
SNİP-7	240,0	98,6	97,2
SFİP-1	75,0	86,7	86,7
SFİP-4	246,7	91,2	89,2
SFİP-6	31,7	100,0	100,0
SFİP-7	111,7	86,6	82,1
BMİP-1	382,5	94,1	81,7
BMİP-4	387,5	94,8	84,5

BMİP-6	345,0	98,6	88,4
BMİP-7	185,0	97,3	97,3

*SNİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SNİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, SFİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP1: 1. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP6: 6. basınç seviyesinde 20 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası, BMİP7: 7. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası

Beluga mercimeğinin içme sulu 4. seviye basınçlı pişiricide haşlanarak elde edilen aquafaba örneği (BMİP-4) ile siyah nohudun aynı koşullardaki aquafaba örneği (SNİP-4) ve siyah fasulyenin de kendi çeşidi arasındaki aynı koşullardaki örneği en yüksek köpürme kapasitelerine sahip örnekler olarak Tablo 13'te karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen verilere göre siyah nohut örnekleri genel olarak yüksek köpük dayanımı sergilemiştir. Özellikle 4. basınç seviyesinde 35 dakika haşlanan SNİP-4 numunesi, %305,0 köpürme kapasitesi ile siyah nohut grubu içinde en yüksek değere ulaşmıştır. Aynı örneğin köpük stabilitesi, t=10. dakikada %92,9 ve t=30. dakikada %91,8 olarak ölçülmüş, bu da hem hacim hem süre açısından oldukça başarılı bir performansa işaret etmiştir. Diğer siyah nohut örnekleri olan SNİP-1, SNİP-6 ve SNİP-7 numuneleri de sırasıyla %108,3, %101,7 ve %240,0 köpürme kapasitelerine ulaşmış; stabilite değerleri %93–98 aralığında seyretmiştir. Bu durum, siyah nohut aquafabalarının hem hacimsel hem de zamansal olarak stabil köpük yapısı oluşturabildiğini ve özellikle basınçlı pişirme uygulandığında bu özelliklerin maksimum düzeye çıktığını göstermektedir.

Siyah fasulye örneklerinde de benzer bir eğilim gözlenmiştir. 4. basınç seviyesi ve 35 dakikalık pişirme süresiyle hazırlanan SFİP-4 numunesi %246,7 köpürme kapasitesine ulaşarak grup içinde en yüksek değeri vermiştir. Aynı örneğin köpük stabilitesi t=10. dakikada %91,2 ve t=30. dakikada %89,2 olarak belirlenmiştir. SFİP-1 ve SFİP-7 örnekleri ise daha sınırlı köpürme kapasitesine rağmen (%75,0 ve %111,7) yüksek stabilite göstermiştir. Özellikle SFİP-6 numunesi, yalnızca %31,7 köpürme kapasitesi üretmesine rağmen köpüğün tamamını 30. dakikaya kadar koruyabilmiş ve %100 stabilite değeriyle dikkat çekmiştir. Ancak bu örneğe ait köpürme kapasitesinin diğerlerine kıyasla anormal düzeyde düşük olması, analiz sürecinde işlemsel bir hata yapılmış olabileceği ihtimalini gündeme getirmektedir. Numunenin hazırlanması, hacim ölçümü ya da köpürtme sürecindeki teknik aksaklıklar, bu örneğin sonuçlarını

etkilemiş olabilir. Bu nedenle SFİP-6 verileri değerlendirilirken dikkatli olunmalı ve gerektiğinde tekrar analiz önerilmelidir.

Beluga mercimeği örnekleri ise hem köpürme kapasitesi hem de stabilite açısından tüm gruplar içinde en güçlü sonuçları ortaya koymuştur. 4. basınç seviyesinde 35 dakika pişirilen BMİP-4 örneği %387,5 köpürme kapasitesine ulaşarak deney grubundaki en yüksek değeri elde etmiştir. Bu örnekte stabilite t=10. dakikada %94,8, t=30. dakikada ise %84,5 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde BMİP-1 ve BMİP-6 örnekleri de sırasıyla %382,5 ve %345,0 köpürme kapasitesiyle yüksek köpük hacmi sunmuş, köpüklerini %80–94 arasında koruyarak stabil yapılarını sürdürmüştür. BMİP-7 örneği ise diğer beluga mercimeği örneklerine göre daha düşük köpürme kapasitesine (%185,0) sahip olmasına karşın, köpük stabilitesini 30. dakikaya kadar %97,3 seviyesinde muhafaza edebilmiştir. Bu durum, beluga mercimeğinin özellikle fonksiyonel özellikleri açısından hem hacim hem stabilite bakımından en avantajlı baklagil türlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, farklı baklagil türleri arasında belirgin köpürme kapasitesi farkları olduğu, ancak kullanılan su tipi, pişirme süresi ve basınç seviyesi gibi işlem parametrelerinin bu farklılıkları minimize edebileceği görülmektedir. Özellikle 4. basınç seviyesinde ve 35 dakikalık pişirme süresiyle hazırlanan aquafaba örnekleri, tür fark etmeksizin yüksek köpürme kapasitesi ve iyi stabilite özellikleri sergilemiştir. Bu sonuçlar, aquafaba üretiminde pişirme koşullarının fonksiyonel özellikler üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ve ürün geliştirme sürecinde basınç-süre optimizasyonunun dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Literatür verileri de bu sonuçlarla yüksek düzeyde uyumluluk göstermektedir. Nguyet, vd., (2021), soğuk ıslatma prosesinin ardından 30 dakikalık basınçlı pişirme ile hazırladıkları nohut aquafabasının köpürme kapasitesini yaklaşık %500, stabilitesini ise %81–82 aralığında bildirmiştir. Benzer şekilde Tufaro ve Cappa, (2022), 60 dakikalık basınçlı pişirme ile nohut aquafabasına ait %370 köpürme kapasitesi ve %83 stabilitesi elde ettiklerini rapor etmiştir. Bu değerler, SNİP-4 ve BMİP-4 gibi yüksek performans gösteren örneklerle benzerlik göstermektedir. Ancak sadece nohut aquafabasıyla sınırlı kalmamak ve daha kapsamlı bir karşılaştırma yapabilmek adına, literatürde siyah nohut, siyah mercimek (beluga mercimeği) ve siyah fasulye kullanılarak üretilmiş aquafaba çalışmalarına yönelik bir tarama

gerçekleştirilmiştir. Bu tarama sonucunda, tez çalışmasının özgünlüğü bir kez daha ortaya konmuştur; zira siyah mercimek ve beluga mercimeği ile yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmazken, siyah fasulye ve siyah nohut ile ilgili aquafaba çalışmalarının ise oldukça sınırlı sayıda olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda siyah nohut aquafabaları karşılaştırması için bulunan iki çalışma ile karşılaştırma yapılırken; beluga mercimeği ve siyah fasulye için aynı cins baklagil olmasa da aynı çeşit baklagillerle yapılmış çalışmalar ile kıyaslamalara bu kısımda yer verilmiştir.

Konal vd. (2025) tarafından siyah nohut kullanılarak yürütülen çalışmada, aquafabanın köpürme kapasitesi %231,25; 10 dakika sonunda ölçülen köpürme stabilitesi ise %86,96 olarak rapor edilmiştir. Tez çalışması kapsamında ürün geliştirme amacıyla kullanılan aquafaba çeşitlerinden biri, siyah nohut baklagilinin içme suyu ile ve 4. seviye basınçlı pişirici kullanılarak elde edilen formudur. SNİP-4 olarak adlandırılan bu aquafaba numunesinin köpürme kapasitesi, Konal vd. (2025)'in çalışmasındaki değerden daha yüksek olup %305,0 olarak belirlenmiştir. Köpürme stabilitesi karşılaştırmasında ise her iki çalışmada da 10. dakikada ölçüm yapılmış olması nedeniyle, bu zamana ait değerler kıyaslanmıştır. SNİP-4 aquafabasının (%92,9) köpürme stabilitesi, Konal vd. (2025) çalışmasındaki siyah nohut aquafabasına (%86,96) göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farkların; kullanılan nohut çeşidi, ıslatma süresi ve su türü gibi işleme parametreleri ile birlikte, protein ve diğer besin bileşenlerindeki muhtemel farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Ayrıca, basınçlı pişiricinin daha stabil bir pişirme ortamı sunmasının, köpürme stabilitesi üzerinde olumlu bir etki yarattığı düşünülmektedir.

Roosta ve Sourki (2024) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ise; siyah nohut aquafabası örneği kullanılarak köpürme kapasitesi ve stabilitesi analiz edilmiştir. Söz konusu çalışmada aquafabanın köpürme kapasitesi %243,57 olarak belirlenmiş; köpürme stabilitesi ise 30. dakikadaki hacim esas alınarak %44,50 olarak hesaplanmıştır. Tez çalışmasında elde edilen SNİP-4 aquafabasının köpürme kapasitesi %305,0 ile bu değerden belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde, tez çalışmasında 30. dakikadaki köpürme stabilitesi %91,8 olarak ölçülmüş olup, Roosta ve Sourki (2024) çalışmasındaki stabilite değerine kıyasla oldukça yüksektir. Her iki çalışmada kullanılan siyah nohut baklagili benzer görünse de; pişirme yöntemi, su tipi, ıslatma süresi, baklagil:su oranı ve stabilite ölçüm

zamanındaki farklılıklar gibi yöntemsel etkenlerin bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle tez çalışmasında kullanılan basınçlı pişirme yöntemi ve içme suyu kullanımı gibi kontrollü işlem koşulları, aquafabanın fonksiyonel özelliklerini iyileştirmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, köpürme stabilitesinin Roosta ve Sourki (2024) çalışmasında 30. dakikada değerlendirilmiş olması, değerlerin daha düşük çıkmasında etkili olmuş olabilir; zira zaman geçtikçe köpüğün yapısal bütünlüğü doğal olarak bozulma eğilimindedir. Bu nedenle, stabilite hesaplamasında kullanılan zaman noktasının da değerlendirme sonuçlarını etkileyen önemli bir parametre olduğu görülmektedir.

Yazici, Taspınar ve Ozer, (2022) çalışmasında aquafaba eldesinde yerel börülce, barbunya, kuru fasulye kullanılan baklagiller arasındadır. Köpürme özellikleri üzerine gerçekleştirilen analizler sonucunda; börülce, kuru fasulye ve barbunya aquafabalarının köpürme kapasiteleri sırasıyla %435, %22 ve %66 olarak; köpürme stabiliteleri sırasıyla %85,87, %41,36 ve %62,55 olarak tespit edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan siyah fasulye aquafabasının köpürme kapasitesi (%246,7) ve stabilitesinin (%91,2) bu değerlerden daha yüksek olduğu ve ürün geliştirmede diğer yerel baklagil çeşitlerine göre tercih edilebilir olduğu anlaşılmıştır. Çalışmalar arasındaki farklılığın baklagil çeşit ve cinslerinden ve diğer aquafaba elde edilmiş basamaklarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Literatürdeki çalışmalarla tez çalışmasında ürün geliştirmek için kullanılacak aquafaba numune sonuçlarının karşılaştırmasına bakıldığında; kullanılan siyah baklagillerin köpürme kapasite ve stabilitelerinin daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Siyah gıdalar mutfak trendi kapsamında tercih edilen siyah baklagillerin sadece renk özellikleri ile değil aynı zamanda fonksiyonel özellikleri ile de gıda ürünü geliştirmek için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Tez amaçları arasında da belirtildiği üzere; bu tez çalışması literatürde kullanılmamış ya da çok az kullanılmış baklagil çeşitleri üzerine denemeler gerçekleştirmiş olması ile literatüre katkı sağlamıştır.

3.4. Seçilen Aquafaba Örneklerinde Gerçekleştirilen Analiz Bulguları

Su ve pişirme farklılıkları uygulamaları sonrası, içme suyu kullanılarak 4.seviyede basınçlı pişirici kullanılarak elde edilen aquafaba örneklerinde köpürme kapasite ve stabilite analizlerinin yanı sıra pH, renk ve suda çözünebilen kuru madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. pH analiz bulguları

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafaba örneklerinin ürün geliştirmedeki etkilerine bakılması amacıyla pH analizi gerçekleştirilmiş olup; sonuçları Tablo 14’te verilmiştir:

Tablo 14. Üç baklagil çeşidine ait aquafaba örneklerinin pH analiz bulguları

Baklagil Çeşidi	Kısaltılmış Numune Adı	Değer
Siyah nohut	SNİP4	$6,1 \pm 0,0^b$
Siyah fasulye	SFİP4	$5,9 \pm 0,1^c$
Beluga mercimeği	BMİP4	$6,4 \pm 0,0^a$

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$).

Tablo 14’te verilmiş pH analiz bulguları, üç farklı baklagil türünden elde edilen aquafaba örneklerinin hafif asidik özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Üç farklı baklagil türüne ait aquafaba örneklerinin pH değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucunda, aquafabanın pH değerinin kullanılan baklagil türüne göre anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). En düşük pH değeri $5,9 \pm 0,1$ ile siyah fasulye (SFİP4) örneğine ait olup, bu örnek diğerlerine kıyasla daha asidik bir yapı sergilemiştir. Siyah nohut aquafabası (SNİP4) ise $6,1 \pm 0,0$ pH değeri ile daha nötr bir profile sahipken; en yüksek pH değeri $6,4 \pm 0,0$ ile beluga mercimeği (BMİP4) aquafabasında gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, baklagil türünün aquafabanın kimyasal özelliklerini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Beluga mercimeği kaynaklı aquafabanın daha yüksek pH değeri, bu örneğin daha düşük asitliğe sahip olduğunu; siyah fasulyenin ise nispeten daha asidik bir karakter taşıdığını göstermektedir. Aquafabanın pH değeri, hem fonksiyonel özellikleri (örneğin köpürme ve emülsifikasyon kapasitesi) hem de mikrobiyal stabilitesi açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, daha nötr pH’a sahip SNİP4 ve BMİP4 örneklerinin uygulamalarda daha dengeli performans sergileme potansiyeli bulunmaktadır. Ge, vd., (2021) çalışmasında kullanılan baklagil pH aralığı: 3,0-5,0-7,0-9,0 şeklinde olup tez çalışmasında pH değerleri 6,0 çevresinde elde edilmiştir. Bu da literatüre belirtilen çalışmadaki nötr pH geçiş noktası ile örtüşmektedir. Özellikle

pH 5,0–7,0 arası değerlerle kıyaslama yapılabilir. SFİP4 numunesi, literatürde verilen kaynakta yaklaşık olarak BPI'nin pH 5,0–7,0 aralığındaki değerlerine denk gelmektedir. BPI'nin bu aralıkta yüksek yüzey gerilimine ve orta düzeyde hidrofobikliğe sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan numunlerdeki pH değeri 6,0'ya daha yakın olduğundan, bu özelliklerin arada bir yerde olduğu öngörülebilir. BMİP4 numunesi ise; istatistiksel olarak *a* grubunda yer alarak daha yüksek pH'a sahip olduğunu göstermektedir. pH değeri açısından en yüksek çözünürlüğün ve fonksiyonel özelliklerin elde edildiği bölgeye yakın bir aralıkta yer almaktadır. Bu durum, beluga mercimeğinden elde edilen aquafabanın fonksiyonel açıdan avantajlı olabileceğini düşündürmektedir. Siyah nohut örneği (SNİP4) için literatürde doğrudan bir karşılaştırma yoktur. Ancak pH 6,1 gibi bir değerde yer alması, referans çalışmadaki nötr pH bölgesine denk gelmektedir. Bu aralıkta:

- Yüzey geriliminde düşüş,
- Hidrofobiklikte azalma,
- Yüzey yükünün daha negatif olması gibi eğilimler gözlenmiştir (Ge, vd., 2021).

Elde edilen pH değerleri (5,9–6,4), literatürde bildirilen kritik fonksiyonel pH aralığı olan 5–7 ile örtüşmektedir (Silva-Cristobal, vd., 2010). Bu pH aralığında, protein çözünürlüğündeki azalma ile köpürme ve emülsifikasyon gibi fonksiyonel özelliklerde düşüş gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, siyah nohut ve beluga mercimeği gibi yüksek fenolik bileşik içeriğine sahip bazı baklagil türlerinin bu pH aralığında dahi yüksek köpürme kapasitesi ve renk stabilitesi sergileyebildiği dikkate değerdir. Bu durum, özellikle bitkisel bazlı alternatiflerin kullanıldığı sürdürülebilir gastronomi uygulamaları açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Bu bağlamda, siyah nohut ve beluga mercimeğinden elde edilen örneklerin, siyah fasulye ile karşılaştırıldığında daha güçlü işlevsel özellikler gösterdiği; bu farklılığın ise protein kompozisyonu ve fenolik bileşen profili ile ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. Söz konusu bulgular, fonksiyonel baklagil bileşenlerinin çağdaş gastronomi anlayışında yapı, renk ve performans açısından nasıl değerlendirilebileceğine dair önemli ipuçları vermektedir.

3.4.2. Renk analiz bulguları

Siyah nohut, siyah fasulye ve beluga mercimeği aquafaba örneklerinin ürün geliştirmedeki etkilerine bakılması amacıyla aquafabalarından elde edilen köpüklerin renk analizi gerçekleştirilmiş olup; sonuçları Tablo 15’te verilmiştir:

Tablo 15. Üç baklagil aquafaba örneklerinden elde edilen köpüklerin renk analiz bulguları

Baklagil Çeşidi	Kısaltılmış Numune Adı	L^*	a^*	b^*
Siyah nohut	SNİP4	$5,04 \pm 0,44^b$	$36,54 \pm 0,57^a$	$11,09 \pm 1,06^a$
Siyah fasulye	SFİP4	$6,86 \pm 1,46^a$	$32,57 \pm 2,18^b$	$16,34 \pm 7,92^a$
Beluga mercimeği	BMİP4	$7,85 \pm 0,05^a$	$35,61 \pm 0,77^{ab}$	$10,55 \pm 0,52^a$

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($p<0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark yoktur.

Üç farklı baklagil türünden elde edilen aquafaba köpüklerinin CIELAB renk sistemine göre yapılan analizinde, Tablo 15’te belirtildiği gibi renk değerleri bakımından belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Renk farkı ΔE_{ab} , Lab uzayında iki nokta arasındaki Öklidyen mesafe olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama, CIE 1976 (Lab^*) renk farkı formülü olarak da adlandırılmaktadır ve fasulyelerden elde edilen gerçek L , a ve b değerlerinin, $L_{std} = 93,5$, $a_{std} = -1,4$ ve $b_{std} = 3,2$ olan beyaz tabak standardına karşılık gelen referans değerlerle karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

- Açıklık-koyuluk eksenini (L):

En düşük L değeri siyah nohut örneğinde tespit edilmiştir ($5,04 \pm 0,44$, b grubu). Siyah fasulye ($6,86 \pm 1,46$) ve beluga mercimeği ($7,85 \pm 0,05$) ise a grubunda yer alarak birbirlerine yakın, ancak siyah nohuttan daha açık tonlara sahip örneklerdir. Bu da değerler arasında anlamlı farklılığın olduğunu göstermektedir ($p<0,05$). Tüm örnekler beyaz tabak standardına göre ($L_{std} = 93,5$) oldukça düşük L değerleri ile koyu renkli köpükler üretmiştir. Bu da siyah renkli baklagillerden elde edilen köpüklerin çok düşük açıklık düzeyine sahip olduğunu göstermektedir.

- Kırmızı-yeşil eksen (*a*):

Tüm örnekler pozitif ve yüksek *a* değerleriyle kırmızı ton hakimiyetini göstermektedir. En yüksek *a* değeri siyah nohut örneğinde ölçülmüştür ($36,54 \pm 0,57$, *a* grubu). Beluga mercimeği ($35,61 \pm 0,77$) ise *a*–*b* gruplarında yer alarak SNİP4 ile istatistiksel olarak tam ayrışmamıştır. Siyah fasulye örneği ($32,57 \pm 2,18$, *b* grubu) daha düşük *a* değerine sahiptir ve diğer iki örnekten istatistiksel olarak anlamlı şekilde ayrılmıştır ($p < 0,05$). Bu sonuç, siyah nohudun daha yoğun antosiyanin ve fenolik madde içeriğine sahip olabileceğini düşündürmektedir. İlk verdiği metinde siyah fasulye ile kıyas yapıldığı dikkate alındığında, siyah nohutun renk doygunluğu açısından daha güçlü bir görsel etki sunduğu görülmektedir.

- Sarı-mavi Eksen (*b*):

b değerleri bakımından üç örnek arasında tüm örnekler *a* grubunda olduğu için anlamlı fark bulunmamaktadır yorumu yapılmaktadır ($p > 0,05$). En yüksek değer siyah fasulyeye aittir ($16,34 \pm 7,92$), ardından siyah nohut ($11,09 \pm 1,06$) ve beluga mercimeği ($10,55 \pm 0,52$) gelmektedir. Ancak yüksek standart sapma nedeniyle bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Beyaz tabak standardı ($b_{std} = 3,2$) ile kıyaslandığında tüm örnekler daha belirgin sarı tonlar taşımaktadır. Bu sonuçlar, aquafabanın renk özelliklerinin kullanılan baklagil türüne bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Farklılıklar; köpük yüzeyinin düzensizliği, ölçüm anında ışık dağılımının eşit olmaması veya köpüğün stabil olmayan fiziksel yapısından kaynaklanmış olabilir.

SFİP4 örneğinde ise hem L^* ($\pm 1,46$) hem a^* ($\pm 2,18$) hem de b^* ($\pm 7,92$) değerlerinde yüksek sapmalar tespit edilmiştir. Bu durum, siyah fasulyeden elde edilen köpüklerin görsel açıdan oldukça değişken bir yapı sergilediğini, dolayısıyla ürün standardizasyonu açısından daha dikkatli değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Beluga mercimeği örneği (BMİP4) ise düşük standart sapma değerleriyle daha stabil ve homojen bir köpük rengi sunmuştur. Bu da bu örneğin renk açısından daha güvenilir ve tekrarlanabilir bir sonuç verdiğini göstermektedir.

Renk sonuçları literatürle uyumlu biçimde, siyah nohut aquafabasının L^* değeri 29 civarında kalırken siyah fasulye 34–36, beluga mercimeği ise 37–38 bandında seyretmiştir. Nguyet, vd. (2021) farklı su–tane oranlarıyla elde ettikleri açık renkli

nohut aquafabasındaki $L^* \approx 70$ değerlerine kıyasla bu fark, koyu renkli pigmentlerin ışık geçirgenliğini sınırladığını göstermektedir. Golzi, Marchetti ve Lorenzo, (2023) çalışmasında aquafaba elde etmek için fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve mercimek (*Lens culinaris*) baklagil çeşitlerini kullanmıştır. Bu çalışmada fasulye aquafabası renk analiz sonuç değerleri L : 87-89; a : 0,22-0,96; b :14,28-15,71 elde edilmiştir. Mercimek aquafabası renk analiz sonuç değerleri ise; L :66,52-74,25; a :2,40-5,36; b :12,38-13,35 aralığında değerler elde edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan siyah fasulye ve beluga (siyah) mercimek aquafabaları ile bu değerler karşılaştırıldığında her iki baklagil çeşidinin de L değerlerinin daha düşük; a değerlerinin daha yüksek ve b değerlerinin yaklaşık aralıkta olduğu tespit edilmiştir. Buradaki renk farklılıkların baklagillerin cinslerinden ve çeşitlerinden, aquafaba elde ediliş yöntem farklılıklarından olabileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak, renk analizindeki varyasyonlar, yalnızca ortalama değerlerle değil, aynı zamanda standart sapmalar üzerinden de değerlendirilmelidir. Siyah fasulye ve siyah nohut aquafabalarından elde edilen köpüklerde renk dağılımının daha heterojen olduğu; beluga mercimeği köpüğünün ise daha tutarlı renk özellikleri sergilediği belirlenmiştir. Bu durum, aquafaba kullanılarak geliştirilecek ürünlerde renk homojenliği açısından baklagil seçiminin önemli bir kriter olduğunu ortaya koymaktadır.

3.4.3. Suda çözünebilir kuru madde analiz bulguları

Siyah nohut baklagilinden SNİP4 aquafaba örneğinin; siyah fasulye baklagilinden SFİP4 aquafaba örneğinin ve beluga mercimeği baklagilinden BMİP4 aquafaba örneğinin suda çözünebilir kuru madde analiz bulgularına Tablo 16'da yer verilmiştir:

Tablo 16. Üç baklagil aquafaba örneklerine ait suda çözünebilir kuru madde analiz bulguları

Baklagil Çeşidi	Kısaltılmış Numune Adı	^a Brix Değeri
Siyah nohut	SNİP4	3,62 ± 0,12 ^c
Siyah fasulye	SFİP4	5,02 ± 0,16 ^a
Beluga mercimeği	BMİP4	4,24 ± 0,13 ^b

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabası, SFİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah fasulye aquafabası, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabası

**Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$).

Tablo 16’da sunulan suda çözünebilen kuru madde (°Brix) analiz bulguları, üç farklı baklagil türünden elde edilen aquafaba örneklerinin çözünmüş katı madde içeriklerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. En düşük °Brix değeri 3,6 ile siyah nohut aquafabasına (SNİP4) ait olup, bu durum bu örneğin en seyreltilmiş yapıya sahip olduğunu ve içerdiği çözünmüş madde miktarının diğer örneklerle kıyasla daha az olduğunu göstermektedir. En yüksek °Brix değeri ise 5,1 ile siyah fasulye aquafabasında (SFİP4) gözlemlenmiştir. Bu değer, siyah fasulyeden elde edilen aquafabanın suda çözünebilen madde yönünden daha zengin bir bileşime sahip olduğunu ve dolayısıyla daha yoğun bir karakter taşıdığını göstermektedir. Bu durum, siyah fasulye tanelerinden suya geçen çözünebilir içeriklerin miktarının yüksek olduğunu düşündürmektedir. Beluga mercimeği aquafabası (BMİP4) ise 4,2 °Brix değeri ile orta düzeyde bir yoğunluk sergilemiştir. Bu değer, beluga mercimeğinden elde edilen aquafabanın içerik açısından siyah nohuttan daha yoğun, ancak siyah fasulyeye kıyasla daha seyrek bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapılan °Brix analizleri sonucunda ise; farklı baklagil türlerinden elde edilen aquafaba örneklerinin çözünmüş katı madde miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). En yüksek °Brix değeri siyah fasulye aquafabasında ($5,02 \pm 0,16^a$), en düşük değer ise siyah nohut aquafabasında ($3,62 \pm 0,12^c$) ölçülmüştür. Beluga mercimeği aquafabasının °Brix değeri ise bu iki grup arasında yer almış ($4,24 \pm 0,13^b$) ve anlamlı bir şekilde ayrılmıştır. Bu bulgular, kullanılan baklagil çeşidinin aquafabanın çözünmüş katı madde içeriği üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Siyah fasulye örneklerinde daha yüksek °Brix değeri elde edilmesi, bu türün pişirme sırasında daha fazla çözünür bileşen (nişasta, protein, saponin vb.) salmasıyla ilişkili olabilir. Öte yandan, siyah nohut aquafabasının daha düşük °Brix değeri, daha sade bir kompozisyona sahip olduğunu veya haşlama süreciyle çözünme miktarının sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Bu farklılıklar, aquafabanın fonksiyonel kullanım potansiyelini etkileyebilecek nitelikte olup, özellikle ürün formülasyonlarında köpürme, kıvam verme veya emülsifiye etme kapasitesine dolaylı katkıda bulunabilir. Ayrıca, bu parametre, endüstriyel ölçekte aquafaba standardizasyonu açısından da dikkate alınması gereken bir kalite göstergesi olarak değerlendirilebilir.

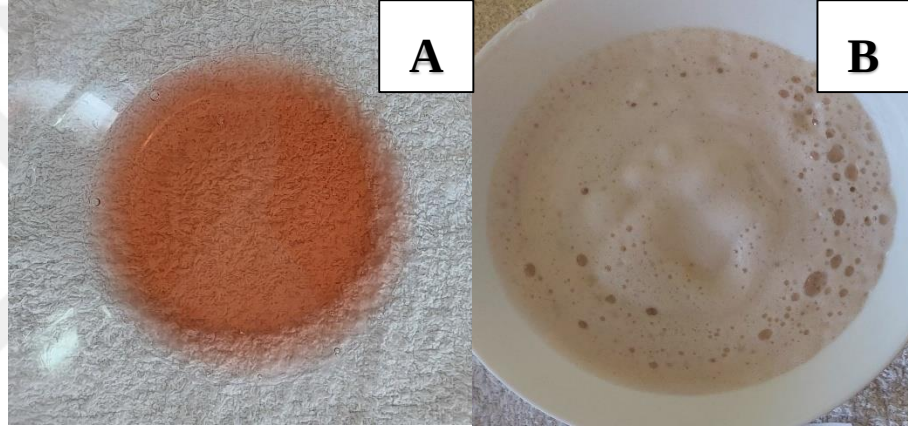
Golzi, Marchetti ve Lorenzo, (2023) çalışmasında aquafaba elde etmek için fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve mercimek (*Lens culinaris*) baklagil çeşitlerini kullanmıştır. Bu çalışmada kuru madde analiz sonuçları fasulye aquafabasında %0,43-0,64; mercimek aquafabasında %1,22-1,63 aralığında elde edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan siyah fasulye ve beluga (siyah) mercimek aquafabaları ile bu değerler karşılaştırıldığında her iki baklagil çeşidinin kuru madde içeriklerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Buradaki farklılıkların baklagillerin cinslerinden ve çeşitlerinden, aquafaba elde ediliş yöntemlerinden ya da aquafaba konsantrasyon farklılıklarından olabileceği düşünülmüştür. Konal vd. (2025) tarafından siyah nohut kullanılarak yürütülen çalışmada, aquafabanın kuru madde içeriği %4,76 olarak rapor edilmiştir. Tez çalışmasında siyah nohutun elde edilen brix değeri bu değerden daha düşük çıkmıştır. Diğer baklagillerle olan kıyaslamadaki gibi buradaki farklılığın da kullanılan nohut çeşidi, ıslatma süresi ve su türü gibi işleme parametreleri, protein ve diğer besin bileşenlerindeki muhtemel farklılık ile aquafaba konsantrasyon farklılıklardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, siyah fasulye aquafabası daha konsantre ve çözünmüş madde bakımından zengin bir sıvı sunarken; siyah nohut daha seyreltilmiş, düşük yoğunluklu bir aquafaba üretmiştir. Beluga mercimeği ise bu iki örnek arasında dengeli bir profilde yer almıştır. Buradaki farklılığın baklagil çeşidi ve cinsi ile aquafaba elde ediliş parametrelerinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Kuru maade içeriği köpük özelliğini doğrudan etkileyen bir parametredir. Bir gıdanın kuru madde içeriği iyi sonuçlar gösteriyorsa köpürme stabilitesinin de istenildiği gibi sonuçlar verebileceği çıkarımında bulunulabilmektedir. Çünkü köpüğün çökmesi ürünün kuru madde içeriğinin az olmasından kaynaklanmaktadır. Bu farklılıklar, aquafabanın kullanılacağı ürün türüne göre istenen yoğunluk ve fonksiyonellik özelliklerine bağlı olarak baklagil kaynağının seçiminde belirleyici bir rol oynayabilir. Özellikle yüksek °Brix değeri, emülsiyon veya jel oluşturma gibi fonksiyonel özelliklerde avantaj sağlayabileceğinden, uygulama alanına uygun aquafaba seçimi bu verilere göre optimize edilmelidir.

3.5. Seçilen Aquafabalar Örneklerinden Bitkisel Krema Üretimi ve Üretilen Kremaların Duyusal Analiz Bulguları

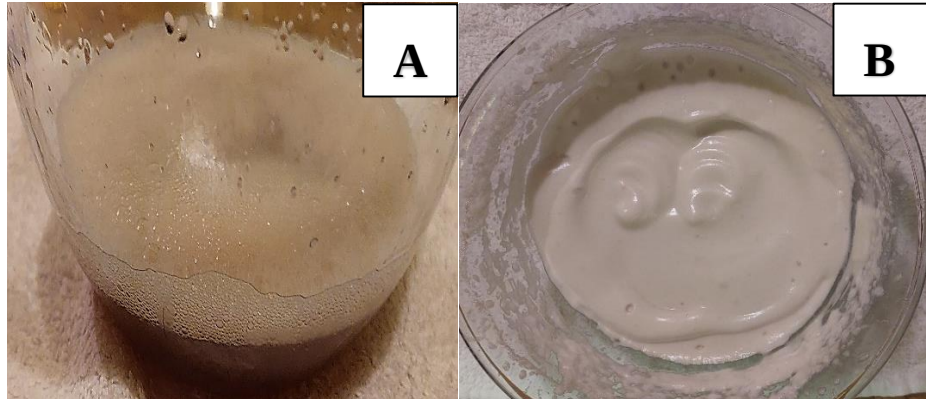
3.5.1. Bitkisel krema üretim bulguları

Yöntem kısmında belirtilen işlem basamaklarına göre SNİP4, SFİ4 ve BMİP4 aquafabaları bitkisel krema üretiminde kullanılmıştır. Siyah fasulye aquafaba örneğinin (SNİP4) kullanıldığı ürünün kıvamı krema için uygun bulunmamış olup ürün geliştirmeye siyah nohut ve beluga mercimeği baklagilleriyle devam edilmiştir. Siyah nohut, beluga mercimeği aquafabalarından (SNİP-4 ve BMİP-4) ve kontrol olarak nohut konserve tepesi suyundan geliştirilen ürün görsellerine aşağıdaki şekilde yer verilmiştir:



Şekil 12. A: SNİP4 aquafabası, B: SNİP4 bitkisel kreması

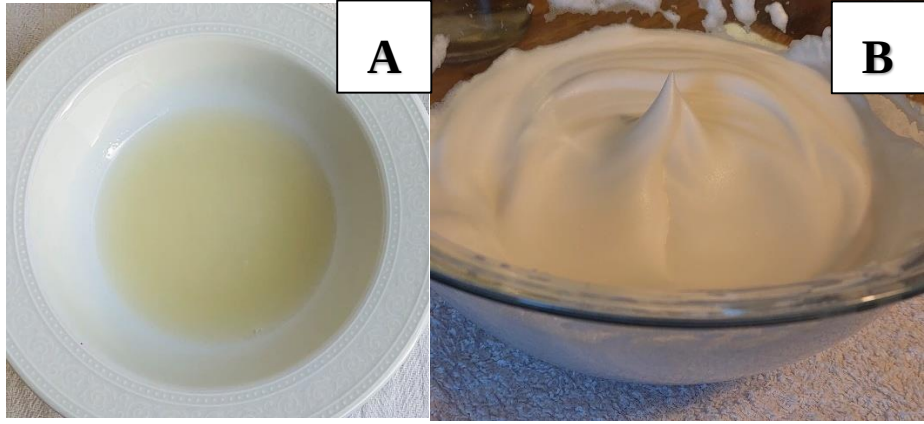
Şekil 12’de siyah nohut baklagil çeşidinin içme suyu ile 4.seviyedeki basınçlı pişiricide işlem görmesi ile elde edilen aquafaba A harfli görselde; bitkisel krema reçete adımlarını uygulayarak elde edilen krema ise B harfli görselde belirtilmiştir.



Şekil 13. A: BMİP4 aquafabası, B: BMİP4 bitkisel kreması

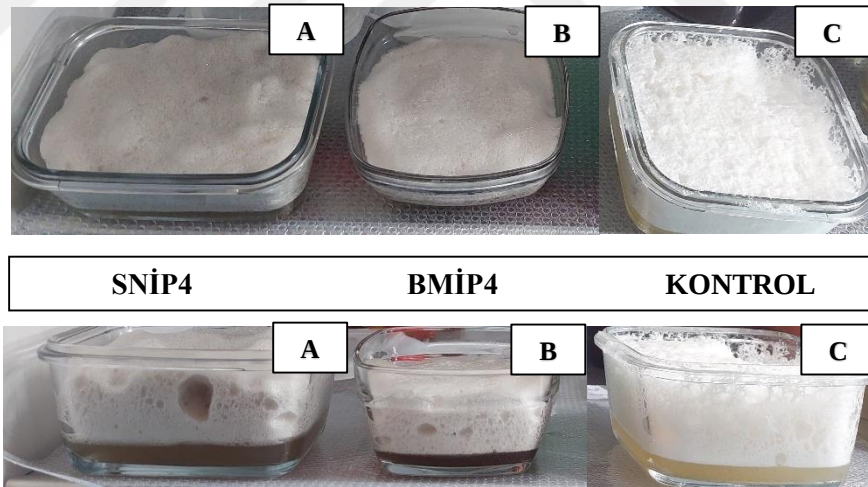
Şekil 13’te beluga mercimeği baklagil çeşidinin içme suyu ile 4.seviyedeki basınçlı pişiricide işlem görmesi ile elde edilen aquafaba A harfli görselde; bitkisel

krema reçete adımlarını uygulayarak elde edilen krema ise B harfli görselde belirtilmiştir.



şekil 14. A: Kontrol-Nohut konserve aquafabası, B: Kontrol-Nohut konserve bitkisel kreması

şekil 14’te kontrol olarak kullanılan nohut baklagil konservesi çeşidinin içme suyu ile 4.seviyedeki basınçlı pişiricide işlem görmesi ile elde edilen aquafaba A harfli görselde; bitkisel krema reçete adımlarını uygulayarak elde edilen krema ise B harfli görselde belirtilmiştir.



şekil 15. A: Siyah nohut aquafabasından elde edilen bitkisel krema, B: Beluga mercimeği aquafabasından elde edilen bitkisel krema, C: Kontrol nohut konserve aquafabasından elde edilen bitkisel kremaların +4°C’te 1 saat bekletme sonraki üstten ve yandan köpük görüntüleri

şekil 15’te elde edilmiş bitkisel kremaların st ve yan açıdan fotoğraflamaları yapılmıştır. Bu şekilde buzdolabında +4° C’te 1 saat bekletilen ürünlerin köpük hacimlerinin zamanla sıvıya dönüşümü gözlenebilmektedir.

3.5.2. Duyusal analiz bulguları

Elde edilen kremlar laboratuvar ortamında 80 kişilik panelist grubuna (İstanbul Gelişim Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü Öğrencileri) duyusal analiz testi yapılarak oluşturulmuştur. Panelistler duyusal analiz öncesinde bitkisel krema hakkında bilgilendirilmiş ve gerekli olan eğitim verilmiştir. Panelistler duyusal analizleri test ederken örnekleri renk, koku, tat, doku özellikleri ile genel kabul edilebilirlik parametreleri belirlenmiştir. Panelistler analizlerin değerlendirilmesini şu şekilde (1: kabul edilemez, 5: ne iyi ne kötü, 9: en iyi) puanlamışlardır. Tablo 17’de bitkisel kremların duyusal analiz değerleri verilmiştir.

Tablo 17. Bitkisel kremların duyusal analiz puanlama test sonuçları

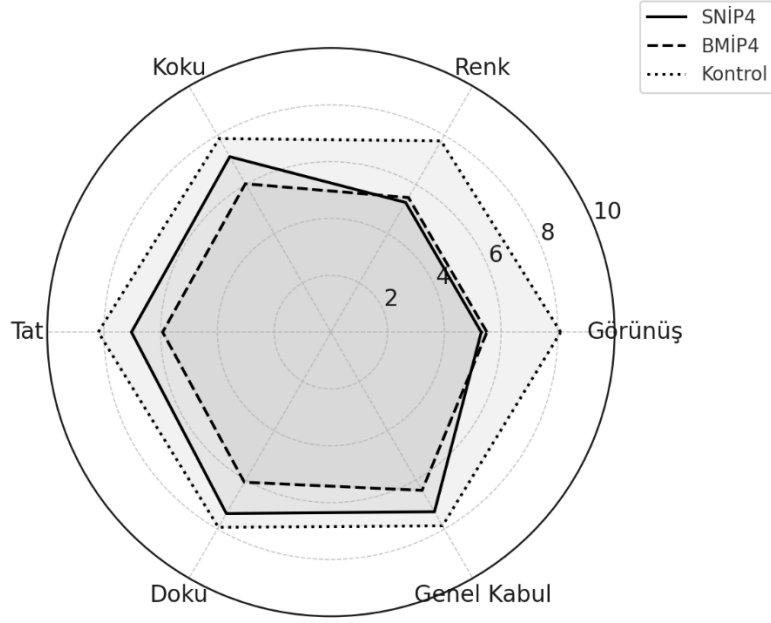
Parametreler	Bitkisel Krema Örnekleri		
	SNİP4	BMİP4	Kontrol
Görünüş	5,30 ± 2,29 ^b	5,50 ± 2,52 ^b	8,10 ± 1,98 ^a
Renk	5,27 ± 2,19 ^b	5,47 ± 2,48 ^b	7,77 ± 2,02 ^a
Koku	7,13 ± 2,37 ^a	6,03 ± 2,49 ^a	7,87 ± 2,35 ^a
Tat	7,03 ± 2,04 ^b	5,93 ± 2,44 ^b	8,20 ± 1,93 ^a
Doku	7,37 ± 1,80 ^a	6,10 ± 2,55 ^a	7,93 ± 2,18 ^a
Genel Kabul Edilebilirlik	7,30 ± 1,68 ^a	6,43 ± 2,55 ^b	7,87 ± 1,59 ^a

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, Kontrol: Nohut konserve tepe suyundan elde edilmiş bitkisel krema.

**Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). Aynı harfi taşıyan gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 17’de ürün tadımlarına yönelik belirlenen parametrelere panelistlerin verdikleri cevaplar doğrultusunda skor analizi gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları, farklı baklagil türlerinden elde edilen bitkisel krema örneklerinin tüketici beğenisi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. 80 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen değerlendirme sonucunda, her bir örnek görünüş, renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine göre 1 (kabul edilemez) ile 9 (en iyi) arasında puanlanmıştır. Genel olarak, kontrol örneği (ticari konserve nohut suyu kullanılarak üretilen bitkisel krema) tüm parametrelerde en yüksek ortalama puanları almıştır. Özellikle “Tat” ($8,20 \pm 1,93$), “Doku” ($7,93 \pm 2,18$) ve “Genel Kabul

Edilebilirlik” ($7,87 \pm 1,59$) açısından panelistler tarafından açık ara en çok beğenilen örnek olmuştur. Bu durum, endüstriyel ürünlerdeki lezzet artırıcı bileşenlerin ve homojen ürün yapısının duyu kaliteyi önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Duyusal analiz sonuçları, farklı baklagil türlerinden elde edilen bitkisel krema örneklerinin tüketici beğenisi üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır. 80 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen değerlendirme sonucunda, her bir örnek görünüş, renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine göre 1 (kabul edilemez) ile 9 (en iyi) arasında puanlanmıştır. Deneysel örnekler arasında, siyah nohut aquafabasından elde edilen bitkisel krema (SNİP4) en yüksek duyu skorlarına sahip olmuştur. “Tat” ($7,03 \pm 2,04$), “Doku” ($7,37 \pm 1,80$) ve “Genel Kabul Edilebilirlik” ($7,30 \pm 1,68$) puanları, bu ürünün kontrol örneğine yakın seviyede tüketici memnuniyeti sağladığını göstermektedir. Ayrıca “Koku” açısından SNİP4 örneği ($7,13 \pm 2,37$), kontrol örneğine ($7,87 \pm 2,35$) en çok yaklaşan deneysel ürün olmuştur. Beluga mercimeği aquafabasından elde edilen BMİP4 örneği, SNİP4’e kıyasla daha düşük puanlar almış; ancak “Görünüş” ($5,50 \pm 2,52$) ve “Renk” ($5,47 \pm 2,48$) gibi bazı parametrelerde SNİP4’e yakın sonuçlar sunmuştur. Bununla birlikte, “Genel Kabul Edilebilirlik” puanı ($6,43 \pm 2,55$) kontrol örneğinden belirgin şekilde düşük kalmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre; görünüş, renk ve tat parametrelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir ($p < 0,05$). Kontrol örneği bu parametrelerde daha yüksek puanlar almış, SNİP4 ve BMİP4 numunelerinden üretilen bitkisel kremler ise benzer düzeyde değerlendirilmiştir. Koku ve doku grupları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$), bu da bitkisel alternatiflerin bazı duyu özelliklerinde geleneksel örneklerle kıyaslanabilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Genel kabul edilebilirlik açısından inceleme yapıldığında; Kontrol bitkisel krema ile SNİP4 bitkisel kreması arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$). Ancak BMİP4 bitkisel kreması ile diğer iki numune arasında anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). Bu durum, siyah nohuttan elde edilen aquafabanın genel kabul edilebilirlik açısından kontrol olarak kullanılan nohut aquafabasıyla benzer düzeyde tüketici tercihi alabildiğini ve bitkisel bazlı beslenme uygulamalarında kullanılabilir bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 16. Bitkisel krema örneklerinin duyuşsal puanlama sonuçlarının örümcek ağı grafiği

Şekil 16’da yer alan duyuşsal analiz sonuçları, farklı baklagil kaynaklarından elde edilen bitkisel krema örneklerinin görünüş, renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik gibi altı parametreye göre değerlendirildiğini göstermektedir. Kontrol örneği (konserve nohut tepe suyu ile hazırlanan bitkisel krema), tüm parametrelerde en yüksek ortalamaları alarak duyuşsal açıdan en çok beğenilen örnek olmuştur. Görünüş (8,10) ve renk (7,77) skorları, kontrol örneğinin tüketiciler açısından daha alışıldık ve çekici bir görünüm sunduğunu göstermektedir. SNİP4 örneği (siyah nohut aquafabasından elde edilen krema), özellikle koku (7,13), tat (7,03) ve doku (7,37) parametrelerinde yüksek puanlar alarak kontrol örneğine en yakın sonuçları vermiştir. BMİP4 örneği ise (beluga mercimeği aquafabasından elde edilen krema), tüm parametrelerde en düşük ortalamaları alarak daha az tercih edilmiştir; bu durum özellikle görsel ve tat algısı açısından beluga mercimeğinin sınırlı bir duyuşsal uygunluğa sahip olduğunu göstermektedir. Genel kabul edilebilirlik açısından sıralama kontrol, SNİP4, BMİP4 şeklinde olup, kontrole kıyasla siyah nohut aquafabasının alternatif bir bitkisel krema bileşeni olarak daha başarılı bir performans sergilediği söylenebilir. Bu bulgu, nohut aquafabasının köpürme ve emülsifiye etme özelliklerinin birçok çalışmada vurgulanan üstünlüğüyle paralellik göstermektedir (Lafarga vd., 2019b; Raikos vd., 2020; Shim vd., 2018). Siyah nohut kullanımının hem

işlevsel hem de duyuşal açıdan ürün geliştirmeye daha uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen değerlere göre yapılan tek yönlü ANOVA testi her bir parametre (görünüş, renk, koku, tat, doku) için SNİP4, BMİP4 ve Kontrol olmak üzere 3 farklı örneğin karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Her parametre için 80 panelistin puanlaması baz alınarak örnekler arası varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm parametreler için p değeri 0.05'in altında olduğundan, 3 örnek arasında duyuşal değerlendirme açısından istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu sonucuna varılmıştır ($p<0.05$). Özellikle görünüş ($F=50,49$), tat ($F=30,91$) ve renk ($F=27,0$) gibi parametrelerde fark daha belirgindir (F değeri yüksektir).

Bitkisel krema örneklerine ilişkin duyuşal değerlendirme sonuçları, görünüş, renk, koku, tat, doku ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere altı temel parametre üzerinden incelenmiştir. Görünüş ve renk açısından siyah nohut (SNİP4) ve beluga mercimeği (BMİP4) örnekleri benzer düzeyde puan almış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Kontrol örneği bu iki örnekten anlamlı şekilde daha yüksek puan almıştır ($p<0,05$). Bu durum, koyu renkli baklagillerin içerdii doğal pigmentlerin ürünün görsel algısını olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Koku ve doku parametrelerinde örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuç, farklı baklagil kaynaklarına rağmen ürünlerin aroma profili ve ağız hissi bakımından dengeli bir yapı sergilediğini göstermektedir. Tat değerlendirmesinde ise; SNİP4 ve BMİP4 örnekleri, kontrol örneğine kıyasla anlamlı düzeyde daha düşük puan almış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır ($p<0,05$). Bu fark, baklagile özgü tadın veya fenolik bileşiklerin duyuşal algıyı sınırlayıcı etkisine bağlanabilir.

Genel kabul edilebilirlik parametresinde kontrol örneği en yüksek ortalama puanı almış ve SNİP4 örneği ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bu durum, iki örnek arasında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$). Öte yandan, BMİP4 örneği hem kontrol hem de SNİP4 bitkisel kreması ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Bu sonuçlar, SNİP4 örneğinin hem yapısal hem de duyuşal açıdan ticarileőmeye daha yakın bir profile sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Siyah nohuttan elde edilen bitkisel krema, nötr pH aralığında çalışılmasına rağmen köpürme performansı, renk

stabilitesi ve genel beğeni düzeyi bakımından olumlu sonuçlar vermiştir. Bu durum, fonksiyonel bitkisel bileşenlerin alternatif ürün geliştirme süreçlerinde gastronomi açısından potansiyel taşıdığını göstermektedir. Sonuç olarak, kontrol örneği duyusal üstünlüğünü korurken; SNİP4 örneği hem fonksiyonel hem de duyusal açıdan en başarılı deneysel alternatif olarak öne çıkmaktadır. Siyah nohudun bu üstün performansı, bitkisel kremaların geliştirilmesinde doğal bir köpürme ajanı olarak yüksek potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır. Beluga mercimeği aquafaba örneği ise; fonksiyonel özellikler açısından siyah nohut aquafabasına göre geliştirme ihtiyacı göstermektedir.

Tablo 18. Panelist sıralama testi sonuçları dağılımı

Ürün	Toplam Sıra	Ortalama Sıra	Tercih Durumu
SNİP4'lü Bitkisel Krema	151	1,89	Orta
BMİP4'lü Bitkisel Krema	231	2,89	En az tercih edilen
KONTROL'lü Bitkisel Krema	99	1,24	En çok tercih edilen

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, Kontrol: Nohut konserve tepe suyundan elde edilmiş bitkisel krema.

**Ortalama sıra puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Friedman testi, $p < 0,05$).

Tablo 18'de verilen 80 panelistin duyusal sıralama testi sonuçlarına göre elde edilen bulgular, üç ürün (SNİP4, BMİP4, KONTROL) arasında belirgin tercihler olduğunu ortaya koymaktadır. Katılımcıların %76,2'si KONTROL numunesini birinci sıraya yerleştirirken, %23,8'i ikinci sıraya koymuş ve hiçbir panelist bu ürünü üçüncü sırada değerlendirmemiştir. Bu dağılım, KONTROL numunesinin en çok tercih edilen ürün olduğunu göstermektedir. SNİP4 numunesi panelistlerin %21,2'si tarafından birinci sırada, %68,8'i tarafından ikinci sırada ve yalnızca %10'u tarafından üçüncü sırada değerlendirilmiştir. Bu durum, SNİP4'ün genel olarak orta düzeyde tercih edildiğini ve olumsuz bir değerlendirme almadığını göstermektedir. BMİP4 ise panelistlerin %90'ı tarafından üçüncü sıraya yerleştirilmiş, sadece %1,2'si tarafından birinci sıraya konulmuştur. Bu, ürünün belirgin şekilde en az tercih edilen numune olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, tercih düzeyi sıralaması KONTROL >> SNİP4 >> BMİP4 şeklindedir. Panelistler tarafından üç farklı bitkisel krema örneğine

yönelik yapılan sıralama testi verileri Friedman testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($\chi^2(2) = 114.54$, $p < 0,05$). En düşük toplam sıra puanı kontrol numunesine ait olup, panelistler tarafından en çok tercih edilen ürün olarak değerlendirilmiştir. Buna karşılık BMİP4 örneği en yüksek sıra puanına sahip olup en az tercih edilen numune olmuştur. Sonuç olarak, sıralama eğilimi KONTROL >> SNİP4 >> BMİP4 şeklindedir. Elde edilen Friedman testi sonucu, bu sıralamanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, farklı baklagil türlerinden elde edilen aquafabaların fonksiyonel özelliklerinin, dolayısıyla ürün performanslarının önemli ölçüde değişebileceğini ortaya koymaktadır (Bhatt vd., 2020; Zhao vd., 2020). Pişirme koşullarının (süre, sıcaklık, basınç) aquafabanın reolojik ve köpürme özellikleri üzerindeki etkisi literatürde de geniş yer bulmaktadır (Nguyet vd., 2021; Kilicli ve Toker, 2022; Tufaro ve Cappa, 2022), bu da siyah nohut aquafabaları için kullanılan spesifik basınçlı pişirme parametrelerinin henüz optimum seviyede olmayabileceğini işaret etmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, artan vegan gıda talebine yönelik olarak, fonksiyonel ve estetik anlamda değerlendirilebilir bitkisel bileşenlerin geliştirilmesini amaçlamıştır. Siyah renkli baklagillerin pişirme sularından elde edilen aquafabaların özellikle bitkisel bazlı krema üretiminde kullanılabilirliği incelenmiş; köpürme kapasiteleri, stabiliteleri ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Farklı baklagil türleri ve pişirme koşullarının aquafabanın fonksiyonel performansı üzerindeki etkileri analiz edilerek, yerel kaynakların sürdürülebilir gastronomi uygulamalarındaki potansiyeli ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgular, özellikle siyah nohut ve beluga mercimeğinden elde edilen aquafabaların yüksek köpürme kapasitelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Duyusal analizlerde ticari nohut aquafabasından üretilen bitkisel kremanın en yüksek beğeni puanını aldığı; 4. basınç seviyesinde haşlanan siyah nohut aquafabasının ikinci sırada yer aldığı; beluga mercimeği bazlı ürünlerin ise orta düzeyde kabul gördüğü belirlenmiştir. Bu bulgular, pişirme süresi, basınç seviyesi ve su tipi gibi parametrelerin aquafabanın fonksiyonel özellikleri üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir.

Aquafabanın üretim ve değerlendirme süreçlerinde kullanılan su türü, pişirme yöntemi ve basınç seviyeleri sistematik olarak incelenmiş ve bu parametrelerin köpürme kapasitesi ve stabilitesi üzerinde belirleyici olduğu ortaya konmuştur. Gıda endüstrisinde genellikle atık olarak görülen baklagil pişirme sularının krema, köpük ve emülsiyon bazlı ürünlerde değerlendirilmesiyle düşük maliyetli hammaddeler, yüksek katma değerli gıda bileşenlerine dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm hem maliyet optimizasyonu hem de atık yönetimi açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Aquafabanın fonksiyonel özellikleri, özellikle vegan beslenme uygulamaları açısından değerlidir. Yumurta ve süt kremasına alternatif olarak kullanılabilen bu malzeme, bitkisel protein içeriği sayesinde vegan tabaklardaki besin değeri eksikliklerini gidermede etkili olabilir. Krema, köpük, peynir ve mayonez gibi ürünlerin formülasyonunda fonksiyonel bağlayıcı olarak kullanılması, yeni bitkisel ürün prototiplerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Geleneksel mutfak öğeleriyle birleştğinde; hummus, piyaz, bakla fava gibi baklagil bazlı yemeklerin köpük ya da

krema formlarında yeniden yorumlanması, Türk mutfağının modernize edilmesi ve vegan Türk mutfağı reçetelerinin zenginleştirilmesi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Çalışmada değerlendirilen siyah renkli baklagillerden elde edilen aquafabalar, güncel “siyah gıdalar” gastronomi trendiyle de örtüşmektedir. Bu doğrultuda, siyah aquafaba kullanılarak geliştirilen krema ve köpük formları, menülerde kontrast oluşturarak premium sunumlarda tercih edilebilecek özgün ürün alternatifleri sunmaktadır. Tabaklarda yükseklik, hacim ve renk etkisi yaratarak görsel doyuruculuğu artırmakta ve estetik değeri yükseltmektedir. Bu özellikler, özellikle fine dining restoranlarda menü mühendisliği kapsamında kullanılabilecek estetik sunumlar geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca aquafaba kullanımı, çevre dostu mutfak uygulamalarına ve yeşil restoran sertifikasyon sistemlerine uyum sağlamaktadır. Atıkların değerlendirilmesiyle hem çevresel hem ekonomik açıdan kazanım sağlanmakta, menülerde sürdürülebilirlik vurgusu yapılabilmektedir. “Sıfır atık kreması” veya “baklagil köpüğü” gibi tanımlar hem ürün farklılaştırması hem de çevre duyarlılığı açısından pazarlama stratejilerine entegre edilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışma siyah renkli baklagil ıslatma sularının katma değerli gıda bileşenlerine dönüştürülmesini yalnızca laboratuvar ölçeğinde değil; aynı zamanda endüstriyel olarak uygulanabilir parametrelerle de ele alarak bitkisel bazlı ürün portföyünün genişletilmesine katkı sağlamıştır. Farklı pişirme ve su kullanımı koşullarının aquafabanın fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri ortaya konmuş, bu bileşenin endüstriyel kullanımı için somut bir temel oluşturulmuştur. Ayrıca, gıda atığı olarak görülen aquafabanın bitkisel krema gibi ekonomik katma değerli ürünlere dönüştürülmesi, sürdürülebilir gastronomi uygulamalarına yönelik bütüncül bir katkı sunmuştur. Bu dönüşüm, aynı zamanda endüstriyel mutfaklarda atık yönetimi, hammaddede sürdürülebilirlik ve yaratıcı tarif geliştirme gibi gastronomi profesyonelleri açısından işlevsel fırsatlar sunmaktadır. Aynı zamanda, sürdürülebilir gastronomi ve mutfak sanatları eğitimi bağlamında aquafabanın kullanımı, öğrencilere uygulamalı atık değerlendirme örnekleri sunarak farkındalık oluşturabilecek potansiyele sahiptir.

Elde edilen çalışma sonuçları kapsamında; yiyecek-içecek sektöründe yer alan paydaşlara, bitkisel beslenme tercihinde bulunan tüketicilere, gastronomi eğitiminde

sürdürülebilir içerik geliştiren akademisyenlere ve yaratıcı mutfak uygulamalarında alternatif bileşen arayışında olan şeflere yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur:

Gelecek araştırmalar kapsamında; siyah nohut aquafabasının yüksek köpürme performansının ultrasonik veya enzimatik modifikasyonlar yoluyla daha da artırılıp artırılmayacağı araştırılmalıdır. Yüksek viskoziteye sahip yağlı ve şekerli gıda matrislerinde (örneğin ganaj dolgular, dondurma karışımları) aquafabanın stabilite davranışı incelenmeli, bu sayede fonksiyonel potansiyeli pastacılık uygulamalarına taşınmalıdır. Antosiyanin içeriği yüksek olan siyah baklagil bazlı aquafabalarda, renge duyarlı ürünlerde kullanımı kolaylaştırmak amacıyla kontrollü oksidatif ağartma ya da kapsülasyon gibi tekniklerle renk modülasyonu sağlanıp sağlanamayacağı tüketici testleriyle değerlendirilmelidir. Bunun yanında, aquafabanın farklı pişirme koşullarında (basınç, sıcaklık, pH) fonksiyonel özelliklerinin optimize edilmesine yönelik laboratuvar çalışmaları yapılması önerilmektedir. Sprey kurutma veya dondurarak kurutma teknikleriyle toz formda aquafaba üretimi gerçekleştirilerek yeniden hidrasyon sonrası köpürme ve emülsifiye etme performansları test edilebilecektir. Aquafabanın farklı bitkisel yağlarla (örneğin avokado yağı, üzüm çekirdeği yağı) oluşturduğu karışımlarda emülsiyon stabilitesi incelenebilmesi de yine bir başka öneri olarak sunulmaktadır. Ayrıca aquafaba üzerine probiyotik bakteri inokülasyonu ile fermente bitkisel krema prototipleri geliştirilerek ürünlerin raf ömürleri ve mikrobiyolojik güvenlikleri değerlendirilebilmektedir.

Duyusal algıya ilişkin olarak ise; aquafaba bazlı ürünlerin tüketici beğenisi elektroensefalografi, yüz kodlama gibi nörogastronomi yöntemleriyle objektif biçimde analiz edilebilecektir. Aquafabanın potansiyel alerjenite taşıyıp taşımadığı ve içerdiği antinutritional faktörlerin (lektin, fitat vb.) değerlendirilmesi de gelecekteki çalışmalarda önem arz etmektedir.

Sosyo-ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, siyah renkli baklagil üreticilerinin konserve sanayisine yönelik tedarik zincirinde konumlandırılması, ıslatma sularının değerlendirilmesi yoluyla çiftçilere ek gelir kalemleri yaratabilecektir. Yüksek değerli işlevsel bileşen üretimi için yerinde su geri kazanım sistemleri kurulması, yüksek basınçlı proseslere kıyasla daha erişilebilir ve sürdürülebilir bir strateji sunabilecektir.

KAYNAKÇA

- Access-wire. (2022, Aralık 15). ProVeg applauds states' actions to promote plant based diets. Accesswire. [https://www.accessnewswire.com/newsroom/en/government/proveg-applauds-states-actions-to-promote-plant-based-diets-747329]
- Alsalmán, F. B., Tulbek, M. C., Nickerson, M., Ramaswamy, H. S. (2020). Evaluation of factors affecting aquafaba rheological and thermal properties. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 4056–4066. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109831.
- Appleby, P. N., Crowe, F. L., Bradbury, K. E., Travis, R. C., ve Key, T. J. (2016). Mortality in vegetarians and comparable nonvegetarians in the UK. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103(1), 218–230. https://doi.org/10.3945/ajcn.115.119461
- Aschemann-Witzel, J., Gantriis, R. F., Fraga, P., & Peschel, A. O. (2022). Plant-based meat substitutes in retail and foodservice: Nutritional quality and sustainability considerations. *Trends in Food Science & Technology*, 123, 123–135.
- Bhatt, M., Kumar, R., Singh, G. (2020). Evaluation of functional properties of bean and lentil aquafaba prepared using high-pressure cooking. *Journal of Food Science and Technology*, 57(2), 345–355.
- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L. T., & Ogutu, S. (2008). Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 41(9), 1541–1547. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.017
- Boyle, J. E. (2011). Becoming vegetarian: The eating patterns and accounts of newly practicing vegetarians. *Food and Foodways: Explorations in the History and Culture of Human Nourishment*, 19(4), 314–333. https://doi.org/10.1080/07409710.2011.630620[https://doi.org/10.1080/07409710.2011.630620].
- Bozok, D. ve Yalın, G. (2018). Gastronomide yeni trend: Siyah yiyecekler. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(Ek1), 251–261.
- Bresciani, A., Marti, A. (2019). Using pulses in baked products: Lights, shadows, and potential solutions. *Foods*, 8(10), 451. https://doi.org/10.3390/foods8100451[https://doi.org/10.3390/foods8100451).
- Brill, S. (2002). *The Wild Vegan Cookbook*. Harvard Common Press.
- Brouwer, A. R., D'Souza, C., Singaraju, S. P., Arango Soler, L. A. (2022). Value–attitude–behaviour and social stigma in the adoption of veganism: An integrated model. *Food Quality and Preference*, 97, 104479.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104479>.

- Büker, M. ve Can Karaça, A. (2024). Optimization of aquafaba production by response surface methodology and application in plant-based mayonnaise. *ITU Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 1-8.
- Caparros Megido, R., Sablon, L., Geuens, M., Brostaux, Y., Alabi, T., Blecker, C., Francis, F. (2016). Consumer acceptance of insect based alternative meat products in Western countries. [https://www.researchgate.net/publication/302397611_Consumer_acceptance_of_insect-based_alternative_meat_products_in_Western_countries]
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Chávez-Servia, J. L., Heredia-García, E., vd. (2016). Anthocyanin, polyphenol, and flavonoid contents and antioxidant activity in Mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(8), 581–594.
- Chibbar, R. N., Ambigaipalan, P., & Hoover, R. (2021). Pulses and their fractions as functional ingredients in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 249–264. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.007>
- Cichy, K. A., Fernandez, A., vd. (2013). QTL analysis of canning quality and color retention in black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*.
- Cole, M., Morgan, K. (2011). Vegaphobia: derogatory discourses of veganism and the reproduction of speciesism in UK national newspapers. *British Journal of Sociology*, 62(1), 134–153.
- Costa, S., Smith, L. J., Jones, M. T. (2019). Ethical veganism as a form of lifestyle and identity: Implications for tourism consumption. *International Journal of Hospitality & Tourism Administration*, 20(2), 123–142.
- Craig, W. J., ve Mangels, A. R. (2009). Position of the American Dietetic Association: Vegetarian diets. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(7), 1266–1282. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.05.027>
- Cronin, J. M., McCarthy, M. B., Collins, A. M. (2014). Covert distinction: how hipsters practice food-based resistance strategies in the production of identity. *Consumption Markets & Culture*, 17(1), 2–28. <https://doi.org/10.1080/10253866.2012.678785>.
- Çubuk, F. Y., Kesici, M. (2024). Tatlı ve pasta üretiminde kullanılan krema, buzlama ve sosların yapımı ve uygulamaları. B. Zengin, Ş. Ulema ve M. Taş (Eds.), *Pastacılık: Temel Metot ve Uygulamaları* (ss. 145). PA Paradigma Akademi Yayınları.

- Davis, B., Lockwood, A., Alcott, P. ve Pantelidis, I. (2018). *Food And Beverage Management* (6th ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315563374[https://doi.org/10.4324/9781315563374].
- Dikeman, C. L., & Fahey, G. C. (2006). Viscosity as related to dietary fiber: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 649–663. https://doi.org/10.1080/10408390500511862
- Drożdowska, A., Popek, M., Ivanisová, E. (2023). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 789–799.
- Echeverria Jaramillo, E., Kim, Y. h., Nam, Y. r., Zheng, Y. f., Cho, J. Y., Hong, W. S., Kang, S. J., Kim, J. H., Shim, Y. Y., Shin, W. S. (2021). Revalorization of the cooking water (aquafaba) from soybean varieties generated as a by product of food manufacturing in Korea. *Foods*, 10(10), Article 2287. https://doi.org/10.3390/foods10102287
- Erem, E., Icyer, N. C., Tatlisu, N. B., Kilicli, M., Kaderoglu, G. H., Toker, Ö. S. (2021). A new trend among plant-based food ingredients in food processing technology: Aquafaba. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(20), 4467-4484.
- Estell, M., Hughes, J., Grafenauer, S. (2021). Plant protein and plant based meat alternatives: Consumer and nutrition professional attitudes and perceptions. *Sustainability*, 13(3), 1478. https://doi.org/10.3390/su13031478
- Ewing-Chow, D. (2022, Mart 31). Banana peel cuisine is the latest plant-based trend. *Forbes*. https://www.forbes.com/sites/daphneewingchow/2022/03/31/banana-peels-have-found-mass-a-peel-in-food-and-drink/
- Ferracini, W. S., (2024). A comprehensive guide to vegan food for beginners. *Journal of Vegan Nutrition*, 1(1), 1–20.
- Ferracini, W. S., Pichler, R., ve Hoffmann, R. (2024). Social and cultural challenges of vegan lifestyle: Perspectives from European vegan communities. *Journal of Vegan Studies*, 5(2), 102–118.
- Feyera, M. (2025). Color attributes and total phenolic and flavonoids contents of canned maz-type common bean lines. *Nutrition & Food Science Research*, 12(3), 25–31. https://nfsr.sbm.ac.ir/article-1-634-en.pdf
- Follow Your Heart. (2023). VeganEgg®. The original vegan egg. https://followyourheart.com/products/veganeegg
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. FAO.

- FoodTech Innovations. (2023). Cutting Cell Technology: A breakthrough in sustainable meat alternatives. [<https://www.foodtechinnovations.com/cutting-cell-technology>]
- Forbes. (2023, February 14). The future of plant-based meat is cooking with pressure and heat. [<https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/14/the-future-of-plant-based-meat/>]
- Fox, N., Ward, K. (2008). Health, ethics and environment: A qualitative study of vegetarian motivations. *Appetite*, 50(2–3), 422–429.
- Franca, M., Souza, A., Costa, P. (2024). Plant-based proteins from agro-industrial waste and by-products: nutritional quality, functionality and sustainability. *Food Research International*, 172, 113934.
- Gasper, D., Shah, A., Tankha, S. (2019). The framing of sustainable consumption and production in SDG 12. *Global Policy*, 10(S1), 83–95.
- Ghaffari, M., Rodrigo, P. G. K., Ekinci, Y., Pino, G. (2021, 14 Eylül). Consumers' motivations for adopting a vegan diet: A mixed methods approach. *International Journal of Consumer Studies*. Advance online publication.
- Giaginis, C., Vasios, G. K., Hess, J. M., Robinson, K., Scheett, A. J. (2022). Vegetarianish—How “flexitarian” eating patterns are defined and their role in global food-based dietary guidance. *Nutrients*, 17(14), 2369.
- Global Market Insights. (2020). Vegan food market size, share & trends analysis report. [<https://www.gminsights.com/industry-analysis/vegan-food-market>].
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., vd. (2018). Meat Consumption, Health, And The Environment. *Science*, 361(6399), eaam5324.
- Golzi, M. E., Marchetti, L., Lorenzo, G. (2023). Aquafaba from lentils (*Lens culinaris*) and common beans (*Phaseolus vulgaris*): a study of cooking variables and drying process on the techno-functional and microstructural properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(10), 5398-5407.
- Gök, V. (2006). Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Greenebaum, J. (2012). Veganism, identity, and the quest for authenticity. *Food, Culture & Society*, 15(1), 129–144.
- Grizio, M. ve Specht, L. (2016). Plant based egg alternatives: Optimising for functional properties and applications. *The Good Food Institute*, [<https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/02/Plantbasedeggalternatives.pdf>].

- Groufh-Jacobsen, S., Bugge, A. B., Morseth, M. S. M., Pedersen, J. T., & Henjum, S. (2022). Dietary habits and self-reported health measures among Norwegian adults adhering to plant-based diets. *Frontiers in Nutrition*, 9, 813482.
- Hammershøj, M., Peters, L. V., Andersen, H. J. (2004). The significance of critical processing steps in the production of dried egg albumen powder on gel textural and foaming properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9), 1039-1048.
- Hassoun, A., Aït Kaddour, A., Abu Mahfouz, A. M., Rathod, N. B., Bader, F., Barba, F. J., Biancolillo, A., Cropotova, J., Galanakis, C. M., Jambrak, A. R., Lorenzo, J. M., Måge, I., Ozogul, F., Regenstein, J. M., vd. (2022). The fourth industrial revolution in the food industry—Part II: Emerging food trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(2), 407–437.
- He, Y., Meda, V., Reaney, M. J. T. ve Mustafa, R. (2021a). Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 27–42.
- He, Y., Purdy, S. K., Tse, T. J., Tar'an, B., Meda, V., Reaney, M. J. T., Mustafa, R. (2021b). Standardization of aquafaba production and application in vegan mayonnaise analogs. *Foods*, 10(9).
- Healthline. (2022, October 5). What is a Buddha Bowl? [<https://www.healthline.com/nutrition/buddha-bowl>].
- Hoffmann, T. C., Bennett, S., Del Mar, C. B. (2013). Evidence-Based Practice Across The Health Professions (2nd ed.). Elsevier.
- Jakše, B., Fras, Z., Fidler Mis, N. (2023). Vegan diets for children: A narrative review of position papers published by relevant associations. *Nutrients*, 15(22), Article 4715.
- Janssen, M., (2022). Healthful vs. unhealthful plant-based restaurant meals. *Nutrients*, 17(5), 742.
- Jaywant, S. A., Singh, H., Arif, K. M. (2022). Sensors and instruments for Brix measurement: A review. *Sensors*, 22(6), 2290. <https://doi.org/10.3390/s22062290>
- Jeon, H. J., Shin, W. S., Echeverria-Jaramillo, E. (2024). Aquasoya powder from the upcycled soybean cooking water can be a suitable ingredient for plant-based yoghurt alternatives. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 6130–6149. [<https://doi.org/10.1111/ijfs.17346>].
- Jeske, S., Zannini, E., Arendt, E. K. (2017). Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72, 26-33.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., & Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *British*

- Jung, J., Lee, H. J., & Kim, D. O. (2021). Antioxidant mechanisms of black lentil (beluga) polyphenols in human hepatic cells: Activation of Nrf2 signaling pathway and suppression of oxidative stress. *Molecules*, 26(8), 2314. <https://doi.org/10.3390/molecules26082314>
- Kabacık, M. (2024). Examining gastronomy festivals: A type of event tourism within the scope of the United Nations sustainable development goals. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 16(4), 519-530. [<https://doi.org/10.1108/WHATT-07-2024-0170>].
- Kahleova, H., Pelikanova, T., ve Pivovar, R. (2022). Metabolic syndrome and plant-based diets: A systematic review. *Nutrients*, 14(7), 1345. <https://doi.org/10.3390/nu14071345>
- Keshavarz, R., Diding, C., Duncan, A., Thompson, H. (2020). Pulse Crops and their Key Role as Staple Foods in Healthful Eating Patterns-0.313- Extension. Colorado State University- Agriculture.
- Kilicli, M., Özmen, D., Bayram, M., Toker, O. S. (2023). Usage of green pea aquafaba modified with ultrasonication in production of whipped cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, 100724.
- Kilicli, M., Toker, O. S. (2022). Some physicochemical and technological properties of cooking water of pulses as a canned industry waste: effect of ultrasound treatment during soaking. *International Journal of Food Engineering*, 18(2), 105-118.
- Konal, G., Dundar, A. N., Sahin, O. I., Parlak, M. E., Saricaoglu, F. T. (2025). Characterization of cakes produced with different legume aquafaba. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 39, 101076.
- Kumar, A., Singh, R. P., Gupta, D. K., Verma, S. (2018). An integrated literature review on sustainable food supply chains: Exploring research themes and future directions. *Science of the Total Environment*, 837, 155698,
- Lafarga, T., Villaró, S., Bobo, G., Simó, J., Aguiló-Aguayo, I. (2019a). Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic compounds in cooked pulses. *Int J Food Sci Technol*, 54: 1816-1823. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14082>
- Lafarga, T., Villaró, S., Bobo, G., ve Aguiló-Aguayo, I. (2019b). Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea aquafaba using a response surface methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 18.
- Langyan, S., Yadava, P., Khan, F. N., Dar, Z. A., Singh, R., Kumar, A. (2022). Nutritional and food composition survey of major pulses toward healthy,

sustainable, and biofortified diets. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, Article 878269.

López, A., Quintero, J., García, R. (2013). Functional and physicochemical properties of canned legumes: Role of processing conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(3), 263–272.

Lu, Y. ve Şimşek, S. (2022). Lentil protein-fortified crackers: Physical and functional properties. *LWT-Food Science and Technology*, 163, 113553.

Majendie, P. (2019, 1 Nisan). Burger King is testing out an Impossible Whopper due to popular demand. CNN. Erişim adresi: <https://edition.cnn.com/2019/04/01/business/burger-king-impossible-whoppers>

Małecki, J., Muszyński, S. ve Sołowiej, B. G. (2021). Proteins in food systems—bionanomaterials, conventional and unconventional sources, current trends and innovations. *Polymers*, 13(15), 2506. [<https://doi.org/10.3390/polym13152506>].

Malhotra, A., Lakade, A. (2025). Analytical review on nutritional deficiencies in vegan diets: Risks, prevention, and optimal strategies. *Journal of American Nutrition Association*, 44(6), 545–555.

Martins, A., Pasquali, M., Schnorr, C., Martins, J., De Araújo, G., Rocha, A. (2019). Development and characterization of blends formulated with banana peel and banana pulp for the production of powders rich in antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 5289–5297. [<https://doi.org/10.1007/s13197-019-03999-w>].

Mauer, L. (2003). Heat treatment for food proteins. In *Encyclopedia of Food Science and Technology* (Vol. 2, p. 4871). Elsevier.

Mazza, G., Oomah, B. D. (1994). Color evaluation and chlorophyll content in dry green peas. *Journal of Food Quality*, 17(4), 381–392.

McClements, D. J., Grossmann, L. (2025). Plant-based eggs and egg products: a review of their composition, formation and properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-29.

McGlynn, W. (n.d.). The importance of food pH in commercial canning operations (FAPC-118). Oklahoma Cooperative Extension Service, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University. <https://www.fapc.okstate.edu>

Melina, V., Craig, W., Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>

- Messina, V. (2014). Nutritional and health benefits of dried beans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(Suppl 1), 437S–442S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071472>
- Meurer, M. C., de Souza, D. ve Marczak, L. D. F. (2020). Effects of ultrasound on technological properties of chickpea cooking water (aquafaba). *Journal of Food Engineering*, 265, 1–11.
- Mishra, V. (2023). From Farm to Fork: An In-depth Review of Sustainable Practices in Gastronomy. *International Journal for Multidimensional Research Perspectives*, 1(2), 47–49.
- Morris, J. (2018). *Understanding Veganism: Biography and Identity*. Springer.
- Mullins, A. P., Arjmandi, B. H. (2021). Health benefits of plant-based nutrition: Focus on beans in cardiometabolic diseases. *Nutrients*, 13(2), 519. [<https://doi.org/10.3390/nu13020519>].
- Mustafa, A., Jørgensen, V., Jessen, F. (2018). Water recovered from commercially canned chickpeas: foaming and emulsifying functionality. *Food Hydrocolloids*, 84, 493–500.
- Mustafa, R., Reaney, M. J. T. (2020). Aquafaba, from food waste to a value-added product. R. Campos Vega, B. D. Oomah ve H. A. Vergara Castañeda (Eds.), *Food Wastes and By Products: Nutraceutical and Health Potential* (ss. 93–126). John Wiley & Sons.
- Nguyet, T. T., Lee, J., Tran, M. H. (2021). Effects of soaking and pressure cooking on foam properties of chickpea aquafaba. *Food Hydrocolloids*, 115, 106605. [<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106605>].
- North, M., Kothe, E. J., Klas, A., Ling, M. (2021). How to define Vegan: An exploratory study of definition preferences among omnivores, vegetarians, and vegans. *Food Quality and Preference*, 96, 104379.
- Nychas, G.-J. E., Sims, E., Tsakanikas, P., Mohareb, F. (2021). Data science in the food industry. *Annual Review of Biomedical Data Science*, 4, 341–367.
- Oonincx, D. G. A. B., de Boer, I. J. M. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans – A life cycle assessment. *PLOS ONE*, 7(12), e51145
- Özaydın, G., Çelik, Y. (2022). A research of affecting factors on R&D management in food industry. *Selçuk Journal of Agriculture & Food Sciences*, 36(1), 13–19. [<https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2022.003>].
- Padyala, M. ve Kiran, K. S. (2025). Gastronomy tourism and sustainable development: A desk-based study of global best practices and their applicability in India. *International Journal on Science and Technology*, 16(2), 1–8. [<https://www.ijst.org>].

- Park, H., Kim, S. Y. (2022). Consumer empowerment in corporate social responsibility: The effect of participatory CSR on company admiration and word-of-mouth communications. *Corporate Communications*, 27(2), 346–367.
- Pattnaik, M., Pandey, P., Martin, G. J. O., Mishra, H. N., Ashokkumar, M. (2021). Innovative technologies for extraction and microencapsulation of bioactives from plant-based food waste and their applications in functional food development. *Foods*, 10(2), 279.
- Pekşen, E., Artık, C. (2005). Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 110–120.
- Pichler, R. (1999). Swissveg, ve European Vegetarian Union. Implementation of V-Label for vegan and vegetarian certification across Europe. *European Vegetarian Congress Proceedings*, 15–22.
- Pimentel, D., Williamson, S., Alexander, C. E., Gonzalez-Pagan, O., Kontak, C., Mulkey, S. E. (2004). Reducing Energy Inputs in the US Food System. *Human Ecology*, 36(4), 459–471.
- Pojić, M., vd. (2018). Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 93–104. [<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.010>].
- Pramezwar, A., Lemy, D. M., Juliana, J., (2022). Sustainability Gastronomy Tourism in Medan City. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(3), 875–883. [<https://doi.org/10.18280/ijstdp.170317>].
- Pribis, P., Shukitt-Hale, B., Kidd, P. M., Kennedy, R. (2010). Selected lifestyle characteristics and prevalence of cardiovascular risk factors among vegetarians and vegans in the United States. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 110(12), 1853–1860.
- ProVeg International, Swissveg, ve Vegan Society Austria. (2023). Global implementation and consumer perception of V-Label certification for plant-based foods. *International Journal of Plant-Based Certifications*, 2(1), 45–62.
- ProVeg International. (2019, Kasım 5). Bringing plant based medicine into the mainstream. ProVeg International. <https://proveg.org/news/vegmed-2019-highlights/>.
- Quinn, E., Westwood, B. (Eds.) (2018). *Thinking Veganism in Literature and Culture: Towards a Vegan Theory*. Cham: Springer Verlag.
- Radnitz, C., Beezhold, B., DiMatteo, J. (2015). Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite*, 90, 31–36.

- Raikos, V., Hayes, H., Ni, H. (2020). Aquafaba from commercially canned chickpeas as a potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: Recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 1935–1942.
- Reyes, L. F., & Cisneros-Zevallos, L. (2005). Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolic content of *Phaseolus vulgaris* L. as affected by cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(18), 7344–7351. <https://doi.org/10.1021/jf0506395>
- Rinaldi, C. (2017). Food and Gastronomy for Sustainable Place Development: A Multidisciplinary Analysis of Different Theoretical Approaches. *Sustainability*, 9(10), 1748. [<https://doi.org/10.3390/su9101748>].
- Roosta, F., Sourki, A. H. (2024). Techno-functional, physicochemical and thermal characteristics of black chickpeas aquafaba under ultrasound pre-processing. *Heliyon*, 10(22).
- Rosell, M., Appleby, P., Key, T. J. (2006). Vitamin B12 status of vegetarians. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(7), 799–802. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602386>
- Rosi, A., Mena, P., Pellegrini, N., Turrone, S., Neviani, E., Ferrocino, I., Scazzina, F. (2017). Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diets. *Scientific Reports*, 7, Article 6105. [<https://doi.org/10.1038/s41598-017-06466-8>].
- Saari, U. A., Herstatt, C., Tiwari, R., Dedehayir, O., Mäkinen, S. J. (2021). The vegan trend and the microfoundations of institutional change: A commentary on food producers sustainable innovation journeys in Europe. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 161–167. [<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.003>].
- Sass, C. (2023, 12 Temmuz). What is a flexitarian diet, and is it healthy? Health.com. Erişim adresi: <https://www.health.com/nutrition/semi-vegetarian>
- Scarpato, R. (2002). Sustainable gastronomy as a tourist product. A.-M. Hjalager ve G. Richards (Eds.), *Tourism And Gastronomy* (pp. 132–152). Routledge.
- Semba, R. D., Ramsing, R., Rahman, N., Kraemer, K., Bloem, M. W. (2021). Legumes as a sustainable source of protein in human diets. *Global Food Security*, 28, Article 100520.
- Seyfettinoglu, K. U. (2015). Analysis of relationships between firm performance and open innovation strategies, and levels in Turkish food and beverage industry. *Econ World*, 18-20.
- Shalini, S., Prasanna, S., Mallick, T. K. ve Senthilarasu, S. (2015). Review on natural dye sensitized solar cells: Operation, materials and methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1306-1325.

- Shim, Y. Y., Mustafa, R., Shen, J., Ratanapariyanuch, K., Reaney, M. J. T. (2018). Composition and properties of aquafaba: Water recovered from commercially canned chickpeas. *Journal of Visualized Experiments*, 132(e56305), 1–14.
- Silva-Cristobal, L., Osorio-Díaz, P., Tovar, J., & Bello-Pérez, L. A. (2010). Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties.. *CyTA - Journal of Food*, 8(1), 7–14.
- Smetana, S., Schmitt, E., & Mathys, A. (2018). Sustainable use of *Hermetia illucens* insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 18–28.
- Smith, M. M., Edirisinghe, I., & Ball, M. J. (2025). Effects of chronic intake of black beans and chickpeas on metabolic and inflammatory markers in adults with pre-diabetes. Sunulan bildiri, American Society for Nutrition's NUTRITION 2025 yıllık toplantısı, Orlando, FL.
- Solé Lamich, L. (2022). Aquafaba, an egg substitute for food applications [Yüksek lisans tezi, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. [<https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/184718>].
- Southey, F. (2022, Ocak 20). Sustainable nutrition in alt cheese and butter: More than ever, plant-based alternatives need to have a high nutritional value. *Food Navigator*. [<https://www.foodnavigator.com/Article/2022/06/20/sustainable-nutrition-in-alt-cheese-and-butter-more-than-ever-plant-based-alternatives-need-to-have-a-high-nutritional-value>].
- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A., Pisante, M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(2), Article 2. [<https://doi.org/10.1186/s40538-016-0085-1>].
- Stasiak, J., Stasiak, D. M. ve Libera, J. (2023). The potential of aquafaba as a structure shaping additive in plant derived food technology. *Applied Sciences*, 13(7), 4122. [<https://doi.org/10.3390/app13074122>].
- Statista. (2023). Number of vegans worldwide from 2018 to 2023. [<https://www.statista.com/statistics/1093409/vegans-worldwide/>].
- Subhasri, D., vd. (2022). Gastronomy: An extended platform for customized nutrition. *Future Foods*, 5, 100147. [<https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100147>].
- Swissveg vd. (1996). First V-Label certification in Switzerland: Cornatur product line. Swissveg Annual Report.
- The Guardian. (2017, November 1). Guinness goes vegan after 256 years. [<https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2017/nov/01/guinness-goes-vegan-after-256-years>].

- Thompson, S. V., Winham, D. M., Hutchins, A. M., & McNeill, S. H. (2024). Black beans and chickpeas reduce inflammation and improve metabolic markers in adults with pre-diabetes: A randomized controlled trial. *Journal of Nutrition*, 154(1), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.jn.2023.10.007>
- Tidåker, P., Sundberg, C., Öborn, I., Kätterer, T., Bergkvist, G. (2014). Rotational grass/clover for biogas integrated with grain production—A life cycle perspective. *Agricultural Systems*, 129, 133–141.
- Tilman, D., Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522.
- Tonstad, S., Butler, T., Yan, R., ve Fraser, G. E. (2009). Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 32(5), 791–796. <https://doi.org/10.2337/dc08-1886>
- Tufaro, D., Cappa, C. (2023). Chickpea cooking water (Aquafaba): Technological properties and application in a model confectionery product. *Food Hydrocolloids*, 136, 108231. [<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108231>].
- Tufaro, G., Cappa, F. (2022). Investigating the influence of cooking conditions on aquafaba functionality: A comparative study. *LWT–Food Science and Technology*, 153, 112392. [<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112392>].
- Tufekci, S., Fenercioğlu, H. (2010). Konserve nohut sularında fonksiyonel parametreler: Brix, pH ve viskozite ilişkisi. *Gıda*, 35(4), 235–241.
- Twine, R. (2018). Materially constituting a sustainable food transition: the case of vegan eating practice. *Sociology*, 52(1), 166–181.
- UN (United Nations Environment Programme). (2015). Global waste management outlook. United Nations Environment Programme. [<https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>].
- UNWTO. (2017). Second Global Report on Gastronomy Tourism. Madrid: World Tourism Organization. <https://www.unwto.org>.
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security (FAO Forestry Paper No. 171). FAO. [<https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>].
- Vasquez, I. (2025, 18 Nisan). How do pescatarian and vegetarian diets differ? Health.com. Erişim adresi: <https://www.health.com/pescatarian-vs-vegetarian-11702607>.
- Veganz. (2024). Our story. [<https://veganz.com/company/>](<https://www.google.com/search?q=https://veganz.com/company/>).

- V-Label GmbH. (2008). Management and international branding of the V-Label seal. Internal report.
- V-Label Türkiye. (2023). V-Label sertifikalı ürünler ve markalar listesi. [<https://v-label.com.tr/>] (<https://www.google.com/search?q=https://v-label.com.tr/>).
- V-Label. (2024). About Us. [<https://www.v-label.eu/about-us>] (<https://www.v-label.eu/about-us>).
- Wang, F., Zhang, S., He, Y., Jiang, C., Li, Y. (2023). Nutritional deficiencies in vegan diets: Analysis and strategies. *International Journal of Nutritional Science*, 9(4), 215–225.
- Washington Post. (2023, March 12). Investors are pouring money into plant-based meat firms like Impossible Foods. [<https://www.washingtonpost.com/business/2023/03/12/impossible-foods-investors/>].
- Watson, E. R., Novick, S., Matyskiela, M. E., Chamberlain, P. P., de la Peña, A. H., Zhu, J., Tran, E., Griffin, P. R., Wertz, I. E. ve Lander, G. C. (2022). Molecular glue CELMoD compounds are regulators of cereblon conformation. *Science*, 378(6619), 549–553. [<https://doi.org/10.1126/science.add7574>].
- Weiper, M. L. V., Vonk, R. (2021). A communicational approach to enhance open-mindedness towards meat refusers. *Appetite*, 167, 105602. [<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105602>].
- Wells, H. G. (2021). *World Brain*. MIT Press.
- Xu, B., Chang, S. K. C. (2009). Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan-3-ol, and flavonol profiles and antioxidant properties of black soybean, lentil, black-eyed pea, and various colored common bean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18), 7651–7659. <https://doi.org/10.1021/jf901205m>
- Yano, H. ve Fu, W. (2022). Effective Use of Plant Proteins for the Development of “New” Foods. *Foods*, 11(9), 1185. [<https://doi.org/10.3390/foods11091185>].
- Yazici, G. N., Taspınar, T., Özer, M. S. (2022). Aquafaba: A multifunctional ingredient in food production. *Biology and Life Sciences Forum*, 18(1), 24. [<https://doi.org/10.3390/Foods2022-13004>].
- Yen, A. L. (2015). Conservation of Lepidoptera used as human food and medicine. *Current Opinion in Insect Science*, 12, 102–108. [<https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.11.003>].
- Yıldız, M., Yılmaz, M. (2020). Gastronomi alanındaki trendlere bir bakış. *Sivas Interdisipliner Turizm Araştırmaları Dergisi*, (5).
- Zewdie, A. (2014). Impacts of climate change on food security: A literature review in Sub-Saharan Africa. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 5(8), 225. [<https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000225>].

Zhao, L., Wu, X. ve Sun, Q. (2020). Impact of soaking and cooking methods on the physicochemical and foaming properties of bean aquafaba. *Journal of Food Engineering*, 276, 109776. [<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109776>].



EKLER

EK-A

DUYUSAL ANALİZ TESTİ

DUYUSAL ANALİZ FORMU (9 Dereceli Skala)	
Panelist Kodu:	Tarih: __/__/20__
Numune Kodu:	
Ölçek: (1 = Hiç beğenmedim – 9 = Çok beğendim)	
Özellik	Puan (1–9)
Renk	—
Koku	—
Tat	—
Doku	—
Genel Kabul Edilebilirlik	—
Yorumlar:	

***Kaynak:** Gök, V. (2006). Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Ankara.

SIRALAMA TESTİ

SIRALAMA TESTİ	
Panelistin Adı-Soyadı:	Tarih: / /
Ürün:	Saat:
Açıklama: Size verilmiş olan üç örneği soldakinden başlayarak tadınız. En çok tercih ettiğiniz birinci sırada, hiç tercih etmediğiniz ise en alt sırada olmak üzere örnekleri sıralayınız. Teşekkür ederiz.	
Tat	Kıvam
1.	1.
2.	2.
3.	3.

***Kaynak:** Gök, V. (2006). Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Ankara.

PANELİST SIRALAMA TEST SONUÇLARI

Panelist	SNIP4	BMIP4	KONTROL
1	2	3	1
2	2	3	1
3	2	3	1
4	2	3	1
5	2	3	1
6	2	3	1
7	2	3	1
8	2	3	1
9	2	3	1
10	2	3	1
11	2	3	1
12	2	3	1
13	2	3	1
14	2	3	1
15	2	3	1
16	2	3	1
17	2	3	1
18	2	3	1
19	2	3	1
20	3	2	1
21	2	3	1
22	2	3	1
23	2	3	1
24	2	3	1
25	2	3	1
26	3	2	1
27	2	3	1

28	2	3	1
29	2	3	1
30	2	3	1
31	2	3	1
32	2	3	1
33	2	3	1
34	2	3	1
35	2	3	1
36	3	2	1
37	2	3	1
38	2	3	1
39	2	3	1
40	3	2	1
41	2	3	1
42	2	3	1
43	2	3	1
44	2	3	1
45	2	3	2
46	2	3	1
47	1	3	2
48	1	3	2
49	3	2	1
50	2	3	1
51	2	3	1
52	2	3	1
53	3	2	1
54	2	3	1
55	2	3	1
56	1	3	2
57	1	3	2
58	2	3	1

59	1	3	2
60	1	3	2
61	1	3	2
62	1	3	2
63	1	3	2
64	1	3	2
65	3	2	1
66	1	3	2
67	1	3	2
68	2	3	1
69	2	3	1
70	1	3	2
71	1	3	2
72	1	3	2
73	2	3	1
74	1	3	2
75	2	3	1
76	3	1	2
77	1	3	2
78	2	3	1
79	2	3	1
80	2	3	1

*SNİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan siyah nohut aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, BMİP4: 4. basınç seviyesinde 35 dk haşlanan beluga mercimeği aquafabasından elde edilmiş bitkisel krema, Kontrol: Nohut konserve tepe suyundan elde edilmiş bitkisel krema.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : HÜLAĞA KADEROĞLU, Gizem
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Ankara Üniversitesi	2020
Lisans	Sakarya Üniversitesi	2014
Lise	Samiha Ayverdi Anadolu Lisesi	

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-halen	İGÜ	Arş. Gör.

Yabancı Dil

YÖKDİL- 88,75

Yayınlar

Hobiler

