



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BEZELYE ESASLI İÇECEK ÜRETİMİNDE FARKLI ÖN İŞLEMLERİN
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ EMRE ANDAÇ

Tez Danışmanı

PROF. DR. NECATİ BARIŞ TUNCEL

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BEZELYE ESASLI İÇECEK ÜRETİMİNDE FARKLI ÖN İŞLEMLERİN
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ EMRE ANDAÇ

Tez Danışmanı

PROF. DR. NECATİ BARIŞ TUNCEL

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Ali Emre ANDAÇ tarafından Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL yönetiminde ve Doç. Dr. Neşe YILMAZ TUNCEL ikinci danışmanlığında hazırlanan ve **27/12/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Bezelye Esaslı İçecek Üretiminde Farklı Ön İşlemlerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL

.....

(Danışman)

Prof. Dr. Yonca KARAGÜL YÜCEER

.....

Prof. Dr. Nurcan KOCA

.....

Tez No : 10514637

Tez Savunma Tarihi : 27/12/2022

.....
Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

02/01/2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Ali Emre ANDAÇ

27/12/2022

TEŞEKKÜR

Beni araştırma grubuna dahil eden, yüksek lisansımın ilk günlerinden tezimin son cümlelerine kadar bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL'e,

Çalışmalarında ve araştırmalarında bilgi birikimiyle bana her türlü desteği sağlayan, düşünce sistemime "sürdürülebilirlik" ilkesini kazandıran saygıdeğer ikinci danışman hocam Doç. Dr. Neşe YILMAZ TUNCEL'e,

Yüksek lisansım süresince, özellikle laboratuvar tecrübeleri başta olmak üzere, her konuda üzerimde büyük emekleri olan değerli hocalarım Arş. Gör. Havva POLAT KAYA ve Arş. Gör. Dr. Fatma KORKMAZ'a,

Gaz kromatografisi konusundaki deneyimleri ile bana rehber olan, olfaktometri analizlerimi gerçekleştiren ve tez jürimde yer alan değerli hocam Prof. Dr. Yonca KARAGÜL YÜCEER'e,

Tezimi inceleyen, değerlendiren ve yorumlarıyla gelişmesine katkı sağlayan değerli jüri üyesi Prof. Dr. Nurcan KOCA'ya,

Yüksek lisansım süresince her konuda bilgilerine danışabildiğim değerli hocalarım Arş. Gör. Burcu KAYA ve Öğr. Gör. Barış Burak ALBAYRAK'a,

Hayatım boyunca maddi ve manevi olarak bana destek olan, eğitimimde hiçbir şeyi eksik etmeyen sevgili aileme emekleri için sonsuz teşekkür ederim.

Ali Emre ANDAÇ
Çanakkale, Aralık 2022

ÖZET

BEZELYE ESASLI İÇECEK ÜRETİMİNDE FARKLI ÖN İŞLEMLERİN KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Ali Emre ANDAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL

İkinci Danışman: Doç. Dr. Neşe YILMAZ TUNCEL

27/12/2022, 71

Bu tez çalışmasında, protein içeriği yüksek ve sürdürülebilir bir bakliyat olan bezelyelere farklı ön işlemler uygulanarak içecekler üretilmiştir. Uygulanan ön işlemlerin bezelye içeceklerinin fizikokimyasal ve duyuşal karakteristiklerine etkisi değerlendirilmiştir. Ön işlemler “kuru öğütme/kontrol” (KBİ), “haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma” (HBİ) ve “vakum” (VBİ) olarak belirlenmiştir. Sade bezelye içeceklerinin viskozite ve pH değerlerinin inek sütüne yakın olduğu bulunurken, L^* değerleri inek sütüne göre oldukça düşük bulunmuştur. Lezzet profil analizi ile sade bezelye içeceklerinde tatlı, buruk, bezelyemsi, pişmiş, unsu/yulaf, haşlanmış süt mısır ve yeşil/taze/çiçek olarak tanımlanan lezzet ve aromaların öne çıktığı belirlenmiştir. GC-MS ile uçucu bileşen analizinde, KBİ’de hekzanal ve 2-heptanon bileşenleri; HBİ’de 2-etil-furan, 1-pentanal, hekzanal, 2-heptanon, 2-pentil-furan ve 1-pentanol bileşenleri; VBİ’de ise 2-etil-furan, hekzanal, 2-heptanon ve 2-pentil-furan bileşenleri yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. GC-O ile aroma aktif bileşen analizinde, çimen (hekzanal), patlamış mısır/pirinç (2-asetil-1-pirolin), mantar (1-okten-3-on), sardunya/metal ((Z)-1,5-oktadien-3-on) ve kirli/okside (düren) aromaları sade bezelye içeceğinde öne çıkmıştır. Optimizasyon aşamasında, tüketici beğenisinin artırılması amacıyla sade bezelye içeceği formüle edilmiştir

ve en uygun bezelye ieeği (EUBİ) formölasyonu elde edilmiştir. EUBİ'nin viskozite, pH ve renk karakteristikleri bakımından inek sütüne benzer olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, EUBİ tüketici beğeni testinde (n=100) tüm kalite ölçütlerinde yüksek puanlar almıştır. EUBİ'nin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla üç farklı sıcaklıkta hızlandırılmış depolama çalışması yapılmıştır. Depolama süresince EUBİ'lerin fizikokimyasal özelliklerinde önemli bir değişim meydana gelmezken; artan depolama sıcaklığı ile L^* değerleri bir miktar düşmüş, a^* ve b^* değerleri ise bir miktar yükselmiştir. Puanlama testi sonuçlarına göre, depolama süresince EUBİ'lerin görünüş/renk ve kıvam karakteristiklerinde önemli bir değişim olmazken; artan depolama sıcaklığı ile birlikte aroma/lezzet ve tüm izlenim puanlarında düşüş gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye, İçecek, Ön İşlem, Lipoksigenaz, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE POTENTIAL USE OF DIFFERENT PRE-TREATMENTS FOR PEA-BASED BEVERAGE PRODUCTION

Ali Emre ANDAÇ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL

Co-advisor: Assoc. Prof. Dr. Neşe YILMAZ TUNCEL

27/12/2022, 71

In this thesis, plant-based beverages were produced by employing different pre-treatments to pea, which is a sustainable pulse type with high protein content. The effect of these pre-treatments on the physicochemical and sensory characteristics of pea beverages was investigated. The selected pre-treatments were “dry milling/control” (KBİ), “blanching, soaking in alkaline water and dehulling” (HBİ) and “vacuum” (VBİ). The viscosity and pH values of crude pea beverages were close to that of cow’s milk, while the L^* value was comparatively lower. As a result of the flavor profile analysis, the prominent flavors and aromas were sweet, astringent, pea-like, cooked, bland, boiled corn and green/fresh/floral in crude pea beverages. Hexanal and 2-heptanone in KBİ; 2-ethyl-furan, 1-pentanal, hexanal, 2-heptanone, 2-pentyl-furan and 1-pentanol in HBİ; 2-ethyl-furan, hexanal, 2-heptanone, 2-pentyl-furan in VBİ were detected in higher amounts as a result of GC-MS analysis of crude pea beverages. Additionally, grass (hexanal), popcorn/rice (2-acetyl-1-pyrroline), mushroom (1-octen-3-one), geranium/metal ((Z)-1,5-octadien-3-one) and dirty/oxidized (durene) aromas were detected in GC-O analysis of crude pea beverages. In the optimization step, crude pea beverage was formulated in order to increase the consumer acceptance and

optimum pea beverage (EUBÍ) formulation was obtained. EUBÍ was found to be similar to cow's milk in terms of viscosity, pH and color characteristics. In addition, EUBÍ scored high on all quality measures in the consumer test (n=100). In order to determine the shelf life of EUBÍ, accelerated storage experiment was carried out at three different temperatures. There was no significant change in the physicochemical properties of EUBÍ during storage. However, L^* value slightly decreased, while a^* and b^* values slightly increased with the increasing storage temperature. According to the sensory acceptability results, there was no significant change in the appearance/color and consistency characteristics of EUBÍ during storage. However, a decrease was observed in flavor/taste and overall impression scores of the EUBÍ at higher storage temperatures.

Keywords: Pea, Beverage, Pre-Treatment, Lipoxygenase, Sustainability

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI	i
ETİK BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
BİRİNCİ BÖLÜM	
GİRİŞ	
1.1. Bakliyatlar ve Bezelye	1
1.2. Bitki Esaslı Ürünler	2
1.3. Duyusal Özellikler ve İşleme Teknolojileri	4
İKİNCİ BÖLÜM	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	
2.1. Duyusal Özelliklerin Geliştirilmesi Amacıyla Uygulanan Ön İşlemler ile İlgili Çalışmalar	7
2.2. Bezelyede Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi ile İlgili Çalışmalar	10
2.3. Bezelyenin Uçucu Bileşen Profili İle İlgili Çalışmalar	11
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM	
3.1. Materyal	14
3.2. Deneme Planı ve Ön İşlemler	14
3.2.1. Deneme Planı	14

3.2.2. Ön İşlemler	17
3.3. Bezelye İçeceği Üretimi	18
3.4. Analiz Yöntemleri	19
3.4.1. Temel Bileşim Analizleri	19
3.4.2. Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi Tayini	20
3.4.3. Fizikokimyasal Analizler	21
3.4.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi ile Uçucu Bileşen Analizi	22
3.4.5. Gaz Kromatografisi - Olfaktometri ile Aroma Aktif Bileşen Analizi	24
3.4.6. Depolama Stabilitésinin Belirlenmesi	25
3.4.7. Duyusal Analizler	25
3.4.8. İstatistiksel Analizler	27
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	
4.1. Hammadde Analizlerinin Sonuçları	28
4.1.1. Temel Bileşim Analizleri	28
4.1.2. Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi	29
4.2. Sade Bezelye Sütünde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları	31
4.2.1. Fizikokimyasal Analizler	31
4.2.2. Tüketici Beğeni Testi	35
4.2.3. Tanımlayıcı Duyusal Analiz (Lezzet Profil Analizi)	36
4.2.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi ile Uçucu Bileşen Analizi	38
4.2.5. Gaz Kromatografisi - Olfaktometri ile Aroma Aktif Bileşen Analizi	42
4.3. Formülasyon Aşamasında Üretilen Bezelye İçeceklerinde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları	46
4.4. En Uygun Bezelye İçeceğinde (EUBİ) Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları	53
4.4.1. Fizikokimyasal Analizler, Faz Ayrımı ve Tüketici Beğeni Testi	53
4.4.2. En Uygun Bezelye İçeceğinin (EUBİ) Depolama Stabilitési	54
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	
KAYNAKÇA	60
EKLER	I

EK 1. Depolama Stabilitesi Puanlama Testi Skor Kağıdı	II
EK 2. Sade Bezelye İçeceği Tüketici Beğeni Testi Skor Kağıdı	III
EK 3. Sade Bezelye İçeceği Tanımlayıcı Duyusal Analiz Skor Kağıdı	IV
EK 4. Sade Bezelye İçeceği Tanımlayıcı Duyusal Analiz Referanslar	V
EK 5. Formüle Bezelye İçecekleri Puanlama Testi Skor Kağıdı	VI
EK 6. En Uygun Bezelye İçeceği Tüketici Beğeni Testi Skor Kağıdı	VII



SİMGELER VE KISALTMALAR

KBİ	Kuru öğütme/kontrol ön işlemleri ile üretilen bezelye içeceği
HBİ	Haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma ön işlemleri ile üretilen bezelye içeceği
VBİ	Vakum ön işlemleri ile üretilen bezelye içeceği
EUBİ	En uygun bezelye içeceği
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
L^*	Açıklık veya koyuluk
a^*	Kırmızılık veya yeşillik
b^*	Sarılık veya mavilik
ΔE	Toplam renk değişimi
rpm	Dakikadaki devir sayısı
Na_2CO_3	Sodyum karbonat
NaOH	Sodyum hidroksit
NaCl	Sodyum klorür
M/15	Fosfat tamponu
ϵ	Molar ekstinksiyon katsayısı
%	Yüzde oranı
KM	Kuru madde
°Briks	Toplam çözünür katı miktarı
TA	Titrasyon asitliği
LA	Laktik asit
cP	Santipoise
mPa·s	Milipaskal saniye
>	Büyüktür
<	Küçüktür
MPa	Megapaskal
kcal	Kilokalori
M	Molar
mM	Milimol
μmol	Mikromol
nmol	Nanomol

gfw	Gram formül ağırlığı
ppb	Milyarda bir
W	Watt
eV	Elektron volt
amu	Atomik kütle birimi
GC	Gaz kromatografisi
MS	Kütle spektrometresi
O	Olfaktometri
PCA	Temel bileşen analizi
LOX	Lipoksigenaz
POD	Peroksidaz
HS-SPME	Tepe boşluğu-katı faz mikroekstraksiyon
RI	Alıkonma indeksi
RT	Alıkonma zamanı
NIST	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
STD	Standart

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin hammaddelere göre sınıflandırılması	3
Tablo 2	Bakliyatların işlenmesinde kullanılan yöntemler	5
Tablo 3	Bezelye içeceklerinin formülasyonları	16
Tablo 4	GC-MS Koşulları	24
Tablo 5	Kuru bezelyenin (<300 µm) temel bileşim analiz sonuçları	28
Tablo 6	LOX aktivitesi analiz sonuçları	30
Tablo 7	Sade bezelye içeceklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	32
Tablo 8	Sade bezelye içeceklerinin renk analizi sonuçları	34
Tablo 9	Sade bezelye içeceklerinin tüketici beğeni testi sonuçları	35
Tablo 10	Bezelye içeceklerinin uçucu bileşenleri ve miktarları (ng/mL)	39
Tablo 11	Bezelye içeceklerinde bulunan aroma aktif bileşenlerin aroma yoğunluğu	43
Tablo 12	Formüle bezelye içeceklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	47
Tablo 13	Formüle bezelye içeceklerinin renk analizi sonuçları	48
Tablo 14	Formüle bezelye içeceklerinin faz ayrımı sonuçları	49
Tablo 15	Formüle bezelye içeceklerinin puanlama testi sonuçları	50
Tablo 16	Formüle bezelye içeceklerinin korelasyon analizi sonuçları	51
Tablo 17	Bezelye içeceği formülasyonları	52
Tablo 18	EUBİ'nin fizikokimyasal analizler, faz ayrımı ve tüketici beğeni testi sonuçları	54
Tablo 19	Optimizasyon modelinin tahminleri ve elde edilen analiz sonuçları	54
Tablo 20	EUBİ depolama stabilitesi fizikokimyasal analiz sonuçları	55
Tablo 21	EUBİ depolama stabilitesi renk analizi sonuçları	56
Tablo 22	EUBİ depolama stabilitesi puanlama testi sonuçları	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Kuru öğütme (kontrol) ön işlemleri	17
Şekil 2	Haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma ön işlemleri	18
Şekil 3	Vakum ön işlemleri	19
Şekil 4	LOX aktivitesinin haşlama süresine göre değişimi	30
Şekil 5	Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen %10'luk sade bezelye içecekleri	32
Şekil 6	Sade bezelye içeceklerinin lezzet profil analizi sonuçları	37
Şekil 7	Uçucu bileşen bileşiminin değişkenlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-MS)	41
Şekil 8	Uçucu bileşen bileşiminin ön işlemlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-MS)	42
Şekil 9	Aroma aktif bileşenlerin bileşiminin değişkenlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-O)	45
Şekil 10	Aroma aktif bileşenlerin bileşiminin ön işlemlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-O)	45
Şekil 11	Formülasyon aşamasında üretilen 30 bezelye içeceği	46
Şekil 12	En uygun bezelye içeceği	53

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Bakliyatlar ve Bezelye

Eski çağlardan beri insan diyetlerinde yer alan ve günümüzde tahıllardan sonra en fazla tüketilen bakliyatlar, besin maddelerince zengin bir gıda grubundan oluşmaktadır. Küresel olarak, et içerikli diyetlere erişimi sınırlı olan kırsal popülasyonlarda bakliyatlar ulaşılabilir bir protein kaynağı olmaktadır. Bakliyatların protein içeriği etin bileşimindekine yakındır ve bu nedenle “fakir insanın eti” olarak adlandırılmaktadır (Paul vd., 2020; Xipsiti vd., 2017). Bakliyalarda bulunan aminoasitler tahıllardaki aminoasitlere tamamlayıcıdır ve bu tür gıdaların birlikte tüketimi önem taşımaktadır (Mcdermott ve Wyatt, 2017; Rawal ve Navarro, 2019). Dünya genelinde çok sayıda insan tahıllarla birlikte bakliyatları temel gıda olarak tüketmektedir. Bakliyatlar ile tahıllar arasındaki temel farklar, genellikle bakliyatların iyi bir protein ve diyet lifi kaynağı olması, düşük glisemik indeks ve düşük yağ içeriğine sahip olmasıdır (Rahate vd., 2021; Vallath vd., 2022).

Leguminosae (Fabaceae) familyasında yer alan ve çok değerli bir protein kaynağı olan bezelyenin (*Pisum sativum* L.) protein içeriği (%20-30) hem çevresel koşullardan hem de genetik özelliklerden etkilenmektedir (Burger ve Zhang, 2019; Hood-Niefer vd., 2012). Diğer bakliyalara benzer şekilde, bezelye proteinleri yüksek miktarda lizin içerirken, düşük miktarlarda metionin ve sistein içermektedir. Bezelye bileşiminde yüksek miktarları, kimyasal özellikleri ve fonksiyonel karakteristikleri ile nişasta ve diyet lifi öne çıkmaktadır. Bezelyelerdeki diyet lifi hem tohum kabuğundan hem de kotiledondan ileri gelmekte olup, tohum kabuğu başlıca selüloz olmak üzere büyük ölçüde suda çözünmeyen polisakkaritleri içermektedir. Kotiledon ise başlıca selüloz, hemiselüloz ve pektinler olmak üzere çeşitli derecelerde çözünürlüğe sahip polisakkaritlerden oluşur (Dahl vd., 2012). Bezelye bileşiminde makro minerallerden potasyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyum; mikro minerallerden ise demir, selenyum, çinko ve bakır öne çıkmaktadır. Diğer yandan bezelye, tiamin, riboflavin, niasin ve folat gibi vitaminler bakımından da zengindir (Kour vd., 2020).

Yüksek kaliteli protein, nişasta, vitaminler, mineraller ve diyet lifinin yanında, içerdği çeşitli fitokimyasallar ile bezelyenin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri göze çarpmaktadır (Martens vd., 2017).

1.2. Bitki Esaslı Ürünler

Günümüzde tüketiciler hem kendilerinin hem de gezegenin sağlığını korumak amacıyla daha etik, sürdürülebilir ve sağlıklı gıdalara yönelmektedir (Alcorta vd., 2021; Oduro vd., 2021). Gıda endüstrisi bu yönelimler karşısında devrim niteliğinde değişimler geçirmektedir. Çoğu işletme tüketici taleplerini karşılamak için yeni nesil bitki esaslı ürünler geliştirmektedir. Özellikle et, süt, yumurta alternatifleri ve bunların ürünleri üzerinde çalışmalar yoğunlaşmaktadır (McClements ve Grossmann, 2021).

Uzunca bir süredir insan beslenmesinin önemli bir parçası olan inek sütünün popülaritesi son yıllarda azalmaktadır (Alcorta vd., 2021; Haas vd., 2019). Bunun nedenleri arasında; herkes tarafından kolayca sindirilememesi, laktoz intoleransı, inek sütü protein alerjisi, doymuş yağ içeriği, şeker seviyeleri, hormonal içeriği ve hayvanlarda antibiyotik kullanımı gibi faktörler yer almaktadır. Bunun yanında, yeni yaşam stilleri (vegan, vejetaryen, fleksitaryen vb.), çevresel ve etik nedenler bitki esaslı ürünlere olan talebi artırmaktadır (Cardello vd., 2022; Rasika vd., 2021).

Bitki esaslı süt görünümünde içecekler, esas olarak bitki materyallerin suda çözünebilen özütleridir (Penha vd., 2021). Bu özütler ile inek sütünü anımsatan ancak laktoz ve kolesterol içermeyen bir içecek elde edilmektedir. Bitki esaslı süt görünümünde içecek üretiminde farklı kaynaklar kullanılabilir. Kullanılan hammaddelerden bazıları Tablo 1’de verilmiştir (Reyes-Jurado vd., 2021; Sethi vd., 2016). Hammaddeler arasında soya, badem, yulaf ve Hindistan cevizi küresel olarak oldukça yaygındır (Ranathunga ve Suwannaporn, 2021; Reyes-Jurado vd., 2021). Üretimde kullanılan bitkisel materyal ve işleme yöntemi, bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin besinsel bileşimini etkilemektedir (Craig vd., 2021; Chalupa-Krebdak vd., 2018). İnek sütü besinsel açıdan oldukça zengin bir gıdadır. Bitki

esaslı süt görünümünde içecekler ise inek sütüne kıyasla, özellikle protein içeriği bakımından genellikle zayıftır. Bu nedenle, üretimde bakliyatlar gibi protein içeriği yüksek olan kaynakların kullanılması önem taşımaktadır (Farak vd., 2022; Mkinen vd., 2015).

Tablo 1

Bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin hammaddelere göre sınıflandırılması

Tahıllar	Yulaf, pirinç, mısır, buğday, avdar
Bakliyatlar	Soya, yer fıstığı, fasulye, acı bakla, brlce, bezelye, nohut
Kuruyemişler	Badem, Hindistan cevizi, kaju, fındık, fıstık, ceviz
Yağlı tohumlar	Susam, keten tohumu, kenevir, ayçiçeği
Yalancı tahıllar	Kinoa, teff, amarant
Diğer	Patates, karpuz çekirdeği, kavun ekirdeği

Bitki esaslı süt görünümünde içecek üretim prosesinde yer alan işlemler, kullanılacak hammaddeye ve ürün hedeflerine göre değişmektedir. Endüstriyel ölçekte bitki esaslı süt görünümünde içecek üretim aşamaları arasında; bitki materyalinin kuru veya yaş ekstraksiyonu, katı materyalin ayrılması (süzme), ürün formlasyonu, homojenizasyon, ısıl işlem ve ambalajlama bulunmaktadır (Nawaz vd., 2020). Ekstraksiyon verimini ve besinsel kaliteyi artırmak, duyuusal nitelikleri iyileştirmek ve/veya istenmeyen lezzet bileşenlerini elimine etmek amacıyla hammaddelere genellikle bazı ön işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler arasında ıslatma, kabuk soyma, haşlama, yağ alma ve çimlendirme sayılabilir (Reyes-Jurado vd., 2021).

Bitki esaslı gıda pazarı modern gıda endüstrisinde en hızlı büyüyen sektörlerden birisidir. Bu pazar, Amerika’da 2018-2021 yılları arasında %54’lk, Avrupa’da 2018-2020 yılları arasında %49’luk büyüme göstermiştir (GFI, 2022; SP, 2020). Bunun yanında, küresel bitki esaslı süt görünümünde içecek pazarının 2023 yılı itibariyle 29,6 milyar \$ büyüklüğe ulaşacağı tahmin edilmektedir (Nawaz vd., 2020). Bitki esaslı gıda ürünleri kategorilerini başlıca et, balık, yumurta, süt alternatifleri ve bunların ürünleri oluşturmaktadır. Amerika’da 2021 yılında satılan bitki esaslı gıda ürünleri arasında %50’den

fazla pay ile bitki esaslı süt görünümünde içecekler ve bunların ürünleri ne çıkmaktadır (GFI, 2022; McClements ve Grossmann, 2021).

1.3. Duyusal zellikler ve İşleme Teknolojileri

İnek sütü düşük viskozite, karakteristik hafif tat ve opak krem-beyaz grne sahiptir. Tüketiciler de bitki esaslı süt grnmde içeceklerden bu nitelikleri sağlamasını beklemektedir (Vogelsang-O'Dwyer vd., 2021). Bununla birlikte, üretilen bitki esaslı süt görünümünde içecekler hammaddeye bağlı olarak farklı karakteristiklere sahip olabilmektedir (Silva vd., 2020). Bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin geliştirilmesinde açılması gereken bazı zorluklar bulunmaktadır. Bunlar; duyusal özelliklerin kabul edilebilir düzeye getirilmesi, besinsel dengenin sağlanması, ürün stabilitesinin sağlanması, antibesinsel faktörlerin azaltılması/elimine edilmesi, raf ömrünün iyileştirilmesi ve yasal düzenlemelerin yapılması gibi önem verilmesi gereken noktalardır (Aydar vd., 2020; Nawaz vd., 2020).

Bakliyatlar, pek çok tüketiciden istenmeyen lezzet (off-flavour) olarak tanımlanan, çeşitli gıda formülasyonlarında kullanımlarını zorlaştıran, kendilerine has duyusal özelliklere sahiptir. Bunlar, kısmen doğal olarak kısmen de hasat, işleme ve depolama sırasında oluşmaktadır. Bakliyatlardaki istenmeyen uçucu lezzet bileşenleri genel olarak aldehitler, alkoller, ketonlar, asitler, pirazinler ve sülfür bileşenleri olarak gruplara ayrılmaktadır (Abbas ve Ahmad, 2018; Viana ve English, 2021). Bunun yanında saponinler, fenolik bileşenler ve alkaloidler de istenmeyen lezzet üzerinde etkili olmaktadır (Singh, 2017).

Bakliyatlar arasında istenmeyen lezzet (off-flavour) en ayrıntılı şekilde bezelyeler için tanımlanmıştır. Bezelyelere özgü aromayı olutıran üç farklı 3-alkil-2-metoksipirazin bileşiği bulunmaktadır. Bu bileşenler oldukça düşük konsantrasyonda bulunmaktadır. Ancak eik değerleri düşük olan bu bileşenler, algılanan bezelye aromasında baskın olmaktadır (Roland vd., 2017). Bunun yanında aldehitler, ketonlar ve alkoller gibi uçucu bileşen

grupları, bezelyelerde istenmeyen lezzeti etkilemektedir (Ben-Harb vd., 2022). Bu uçucu bileşenler çoğunlukla doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ve enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır (Trindler vd., 2021). Bu konuda lipoksigenaz (LOX), hidroperoksit liyaz ve dolaylı olarak da lipaz enzimleri öne çıkmaktadır. Lipaz trigliseritleri serbest yağ asitlerine parçalamaktadır. Ardından, LOX serbest yağ asitlerini yağ asidi peroksitlerine dönüştürmektedir. Hidroperoksit liyaz ise, yağ asidi peroksitlerini asitler ve aldehitler gibi uçucu bileşenlere parçalamaktadır. Ortam pH'sı ve substrat spesifitesi gibi faktörlere bağlı olarak farklı bileşenler meydana gelmektedir (Fischer vd., 2020; Shi vd., 2020).

Bakliyatlar genellikle mikrobiyal stabilitenin artırılması, enzimlerin inaktivasyonu ve duyusal kalitenin iyileştirilmesi amacıyla işlenmektedir. Bakliyatların işlenmesinde kullanılan yöntemler Tablo 2'de gösterilmektedir (Abbas ve Ahmad, 2018; Patterson vd., 2017). Bunun yanında, yüksek yoğunluklu ultrases, yüksek basınçla işleme, vurgulu elektrik alan, mikrodalga, ohmik ısıtma, süperkritik karbondioksit ve ultraviyole radyasyon gibi yenilikçi teknolojiler de kullanılmaktadır (Bocker ve Silva, 2021; Munekata vd., 2020).

Tablo 2

Bakliyatların işlenmesinde kullanılan yöntemler

Uygulamalar		
Suda bekletme	Basınçlı pişirme	Ekstrüzyon pişirme
Pişirme/kaynatma	Fermantasyon	Mikronizasyon
Öğütme	Çimlendirme	Ultrasound
Mikrodalga pişirme	Kimyasal madde kullanımı	Işınlama

Bu çalışmanın genel amacı, sürdürülebilirlik ve besin değeri açısından öne çıkan ancak istenmeyen lezzet bileşenlerinin yoğun olarak bulunduğu bezelyeden, duyusal özellikleri geliştirilmiş sade ve formüle içecek üretilmesidir. Çalışmanın amaca yönelik hedefleri ise aşağıda sıralanmıştır:

- Farklı ön işlemlerin bezelye içeceklerinin duyuşal karakteristilerine etkisinin belirlenmesi,
- Bezelyenin LOX aktivitesinin ve enzimin ısı inaktivasyon koşullarının tespit edilmesi,
- Bezelye içeceği üretim basamaklarının optimizasyonu,
- Bezelye içeceklerinin tanımlayıcı duyuşal analiz (lezzet profil analizi) ile duyuşal karakteristilerinin belirlenmesi,
- Bezelye içeceklerinin GC-MS ile uçucu bileşenlerinin ortaya konması,
- Bezelye içeceklerinin GC-O ile aroma aktif bileşenlerinin tespit edilmesi,
- Bezelye içeceği formülasyonunun optimizasyonu,
- Optimizasyon ile elde edilen en uygun bezelye içeceğinin depolama stabilitesinin belirlenmesidir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Duyusal Özelliklerin Geliştirilmesi Amacıyla Uygulanan Ön İşlemler ile İlgili Çalışmalar

Ma vd. (2021), farklı işlemlerden geçirilen bezelyelerden elde edilen “sütlerin” ve bu “sütlerden” elde edilen “yoğurtların” mikrobiyolojik, bileşimsel, duyuşal ve tekstürel özelliklerini incelemiştir. Kuru bezelyelerden ıslatma, yağ öğütme, santrifüj ve ısıtma ile nötral bezelye “sütü” elde edilmiştir. Bunun yanında alkali suda bekletme, kabuk soyma + alkali suda bekletme, haşlama + kabuk soyma + alkali suda bekletme, haşlama + kabuk soyma + asit suda bekletme ile farklı işlemlerden geçen bezelye “sütleri” üretilmiştir. Alkali suda bekletme ve kabuk soyma + alkali suda bekletme ile üretilen “sütler” protein miktarı bakımından öne çıkmıştır. Uygulanan işlemlerin bezelye “sütündeki” uçucu bileşenlerin miktarını kontrol “sütüne” kıyasla önemli düzeyde azalttığı bulunmuştur. Bu işlemlerin bezelye “sütünün” duyuşal özelliğini iyileştirmede etkili olduğu belirtilmiştir. LOX enzim inaktivasyonundan dolayı, haşlama basamağı bulunan işlemlerin toplam uçucu bileşen miktarının daha düşük olduğu gösterilmiştir.

Lan vd. (2019), bezelye protein izolatının istenmeyen lezzet karakteristiklerini azaltmada katı dispersiyon bazlı püskürtmeli kurutma işleminin kullanımını araştırmıştır. Püskürterek kurutma ile arabik gam veya maltodekstrin ile katı dispersiyonlar oluşturulduktan sonra bezelye protein izolatında fasulyemsi aromalar azalmıştır. Özellikle 1-pentanol ve 1-okten-3-ol bileşenlerinin miktarında önemli ölçüde düşüş tespit edilmiştir. Araştırmacılar, düşük miktarda taşıyıcının bezelye protein izolatının fasulyemsi aromasını azaltmada yeterli olacağını belirtmiştir.

Azarnia vd. (2011), HS-SPME-GC-MS ile bezelye çeşitlerinin lezzet profilini karşılaştırmış ve farklı işleme yöntemlerinin (kuru öğütme, pişirme ve kabuk soyma)

bezelyelerdeki uçucu bileşenler üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Pişirilmiş ve kabuğu soyulmuş bezelyelerdeki uçucu bileşenlerin toplam alanı önemli ölçüde azalmıştır. Pişirilmiş bezelyelerdeki uçucu bileşenlerin azalmasının nedeni olarak uçucu veya hidrofilik bileşenlerin ıslatma ve pişirme sırasında suya geçmesi olarak belirtilmiştir. Uçucu bileşenlerdeki başlıca farklar alkol, keton ve aldehit sınıflarında gözlenmiştir.

Yen vd. (2021), vakum mikrodalga dehidrasyon işleminin bezelye proteininin uçucu bileşenlerine etkisini incelemiştir. Bezelye proteininin $2 \text{ W} \cdot \text{g}^{-1}$ spesifik mikrodalga enerjisi ve 200 Torr vakum seviyesinde 88 dakikalık işlem görmesi sonucunda toplam uçucu bileşenleri %83 oranında azalmıştır. Araştırmacılar vakum mikrodalga dehidrasyon işleminin bezelye proteininin istenmeyen lezzet yoğunluğunu azaltmada büyük bir potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir.

Schindler vd. (2012), laktik asit fermantasyonunun bezelye protein ekstraktında kalıcı olarak kötü lezzet oluşumunu azaltma veya maskeleye potansiyelini araştırmıştır. İşlem görmemiş ve fermente bezelye protein ekstraktının çalışmada referans olarak kullanılan ticari peynir altı suyu proteinine benzer raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir. İşlem görmemiş ve fermente bezelye protein ekstraktında tanımlanan uçucu bileşenlerin çoğu benzer olarak bulunmuştur. Laktik asit fermantasyonu n-hekzanal içeriğini azaltarak ve kötü aromayı iyileştirerek/maskeleyerek duyuşal profili iyileştirme potansiyeli göstermiştir.

Vatansever vd. (2021), HS-SPME-GC-MS-O ile bezelye ununun istenmeyen lezzetinin giderilmesinde süperkritik karbondioksit + etanol ekstraksiyonunun (%22 etanol, 86°C ve $42,71 \text{ MPa}$) etkinliğini değerlendirmiştir. Toplam uçucu konsantrasyonu kontrol ve aroması giderilmiş un için sırasıyla $7,1-18,1 \text{ g/g}$ ve $0,4-2,7 \text{ g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Uygulanan ekstraksiyon yöntemi bezelye ununun istenmeyen lezzet bileşenlerinde önemli miktarda azalmaya neden olmuştur.

Tanger vd. (2021), bezelye proteininin duyuşal karakteristikleri üzerine ekstrüzyon parametrelerinin, püskürtmeli ve dondurarak kurutmanın etkisini araştırmıştır. Araştırmacılar, püskürtmeli ve dondurarak kurutma işlemlerinin tat ve aroma profili üzerinde olumlu yönde etkili olduğunu belirtmiştir. Mikro partiküllerin kurutulması sonucu istenmeyen çimenimsi/fasulyemsi lezzetin azaltıldığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumu, suyun buharlaşması ile uçucu bileşenlerin azalmasına ve proteine daha düşük oranda bağlanması ile açıklamıştır.

Xu vd. (2019), HS-SPME-GC-MS-O kullanarak çimlendirme işleminin nohut, mercimek ve bezelyelerin duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çimlendirme ile üç bakliyatda farklı lezzet profilleri gelişmiştir. Bununla birlikte, üç bakliyatda da çimenimsi, yeşilimsi, fasulyemsi, salatalık benzeri, mantar benzeri, toprağımsı ve ransid olarak tanımlanan benzer özellikler tespit edilmiştir. Genel olarak çimlendirme işlemi, istenmeyen lezzet olarak tanımlanan fasulyemsi aromayı mercimek ve bezelyelerde artırırken, nohutlarda azaltmıştır. Hekzanal, (E,E)-2,4-nonadienal, (E,E)-2,4-dekadienal, 3-metil-1-bütanol, 1-hekzanol ve 2-pentil-furan bileşenlerinin bakliyat unlarındaki fasulyemsi aroma ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

El Youssef vd. (2020), bezelye protein izolatının lezzet profilini iyileştirmede laktik asit bakterileri ile fermantasyon işleminin etkinliğini değerlendirmiştir. Çalışmada kullanılan laktik asit bakteri kültürü bakliyatımsı ve yeşil aromayı azaltmıştır. Laktik asit bakterileri ile mayaların birlikte kullanımları duyuşal özellikleri iyileştirmede etkinliği artırmıştır. Fermantasyon sırasında istenmeyen lezzete neden olan birçok bileşimin parçalandığı belirtilmiştir.

Frohlich vd. (2021), sarı bezelyelere uygulanan kavurma ve mikronizasyon ön işlemlerinin un kalitesine ve bu un kullanılarak üretilen ekmeklerin duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Renk haricinde un kalitesinde önemli bir değişim olmamıştır. Mikronize sarı bezelye unundan üretilen pita ekmekleri genel kabul edilebilirlik ve satın alma isteğı konusunda daha yüksek puan almıştır. Aroma kabul edilebilirliğı konusunda mikronize ve kavrulmuş sarı bezelye unundan üretilen ekmekler, işlem görmemiş

bezelye ununa göre önemli derecede yüksek puan almıştır. Mikronizasyon işleminin bakliyat unlarındaki istenmeyi lezzeti elimine etmede kavurmaya göre daha etkin olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar ısıtma işleminin sarı bezelyenin aromasını geliştirmede kullanılabileceğini önermiştir.

2.2. Bezelyede Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi ile İlgili Çalışmalar

Bi vd. (2022), bezelye “sütünde” LOX aktivitesini inhibe etme yollarını ve istenmeyen lezzet gelişimi ile enzimlerin arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Islatma, yaş öğütme ve filtrasyon yoluyla elde edilen bezelye “sütünde” en iyi sonucu kuersetin ile kombine yüksek hidrostatik basınç uygulaması (550 MPa, 20°C, 10 dakika) göstermiş ve LOX-2 aktivitesini 1324,18 ünite/g’dan 838,76 ünite/g’a düşürmüştür. Bununla birlikte ısıtma işlem uygulaması aktiviteyi 136,25 ünite/g seviyesine düşürmüştür ve araştırmacılar bu uygulamanın daha etkin olduğunu belirtmiştir. Isıtma işlemi ile LOX-2 aktivitesi %89,71 azaltılan bezelye “sütünde” linoleik asit ve α -linolenik asit miktarları daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar LOX-2 aktivitesinin hekzanal, 2-pentil-furan, 1-pentanol, oktanal ve 1-okten-3-ol miktarlarıyla pozitif korelasyona sahip olduğunu belirtmiştir.

Gökmen vd. (2005), bezelyelerin dondurarak depolanması sırasında kalite bozulmalarının önüne geçilmesi ve haşlama koşullarının optimizasyonu için LOX ve peroksidaz (POD) enzimlerinin indikatör olarak kullanımlarını araştırmıştır. LOX ve POD için D-değerleri (desimal azalma süreleri) sırasıyla 70°C’de 4,06 ve 17,16 dakika ve 80°C’de 0,59 ve 1,99 dakika olarak bulunmuştur. 12 ay süresince -18°C’de depolanan bezelyelerde enzim rejenerasyonu gözlenmemiştir. Uzun süreli depolama sonunda haşlanmamış bezelyelerde LOX aktivitesi %80 seviyesine düşerken, POD aktivitesi %55-60 seviyelerine düşmüştür. Çalışmada, LOX için 70°C’de 4 dakikalık ve POD için 80°C’de 2 dakikalık haşlama işleminin enzim aktivitelerinde %90 veya daha fazla azalma sağladığı ve enzim inaktivasyonunda yeterli olacağı belirtilmiştir.

Sopiwnyk vd. (2020), sıcaklığın ve bağıl nemin aylık olarak takip edildiği bir depo ortamında 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18 ve 24 ay depolanan bakliyat unlarının bazı pişirme ve un özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada en yüksek LOX aktivitesi taze öğütülmüş bakliyat unlarında bulunmuştur. Taze öğütülmüş bütün sarı bezelye, kabuğu alınmış bölünmüş sarı bezelye, bütün beyaz börülce, bütün nohut ve kabuğu alınmış kırmızı mercimek unlarının LOX aktiviteleri sırasıyla 33179, 28431, 21913, 10349 ve 19095 ünite/g olarak belirlenmiştir. 1 aylık depolama sonrasında LOX aktivitesi önemli olarak düşmüştür ancak daha sonraki aylarda LOX aktivitesinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

Akyol vd. (2006), bazı sebzelerin LOX ve POD aktiviteleri üzerine yüksek hidrostatik basınçla birlikte ılımlı ısı işlem uygulamasının etkinliğini araştırmıştır. 250 MPa/20°C/30 dakika koşullarında basınç uygulamasının ardından 50°C'de 30 dakika haşlama işleminin bezelyelerin LOX aktivitesinde %70 inhibisyon sağladığı bulunmuştur. Bununla birlikte, 250 MPa basınçta 30 yerine 15 dakika işlemin aynı haşlama koşullarında yalnızca %17 LOX inaktivasyonu sağladığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, LOX ve POD enzimlerinin inaktivasyonu için çalışmada seçilen koşullardan daha yüksek sıcaklık ve basınç uygulamaları gerektiğini belirtmiştir.

Szymanowska vd. (2009), bezelye LOX'unun optimum pH, substrat spesifikliğı ve bazı fenolik bileşenlerin inhibisyon etkisini araştırmıştır. Bezelye LOX aktivitesi için optimum pH'nın 5,5 olduğu ve pH 5-6 aralığında aktivitenin yüksek olduğu belirtilmiştir. Enzim için en uygun substratın linoleik asit olduğu, oleik asite karşı aktivitenin olmadığı ifade edilmiştir. Araştırmada bezelye LOX'unun bazı fenolik bileşenler ile etkili bir biçimde inhibe edilebileceğı belirtilmiştir. Bu konuda en etkili inhibitörün kafeik asit (%57 inhibisyon) olduğu bulunmuştur.

2.3. Bezelyenin Uçucu Bileşen Profili İle İlgili Çalışmalar

Zhang vd. (2020), GC-O-MS ile bezelye "sütü" ve soya "sütündeki" uçucu bileşenleri karşılaştırmış ve istenmeyen lezzete neden olan bileşenleri duyuşal

değerlendirme ile belirlemiştir. “Sütler” ıslatma, öğütme, filtrasyon ve santrifüj ile elde edilmiştir. Toplam uçucu bileşen miktarı bezelye “sütünde” 683,52 µg/L iken soya “sütünde” 804,49 µg/L olarak bulunmuştur. “Sütlerde” uçucu bileşenler arasında hekzanal, 1-hekzanol ve 1-okten-3-ol bileşenleri öne çıkarken; aroma aktif bileşenler arasında hekzanal, 1-okten-3-ol, (E,E)-2,4-nonadienal ve (E,E)-2,4-dekadienal olfaktometri analizlerine yüksek yoğunluk göstermiştir. Bunun yanında, yalnızca bezelye “sütünde” 2-metoksi-3-izopropil-(5 veya 6)-metil pirazin bileşiği güçlü lezzet yoğunluğu göstermiştir.

Trikusuma vd. (2020), UHT işlemi uygulanan ve depolanan bezelye protein içeceğinin aroma profilindeki değişiklikleri karakterize etmiştir. Tanımlanan 21 bileşen arasında bezelye proteininde ilk kez 2-pentil-furan, 2-heptanon, (E,E)-2,4-nonadienal, maltol ve oktanoik asit bileşenleri rapor edilmiştir. UHT uygulanmamış kontrol örneğinde maltol, izovalerik asit, oktanoik asit, hekzanal ve sulfurol yüksek miktarlarda (100-1500 µg/L) bulunurken; (E,E)-2,4-nonadienal, metional, (E)-2-oktenal, 2-asetil-1-pirolin, (E,E)-2,4-dekadienal ve 2-izobütil-3-metoksipirazin düşük miktarlarda (<1 µg/L) bulunmuştur. UHT uygulanmış örneklerde 1-pentanol, hekzanal, heptanal, metional, 1-okten-3-ol, (E)-2-oktenal, nonanal, 2-izobütil-3-metoksipirazin, sulfurol, (E,E)-2,4-dekadienal, *p*-vinilguaiakol, γ -nonalakton, 2-pentil-furan, 2-heptanon ve (E,E)-2,4-nonadienal miktarı önemli miktarda artmıştır. UHT uygulandıktan sonra 7 hafta soğukta depolanan örneklerde 2-heptanon, 2-pentil-furan ve oktanoik asit miktarları önemli miktarda artmıştır.

Bi vd. (2020), kavurma işleminin kalitatif ve kantitatif olarak bezelyelerdeki uçucu bileşenlerin üzerine etkisini ve bezelyelerdeki aroma aktif bileşenleri GC-O ve GC-MS kullanarak belirlemiştir. Asitler (%36,83) ve alkoller (%33,49) bezelyelerdeki toplam uçucu bileşenler arasında öne çıkmıştır. Kavurma işleminden sonra asitlerin (%1,43) ve alkollerin (%2,04) oranı azalırken, piranonların (%65,91) ve pirazinlerin (%23,15) oranı artmıştır. Bezelyelerde aroma bileşenleri arasında 3-metilbütanoik asit (4500 µg/kg), hekzanal (1260 µg/kg) ve benzil alkol (1210 µg/kg) bileşenlerinin yüksek konsantrasyona sahip oldukları bulunmuştur. Bunun yanında, aroma bileşenlerinden benzaldehit, (E)-oktenal, nonanal, 1-pentanal, (Z)-2-penten-1-ol, 1-hekzanol ve benzil alkolün öne çıktığı bulunmuştur. Kavrulmuş bezelyelerde maltol (103000 µg/kg), 2,6-dimetil pirazin (16100 µg/kg) ve etil

maltol (9930 µg/kg) bileşenlerinin yüksek konsantrasyona sahip oldukları tespit edilmiştir. Kavrulmuş bezelyelerde aroma bileşenleri arasında furfural, benzenasetaldehit ve 3-metilbütanal ilk kez tespit edilmiştir.

Murat vd. (2013), bezelye aroma aktif bileşenlerinin belirlenmesini ve bezelye unundan bezelye proteini eldesi sürecinde bu bileşenlerin değişimlerini incelemiştir. Bezelye ununun LOX aktivitesi 407 ünite/dakika/mg olarak bulunurken diğer örneklerde çok düşük bulunmuştur. Bezelye ununda 65 uçucu molekül (66,9 µg/g), ham ekstrakta 67 uçucu molekül (7,7 µg/g), çözünebilir protein fraksiyonunda 71 uçucu molekül (2,7 µg/g) ve ticari bezelye proteininde 71 uçucu molekül (304,8 µg/g) tespit edilmiştir. Bezelye ununda alkoller, ketonlar ve karboksilik asitler öne çıkarken, önemli bileşenler 1-penten-3-ol, 1-hekzanol, 2-metil-3-heptanon, 5-etildihidro-2-furanon ve undekanol olarak bulunmuştur. Bezelye proteininde aldehitler, ketonlar ve karboksilik asitler öne çıkarken, önemli bileşenler arasında 2-metil-3-heptanon, hekzanal, heptanal, ve (E,E)-3,5-oktadien-2-on bulunmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez kapsamında kullanılacak olan kuru bezelyeler (*Pisum sativum* L.) yerel marketlerden (Çanakkale, Türkiye) temin edilmiştir. Kuru bezelyeler çalışma süresince oda şartlarında muhafaza edilmiştir.

3.2. Deneme Planı ve Ön İşlemler

3.2.1. Deneme Planı

Uygulanacak ön işlemler ile bezelyenin duyuşal özellikleri iyileştirilerek sade ve formüle içecek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan ön denemeler ile, sade bezelye içeceği üretiminde kullanılabilecek katı madde oranının en fazla %10 olabileceği bulunmuştur. Bu oran ile üretilen sade bezelye içeceklerinde fizikokimyasal analizler, lezzet profil analizi, uçucu bileşen analizi, aroma aktif bileşen analizi ve tüketici beğeni testi yapılmıştır. Tüketici beğeni testi sonuçlarına göre en uygun ön işlem belirlenerek formülasyon aşamasına geçilmiştir.

Formülasyon aşamasında kullanılacak içeriklerin minimum ve maksimum miktarları yapılan ön denemeler ile belirlenmiştir. İçerik aralıkları (%), bezelye konsantrasyonu için “3,00-10,00”, yağ miktarı için “0,50-7,00”, şeker miktarı için “0,50-4,00”, gam miktarı için “0,00-0,03” ve en uygun ön işlem ile üretilen bezelye içeceği için “%87,93-97,96” olarak belirlenmiştir. Formülasyonda tuz (NaCl, %0,01), emülgatör (lesitin, %1,00) ve toz vanilya (%0,01) miktarları sabit tutulmuştur. Optimizasyonda Design-Expert 13 (Stat-Ease, Minneapolis, ABD) programı kullanılarak, “Optimal (Combined) Design” modu ve “Quadratic X Linear” modeli ile 30 farklı bezelye içeceği formülasyonu (Tablo 3) elde

edilmiştir. Üretilen bezelye içeceklerinden analiz verileri elde edildikten sonra viskozite, puanlama testi (görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet, tüm izlenim) ve faz ayrımı sonuçları yanıt (response) olarak kullanılmıştır. Böylece, formülasyon aşaması sonunda yapılan optimizasyon ile en uygun bezelye içeceği formülasyonu elde edilmiştir. Elde edilen en uygun bezelye içeceğinde fizikokimyasal analizler, tüketici beğeni testi ve depolama stabilitesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.



Tablo 3

Bezelye içeceklerinin formülasyonları

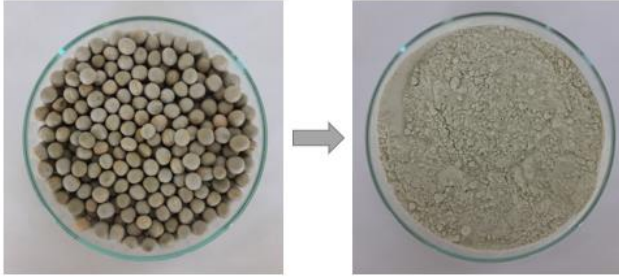
Formülasyon Numarası	Bezelye İçeceği (%)	Yağ (%)	Şeker (%)	Gam (%)	Bezelye Konsantrasyonu (%)
1	93,62	4,83	0,50	0,00	5,33
2	92,27	2,66	4,00	0,02	3,00
3	87,96	7,00	4,00	0,00	3,00
4	93,62	4,83	0,50	0,00	8,25
5	93,69	2,12	3,12	0,01	6,50
6	92,26	2,66	4,00	0,03	4,75
7	93,43	2,66	2,83	0,03	3,00
8	93,62	4,83	0,50	0,00	5,33
9	90,29	7,00	1,66	0,00	10,00
10	96,77	0,50	1,66	0,02	7,66
11	92,27	2,66	4,00	0,02	3,00
12	97,94	0,50	0,50	0,02	3,00
13	97,93	0,50	0,50	0,03	10,00
14	92,29	2,66	4,00	0,00	10,00
15	87,93	7,00	4,00	0,03	4,75
16	94,43	0,50	4,00	0,03	3,00
17	93,43	2,66	2,83	0,03	3,00
18	91,43	7,00	0,50	0,03	10,00
19	95,61	0,50	2,83	0,01	10,00
20	87,95	7,00	4,00	0,01	10,00
21	96,21	0,50	2,25	0,00	4,75
22	90,12	4,83	4,00	0,00	7,66
23	94,43	0,50	4,00	0,03	10,00
24	94,69	3,75	0,50	0,01	10,00
25	91,43	7,00	0,50	0,03	3,00
26	97,96	0,50	0,50	0,00	10,00
27	89,69	7,00	2,25	0,01	3,00
28	92,93	3,75	2,25	0,03	10,00
29	92,93	3,75	2,25	0,03	10,00
30	89,69	7,00	2,25	0,01	3,00

3.2.2. Ön İşlemler

Bezelye ieeği üretiminde kullanılacak ön işlemler “kuru öğütme/kontrol”, “haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma” ve “vakum” olarak belirlenmiştir.

Kuru Öğütme/Kontrol Ön İşlemi (KBI)

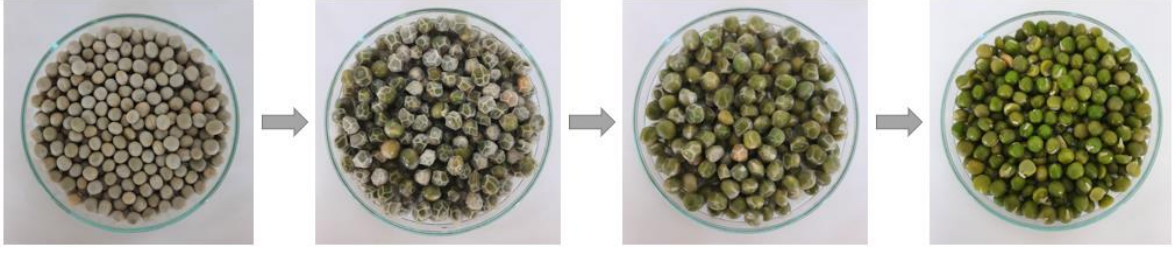
Kuru bezelyeler laboratuvar tipi öğütücü (Yuhong Industry, IC-02A, Jiangsu, Çin) ile öğütülerek un elde edilmiştir. Öğütme işlemi bezelye ieeği üretiminin hemen öncesinde yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kuru öğütme (kontrol) ön işlemi

Haşlama, Alkali Suda Bekletme ve Kabuk Soyma Ön İşlemi (HBI)

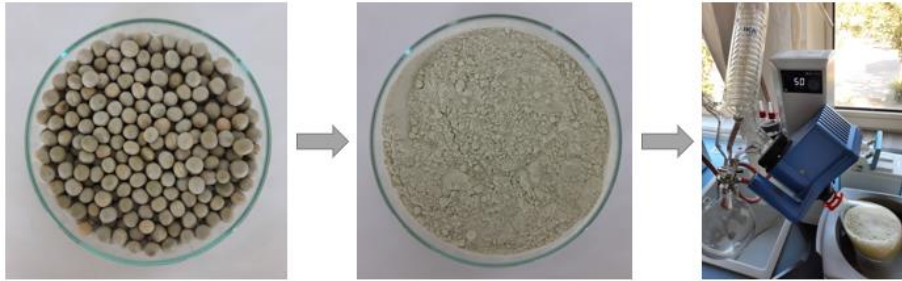
Haşlama işleminin uygulanma sebebi istenmeyen lezzete neden olan enzimlerin ısı işlem ile inaktivasyonunu sağlamaktır. Böylece, LOX enzimi ölçüt alınarak 100°C’de aktivitenin sonlandığı süre kadar haşlama işlemi uygulanmış ve süre sonunda materyal hızlıca buzlu suya alınarak soğutulmuştur. Ardından, pH’sı sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile 9’a ayarlanmış su içinde 1 saat bekletilmiştir (Gao vd., 2020). Süre sonunda, taneler akar su altında yıkanmış ve el ile kabuk soyma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma ön işlemi

Vakum Ön İşlemi (VBI)

İşlem öncesinde kuru öğütmede olduğu gibi bezelye unu elde edilmiştir. Belirlenen miktarda bezelye unu ve saf su 30 dakika manyetik karıştırıcı üzerinde (Witeg, MSH-20D, Wertheim, Almanya) hidrate edilmiştir. Süre sonunda materyal rotary evaporatöre (IKA, RV 8, Staufen, Almanya) alınarak “30 dakika/50°C/50 rpm” koşullarında sürekli vakum işlemi uygulanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Vakum ön işlemi

3.3. Bezelye İçeceği Üretimi

Bezelye içeceği üretimi “kuru” ve “yaş” üretim olarak ikiye ayrılmıştır. Kuru üretim için, hedeflenen konsantrasyon dikkate alınarak planlanan miktarda kuru bezelye tartılmıştır. Ardından, “3.2.1.” numaralı başlıkta açıklanan “kuru öğütme/kontrol” veya “vakum” ön işlemi uygulanmıştır. Yaş üretim için, hedeflenen konsantrasyon dikkate alınarak planlanan

miktarda kuru bezelye tartılmıştır. Ardından, “3.2.1.” numaralı başlıkta açıklanan “haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma” ön işlemleri uygulanmış ve planlanan miktarda saf su ile karıştırılarak blender’da (Waring Commercial, 8011S, Connecticut, ABD) 2 dakika öğütülmüştür. Ardından karışım bıçaklı öğütücüye (Retsch, GM 200, Haan, Almanya) aktarılarak “4000 rpm/3 dakika” koşullarında ikinci bir öğütme yapılmıştır. Bu aşamadan sonra hem kuru üretim hem de yaş üretim için aynı üretim basamakları izlenmiştir. Karışım elek makinesinde (Loyka, ESM-200, İstanbul, Türkiye), “80 rpm/3 dakika” koşullarında süzümüştür (<300 µm). Ardından, ceketli ısıtıcıya (Isolab, 608.12.901, Eschau, Almanya) alınarak ısıtılmıştır. Materyalin sıcaklığı ~80°C’ye ulaşınca ısıtıcı üzerinden alınarak üzerine ticari α-amilaz (1 µL/g katı materyal, Spezyme LT-300, DuPont, Delaware, ABD) eklenmiştir. Enzim eklendikten sonra yaklaşık 30 saniye karıştırma yapılmış ve karışımın soğuması beklenmiştir. Eğer formülasyon maddeleri eklenecek ise bu aşamada eklenmiştir. Aksi takdirde sonraki aşamaya geçilmiştir. Karışım “15000 rpm/5 dakika” koşullarında homojenize (IKA, T25 Digital, Staufen, Almanya) edilmiştir. Homojenizasyon sonunda karışım, cam ambalaj materyali içerisinde “121°C/5 dakika” koşullarında otoklavlanmıştır (Hirayama, HV-110L, Tokyo, Japonya). Sterilizasyon sonunda sterilize edilmiş bezelye içeceği (sade veya formüle) elde edilmiştir.

3.4. Analiz Yöntemleri

3.4.1. Temel Bileşim Analizleri

Temel bileşim analizleri için kuru bezelyeler homojen şekilde öğütülerek enzim erişilebilirliği bakımından önerilen partikül boyutu olan 300 µm elekten geçirilmiştir (Gugger vd., 2016). Kuru bezelyelerde nem tayini “AACC, 44-15A” metoduna göre etüvde (Mommert, UN 75, Schwabach, Almanya) 130°C’de yapılmıştır (AACC, 2000). Ham protein tayini “AACC, 46-12” metoduna göre Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır ve protein faktörü olarak 6,25 kullanılmıştır (AACC, 2000). Ham yağ tayini “AACC, 30-25” metoduna göre, çözünen olarak hegzan-dietil eter karışımı kullanılarak yapılmıştır (AACC, 2000). Toplam kül tayini “AACC, 08-01” metoduna göre 550°C’de kül fırınında (Protherm, PLF 110, Ankara, Türkiye) yapılmıştır (AACC, 2000). Karbonhidrat miktarı, fark hesabı formülüne göre (3.1) hesaplanmıştır (Xu vd., 2020). Suda çözünebilen ve toplam diyet lifi

taini “AACC, 32-07” metoduna göre yapılmıştır (AACC, 2000). Bu yöntem için ticari enzim kiti (Megazyme, Wicklow, İrlanda) kullanılmıştır.

$$\text{Karbonhidrat (\%)} = 100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ kül} + \% \text{ ham protein} + \% \text{ ham yağ}) \quad (3.1)$$

3.4.2. Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi Tayini

LOX aktivitesinin belirlenmesinde Lampi vd. (2020) yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. 10 gram kuru bezelye tartılarak 100°C’de farklı sürelerde (0-30-60-90-120-150-180-210-240-300 sn) haşlama işlemi uygulanmış ve işlem sonunda örnekler buzlu suda bekletilmiştir. Haşlanmış bezelyeler yaş öğütücüye (Waring Commercial, 8011S, Connecticut, ABD) aktarılmış ve üzerine 100 mL saf su eklenerek 2 dakika öğütülmüştür. Öğütme sonunda örnekler (Nüve, NF 800R, Ankara, Türkiye) “4°C/9000 rpm/15 dakika” santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonunda karışım kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Substrat çözeltisi olarak saf su ve %1’lik Tween-20 (Sigma Kodu: P1379) içerisinde, 1M NaOH ile berraklaştırılan 10 mM’lık linoleik asit (Sigma Kodu: L1376) kullanılmıştır. Enzim ekstraktı için tüplere, süzöntüden alınarak M/15 tamponu ile seyreltilmiştir. Kör hazırlanırken küvete 2,8 mL M/15 tamponu ve 0,2 mL substrat çözeltisi eklenmiştir. Örnek formülasyonu hazırlanırken küvete 0,2 mL örnek (enzim ekstraktı), 2,6 mL M/15 tamponu, 0,2 mL substrat çözeltisi eklenmiş ve 234 nm’de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-160, Kyoto, Japonya) hızlıca okuma yapılmıştır. Enzim aktivitesinin hesaplanması amacıyla Baltierra-Trejo vd. (2015) tarafından önerilen formül (3.2) kullanılmıştır. Bu çalışmada enzim aktivitesi gerekli dönüşümler ile “ünite/g örnek” olarak ifade edilmiştir.

$$U/L = (\Delta A * V_t * D_f * 10^6) / (t * \epsilon * d * V_s) \quad (3.2)$$

U: ünite ($\mu\text{mol} * \text{dk}^{-1} * \text{L}^{-1}$), ΔA : son absorbans - ilk absorbans, V_t : toplam reaksiyon hacmi (mL), t: reaksiyon zamanı (dk), ϵ : molar ekstinksiyon katsayısı ($\text{M}^{-1} * \text{cm}^{-1}$), d: optik mesafe (cm), V_s : örnek hacmi (mL), D_f : seyreltme faktörü, 10^6 : düzeltme faktörü

3.4.3. Fizikokimyasal Analizler

Viskozite

Viskozite ölçümleri (Brookfield, LVDV-II+Pro, Toronto, Canada) uygun hazne (SC4-13RD) ve spindle (SC4-18) kullanılarak 20°C’de ve 200 rpm’de yapılmıştır.

Renk

Renk ölçümleri CIE $L^*a^*b^*$ sistemine göre, sıvı ölçüm için uygun aparatlar (Minolta, Cell Holder CR-A503, Tube Cell CR-A504, Osaka, Japonya) kullanılarak renk cihazında (Minolta, CR-400, Osaka, Japonya) yapılmıştır. Toplam renk farkı (ΔE), doygunluk ve beyazlık hesaplamaları sırasıyla 3.3, 3.4 ve 3.5 numaralı formüllere göre yapılmıştır.

$$\text{Toplam renk farkı } (\Delta E) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3.3)$$

$$\text{Doygunluk} = [(a^{*2} + b^{*2})]^{1/2} \quad (3.4)$$

$$\text{Beyazlık} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (3.5)$$

pH ve Titrasyon Asitliği

Dijital pH metre (Mettler Toledo, S20, Ohio, ABD) ile pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Titrasyon asitliği için erlene 25 mL örnek aktarılarak üzerine birkaç damla fenolftalein indikatörü eklenmiştir. Ardından, 0,1 N NaOH ile hafif pembe renge kadar titre edilmiştir. Sonuçlar laktik asit (% LA) cinsinden hesaplanmıştır (Nielsen, 2020).

Verim

Verim (%) 3.6 numaralı formüle göre hesaplanmıştır. Formülde M_0 bezelye içeceklerinin başlangıç ağırlığını, M_1 ise bezelye içeceklerinin otoklav sonrası ağırlığını ifade etmektedir (Moscoso Ospina vd., 2022).

$$\text{Verim (\%)} = (M_1/M_0)*100 \quad (3.6)$$

Toplam Çözünür Katı Miktarı (°Briks)

Toplam çözünür katı miktarı (°Briks) ölçümleri dijital refraktometre (Hanna, HI96800, Quebec, Kanada) ile yapılmıştır.

Faz Ayrımı

Fiziksel stabilitenin izlenmesinde Şen ve Okur (2023) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 50 mL'lik falkon tüplerine 45 mL örnek aktarılarak 4°C'de 14 gün depolanmıştır. 1., 7. ve 14. günlerdeki faz ayrımı, falkon tüpleri işaretlenerek takip edilmiştir. Sonuçlar 3.7 numaralı formüle göre hesaplanarak faz ayrımı (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Faz ayrımı (\%)} = [\text{faz ayrımı (mL)}/\text{örnek miktarı (mL)}]*100 \quad (3.7)$$

3.4.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi ile Uçucu Bileşen Analizi

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinde uçucu bileşen analizi yapılmıştır. Uçucu bileşenler tepe boşluğu - katı faz mikroekstraksiyon (HS-SPME) yöntemi

ile ekstrakte edilerek gaz kromatografisi - kütle spektrometresi (GC-MS) ile tespit edilmiştir (Wang vd., 2020; Gao vd., 2020). İç standart hazırlanırken 5 mL metanol içerisine 10 µL 2-metil-3-heptanon (Sigma Kodu: 103128) eklenmiştir. 40 mL'lik amber renkli vial (PTFE/silikon, Supelco, Bellafonte, ABD) 5 mL örnek, 1 gram tuz (NaCl) ve 10 µL iç standart eklenmiş, vorteks (Grant-bio, PV-1, Cambridgeshire, İngiltere) ile karıştırılmış ve 50°C'de su banyosunda (GFL, 1103, Burgwedel, Almanya) 30 dakika inkübe edilmiştir. Süre sonunda SPME fiber (Carboxen/DVB/PDMS 50/30 µm 2 cm, Supelco, 57348-U, Bellafonte, ABD) vialin tepe boşluğuna batırılmış ve 50°C'de su banyosunda 30 dakika bekletilerek uçucu bileşenlerin fiber üzerinde toplanması sağlanmıştır. Süre sonunda GC-MS'e (GC 6890, MS 6890N, Agilent, Delaware, ABD) enjeksiyon yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin ayrılması, tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla polar özellikteki HP-INNOWax (60 m uzunluk/0,25 mm iç çap/0,25 µm film kalınlığı) kolon (J&W Scientific, 19091N-136, California, ABD) kullanılmıştır. GC-MS koşulları ön denemelerle belirlenerek Tablo 4'te verilmiştir. Uçucu bileşenlerin tanımlanması amacıyla National Institute of Standards and Technology (NIST, 2008) ve Wiley Registry of Mass Spectral Data (Wiley, 2005) kütüphanelerinden yararlanılmıştır (>70 eşleşme puanı). Uçucu bileşenlerin miktarları oransal bolluklarına göre Avsar vd. (2004)'e göre hesaplanmıştır. Alıkonma indeksleri (RI), n-alkan serisi (C₇-C₂₃) (Sigma-Aldrich, Missouri, ABD) kullanılarak Van den Dool ve Kratz (1963)'e göre hesaplanmıştır. Alıkonma indeksi ve miktar hesaplamalarında sırasıyla aşağıdaki formüller (3.8 ve 3.9) kullanılmıştır.

$$RI = 100 * n + 100 * [(tR_a - tR_n) / (tR_N - tR_n)] \quad (3.8)$$

RI: Alıkonma indeksi, n: Küçük alkanın karbon sayısı, tR_a: İlgilenilen maddenin alıkonma zamanı, tR_n: Küçük alkanın alıkonma zamanı, tR_N: Büyük alkanın alıkonma zamanı

$$\text{Uçucu bileşen konsantrasyonu (ng/mL)} = (\text{iç standart konsantrasyonu} * \text{uçucu bileşenin pik alanı}) / \text{iç standart pik alanı} \quad (3.9)$$

Tablo 4

GC-MS Koşulları

Gaz Kromatografisi	Taşıyıcı gaz	Helyum (1 mL/dk)
	Enjeksiyon türü	Bölünmemiş
	Fırın programı	[Initial] 40°C’de 1 dakika bekleme → [Ramp1] 4°C/dk hızla 250°C’ye çıkma ve 10 dakika bekleme → [Ramp2] 220°C’de 5 dakika bekleme → [Ramp3] 15°C/dk hızla 250°C’ye çıkma ve 2 dakika bekleme. (toplam süre:63,5 dk)
Kütle Spektrometresi	Kapiler arayüz sıcaklığı	280°C
	İyonizasyon enerjisi	70 eV
	Kütle aralığı	35-350 amu
	Tarama hızı	4,45 scans/s

3.4.5. Gaz Kromatografisi - Olfaktometri ile Aroma Aktif Bileşen Analizi

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinde aroma aktif bileşen analizi yapılmıştır. Aroma aktif bileşenler tepe boşluğu - katı faz mikroekstraksiyon (HS-SPME) yöntemi ile ekstrakte edilerek gaz kromatografisi-olfaktometri (GC-O) ile tespit edilmiştir. 40 mL’lik amber renkli vial (PTFE/silikon, Supelco, Bellafonte, ABD) 5 mL örnek ve 1 gram tuz (NaCl) eklenmiş, vorteks (Grant-bio, PV-1, Cambridgeshire, İngiltere) ile karıştırılmış ve 50°C’de su banyosunda (GFL, 1103, Burgwedel, Almanya) 30 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda SPME fiber (Carboxen/DVB/PDMS 50/30 µm 2 cm, Supelco, 57348-U, Bellafonte, ABD) vialin tepe boşluğuna batırılmış ve 50°C’de su banyosunda 30 dakika bekletilerek aroma bileşenlerinin fiber üzerinde toplanması sağlanmıştır. Süre sonunda, olfaktori port bağlanmış gaz kromatografisine (GC 6890, MS 6890N, Agilent, Delaware, ABD) enjeksiyon yapılarak koklama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aroma bileşenlerinin belirlenmesi için polar olmayan özellikteki DB-5 (30 m uzunluk/0,32 mm iç çap/0,25 µm film kalınlığı) kolon (J&W Scientific, 122-5032, California, ABD) ve taşıyıcı gaz olarak helyum (1,7 mL/dk) kullanılmıştır. Fırın programı 40°C’de 3 dakika bekleme,

ardından 10°C/dk hızla 200°C'ye çıkma ve 10 dakika bekleme olarak ayarlanmıştır. Aroma yoğunluğunun belirlenmesinde 10 puanlık ölçek kullanılmıştır. Aroma tanımları üç tanımlama yöntemi ile karşılaştırılmıştır: 1- Aynı kromatografik koşullarda n-alkan serisi (C₇-C₂₃) (Sigma-Aldrich, Missouri, ABD) enjekte edilmiş ve her bir bileşiğin alikonma indeksi (RI), NIST veri tabanına ve literatüre göre referans değerler ile eşleştirilmiştir; 2- Bileşenler, GC-MS ile elde edilenler ile karşılaştırılmıştır; 3- Aynı kromatografik koşullar altında analiz edilen standart bileşenler ile karşılaştırılmıştır.

3.4.6. Depolama Stabilitesinin Belirlenmesi

Formülasyon aşamasından sonra elde edilen en uygun bezelye ieeğinin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla 3 farklı sıcaklıkta hızlandırılmış depolama çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda üretilen optimum bezelye içecekleri 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklıklarda 28 gün boyunca depolanmıştır (Grewal vd. 2017a; Grewal vd. 2017b). Depolama süresince 7 günlük periyotlar ile (0., 7., 14., 21., 28. gün) pH, titrasyon asitliği, viskozite, renk, faz ayrımı ve puanlama testi yapılmıştır. Puanlama testi sadece 0. ve 28. günlerde EK 1'de yer alan skor kağıdı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.7. Duyusal analizler

Tez kapsamında yapılması planlanan duyusal analizler arasında sade bezelye içeceklerinde tüketicisi beğeni ve tanımlayıcı duyusal analiz (lezzet profil analizi); formüle bezelye içeceklerinde puanlama testi ve en uygun bezelye ieeğinde tüketicisi beğeni testi bulunmaktadır. Duyusal değerlendirmeler Altuğ Onoğur ve Elmacı (2019) ve Meilgaard vd. (2016) tarafından önerilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Sade Bezelye İeeği Tüketicisi Beğeni Testi

Uygulanan n işlemlerin bezelye içeceklerinin duysal özelliklerini ne yönde etkilediğini belirlemek amacıyla tüketicisi beğeni testi yapılmıştır. Panele çoğunluğu kadını olan (21 kadın, 9 erkek), yaşları 21’den 53’e değişen 30 panelist katılmıştır. Bezelye içecekleri panelistlere rasgele kodlanarak (3 haneli numara) oda sıcaklığında, 20 mL’lik miktarlarda, plastik bardaklarda sunulmuştur. Panelistlerden bezelye içeceklerini görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet ve tüm izlenim bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Kalite ltleri ve puan karşılıkları (9 puanlık hedonik skala) test formunda açıklanmıştır. Kullanılan skor kağıdı EK 2’de verilmiştir.

Sade Bezelye İçeceklerinin Tanımlayıcı Duysal Analizi (Lezzet Profil Analizi)

Farklı n işlemler uygulanarak üretilen sade bezelye içeceklerinin tanımlayıcı duysal analizi, yaşları 24-53 arasında değişen eğitimli 7 panelist (5 kadın, 2 erkek) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kullanılan skor kağıdı Ek 3’te verilmiştir. Eğitim sırasında panelistler tarafından bezelye içeceklerinin tanımlayıcı terimleri geliştirilmiştir. Kullanılan terimler ve referanslar EK 4’te yer almaktadır. Eğitim ve değerlendirmelerde 15 puanlık skala kullanılmıştır. Bezelye içecekleri panelistlere rasgele kodlanarak (3 haneli numara) oda sıcaklığında, 20 mL’lik miktarlarda, plastik bardaklarda, su ve galeta ile sunulmuştur.

Formüle Bezelye İçecekleri Puanlama Testi

Formülasyon aşaması süresince üretilen 30 farklı bezelye ieğinin duysal açıdan değerlendirilmesi amacıyla puanlama testi yapılmıştır. Değerlendirme gıda mühendisliği bölümü öğrencileri ve ğretim yeleri tarafından yapılmıştır. Bezelye içecekleri panelistlere rasgele kodlanarak (3 haneli numara) oda sıcaklığında, 20 mL’lik miktarlarda, plastik bardaklarda sunulmuştur. Panelistlerden bezelye içeceklerini görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet ve tüm izlenim bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Kalite ltleri ve

puan karşılıkları (9 puanlık hedonik skala) test formunda açıklanmıştır. Kullanılan skor kağıdı EK 5’te verilmiştir.

En Uygun Bezelye İçeceği Tüketici Beğeni Testi

Optimize edilen formüle bezelye içeceğinin duyuşal açıdan değerdendirilmesi amacıyla tüketici beğeni testi yapılmıştır. Panele çoğunluğu kadın olan (68 kadın, 32 erkek), yaşları 19-54 arasında değışen 100 panelist katılmıştır. Bezelye içecekleri panelistlere rasgele kodlanarak (3 haneli numara) oda sıcaklığında, 20 mL’lik miktarlarda, plastik bardaklarda sunulmuştur. Panelistlerden bezelye içeceklerini görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet ve tüm izlenim bakımından değerdendirmeleri istenmiştir. Kalite ölçütleri ve puan karşılıkları (9 puanlık hedonik skala) test formunda açıklanmıştır. Kullanılan skor kağıdı EK 6’da verilmiştir.

3.4.8. İstatistiksel Analizler

Tez çalışmasında elde edilen verilerin istatistiksel analizi MINITAB (Versiyon 21.3, Statsoft, Oklohama, ABD), SPSS (Versiyon 26, IBM, Illinois, ABD) ve NCSS (Versiyon 11, LLC, Utah, ABD) paket programları ile gerçekleştirilmiştir. Parametrik verilerin analizi tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıkların ($p < 0,05$) hangi ortalamalardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla Tukey testi kullanılmıştır. Parametrik olmayan verilerin analizi Kruskal-Wallis testi ile yapılarak çoklu karşılaştırma amacıyla Dunn's testi kullanılmıştır. Ön işlemlerin etkisinin özetlenmesi amacıyla temel bileşen analizi yapılmıştır. En uygun bezelye içecek formülasyonunun belirlenmesi amacıyla Design-Expert 13 (Stat-Ease, Minneapolis, ABD) programı kullanılarak, “Optimal (Combined) Design” modu ve “Quadratic X Linear” modeli kullanılmıştır. Optimizasyon modelinin tahminleri ve elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırılması amacıyla ki-kare (χ^2) testi yapılmıştır. Veriler “ortalama \pm standart hata” olarak ifade edilmiştir. Bütün analizler 3 tekerrür ve her tekerrür 2’şer paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Hammadde Analizlerinin Sonuçları

4.1.1. Temel Bileşim Analizleri

Kuru bezelyelerde gerçekleştirilen temel bileşim analizlerinin sonuçları, kuru madde (KM) üzerinden olacak şekilde Tablo 5’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, literatürde belirtilen ham protein, diyet lifi, ham yağ ve kül değerleri ile uyumludur (Arteaga vd., 2021; Avezum vd., 2022; Hall vd., 2017; Kumar vd., 2022; Santos vd., 2019).

Tablo 5

Kuru bezelyenin (<300 µm) temel bileşim analiz sonuçları

Nem (%)	9,25 ± 0,32
Ham Yağ (% KM)	2,32 ± 0,26
Kül (% KM)	2,83 ± 0,03
Ham Protein (% KM)	24,05 ± 0,04
Karbonhidrat (%KM)	61,54 ± 0,58
Toplam Diyet Lifi (% KM)	8,53 ± 0,12
Suda Çözünmez Diyet Lifi (% KM)	7,97 ± 0,11
Suda Çözünür Diyet Lifi (% KM)	0,56 ± 0,01

Bitki esaslı süt görünümünde içecekler genellikle bireylerin diyetlerinde inek sütünün yerini almaktadır. İnek sütü yüksek kaliteli protein, kalsiyum, iyot, B₁₂ vitamini ve riboflavinin önemli bir kaynağıdır. Yaklaşık olarak %87 su, %3 protein, %4-5 laktoz, %3-4 yağ, %0,8 mineral maddeler ve %0,1 vitamin içermektedir (Frag vd., 2022). Bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin besinsel içeriği ise elde edildiği kaynağa ve işleme yöntemine göre oldukça değişkendir (Fructuoso vd., 2021; Jeske vd., 2017; Silva ve Sergiy, 2022). Mäkinen vd. (2015), piyasadan temin ettiği pirinç, yulaf, soya, kinoa ve yağsız inek sütünün bileşimsel

özelliklerini karşılaştırmıştır. Ticari bitki esaslı “sütlerin” ve yağsız inek sütünün protein, yağ ve kül içeriği geniş bir çerçevede değişmiştir. Protein içerikleri %0,07’den (pirinç “sütü”) %3,32’ye (inek sütü) değişmiştir. İnek sütüne en yakın protein içeriğine sahip olan “sütün” soya “sütü” olduğu (%2,95) belirtilmiştir. Craig vd. (2021), ticari olarak satılan bazı bitki esaslı “sütlerin” besinsel içeriğini değerlendirmiştir. Çalışmada tek servislik (~200-240 mL) 7 farklı ticari bezelye “sütünün” besinsel içeriği 7,5-8,0 gram protein, 3,3-4,5 gram yağ, 11,0-15,5 gram karbonhidrat ve 0,2-1,5 gram diyet lifi olarak belirtilmiştir.

4.1.2. Lipoksigenaz (LOX) Aktivitesi

Bezelyelerin birçok olumlu özelliğinin yanında olumsuz lezzet bileşenlerine sahip olması endüstride kullanımını sınırlamaktadır. İstenmeyen lezzete neden olan uçucu bileşenler genellikle oksijen varlığında LOX enzimi tarafından katalizlenen doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Oluşan bileşenler gıdanın duyu özellikleri üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu bakımdan, uygulanacak olan ön işlemler ile LOX enziminin inaktive edilmesi önemlidir. Enzim inaktivasyonu için en etkili yol ısıl işlemdir ve endüstride yaygın olarak haşlama işlemi kullanılmaktadır. Haşlama işleminin istenmeyen değişikliklere neden olan enzimlerin inaktivasyonunu sağlamanın yanında renk stabilitesi ve mikrobiyal popülasyonun azalması gibi avantajları da bulunmaktadır. LOX enzimi istenmeyen lezzet ve koku üretimine, karotenler ve klorofiller gibi pigmentlerin kaybına ve esansiyel yağ asitlerinin yıkımına neden olduğu için kalite kaybıyla ilişkilidir.

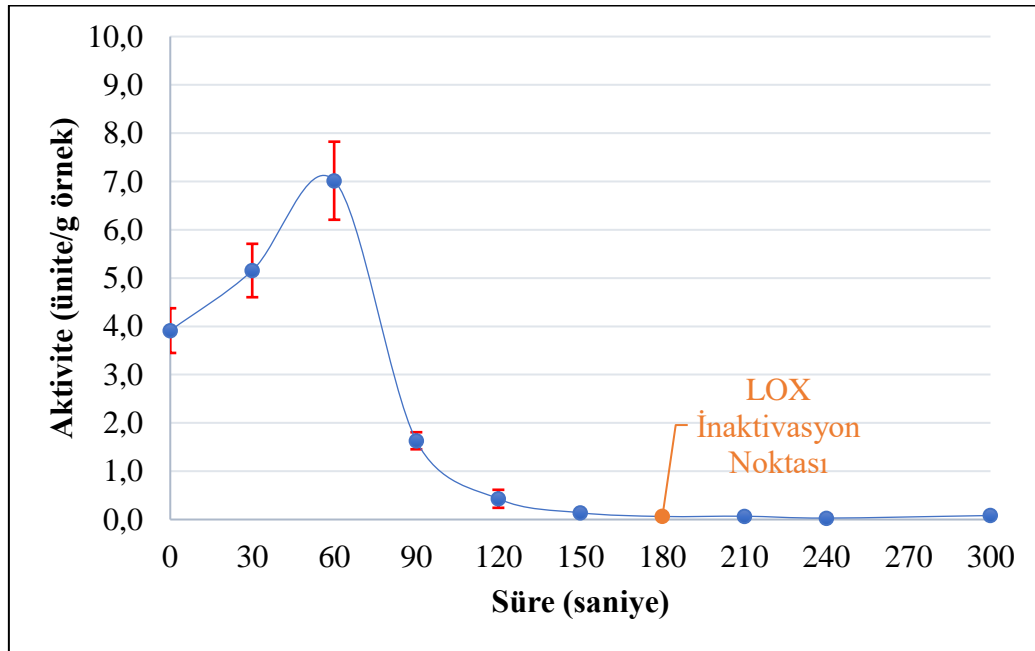
Farklı sürelerde haşlama işlemi uygulanmış kuru bezelyelerde yapılan LOX aktivitesi analizi sonuçları Tablo 6’da, aktivitenin haşlama süresine göre değişimi Şekil 4’te verilmiştir. Grafikten de görülebildiği gibi LOX aktivitesi 100°C’de 3 dakika haşlama sonunda yaklaşık %99 oranında azalmıştır. Buna göre, “haşlama, alkali suda bekletme ve kabuk soyma” ön işleminin ilk aşaması olan haşlamanın 3 dakika olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Şekil 4’teki grafiğin başlangıç kısmındaki artışın nedeni, kuru bezelyelerin boyut ve yapısal karakteristikleri nedeniyle homojen ısı transferi için gerekli olan gecikme süresidir (Savaş Bahçeci, 2003). Nitekim, haşlama suyuna daldırılan kuru bezelyelerin sıcaklığı, haşlama suyunun sıcaklığına belli bir gecikme süresi sonunda ulaşmıştır ve

sonuçlarda belirli bir sapmaya neden olmuştur. Ancak bu durum, enzimi inaktive edecek haşlama süresinin belirlenmesinde sorun oluşturmamış ve sonuçlar dikkate alınarak koşullar belirlenmiştir.

Tablo 6

LOX aktivitesi analiz sonuçları

Haşlama Süresi (s)	LOX Aktivite (ünite/g örnek)
0	3,91 ± 0,46
30	5,16 ± 0,55
60	7,01 ± 0,81
90	1,63 ± 0,18
120	0,43 ± 0,19
150	0,14 ± 0,04
180	0,06 ± 0,02
210	0,07 ± 0,02
240	0,03 ± 0,07
300	0,08 ± 0,02



Şekil 4. LOX aktivitesinin haşlama süresine göre değişimi

Literatürde LOX enzim aktivitesi sonuçları ile ilgili bazı tutarsızlıklar mevcuttur. Genellikle materyalin cinsi, analizde kullanılan yöntem, çözelti konsantrasyonları, ortam sıcaklığı, ortam pH'sı ve hesaplamada kullanılan formüller oldukça farklılık göstermektedir. Bu nedenle verilerin karşılaştırılmasında zorluklar olmaktadır.

Sopiwnyk vd. (2020), taze öğütülmüş ve kabuğu alınmış sarı bezelyelerin LOX aktivitelerini sırasıyla 33179 ± 2283 ve 28431 ± 411 ünite/g olarak bulmuştur. Bi vd. (2022), bezelye "sütünün" LOX-1 aktivitesinin LOX-2 aktivitesine göre daha düşük olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar LOX-1 ve LOX-2 aktivitesini sırasıyla $266,68 \pm 4,87$ ve $1324,18 \pm 100,76$ ünite/g olarak tespit etmiştir. Zhang vd. (2020), bezelye "sütünün" LOX-2 aktivitesinin 2160 ± 38 ünite/mg protein ve LOX-3 aktivitesinin 150 ± 6 ünite/mg protein olduğunu tespit etmiştir. Sarı (2006), bezelyede yaptığı LOX saflaştırma çalışmasında kaba homojenizatın ve ultrasantrifüj sonrası elde ettiği supernatantın spesifik aktivitesini sırasıyla 6,65 ve 6,78 ünite/mg protein olarak bulmuştur. Savaş Bahçeci (2003), yeşil bezelyelerin LOX aktivitesini 113 ünite/mg protein olarak tespit etmiştir. Çalışmada 65°C sıcaklıkta 30 dakika haşlamanın %50, 70°C sıcaklıkta 4 dakika haşlamanın >%90 ve 80°C sıcaklıkta 1 dakika haşlamanın >%99 LOX enzim inaktivasyonu sağladığı belirtilmiştir. Manarga Birlik (2014), yeşil bezelyenin LOX aktivitesini $554 \pm 11,31$ nmol/gfw/dak olarak tespit ederken, 87°C sıcaklıkta ve 92°C sıcaklıkta 100 saniye süreyle uygulanan haşlama işleminin LOX enzimini tamamen inaktive ettiğini ve 12 aylık depolama sürecinde herhangi bir rejenerasyon görülmediği belirtmiştir.

4.2. Sade Bezelye İçeceğinde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları

4.2.1. Fizikokimyasal Analizler

Bitki esaslı süt görünümünde içecekler, farklı bitkisel materyallerden elde edilen, görünüş ve kıvam bakımından inek sütünü anımsatan suda çözünebilir özütlerdir. Hammaddeye ve üretimde kullanılan işleme yöntemlerine bağlı olarak bitki esaslı süt görünümünde içeceklerin fizikokimyasal özellikleri değişmektedir. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen %10'luk konsantrasyona sahip sade bezelye içeceklerinde (Şekil 5)

gerçekleştirilen fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 7’de verilmektedir. Elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve tartışılmasında yardımcı olması bakımından piyasadan iki farklı markaya ait tam yağlı inek sütleri temin edilerek bu sütlerde de aynı metotlar kullanılarak fizikokimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlara ilerleyen paragraflarda değinilmiştir.



Şekil 5. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen %10’luk sade bezelye içecekleri

Tablo 7

Sade bezelye içeceklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Kod	Viskozite (cP)	pH	TA (% LA)	Verim
KBİ	2,97 ± 0,07 ^B	6,86 ± 0,01 ^A	0,08 ± 0,01 ^A	87,20 ± 1,75 ^A
HBİ	2,53 ± 0,03 ^C	6,85 ± 0,01 ^{AB}	0,06 ± 0,01 ^B	72,21 ± 1,60 ^C
VBİ	3,25 ± 0,03 ^A	6,84 ± 0,01 ^B	0,08 ± 0,01 ^A	83,22 ± 1,90 ^B

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).

Viskozite önemli bir fiziksel özelliktir ve “ağız hissi” ilişkili kalite kontrol ölçümlerinde kullanılmaktadır (Grossmann vd., 2021). İnek sütünün viskozitesi, protein ve yağ içeriği gibi bileşimsel özelliklerin yanında, ısıl işlem ve homojenizasyon gibi işleme koşullarına da bağlı olarak değişmektedir. Yağsız inek sütünün viskozitesi yaklaşık 1,56

mPa·s (1 mPa·s = 1 cP) iken tam yağlı inek sütünün viskozitesi yaklaşık 2,00 mPa·s'dir (Nikmaram ve Keener, 2022). Piyasadan temin edilen tam yağlı inek sütlerinin viskozitesi 1,92-2,10 cP olarak tespit edilmiştir. Çalışmada KBİ, HBİ ve VBİ için viskozite değerleri sırasıyla 2,97, 2,53 ve 3,25 cP olarak bulunmuştur ve bu değerler inek sütünün viskozite değerine (~2 cP) yakındır. Jeske vd. (2017), 17 farklı ticari bitki esaslı "sütün" bazı fizikokimyasal özelliklerini değerlendirmiştir. Bitki esaslı "sütlerin" viskozitesinin hammaddeye ve özellikle hidrokolloidler gibi formülasyonda kullanılan maddelere bağlı olarak geniş bir çerçevede değiştiği (2,21-47,80 mPa·s) belirtilmiştir. Yao vd. (2022), aynı tane/su oranına sahip bitki esaslı "sütlerin" viskozitesinin tanenin bileşimsel özellikleri ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacılar, farklı bitki esaslı "sütlerin" aynı sıcaklık derecesinde farklı viskozite değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir.

Gıdalarda mikrobiyal gelişimle ilişkili oldukları bilinen pH ve titrasyon asitliği gibi özelliklerin belirlenmesi gıdanın kalitesi ve güvenliği açısından önemlidir. Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinin pH seviyeleri (6,84-6,86) nötral seviyeye oldukça yakındır. Piyasadan temin edilen tam yağlı inek sütlerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri ise sırasıyla 6,56-6,72 ve 0,17-0,21 (% LA) olarak bulunmuştur. İnek sütünün pH ve titrasyon asitliği (% LA) değerleri sırasıyla 6,60 ve 0,14'tür (Kailasapathy, 2015). Rincon vd. (2020), farklı konsantrasyonlarda ürettiği nohut ve Hindistan cevizi "sütlerinin" pH seviyelerini 6,30'dan yüksek bulmuştur. Khodke vd. (2014), soya "sütünün" pH ve titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla 6,95 ve 0,11 (% LA) olduğunu belirtmiştir. Lopes vd. (2020), ürettiği nohut ve bezelye içeceklerinin pH değerlerinin 6,70 civarında olduğunu belirtmiştir. Yusuf (2017), ürettiği güvercin bezelyesi ve soya "sütlerinin" pH değerlerinin sırasıyla 6,80 ve 7,00 olduğunu belirtmiştir. Bonke vd. (2020), ham bezelye proteini süspansiyonunun ve ısı işlem görmüş bezelye proteinin süspansiyonunun pH değerlerinin sırasıyla 6,49 ve 6,47 olduğunu ifade etmiştir. Yao vd. (2022), ürettiği bitki esaslı "sütlerin" pH değerlerinin nötrale yakın olduğunu (6,60-6,83) rapor etmiştir.

Bu tez çalışmasında KBİ (%87,20) en yüksek verime sahipken, bunu sırasıyla VBİ (%83,22) ve HBİ (%72,21) takip etmiştir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan bezelye içeceği üretim prosesinin oldukça verimli olduğuna işaret etmektedir. Bitki esaslı süt görünümünde

içeceklerin verimi hammaddeye ve üretimde kullanılan proses basamaklarına bağlı olarak değişmekle birlikte, özellikle katı materyalin ayrılma (süzme) yönteminden oldukça etkilenmektedir. Yusuf (2017), güvercin bezelyesi ve soya “sütlerinin” veriminin sırasıyla %48 ve %60 olduğu belirtilmiştir. Falade vd. (2015), ürettiği soya “sütünün” veriminin %52,2 olduğunu rapor etmiştir.

Renk, bireylerin tüketim tercihini etkileyen önemli bir duyuşal karakteristiktir. Bunun yanında, ürünlerin kalite özellikleri ile de yakından ilişkilidir. Literatürde yağsız inek sütü için L^* : 85,35, a^* : 3,55 ve b^* : 1,81 olarak belirtilirken, tam yağlı süt için L^* : 88,00, a^* : 0,88 ve b^* : 4,42 olarak belirtilmiştir (Cheng vd., 2018). Milovanovic vd. (2020), inek sütünün renk değerlerini L^* : $81,00 \pm 8,10$, a^* : $-1,50 \pm 3,00$ ve b^* : $7,50 \pm 4,40$ olarak belirtmiştir. Araştırmacılar, sütteki olası kimyasal değişimlerin (karotenoid, protein ve riboflavin içeriği) renk değerlerinde varyasyonlara neden olduğunu ifade etmiştir. Piyasadan temin edilen tam yağlı inek sütünün L^* değerleri 77,76-78,98, a^* değerleri -2,04 ile -3,02, b^* değerleri 5,43-6,31 olarak tespit edilmiştir.

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinin renk analiz sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur. L^* değerleri, hem literatüre hem de ticari inek sütünün L^* değerlerine göre oldukça düşüktür. L^* değerinin düşük olması bezelye içeceklerinin koyu renkli olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 8

Sade bezelye içeceklerinin renk analizi sonuçları

Kod	L^*	a^*	b^*	Doygunluk	Beyazlık
KBİ	$44,46 \pm 0,03^B$	$-4,04 \pm 0,01^C$	$5,05 \pm 0,01^B$	$6,46 \pm 0,01^B$	$44,08 \pm 0,03^B$
HBİ	$43,46 \pm 0,01^C$	$-2,98 \pm 0,01^A$	$4,77 \pm 0,01^C$	$5,62 \pm 0,01^C$	$43,18 \pm 0,01^C$
VBİ	$47,89 \pm 0,02^A$	$-3,93 \pm 0,01^B$	$6,47 \pm 0,01^A$	$7,57 \pm 0,01^A$	$47,35 \pm 0,02^A$

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Bezelye içeceklerinin koyu renkli olmasının, sterilizasyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklıkta hem klorofil-a'nın (mavi-yeşil) klorofil-b'ye (sarı-yeşil) oranının azalmasının hem de yeşil renkli klorofillerden zeytin kahverengisi renkli feofitinlerin ve pirofeofitinlerin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Erge vd., 2008). Bezelye içeceklerinin koyu kahverengi renge sahip olması, indirgen şekerler ve proteinlerin serbest amino grupları arasında meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından da ileri gelebilir. Yüksek sıcaklıkta ısıl işlemlere maruz kalan soya "sütünün" renginin Maillard reaksiyonları nedeniyle olumsuz yönde etkilendiği bildirilmektedir (Nigussie, 2018). Ding vd. (2020), sabit sıcaklıkta (85°C) bekleme süresi arttıkça soya "sütünün" esmerleşme indeksinin arttığını belirtmiştir. Bezelye içeceklerinin a^* ve b^* değerleri ise ticari inek sütlerinin a^* ve b^* değerlerine ve literatüre (Milovanovic vd., 2020) oldukça yakındır. Oliveira vd. (2022), yağsız inek sütüne artan konsantrasyonlarda bezelye protein izolatu ekleyerek mikslar hazırlamıştır ve mikslere eklenen bezelye protein izolatu konsantrasyonu arttıkça L^* değerinin düştüğü (rengin koyulaştığı); a^* ve b^* değerlerinin ise yükseldiği tespit edilmiştir.

Çalışmada, HBİ ve VBİ için toplam renk farkı (ΔE) değerleri KBİ'ye göre $1,54 \pm 0,01$ ve $5,44 \pm 0,02$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer 1,54 olması renk değişiminin insan gözüyle fark edilebildiğini, 5,44 olması ise renk değişiminin insan gözüyle iyi görülebildiği anlamına geldiği söylenebilir (Browder, 2018).

4.2.2. Tüketici Beğeni Testi

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen sade bezelye içeceklerinde gerçekleştirilen tüketici beğeni testi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Bezelye içecekleri duyuşal karakteristikler bakımından tüketicilerden "ne beğendim ne beğenmedim" (5) ile "az beğendim" (6) arasında ve "az beğendim" (6) ile "orta derecede beğendim" (7) arasında puanlar almıştır. Elde edilen sonuçlara göre, bezelye içeceklerinin duyuşal karakteristikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bununla birlikte, VBİ'nin bezelyelerdeki istenmeyen lezzetin giderilmesi konusunda KBİ ve HBİ'ye göre daha başarılı olduğu söylenebilir. VBİ, KBİ ve HBİ'ye göre daha yüksek aroma/lezzet ve

tüm izlenim puanları almıştır. Bununla birlikte, KBİ ve VBİ'nin ağızda arzu edilmeyen “kumlu” bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, puanlama testinde kullanılan dört farklı duyuşsal karakteristik puanları göz önüne alındığında HBİ'nin daha başarılı olduğuna karar verilmiştir. Formülasyon ve optimizasyon aşamalarında HBİ kullanılmıştır.

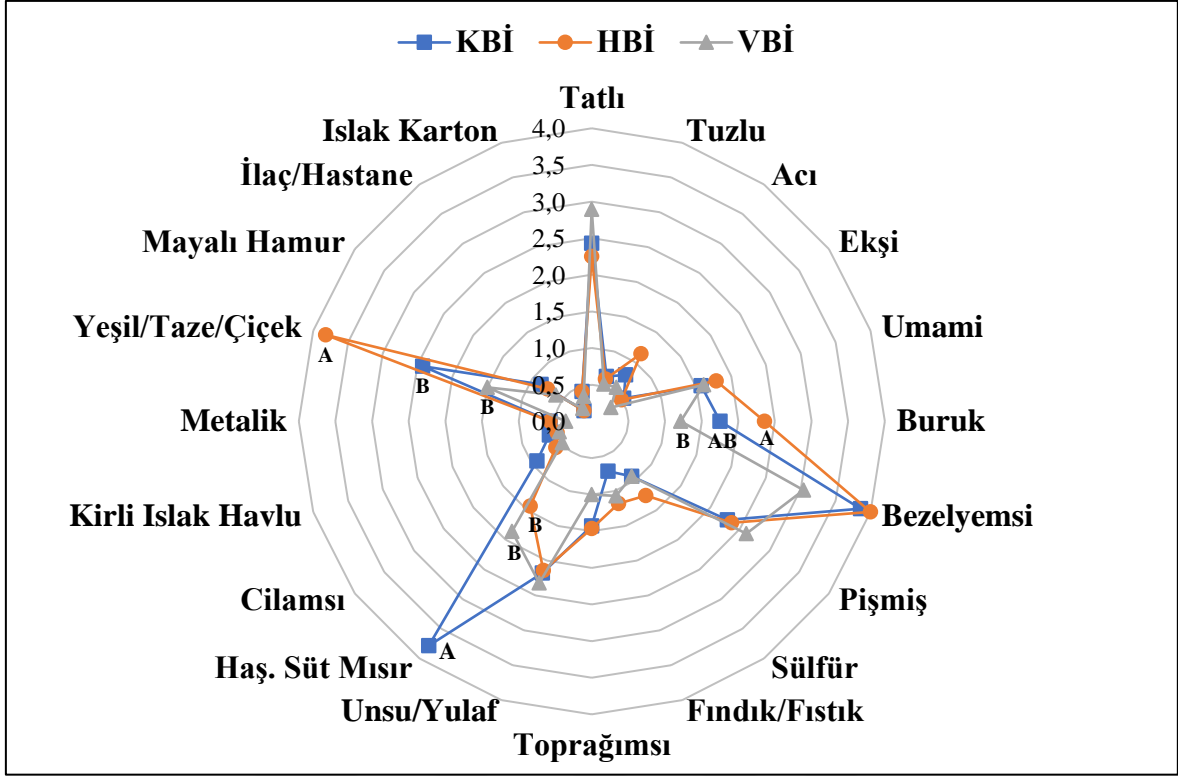
Tablo 9

Sade bezelye içeceklerinin tüketici beğeni testi sonuçları

Kod	Görünüş/Renk	Kıvam	Aroma/Lezzet	Tüm İzlenim
KBİ	5,64 ± 0,33 ^A	6,16 ± 0,28 ^A	5,20 ± 0,40 ^A	5,74 ± 0,33 ^A
HBİ	5,68 ± 0,35 ^A	6,20 ± 0,31 ^A	5,60 ± 0,32 ^A	5,80 ± 0,26 ^A
VBİ	5,48 ± 0,35 ^A	6,20 ± 0,27 ^A	6,08 ± 0,32 ^A	6,20 ± 0,29 ^A

4.2.3. Tanımlayıcı Duyusal Analiz (Lezzet Profil Analizi)

Lezzet profil analizi, genellikle 4-8 eğitimli panelist tarafından gıdanın aroma ve lezzet karakteristikleri yoğunluklarının, algılanma sıralarının ve ağızda kalan tadın değerlendirildiği bir tanımlayıcı duyuşsal analiz tekniğidir (Meilgaard vd., 2016). Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen sade bezelye içeceklerinin lezzet profil analizi sonuçları Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Sade bezelye içeceklerinin lezzet profil analizi sonuçları

Bezelye içeceklerinde tatlı, tuzlu, acı, ekşi ve umami temel tatları ile birlikte buruk, bezelyemsi, pişmiş, sülfür, fındık/fıstık, toprağımsı, unsu/yulaf, haşlanmış süt mısır, cilamsı, kirli ıslak havlu, metalik, yeşil/taze/çiçek, mayalı hamur, ilaç/hastane ve ıslak karton lezzet ve aroma terimleri olarak belirlenmiştir. Bezelye içecekleri arasında buruk, haşlanmış süt mısır ve yeşil/taze/çiçek terimleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur.

Bezelye içeceklerinde tatlı, buruk, bezelyemsi, pişmiş, unsu/yulaf, haşlanmış süt mısır ve yeşil/taze/çiçek lezzet terimleri yüksek skorlar almıştır. Zhang vd. (2020), bezelye “sütlerinde” gerçekleştirdikleri tanımlayıcı duyu analizi sonucunda sırasıyla toprağımsı, çimenimsi/yeşil, yağ oksidasyonu, tahıl kabuğu, mantar ve tatlı skorlarının öne çıktığını belirtmiştir. Bi vd. (2022), bezelye “sütünde” gerçekleştirdikleri duyu analizi için çiğ fasulye, çimenimsi, yağlı, toprağımsı ve sütümsü terimlerini seçmiştir. Araştırmacılar, duyu analizi sonucunda çiğ fasulye ve çimenimsi lezzet terimlerinin öne çıktığını belirlemiştir. Trikusuma vd. (2020), UHT uygulanmış bezelye içeceğinde gerçekleştirdiği

tanımlayıcı duyuşal analiz sonucunda, aroma profilinde fasulye ve patates aromalarının UHT uygulanmamış bezelye ieeğine kıyasla azaldığını; karton, talaş ve okside terimlerinin ise arttığını tespit etmiştir. Bi vd. (2020), ham ve kavrulmuş bezelye unlarında gerçekleştirdikleri duyuşal analiz için çimenimsi, fasulyemsi, yağlı, patlamış mısır benzeri, fındık/fıstık, patates benzeri ve dumanlı lezzet terimlerini seçmiştir. Araştırmacılar, kavurma işleminin bezelyelerde çimenimsi ve fasulyemsi aromayı azalttığını; yağlı, patlamış mısır gibi ve fındık/fıstık aromalarını arttırdığını tespit etmiştir.

4.2.4. Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi ile Uçucu Bileşen Analizi

Bezelyelerin gıda matrikslerine dahil edilmesi, istenmeyen uçucu lezzet bileşenleri nedeniyle sınırlıdır. İstenmeyen uçucu bileşenler bezelyelerde hem de doğal olarak bulunabilmekte hem de işleme ve depolama sırasında oluşabilmektedir. Farklı n işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinin uçucu bileşen profilleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10

Bezelye içeceklerinin uçucu bileşenleri ve miktarları (ng/mL)

Uçucu Bileşen	RT	RI	Aroma	KBİ	HBİ	VBİ
2-Etil-furan	5,92	944	Tatlı, yanmış	4,06 ± 0,81 ^A	15,02 ± 3,44 ^{AB}	26,80 ± 5,43 ^A
1-Pentanal	6,46	980	Badem, malt, keskin	6,10 ± 0,01 ^B	11,37 ± 1,86 ^A	8,03 ± 0,17 ^{AB}
Asetik asit bütül ester	7,93	1053	Armut	-	0,83 ± 0,03 ^A	0,37 ± 0,01 ^B
Hekzanal	8,08	1060	Çimen	47,36 ± 3,32 ^A	100,20 ± 29,20 ^A	43,05 ± 4,02 ^A
1-Penten-3-ol	9,83	1131	Keskin	-	8,46 ± 3,62 ^A	-
Bütanoik asit, heksil ester	9,85	1132	Yeşil	0,48 ± 0,02 ^A	-	-
Bütanoik asit, 2-metilpropil ester	9,89	1133	Meyvemsi	2,19 ± 0,06 ^A	4,53 ± 1,02 ^A	2,75 ± 0,07 ^A
2-Heptanon	10,96	1171	Sabun	12,35 ± 1,88 ^A	56,40 ± 17,90 ^A	19,27 ± 1,95 ^A
2-Pentil-furan	11,65	1195	Yeşil fasulye, tereyağı	-	23,59 ± 0,96 ^{AB}	47,13 ± 9,60 ^A
1-Pentanol	12,98	1232	Balzemik	-	84,63 ± 7,03 ^A	4,46 ± 1,81 ^B
1-Hekzanol	17,11	1344	Reçine, çiçek, yeşil	4,66 ± 0,44 ^A	-	3,85 ± 0,18 ^A
(Z)-2-Heptenal	18,90	1394	Balık	4,19 ± 1,63 ^A	6,54 ± 0,94 ^A	2,02 ± 0,10 ^A
Furfural	21,02	1459	Ekmek, badem, tatlı	-	2,28 ± 0,28 ^A	1,91 ± 0,01 ^A
1-Okten-3-ol	21,61	1478	Mantar	-	4,48 ± 0,22 ^A	-
Thujone	22,30	1499	Thujonik	5,91 ± 0,28 ^A	7,26 ± 0,09 ^A	11,09 ± 2,68 ^A
Benzaldehit	23,53	1540	Badem, yanmış şeker	3,79 ± 1,25 ^{AB}	1,58 ± 0,37 ^B	6,34 ± 0,66 ^A
1-Oktanöl	24,58	1575	Yağlı, aldehit	-	-	2,33 ± 0,15 ^A
2-Furan-metanol	25,08	1592	Yanmış	9,00 ± 0,72 ^A	8,91 ± 2,28 ^A	8,62 ± 1,38 ^A
Metoksifenil okzim	28,20	1732	Islak havlu	-	-	2,82 ± 0,31 ^A
α-Terpineol	28,84	1755	Yağ, anason, nane	5,54 ± 0,20 ^A	4,99 ± 0,51 ^A	-
2-Metoksi-4-vinilfenol	39,37	2142	Karanfil, köri	1,41 ± 0,07 ^A	-	0,57 ± 0,03 ^B

*Aynı satır içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

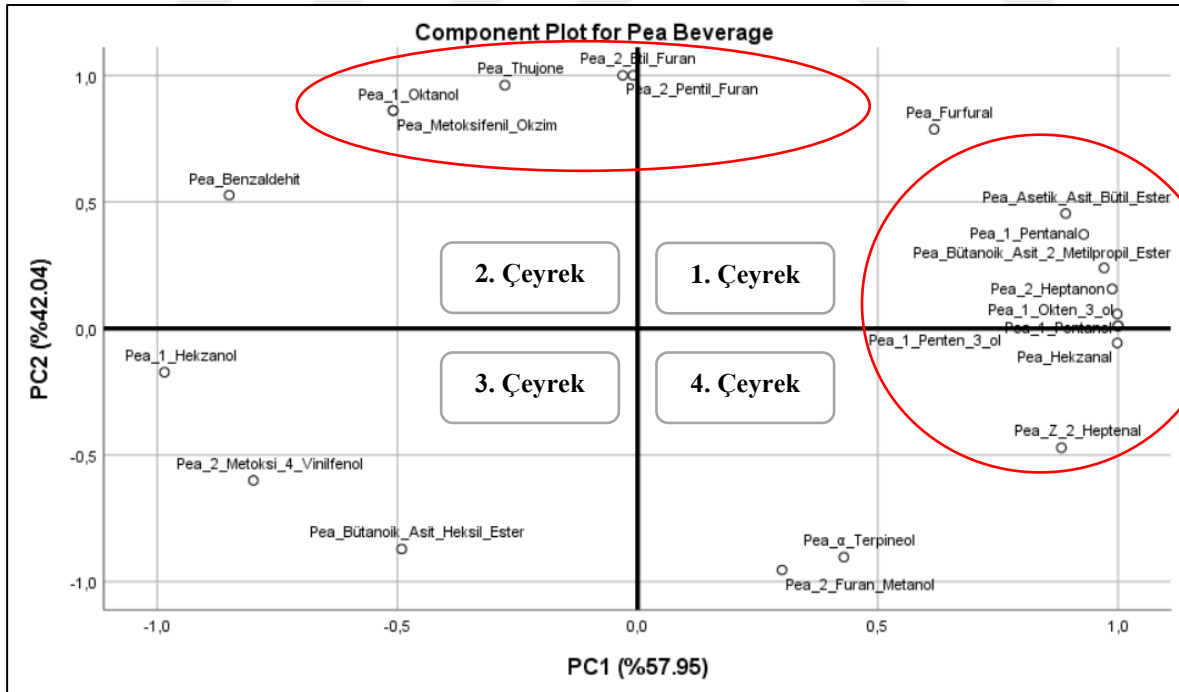
Bezelye içeceklerinde 21 farklı uçucu bileşen tanımlanmıştır. 2-Etil-furan, 1-pentanal, hekzanal, bütanoik asit/2-metilpropil ester, 2-heptanon, (Z)-2-heptenal, thujone, benzaldehit ve 2-furan-metanol üç bezelye içeceğinde de tespit edilen 9 uçucu bileşendir. Uçucu bileşenlerin alıkonma zamanlarının 5,92 ile 39,37 dakika aralığında olduğu tespit edilmiştir. 2-Etil-furan ilk elde edilen uçucu bileşen iken, 2-metoksi-4-vinilfenol en son elde edilen uçucu bileşendir. Tespit edilen uçucu bileşenlerin aldehitler, alkoller, ketonlar, esterler, furanlar ve fenoller gibi bileşen gruplarına ait oldukları belirlenmiştir. Murat vd. (2012), farklı ekstraksiyon yöntemleri ile bezelye ununun uçucu bileşenlerini araştırmıştır ve fasulyemsi lezzetten bazı aldehitlerin, ketonların ve alkollerin sorumlu olduğunu belirtmiştir.

Bezelye içeceklerinde tanımlanan uçucu bileşenlerin çoğu, bezelye materyalinin kullanıldığı literatürlerde (bezelye unu, bezelye protein izolatı, bezelye “sütü” vb.) rapor edilmiştir (Gao vd., 2020; Ma vd., 2016; Murat vd., 2013; Singh vd., 2021; Wang vd., 2020; Xiang vd., 2022; Xu vd., 2019). Bu uçucu bileşenlerin çoğu, çoklu doymamış yağ asitlerinin otoksidasyon, foto-oksidasyon ve enzimatik reaksiyonlar ile parçalanması sonucu oluşmaktadır. Bunun yanında, Maillard reaksiyonları da lezzet gelişiminde rol almaktadır (Liu vd., 2022; Mehle vd., 2020). Uçucu bileşen analizi sonuçlarına göre, KBİ’de hekzanal ve 2-heptanon; HBİ’de 2-etil-furan, 1-pentanal, hekzanal, 2-heptanon, 2-pentil-furan ve 1-pentanol; VBİ’de ise 2-etil-furan, hekzanal, 2-heptanon ve 2-pentil-furan bileşenleri miktar bakımından öne çıkmıştır.

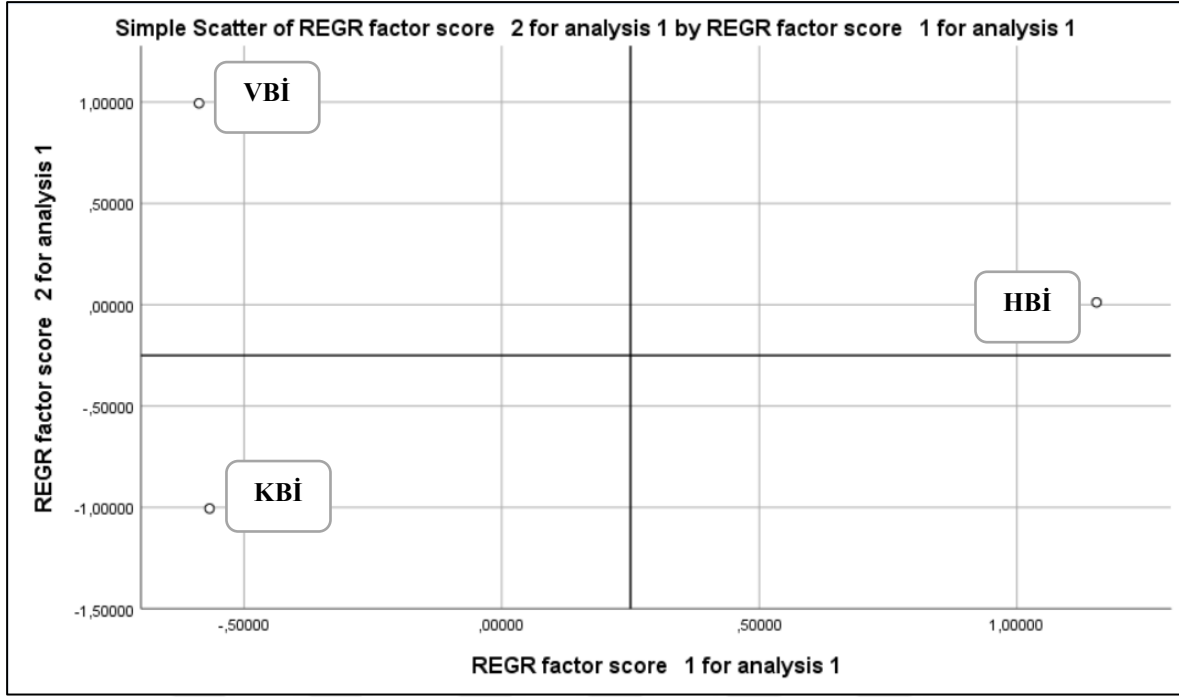
Hekzanal, 1-okten-3-ol ve 2-pentil-furan gibi bileşenlerin bezelye ürünlerinin aroması ile yakından ilişkili olduğu bildirilmektedir (Trindler vd. 2021). Zhang vd. (2020), bezelye “sütünde” en fazla bulunan uçucu bileşenlerin hekzanal, 1-hekzanol ve 1-okten-3-ol olarak tanımlamıştır. Araştırmacılar, LOX iz yolu enzimlerinin istenmeyen lezzet bileşenlerinin oluşumları konusunda anahtar rol oynadığı ve lipid içeriğinin bu konuda ikincil bir faktör olduğu belirtmiştir. Yapılan tez çalışmasında, söz konusu bileşenlerden hekzanal üç bezelye içeceğinde de bulunurken, 1-hekzanol KBİ ve VBİ’de, 2-pentil furan HBİ ve VBİ’de, 1-okten-3-ol ise sadece HBİ’de tespit edilmiştir. Trikusuma vd. (2020), UHT işlemi uygulanan bezelye içeceğinde 1-pentanol, hekzanal, 1-okten-3-ol, 2-heptanon

ve 2-pentil-furan gibi uçucu bileşenlerin miktarının arttığını bulmuştur. Araştırmacılar, bezelyelerin bezelye içeceğine işlendiğinde istenmeyen lezzet bileşenlerinin hekzanal, nonanal ve hekzanol olduğunu belirlemiştir.

Uçucu bileşenlerin (değişkenler, variables) ve ön işlemlerin (cases), GC-MS ile analiz edilen bileşenlerin miktarına bağlı olarak nasıl kümelendiğine dair genel bir inceleme yapılması amacıyla temel bileşen analizi yapılmıştır (Şekil 7). Birinci ve ikinci çeyreğin üst kısmında oluşan kümede yalnızca VBİ'de veya en yüksek miktarda VBİ'de bulunan uçucu bileşenler bulunmaktadır. Birinci ve dördüncü çeyreğin sağ kısmında oluşan diğer kümede ise genellikle HBİ'de veya en yüksek miktarlarda HBİ'de bulunan uçucu bileşenler yer almaktadır. Bu kümeler içerisinde yer alan uçucu bileşenler KBİ'ye kıyasla ön işlemlerden ileri gelen uçucuları göstermektedir. Uçucu bileşen miktarlarına göre ön işlemlerin dağılımının incelendiği temel bileşen analizi sonuçlarından görülebildiği gibi (Şekil 8), ön işlemler birbirinden ayrılmış olup, farklı uçucu bileşen bileşimleri ile sonuçlanmıştır. Özellikle HBİ, diğer iki ön işlemten net bir şekilde ayrılmıştır.



Şekil 7. Uçucu bileşen bileşiminin değişkenlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-MS)



Şekil 8. Uçucu bileşen bileşiminin ön işlemlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-MS)

4.2.5. Gaz Kromatografisi - Olfaktometri ile Aroma Aktif Bileşen Analizi

Farklı ön işlemler uygulanarak üretilen bezelye içeceklerinin aroma bileşenleri Tablo 11’de gösterilmiştir. Bezelye içeceklerinde 29 farklı aroma bileşiği (23 bilinen, 6 bilinmeyen) tanımlanmıştır. 2,3-Bütandion (tereyağı), hekzanal (çimen), 2-metil-3-furantiol (ilaç), stiren (tüp gazı), metional (haşlanmış patates), 2-asetil-1-pirolin (patlamış mısır/pirinç), 1-okten-3-on (mantar), (Z)-1,5-oktadien-3-on (sardunya/metal), benzil alkol (ferah/çiçek) ve (E)-2-nonenal (saman) üç bezelye içeceğinde de tespit edilen 11 aroma bileşenidir. Tespit edilen aroma bileşenlerinin genellikle aldehitler, alkoller, ketonlar, esterler gibi bileşen gruplarına ait oldukları belirlenmiştir.

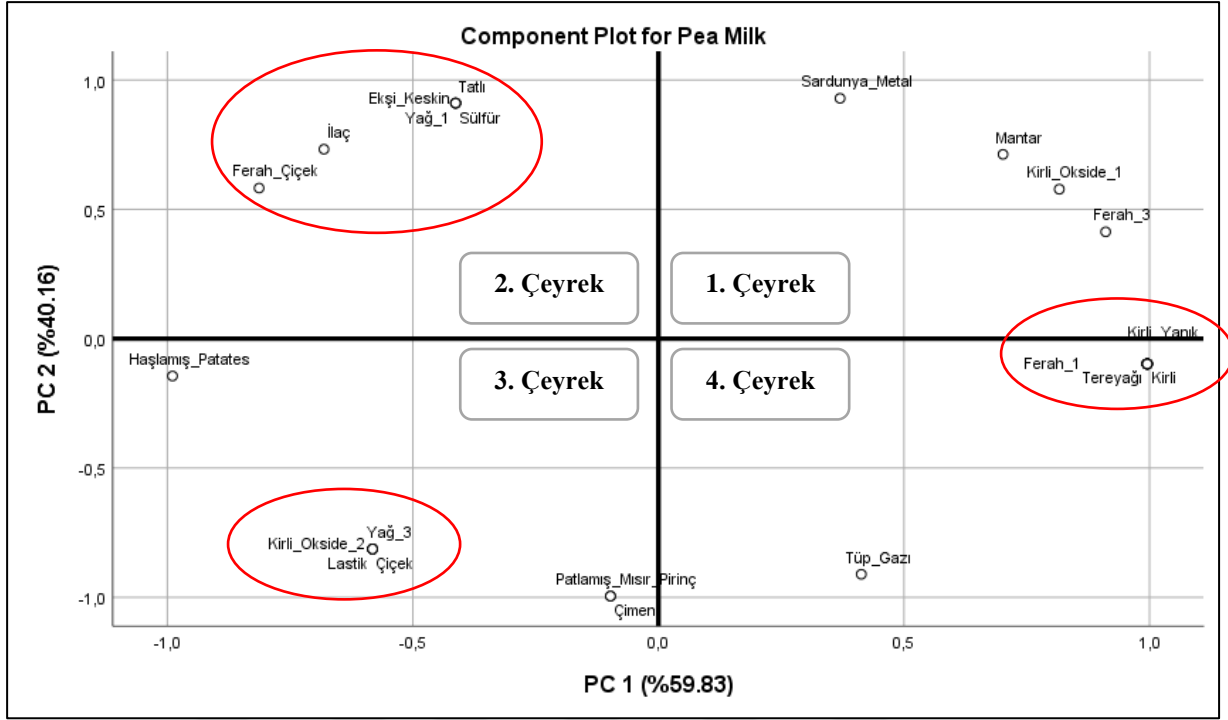
Tablo 11

Bezelye içeceklerinde bulunan aroma aktif bileşenlerin aroma yoğunluğu

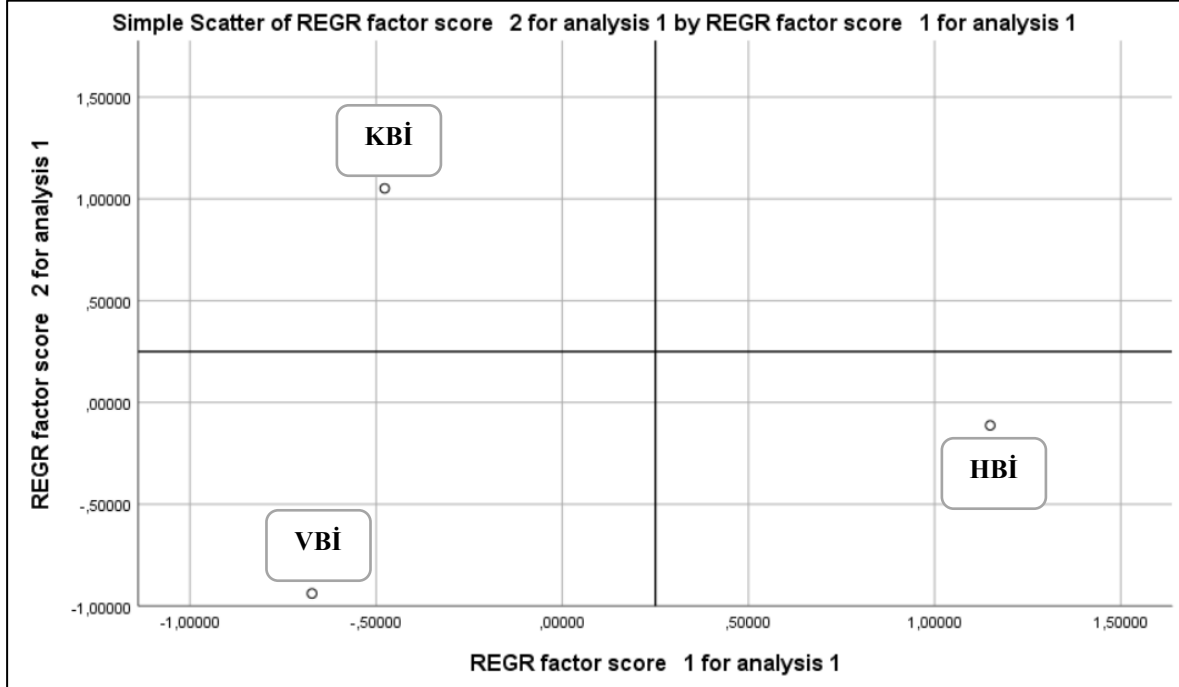
Aroma Açıklaması	RI Hesaplanan	RI Referans	Bileşen	Tanımlama	KBİ	HBİ	VBİ
Tereyağı	632	593	2,3-Bütandion	O, RI, MS	0,65	0,75	0,65
Sülfür	705	711	Metil tiyosiyonat	O, RI, MS	0,65	-	-
Çimen	825	801	Hekzanal	O, RI, MS, STD	3	3,5	4
Ekşi/Keskin	844	847	İzopropil bütirat	O	0,65	-	-
İlaç	894	868	2-Metil-3-furantiyol	O, RI	2,25	0,4	1
Çiçek	922	-	Bilinmiyor	O	-	-	0,4
Tüp gazı	927	893	Stiren	O, RI	1,75	4,5	4,5
Haşlanmış patates	934	909	Metional	O, RI, STD	1,75	1	2
Patlamış mısır/Pirinç	951	930	2-Asetil-1-pirolin	O, RI, STD	4	4,5	5
Ferah	963	1000	Metil hekzanoat	O	-	0,5	-
Lastik	999	974	2-Oktanon	O, GC	-	-	2
Mantar	1004	977	1-Okten-3-on	O, RI	6,5	7	4
Sardunya/Metal	1010	983	(Z)-1,5-oktadien-3-on	O, RI	7	6,5	5
Ferah/Çiçek	1031	1036	Benzil alkol	O, RI, MS	3	2	2,5
Kirli/Okside	1084	1087	Düren	O, RI	5	5,5	4
Yağ	1089	1100	3-Nonenal	O, RI	1,5	-	-
Kirli/Yanık	1123	-	Bilinmiyor	O	-	5	-
Kirli	1147	-	Bilinmiyor	O	-	0,75	-
Ferah	1158	-	Bilinmiyor	O	-	0,5	-
Yağ	1181	1192	2-Pentilpiridin	O, RI	-	0,5	-
Salatalık	1187	1187	2-Nonanol	O	-	1,25	-
Saman	1193	1162	(E)-2-Nonenal	O, RI, MS	2	2,5	2
Yağ	1268	1263	Dekanol	O, RI, MS	-	-	0,25
Balikhane	1281	-	Bilinmiyor	O	-	1	-
Kirli/Okside	1350	1373	Dekanoik asit	O	-	-	1,25
Ferah	1353	1329	Etilhidroksilhekzanoat	O	0,25	0,5	-
Yağ	1367	1333	Okzodekanal	O	-	1,75	-
Tatlı	1367	1350	2-Undesenal	O, RI	0,5	-	-
Saman	1374	-	Bilinmiyor	O	-	1	-

Ebert vd. (2021), bezelye protein izolatında toplam 24 aroma bileşiği tespit etmiştir ve bu bileşenler arasında hekzanal, (E)-2-heptenal, 2-nonanol, (E)-2-nonenal ve 2-pentilpiridin bulunmaktadır. Schindler vd. (2012), püskürtmeli kurutucu ile işlem görmüş bezelye protein ekstraktında toplam 61 aroma bileşiği tespit etmiştir. Bunlar arasında 2,3-bütandion, hekzanal, 2-oktanon, 1-okten-3-on, 2-nonenal, 2-undesenal ve dekanol bulunmaktadır. Benavides-Paz vd. (2022a) ve Benavides-Paz vd., (2022b), bezelye ununda sırasıyla toplam 58 ve 60 aroma bileşiği tespit etmiş olup, bileşenler arasında baskın olarak hekzanal, metional, (E)-2-nonenal, benzil alkol, dekanolik asit ve 2-oktanon bulunmaktadır. Trikusuma (2018), bezelye protein içeceğinde aldehytler, ketonlar ve alkoller gibi farklı kimyasal sınıflara ait olan 21 aroma bileşiği tespit etmiş, hekzanal, metional ve 2-asetil-1-pirolin yoğun olarak tespit edilmiştir. Rapisarda vd. (2012), bezelye tanelerinde tespit ettiği aroma bileşenleri arasında (E)-2-nonenal ve 1-okten-3-on bileşenlerinin bulunduğunu belirtmiştir. Cui vd. (2020), bezelye protein izolatında hekzanal ve 1-okten-3-on bileşenlerini tespit etmiştir.

GC-O analiziyle tespit edilen aroma aktif bileşenlerin tanımları üzerinden yapılan temel bileşen analizi sonuçları Şekil 9'da verilmiştir. Yalnızca KBİ'de bulunan veya en yüksek miktarlarda KBİ'de bulunan aromalar (ilaç, ekşi/keskin, tatlı, yağ, sülfür) ikinci çeyrekliğin üst kısmında kümelenmiştir. Yalnızca HBİ'de bulunan veya en yüksek miktarlarda HBİ'de bulunan aromalar (kirli/yanık, ferah, tereyağı, kirli) dördüncü çeyrekliğin üst kısmında küme oluşturmuştur. Vakum ön işleme sonucu oluşan aromalar (kirli/okside, yağ, lastik, çiçek), üçüncü çeyrekliğin alt kısmında kümelenmiştir. Aroma aktif bileşenlerin ön işleme göre dağılımını gösteren temel bileşen analizi sonuçlarından görülebildiği gibi (Şekil 10), özellikle HBİ olmak üzere, ön işlemler birbirlerinden net bir biçimde ayrılmıştır.



Şekil 9. Aroma aktif bileşenlerin bileşiminin değişkenlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-O)



Şekil 10. Aroma aktif bileşenlerin bileşiminin ön işlemlere göre dağılımı temel bileşen analizi (PCA) (GC-O)

4.3. Formülasyon Aşamasında Üretilen Bezelye İçeceklerinde Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları

Sade bezelye içecekleri, tüketici beğenisinin artırılması amacıyla formüle edilmiştir. Formülasyonda HBI, şeker (sakkaroz), ayçiçek yağı, gam, tuz (NaCl), emülgatör (lesitin) ve toz vanilya kullanılmıştır. Üretilen bezelye içeceklerinde gerçekleştirilen fizikokimyasal analizler, renk analizi, faz ayrımı ve tüketici beğeni testi sonuçları sırasıyla Tablo 12, Tablo 13, Tablo 14 ve Tablo 15’te verilmiştir. Şekil 11’de 30 farklı formülasyona sahip bezelye içeceklerinin görselleri sunulmuştur.



Şekil 11. Formülasyon aşamasında üretilen 30 bezelye içeceği

Tablo 12

Formüle bezelye içeceklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Formülasyon	pH	TA (% LA)	°Briks	Viskozite (cP)
1	6,78 ± 0,01 ^F	0,06 ± 0,01 ^{GH}	4,23 ± 0,07 ^P	2,18 ± 0,01 ^P
2	6,85 ± 0,01 ^D	0,04 ± 0,01 ^{IJ}	7,67 ± 0,03 ^{HI}	3,15 ± 0,01 ^J
3	6,90 ± 0,01 ^A	0,04 ± 0,01 ^{LJK}	7,97 ± 0,03 ^H	2,17 ± 0,01 ^P
4	6,85 ± 0,01 ^D	0,09 ± 0,01 ^C	6,93 ± 0,03 ^{KLM}	2,40 ± 0,01 ^O
5	6,73 ± 0,01 ^H	0,07 ± 0,01 ^F	7,40 ± 0,11 ^{LJK}	3,00 ± 0,01 ^{KL}
6	6,76 ± 0,01 ^G	0,06 ± 0,01 ^H	7,53 ± 0,14 ^{HIJ}	4,14 ± 0,01 ^F
7	6,81 ± 0,01 ^E	0,05 ± 0,01 ^I	6,67 ± 0,09 ^{LM}	4,09 ± 0,01 ^{FG}
8	6,82 ± 0,01 ^E	0,06 ± 0,01 ^G	5,57 ± 0,14 ^O	2,16 ± 0,02 ^P
9	6,67 ± 0,01 ^J	0,11 ± 0,01 ^A	8,73 ± 0,07 ^G	2,76 ± 0,01 ^M
10	6,70 ± 0,01 ^I	0,08 ± 0,01 ^{DEF}	7,40 ± 0,10 ^{LJK}	3,17 ± 0,01 ^J
11	6,89 ± 0,01 ^{AB}	0,04 ± 0,01 ^{JKL}	7,87 ± 0,09 ^{HI}	3,03 ± 0,02 ^K
12	6,89 ± 0,01 ^{AB}	0,04 ± 0,01 ^{JKL}	3,97 ± 0,03 ^P	2,60 ± 0,02 ^N
13	6,62 ± 0,01 ^L	0,10 ± 0,01 ^B	7,73 ± 0,09 ^{HI}	4,88 ± 0,02 ^D
14	6,58 ± 0,01 ^N	0,10 ± 0,01 ^{AB}	11,27 ± 0,03 ^B	2,74 ± 0,03 ^M
15	6,75 ± 0,01 ^{GH}	0,07 ± 0,01 ^G	9,30 ± 0,06 ^{EF}	5,22 ± 0,01 ^C
16	6,88 ± 0,01 ^{BC}	0,04 ± 0,01 ^L	7,07 ± 0,03 ^{JKL}	3,61 ± 0,02 ^H
17	6,87 ± 0,01 ^C	0,10 ± 0,01 ^{KL}	6,77 ± 0,03 ^{LM}	4,04 ± 0,01 ^G
18	6,62 ± 0,01 ^L	0,10 ± 0,01 ^{AB}	9,88 ± 0,23 ^{CD}	6,08 ± 0,01 ^A
19	6,64 ± 0,01 ^K	0,09 ± 0,01 ^C	9,97 ± 0,09 ^{CD}	3,17 ± 0,02 ^J
20	6,64 ± 0,01 ^K	0,09 ± 0,01 ^C	12,77 ± 0,03 ^A	3,40 ± 0,01 ^I
21	6,82 ± 0,01 ^E	0,05 ± 0,01 ^H	6,47 ± 0,03 ^{MN}	2,02 ± 0,05 ^Q
22	6,66 ± 0,01 ^J	0,08 ± 0,01 ^{EF}	9,03 ± 0,09 ^{FG}	2,60 ± 0,01 ^N
23	6,66 ± 0,01 ^J	0,08 ± 0,01 ^{DE}	10,77 ± 0,03 ^B	5,56 ± 0,02 ^B
24	6,62 ± 0,01 ^L	0,09 ± 0,01 ^C	8,60 ± 0,06 ^G	3,62 ± 0,01 ^H
25	6,86 ± 0,01 ^{CD}	0,04 ± 0,01 ^{JKL}	6,10 ± 0,15 ^N	4,37 ± 0,01 ^E
26	6,64 ± 0,01 ^K	0,08 ± 0,01 ^D	7,57 ± 0,03 ^{HIJ}	2,68 ± 0,02 ^{MN}
27	6,87 ± 0,01 ^C	0,03 ± 0,01 ^L	7,10 ± 0,12 ^{JKL}	3,01 ± 0,01 ^{KL}
28	6,60 ± 0,01 ^M	0,09 ± 0,01 ^C	10,23 ± 0,12 ^C	6,04 ± 0,02 ^A
29	6,59 ± 0,01 ^{MN}	0,09 ± 0,01 ^C	9,63 ± 0,13 ^{DE}	5,58 ± 0,04 ^B
30	6,88 ± 0,01 ^{BC}	0,04 ± 0,01 ^{JKL}	6,93 ± 0,07 ^{KLM}	2,92 ± 0,01 ^L

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).

Tablo 13

Formüle bezelye içeceklerinin renk analizi sonuçları

Formülasyon	L^*	a^*	b^*	Doygunluk	Beyazlık
1	70,27 ± 0,03 ^C	-1,85 ± 0,02 ^C	7,69 ± 0,02 ^G	7,91 ± 0,02 ^{GH}	69,23 ± 0,02 ^C
2	66,35 ± 0,04 ^I	-2,11 ± 0,01 ^G	5,16 ± 0,02 ^{PQ}	5,57 ± 0,02 ^{OP}	65,89 ± 0,03 ^J
3	72,81 ± 0,02 ^A	-1,65 ± 0,01 ^B	6,40 ± 0,01 ^J	6,61 ± 0,01 ^K	72,01 ± 0,02 ^A
4	69,01 ± 0,04 ^E	-2,10 ± 0,01 ^G	9,06 ± 0,01 ^B	9,30 ± 0,01 ^B	67,64 ± 0,04 ^F
5	63,74 ± 0,02 ^L	-2,42 ± 0,01 ^I	7,44 ± 0,01 ^H	7,82 ± 0,01 ^H	62,89 ± 0,02 ^N
6	64,69 ± 0,01 ^K	-2,19 ± 0,01 ^H	6,57 ± 0,01 ^I	6,92 ± 0,01 ^J	64,01 ± 0,01 ^M
7	67,11 ± 0,01 ^G	-2,01 ± 0,01 ^E	5,26 ± 0,01 ^O	5,63 ± 0,01 ^O	66,63 ± 0,01 ^H
8	70,18 ± 0,03 ^C	-1,92 ± 0,01 ^D	7,73 ± 0,02 ^G	7,96 ± 0,02 ^G	69,14 ± 0,03 ^C
9	70,25 ± 0,02 ^C	-1,99 ± 0,01 ^E	9,41 ± 0,01 ^A	9,62 ± 0,01 ^A	68,73 ± 0,02 ^D
10	51,08 ± 0,05 ^R	-3,14 ± 0,01 ^N	4,38 ± 0,03 ^R	5,39 ± 0,03 ^Q	50,78 ± 0,05 ^S
11	66,74 ± 0,03 ^H	-2,19 ± 0,01 ^H	5,22 ± 0,02 ^{OP}	5,66 ± 0,02 ^O	66,26 ± 0,03 ^I
12	52,29 ± 0,03 ^P	-2,79 ± 0,03 ^J	1,01 ± 0,02 ^T	2,97 ± 0,03 ^S	52,20 ± 0,04 ^Q
13	50,60 ± 0,03 ^S	-3,06 ± 0,01 ^L	5,16 ± 0,01 ^{PQ}	5,99 ± 0,01 ^N	50,23 ± 0,03 ^T
14	63,81 ± 0,01 ^L	-2,38 ± 0,01 ^I	8,41 ± 0,01 ^F	8,74 ± 0,01 ^F	62,77 ± 0,02 ^N
15	71,79 ± 0,07 ^B	-1,64 ± 0,01 ^B	7,36 ± 0,04 ^H	7,53 ± 0,04 ^I	70,80 ± 0,06 ^B
16	48,45 ± 0,03 ^T	-2,77 ± 0,02 ^J	0,47 ± 0,01 ^U	2,81 ± 0,02 ^T	48,37 ± 0,04 ^U
17	66,76 ± 0,01 ^H	-2,09 ± 0,01 ^{FG}	5,10 ± 0,01 ^Q	5,51 ± 0,01 ^P	66,30 ± 0,01 ^I
18	70,27 ± 0,02 ^C	-1,86 ± 0,01 ^{CD}	9,08 ± 0,01 ^B	9,26 ± 0,02 ^{BC}	68,86 ± 0,02 ^D
19	53,48 ± 0,04 ^N	-3,03 ± 0,01 ^L	5,67 ± 0,01 ^M	6,43 ± 0,01 ^L	53,04 ± 0,04 ^P
20	69,81 ± 0,01 ^D	-2,04 ± 0,01 ^{EF}	9,00 ± 0,01 ^{BC}	9,23 ± 0,01 ^{BCD}	68,43 ± 0,01 ^E
21	52,46 ± 0,02 ^O	-2,91 ± 0,01 ^K	3,21 ± 0,01 ^S	4,33 ± 0,02 ^R	52,26 ± 0,02 ^Q
22	68,54 ± 0,04 ^F	-2,07 ± 0,01 ^{FG}	8,77 ± 0,02 ^E	9,01 ± 0,02 ^E	67,28 ± 0,03 ^G
23	52,01 ± 0,05 ^Q	-3,14 ± 0,01 ^{MN}	8,37 ± 0,01 ^N	6,22 ± 0,01 ^M	51,61 ± 0,05 ^R
24	67,14 ± 0,04 ^G	-2,11 ± 0,01 ^G	9,05 ± 0,04 ^B	9,29 ± 0,04 ^B	65,85 ± 0,03 ^J
25	72,92 ± 0,03 ^A	-1,66 ± 0,01 ^B	6,22 ± 0,02 ^K	6,43 ± 0,02 ^L	72,16 ± 0,02 ^A
26	54,16 ± 0,01 ^M	-3,08 ± 0,01 ^{LM}	6,11 ± 0,01 ^L	6,84 ± 0,01 ^J	53,65 ± 0,01 ^O
27	72,87 ± 0,02 ^A	-1,65 ± 0,01 ^B	6,35 ± 0,02 ^J	6,56 ± 0,02 ^K	72,09 ± 0,01 ^A
28	66,90 ± 0,01 ^H	-2,17 ± 0,01 ^H	8,87 ± 0,01 ^D	9,13 ± 0,01 ^D	65,66 ± 0,01 ^K
29	66,11 ± 0,01 ^J	-2,17 ± 0,01 ^H	8,91 ± 0,01 ^{CD}	9,17 ± 0,01 ^{CD}	64,90 ± 0,01 ^L
30	72,83 ± 0,03 ^A	-1,58 ± 0,01 ^A	6,24 ± 0,01 ^K	6,44 ± 0,01 ^L	72,08 ± 0,03 ^A

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Tablo 14

Formüle bezelye içeceklerinin faz ayrımı sonuçları

Formülasyon	1. Gün (%)	7. Gün (%)	14. Gün (%)
1	5,55	5,55	5,55
2	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
3	5,55	5,55	5,55
4	11,11	11,11	11,11
5	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
6	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
7	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
8	5,55	5,55	5,55
9	16,66	16,66	16,66
10	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
11	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
12	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
13	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
14	11,11	11,11	11,11
15	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
16	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
17	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
18	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
19	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
20	2,22	2,22	2,22
21	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
22	11,11	11,11	11,11
23	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
24	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
25	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
26	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
27	5,55	5,55	5,55
28	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
29	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok	Faz ayrımı yok
30	5,55	5,55	5,55

Tablo 15

Formüle bezelye içeceklerinin puanlama testi sonuçları

Formülasyon	Görünüş/Renk	Kıvam	Aroma/Lezzet	Tüm İzlenim
1	7,33 ± 0,33 ^{AB}	6,00 ± 0,58 ^{AB}	4,92 ± 0,69 ^[AE]	5,42 ± 0,64 ^[AF]
2	7,33 ± 0,21 ^{AB}	6,08 ± 0,46 ^{AB}	7,00 ± 0,37 ^{ABC}	6,83 ± 0,40 ^{ABC}
3	8,00 ± 0,26 ^A	7,17 ± 0,70 ^{AB}	7,25 ± 0,44 ^{AB}	7,58 ± 0,46 ^A
4	6,83 ± 0,48 ^[AD]	5,33 ± 0,72 ^{AB}	4,50 ± 0,50 ^{CDE}	5,08 ± 0,46 ^[BF]
5	6,33 ± 0,21 ^[AF]	5,58 ± 0,42 ^{AB}	5,67 ± 0,67 ^[AE]	5,75 ± 0,51 ^[AF]
6	6,50 ± 0,22 ^[AE]	5,83 ± 0,54 ^{AB}	6,17 ± 0,54 ^[AD]	6,08 ± 0,49 ^[AF]
7	7,50 ± 0,22 ^{AB}	6,08 ± 0,66 ^{AB}	5,08 ± 0,08 ^[AE]	5,67 ± 0,21 ^[AF]
8	7,50 ± 0,34 ^{AB}	5,83 ± 0,79 ^{AB}	4,75 ± 0,51 ^[AE]	5,25 ± 0,66 ^[AF]
9	7,50 ± 0,22 ^{AB}	6,42 ± 0,61 ^{AB}	5,83 ± 0,31 ^[AE]	6,08 ± 0,42 ^[AF]
10	4,75 ± 0,73 ^{EF}	4,75 ± 0,68 ^{AB}	4,33 ± 1,02 ^{CDE}	4,25 ± 0,75 ^{DEF}
11	7,00 ± 0,26 ^[AD]	6,00 ± 0,37 ^{AB}	6,42 ± 0,38 ^[AD]	6,42 ± 0,27 ^[AE]
12	5,50 ± 0,43 ^[CF]	5,00 ± 0,52 ^{AB}	4,00 ± 0,52 ^{DE}	4,08 ± 0,49 ^{DEF}
13	5,25 ± 0,16 ^{DEF}	5,50 ± 0,41 ^{AB}	4,00 ± 0,58 ^{DE}	4,00 ± 0,45 ^{EF}
14	6,75 ± 0,16 ^[AD]	6,50 ± 0,18 ^{AB}	6,50 ± 0,18 ^[AD]	6,50 ± 0,18 ^[AD]
15	6,83 ± 0,48 ^[AD]	6,50 ± 0,50 ^{AB}	7,33 ± 0,49 ^A	7,33 ± 0,49 ^{AB}
16	5,50 ± 0,43 ^[CF]	5,33 ± 0,67 ^{AB}	5,83 ± 0,31 ^[AE]	5,83 ± 0,31 ^[AF]
17	7,00 ± 0,37 ^[AD]	5,92 ± 0,66 ^{AB}	6,08 ± 0,42 ^[AD]	6,25 ± 0,25 ^[AE]
18	7,25 ± 0,16 ^{ABC}	6,75 ± 0,30 ^{AB}	4,50 ± 0,32 ^{CDE}	5,38 ± 0,40 ^[AF]
19	5,50 ± 0,18 ^[CF]	5,88 ± 0,20 ^{AB}	6,13 ± 0,20 ^[AD]	5,75 ± 0,16 ^[AF]
20	7,50 ± 0,18 ^{AB}	7,25 ± 0,30 ^A	6,25 ± 0,40 ^[AD]	6,75 ± 0,40 ^{ABC}
21	4,60 ± 0,61 ^F	5,10 ± 0,76 ^{AB}	4,90 ± 0,97 ^[AE]	4,80 ± 0,78 ^[CF]
22	7,00 ± 0,26 ^[AD]	6,67 ± 0,42 ^{AB}	6,92 ± 0,27 ^{ABC}	6,92 ± 0,08 ^{ABC}
23	5,25 ± 0,30 ^{DEF}	6,75 ± 0,40 ^{AB}	5,13 ± 0,64 ^[AE]	5,50 ± 0,61 ^[AF]
24	7,50 ± 0,18 ^{AB}	6,75 ± 0,30 ^{AB}	5,00 ± 0,10 ^[AE]	5,50 ± 0,32 ^[AF]
25	7,33 ± 0,33 ^{AB}	5,33 ± 0,72 ^{AB}	4,58 ± 0,20 ^[BE]	5,08 ± 0,49 ^[BF]
26	5,88 ± 0,27 ^[BF]	4,38 ± 0,35 ^B	3,25 ± 0,40 ^E	3,75 ± 0,30 ^F
27	7,50 ± 0,22 ^{AB}	6,50 ± 0,43 ^{AB}	5,58 ± 0,52 ^[AE]	6,08 ± 0,38 ^[AF]
28	7,25 ± 0,30 ^{ABC}	7,00 ± 0,45 ^{AB}	5,25 ± 0,70 ^[AE]	5,50 ± 0,75 ^[AF]
29	7,50 ± 0,32 ^{AB}	6,75 ± 0,30 ^{AB}	5,38 ± 0,40 ^[AE]	5,88 ± 0,27 ^[AF]
30	7,50 ± 0,22 ^{AB}	6,00 ± 0,52 ^{AB}	5,00 ± 0,26 ^[AE]	5,50 ± 0,43 ^[AF]

*Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).

Tablo 16

Formüle bezelye içeceklerinin korelasyon analizi sonuçları

	Bezelye İçeceği	Yağ	Şeker	Gam	Bezelye Konsantrasyonu	Ölçek
pH	-0,14	0,12	0,07	0	-0,93	±1 0
TA (% LA)	0,13	-0,05	-0,17	-0,05	0,86	
°Briks	-0,36	0,14	0,48	0,09	0,66	
Viskozite (cP)	-0,06	0,03	0,05	0,83	0,31	
<i>L</i> *	-0,81	0,9	0,02	-0,14	-0,2	
<i>a</i> *	-0,82	0,9	0,04	-0,04	-0,37	
<i>b</i> *	-0,46	0,56	-0,05	-0,23	0,61	
Doygunluk	-0,43	0,57	-0,13	-0,29	0,64	
Beyazlık	-0,81	0,9	0,03	-0,13	-0,24	
Faz Ayrımı (%)	-0,39	0,45	-0,02	-0,68	0,16	
Görünüş/Renk	-0,73	0,81	0,03	-0,1	-0,15	
Kıvam	-0,71	0,57	0,41	0,07	0,23	
Aroma/Lezzet	-0,69	0,3	0,84	-0,04	-0,23	
Tüm İzlenim	-0,83	0,5	0,76	-0,05	-0,21	

Verilerin birbiriyle ilişkilerinin değerlendirilmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo 16). Yağ miktarının renk parametreleri ($r > 0,50$) ve duyuşsal karakteristiklerden görünüş/renk ($r = 0,81$), kıvam ($r = 0,57$) ve tüm izlenim ($r = 0,50$) üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğu bulunmuştur. Yağ miktarının özellikle bezelye içeceklerinin beyazlığının sağlanması konusunda ($r = 0,90$) oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, yağ miktarıyla birlikte faz ayrımı da artmıştır ($r = 0,45$). Şeker miktarının duyuşsal parametrelerden, özellikle tüketici beğenisi üzerine etkili olan aroma/lezzet ($r = 0,84$) ve tüm izlenim ($r = 0,76$) puanları üzerine olumlu yönde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Viskozite üzerine en fazla etkili olan ingrediyeenin gam olduğu ($r = 0,83$) bulunmuş, gam miktarının artmasıyla faz ayrımı azalmıştır ($r = -0,68$) ve fiziksel stabilitenin sağlanması açısından formülasyonda gamın yer almasının önemli olduğu söylenebilir. Bezelye konsantrasyonunun artmasıyla içeceklerin *b** değerinin arttığı ($r > 0,61$) tespit edilmiştir.

Analiz verilerinden viskozite, puanlama testi (görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet, tüm izlenim) ve faz ayrımı sonuçları yanıt (response) olarak kullanılmıştır. Yanıtların

modelde istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0,05$), lack-of-fit değerlerinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Yanıtlarda; viskozitenin 1-10 cP arasında olması, puanlama testi (görünüş/reng, kıvam, aroma/lezzet, tüm izlenim) sonuçlarının maksimum olması ve faz ayrımının minimum olması hedeflenmiştir. Böylece, 81 farklı çözüm (solution) elde edilmiştir. İstenilebilirliği (desirability) en yüksek olan 10 formülasyon Tablo 17’de gösterilmiştir. Tablo 17’deki en yüksek istenilebilirliğe (0,92) sahip olan 1 numaralı formülasyon, en uygun bezelye içeceği formülasyonu olarak belirlenmiştir. En uygun bezelye içeceği formülasyonunda kullanılacak miktarlar; HBİ %88,96, yağ %5,99, şeker %4,00, gam %0,00 ve bezelye konsantrasyonu %3,00’tür. Tuz (NaCl, %0,01), toz vanilya (%0,01) ve emülgatör (lesitin, %1) formülasyonda sabit olarak kullanılacak maddelerdir.

Tablo 17

Bezelye içeceği formülasyonları

Numara	Bezelye İçeceği (%)	Yağ (%)	Şeker (%)	Gam (%)	Bezelye Konsantrasyonu (%)	İstenilebilirlik
1	88,96	5,99	4,00	0,00	3,00	0,92
2	89,25	5,71	4,00	0,00	3,00	0,91
3	89,47	5,48	4,00	0,00	3,00	0,91
4	88,98	5,97	4,00	0,00	3,04	0,91
5	89,27	5,68	3,99	0,00	3,04	0,91
6	89,74	5,21	4,00	0,00	3,00	0,91
7	90,25	4,71	4,00	0,00	3,00	0,90
8	88,08	6,89	3,97	0,00	3,00	0,90
9	90,35	4,60	4,00	0,00	3,00	0,89
10	89,35	5,61	3,99	0,00	3,21	0,89

4.4. En Uygun Bezelye İeeğinde (EUBİ) Gerçekleştirilen Analizlerin Sonuçları

4.4.1. Fizikokimyasal Analizler, Faz Ayrımı ve Tüketici Beğeni Testi

EUBİ’de (şekil 12) yapılan fizikokimyasal analizler, faz ayrımı ve tüketici beğeni testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir. Optimizasyonda kullanılan modelin tahminleri ve elde edilen analiz sonuçları Tablo 19’da sunulmuştur. Model tahminleri ve analiz sonuçları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). EUBİ’nin viskozitesi, pH değeri ve renk karakteristiklerinin inek sütünėe yakın olduğu, titrasyon asitliği ve °Briks değerlerinin ise düşük olduğu bulunmuştur. EUBİ üretiminde gam kullanılmaması fiziksel stabiliteyi olumsuz etkilemiştir ve faz ayrımı tespit edilmiştir. Sonuç olarak EUBİ, 100 kişinin katılımıyla gerçekleştirilen tüketici beğeni testinde, tüm kalite ölçütlerinde yüksek puan almıştır.



şekil 12. En uygun bezelye ieeği

Tablo 18

EUBİ'nin fizikokimyasal analizler, faz ayrımı ve tüketici beğeni testi sonuçları

Formülasyon	pH	TA (% LA)	°Briks	Viskozite (cP)	
	6,81 ± 0,01	0,04 ± 0,01	7,45 ± 0,12	2,10 ± 0,03	
	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	Doygunluk	Beyazlık
	73,15 ± 0,69	-1,54 ± 0,03	7,64 ± 0,36	7,80 ± 0,34	72.01 ± 0.56
EUBİ	1. Gün (%)		7. Gün (%)		14. Gün (%)
	5,55		11,11		11,11
	Görünüş/Renk	Kıvam	Aroma/Lezzet	Tüm İzlenim	
	6,93 ± 0,17	6,88 ± 0,17	6,08 ± 0,19	6,44 ± 0,16	

Tablo 19

Optimizasyon modelinin tahminleri ve elde edilen analiz sonuçları

Viskozite (cP)		Görünüş/Renk		Kıvam	
Tahmin	Sonuç	Tahmin	Sonuç	Tahmin	Sonuç
2,23 ± 0,01 ^A	2,10 ± 0,03 ^A	8,01 ± 0,01 ^A	6,93 ± 0,17 ^A	7,14 ± 0,01 ^A	6,88 ± 0,17 ^A
Aroma/Lezzet		Tüm İzlenim		Faz Ayrımı (%)	
Tahmin	Sonuç	Tahmin	Sonuç	Tahmin	Sonuç
6,86 ± 0,01 ^A	6,08 ± 0,19 ^A	7,03 ± 0,02 ^A	6,44 ± 0,16 ^A	2,97 ^A	5,55 ^A

4.4.2. En Uygun Bezelye İçeceğinin (EUBİ) Depolama Stabilitesi

Gıdaların kalite özellikleri depolama sırasında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerden etkilenmektedir. Belirli bir süre depolandıktan sonra gıdaların bir ya da daha fazla kalite özelliği olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu durumda olan gıdalar tüketim için uygun değildir ve raf ömrünü tamamlamış olarak kabul edilir. Raf ömrü, gıdanın üretimi ve ambalajlanmasını takiben kalite özellikleri veya güvenlik bakımından tüketim için uygun olmayan duruma geldiği süre olarak tanımlanabilir. Gıdanın tüketildiğinde güvenli ve kabul

edilebilir kalite özelliklerine sahip olması bakımından raf ömrünün belirlenmesi önemlidir (Yusuf, 2017). EUBİ'nin raf ömrünün belirlenmesi amacıyla üç farklı sıcaklık derecesinde hızlandırılmış depolama çalışması gerçekleştirilmiştir. Depolama süresince fizikokimyasal, renk analizi ve duyu analizi sonuçları sırasıyla Tablo 20, Tablo 21 ve Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 20

EUBİ depolama stabilitesi fizikokimyasal analiz sonuçları

Gün/°C	pH	TA (% LA)	Viskozite (cP)	Faz Ayrımı (%)
0/25	6,95 ± 0,01 ^A	0,04 ± 0,01 ^{BCD}	2,34 ± 0,01 ^A	0
0/35	6,95 ± 0,01 ^A	0,04 ± 0,01 ^{BCD}	2,34 ± 0,01 ^A	0
0/45	6,95 ± 0,01 ^A	0,04 ± 0,01 ^{BCD}	2,34 ± 0,01 ^A	0
7/25	6,95 ± 0,01 ^A	0,03 ± 0,01 ^{DE}	1,95 ± 0,01 ^{BCD}	11,11
7/35	6,89 ± 0,02 ^{ABC}	0,03 ± 0,01 ^{CDE}	1,95 ± 0,01 ^{BCD}	11,11
7/45	6,80 ± 0,01 ^{DE}	0,04 ± 0,01 ^{BCD}	1,93 ± 0,01 ^{BCD}	11,11
14/25	6,93 ± 0,01 ^{AB}	0,03 ± 0,01 ^E	1,90 ± 0,02 ^{CD}	11,11
14/35	6,87 ± 0,01 ^{BCD}	0,05 ± 0,01 ^A	1,88 ± 0,10 ^D	11,11
14/45	6,64 ± 0,02 ^F	0,04 ± 0,01 ^B	2,00 ± 0,05 ^{BCD}	11,11
21/25	6,88 ± 0,01 ^{ABC}	0,03 ± 0,01 ^E	2,02 ± 0,06 ^{BCD}	11,11
21/35	6,85 ± 0,03 ^{CD}	0,04 ± 0,01 ^{BCD}	2,11 ± 0,02 ^B	11,11
21/45	6,53 ± 0,01 ^G	0,05 ± 0,01 ^A	2,08 ± 0,01 ^{BC}	11,11
28/25	6,91 ± 0,01 ^{ABC}	0,03 ± 0,01 ^{DE}	1,96 ± 0,01 ^{BCD}	11,11
28/35	6,74 ± 0,01 ^E	0,04 ± 0,01 ^{BC}	2,02 ± 0,01 ^{BCD}	11,11
28/45	6,41 ± 0,01 ^H	0,05 ± 0,01 ^A	2,09 ± 0,03 ^{BC}	11,11

*Aynı sütün içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).

Depolama süresince titrasyon asitliği ve viskozite değerlerinde pratik açıdan önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Depolama sıcaklığının ve süresinin artmasıyla birlikte pH değerlerinde bir miktar düşüş gözlenmiştir. 45°C'de depolanan bezelye içeceğinin 28. günde pH değeri 6,41'e düşmüştür. Üretilen bezelye içeceklerinde 0. gün herhangi bir faz ayrımı gözlenmezken 7, 14, 21 ve 28. günlerde faz ayrımı yüzdesi %11,11'e yükselmiştir. En uygun formülasyonda gam kullanılmamasının faz ayrımını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 21

EUBİ depolama stabilitesi renk analizi sonuçları

Gün/°C	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Doygunluk	Beyazlık
0/25	70,28 ± 0,06 ^{AB}	-1,93 ± 0,01 ^E	8,06 ± 0,04 ^{CD}	8,28 ± 0,04 ^{DE}	69,67 ± 0,06 ^{BC}
0/35	70,28 ± 0,06 ^{AB}	-1,93 ± 0,01 ^E	8,06 ± 0,04 ^{CD}	8,28 ± 0,04 ^{DE}	69,67 ± 0,06 ^{BC}
0/45	70,28 ± 0,06 ^{AB}	-1,93 ± 0,01 ^E	8,06 ± 0,04 ^{CD}	8,28 ± 0,04 ^{DE}	69,67 ± 0,06 ^{BC}
7/25	70,97 ± 0,02 ^A	-1,88 ± 0,01 ^E	6,95 ± 0,03 ^E	7,20 ± 0,03 ^{FG}	70,08 ± 0,02 ^{AB}
7/35	70,32 ± 0,17 ^{BC}	-1,66 ± 0,01 ^D	7,55 ± 0,04 ^D	7,73 ± 0,04 ^{EF}	69,32 ± 0,17 ^{CD}
7/45	70,13 ± 0,10 ^{CD}	-1,43 ± 0,02 ^C	8,45 ± 0,04 ^C	8,57 ± 0,05 ^{CD}	68,92 ± 0,10 ^{DEF}
14/25	70,94 ± 0,05 ^A	-1,94 ± 0,01 ^E	6,84 ± 0,04 ^E	7,11 ± 0,04 ^G	70,08 ± 0,06 ^{AB}
14/35	69,76 ± 0,08 ^D	-1,64 ± 0,01 ^D	7,95 ± 0,02 ^{CD}	8,12 ± 0,02 ^{DE}	68,68 ± 0,08 ^{EF}
14/45	69,85 ± 0,14 ^{CD}	-1,27 ± 0,01 ^B	9,42 ± 0,02 ^B	9,50 ± 0,02 ^B	68,39 ± 0,14 ^F
21/25	71,20 ± 0,20 ^A	-1,89 ± 0,04 ^E	6,90 ± 0,10 ^E	7,16 ± 0,11 ^{FG}	70,32 ± 0,22 ^A
21/35	70,14 ± 0,08 ^{CD}	-1,35 ± 0,01 ^{BC}	8,42 ± 0,02 ^C	8,53 ± 0,02 ^D	68,94 ± 0,09 ^{DE}
21/45	68,45 ± 0,07 ^E	-1,28 ± 0,04 ^B	11,76 ± 0,03 ^A	11,83 ± 0,37 ^A	66,30 ± 0,07 ^G
28/25	71,09 ± 0,05 ^A	-1,85 ± 0,01 ^E	6,81 ± 0,05 ^E	7,06 ± 0,05 ^G	70,24 ± 0,06 ^A
28/35	69,84 ± 0,04 ^{CD}	-1,35 ± 0,01 ^{BC}	9,03 ± 0,08 ^B	9,13 ± 0,08 ^{BC}	68,49 ± 0,05 ^{EF}
28/45	68,39 ± 0,06 ^E	-0,89 ± 0,01 ^A	11,53 ± 0,03 ^A	11,56 ± 0,03 ^A	66,34 ± 0,07 ^G

*Aynı sütün içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

25°C’de depolama süresince EUBİ’lerin renginin oldukça stabil olduğu gözlenmiş ve *L**, *a** ve *b** değerlerinde pratik açıdan önemli bir değişim olmamıştır. 35 ve 45°C’de depolama süresince EUBİ’lerin *L** değerleri artan depolama sıcaklığı ile bir miktar düşmüş, *a** ve *b** değerleri ise artan depolama sıcaklığı ile bir miktar yükselmiştir. *a** değerinin yükselmesi yeşilliğin azaldığı, *b** değerinin yükselmesi ise sarılığın arttığı anlamına gelmektedir. Artan depolama sıcaklığıyla birlikte *L** değerinin düşmesinin ve *a** ve *b** değerinin yükselmesi Bosch vd. (2007) tarafından da rapor edilmiştir. Depolama süresince *L** değerinin düşmesinin ve *b** değerinin yükselmesinin nedeni enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır (Bosch vd., 2007; Popov-Raljić vd., 2008). Sıcaklığın yükselmesi, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını artırarak renk gelişimine ve ürünün esmerleşmesine neden olmaktadır (Fischer vd., 2022).

Puanlama testi sonuçlarına göre, farklı sıcaklıklarda depolanan en uygun bezelye içeceklerinin görünüş/reng ve kıvam karakteristiklerinde önemli bir değişim olmamıştır. Bunun birlikte, artan depolama sıcaklığı ile birlikte aroma/lezzet ve tüm izlenim puanlarında düşüş gözlenmiştir. Özellikle 35 ve 45°C’de depolamanın 28. gününde aroma/lezzet puanları önemli ölçüde düşmüştür.

Tablo 22

EUBİ depolama stabilitesi puanlama testi sonuçları

Gün	°C	Görünüş/Renk	Kıvam	Aroma/Lezzet	Tüm İzlenim
0	25	7,50 ± 0,28 ^A	6,50 ± 0,28 ^A	4,87 ± 0,65 ^A	5,25 ± 0,75 ^A
28	25	7,25 ± 0,25 ^A	6,50 ± 0,64 ^A	4,37 ± 0,47 ^{AB}	4,62 ± 0,62 ^A
0	35	7,50 ± 0,28 ^A	6,50 ± 0,28 ^A	4,87 ± 0,65 ^A	5,25 ± 0,75 ^A
28	35	7,25 ± 0,25 ^A	6,75 ± 0,47 ^A	3,37 ± 0,37 ^{AB}	4,12 ± 0,71 ^A
0	45	7,50 ± 0,28 ^A	6,50 ± 0,28 ^A	4,87 ± 0,65 ^A	5,25 ± 0,75 ^A
28	45	7,25 ± 0,25 ^A	6,50 ± 0,64 ^A	2,75 ± 0,85 ^B	3,75 ± 0,75 ^A

*Aynı sütün içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır (p<0,05).

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, farklı ön işlemlerden geçirilmiş bezelyelerden bitki esaslı içecek üretim potansiyeli değerlendirilmiştir. Üretilen sade bezelye içeceklerinin fizikokimyasal özelliklerinden viskozite ve pH değerlerinin inek sütüne yakın olduğu; titrasyon asitliği değerlerinin ise düşük olduğu bulunmuştur. Sade bezelye içeceklerinin L^* değerlerinin inek sütüne göre oldukça düşük olduğu; a^* ve b^* değerlerinin inek sütüne yakın olduğu tespit edilmiştir.

Lezzet profil analizinde tatlı, buruk, bezelyemsi, pişmiş, unsu/yulaf, haşlanmış süt mısır ve yeşil/taze/çiçek lezzet terimleri sade bezelye içeceklerinde öne çıkmıştır. Uçucu bileşen profilleri bakımından KBİ'de hekzanal ve 2-heptanon; HBİ'de 2-etil-furan, 1-pentanal, hekzanal, 2-heptanon, 2-pentil-furan ve 1-pentanol; VBİ'de ise 2-etil-furan, hekzanal, 2-heptanon ve 2-pentil-furan bileşenleri yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Aroma aktif bileşenler arasında hekzanal (çimen), 2-asetil-1-pirolin (patlamış mısır/pirinç), 1-okten-3-on (mantar), (Z)-1,5-oktadien-3-on (sardunya/metal) ve düren (kirli/okside) bileşenleri öne çıkmıştır. Tüketici beğeni testi sonuçlarına göre, HBİ ve VBİ'nin istenmeyen lezzetin giderilmesi konusunda başarılı olduğuna karar verilmiştir.

Tüketici beğenisinin artırılması amacıyla sade bezelye içeceği formüle edilmiştir. Design-Expert 13'te "Optimal (Combined) Design" modu kullanılarak "Quadratic X Linear" modeli ile 30 farklı içecek formülasyonu elde edilmiştir. Formülasyon aşamasında elde edilen analiz verilerinden viskozite, tüketici beğeni testi (görünüş/renk, kıvam, aroma/lezzet, tüm izlenim) ve faz ayrımı sonuçları yanıt olarak kullanılarak en uygun bezelye içeceği formülasyonu belirlenmiştir. En uygun bezelye içeceği formülasyonunda kullanılacak miktarlar; HBİ %88,96, yağ %5,99, şeker %4,00, gam %0,00 ve bezelye konsantrasyonu %3,00'tür. Tuz (NaCl, %0,01), toz vanilya (%0,01) ve emülgatör (lesitin, %1) formülasyonda sabit olarak kullanılacak maddelerdir. Optimizasyonda kullanılan modelin tahminleri ve analiz sonuçları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark

bulunmamıştır. Formülasyon aşamasında elde edilen verilerle yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre formülasyon maddelerinden yağ miktarının renk parametreleri, faz ayrımı ve duyuşsal karakteristiklerden görünüş/renk, kıvam ve tüm izlenim; şeker miktarının duyuşsal karakteristiklerden aroma/lezzet ve tüm izlenim; gam miktarının viskozite ve faz ayrımı; bezelye konsantrasyonunun ise b^* değeri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

EUBİ'nin viskozite, pH değeri ve renk karakteristikleri bakımından inek sütünė benzer olduğu; titrasyon asitliği ve °Briks değeri'nin ise inek sütünė göre düşük olduğu belirlenmiştir. Depolama çalışması süresince EUBİ'nin viskozite, pH ve titrasyon asitliği değeri'nde önemli bir değişim olmamıştır. Renk karakteristiklerinden L^* değeri, artan depolama sıcaklığı ile bir miktar düşerken, a^* ve b^* değeri, artan depolama sıcaklığı ile bir miktar yükselmiştir. Sonuç olarak, bu tez çalışmasında sürdürülebilir, çevresel etkisi düşük ve protein içeriği yüksek olan bezelyelerden, en uygun üretim basamakları koşullarında bitki esaslı içecek üretilmiştir. Yapılan tez çalışmasına göz önüne alındığında; bezelye içeceklerinin besinsel bileşiminin belirlenmesi, bezelye içeceklerinin şekerlessiz olarak optimize edilmesi, bezelye içeceklerinden ürün geliştirilmesi (okolata aromalı içecek, dondurulmuş tatlı vb.) önerilebilir.

KAYNAKÇA

- AACC. (2000). *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (10th ed.)*. American Association of Cereal Chemists. Minnesota, USA.
- Abbas, Y. and Ahmad, A. (2018). "Impact of processing on nutritional and anti-nutritional factors of legumes: a review". *Annals. Food Science and Technology*, 19 (2), 99-215.
- Akyol, Ç., Alpas, H. and Bayındırlı, A. (2006). "Inactivation of peroxidase and lipoxygenase in carrots, green beans, and green peas by combination of high hydrostatic pressure and mild heat treatment". *European Food Research and Technology*, 224 (2), 171-176.
- Alcorta, A., Porta, A., Tárrega, A., Alvarez, M. D. and Vaquero, M. P. (2021). "Foods for plant-based diets: challenges and innovations". *Foods*, 10 (2), 293.
- Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı, Y. (2019). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*, Sidas Yayıncılık: İzmir.
- Arteaga, V., Kraus, S., Schott, M., Muranyi, I., Schweiggert-Weisz, U. and Eisner, P. (2021). "Screening of twelve pea (*Pisum sativum* L.) cultivars and their isolates focusing on the protein characterization, functionality, and sensory profiles". *Foods*, 10 (4), 758.
- Avezum, L., Rondet, E., Mestres, C., Achir, N., Madode, Y., Gibert, O., Lefevre, C., Hemery Y., Verdeil, J. and Rajjou, L. (2022). "Improving the nutritional quality of pulses via germination". *Food Reviews International*, 1-34.
- Avsar, Y. K., Karagul-Yuceer, Y., Drake, M. A., Singh, T. K., Yoon, Y. and Cadwallader, K. R. (2004). "Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese". *Journal of Dairy Science*, 87 (7), 1999-2010.
- Aydar, E. F., Tutuncu, S. and Ozcelik, B. (2020). "Plant-based milk substitutes: bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects". *Journal of Functional Foods*, 70, 103975.
- Azarnia, S., Boye, J. I., Warkentin, T., Malcolmson, L., Sabik, H. and Bellido, A. S. (2011). "Volatile flavour profile changes in selected field pea cultivars as affected by crop year and processing". *Food Chemistry*, 124 (1), 326-335.

- Baltierra-Trejo, E., Márquez-Benavides, L. and Sánchez-Yáñez, J. M. (2015). “Inconsistencies and ambiguities in calculating enzyme activity: the case of laccase”. *Journal of Microbiological Methods*, 119, 126-131.
- Benavides-Paz, Y. L., Ismail, B. P. and Reineccius, G. A. (2022a). “Monitoring the aroma profile during the production of a pea protein isolate by alkaline solubilization coupled with isoelectric precipitation”. *ACS Food Science and Technology*, 2 (2), 321-330.
- Benavides-Paz, Y. L., Ismail, B. P. and Reineccius, G. A. (2022b). “Monitoring the aroma profile during the production of a pea protein isolate by salt solubilization coupled with membrane filtration”. *ACS Food Science and Technology*, 2 (2), 280-289.
- Ben-Harb, S., Saint-Eve, A., Irlinger, F., Souchon, I. and Bonnarme, P. (2022). “Modulation of metabolome and overall perception of pea protein-based gels fermented with various synthetic microbial consortia”. *Foods*, 11 (8), 1146.
- Bi, S., Xu, X., Luo, D., Lao, F., Pang, X., Shen, Q., Hu, X. and Wu, J. (2020). “Characterization of key aroma compounds in raw and roasted peas (*Pisum sativum* L.) by application of instrumental and sensory techniques”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (9), 2718-2727.
- Bi, S., Lao, F., Pan, X., Shen, Q., Liu, Y. and Wu, J. (2022). “Flavor formation and regulation of peas (*Pisum sativum* L.) seed milk via enzyme activity inhibition and off-flavor compounds control release”. *Food Chemistry*, 380 (20), 132203.
- Bocker, R. and Silva, E. K. (2021). “Innovative technologies for manufacturing plant-based non-dairy alternative milk and their impact on nutritional, sensory and safety aspects. *Future Foods*, 5, 100098.
- Bonke, A., Sieuwerts, S. and Petersen, I. L. (2020). “Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea”. *Foods*, 9 (4), 429.
- Bosch, L., Alegría, A., Farré, R. and Clemente, G. (2007). “Fluorescence and color as markers for the Maillard reaction in milk–cereal based infant foods during storage”. *Food Chemistry*, 105 (3), 1135-1143.
- Browder, R., Hettiarachchy, N. and Horax, R. (2018). “Nutraceutical snack prepared from sprouted rough rice and green gram and its physicochemical properties and in vitro

- glycemic index”. *Discovery, The Student Journal of Dale Bumpers College of Agricultural, Food and Life Sciences*, 19 (1), 6-15.
- Burger, T. G. and Zhang, Y. (2019). “Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications”. *Trends in Food Science and Technology*, 86, 25-33.
- Cardello, A. V., Llobell, F., Giacalone, D., Roigard, C. M. and Jaeger, S. R. (2022). “Plant-based alternatives vs. dairy milk: consumer segments and their sensory, emotional, cognitive and situational use responses to tasted products”. *Food Quality and Preference*, 100 (11), 104599.
- Chalupa-Krebzdak, S., Long, C. J. and Bohrer, B. M. (2018). “Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives”. *International Dairy Journal*, 87, 84-92.
- Cheng, N., Barbano, D. M. and Drake, M. A. (2018). “Hunter versus CIE color measurement systems for analysis of milk-based beverages”. *Journal of Dairy Science*, 101 (6), 4891-4905.
- Craig, W. J., Brothers, C. J. and Mangels, R. (2021). “Nutritional content and health profile of single-serve non-dairy plant-based beverages”. *Nutrients*, 14 (1), 162.
- Cui, L., Kimmel, J., Zhou, L., Rao, J. and Chen, B. (2020). “Combining solid dispersion-based spray drying with cyclodextrin to improve the functionality and mitigate the beany odor of pea protein isolate”. *Carbohydrate Polymers*, 245 (6), 116546.
- Dahl, W. J., Foster, L. M. and Tyler, R. T. (2012). “Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.)”. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S3-S10.
- Ding, Y. Y., Li, J., Wu, C., Yang, Y. and Gu, Z. (2020). “The relationship between the chemical composition and the quality of the soybean film during peeling process”. *Food Science and Nutrition*, 8 (9), 4944-4956.
- Ebert, S., Michel, W., Nedele, A. K., Baune, M. C., Terjung, N., Zhang, Y., Gibis, M. and Weiss, J. (2022). “Influence of protein extraction and texturization on odor-active compounds of pea proteins”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102 (3), 1021-1029.

- El Youssef, C., Bonnarme, P., Fraud, S., Péron, A. C., Helinck, S. and Landaud, S. (2020). "Sensory improvement of a pea protein-based product using microbial co-cultures of lactic acid bacteria and yeasts". *Foods*, 9 (3), 349.
- Erge, H. S., Karadeniz, F., Koca, N. and Soyer, Y. (2008). "Effect of heat treatment on chlorophyll degradation and color loss in green peas". *Gıda*, 33 (5), 225-233.
- Falade, K., Ogundele, O., Ogunshe, A. O., Fayemi, O. E. and Ocloo, F. C. (2015). "Physico-chemical, sensory and microbiological characteristics of plain yoghurt from bambara groundnut (*Vigna subterranea*) and soybeans (*Glycine max*)". *Journal of Food Science and Technology*, 52 (9), 5858-5865.
- Farag, M. A., Khalifa, I., Gamal, M. and Bakry, I. A. (2022). "The chemical composition, production technology, authentication, and QC analysis of dried milk". *International Dairy Journal*, 133, 105407.
- Fischer, E., Cachon, R. and Cayot, N. (2020). "*Pisum sativum* vs *Glycine max*, a comparative review of nutritional, physicochemical, and sensory properties for food uses". *Trends in Food Science and Technology*, 95 (20), 196-204.
- Fischer, E., Cachon, R. and Cayot, N. (2022). "Impact of ageing on pea protein volatile compounds and correlation with odor". *Molecules*, 27 (3), 852.
- Frohlich, P., Young, G., Borsuk, Y., Sigvaldson, M., Bourré, L. and Sopiwnyk, E. (2021). "Influence of premilling thermal treatments of yellow peas, navy beans, and fava beans on the flavor and end-product quality of tortillas and pitas". *Cereal Chemistry*, 98 (3), 802-813.
- Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L. and Zandonadi, R. P. (2021). "An overview on nutritional aspects of plant-based beverages used as substitutes for cow's milk". *Nutrients*, 13 (8), 2650.
- Gao, Z., Shen, P., Lan, Y., Cui, L., Ohm, J. B., Chen, B. and Rao, J. (2020). "Effect of alkaline extraction pH on structure properties, solubility, and beany flavor of yellow pea protein isolate". *Food Research International*, 131 (4), 109045.
- GFI, (2022). Amerika'daki bitki esaslı gıda pazarı, Erişim: 16.10.2022, <https://gfi.org/marketresearch/#overview>.

- Gökmen, V., Bahçeci, K. S., Serpen, A. and Acar, J. (2005). “Study of lipoxygenase and peroxidase as blanching indicator enzymes in peas: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage”. *LWT*, 38 (8), 903-908.
- Grewal, M. K., Chandrapala, J., Donkor, O., Apostolopoulos, V. and Vasiljevic, T. (2017a). “Electrophoretic characterization of protein interactions suggesting limited feasibility of accelerated shelf-life testing of ultra-high temperature milk”. *Journal of Dairy Science*, 100 (1), 76-88.
- Grewal, M. K., Chandrapala, J., Donkor, O., Apostolopoulos, V., Stojanovska, L. and Vasiljevic, T. (2017b). “Fourier transform infrared spectroscopy analysis of physicochemical changes in UHT milk during accelerated storage”. *International Dairy Journal*, 66, 99-107.
- Grossmann, L., Kinchla, A. J., Nolden, A. and McClements, D. J. (2021). “Standardized methods for testing the quality attributes of plant-based foods: Milk and cream alternatives”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20 (2), 2206-2233.
- Gugger E., Galuska P. and Tremaine A. (2016). “Legume based dairy substitute and consumable food products incorporating same”. Patent No: WO 2016/172570 A1.
- Haas, R., Schnepps, A., Pichler, A. and Meixner, O. (2019). “Cow milk versus plant-based milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption”. *Sustainability*, 11 (18), 5046.
- Hall, C., Hillen, C. and Garden Robinson, J. (2017). “Composition, nutritional value, and health benefits of pulses”. *Cereal Chemistry*, 94 (1), 11-31.
- Hood-Niefer, S. D., Warkentin, T. D., Chibbar, R. N., Vandenberg, A. and Tyler, R. T. (2012). “Effect of genotype and environment on the concentrations of starch and protein in, and the physicochemical properties of starch from, field pea and fababean”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (1), 141-150.
- Jeske, S., Zannini, E. and Arendt, E. K. (2017). “Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes”. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72 (1), 26-33.

- Kailasapathy, K. (2015). "Chemical composition, physical, and functional properties of milk and milk ingredients". Chandan R. C., Kilara A. and Shah N. P. (eds.). in: *Dairy Processing and Quality Assurance*, (pp. 77-105). Wiley-Blackwell Publication: USA.
- Khodke, S. U., Shinde, K. S. and Yenge, G. B. (2014). "A study on the storage of sterilized soymilk". *International Journal of Farm Sciences*, 4 (4), 166-179.
- Kour, J., Nayik, G. A., Ul Haq, R., Anand, N., Alam, M. S., Ramaiyan, B., Sharma, R., Nazir, N. and Banerjee, S. (2020). "Pea". Nayik, G. A. and Gull A. (eds.). in: *In Antioxidants in Vegetables and Nuts-Properties and Health Benefits* (pp. 3-17). Springer: Singapore.
- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S. and Vishwakarma, R. K. (2022). "Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods". *Legume Science*, 4 (2), e111.
- Lampi, A. M., Yang, Z., Mustonen, O. and Piironen, V. (2020). "Potential of faba bean lipase and lipoxygenase to promote formation of volatile lipid oxidation products in food models". *Food Chemistry*, 311, 125982.
- Lan, Y., Xu, M., Ohm, J. B., Chen, B. and Rao, J. (2019). "Solid dispersion-based spray-drying improves solubility and mitigates beany flavour of pea protein isolate". *Food chemistry*, 278 (4), 665-673.
- Liu, Y., Cadwallader, D. C. and Drake, M. (2022). "Identification of predominant aroma components of dried pea protein concentrates and isolates". *Food Chemistry*, 406 (11), 134998.
- Lopes, M., Pierrepont, C., Duarte, C. M., Filipe, A., Medronho, B. and Sousa, I. (2020). "Legume beverages from chickpea and lupin, as new milk alternatives". *Foods*, 9 (10), 1458.
- Ma, W., Zhang, C., Kong, X., Li, X., Chen, Y. and Hua, Y. (2021). "Effect of pea milk preparation on the quality of non-dairy yoghurts". *Food Bioscience*, 44 (9), 101416.
- Ma, Z., Boye, J. I., Azarnia, S. and Simpson, B. K. (2016). "Volatile flavor profile of Saskatchewan grown pulses as affected by different thermal processing treatments". *International Journal of Food Properties*, 19 (10), 2251-2271.

- Mäkinen, O. E., Uniacke-Lowe, T., O'Mahony, J. A. and Arendt, E. K. (2015). "Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk". *Food Chemistry*, 168, 630-638.
- Manarga Birlik, P. (2014). Dondurulmuş Bezelye ve Taze Fasulye Üretiminde Peroksidaz ve Lipoksigenaz Enzimlerinin Haşlama ve Depolama Sırasındaki Değişimleri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Martens, L. G., Nilsen, M. M. and Provan, F. (2017). "Pea hull fibre: Novel and sustainable fibre with important health and functional properties". *EC Nutrition*, 10 (4), 139-48.
- McClements, D. J. and Grossmann, L. (2021). "The science of plant-based foods: constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20 (4), 4049-4100.
- Mcdermott, J. and Wyatt, A. J. (2017). "The role of pulses in sustainable and healthy food systems". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1392 (1), 30-42.
- Mehle, H., Paravisini, L. and Peterson, D. G. (2020). "Impact of temperature and water activity on the aroma composition and flavor stability of pea (*Pisum sativum*) protein isolates during storage". *Food and Function*, 11 (9), 8309-8319.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T. and Civille, G. V. (2016). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press: Florida.
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Mörlein D. and Tomasevic, I. (2020). "What is the color of milk and dairy products and how is it measured?". *Foods*, 9 (11), 1629.
- Moscoso Ospina, Y. A., Porfiri, M. C. and Cabezas, D. M. (2022). "Soybean okara: Effect of ultrasound on compositional and emulsifying properties". *International Journal of Food Science and Technology*, 57(7), 3914-3923.
- Munekata, P. E., Domínguez, R., Budaraju, S., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Mallikarjunan, K., Roohinejad, S. and Lorenzo, J. M. (2020). "Effect of innovative food processing technologies on the physicochemical and nutritional properties and quality of non-dairy plant-based beverages". *Foods*, 9 (3), 288.

- Murat, C., Gourrat, K., Jerosch, H. and Cayot, N. (2012). “Analytical comparison and sensory representativity of SAFE, SPME, and Purge and Trap extracts of volatile compounds from pea flour”. *Food Chemistry*, 135 (3), 913-920.
- Murat, C., Bard, M. H., Dhalleine, C. and Cayot, N. (2013). “Characterisation of odour active compounds along extraction process from pea flour to pea protein extract”. *Food Research International*, 53 (1), 31-41.
- Nawaz, M. A., Tan, M., Øiseth, S. and Buckow, R. (2020). “An emerging segment of functional legume-based beverages: A review”. *Food Reviews International*, 38 (5), 1-39.
- NIST, (2008). NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08). National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD 20899.
- Nielsen, S. S. (2020). *Food Analysis.*, K. N. Turhan (trans.), Springer: USA.
- Nikmaram, N. and Keener, K. M. (2022). “The effects of cold plasma technology on physical, nutritional, and sensory properties of milk and milk products”. *LWT*, 154 (1), 112729.
- Nigussie, M. A. (2018). Effect Of Process Conditions On Soymilk Storage Stability. Master of Science Thesis. Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia.
- Oduro, A. F., Saalia, F. K. and Adjei, M. Y. B. (2021). “Sensory acceptability and proximate composition of 3-blend plant-based dairy alternatives”. *Foods*, 10 (3), 482.
- Oliveira, I. C., de Paula Ferreira, I. E., Casanova, F., Cavallieri, A. L. F., Lima Nascimento, L. G., de Carvalho, A. F. and Nogueira Silva, N. F. (2022). “Colloidal and acid gelling properties of mixed milk and pea protein suspensions”. *Foods*, 11 (10), 1383.
- Patterson, C. A., Curran, J. and Der, T. (2017). “Effect of processing on antinutrient compounds in pulses”. *Cereal Chemistry*, 94 (1), 2-10.
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V. and Sharma, R. (2020). “Milk analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (18), 3005-3023.

- Penha, C. B., Santos, V. D. P., Speranza, P. and Kurozawa, L. E. (2021). "Plant-based beverages: ecofriendly technologies in the production process". *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 72 (4), 102760.
- Popov-Raljić, J. V., Lakić, N. S., Laličić-Petronijević, J. G., Barać, M. B. and Sikimić, V. M. (2008). "Color changes of UHT milk during storage". *Sensors*, 8 (9), 5961-5974.
- Rahate, K. A., Madhumita, M. and Prabhakar, P. K. (2021). "Nutritional composition, anti-nutritional factors, pre-treatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (*Vicia faba* L.): A comprehensive review". *LWT*, 138 (9), 110796.
- Ranathunga, R. A. A. and Suwannaporn, P. (2021). "Young cereal grains as a new source of healthy and hypoallergenic foods: A review". *Journal of Food Science and Technology*, 59 (4), 1-13.
- Rapisarda, T., Mereu, A., Cannas, A., Belvedere, G., Licitra, G. and Carpino, S. (2012). "Volatile organic compounds and palatability of concentrates fed to lambs and ewes". *Small Ruminant Research*, 103 (2-3), 120-132.
- Rasika, D. M., Vidanarachchi, J. K., Rocha, R. S., Balthazar, C. F., Cruz, A. G., Sant'Ana, A. S. and Ranadheera, C. S. (2021). "Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers". *Current Opinion in Food Science*, 38, 8-20.
- Rawal, V. and Navarro, D. K. (2019). *The Global Economy of Pulses*, FAO: Rome.
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E. and López-Malo, A. (2021). "Plant-based milk alternatives: types, processes, benefits, and characteristics". *Food Reviews International*, 1-32.
- Rincon, L., Botelho, R. B. A. and de Alencar, E. R. (2020). "Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut". *LWT*, 128 (1), 109479.
- Roland, W. S., Pouvreau, L., Curran, J., van de Velde, F. and de Kok, P. M. (2017). "Flavor aspects of pulse ingredients". *Cereal Chemistry*, 94 (1), 58-65.
- Sarı, O. (2006). Bezelye (*Pisum sativum*)'den Lipoksijenaz Enziminin Saflaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Adana.

- Savaş Bahçeci, K. (2003). Dondurularak Muhafaza Edilen Bazı Sebzelerde Peroksidaz ve Lipoksigenaz Enzimlerinin Termal İnaktivasyon ve Reaktivasyon Koşullarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Santos, C. S., Carbas, B., Castanho, A., Vasconcelos, M. W., Vaz Patto, M. C., Domoney, C. and Brites, C. (2019). "Variation in pea (*Pisum sativum* L.) seed quality traits defined by physicochemical functional properties". *Foods*, 8 (11), 570.
- Schindler, S., Zelena, K., Krings, U., Bez, J., Eisner, P. and Berger, R. G. (2012). "Improvement of the aroma of pea (*Pisum sativum*) protein extracts by lactic acid fermentation". *Food Biotechnology*, 26 (1), 58-74.
- Sethi, S., Tyagi, S. K. and Anurag, R. K. (2016). "Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review". *Journal of Food Science and Technology*, 53 (9), 3408-3423.
- Shi, Y., Mandal, R., Singh, A. and Pratap Singh, A. (2020). "Legume lipoxygenase: Strategies for application in food industry". *Legume Science*, 2 (3), e44.
- Silva, A. R., Silva, M. M. and Ribeiro, B. D. (2020). "Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk". *Food Research International*, 131 (1), 108972.
- Silva, B. Q. and Sergiy, S. (2022). "Review on milk substitutes from an environmental and nutritional point of view". *Applied Food Research*, 2 (1), 100105.
- Singh, N. (2017). "Pulses: An overview". *Journal of Food Science and Technology*, 54 (4), 853-857.
- Singh, A., Shi, Y., Magreault, P., Kitts, D. D., Jarzębski, M., Siejak, P. and Pratap-Singh, A. (2021). "A rapid gas-chromatography/mass-spectrometry technique for determining odour activity values of volatile compounds in plant proteins: Soy, and allergen-free pea and brown rice protein". *Molecules*, 26 (13), 4104.
- Sopiwnyk, E., Young, G., Frohlich, P., Borsuk, Y., Lagassé, S., Boyd, L. and Malcolmson, L. (2020). "Effect of pulse flour storage on flour and bread baking properties". *LWT*, 121, 108971.
- SP, (2020). Avrupa'daki bitki esaslı gıda pazarı, Erişim: 16.10.2022, <https://smartproteinproject.eu/plant-based-food-sector-report/>.

- Szymanowska, U., Jakubczyk, A., Baraniak, B. and Kur, A. (2009). “Characterisation of lipoxygenase from pea seeds (*Pisum sativum* var. *Telephone* L.)”. *Food Chemistry*, 116 (4), 906-910.
- Şen, L. and Okur, S. (2023). “Effect of hazelnut type, hydrocolloid concentrations and ultrasound applications on physicochemical and sensory characteristics of hazelnut-based milks” . *Food Chemistry*, 402 (1-3), 134288.
- Tanger, C., Schmidt, F., Utz, F., Kreissl, J., Dawid, C. and Kulozik, U. (2021). “Pea protein microparticulation using extrusion cooking: Influence of extrusion parameters and drying on microparticle characteristics and sensory by application in a model milk dessert”. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 74 (20), 102851.
- Trikusuma, M. (2018). Impact of Processing and Storage to the Flavor Profile of Pea Protein Beverages. Master of Science Thesis. The Ohio State University, Ohio, USA.
- Trikusuma, M., Paravisini, L. and Peterson, D. G. (2020). “Identification of aroma compounds in pea protein UHT beverages”. *Food Chemistry*, 312 (1), 126082.
- Trindler, C., Kopf-Bolan, K. A. and Denkel, C. (2021). “Aroma of peas, its constituents and reduction strategies—effects from breeding to processing”. *Food Chemistry*, 376 (1), 131892.
- Vallath, A., Shanmugam, A. and Rawson, A. (2022). “Prospects of future pulse milk variants from other healthier pulses - As an alternative to soy milk”. *Trends in Food Science and Technology*, 124 (2), 51-62.
- Van den Dool H. and Kratz P. D., (1963). “A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas liquid partition chromatography”. *Journal of Chromatography*, 11, 463-471.
- Vatansever, S., Xu, M., Magallanes-López, A., Chen, B. and Hall, C. (2021). Supercritical carbon dioxide + ethanol extraction to improve organoleptic attributes of pea flour with applications of sensory evaluation, HS-SPME-GC, and GC-olfactory. *Processes*, 9 (3), 489.
- Viana, L. and English, M. (2021). “The application of chromatography in the study of off-flavour compounds in pulses and pulse by-products”. *LWT*, 150 (1), 111981.

- Vogelsang-O'Dwyer, M., Zannini, E. and Arendt, E. K. (2021). "Production of pulse protein ingredients and their application in plant-based milk alternatives". *Trends in Food Science and Technology*, 110 (2), 364-374.
- Wang, Y., Guldiken, B., Tulbek, M., House, J. D. and Nickerson, M. (2020). "Impact of alcohol washing on the flavour profiles, functionality and protein quality of air classified pea protein enriched flour". *Food Research International*, 132, 109085.
- Wiley, 2005. Wiley Registry of Mass Spectral Data 7. Edition (Fred. W. McLafferty) ISBN:978-0471473251, 2005 (CD-ROM).
- Xiang, L., Zhu, W., Jiang, B., Chen, J., Zhou, L. and Zhong, F. (2022). "Volatile compounds analysis and biodegradation strategy of beany flavor in pea protein". *Food Chemistry*, 402 (4), 134275.
- Xipsiti, M., Marzara, S. and Calles, T. (2017). "International year of pulses: Keeping the momentum beyond 2016". *Nutrition Bulletin*, 42 (4), 346-350.
- Xu, M., Jin, Z., Lan, Y., Rao, J. and Chen, B. (2019). "HS-SPME-GC-MS/olfactometry combined with chemometrics to assess the impact of germination on flavor attributes of chickpea, lentil, and yellow pea flours". *Food Chemistry*, 280 (6), 83-95.
- Yao, Y., He, W., Cai, X., Bekhit, A. E. D. A. and Xu, B. (2022). "Sensory, physicochemical and rheological properties of plant-based milk alternatives made from soybean, peanut, adlay, adzuki bean, oat and buckwheat". *International Journal of Food Science and Technology*, 57 (8), 4868-4878.
- Yen, P. P. L. and Pratap-Singh, A. (2021). "Vacuum microwave dehydration decreases volatile concentration and soluble protein content of pea (*Pisum sativum* L.) protein". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(1), 167-178.
- Zhang, C., Hua, Y., Li, X., Kong, X. and Chen, Y. (2020). "Key volatile off-flavor compounds in peas (*Pisum sativum* L.) and their relations with the endogenous precursors and enzymes using soybean (*Glycine max*) as a reference". *Food Chemistry*, 333 (1), 127469.

EKLER



EK 1

Depolama Stabilitesi Puanlama Testi Skor Kağıdı

Panelistin adı soyadı:

Yaş:

Aşağıda verilmiş olan kalite kriterlerini dikkate alarak size sunulan sterilize bitki esaslı içecek ürününü 9 puan üzerinden değerlendiriniz.

Kod/°C	Gün	Görünüş/ Renk	Kıvam	Aroma/ Lezzet	Tüm izlenim
EUBİ/25	0				
EUBİ/25	28				
EUBİ/35	0				
EUBİ/35	28				
EUBİ/45	0				
EUBİ/45	28				

Görünüş/renk özellikleri

Albenisi olan görünüş ve renk

Homojenlik

Kıvam

İpeksi/pütürsüz doku, homojenlik

İçilebilir yoğunluk/içecek kıvamına uygunluk

Aroma/lezzet

Fasülyemsi aroması az

Ransit özelliği az

İstenmeyen tat/aroma özelliği az

9 puan: Aşırı beğendim

8 puan: Çok beğendim

7 puan: Orta derecede beğendim

6 puan: Az beğendim

5 puan: Ne beğendim ne beğenmedim

4 puan: Hafif derecede beğenmedim

3 puan: Orta derecede beğenmedim

2 puan: Beğenmedim

1 puan: Hiç beğenmedim

EK 2

Sade Bezelye İeeği Tüketicisi Beğeni Testi Skor Kağı

Panelistin adı soyadı:

Yaş:

Aşaağıda verilmiş olan kalite kriterlerini dikkate alarak size sunulan farklı ön işlemlerden geçmiş sterilize bitki esaslı içecek ürünlerini 9 puan üzerinden değerlendiriniz.

rnek Kodları	Görünüş/ Renk	Kıvam	Aroma/ Lezzet	Tüm İzlenim
749				
385				
864				

Kalite ltleri ile ilgili açıklamalar

Puan karşılıkları ile ilgili açıklamalar

Görünüş/renk zellikleri

Albenisi olan görünüş ve renk

Homojenlik

Kıvam

İpeksi/pütürsüz doku, homojenlik

İçilebilir yoğunluk/içecek kıvamına uygunluk

Aroma/lezzet

Fasülyemsi aroması az

Ransit özelliği az

İstenmeyen tat/aroma özelliği az

9 puan: Aşırı beğerdim

8 puan: Çok beğerdim

7 puan: Orta derecede beğerdim

6 puan: Az beğerdim

5 puan: Ne beğerdim ne beğermedim

4 puan: Hafif derecede beğermedim

3 puan: Orta derecede beğermedim

2 puan: Beğermedim

1 puan: Hiç beğermedim

EK 3

Sade Bezelye İçeceği Tanımlayıcı Duyusal Analiz Skor Kağıdı

Ad-Soyad:	Tarih:		
	Örnekler		
Tatlar/Aromatikler	749	385	864
Tatlı			
Tuzlu			
Acı			
Ekşi			
Umami			
Buruk			
Bezelyemsi			
Pişmiş			
Sülfür			
Fındık/Fıstık			
Toprağımsı			
Unsu/Yulaf			
Haşlanmış Süt Mısır			
Cilamsı			
Kirli Islak Havlu			
Metalik			
Yeşil/Taze/Çiçek			
Mayalı Hamur			
İlaç/Hastane			
Islak Karton			

EK 4

Sade Bezelye İceği Tanımlayıcı Duyusal Analiz Referanslar

Tatlar/Aromatikler	Referans
Tatlı	%2 sakkaroz çözeltisi (2 puan)
	%5 sakkaroz çözeltisi (5 puan)
Tuzlu	%0,20 NaCl özeltisi (2 puan)
	%0,35 NaCl özeltisi (5 puan)
Acı	%0,05 kafein çözeltisi (2 puan)
	%0,08 kafein çözeltisi (5 puan)
Ekşi	%0,05 sitrik asit (2 puan)
	%0,08 sitrik asit (5 puan)
Umami	%0,5 MSG (3 puan)
	%0,75 MSG (4,5 puan)
Buruk	Demli ay
Bezelyemsi	Haşlanmış bezelye
Pişmiş	Haşlanmış bulgur
Sülfür	Haşlanmış yumurta
Fındık/Fıstık	Ezilmiş fındık/fıstık
Toprağımsı	Yeşil patates kabuğu
Unsu/Yulaf	Islatılmış yulaf
Haşlanmış Süt Mısır	Süt mısır konservesi
Cilamsı	Okside keten tohumu
Kirli Islak Havlu	Referans kullanılmamıştır
Metalik	Referans kullanılmamıştır
Yeşil/Taze/iek	Taze biçilmiş yeşil ot
Mayalı Hamur	Fermente hamur
İlaç/Hastane	Ezilmiş B vitamini kompleksi
Islak Karton	Referans kullanılmamıştır

EK 5

Formüle Bezelye İçecekleri Puanlama Testi Skor Kağıdı

Panelistin Adı Soyadı:

Yaş:

Aşağıda verilmiş olan kalite kriterlerini dikkate alarak size sunulan farklı formülasyonlar ile hazırlanmış bitki esaslı içecek ürünlerini 9 puan üzerinden değerlendiriniz.

Formülasyon	Örnek Kodları	Görünüş/ Renk	Kıvam	Aroma/ Lezzet	Tüm İzlenim
1	524				
2	648				
3	127				
4	375				
5	516				
6	469				
7	416				
8	974				
9	654				
10	897				
11	786				
12	498				
13	362				
14	267				
15	527				
16	761				
17	938				
18	254				
19	346				
20	672				
21	697				
22	349				
23	865				
24	936				
25	852				
26	471				
27	673				
28	159				
29	753				
30	951				

Görünüş/reng özellikleri

Albenisi olan görünüş ve renk

Homojenlik

Kıvam

İpeksi/pütürsüz doku, homojenlik

İçilebilir yoğunluk/içecek kıvamına uygunluk

Aroma/lezzet

Fasülyemsi aroması az

Ransit özelliği az

İstenmeyen tat/aroma özelliği az

9 puan: Aşırı beğendim

8 puan: Çok beğendim

7 puan: Orta derecede beğendim

6 puan: Az beğendim

5 puan: Ne beğendim ne beğenmedim

4 puan: Hafif derecede beğenmedim

3 puan: Orta derecede beğenmedim

2 puan: Beğenmedim

1 puan: Hiç beğenmedim

EK 6

En Uygun Bezelye İeeği Tüketici Beğeni Testi Skor Kağıdı

Panelistin adı soyadı:

Yaş:

Size sunulan bitki esaslı içecek ürününü 9 puan üzerinden değerlendiriniz.

Örnek kodu	Görünüş/Renk	Kıvam	Aroma/Lezzet	Tüm izlenim
749				

Kalite ölçütleri ile ilgili açıklamalar

Puan karşılıkları ile ilgili açıklamalar

Görünüş/renk özellikleri

Albenisi olan görünüş ve renk

Homojenlik

Kıvam

İpeksi/pütürsüz doku, homojenlik

İçilebilir yoğunluk/içecek kıvamına uygunluk

Aroma/lezzet

Fasülyemsi aroması az

Ransit özelliği az

İstenmeyen tat/aroma özelliği az

9 puan: Aşırı beğerdim

8 puan: Çok beğerdim

7 puan: Orta derecede beğerdim

6 puan: Az beğerdim

5 puan: Ne beğerdim ne beğermedim

4 puan: Hafif derecede beğermedim

3 puan: Orta derecede beğermedim

2 puan: Beğermedim

1 puan: Hiç beğermedim