

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARABUĞDAY EKLENEREK FERMENTE EDİLEN
BİTKİSEL VE HAYVANSAL PROBİYOTİK YOĞURTLARIN
FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Beslenme Bilimleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dyt. Ezgi KIYICI

ANKARA

2024

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARABUĞDAY EKLENEREK FERMENTE EDİLEN
BİTKİSEL VE HAYVANSAL PROBİYOTİK YOĞURTLARIN
FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Beslenme Bilimleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dyt. Ezgi KIYICI

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL

ANKARA

2024

**KARABUĞDAY EKLENEREK FERMENTE EDİLEN BİTKİSEL VE
HAYVANSAL ROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL VE
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Öğrenci: Ezgi KIYICI

Danışman: Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL

Bu tez çalışması 03.01.2024 tarihinde jürimiz tarafından “Beslenme Bilimleri Tezli Yüksek Lisans Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Barbaros ÖZER*

(Ankara Üniversitesi)

Tez Danışmanı: *Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL*

(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Prof. Dr. Emirhan NEMUTLU*

(Hacettepe Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

09/01/2024

Ezgi KIYICI

i

ⁱ “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

⁽¹⁾ Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

⁽²⁾ Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ay aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

⁽³⁾ Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Ezgi KIYICI

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca beni destekleyen, tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana ışık tutan, manevi olarak destekleyip yol gösteren, eğitim hayatımın başından itibaren büyük saygı ve hayranlık duyduğum sevgili danışman hocam Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL'e,

Tez çalışmamda yoğurt örneklerinin geliştirilmesinde ve analizlerinin yapılmasında destek olan, bilgi ve tecrübelerinin yanı sıra laboratuvar imkanlarından yararlanmamı sağlayan başta saygıdeğer hocam Prof. Dr. H. Barbaros ÖZER ve sevgili hocam Dr. Öğretim Üyesi H. Ceren AKAL DEMİRDÖĞEN olmak üzere Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü'nün tüm akademik ve idari personellerine,

Tez çalışmamın metabolomiks analizleri kısmında bilgi ve tecrübesi ile çalışmayı destekleyen, laboratuvar imkanlarını benimle paylaşan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Emirhan NEMUTLU ve analize hazırlık sürecinde bana destek olan sevgili Özge Cansın ZEKİ'ye

Tez çalışmam süresince beni destekleyip sabır gösteren sevgili aileme ve arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kıyıcı E., Karabuğday Eklenerak Fermente Edilen Bitkisel ve Hayvansal Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme Bilimleri Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2024. Son yıllarda, hem probiyotik yoğurtların prebiyotik etkili psödotahıllar ile fermente edilmesi hem de bitkisel bazlı probiyotik yoğurtların üretimi dikkat çeken araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu alanda karabuğday ve badem bazlı içeceklerin kullanıldığı fermente ürünler ile ilgili yapılan çalışmalar çok sınırlıdır. Bu çalışma, inek sütü ve badem bazlı içeceklerin karabuğday veya inülin eklenerek ve vegan probiyotik kültür (Danisco ® Vege 022) kullanılarak fermente edilmesi ile oluşan son ürünlerin; pH, asidite, tekstür, reoloji, mikrobiyolojik özellikler ve metabolomiks içerikler açısından incelenmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmada inek sütü ve badem bazlı içeceğe %0, %2,5, %5 ve %7,5 oranında inülin veya karabuğday eklenerek üretilen fermente ürünlerden depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde alınan örneklerde pH, asidite, tekstür, reoloji ve mikrobiyoloji analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda geleneksel yoğurda en yakın kabul edilebilirliğe sahip ürünlerin metabolit profili analiz edilmiştir. Bu çalışmada farklı depolama günlerinde pH ve titre edilebilir asidite değerleri açısından tüm örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). İnek sütüne karabuğday eklenmesi, badem bazlı içeceğe ise inülin eklenmesi ile post-asidifikasyon önlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler, laktik asit bakteri sayısı açısından örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermiştir ($p < 0,001$). İnek sütü örnekleri arasında, depolama sonunda *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* sayısı en yüksek olan ürün, inek sütüne %5 oranında karabuğday eklenerek elde edilen üründür. Badem bazlı içeceğe %7,5 karabuğday eklenerek elde edilen örneğin depolamanın sonunda *S.thermophilus* sayısı diğer badem bazlı fermente ürünlerden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca inek sütü örneklerin 28 günlük depolama süresince, tüketim anında bulunması gereken toplam starter kültür sayısı ($> 1 \times 10^7$ kob/ml), Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde belirtilen alt limitlerin üzerinde saptanmıştır. Tüm örnekler reolojik özellikler bakımından frekans-bağımlı bir karakteristiğe sahiptir. Depolama süresince inek sütüne ve badem bazlı içeceğe eklenen karabuğday miktarı arttıkça kompleks modülüs (G^*) değeri artmıştır. Tüm örnekler, non-Newtonian akış modellerinden Cross ve Moore modeli ile korelasyon göstermiştir. Karabuğday, inek sütüne ve badem bazlı içeceğe eklendiğinde, fermente ürünün sıklık, konsistens ve viskozite indeksi değerini artırmıştır. İnek sütü örneklerinden %2,5 oranında karabuğday eklenen ürünün tekstürel özelliği en zayıf bulunmuştur. Badem bazlı içecek örneklerinden ise %0, %2,5 ve %5 oranında inülin eklenen örnekler ile %2,5 oranında karabuğday eklenen örneğin pıhtı yapısının çok zayıf olduğu saptanmıştır. Ürünlere inülin veya karabuğday eklenmesi ile depolama süresince metabolit karakterizasyonu değişmiştir. Sonuç olarak, hayvansal sütler ve bitkisel bazlı içeceklere karabuğday veya inülin eklenmesi fermente ürünün probiyotik aktivitesi, tekstürel ve reolojik özellikleri ile metabolit profilini geliştirmede etkili bir yöntemdir. Ancak, elde edilen fermente ürünlerin tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin geliştirilmesi ve sağlık etkilerinin anlaşılabilmesi için ileri çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: fermente süt ürünleri, bitkisel bazlı içecek, karabuğday, probiyotik, hedeflenmemiş metabolomiks

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

ABSTRACT

Kıyıcı E., Examination of physicochemical and microbiological properties of plant- and animal-based probiotic yogurts fermented by adding buckwheat, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Nutrition Science Program, Master of Sciences Thesis, Ankara, 2024. In recent years, both the fermentation of probiotic yogurts with prebiotic effective pseudocereals and the production of plant-based probiotic yogurts are among the considerable research topics. In this field, studies with buckwheat and almond-based beverages fermentation are limited. This study was aimed at the examination of pH, acidity, textural, rheological, microbiological properties, and metabolomics results on final products produced by fermentation with buckwheat or inulin and vegan probiotic culture (Danisco ® Vege 022) using cow's milk and almond-based beverages. Fermented products were produced with the addition of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5% inulin or buckwheat, and pH, acidity, microbiological, texture, and rheology analyses were performed on the 1st, 14th, and 28th days of storage. As a result of these analyses, the metabolite profiles of the products with the closest acceptability to traditional yogurt were analyzed. In this study, there has been statistically significant differences between the pH and titratable acidity of all samples at different storage times ($p < 0,05$). The addition of buckwheat to cow's milk, and the addition of inulin to almond-based beverage has prevented post-acidification. Microbiological analysis has shown that there were statistically significant differences between the lactic acid bacteria counts of all samples. ($p < 0,001$). Among cow's milk samples, the highest count of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, and *Bifidobacterium animalis* are in the product fermented with 5% buckwheat at the end of the storage. Almond-based beverages with 7.5% buckwheat *S.thermophilus* count was higher than other almond-based samples at the end of storage ($p < 0,05$). Furthermore, all cow's milk samples' total number of starter cultures ($> 1 \times 10^7$ cfu/ml) that should be present at the time of consumption during the 28-day storage period were above the lower limits specified in the Turkish Food Codex Fermented Dairy Products Communiqué. All samples' rheological properties have been found frequency dependency. As the amount of buckwheat added to cow's milk and almond-based beverages increased, the complex modulus (G^*) value increased during the storage. All samples were correlated with Cross and Moore models of non-Newtonian flow models. The addition of buckwheat to cow's milk and almond-based beverages increased firmness, consistency, and index of viscosity were increased. Among the cow's milk samples, the textural property of product with 2.5% buckwheat added was the weakest. Almond-based products fermented with 0%, 2.5%, 5% inulin, and 2.5% buckwheat were observed to have weak coagulum. Metabolite characterization has changed with the addition of inulin or buckwheat during storage. In conclusion, buckwheat or inulin addition to animal-based milk and plant-based beverages is an effective way to improve yogurts' probiotic activity, textural, rheological properties and metabolite profile. Nevertheless, to enhance the samples' acceptability for consumers and understand the health effects, further studies are needed.

Key words: fermented dairy foods, plant-based milk, buckwheat, probiotics, untargeted metabolomics

This study was financially supported by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Unit.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	vi
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER	xvi
TABLolar	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal Yaklaşımlar	1
1.2. Amaçlar ve Varsayımlar	2
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Fermantasyon	4
2.1.1. Fermantasyon Türleri	6
2.1.2. Fermantasyonun Sağlık Yararları	8
2.2. Süt ve Süt Ürünleri	11
2.2.1. Yoğurt	12
2.3. Bitkisel Bazlı İçecekler	14
2.4. Probiyotikler ve Prebiyotikler	19
2.4.1. Probiyotiklerin Tanımı ve Kullanım Alanları	19
2.4.2. Probiyotiklerin Sağlık Yararları ve Etki Mekanizmaları	21
2.4.3. Prebiyotiklerin Tanımı ve Kullanım Alanları	23

2.4.4. Prebiyotiklerin Sağlık Yararları ve Etki Mekanizmaları	26
2.4.5. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Eklendikleri Besinin Özelliklerine Etkisi	28
2.5. Karabuğday	33
2.5.1. Karabuğdayın Tanımı	33
2.5.2. Karabuğdayın Yapısı ve Besin Bileşenleri	34
2.5.3. Karabuğdayın Fermantasyonu ve Sağlık Yararları	35
3. GEREÇ ve YÖNTEM	37
3.1. Çalışma Yeri ve Zamanı	37
3.2. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Malzemeler	38
3.3. Örneklerin Hazırlanması	39
3.3.1. İnülin ile Hayvansal Kaynaklı Yoğurtların Hazırlanması	39
3.3.2. Karabuğday ile Hayvansal Kaynaklı Yoğurtların Hazırlanması	39
3.3.3. Badem Bazlı İçeceklerin Üretilmesi	40
3.3.4. İnülin ile Bitkisel Kaynaklı Yoğurt Benzeri Ürünlerin Hazırlanması	41
3.3.5. Karabuğday ile Bitkisel Kaynaklı Yoğurt Benzeri Ürünlerin Hazırlanması	42
3.4. Analizler	43
3.4.1. pH ve Titre Edilebilir Asidite Analizi	43
3.4.2. Canlı Mikrobiyal Koloni Sayımı	43
3.4.3. Reolojik Özelliklerin Analizi	44
3.4.4. Tekstür Analizleri (Büyük Deformasyon)	44
3.4.5. Hedeflenmemiş Metabolomiks Analizi	44
3.5. İstatistiksel Analizler	45

4. BULGULAR	46
4.1. Fermente Ürünlerin pH ve Titre Edilebilir Asidite (TA) Değerleri	46
4.2. Fermente Ürünlerin Canlı Mikrobiyal Koloni Sayıları	48
4.3. Fermente Ürünlerin Reolojik Özellikleri	53
4.4. Fermente Ürünlerin Tekstürel Özellikleri	63
4.5. Fermente Ürünlerin Hedeflenmemiş Metabolomiks Sonuçları	66
5. TARTIŞMA	84
5.1.Fermente Besinlerin pH ve Titre Edilebilir Asidite Değerlerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi	84
5.2.Fermente Besinlerin Canlı Mikrobiyal Koloni Sayılarına Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi	87
5.3.Fermente Besinlerin Reolojik Özelliklerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi	94
5.4.Fermente Besinlerin Tekstürel Özelliklerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi	95
5.5.Fermente Besinlerin Hedeflenmemiş Metabolomiks Profiline Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi	98
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	102
6.1. Sonuç	102
6.2. Öneriler	104
7. KAYNAKÇA	105
8. EKLER	
EK-1: Tanımlanan metabolitlerin isimleri	
EK-2: İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması	
EK-3: İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması	

- EK-4:** İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması
- EK-5:** Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması
- EK-6:** Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması
- EK-7:** Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması
- EK-8:** İnek sütüne %7,5 oranında inülin eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması
- EK-9:** İnek sütüne %7,5 oranında karabuğday eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması
- EK-10:** Badem bazlı içeceğe %5 oranında inülin eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması
- EK-11:** Badem bazlı içeceğe %5 oranında karabuğday eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması
- EK-12:** Tez Çalışması Orijinallik Raporu

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER ve KISALTMALAR

ACE	Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim (Angiotensin Converting Enzyme)
BKİ	Beden Kütle İndeksi
CLA	Konjuge Linoleik Asit (Conjugated Linoleic Acid)
CMC	Karbokismetil Selüloz (Carboxymethyl Cellulose)
DASH	Hipertansiyonun Durdurulması için Diyet Yaklaşımları (Dietary Approach to Stop Hypertension)
DMA	Düşük Molekül Ağırlığı
DP	Polimerizasyon Derecesi (Degree of Polymerization)
EFSA	Avrupa Besin Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority)
EPS	Ekzopolisakkaritler
FAO	Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organization)
FDA	Amerikan Besin ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)
FODMAPs	Fermente Edilebilir Oligosakkaritler, Disakkaritler, Monosakkaritler ve Polyoller (The Low Fermentable, Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides, and Polyols)
FOS	Fruktooligosakkaritler
GABA	Gama-aminobütirik asit
GC-MS	Gaz kromatografi-kütle spektrometre (Gas chromatography–mass spectrometry)
GIP	Gastrik İnhibitör Polipeptid
GLP-1	Glukagon Benzeri Peptid - 1
GOS	Galaktooligosakkaritler
GRAS	Genel Olarak Güvenli Kabul Edilir (Generally Recommended As Safe)

HDL	Yüksek Dansiteli Lipoprotein (High Density Lipoprotein)
HMO	Anne Sütü Oligosakkaritleri (Human Milk Oligosacharides)
HPA	Hipotalamus - Hipofiz - Adrenal
IBD	İnflamatuvar Bağırsak Hastalığı
IBS	İrritable Bağırsak Sendromu
ISAPP	Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği (The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics)
İSPA	İnek Sütü Protein Alerjisi
KB	Karabuğday
KOB	Koloni Oluşturan Birim
KVH	Kardiyovasküler Hastalıklar
LAB	Laktik Asit Bakterileri
LDL	Düşük Dansiteli Lipoprotein (Low Density Lipoprotein)
MAD	Malondialdehit
MetS	Metabolik Sendrom
MRS	De Man Ragosa Sharpe besiyeri
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri (Monounsaturated Fatty Acids)
NEK	Nekrozitan Enterokolit
NPU	Net Protein Kullanımı
PBYL	Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri (Plant-Based Yogurt Like)
PCA	Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis)
PLS-DA	Kısmi Küçük Kareler Ayırıcı Analizi (Partial Least Squares-Discriminant Analysis)
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (Polyunsaturated Fatty Acids)

PYY	Peptid YY
QPS	Nitelikli Güvenlik Varsayımları (Qualified Presumption of Safe)
ROS	Reaktif Oksijen Türleri (Reactive Oxygen Species)
SCFA	Kısa zincirli yağ asitleri (Short Chain Fatty Acids)
T2DM	Tip 2 Diabetes Mellitus
TAG	Triasilgliserol
UHT	Ultra Yüksek Sıcaklık (Ultra High Temperature)
VIP	Projeksiyon için Değişken Önem (Variable Importance for the Projection)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
XOS	Ksliooligosakkaritler

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	Ham maddenin fermente besine dönüşümü.	5
2.2.	Fermente besinlerin sağlık yararlarının etki mekanizması.	9
2.3.	ISAPP tanımına göre prebiyotiklerin sınıflandırılması.	24
2.4.	İnülinin kimyasal yapısı.	25
2.5.	Karabuğday çiçeği, taneleri ve unu.	33
3.1.	İnek sütünün karabuğday eklenerek fermente edilmesi.	40
3.2.	Badem bazlı içecek üretimi.	41
3.3.	Badem bazlı içeceklere karabuğday eklenerek fermente edilmesi.	42
4.1.	İnek sütünden elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları.	50
4.2.	Badem bazlı içecekten elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları.	50
4.3.	İnek sütünden elde edilen ürünlerin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G*) değerleri.	55
4.4.	Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G*) değerleri.	56
4.5.	İnek sütü ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G*) değerleri.	57
4.6.	Badem bazlı içecek ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G*) değerleri.	58
4.7.	Badem bazlı içecekten elde edilen fermente ürünler ile inek sütünden elde edilen fermente ürünlerin karşılaştırılması.	67
4.8.	İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması.	74
4.9.	İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması.	75
4.10.	İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması.	76

- 4.11.** İnek sütü %5 oranında inülin eklenen ürününün depolama süresine göre karşılaştırması. 77
- 4.12.** İnek sütüne %5 oranında karabuğday eklenen ürününün depolama süresine göre karşılaştırması. 78
- 4.13.** Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması. 79
- 4.14.** Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması. 80
- 4.15.** Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması. 81
- 4.16.** Badem bazlı içeceğin %7,5 oranında inülin eklenen ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması. 82
- 4.17.** Badem bazlı içeceğin %7,5 oranında karabuğday eklenen ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması. 83

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Fermantasyonun basit olarak sınıflandırılması.	7
2.2. Hayvansal süt ürünleri ile bitkisel bazlı içeceklerin karşılaştırılması.	17
2.3. Probiyotik suşlar ve kullanım alanları.	19
2.4. Probiyotiklerin potansiyel sağlık yararları ve etki mekanizmaları.	22
2.5. Bazı prebiyotik türleri ve özellikleri.	24
2.6. Prebiyotiklerin sağlık yararları ve etki mekanizmaları.	27
2.7. Prebiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.	30
2.8. Probiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.	31
2.9. Sinbiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.	32
3.1. Karabuğdayın enerji ve besin ögesi içeriği.	37
3.2. Hazırlanan ürünlerin kısa ve açık adları.	38
3.3. GC-MS analiz koşulları ve cihaz parametreleri.	45
4.1. İnek sütü ve badem bazlı içeceklerden elde edilen fermente ürünlerin pH ve asidite değerleri.	47
4.2. İnek sütü ve badem bazlı içeceklerden elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları (kob/ml).	49
4.3. İnek sütünden elde edilen ürünlerin Newtonian olmayan akış modellerine uygunlukları.	61
4.4. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin Newtonian olmayan akış modellerine uygunlukları.	62
4.5. İnek sütü ve badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin tekstür analizi sonuçları.	64
4.6. Farklı depolama günlerinde inülin ve karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinin bazı metabolit değerleri.	70
4.7. Farklı depolama günlerinde inülin ve karabuğday eklenen badem bazlı ürünlerin bazı metabolit değerleri.	72

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Yaklaşımlar

Beslenme ve sağlık arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması; sağlıklı beslenme, sağlıklı yaşam farkındalığı ve bireysel sağlık bilincinin artmasını beraberinde getirmiş ve bu durum tüketicilerin sağlığı geliştiren, hastalık riskini azaltan fonksiyonel besinlere ilgisini artırmıştır. Son yıllarda artan fonksiyonel besin talebi, yeni fonksiyonel besin alternatifleri arayışının ve bu konuda yapılan çalışmaların kaynağı olmuştur (1-5). Fonksiyonel besin bileşenleri arasında en çok ilgi çekenler hiç şüphesiz probiyotik ve prebiyotiklerdir. Özellikle bağırsak mikrobiyotasının insan sağlığındaki rolünün anlaşılmaya başlanması, probiyotik ve prebiyotiklerin mikrobiyotanın düzenlenmesindeki potansiyellerinin fark edilmesi ile tüketicilerin probiyotik/prebiyotik fonksiyonel besinlere olan ilgisi artmıştır (6). Probiyotik ve prebiyotiklerin ekleneceği besinlerin matriksi, beklenen sinbiyotik etkilerinin gözlenebilmesi için önemli olup, uzun yıllar bu bileşenlerin ekleneceği en elverişli matriksin süt olduğu düşünülmüş ve bu doğrultuda fonksiyonel probiyotik ve prebiyotik besinler geliştirilmiştir (1). Ayrıca uygun bir besin matriksine probiyotik ve prebiyotiklerin birlikte eklenmesi, hem besinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmekte hem de son ürünün dokusal ve duyusal özelliklerinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır (1, 7, 8).

Gösterilen sağlık etkileri ve artan tüketici ilgisi nedeniyle; süt dışında farklı besin matrikslerinde farklı probiyotik suşlar ve tahıllar gibi farklı prebiyotik kaynakları kullanılarak yeni sinbiyotik fonksiyonel besin geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Probiyotik yoğurtların prebiyotik etki gösterebilen tahıllar ile fermente edilmesi, son ürünün viskozitesini, su tutma kapasitesini, laktik asit bakterisi (LAB) sayısını artırmakta; depolama koşullarında sinerezisin azalmasını sağlamakta ve tekstürel parametreleri iyileştirmektedir (4-23). Literatürde inek sütünün tahıllardan yulaf ve psödotahıllardan kinoa ile fermantasyonuna ilişkin çalışmalara rastlanmasına karşın, karabuğday ile fermantasyonuna ilişkin çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, tahılların bitkisel bazlı içecekler ile fermente edildiği çalışmalara ise literatürde rastlanmamıştır. Bu doğrultuda, bu çalışmada karabuğdayın olası prebiyotik etkinliği inülin ile karşılaştırılarak değerlendirilmiş; ayrıca karabuğdayın

inek sütü ve bitkisel bazlı içecek ile birlikte fermente edilmesiyle hayvansal ve bitkisel probiyotik fermente ürün elde edilmiştir. Oluşan son ürünlerin farklı depolama sürelerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile fermantasyon sonucu oluşan metabolit profili analiz edilmiştir.

1.2. Amaçlar ve Varsayımlar

Bu alışma, inek sütü ve badem bazlı içeceğin probiyotik kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis*²) ve farklı konsantrasyonlarda prebiyotik (karabuğday veya inülin) ile fermantasyonuyla hazırlanan sinbiyotik son ürünlerin depolama süresince fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile metabolit profillerinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

Bu çalışmanın temel aldığı hipotezler şunlardır;

1. Farklı konsantrasyonlarda karabuğday eklenerek fermente edilen inek sütü ve badem bazlı içecek ile inülin eklenerek fermente edilen inek sütü ve badem bazlı içecekten elde edilen ürünler arasında fizikokimyasal özellikleri açısından fark yoktur.
2. Farklı konsantrasyonlarda karabuğday eklenerek fermente edilen inek sütü ve badem bazlı içecek ile inülin eklenerek fermente edilen inek sütü ve badem bazlı içecekten elde edilen ürünler arasında mikrobiyolojik özellikleri açısından fark yoktur.
3. İnek sütü ile hazırlanan fermente ürünler ile badem bazlı içecek ile hazırlanan fermente ürünler arasında fizikokimyasal özellikleri açısından fark yoktur.
4. İnek sütü ile hazırlanan fermente ürünler ile badem bazlı içecek ile hazırlanan fermente ürünler arasında mikrobiyolojik özellikleri açısından fark yoktur.

² Modern moleküler sınıflama teknikleri doğrultusunda *B.bifidum* BB-12 suşunun *B.animalis* türüne ait olduğunun tespit edilmesi nedeniyle metinde geçen kullanılan *B.bifidum* BB-12 suşu için yeni isimlendirme olan *B.animalis* kullanılacaktır. Detaylı bilgi için bkz. Jungersen M, Wind A, Johansen E, Christensen JE, Stuer-Lauridsen B, Eskesen D. The Science behind the Probiotic Strain *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12®, *Microorganisms*, 2014;2(2):92-110.

5. Karabuğday eklenerek fermente edilen ürünler ile inülin eklenerek fermente edilen ürünler arasında depolama süresince mikrobiyal çoğalma ve post-asidifikasyon açısından fark yoktur.
6. Karabuğday eklenerek fermente edilen ürünler ile inülin eklenerek fermente edilen ürünler arasında depolama sürecinde metabolit kompozisyonları açısından fark yoktur.

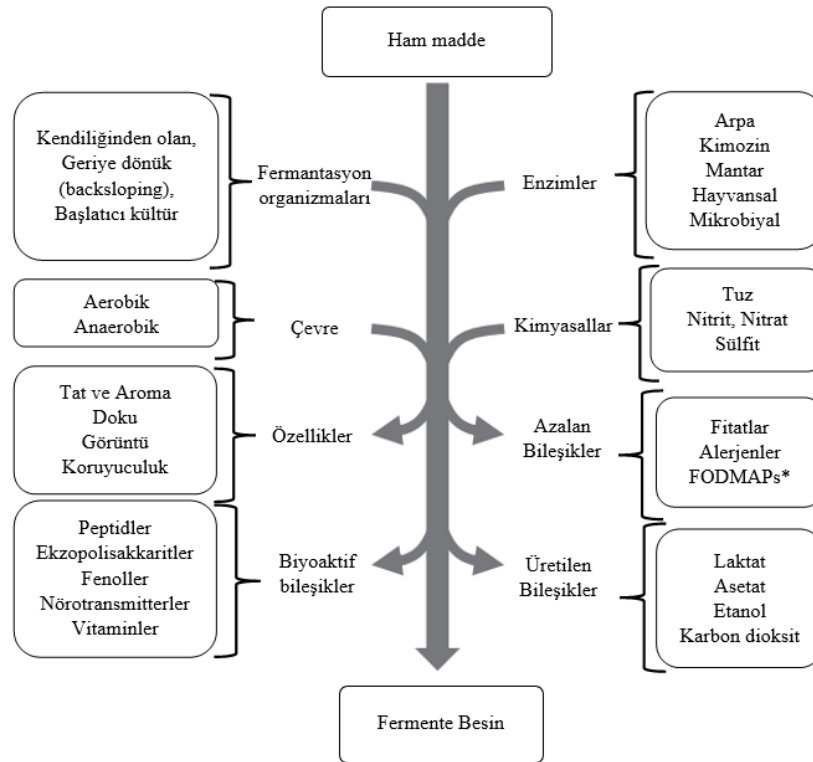
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Fermantasyon

Fermantasyon, insanlık tarihi boyunca besinlerin korunması ve taşınması için kullanılan bir besin işleme yöntemi olmuştur (24, 25). Fermantasyon işlemi, çabuk bozulan besinlerin dayanıklılığını artırarak raf ömrünün uzamasında, besin güvenliğinin sağlanmasında ve besinin organoleptik özelliklerinin geliştirilmesinde uzun yıllardır etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (25-28). Fermantasyon sırasında gerçekleşen mikrobiyal metabolizma; besine özgü organoleptik, tekstürel, reolojik, duyuşsal ve fonksiyonel özellikler sağlamak ve besinlerin kalitesini geliştirerek besin ögesi biyoyararlanımını artırmaktadır (24-27, 29). Fermantasyon ile üretilen besinlerin, beslenme ve sağlık yararlarının daha iyi anlaşılması, son yıllarda tüketicilerin fermente besinlere olan talebini artırarak fermente besin pazarının gelişmesine katkı sağlamıştır (25, 26). Fermantasyonun besin sistemlerine katkıları şunlardır (24, 25, 30-32):

- Besin kalitesinde artış sağlar.
- Canlı ve aktif mikroorganizmaları içerebilir.
- Besine özgü aroma, tat ve doku oluşur.
- Besinin vitamin ve biyoaktif bileşen konsantrasyonu artar.
- Besinde karbonhidrat, protein ve yağların hidrolizine neden olarak besinin sindirilebilirliğini ve besin ögesi biyoyararlanımını geliştirir.
- Fitokimyasalların, biyoaktivitelerinin ve biyoyararlanımlarının daha yüksek olduğu formlarına dönüşmelerini sağlar.
- Antioksidan ve antimikrobiyal bileşiklerin oluşmasını sağlar. Besinin antioksidan kapasitesinin artmasını sağlar.
- Ham maddedeki toksik bileşenlerin veya besin ögesi olmayan bileşenlerin (tripsin, fitatlar gibi) ortadan kalkmasını veya azaltılmasını sağlar.
- Besinleri bozan ve patojen olan mikroorganizmaları baskılar.
- Besin güvenliğini artırır.
- Besinlerin raf ömrünün uzamasını sağlar.
- Besinlerin pişirme süresini kısaltır.

Fermantasyon işlemi; enzim aracılığıyla bakteri, küf ve mantar gibi mikroorganizmaların indüklediği kataliz sonucunda kompleks organik maddelerin daha küçük, biyoaktif, fonksiyonel ve besleyici bileşenlere parçalandığı kimyasal bir işlemdir (27, 28, 32). Fermente besinler; besin bileşenlerinin arzu edilen mikrobiyal büyüme ve enzimatik dönüşümü ile elde edilen besinler olarak tanımlanmaktadır (24). Substratın kompozisyonu, fermente eden mikroorganizma ve fermantasyon süresi vb. etmenlere bağlı olarak çok çeşitli fermente ürünler oluşabilmektedir (32). Fermente besinler arasında yoğurt, kefir, peynir, tahıllar, sosis, salam, soya sosu, bira ve şarap gibi besinler yer almaktadır (24, 25, 31). Fermantasyon sırasında baskın mikroorganizma aracılığıyla üretilen metabolitler; besinde bu yararlı mikroorganizmaların hayatta kalmasını ve büyümelerini uyarırken, besinin bozulmasına neden olan patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engellemektedir (25). Böylelikle fermantasyon ile ham maddenin daha güvenilir, stabil, sindirimi daha kolay, lezzetli ve besin değeri geliştirilmiş bir son ürüne dönüşümü sağlanmış olmaktadır (25, 27, 31). Ham maddenin fermente besine dönüşüm süreci Şekil 2.1’de özetlenmiştir (33).



Şekil 2.1. Ham maddenin fermente besine dönüşümü (33).

*(FODMAPs: fermente edilebilir oligosakkaritler, disakkaritler, monosakkaritler ve polyoller)

Fermantasyondan sorumlu mikroorganizmalar, besinin yapısındaki kompleks bileşiklerin yıkılmasını sağlarken aynı zamanda vitaminlerin ve diğer büyüme faktörlerinin üretilmesini de sağlamaktadır. Bunun dışında fermantasyon sırasında mikroorganizmaların hem fiziksel hem de kimyasal olarak hücre duvarlarını yıkmaları bitkilerde hücre duvarı içerisinde kalmış sindirilemeyen bileşiklerin açığa çıkmasını sağlamaktadır. Böylelikle sindirilemeyen bileşikler sindirilebilir hale dönüşürler. Bunlara ek olarak fermantasyon sırasında gerçekleşen enzimatik hidroliz, taninler ve fitik asit gibi besin ögesi olmayan bileşiklerin düzeylerini azaltması ile besin öğelerinin biyoyararlanımının artmasını sağlamaktadır (24, 25, 30-32).

İnsanlık tarihi boyunca fermantasyon işlemi çoğunlukla ticari starter bir kültür olmadan geleneksel yöntemlerle gerçekleşmiştir (34). Kullanılan geleneksel yöntemler arasında spontane fermantasyon ve geriye dönük fermantasyon türleri bulunmaktadır (28, 34). Spontane fermantasyon, fermente besinlerin üretilmesinde temel yöntem olup, mikroorganizmaların kendiliğinden gelişimine bağlıdır. Geriye dönük fermantasyonda ise daha önce başarılı olan fermente üründen alınan az miktar numunenin yeni fermente edilecek besinlerin başlangıç fazında eklenmesiyle gerçekleşmektedir (28). Ancak fermente besinlere artan ilgi ve talep, fermantasyon işleminde standardizasyonu gerekli kılmıştır. Yirminci yüzyılla beraber endüstriyel fermantasyonda başlatıcı kültürlerin kullanılmaya başlanmasıyla fermantasyon sürecinin kontrolü ile daha stabil kalitede ve özellikle son ürünlerin oluşması sağlanabilmiştir. Şarap, süt ve et ürünleri üretiminde endüstriyel fermantasyon genellikle kullanılan fermantasyon türü olmuştur (28, 34).

2.1.1. Fermantasyon Türleri

Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği (ISAPP), fermantasyon sınıflamasını üç başlık altında toplamaktadır (24). Bu sınıflama; fermente besin üretiminde kullanılan baskın mikroorganizmaya göre, mikroorganizmaların ürettikleri birincil metabolitlere göre ve başlangıç materyali olarak kullanılan besin türüne göre yapılmaktadır. Fermantasyonun sınıflandırılması Tablo 2.1'de özetlenmiştir (24, 25, 28, 30, 33).

Tablo 2.1. Fermantasyonun basit olarak sınıflandırılması.

Fermantasyon Türü	Sorumlu Mikroorganizma	Temel Metabolit	Besin Türü
Laktik Asit Fermantasyonu	Laktik asit bakterileri	Laktik asit	Yoğurt Peynir Sosis Kimchi
Asetik Asit Fermantasyonu	<i>Acetobacter</i>	Asetik asit	Sirke Kefir
Propiyonik Asit Fermantasyonu	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Propiyonik asit	İsviçre Peyniri
Alkalin Fermantasyonu	<i>Bacilli</i>	Amonyak	Kurubaklagiller Nattu
Alkolik Fermantasyon	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Alkol Karbondioksit	Şarap Bira Ekmek
Küf Fermantasyonu	<i>Aspergillus, Penicillium, Rhizopus</i>		Peynir Soyalı sosu Miso Tempeh

Fermantasyon; baskın olan mikroorganizma sınıflamasına göre kendi içerisinde bakteriyel fermantasyon, küf fermantasyonu ve mantar fermantasyonu olarak alt gruplara ayrılabilir (25). Bakteriyel fermantasyonda laktik asit fermantasyonu, en yaygın olarak kullanılan fermantasyon türüdür. Laktik asit fermantasyonu, homofermentasyon ve hetefermentasyon olmak üzere iki gruba ayrılır. Homofermentasyonda laktik asit bakterileri temel olarak karbonhidratları laktik aside dönüştürmektedir ve alkol oluşumu gözlenmez. Heterofermentasyonda ise laktik asidin yanında karbondioksit ve alkol (etanol) üretimi de söz konusudur. Laktik asit bakterileri; *Bifidobacteria* türüne ait *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum* ve *Bifidobacterium animalis*; *Lactobacilli* türüne ait *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* ile *Streptococcus thermophilus*'tur. Genellikle yoğurt, peynir, sosis ve lahana turşusu gibi fermente besinlerin üretiminde kullanılmaktadır (25, 26, 28, 30, 32, 35). Alkalin fermantasyonu ise proteinden zengin substratlarda kullanılan ve aminoasit deaminasyonu sonucunda aminoasit, peptit ve amonyak oluşumu ile sonuçlanan bir fermantasyon türüdür. Bu fermantasyon türünde baskın olan mikroorganizmalar *Bacillus* türüne ait *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus pumilus*'tur. Genellikle kurubaklagil fermantasyonundan elde edilen fermente besinlerin üretiminde kullanılırlar (25, 28, 30, 32). Mayaların baskın tür olduğu fermantasyon ise genellikle alkollü içecekler ve mayalı ekmek üretiminde kullanılmaktadır. Fermantasyonda kullanılan temel maya türü ise *Saccharomyces cerevisiae*'dir. Bu

fermantasyon, şekerin alkol ve karbondioksite dönüşmesi ile sonuçlandığından alkolik fermentasyon olarak da bilinmektedir (25, 28, 32). Küf bazlı fermentasyonlarda baskın olarak kullanılan küfler; *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* ve *Mucor*'dur ve bazı özel peynirler ile fermente soya bazlı besinlerin üretiminde kullanılmaktadır (25).

Fermentasyon baskın mikroorganizmaların ürettiği birincil metabolitlere göre sınıflandırıldığında; mantarların ürettiği alkol ve karbondioksit, *Acetobacter*'in çeşitli substratları parçalayarak ürettiği asetik asit, laktik asit bakterilerinin ürettiği laktik asit, *Propionibacterium freudenreichii*'nin ürettiği propiyonik asit ile *Bacillus* ve küflerin ürettiği amonyak ve yağ asitleri gibi metabolitlere göre yapılmaktadır (32, 33).

Fermentasyon, başlangıç materyali olarak kullanılan besin türüne göre sınıflandırıldığında ise; fermentasyondaki substrat esas alınmaktadır ve süt ürünleri, et ve balık, sebze ve meyve, soya, baklagil ve tahıl fermentasyonu olarak sınıflandırılmaktadır (32, 33).

2.1.2. Fermentasyonun Sağlık Yararları

Fermentasyonun besinlerde oluşturduğu değişiklikler sonucu, bu besinlerin tüketimleri ile birlikte akut ve kronik hastalık riskinde azalma sağlanabildiği gösterilmiştir (24, 25, 30). Fermente besinlerde bulunan hem besin ögesi olan hem de besin ögesi olmayan bileşenler, vücutta spesifik hedef hücrelerin fonksiyonlarını modüle etme yeteneğine sahip olduklarından dolayı ham maddeden farklı olarak tüketici sağlığını etkilemektedirler (30, 33). Bu nedenle fermentasyon sonucu oluşan besinlerin, özellikle mikroorganizma içermeleri nedeniyle yeterli ve dengeli beslenmenin ötesinde sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (33). Özellikle fermente süt ürünlerinin obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon, metabolik sendrom riskinde azalma sağlayabileceği bildirilmiştir (31, 36, 37). Fermente besinlerin sağlık yararlarının altında yatan bazı mekanizmalar Şekil 2.2'de özetlenmiştir (37). Fermentasyon sonucunda oluşan metabolitler, fermentasyon sırasında kullanılan mikroorganizmaların suşlarına, substrat olan besinlerin türlerine ve üretim yöntemlerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (31, 33). Bu metabolitler, besin üzerinde olumlu etkiler

oluşturmasının yanında insan sağlığı üzerinde de çeşitli yararları bulunmaktadır (25, 33).

Fermente Besin Matrisi	Fermantasyon ve Fermente Besinler	Fermente Besin - Mikrobiyota Etkileşimi
<ul style="list-style-type: none"> • Biyoaktif moleküllerin sentezi için substrat • Besin ögesi sindirimini ve emilimini uyarma • Canlı mikroorganizmaların hayatta kalmasını geliştirme 	<ul style="list-style-type: none"> • Biyoaktif peptidlerin sentezi • ACE - inhibitör aktivitesi <ul style="list-style-type: none"> • Antioksidan • Antimikrobiyal • Glisemik kontrol sağlayıcı etki • Lipid profili düzenleyici etki <ul style="list-style-type: none"> • İmmünomodülasyon • Gen modülasyonu ve düzeltilmesi • Metabolit üretimi • EPS, SCFA, CLA üretimi • De novo vitamin sentezi 	<ul style="list-style-type: none"> • Bağırsakta mikrobiyal denge sağlayarak canlı mikroorganizmaların yaşaması • Pro-inflamatuar sitokinlerin azaltılması • Reaktif oksijen türlerinin azaltılması <ul style="list-style-type: none"> • Enterosit dönüşümünün artması • Patojenler ile rekabet • Bağırsak geçirgenliğinin uyarılması/düzeltilmesi

Şekil 2.2. Fermente besinlerin sağlık yararlarının etki mekanizması (37).

(ACE: anjiyotensin dönüştürücü enzim, EPS: ekzopolisakkarit, SCFA: kısa zincirli yağ asitleri, CLA: konjuge linoleik asit)

Fermantasyon sırasında kullanılan suşa bağlı olarak farklı biyoaktif bileşenler sentezlenmektedir. Bu biyoaktif bileşenler arasında ekzopolisakkaritler (EPS), kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), konjuge linoleik asit (CLA), biyoaktif peptitler, nörotransmitterler, aminoasitler, selenoprotein ve bazı vitaminler yer almaktadır. Böylelikle fermente besinin ham maddeden farklı sağlık yararları olması sağlanmaktadır (37). Örneğin bakteriler tarafından oluşan ve bir nörotransmitter olan gama-aminobütirik asit (GABA), kas tonusunun ve nöral uyarılmanın düzenleyicisi olarak rol oynamaktadır (25, 31). Benzer şekilde, substratta bulunan bakteriler tarafından tiamin, riboflavin, niasin, folat ve B₁₂ vitamini gibi B grubu vitaminleri ile C vitaminin, lizin, metionin, triptofan gibi amino asitlerin ve demir gibi minerallerin sentezi gerçekleştirilmektedir (30, 31, 33). Fermantasyon sırasında üretilen EPS, hem besinin viskozitesini artırarak besin alımında gastrointestinal sistemde canlı mikroorganizmaların sindirilmesini önlemede hem de antioksidan etkiye sahip olması ile intestinal mukozada patojen adhezyonunu önlemede ve immün sistemin uyarılmasında rol oynayabilmektedir. Buna ek olarak, bazı polisakkaritler ile birlikte prebiyotik etki göstererek intestinal mukozada fermente olabilmektedir (25, 33, 37, 38). Laktik asit bakterilerinin sağlık üzerinde olumlu etki yaratan biyoaktif bir lipid

olan CLA ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörü üretme yetenekleri ile fermente besinler; immünomodülatör, antitrombotik ve antihipertansif etki gösterebilmektedirler (25, 30, 31, 37, 39). Süt ürünlerinin fermantasyonu sonucunda kazeinin temel substrat olarak kullanılması ile sentezlenen biyoaktif peptidler ise ACE inhibitörü, antioksidan, serum glukoz ve kolesterol düzeyini düzenleyici, antikarsinojenik, immünomodülatör, antimikrobiyal, antitrombotik etki gösterebilmektedir. Hayvan çalışmaları son zamanlarda yoğurttaki bulunan bu biyoaktif peptidlerin bağırsak homeostazının ve inflamatuvar cevabın düzenlenmesinin yanında glukoz alımı ve insülin sekresyonu ile ilişkili gen ekspresyonunu artırarak antidiyabetik etki gösterebileceğini belirtmektedir (37). Laktik asit bakterileri ile fermantasyon sonucunda oluşan laktik asit (laktat), proinflamatuvar sitokinlerin ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) azaltılmasında etkili olabilmektedir (33, 37). Laktik asit bakterilerinin bazı tür ve suşları aynı zamanda antimikrobiyal ajan olan bakteriyosin üretiminden de sorumludurlar (30, 35). Fermente besinlerden özellikle yoğurdun inkreatin hormon salınımını artırarak anoreksijenik etki oluşturması, obezite ve diyabet riskinin azalmasında etkili olabilmektedir. Mikrobiyotanın düzenlenmesinin glisemik cevabı ve insülin direncini kontrol edebileceği ve buna bağlı olarak süt, yoğurt vb. fermente süt ürünlerinin diyabet riskinin azalmasında rol oynayabileceği gösterilmiştir (36, 40). Buna ek olarak, fermantasyon ile besindeki temel şekerin parçalanması sonucu besinin glisemik indeksinde azalma ve besin toleransında artma sağlanabilmektedir (31, 35). Bu çerçevede, fermente besinlerin içerdikleri mikroorganizmalar aracılığıyla, vücut ağırlığı korunmasını sağlayarak obezitenin önlenmesi, kardiyovasküler hastalıklar (KVH), Tip 2 diyabet (T2DM) gibi hastalıkların oluşum risklerinin ve tüm nedenlere bağlı ölümlerin azaltılmasında etkili olabileceği önerilmektedir (24, 25, 33, 36, 40-44). Ayrıca fermente besinlerin mikrobiyotayı düzenleme potansiyelleri iyi bilinmektedir. Örneğin, yoğurt tüketimi, mikrobiyotada *Akkermansia* düzeyini artırırken peynir tüketimi SCFA üretimini artırmaktadır. Mikrobiyota – bağırsak – beyin aksı aracılığıyla, fermente besinlerin ruh hali ve beyin aktivitesinin değiştirilmesi üzerinde de olumlu etkileri bulunabileceği düşünülmektedir (33, 45).

2.2. Süt ve Süt Ürünleri

Türk Gıda Kodeksi İçme Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2019/12)'ne (46) göre çiğ süt, Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliğindeki çiğ süt tanımına uyan inek sütü, koyun sütü, manda sütü ve keçi sütünü tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu tebliğ kapsamında çiğ sütün pastörizasyon, yüksek sıcaklıkta pastörizasyon, ultra yüksek sıcaklık (UHT) veya sterilizasyon gibi işlemlerden birinin uygulanması ile içme sütü elde edilmektedir. Uygulanan işlem türüne göre sütler pastörize süt, yüksek sıcaklıkta pastörize süt, UHT süt veya sterilize süt olarak isimlendirilmektedir. Bir ürünün süt bazlı içecek olarak nitelendirilebilmesi için son üründe en az yüzde elli (v/v) oranında içme sütü içermesi gerektiği tebliğde belirtildiğinden (46) bitkisel ürünlerden elde edilen içecekler süt bazlı içecek olarak tanımlanmamaktadır. Tebliğde belirtildiği üzere, tam yağlı içme sütünde 100 ml'de en az 3,5 g yağ bulunmalıdır. İnek sütünde protein içeriği en az %2,9 iken yağsız kuru madde içeriği en az %8 olmalıdır. Protein ve kuru madde içeriği keçi, koyun ve manda sütlerinde ise (sırasıyla %3,0-5,5 ve %8,5-10,0) artmaktadır. İçme sütünün kaynağına göre laktik asit düzeyi %0,14-0,35 arasında değişiklik göstermektedir (46).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44)'ne göre (47) fermente süt ürünleri, sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda canlı ve aktif olarak raf ömrü sonuna kadar bulunduran süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Bu süt ürünleri genellikle inek, koyun, keçi, manda gibi memeli hayvanların sütleri ile elde edilen fermente süt ürünü, ayran, yoğurt, kefir gibi ürünleri kapsamaktadır (47, 48). Fermente ürünün türüne bağlı olarak bu süt ürünleri kütlice en az %2,0-3,0 aralığında süt proteini, kütlice en fazla %10-20 süt yağı içermelidir. Titre edilebilir asidite (%laktik asit cinsinden) ise kütlice %0,3-2,0 arasında değişiklik gösterir. Ayran hariç tüm fermente süt ürünleri mililitresi veya gramı başına en az 10^7 koloni oluşturan birim (kob) toplam spesifik mikroorganizma içermelidir (47).

Süt ve süt ürünleri, asırlardan beri insan beslenmesinde elzem bir yer tutmaktadır. Sütler, enerji içerikleri düşük olmasına karşın besin ögesi açısından zengindirler. Gerek yüksek kalitede protein içermesi gerekse kalsiyum, fosfor, çinko, K vitamini, B grubu vitaminleri gibi birçok besin ögesinin önemli bir kaynağı olması, süt ve süt ürünlerinin beslenmedeki rolünü artırmaktadır (48-51). Bu nedenle süt ürünleri, sağlıklı diyet örüntülerinde bulunması gereken bir besin grubu olarak kabul edilmektedir (49, 50). Süt ürünlerinin kemik sağlığını koruması ve osteoporoz riskini azaltması, en iyi bilinen sağlık yararlarıdır (49, 52). Bunun yanında süt ve süt ürünleri; KVVH, hipertansiyon, inme, prediyabet, T2DM, metabolik sendrom (MetS), kolon kanseri ve kolorektal kanser gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu özellik göstermektedirler (48-50, 52). Bu sağlık yararlarının yanında süt ve süt ürünleri ile yapılan çalışmalarda, yüksek kalitede protein ve elzem amino asit kaynağı olmalarından dolayı kas protein sentezini destekledikleri; tokluk sağlayarak aşırı enerji alımını önledikleri ve vücut yağ depolarının azalmasını sağladıkları gösterilmiştir (52). Tüm bu yararlı etkileri, süt ve süt ürünlerini sağlıklı diyetin bir parçası haline getirmektedir. Hipertansiyonun Durdurulması için Diyet Yaklaşımlarında (DASH diyeti) günlük 2-3 porsiyon az yağlı süt ve süt ürünlerinin tüketilmesinin kan basıncında önemli ölçüde azalma sağladığı belirtilmiştir (49). Süt ürünlerinden biri olan yoğurt ise hem besin ögelerini dengeli içermesi hem de içerisinde yararlı mikroorganizmalar bulundurması nedeniyle diyetinde tüketilmesi önerilen bir besin olarak karşımıza çıkmaktadır (49).

2.2.1. Yoğurt

Beslenme ve sağlık yararlarından dolayı fermente süt ürünlerine karşı artan bir tüketim isteği bulunmaktadır (26). Fermente süt ürünlerinden yoğurt veya yoğurt benzeri besinler, 20. yüzyılın başından son yarısına kadar Avrupa, Balkanlar, Orta Doğu ve Hindistan tarafından tüketilen bir besin olmasına karşın bugün tüm dünya genelinde ticari olarak en çok tüketilen fermente süt ürünleridir (34, 53). Fermantasyonun birçok besinde, özellikle süt ve bitkisel bazlı besinlerde, fiziksel özelliklere büyük bir etkisi bulunmaktadır (29). Laktik asit bakterileri ile fermantasyon sonucunda süt ürünlerinin temel şekeri olan laktoz, laktik aside dönüşür. Yoğurt üretiminde kullanılan başlatıcı kültürler, *S.thermophilus* ve

L.bulgaricus, asidifikasyonu artırarak kazein misellerinin stabilitesinin bozulmasını sağlar. Böylelikle yoğurdun koloidal stabilitesini yitiren kazein miseli, ısı işlem etkisi ile denatüre olan serum proteinleri (özellikle β -laktoglobulin) ile tiyol-disülfid yer değişim reaksiyonları üzerinden interaksiyona girer ve 3 boyutlu protein ağ yapısı oluşur. Bu işlem sırasında birçok biyoaktif bileşen oluşmakta ve toksin veya antibesin ögesi faktörleri azalmaktadır (26, 29, 53). Farklı laktik asit bakterileri farklı fermantasyon yolları üzerinden farklı metabolitler üretmektedirler. Bu yüzden fermente süt ürünlerinin elverişli matriksi, sağlığı geliştirici yeni ürünler ve fonksiyonel besinler geliştirmekte oldukça kullanışlıdır (26). Fermantasyon sırasında pH'nın düşmesi, besinin bozulmasına neden olan mikroorganizmalar ile patojenlerin kolonizasyonunu büyük ölçüde önleyici etki oluşturmaktadır (35).

Fermantasyon sırasında üretilen metabolitler son ürünün tatlılık, ekşilik, acılık ve meyvensi tadını etkilemektedirler. Böylelikle laktik asit fermantasyonu sonucunda oluşan laktik asit, fermente süt ürünlerinin ekşi tadından sorumlu metabolittir. Ayrıca bazı laktik asit bakteri suşları tarafından üretilen ekzopolisakkaritler, yoğurdun viskozitesinin artması, tekstürel özelliklerin gelişmesi ve sinerezisin azalması gibi istenilen reolojik özelliklerin oluşmasında etkili olabilmektedirler (25). Üretim aşamalarındaki farklılıklara göre farklı türlerde yoğurtlar üretilmektedir:

Sade (Plain) Yoğurt: Fermentasyonda spesifik starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un birlikte kullanıldığı ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran (47); herhangi bir şeker, tatlandırıcı içermeyen ve tüketicilere doğal yoğurt tadı sağlayan türdür (54).

Set – Tip Yoğurt: İnkübasyon sonunda soğutma dışında herhangi bir işleme tabii tutulmayıp pıhtısı karıştırılarak kırılmamış yoğurt türü olarak tanımlanmaktadır (47, 55).

Stirred Tip Yoğurt: İnkübasyon sonunda karıştırma işlemi ile jel/pıhtı yapının kırılması ile elde edilen yoğurt türüdür (47, 55). Pıhtı yapının kırılması ile non-Newtonian sıvı oluşturularak viskozitenin ve katılığın yüksek olduğu yoğurt elde

edilmektedir. Ayrıca yüksek jel katılığı, daha pürüzsüz ve sinerezisin düşük olduğu bir ürün oluşmasını sağlamaktadır (55).

Süzme Yoğurt: Tam yağlı sütün krema ile zenginleştirilmesi sonucunda geleneksel olarak elde edilebilmektedir. Fermantasyon işleminden sonra bir gece buzdolabında bekletilen yoğurdun serum proteinlerinin süzülmesi ile total katı madde (başlıca yağ ve protein) içeriği artırılmaktadır. Böylelikle daha viskoz yapıda yoğurt elde edilmektedir. Serum proteinlerinin, santrifüj veya ultrafiltrasyon gibi uygun teknoloji veya yöntem ile uzaklaştırılması sonucunda sütte bulunan katı maddelerin yoğunlaşmasını sağlayarak süzme yoğurt üretilmektedir (47, 54). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44) kapsamında süzme yoğurdun protein içeriği en az kütlece %8'e (m/m) ayarlanmalı ve son tüketim tarihine kadar yeterli sayıda canlı ve aktif starter bakteri içermelidir (47).

2.3. Bitkisel Bazlı İçecekler

Son yıllarda tüketiciler, çeşitli nedenlerle hayvansal kaynaklı süt ve süt ürünleri yerine bitkisel bazlı alternatif içeceklere ve bunlardan yapılan ürünlere yönelmeye başlamışlardır (51, 56-58). Bitkisel bazlı içeceklerin besin ögesi içeriğinin sınırlı olmasına karşın sağlık, beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzı vb. nedenlerden dolayı tüketiciler, bitkisel bazlı içeceklere diyetlerinde yer vermeye başlamışlardır (57). Bitkisel bazlı içecekler, özellikle antioksidan içeriklerinin yüksek olması, zengin posa içermesi ve yağ asidi örüntüsünün kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu özellikte olması nedeniyle tercih edilmeye başlanmıştır (59). Bitkisel kaynaklı besinlere yönelim nedenleri hayvan hakları ve refahı, çevresel etkiler ve sağlık etkileri olmak üzere üç ana başlıkta toplanabilir.

Hayvan hakları ve refahı kapsamında; hayvansal ürünlerdeki hormon kullanım endişeleri, hayvanların endüstriyel meta olarak kullanımının oluşturduğu etik itirazlar ve vejetaryenizm veya vegan yaşam tarzı yer almaktadır. Yaşam tarzını değiştirmek isteyen bireyler; kırmızı et, tavuk eti, balık gibi et ürünlerinin bulunmadığı vejetaryen diyetlere veya et ürünlerine ek olarak yumurta, süt ve süt ürünlerine, bal gibi hayvanlardan elde edilen besinlerin yer almadığı vegan diyetlere yönelmektedirler. Diyetin yanında hayvanların kullanılması ile üretilen herhangi bir kıyafet, kozmetik, ilaç vb. ürün vegan yaşam tarzında yer almamaktadır. Bu diyet

türlerinin tercih edilmesinde yaşam kalitesini artırmak ve hastalıkların önlenmesi, hayvan hakları ve etik uygulamalar, hayvansal ürünlerin çevreye verdiği zararlar gibi nedenler bulunmaktadır (57). Bu nedenle artan vegan yaşam ve vejetaryenizme yanıt olarak vegan/vejetaryen ürünlerin üretiminde ve dünyanın önde gelen restoranlarında ve kafelerinde vegan menülerin geliştirilmesinde artış olmuştur (60).

Çevresel etkiler kapsamında; sürdürülebilirlik, çevre ve iklim değişikliğine etkileri gibi etmenler yer almaktadır. Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) sürdürülebilirliği, “Şu anki ve gelecek nesiller için doğal kaynakların yönetimi ve korunması; teknolojik ve kurumsal değişimin insan ihtiyaçlarının erişilmesi ve tatmin edilmesini sağlayacak şekilde yönlendirilmesi” olarak tanımlamaktadır (61). Ancak sürdürülebilir besin sistemlerine geçiş, insanların diyetlerinde değişiklik yapılmadan mümkün olmayacaktır (62). Bu kapsamda uygulanması önerilen sürdürülebilir diyetler, FAO ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından “Çevresel etkileri düşük, besin ve beslenme güvencesi ile günümüz ve gelecek nesiller için sağlıklı yaşamı destekleyen diyetler” olarak tanımlamaktadır (63). Sürdürülebilir beslenme örüntüsünün besin ögesi açısından yeterli olmasının yanında ekonomik olarak karşılanabilir, kültürel ve sosyal açıdan kabul görmüş ve doğa dostu olması gerekmektedir. Besinlerin üretilmesi, işlenmesi, taşınması, satılması ve depolanması gibi besin zinciri basamaklarının sera gazı emisyonları, iklim değişikliği, küresel ısınma, çölleşme, ekotoksisite, toprak ve su kullanımını artırması, biyoçeşitliliğin azalması gibi doğa dostu olmayan çevresel etkileri bulunmaktadır (59, 64, 65). Hayvansal ve bitkisel kaynaklı besinlerin besin ögesi örüntüsü farklılık göstermesine karşın hayvansal kaynaklı ürünler tahıllara ve bitkilere kıyasla daha fazla su, toprak ve enerji tüketmektedir. Üretim ve işlenmeleri sırasında oluşan karbondioksitin (sera gazı emisyonununun) küresel ısınmaya katkısı ise bitkisel kaynaklı ürünlere kıyasla daha fazladır (64-66). Bunların yanında hayvansal kaynaklı besinlerin üretilmesinde azot ve fosforun yanında nitröz oksit ve amonyak birikimi, tarım alanlarındaki biyoçeşitliliği olumsuz etkilemektedir (62). Hayvansal kaynaklı besinlerin ekosisteme ve biyoçeşitliliğe zarar vermesi nedeniyle sürdürülebilir yaşam tarzını benimseyen bireyler, alternatif kaynaklara yönelmektedir (64, 65). Bu bağlamda tüketilen bitkisel bazlı besinlerin karbon ayak izi ve ekotoksisitesinin daha düşük

olması ve atık ürünlerinin geri dönüştürülebilir olması, çevresel problemlerin azaltılmasında da etkili olmaktadır (59, 62).

Sağlık etkileri kapsamında; hayvansal kaynaklı besinlerin yarattığı sağlık endişeleri, laktoz intoleransı ve inek sütü protein alerjisi (İSPA) yer almaktadır. Hayvansal kaynaklı besinler yüksek miktarlarda doymuş yağ ve kolesterol içeriği nedeniyle, bazı bireyler tarafından tüketilmek istenmezken bitkisel kaynaklı besinlerin posa, antioksidan bileşikler başta olmak üzere çeşitli besin öge/bileşenlerinden zengin olması, kronik hastalıklar ve ölüm riskinin azalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle fazla miktarlarda süt tüketiminin total kolesterol ve LDL-kolesterol düzeylerini yükselttiği endişesi, bireyleri alternatif kaynaklı ürünler tüketmeye yöneltmektedir (64, 67). Laktoz intoleransında vücutta laktozun sindiriminde görevli olan laktaz enziminin düşük aktivitesi veya üretilmemesine bağlı olarak ince bağırsakta laktoz malabsorpsiyonu meydana gelmekte ve şişkinlik, kusma, kabızlık, diyare, metabolik asidoz gibi semptomlar görülmektedir. Laktoz intoleransı gösteren bireyler, laktoz içeren besinleri ve ürünleri tüketmekten kaçınarak laktozsuz sütlere veya süt içermeyen ürünlere yönelmekte ve bitkisel bazlı içecekleri tercih etmektedirler (57, 67). İnek sütü protein alerjisinde ise inek sütünde bulunan ve alerjiye neden olan β -laktoglobulin olmak üzere α -laktoalbumin, α - ve β -kazein gibi başlıca proteinlere karşı vücudun geliştirdiği IgE-aracılı anormal immünolojik yanıt oluşmakta ve mide bulantısı, kusma, ishal, karın ağrısı, şişkinlik gibi semptomlar görülmektedir. Bir tane hayvansal kaynaklı süte alerjisi bulunan bireylerde genellikle diğer hayvan sütlerine de alerjik reaksiyon geliştirmektedir. Bu durumda da İSPA bulunan bireylerin diyet tedavisinde inek sütü elimine edilmektedir. Bu nedenle, İSPA'lı bireyler bitkisel bazlı ürünleri alternatif olarak tüketmektedirler (57, 67).

Dünya genelinde bitkisel kaynaklı besinlere yönelik artan talep doğrultusunda yeni ürün geliştirmek, tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanması ve toplumun tüketim eğilimlerinin yakalanması açısından önemlidir (57). Ancak bitkisel kaynaklı ürünler, hayvansal kaynaklı süt ürünleri kadar zengin besin ögesi içeriğine sahip değildirler. Özellikle de protein, doymuş yağ, kolesterol ve mikro besin ögesi içerikleri hayvansal kaynaklı süt ürünlerine kıyasla sınırlıdır. Bu nedenle bitkisel bazlı içeceklerin hayvansal kaynaklı sütler yerine ikame edilmesi konusunda tartışmalar

bulunmaktadır (50, 52). Hayvansal sütler ve bitkisel bazlı içeceklerin karşılaştırılması Tablo 2.2’de gösterilmiştir (57, 68-72).

Tablo 2.2. Hayvansal süt ürünleri ile bitkisel bazlı içeceklerin karşılaştırılması.

Karşılaştırma	Hayvansal Kaynaklı Süt	Bitkisel Bazlı İçecekler
Besin gesi içeriği	Zengin	Sınırlı
Posa içeriği	Yok	Var
Protein biyoyararlanımı	Yüksek	Düşük
Mineraller biyoyararlanımı	Zengin	Sınırlı
Fenolik bileşikler	Yok	Var
Maliyet	Düşük	Yüksek
Tat	Yüksek	Düşük
Raf mr	Kısa	Uzun
Mikrobiyal güvenlik	Düşük	Yüksek
Toplumsal kabul	Yüksek	Sınırlı

Tüketicilerin artan taleplerine yanıt olarak hayvansal kaynaklı süt ürünleri yerine kullanılabilecek bitkilerin ekstrakte edilmesi ile elde edilen bitkisel bazlı içecek alternatifleri (46), marketlerde yerini almaktadır (57). Bitkisel bazlı içecekler arasında en popüler olanı soya bazlı içecek olmasına karşın yüksek alerjinite riski nedeni ile diğer bitkisel bazlı içecek alternatiflerine yönelim artmıştır. Tahıllardan pirinç ve yulaf bazlı içecek; baklagillerden soya ve bezelye bazlı içecek; sebzelerden patates bazlı içecek; kabuklu yemişlerden badem, hindistan cevizi ve fıstık bazlı içecekler en çok kullanılan bitkisel bazlı içecekler arasında yer almaktadır (57, 58, 68, 72, 73). Badem bazlı iein hayvansal kaynaklı sütlere kıyasla protein ve enerji içeriği çok düşüktür; ancak inek sütünden farklı olarak tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), E vitamini (α -tokoferol), fenolik bileşikler ve posadan zengindir (68, 69, 72). İnek sütünde bulunan süt şekeri laktozun, kalsiyum ve diğer minerallerin biyoyararlanımını artırdığı bilinmektedir. Ancak bitkisel bazlı içeceklerde laktoz bulunmamaktadır. Buna ek olarak, inek sütünde elzem amino asitlerin bir arada bulunması bitkisel bazlı iee­eklere göre protein biyoyararlanımını artırmaktadır (69, 72).

Bitkisel bazlı içecekler; bitkisel materyalin parçalanması ile hazırlanan ve çözünmüş veya parçalanmış bitkisel materyalleri içeren kolloidal süspansiyonlar veya emülsiyonlardır. Bu nedenle partikül boyutları ve bileşimi homojen olmayan, dağınık yapıya sahiptirler. Bu büyük partikül yapıları; yağ damlacıkları, protein ve nişasta granülleri olabilir. Son ürünün partikül boyutu ve stabilizasyonu ise ham

maddenin doğasına, parçalanma metoduna ve depolama koşullarına göre değişkenlik göstermektedir (58, 66, 73). Bitkisel bazlı içecekler üretilirken öncelikle ham madde ön işleme tabii tutulmaktadır. Bu aşamada kuru veya yaş öğütme ile çözünür madde ayrıştırılabilmektedir. Ayrıca ham madde ağartma, suda bekletme, kabukları soyma ve kavurma gibi işlemlerden geçmektedir. Ardından pH, ısı işlem ve enzimler kullanılarak içerisindeki sıvı ekstrakte edilmektedir. Elde edilen sıvının içerisinde istenmeyen bitki kalıntılarının ayrıştırılması için ise filtrasyon, tortunun ayrılması veya santrifüj işlemlerinden geçirilerek seperasyon yapılmaktadır. Sonraki aşamada ise elde edilen sıvıya stabilizatör, gum, şeker, tatlandırıcı ve besin ögesi maddeleri gibi viskozitesini, tadını, kokusunu ve vitamin – mineral içeriğini geliştirici katkı maddeleri eklenebilmektedir. Daha sonrasında sıvının daha stabil bir yapıda olabilmesi için homojenizasyon ve pastörizasyon işlemleri uygulanmaktadır. Isıl işlem uygulanması ile protein ve lipid bileşenlerinin değişime uğraması sonucu stabilize bir emülsiyon oluşturulabilmektedir. Ayrıca ısının etkisi ile nişasta jelatinizasyonu sonucu viskozite artmaktadır. Bitkisel bazlı içeceklerin üretilmesinde en önemli aşama bitkisel kaynağın, emülsifiyerlerin ve diğer katkı maddelerinin doğru seçilmesidir. Üretilen bitkisel bazlı alternatif ürünler koloidal süspansiyon oluşturduklarından, son ürünün homojen ve stabil olmasını sağlayabilmek açısından emülsifiye edici maddelerin eklenmesi hem stabilizasyonu artırmakta hem de duyuşal özellikleri geliştirmektedir (58, 59, 66, 68, 70, 72-74).

Bitkisel bazlı içeceklerin fermantasyonunda bazı zorluklar da yaşanabilmektedir. Örneğın bitkisel ürünlerin karbonhidrat içerikleri düşük ise hem asidifikasyon gecikebilmekte, hem de bakterilerin büyümesi için uygun koşulların oluşumu engellenebilmektedir (71, 74). Bu nedenle Bernat ve arkadaşları (75), asidifikasyondaki gecikmeyi önlemek için badem bazlı içecek üretiminde karbonhidrat kaynağı eklenmesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Ayrıca Grasso ve arkadaşları, bitkisel bazlı yoğurt benzeri ürünlerin laktik asit düzeylerinin daha düşük olduğunu göstermiştir (76). Bu da fermantasyonda yoğurt kültürlerinin bitkisel bazlı substratı kullanmaya yatkın olmadıklarını göstermektedir (71, 74). Bitkisel bazlı içeceklerdeki protein miktarının az olması ve koagülasyon özelliklerinin farklı olması, sürecin ve son ürünün hayvansal kaynaklı yoğurtlardan daha farklı olmasına neden olmaktadır. Hayvansal kaynaklı yoğurtların üretiminde starter kültürler,

asidifikasyon ile pH'yı kazeinin izoelektrik noktasının altına düşürmekte ve kazeini koagüle ederek yoğurt yapısını oluşturmaktadırlar. Ancak fermentasyon ve asidifikasyon ile bitkisel bazlı proteinin yapısı destabilize olmaktadır. Bu da ürünün yapısını zayıflatmakta ve faz ayrılmasına neden olmaktadır (71, 74).

2.4. Probiyotikler ve Prebiyotikler

2.4.1. Probiyotiklerin Tanımı ve Kullanım Alanları

Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği'ne göre probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (77, 78). Probiyotik özellik gösteren mikroorganizmalar büyük çeşitlilik göstermekle birlikte, genellikle *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* gibi bakteriler ile *Saccharomyces* gibi mayaların bazı suşları probiyotik özellik göstermektedir (79, 80). Probiyotik bakterilerin sınıflaması; cins, tür ve suş baz alınarak yapılmaktadır. Bu sınıflama aynı zamanda mikroorganizmanın tam karakterizasyonunun sağlanabilmesi, temel fizyolojik ve metabolik özelliklerin, potansiyel güvenlik endişelerinin ve suşlar arasındaki ayrımın belirlenebilmesi için gereklidir. Aynı türe ait olan farklı suşlar; genetik ve fizyolojik özellikleri ile birbirlerinden tamamen ayrılabilirdiğinden dolayı suşa dayalı sınıflama önem taşımaktadır (79). Probiyotik suşları ve kullanım alanları Tablo 2.3'te örneklendirilmiştir (81).

Tablo 2.3. Probiyotik suşlar ve kullanım alanları.

Probiyotik Suşlar	Kullanım Alanları
<i>L. rhamnosus GG</i>	Akut diyare tedavisi Antibiyotik dirençli diyare <i>Helicobacter pylori</i> eradikasyonu için yardımcı tedavi
<i>L. acidophilus CL1285</i>	<i>C. difficile</i> ile ilişkili diyarenin önlenmesi
<i>B. bifidum MIMBb75</i>	İrritable bağırsak sendromu
<i>L. reuteri DSM 17938</i>	Fonksiyonel konstipasyon Akut gastroenterit tedavisi Nekrozitan Enterokolitin önlenmesi İnfanıl kolik (önlenmesi ve tedavisi)
<i>L. casei subsp. DG</i>	Karmaşık olmayan semptomatik divertikülit hastalığı
<i>S. boulardii CNCM I-745</i>	<i>Helicobacter pylori</i> eradikasyonu için yardımcı tedavi Akut gastroenterit tedavisi Nekrozitan Enterokolitin önlenmesi

Probiyotik suşların besin üretim süreçlerinde kullanılabilmesi için öncelikle güvenli olduklarının belgelenmesi gerekmektedir. Amerikan Besin ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından bazı mikroorganizmalar “genel olarak güvenli kabul edilebilir (GRAS)” statüsünde yer alarak kullanımlarının güvenli olduğu beyan edilmiştir. Aynı şekilde Avrupa Besin Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından da “nitelikli güvenlik varsayımları (QPS)” ile mikroorganizmaların pazarlama öncesi güvenlik değerlendirmeleri yapılmaktadır. Böylelikle grup ve suş seviyesinde karakterizasyonda herhangi bir güvenlik endişesi ortaya çıkmazsa bu mikroorganizmaya QPS statüsü verilmektedir. Birçok probiyotik bakterinin de yer aldığı laktik asit bakterilerinin diyetle alınması ve besine eklenmesi, suş bazında değerlendirme gerekliliği bulunmakla birlikte, genel olarak güvenli kabul edilmektedir (79). Ancak probiyotiklerin GRAS veya QPS listelerinde yer almaları bunların hastalığı tedavi edici veya önleyici yetenekleri bulunduğu anlamına gelmemektedir (80). Seçilen probiyotik suşun güvenli olmasının yanında insan sağlığı üzerinde potansiyel sağlık yararının da bulunması gerekmektedir. Buna ek olarak probiyotik suş, gastrointestinal sistem boyunca canlı kalarak kolona ulaşmalıdır. Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak tanımlanmasında kullanılan seçilme kriterleri arasında tükürük enzimlerine, mide asidine ve safra asitlerine dirençli olması; pH değişimine ve diğer besinlerden gelen kimyasallara dirençli olması; bağırsak epiteline tutunarak dirençli mikrobiyota ile rekabet etmesi ve sindirim kanalında kolonize olması; patojen ve toksik olmayıp antimikrobiyal madde salgılayabilmesi yer almaktadır. Ayrıca bir besinin probiyotik olabilmesi için yararlı bakterilerin raf ömrünün sonuna kadar besinde canlı kalabilmesi gerekmektedir (78-80). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliğine göre bir besinin probiyotik olarak etiketlenebilmesi için ürünün mililitre veya gramı başına en az 10^6 koloni oluşturan birim (kob) probiyotik mikroorganizma içermesi gerekmektedir (82). Probiyotiklerin sağlık yararını gösterebilmeleri için ise, hedef etki alanı ve suşa bağlı farklılıklar olmakla birlikte, genellikle günde 10^9 kob/g alınması gerekmektedir (78).

Süt ürünleri, probiyotik mikroorganizma taşıyıcıları olarak kullanılabilir. Ancak son yıllarda bitkisel kaynaklı besinlere olan yönelimin artması, hayvansal kaynaklı olmayan fermente ürünlerinin probiyotik taşıyıcısı

olarak kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu ihtiyaca yanıt olarak bitkisel kaynaklı besin matriksleri kullanılarak probiyotik ürünler geliştirilmektedir. Probiyotiklerin hayatta kalmasını besin matriksi kadar işleme ve depolama sırasında nem oranı ve bakterilerin hücre durumu da etkilemektedir. Bu doğrultuda bu tür ürünlerin geliştirilmesinde probiyotiklerin hayatta kalma şansının artırılabilmesi için prebiyotiklerin de probiyotikler ile birlikte kullanılması önem taşımaktadır (67, 83, 84).

2.4.2. Probiyotiklerin Sağlık Yararları ve Etki Mekanizmaları

Probiyotiklerin sağlık üzerine olumlu etkilerinde en önemli etki mekanizması bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesindeki rolleri ile açıklanmaktadır (38). Bağırsak mikrobiyotası; yenidoğanın genetik yapısı, doğum yöntemi (normal doğum veya sezaryen doğum), doğumun gerçekleştiği ortam, bebeğin beslenme şekli (anne sütü, formula, tamamlayıcı beslenme süreci), annenin mikrobiyotası, stres vb. gibi birçok etmenden etkilenecek şekilde şekillenmektedir (38, 79, 80, 85). Erken yaşlarda oluşan çekirdek mikrobiyota, ilerleyen yaşlarda bağırsak mikrobiyotasının temel bir belirleyicisidir ve genellikle stabildir; ancak beslenme şekli, hastalıklar, ilaç kullanımı (özellikle de antibiyotik) ve yaşlanma gibi nedenlerden etkilenebilmektedir (79, 80, 85). Çeşitli nedenlerle mikrobiyota kompozisyonunda ve fonksiyonunda oluşan, disbiyozis olarak da isimlendirilen, bozulmalar; diyare, konstipasyon, irritable bağırsak sendromu (IBS), Chron hastalığı, nekrozitan enterokolit (NEK), diyabet, obezite, çölyak, HIV enfeksiyonu, romatoid artirit vb. birçok hastalıkla ilişkilendirilmiştir (79, 80, 85). Probiyotiklerin suşa özgü etkinlikleri ile bu hastalıkların oluşmasını önleyici veya tedavi edici potansiyel etkileri olabileceği bilinmektedir (79). Probiyotiklerin potansiyel sağlık yararları ve mekanizmaları Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4. Probiyotiklerin potansiyel sağlık yararları ve etki mekanizmaları.

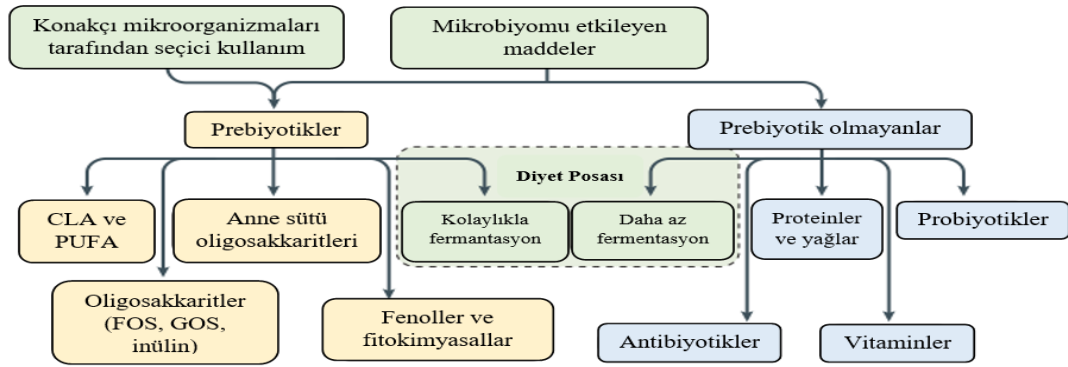
Sağlık Yararı	Etki Mekanizması
Konstipasyon	Probiyotik alımı ile SCFA üretimi artarak bağırsak fonksiyonunun normalleşmesi sağlanır. Böylece semptomlar azalır (38, 79). Probiyotikler, dışkıının geçiş süresinin normalleşmesinde ve sindirim sorunu semptomlarının azalmasında etkilidir. Böylelikle konstipasyon riskini azaltırlar (79).
Diyaire	Probiyotikler; mikrobiyal dengeyi sağlayarak ve patojen mikroorganizmaların üremesini önleyerek çocukluk çağı diyaresini ve antibiyotik nedenli diyarenin hem önlenmesinde hem de tedavi edilmesinde rol oynamaktadırlar (79, 80).
Obezite	Obezlerde fekal mikrobiyotada <i>Firmicutes</i> yoğunluğunun artması, <i>Bacteroidetes</i> yoğunluğunun azalması nedeniyle disbiyozis meydana gelmektedir. Çalışmalarda obez bireylere probiyotik verilmesi ile vücut ağırlığı kontrolünün sağlandığı ve mikrobiyal kompozisyonun düzeldiği; BKİ'nin, lipid konsantrasyonlarının, kan basıncının ve inflamatuvar göstergelerin düzeylerinin azaldığı; insülin duyarlılığının arttığı, iştah ve enerji dengesi regülasyonunun sağlandığı bulunmuştur (38, 80, 85, 86).
Diyaabet	Probiyotikler; SCFA'leri ile uyarılan bağırsak hormonları (GLP-1, GIP gibi) salınımının modülasyonunda etkili olabilmektedir (85).
İmmüno-modülasyon	Bağırsak mikrobiyotası, immünomodülatör ve antiinflamatuvar moleküllerin üretimini uyararak immün sisteminin düzenlenmesinde etkilidir (80, 87). Probiyotikler, konakçının immün hücreleri üzerinde etkinlik göstererek kanser, üst solunum yolu enfeksiyonları, alerjiler, IBD ve oto-immün hastalıklar gibi birçok hastalık üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (38, 79, 85). Probiyotikler düzenli alındıklarında doğal öldürücü hücreleri az olan sağlıklı bireylerde bu hücrelerin aktivitesini artırabilirler (38).
Mikrobiyota – bağırsak – beyin aksı	Bağırsak ve beyin arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Bu etkileşim sinir sistemi, immün sisten ve endokrin sistemin tamamını kapsamaktadır. Beyinden gelen sinyaller, gastrointestinal yolun motor, duyuşsal ve sekretuar yollarını etkilerken bağırsaklar da duyuşsal davranışlar ve stres modülasyonunu etkilemektedir. Mikrobiyota ise HPA aksı ile bağırsak ile beyin arasındaki etkileşime dahil olmaktadır. HPA aksı stres ile uyarılan biyolojik yanıtları (sindirim, immün sistem, ruh hali, duyuşsal durum, enerji harcaması gibi) kontrol etmektedir. Böylelikle probiyotiklerin mental sağlığın geliştirilmesi ve sürdürülmesi üzerinde etkisi bulunmaktadır (38, 80, 85). Bağırsak – beyin aksı kompleks mekanizmalardan etkilenmektedir. Bu etkileşimde SCFA, mukozal bariyer, vagus siniri, hormonlar, nörotransmitterler ve sitokinler yer almaktadır ve duyuşsal sinirler veya kan dolaşımı yoluyla etki etmektedirler (38, 80, 85).
Laktöz intoleransı	Bazı probiyotik suşları ince bağırsakta hidrolitik kapasiteyi ve kolonda fermentasyonu artırarak laktöz intoleransı olan bireylerde laktözün sindirimini uyarabilmektedirler (79, 80). Ayrıca fermente besinlerde laktöz konsantrasyonunun azalmasını ve ince bağırsağa giren aktif laktazın artırılmasını da sağlamaktadırlar (80).
Alerjiler	Alerji patogenezi ile mikrobiyota disbiyozisi arasında ilişki bulunmaktadır (79, 80). İnek sütü protein alerjisi bulunan çocuklara probiyotik içeren hidrolize formüla verildiğinde inek sütüne karşı toleransın arttığı saptanmıştır (80). Probiyotikler, immünomodülasyon etkileri ve immünooglobulin düzeylerinin düzenlenmesi ile antialerjik etki gösterebilirler (38, 80, 85).
Nekrozitan Enterokolit	NEK olan çocuklarda probiyotik takviyesi mortalitenin azaltılmasını, hastanede yatış süresinin kısılmasını ve enteral beslenmeye geçiş süresinin kısılmasını sağlamaktadır (79, 80).
Ürogenital Hastalıklar	Vajinal mikrobiyata ile idrar yolu enfeksiyonları arasında ilişki bulunmaktadır. Probiyotik takviyesi ile bozulan mikrobiyotada düzelme sağlanabilmektedir (85).
Kanser	İmmünomodülasyonda ve kanser hücrelerinin oluşumunun/proliferasyonunun baskılanmasında etki gösterirler (38, 80, 85).
Aşılama	Belirli probiyotik suşların hem aşının etkinliğini artırabileceği hem de sonraki enfeksiyon riskinin azaltılmasında etkili olabileceği hayvan çalışmasında gösterilmiştir (79).

(SCFA: kısa zincirli yağ asitleri, BKİ: beden kütle indeksi, GLP-1: glukagon benzeri protein-1, GIP: gastrik inhibitör polipeptid, IBD: inflamatuvar bağırsak hastalığı, HPA: hipotalamus – hipofiz – adrenal, NEK: nekrozitan enterokolit)

2.4.3. Prebiyotiklerin Tanımı ve Kullanım Alanları

Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği'ne göre prebiyotikler, gastrointestinal mikrobiyotanın kompozisyonu ve/veya aktivitesinde spesifik değişikliklere neden olarak konakçı sağlığına yarar sağlayan, seçici olarak fermente edilen besin bileşenleridir (88, 89). Bir besin bileşeninin prebiyotik olarak etiketlenebilmesi için bazı temel kriterleri sağlamalıdır. Bu kriterler; mide asidine, sindirim enzimlerine ve gastrointestinal emilime dirençli olması; intestinal mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesi; kendilerini fermente eden bakterilerin büyümesini ve metabolik aktivitelerini uyarması ve konakçı sağlığını geliştirici etkide bulunmasıdır (79, 88, 90, 91).

Prebiyotikler ve diyet lifleri benzer özellikler gösterdiklerinden dolayı birbirleri yerine kullanılsalar da prebiyotiklerin seçici olarak fermente edilmesi onları diyet liflerinden ayırmaktadır (79, 88-90). Genellikle sindirilemeyen ve kolonda fermente olabilen diyet karbonhidratları, prebiyotik etki göstermektedirler (88, 90). Bu karbonhidrat türleri arasında özellikle dirençli nişasta, oligosakkaritler (Fruktooligosakkaritler (FOS), inülin, galaktooligosakkaritler (GOS) vb.) ve anne sütü oligosakkaritleri (HMOs) yer almaktadır (79, 81, 88-93). Karbonhidratlar dışında polifenoller, fenolik bileşikler, CLA ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) de gerekli kriterleri karşıladıkları takdirde prebiyotik olarak sınıflandırılabilirler (88). Ancak yeni ortaya çıkan bu prebiyotiklerin prebiyotik sınıflamasında yer alabilmesi için sağlık yararlarının gösterildiği daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (79, 88). Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği tanımına göre prebiyotik sınıflandırılması Şekil 2.3'te gösterilmiştir (88, 94, 95). Bazı prebiyotik bileşiklerin yapıları ve özellikleri ise Tablo 2.5'te özetlenmiştir (91, 92, 94, 96-98).



Şekil 2.3. ISAPP tanımına göre prebiyotiklerin sınıflandırılması (88).

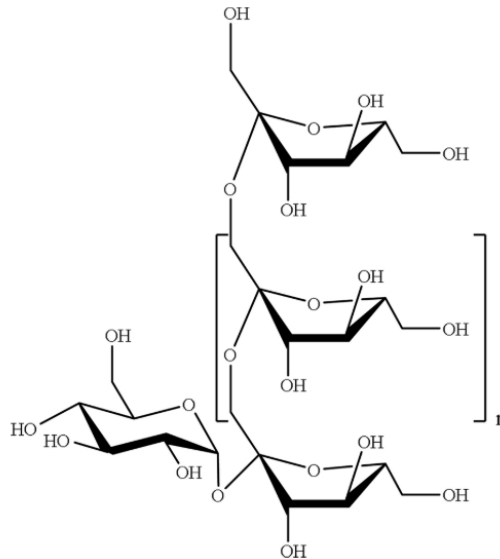
(CLA: konjuge linoleik asit; PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi;. FOS: Fruktooligosakkarit; GOS: Galaktooligosakkarit)

Tablo 2.5. Bazı prebiyotik türleri ve özellikleri.

Prebiyotik türleri	Yapıları	Özellikleri
İnülin	Düz zincirli fruktozların $\beta(2 \rightarrow 1)$ glikozit bağı DP: 2 – 60	İnülin ve FOS'in hangi bakteri tarafından fermente edileceğini zincir uzunlukları belirler. <i>Lactobacilli</i> ve <i>Bifidobacterium</i> büyümesini uyarırlar.
Fruktooligosakkarit (FOS)	Glukoz ve fruktozların $\beta(2 \rightarrow 1)$ glikozit bağı DP: 2 – 9	
Galaktooligosakkarit (GOS)	Glukoz ve galaktozların $\beta(1 \rightarrow 3)$ ile $\beta(1 \rightarrow 4)$ glikozit bağı DP: 2 – 8	<i>Bifidobacteria</i> ve <i>Lactobacilli</i> bakterileri uyarır. Enzimatik olarak laktozdan üretilir.
Ksilooligosakkarit (XOS)	Ksiloz ünitelerinin $\beta(1 \rightarrow 4)$ glikozit bağı DP: 2 – 10	<i>Bifidobacteria</i> ve <i>Lactobacilli</i> kolonizasyonu ile bütirat konsantrasyonunu artırır; <i>Clostridium</i> kolonizasyonunu azaltır.
Laktuloz	Galaktoz ve fruktozun $\beta(1 \rightarrow 4)$ glikozit bağı	<i>Bifidobacterium</i> kolonizasyonunu ve SCFA sentezini artırır.
Dirençli Nişasta	Glukoz ünitelerinin $\alpha(1 \rightarrow 4)$ ve $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glikozit bağı	Piştirilip soğutulmuş nişastalı besinlerde bulunur. Yüksek düzeyde bütirat üretir.
Polidekstroz	Çok sayıda dallı glikozit bağından oluşur.	Glukoz türevli oligosakkarittir.
Soya Fasülyesi Oligosakkaritleri	Galaktoz ve sukrozun $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glikozit bağı	<i>Lactobacilli</i> ve <i>Bifidobacterium</i> kolonizasyonunu artırır; <i>Clostridia</i> ve <i>Bacteroidetes</i> kolonizasyonunu azaltır.
İzomaltooligosakkarit (IMO)	Glukookligosakkaritlerin $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glikozit bağı DP: 2 – 10	<i>Lactobacilli</i> ve <i>Bifidobacterium</i> kolonizasyonunu artırır.
Polifenoller	Hidroksillenmiş aromatik halka veya fenol halka	<i>Bifidobacterium</i> ve <i>Lactobacilli</i> kolonizasyonunu artırır; <i>Clostridium</i> kolonizasyonunu azaltır.
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	Birden fazla doymamış ve çift bağ yapmış karbon atomuna sahip yağ asitleri	<i>Lactobacilli</i> (özellikle <i>L.plantarum</i> ve <i>L.acidophilus</i>) kolonizasyonunu artırır.
Konjuge Linoleik Asit (CLA)	18 karbonlu, $\Delta 9$ -12 cis konfigürasyonlu yağ asidi	<i>L.acidophilus</i> , <i>L.plantarum</i> , <i>L.paracasei</i> , <i>L.casei</i> ve <i>L.rhamnosus</i> tarafından PPAR γ antagonisti olduğu düşünülmüştür.

(DP: Polimerizasyon Derecesi; FOS:Fruktooligosakkarit; GOS: Galaktooligosakkarit; XOS: Ksilooligosakkarit; IMO: İzomaltooligosakkarit; CLA: Konjuge linoleik asit; SCFA: Kısa zincirli yağ asitleri)

İnülin; prebiyotik etkinliği en iyi bilinen bileşiklerden biri olup, kuru ve kokusuz amorf toz halinde bulunmaktadır. Polimerizasyon derecesi (DP) 2 ile 60 arasında değişen inülin, glukoz ünitesi ve n adet fruktozil kalıntısından oluşur. Kısa zincir uzunluğu bulunan inülin besinlerde tatlandırıcı olarak kullanılırken uzun zincirli inülin yağ ikamesi ve tekstüre geliştirici olarak kullanılmaktadır (92, 96). İnülinin kimyasal yapısı Şekil 2.4’te gösterilmiştir (96). İnülin prebiyotik etki göstermesinin yanında antioksidan, immünomodülatör, antikanserojen, lipid profilini düzenleyici, glisemik kontrolü düzenleyici, mineral emilimini ve vitamin sentezini uyarıcı, besin alımının kontrol edici etkilerinin olabileceği gösterilmiştir (96).



Şekil 2.4. İnülinin kimyasal yapısı (96).

Prebiyotikler kolona ulaştıklarında kolondaki bakterilerin substratı olurlar ve böylelikle probiyotikler, prebiyotikleri fermente ederek büyümelerini uyarırlar (79, 90). Prebiyotikler ise probiyotiklerin daha iyi rekabet edebilecekleri uygun bağırsak ortamını desteklerler (79). Bağırsağın mikrobiyal kompozisyonu ve prebiyotiğin yapısı, fermantasyon sonucunda oluşacak metabolitleri belirler (91). Prebiyotiklerin fermantasyonu sonucunda genellikle asetat, propiyonat ve bütirat gibi SCFA, laktat, hidrojen, karbondioksit, metan gazları üretmektedirler (88, 90). Oluşan SCFA ile kolonun pH'sı düşer ve patojen mikroorganizmaların üremesini engelleyen bir ortam oluşur (91).

2.4.4. Prebiyotiklerin Sağlık Yararları ve Etki Mekanizmaları

Prebiyotikler, sağlıklı mikrobiyotanın devamlılığı için önemlidir. Kolonda seçili bakterilerin büyümesini uyarması, patojenlerin bağırsakta kolonizasyonunu önlemesi ve bağırsak sağlığı üzerine olumlu etkileri nedeniyle birçok sağlık yararı bulunmaktadır (90, 93). Prebiyotikler aynı zamanda fekal ağırlığın artmasını, kalsiyum emiliminin artmasını ve gastrointestinal sistemden transit geçiş zamanının kısalmasını sağlamaktadır (79, 81). Prebiyotiklerin fermantasyonu sonucu oluşan SCFA; kolonositlerin fonksiyonu, gut homeostazı, enerji kazanımı, immün sistem, lipid profili, glukoz metabolizması, iştah gibi metabolik fonksiyonlar üzerinde etki gösterebilmektedir (79, 88, 92). Bütiratın antikanserojenik etkisinin olduğu; propiyonatin ise lipid metabolizması üzerinde düzenleyici etkisinin bulunduğu gösterilmiştir (90). Prebiyotiklerin sağlık yararları ve etki mekanizmaları Tablo 2.6'da özetlenmiştir. Prebiyotiklerin istenilen sağlık etkilerini gösterebilmeleri için 2 – 20 g/gün alınmaları gerekmektedir (79).

Tablo 2.6. Prebiyotiklerin sağlık yararları ve etki mekanizmaları.

Sağlık Yararları	Etki Mekanizmaları
İmmünomodülasyon	Prebiyotiklerin büyümesini uyarırlar. SCFA ve dallı zincirli yağ asitlerinin üretimi ile bağışıklık artırıcı etki gösterirler. Ayrıca prebiyotikler, organik asitlerin üretimi ile bağırsak pH'sını düşürerek patojen mikroorganizmaların büyümesini engellerler. Bağırsak bariyer geçirgenliğinin düzenlenmesinde rol oynayarak bariyer fonksiyonunu geliştirirler (87). Lipopolisakkaritler tarafından indüklenen oksidatif stresi azaltırlar. Antiinflamatuvar sitokin salınımını uyarırlar (87, 91, 94).
Mineral emilimi ve kemik sağlığı	Prebiyotikler, ürettikleri SCFA ile bağırsak pH'sını düşürerek kalsiyumun çözünübilirliğini artırır. Böylelikle kemik gücünün gelişmesini sağlarlar. Prebiyotikler ayrıca magnezyum ve demir emilimini de artırabilmektedirler (79, 87, 91).
Lipid profili	Prebiyotiklerin fermantasyonu ile oluşan propiyonat, karaciğerde lipid sentezini engelleyerek lipid profilini düzenleyici etki gösterir (91, 94). Lipogenez azaltır; total ve LDL kolesterol ile TAG düzeylerini düşürür, HDL kolesterol düzeylerini yükseltir (86, 91, 92).
Gastrointestinal sistem hastalıkları	IBS'li hastaların prebiyotik alımlarının semptomlar üzerindeki etkileri çelişkilidir. IBD tedavisinde ise bağırsak disbiyozisi ile ilişkili olarak inflamasyon gelişebileceğinden, prebiyotikler tedavide önemli rol oynayabilirler (79, 91, 94).
Konstipasyonun önlenmesi	Prebiyotiklerin bağırsakta fermantasyonu; bakteriyel kütle ve osmotik su bağlama kapasitesini uyararak dışkı ağırlığını, sıklığını ve yumuşaklığını artırır. Endotelyumu ve bağırsak peristaltik hareketini olumlu etkileyerek dışkı geçiş zamanını kısaltır (79).
Kolon Kanseri	Prebiyotikler, fermantasyon sonucu oluşan metabolitler aracılığıyla bağırsak bakteriyel enzimlerinin aktivitesini değiştirerek ve kanser hücrelerinin apoptozunu uyararak kolon kanser riskini azaltabilirler (79, 91).
İştahın düzenlenmesi ve vücut ağırlığı kontrolü	Prebiyotiklerin fermantasyonu ile oluşan SCFA; GLP-1, PYY gibi inkreatin hormonların salınımını artırıp ghrelin salınımını azaltması ile anoreksijenik sistemleri uyararak iştah üzerinde etkili olur (79, 86, 92). Yağ kütlelerinin, lipogenezin ve vücut ağırlığının azaltılmasını sağlarlar (86, 92).
Glisemik kontrol ve Tip 2 DM	Prebiyotikler, glukoz intoleransını ve insülin direncinin iyileşmesini sağlayarak glisemik kontrolde rol oynayabilirler. Ayrıca β -hücre proliferasyonunu ve insülin sekresyonunu artırıcı etki gösterirler (92).
Sinir Sistemi	Prebiyotiklerin fermantasyonu sonucu oluşan metabolitler, vagus siniri aracılığıyla beyni etkileyebilmektedir. Prebiyotikler; immün sistem ve endokrin sistem üzerindeki etkileriyle de sinir sistemi üzerinde olumlu etki gösterebilirler. Ayrıca hafıza, konsantrasyon ve öğrenmeyi artırıcı etki yaratabilirler (91). Örneğin, laktuloz kullanımı, bağırsakta amonyak düzeyini azaltarak hepatik ensefalopatiyi olumlu etkilemiştir (91).

(SCFA: kısa zincirli yağ asitleri, LDL: düşük dansiteli lipoprotein, HDL: yüksek dansiteli lipoprotein, TAG: trisilgliserol, IBS: irritable bağırsak sendromu, IBD: inflamatuvar bağırsak hastalığı, Tip 2 DM: tip 2 diabetes mellitus, GLP-1: glukagon benzeri peptid-1, PYY: peptid YY)

2.4.5. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Eklendikleri Besinin Özelliklerine Etkisi

Probiyotikler ve prebiyotikler; fonksiyonel özelliklerinden dolayı sağlık yararları ağırlıklı olarak araştırılıyor olsa da, besinin fizikokimyasal, dokusal ve reolojik özelliklerini de etkileyebilmektedirler (1, 99). Probiyotiklerin ve prebiyotiklerin birlikte kullanılması, sinbiyotik etki oluşturmalarını sağlamaktadır. Böylelikle hem besinin fonksiyonel özelliği gelişmekte hem de son ürünün dokusal ve duysal parametrelerinde iyileşme oluşmaktadır (7, 8). Prebiyotikler besinlere probiyotik canlılığının artırılması, yağ ikamesi, katkı maddesi, tesktürel ve reolojik parametrelerin geliştirilmesi amacıyla eklenebilmektedir. Prebiyotikler eklendikleri besin matriksinde diğer besin ögeleri ile etkileşime girerek, son ürünün viskozitesini, elastikiyetini, kıvamını, sıklığını etkileyebilir; probiyotiklerin canlılığını artırabilirler. Prebiyotiklerin tekstürel parametreler üzerine etkisi kullanılan prebiyotik türüne, polimerizasyon derecesine, prebiyotik konsantrasyonuna ve prebiyotiğin besin matriksi ile etkileşimine bağlıdır (1, 95, 99-102). Kullanılan prebiyotiğin partikül boyutunun büyük olması; partiküller arası boşluğu azaltarak ve su tutma kapasitesini artırarak viskoziteyi artırır. Ayrıca prebiyotik ile protein arasında H-bağı oluşumu hem protein matriksinin stabilitesini sağlar hem sinerezisi azaltır hem de jel gücünü artırır. Böylelikle son ürünün su tutma kapasitesi, viskozitesi ve kıvamında artış olur (101, 103-105). Ancak aşırı miktarda eklenen prebiyotikler, jel yapının bütünlüğünü bozabilir (103).

Probiyotikler ise cinsine, türüne, suşuna ve fermente ettiği prebiyotikten oluşan metabolitlere bağlı olarak besinin tekstürünü etkiler. Bu nedenle her probiyotik suşu dokusal parametreleri değiştirmede etkili değildir. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen EPS; besinin tadını, kıvamını, reolojik ve tekstürel parametrelerini ve ağızdaki hissi geliştirir. Ekzopolisakkaritler bu etkilerini jelleşme ajanı, kalınlaştırıcı ve stabilizatör olarak görev yaparak gerçekleştirirler (1, 99, 106, 107). Ekzopolisakkaritler, serum fazını bağlarlar ve proteinler ile etkileşime girerek sinerezisin azalmasını, su tutma kapasitesinin, viskozitenin ve tekstürel parametrelerin gelişmesini sağlar (106, 108). Probiyotiklerin ve prebiyotiklerin besin içerisinde birlikte bulunması ise depolama koşullarında probiyotiklerin hayatta kalabilmelerini artırır, fermente besinin dokusal parametrelerini geliştirir, viskoziteyi

artırır ve sinerezisi azaltır. Son ürünün duysal özelliklerinin gelişmesi ile tüketicilerin ürünü kabul edilebilirliğinin artması sağlanır (7, 102, 107). Probiyotiklerin canlı kalabilmesi; besin matriksine, depolama sıcaklığına, pH ve oksijen düzeylerine bağlıdır (103, 109, 110) Prebiyotiklerin, probiyotiklerin ve sinbiyotiklerin süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisine ilişkin çalışmalar sırasıyla Tablo 2.7, Tablo 2.8 ve Tablo 2.9’da özetlenmiştir.

Tablo 2.7. Prebiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.

Besin	Prebiyotik	Besin Özelliklerine Etki	Kaynakça
Koyun Sütü Dondurması	Kontrol	○ Görünür viskozite inülin ve FOS eklenen örneklerde en yüksektir ($p<0,05$).	Balthazar ve ark., 2017 (100)
	İnülin	○ Sıklık, GOS eklenen örnekte diğer örneklerden daha fazladır ($p<0,05$).	
	FOS	○ Sıklık, viskoelastiklik ve kıvamlilik açısından inülin ve FOS benzer reolojik özellikler gösterir.	
	GOS	○ Eklenen çoğu prebiyotik örneklerin tatlılığı kontrol göre daha yüksektir.	
	Kısa zincirli FOS	○ İnülin eklenen örnekte kremsilik daha yüksek; FOS eklenen üründe ise parlaklık daha yüksektir.	
	Dirençli Nişasta	○ Her prebiyotik duyuusal özelliklere etkisi farklıdır.	
Yoğurt	Kontrol	○ Prebiyotik eklenmesi ile yoğurdun posa içeriği artar ($p<0,05$).	Costa ve ark., 2019 (101)
	XOS	○ GOS eklenmesi yoğurdun viskozitesini artırırken diğer prebiyotikler azaltır.	
	GOS	○ Kıvamlilik indeksi FOS hariç prebiyotik eklenen yoğurtlarda yüksektir.	
	FOS	○ GOS, polidesktroz veya inülin eklenen yoğurtlar daha viskoz iken FOS eklenen daha sıvıdır.	
	Polidesktroz	○ FOS hariç prebiyotik eklenmesi ile yoğurdun elastikiyeti artar ($p<0,05$).	
	İnülin	○ İnülin eklenen yoğurdun sıklık en fazladır ($p<0,05$).	
Yoğurt	Kontrol	○ Laktuloz eklenen örneklerde yavaş asidifikasyondan dolayı fermantasyon süresi artar.	Delgado Fernandez ve ark., 2019 (111)
	FOS	○ Depolamada prebiyotik eklenmesi pH' nın çok düşmesini engeller.	
	GOS	○ FOS ve GOS eklenmesi ile LAB sayısı etkilenmez; %4 laktuloz eklenmesi ile <i>S. thermophilus</i> azalır, %2 ve %4 <i>L. bulgaricus</i> artar.	
	Laktuloz	○ FOS eklenmesi ile yoğurdun asidifikasyon hızı artar, pH azalır; sinerezis ve viskozite azalır, zayıf jel yapısı oluşur, LAB sayısı artar.	
Laktosuz Yoğurt	Kontrol	○ FOS eklenmesi ile viskozite artar, sinerezis azalır ($p<0,05$), LAB sayısı artar ($p>0,05$), yoğurdun kıvamı ve katılığı artar ($p<0,05$).	Pachekrepapol ve ark., 2020 (104)
	FOS (%3)	○ Laktuloz eklenmesi ile viskozite artar, sinerezis azalır ($p<0,05$), LAB sayısı artar ($p>0,05$), yoğurdun kıvamı ve katılığı artar ($p<0,05$).	
Yoğurt	Kontrol	○ Eklenen inülin miktarı artıkça asidite azalır, pH artar; elastiklik ve viskozite artar, sinerezis azalır, Zbikowska ve ark., 2020 (113)	Zbikowska ve ark., 2020 (113)
	Laktuloz (%6)	○ İnülin eklenmesi ile yoğurdun stabilitesi artar.	

(FOS: Fruktooligosakkarit, GOS: Galaktooligosakkarit, XOS: Ksilooligosakkarit, LAB: Laktik asit bakterileri)

Tablo 2.8. Probiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.

Besin	Probiyotik	Besin Özelliklerine Etki	Kaynakça
Yoğurt	Kontrol (yoğurt kültürü)	<ul style="list-style-type: none"> o LA NCDC-13 ve BB NCDC-229 probiyotik suşları tek veya kombinasyon olarak kullanılması LP NCDC-20 ve LC NCDC-17 suşlarından daha yüksek nem ve daha düşük karbondhidrat miktarına sahiptir (p<0,05). o LP NCDC-20 ve LC NCDC-17 suşların tek veya kombine kullanılması ile diğer örneklere göre total çözünabilir katı içeriği artar (p<0,05). o LP NCDC-20 suşunun su tutma kapasitesi en yüksek iken LA NCDC-13 suşunda en düşüktür (p<0,05). o Sinerezis BB NCDC-229 suşunda en yüksek iken LP NCDC-20 suşunda en düşüktür (p<0,05). o LP NCDC-20 suşunun viskozitesi diğer örneklerden daha yüksektir (p<0,05). 	Soni ve ark., 2020 (108)
	<i>L. acidophilus</i> (LA) NCDC-13		
	<i>B. Bifidum</i> (BB) NCDC-229		
	<i>L. plantarum</i> (LP) NCDC-20		
	<i>L. casei</i> (LC) NCDC-17		
	LA + BB LP + LC		
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	<ul style="list-style-type: none"> o Depolamada görünür viskozite ve su tutma kapasitesi, probiyotik suş eklenmesi ile kontrole kıyasla artar (p<0,05). Sinereziste azalma gözlemlenir. o Probiyotik suşun daha yüksek oranda eklendiği örnekte depolama süresince elastik modül daha yüksektir (p<0,05). o Probiyotik kültür eklenmesi ile kontrole göre sıklık azalır; kıvam ve bağlılık artar (p<0,05). 	Zhao ve Liang, 2022 (114)
	<i>L. bulgaricus</i>		
	<i>L. plantarum</i> MC5		
Fermente süt	<i>S. thermophilus</i> MGA 45-4	Depolama süresince viskozite ve su tutma kapasitesi artar.	Dan ve ark., 2018 (115)
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	<ul style="list-style-type: none"> o Probiyotik eklenmesi ile bağlılık (p<0,05) ve viskozite (p<0,01) kontrole kıyasla artar. o Depolama süresinde probiyotik yoğurdun viskozitesi kontrolden yüksektir (p<0,05). o Su tutma kapasitesi açısından örnekler arasında fark yoktur (p>0,05). 	Bai ve ark., 2020 (116)
	<i>L. bulgaricus</i>		
	<i>L. casei</i> Zhang		

(LA: *Lactobacillus acidophilus*, BB: *Bifidobacterium bifidum*, LP: *Lactobacillus plantarum*, LC: *Lactobacillus casei*)

Tablo 2.9. Simbiyotiklerin fermente süt ürünlerinin bazı özelliklerine etkisi.

Besin	Prebiyotik	Besin Özelliklerine Etki	Kaynakça
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	İnülin	o %1,5 inülin veya dirençli nişasta eklenmesi ile jel gücü artar.
	<i>L. bulgaricus</i>	Laktuloz	o Maltodekstrin veya %3 laktitol veya inülin eklenmesi ile jel gücü zayıflar.
	<i>L. acidophilus</i>	Laktitol	o %1,5 inülin, maltodekstrin, %3 laktuloz veya %3 laktitol eklenmesi ile sinerezis artar.
	<i>B. lactis</i>	Dirençli Nişasta	o Dirençli nişasta eklenmesi ile sinerezis azalır.
		Maltodekstrin β-glukan	o %3 inülin, %1,5 maltodekstrin ve %1,5 dirençli nişasta eklenmesi ile viskozite azalır.
Kefir (Keçi ve inek sütü)	<i>Kefir kültürü</i>	FOS (%2)	o FOS eklenmesi ile simbiyotik kefirin kuru madde içeriği artar (p<0,05).
	<i>L. acidophilus</i>		o FOS + <i>L. acidophilus</i> içeren simbiyotik kefirde su tutma kapasitesi daha yüksektir.
	<i>B. bifidum</i>		o FOS eklenmesi ile kıvam indeksi ve viskozite artar.
Düşük yağlı yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	Kontrol	o İnülin ve DMA-kitre gumi eklenmesi ile elde edilen simbiyotik yoğurtta <i>B. bifidum</i> ' un hayatta kalması artar.
	<i>L. bulgaricus</i>	Kitre gumi (%0,05)	o Kitre gumi eklenen simbiyotik yoğurtta sinerezis artar. Depolamada inülin eklenen simbiyotik yoğurtta sinerezis azalır.
	<i>B. bifidum</i>	Düşük molekül ağırlıklı (DMA) kitre gumi (%0,5)	o DMA-kitre gumi eklenen simbiyotik yoğurtta su tutma kapasitesi en yüksek inülin (%0,5)
		İnülin (%0,5)	o DMA-kitre gumi eklenen simbiyotik yoğurtta su tutma kapasitesi en yüksek inülin (%0,5)
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	Laktitol	o Simbiyotik yoğurtdun probiyotik sayısı depolama sonunda en yüksektir.
	<i>L. bulgaricus</i>		o Prebiyotik yoğurtdun su tutma kapasitesi en yüksektir.
	<i>L. paracasei</i>		o Sıklık, kıvam ve konsistens simbiyotik yoğurtta 14 gün depolamada en yüksek iken 21 günün sonunda en düşüktür. Bu nedenle raf ömrü daha kısadır.
			o Prebiyotik ve simbiyotik yoğurtdun fermentasyon süresi daha uzundur, reolojik özellikleri gelişir.
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	Kontrol	o Eklenen inülin miktarı arttıkça simbiyotik yoğurtdun asiditesi artar, total bakteri sayısı azalır, Kamel ve ark., 2021 (118)
	<i>L. bulgaricus</i>	İnülin (%0,2; %0,4; %0,6)	o Depolamanın başında kontrole kıyasla duyuusal özellikler arasında fark yoktur.
	<i>B. bifidum</i>		o FOS eklenmesiyle elde edilen simbiyotik yoğurtlarda LAB sayısı artar, sinerezis azalır, su tutma kapasitesi ve viskozite artar (p<0,05)
Yoğurt	<i>S. thermophilus</i>	Kontrol	o FOS eklenmesiyle elde edilen simbiyotik yoğurtlarda LAB sayısı artar, sinerezis azalır, su tutma kapasitesi ve viskozite artar (p<0,05)
	<i>L. bulgaricus</i>	FOS	o FOS eklenmesiyle elde edilen simbiyotik yoğurtlarda LAB sayısı artar, sinerezis azalır, su tutma kapasitesi ve viskozite artar (p<0,05)
	<i>L. brevis</i>		o FOS eklenmesiyle elde edilen simbiyotik yoğurtlarda LAB sayısı artar, sinerezis azalır, su tutma kapasitesi ve viskozite artar (p<0,05)

(FOS: Fruktooligosakkarit, DMA: Düşük molekül ağırlıklı, LAB: Laktik asit bakterileri)

2.5.Karabuğday

2.5.1. Karabuğdayın Tanımı

Polygonaceae familyasının *Fagopyrum* cinsine ait olan karabuğday, çoğunlukla Asya ve Doğu Avrupa'da geleneksel olarak yetiştirilmektedir (120-122). Neredeyse Dünya'nın her yerinde bulunmasına karşın çoğunlukla Çin ve Rusya'da yetiştirilmektedir. Karabuğday, 5. – 6. yüzyıllarda Çin'de yetiştirilmeye başlanmış olup 800 – 900 yıl sonra Avrupa'ya ve 17. yüzyılda da Kuzey Amerika'ya gelmiştir. Son yıllarda ise besin değerlerinin ve sağlık yararlarının yeniden keşfedilmesi ile karabuğdaya duyulan ilgi artmıştır (123, 124). Dünya genelinde karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve tartary karabuğday (*F. tataricum* Gaertner) en çok kullanılan iki türdür (121, 125). Kinoa ve amarant gibi karabuğday da psödotaıl olarak tanımlanmaktadır. Psödotaılların genetik çeşitliliğinin yüksek olması ve çeşitli çevre koşullarına adaptasyonları nedeniyle iklim değışikliğı, su kirliliğı gibi ekilebilir alanlarda ve suya ulaşılabilirlikte azalma durumunda psödotaıllar, alternatif tahıllar olarak kullanılabilirler (121, 122, 126, 127). Tahılların ve psödotaılların posadan ve fitokimyasallardan zengin olması, fonksiyonel besin geliştirmede alternatif olarak kullanılabilirlerini sağlamaktadır (121, 127). Karabuğday çiçeğı, taneleri ve unu Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Karabuğday çiçeğı, taneleri ve unu.

(A: Karabuğday çiçeğı, B: Karabuğday taneleri, C: Karabuğday unu)

2.5.2. Karabuğdayın Yapısı ve Besin Bileşenleri

Karabuğday, gerçek tahıllardan (tek çenekli) farklı olarak çift çenekli türlere ait yenebilir tohumlardır (120, 122, 128). Karabuğday tohumlarının embriyosu, endospermin merkezinde konumlanmıştır. Endosprem kısmında bulunan nişasta, bitkinin büyümesi için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Kabuk kısmı ise posaya ek olarak fosfor, potasyum ve magnezyum gibi minerallerin yoğun olarak bulunduğu kısımdır. Görünüşleri ve yüksek nişasta içerikleri bakımından gerçek tahıllarla benzerlik gösterebilirler de psödotahtılların besin ögesi örüntüsü tahıllara göre daha dengelidir. Diğer tahıllar gibi temel karbonhidrat kaynağı olarak nişasta içeren karabuğdayın dirençli nişasta içeriği %27–%35,5 arasındadır (120-122, 126-128). Bu oran; Avrupa Besin Güvenliği Otoritesi (EFSA)'nın post-prandiyal glisemik yanıtın sağlanabilmesi için “Total nişastanın en az %14’ü dirençli nişasta olmalıdır.” önerisinin üzerindedir (129). Ancak karabuğdayın pişirilmesi veya işlenmesi ile dirençli nişasta miktarı azalabilmektedir (120, 121). Karabuğdayın toplam diyet posa içeriği yüksektir ve çoğunluğunu lignin, selüloz, pektin, arabinogalaktoz, ksiloglukan oluşturur. Posanın sağlık açısından olumlu etkileri olsa da, proteinleri ve mineralleri bağlayarak emilimlerini ve dolayısıyla biyoyararlanımlarını azaltabilme özelliği de bulunmaktadır (120, 126, 128). Karabuğday, protein yapısında prolamin içermez veya eser miktarda içerir, başlıca depo proteinleri albumin ve globulindir. Bu nedenle çölyak hastalarının glutensiz diyetlerinde alternatif bir tahıl olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda gerçek tahıllarda kısıtlı bulunan lizin, treonin, triptofan gibi elzem amino asitleri dengeli olarak içerdiğinden protein kaliteleri ve net protein kullanımı (NPU) yüksektir. Ancak diğer tahıllarda olduğu gibi proteaz inhibitörleri ve tanin içeriğinden dolayı karabuğdayın da dezavantajı protein sindirilebilirliğinin düşük olmasıdır. Lipid içeriği, gerçek tahıllardan daha fazla olmakla birlikte doymamış yağ asidi içeriği daha yüksektir. Karabuğday, palmitik asit ve stearik asit gibi doymuş yağ asitlerinden; oleik asit gibi MUFA’dan; linoleik asit ve α -linolenik asit gibi PUFA’dan zengin olduğundan gerçek tahıllara göre iyi bir lipid örüntüsüne sahiptir. Makro besin öğelerinin yanında vitaminler, mineraller ve çeşitli biyoaktif bileşenlerden de zengindirler. Minerallerden kalsiyum, magnezyum, potasyum, çinko, bakır ve manganezi diğer tahıllardan daha yüksek miktarlarda içermektedir. Vitaminlerden ise tiamin, riboflavin, niasin ve E vitaminini, özellikle kepek kısmında

çoğu tahıldan daha yüksek miktarda içermektedir. Karabuğdayın yapısındaki fenolik bileşikler ve kompozisyonları; tür ve büyüme koşullarından etkilenmektedir. En önemli fenolik bileşik, rutinoz eklenmiş kuarsetinin aglikon formu olan rutindir. Aynı zamanda karabuğday; kuarsetin, gallik asit, isoviteksin, hesperidin, resveratrol, hidroksibenzoik asit, kafeik asit, kampferol-3-rutinosid, tanninler, sitosterol, kampesterol ve kateşinler gibi fitokimyasalları içermektedir. Psödotahtıllar arasında en zengin fenolik bileşik içeriğine sahip olan karabuğdaydır (120-122, 126-128, 130-132).

Karabuğdayın nişasta granüllerinin küçük olması nedeniyle yüzey alanının genişlemesi, su tutma kapasitesini buğday ve mısıra göre artırmaktadır ve diğer tahıllardan daha yüksek viskozite göstermesini sağlamaktadır. Ancak karabuğdayda tanen, fitik asit ve proteaz inhibitörleri gibi besin ögesi olmayan bileşiklerin bulunması, sindirilebilirliği azaltmaktadır. Karabuğdayın çimlendirilmesi veya fermente edilmesi ile bu bileşiklerin aktiviteleri azaltılabilmektedir (120, 121, 123).

2.5.3. Karabuğdayın Fermantasyonu ve Sağlık Yararları

Karabuğday da dahil olmak üzere tahılların ve psödotahtılların fermantasyonu, son ürünün besinsel ve fonksiyonel özelliğini geliştirmektedir (127, 132). Fermantasyon işleminin besinin organoleptik özelliklerini geliştirdiği bilinmektedir (25-28). Laktik asit bakterileri ile fermantasyonda karabuğday, substrat olarak kullanılabilen ve probiyotik bakterilerin gelişmesi için bir araç olabilmektedir (133). Aynı zamanda karabuğday eklenerek fermente edilen süt ürünlerinde probiyotiklerin ve prebiyotiklerin sinbiyotik etkisi gözlenebilmekte, son ürünün depolama koşullarında probiyotik etkili mikroorganizmaların hayatta kalması artmakta, sinerezis azalmakta, reolojik ve dokusal parametrelerde iyileşme olmaktadır (16, 134). Fermantasyon ile tahıllarda azalan antibesin ögesi faktörleri ve artan biyoaktif bileşenler sayesinde besinin fonksiyonel özelliği gelişmekte ve sağlık yararları artmaktadır (127, 132).

Karabuğday vb. psödotahtılların fermantasyonu ile;

- Biyoaktif peptidler üretilmektedir.
- Gluten elimine edilmektedir.
- Gama-aminobütirik asit (GABA) üretilmektedir.

- β -glukozidaz aktivitesi ile glikozit bağı hidrolizasyonu gerçeklemede, böylece bağı formda bulunan fenolik bileşiklerin serbestleşmesi ile total fenolik içerik ve antioksidan kapasite artmaktadır.
- Fitaz aktivitesi ile fitatın enzimatik degradesyonu gerçeklemede ve fitat düzeylerinin azalması ile minerallerin biyoyararlanımı artmaktadır.
- Peptidaz ve proteinaz aktivitesi ile proteinlerin sindirilebilirliği artmaktadır.
- LAB aracılığıyla bazı B grubu vitaminleri üretebilmektedir (127, 132).

Fermente edilmiş olsun ya da olmasın karabuğdayın sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Karabuğday; hipokolesterolemik, hipotansif, hipoglisemik, antikanser ve antiinflamatuvar etki göstermektedir. Aynı zamanda da mikrobiyotanın modülasyonunda etkili olabileceği ileri sürülmüştür (122, 125, 128, 131). Karabuğdayın vücut ağırlığı ve antropometrik ölçümlere olumlu etkisi tartary karabuğday tüketimi ile yüksek yağlı diyetle beslenen sıçanlarda (135) ve insanlarda yapılan diğer çalışmalarla (124, 125, 131) desteklenmektedir. Glisemik kontrol üzerindeki olumlu etkisi ise karabuğday fitokimyasallarının pankreasta β - hücrelerinin uyarılması ile insülin salınımını sağlayarak açlık kan glukoz konsantrasyonunda azalma (124) ve T2DM üzerinde olumlu etki oluşturmasıdır (125, 131). Lipidemiye olan çelişkili etkisine karşın çalışmalarda karabuğday tüketiminin total kolesterol ve TAG düzeylerinde azalma sağladığı (124), dislipideminin kontrolünde etkili olduğu ve kan lipidlerini düşürücü etki gösterdiği (136) bildirilmiştir. Karabuğday yüksek antioksidan kapasitesi ve serbest radikal yakalayıcı aktivitesi ile nörotoksisiteden ve Alzheimer vb. gibi nörodejeneratif hastalıklardan koruyucu etki gösterebilmektedir (125, 131). Ayrıca karabuğdayın laktik asit bakteri fermantasyonu ile hazırlanan süt ürünlerinin bozulmuş mikrobiyota üzerinde olumlu etkileri, hayvan çalışmalarında gösterilmiştir (135, 137).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1.Çalışma Yeri ve Zamanı

Araştırma Ankara ilinde, Ekim 2021 – Kasım 2023 tarihleri arasında yürütülmüştür. Karabuğday veya inülin ilave edilerek fermente edilen inek sütlerinin veya badem bazlı içeceklerin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve metabolomiks analizleri yapılmıştır.

Çalışmada hayvansal kaynaklı olarak inek sütü ve bitkisel kaynaklı olarak badem bazlı içecek kullanılmıştır. İnek sütünden elde edilen ürünler için yerel marketlerde bulunan bir markaya ait tam yağlı inek sütü kullanılmıştır. Badem bazlı içecek ise yerel satıcıdan alınan bademler ile Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Araştırma Laboratuvarı'ndan hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan karabuğday unu (Dola Natural Çiğ Karabuğday Unu, *Fagopyrum esculentum*), Ankara'daki yerel bir marketten temin edilmiştir. Kullanılan karabuğdayın enerji ve besin ögesi içeriği etiket bilgileri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Karabuğdayın enerji ve besin ögesi içeriği.

Enerji/Besin Ögeleri	Miktar (100g'da)
Enerji (kcal)	367
Yağ (g)	0,04
Karbonhidrat (g)	70,7
Protein (g)	11,2
Şeker (g)	0,0
Tuz (g)	0,0

Elde edilen inek sütlerine ve badem bazlı içeceklere farklı oranlarda karabuğday veya inülin eklenmiş ve yoğurt starter kültürleri ile fermantasyon gerçekleştirilmiştir. İnülin eklenen ürünler, karabuğdayın prebiyotik etkinliğini test etmek için kontrol örnekleri olarak hazırlanmıştır. İnek sütünden yoğurt üretimi Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine uygun olarak yapılmıştır (47). Badem bazlı içeceklerin fermantasyonu ise Bernat ve arkadaşları (2015) tarafından önerilen

yöntem ile gerçekleştirilmiştir (75). Hazırlanan ürünlerin kısaltma isimleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Hazırlanan ürünlerin kısa ve açık adları.

Kısaltma	Açık Adı
HK	İnek sütü ile elde edilen yoğurt (kontrol)
HI2,5	İnek sütüne %2,5 inülin eklenerek elde edilen yoğurt
HI5,0	İnek sütüne %5,0 inülin eklenerek elde edilen yoğurt
HI7,5	İnek sütüne %7,5 inülin eklenerek elde edilen yoğurt
HKB2,5	İnek sütüne %2,5 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt
HKB5,0	İnek sütüne %5,0 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt
HKB7,5	İnek sütüne %7,5 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt
BK	Badem bazlı içecek ile elde edilen yoğurt benzeri ürün (kontrol)
BI2,5	Badem bazlı içecek %2,5 inülin eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün
BI5,0	Badem bazlı içecek %5,0 inülin eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün
BI7,5	Badem bazlı içecek %7,5 inülin eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün
BKB2,5	Badem bazlı içecek %2,5 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün
BKB5,0	Badem bazlı içecek %5,0 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün
BKB7,5	Badem bazlı içecek %7,5 karabuğday eklenerek elde edilen yoğurt benzeri ürün

3.2. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Malzemeler

Badem bazlı içecek ve yoğurt benzeri ürün üretilmesinde kıvam arttırıcı olarak gum arabic kullanılmıştır. Maltodekstrin; badem bazlı içecek üretiminde hayvansal kaynaklı süte yakın bir kıvamı elde edebilmek amacıyla kıvam vermesi için kullanılmıştır. Karabuğday ilaveli sütlere stabilizatör olarak karboksimetil selüloz (CMC) ilave edilmiştir. Probiyotik destekli vegan yoğurt starter kültürü (Danisco® Vege 022) *S.thermophilus*, *L.bulgaricus*, *L.acidophilus* ve *B.animalis* içermektedir.

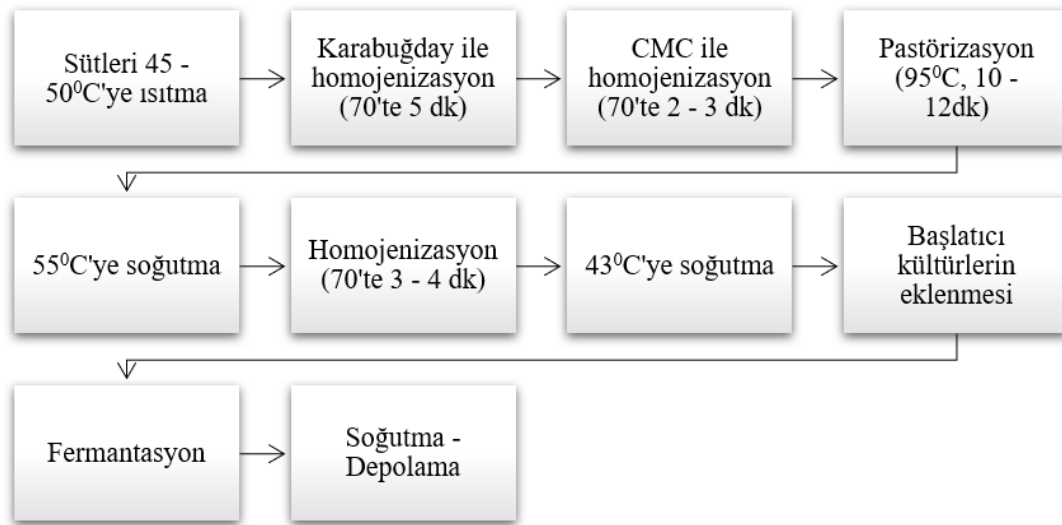
3.3. Örneklerin Hazırlanması

3.3.1. İnülin ile Hayvansal Kaynaklı Yoğurtların Hazırlanması

Hayvansal kaynaklı yoğurtların hazırlanmasında tam yağlı inek sütü kullanılmıştır. İnülin eklenmeden önce sütler, 45-50°C'ye ulaşana kadar su banyosunda ısıtılmıştır. Isıtılan sütlere %2,5; %5,0 veya %7,5 oranında inülin eklenmiş ve ultraturrax ile 5 dk homojenize edilmiştir. Ardından karışım 95°C'de 10 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyonun ardından su banyosundan çıkarılan sütler, sıcaklıkları 55°C'ye ulaşana kadar soğutulup tekrar ultraturrax ile 2-3 dk homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından sütlerin sıcaklığı 43°C'ye düşürülmüş ve vegan yoğurt kültürü olan Danisco® Vege 022 probiyotikli başlatıcı kültür eklenerek 43°C'de fermente edilmiştir. pH 4,6'ya ulaştığında örnekler oda sıcaklığına getirilmiştir, sonrasında buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. gününde analizler yapılmıştır.

3.3.2. Karabuğday ile Hayvansal Kaynaklı Yoğurtların Hazırlanması

Hayvansal kaynaklı yoğurtların hazırlanmasında tam yağlı inek sütü kullanılmıştır. Karabuğday eklenmeden önce inek sütü, 45-50°C'ye ulaşana kadar ısıtılmıştır. Isınan sütlere önce hesaplanan oranda (%2,5; %5 veya %7,5) karabuğday eklenerek ultraturrax ile 5 dk homojenize edilmiştir. Daha sonrasında %0,3 oranında CMC eklenerek ultraturrax ile 2-3 dk daha homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım 95°C'de 10 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyonun ardından su banyosundan çıkarılan sütler, sıcaklıkları 55°C'ye ulaşana kadar soğutulmuş ve tekrar ultraturrax ile 3-4 dk homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra sütlerin sıcaklığı 43°C'ye düşürülmüş ve vegan yoğurt kültürü olan Danisco® Vege 022 probiyotikli başlatıcı kültür eklenerek 43°C'de fermente edilmiştir. pH 4,6'ya ulaştığında örnekler oda sıcaklığına getirilmiştir. Buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. gününde analizler yapılmıştır. İnek sütüne karabuğday eklenerek fermente edilmesi Şekil 3.1'de şematize edilmiştir.

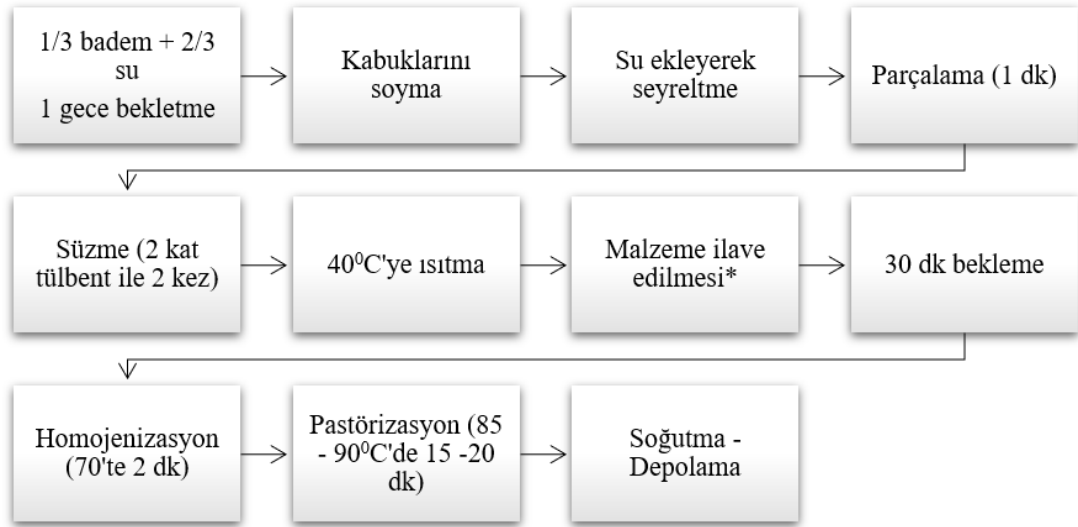


Şekil 3.1. İnek sütünün karabuğday eklenerek fermente edilmesi.

(CMC: Karboksimetil selüloz)

3.3.3. Badem Bazlı İçeceklerin Üretilmesi

Badem bazlı içeceklerin üretilmesinde yerel bir satıcıdan alınan bademler kullanılmıştır. Üretime başlanmadan bir gece önce 1/3 oranında badem, 2/3 oranında saf suyun içerisinde bekletilmiştir. Ertesi gün bademler suyun içerisinden çıkarılıp kabukları soyulmuştur. Bademlere 1/1 oranında saf su eklenerek seyreltme işlemi uygulanmıştır. Blender yardımı ile 1 dk parçalanan bademlerin suyu 2 kat tülbent ile 2 kez süzülmüştür. Badem özütü su banyosunda 40°C'ye kadar ısıtılmış ve malzemeler ilave edilmiştir. İlave edilen malzemeler: kıvamı artırması için %4 oranında maltodekstrin; tat vermesi için %1 oranında şeker; tat dengesini sağlaması için %0,1 oranında tuz ve kıvam artışı sağlanması için ise %1 oranında gum arabic eklenmiştir. Badem özütüne eklenen malzemeler karıştırılmış, ardından sıcaklık tekrar 40°C'ye getirilmiş ve 2 dk homojenizasyon gerçekleştirilerek 90°C'de 15 dk pastörize edilmiştir. Elde edilen badem bazlı içecek buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Badem bazlı içeceğin üretimi Şekil 3.2'de şematize edilmiştir.



Şekil 3.2. Badem bazlı içecek üretimi.

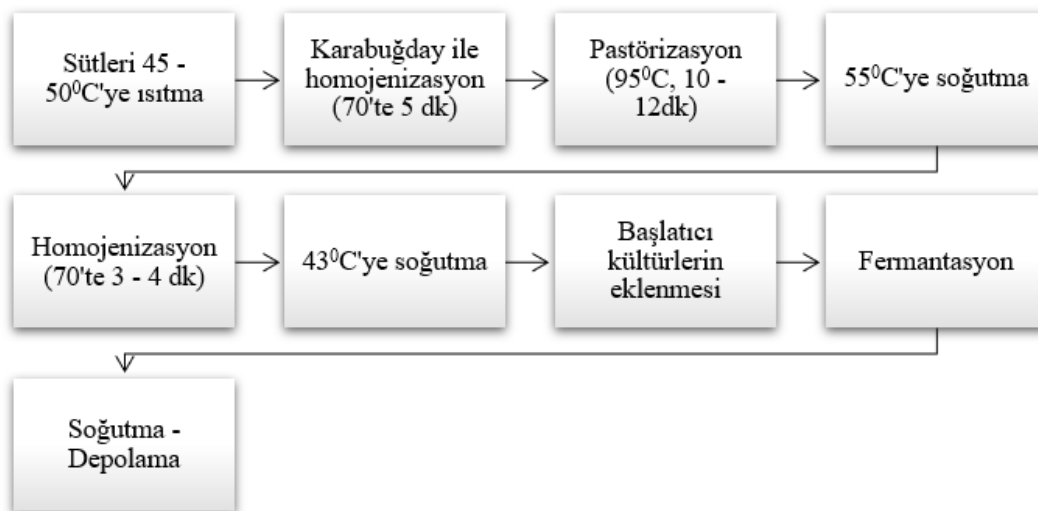
*Malzemeler: Şeker (%1), Tuz (%0,1), Maltodekstrin (%4), Stabilizer – Gum Arabic (%1)

3.3.4. İnülin ile Bitkisel Kaynaklı Yoğurt Benzeri Ürünlerin Hazırlanması

Bitkisel kaynaklı yoğurt benzeri ürünlerin hazırlanmasında laboratuvarında üretilen badem bazlı içecek kullanılmıştır. İnülin eklenmeden önce badem özütü 45-50°C'ye ulaşana kadar su banyosunda ısıtılmıştır. Isıtılan ürünlere %2,5; %5,0 veya %7,5 oranında inülin eklenmiş ve ultratırrax ile 5 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım su banyosunda 95°C'de 10 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyonun ardından su banyosundan çıkarılan ürünler, sıcaklıkları 55°C'ye ulaşana kadar soğutulup tekrar ultratırrax ile 2-3 dk homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından ürünlerin sıcaklığı 43°C'ye düşürülmüş ve vegan yoğurt kültürü olan Danisco® Vege 022 probiyotikli başlatıcı kültür eklenerek 43°C'de fermente edilmiştir. pH 4,6'ya ulaştığında fermentasyon sonlandırılmış ve ürünler buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. gününde analizler yapılmıştır.

3.3.5. Karabuğday ile Bitkisel Kaynaklı Yoğurt Benzeri Ürünlerin Hazırlanması

Bitkisel kaynaklı yoğurt benzeri ürünlerin hazırlanmasında laboratuvarında üretilen badem bazlı içecek kullanılmıştır. Karabuğday eklenmeden önce badem bazlı içecek, 45-50°C'ye ulaşana kadar ısıtılmıştır. Isıtılan ürünlere hesaplanan oranda (%2,5; %5 veya %7,5) karabuğday eklenerek ultraturrax ile 5 dk homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım 95°C'de 10 dk pastörize edilmiştir. Pastörizasyonun ardından su banyosundan çıkarılan ürünler, sıcaklıkları 55°C'ye ulaşana kadar soğutulmuş ve tekrar ultraturrax ile 2-3 dk homojenize edilmiştir. Homojenizasyondan sonra ürünlerin sıcaklığı 43°C'ye düşürülmüş ve vegan yoğurt kültürü olan Danisco® Vege 022 probiyotikli başlatıcı kültür eklenerek 43°C'de fermente edilmiştir. pH 4,6'ya ulaştığında fermentasyon sonlandırılmış ve ürünler buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. gününde analizler yapılmıştır. Badem bazlı içeceklerin karabuğday eklenerek fermente edilmesi Şekil 3.3'te şematize edilmiştir.



Şekil 3.3. Badem bazlı içeceklere karabuğday eklenerek fermente edilmesi.

3.4. Analizler

3.4.1. pH ve Titre Edilebilir Asidite Analizi

Elde edilen ürünlerin fermantasyon sonrasındaki ve depolama sırasındaki pH ve titre edilebilir asidite ölçümleri sırasıyla pH metre (METTLER TOLEDO Seven2Go Greifensee, İsviçre) ve 0.1 N NaOH solüsyonunun titrasyonu ile analiz edilmiştir.

3.4.2. Canlı Mikrobiyal Koloni Sayımı

Mikrobiyolojik analizler ile canlı mikroorganizma sayımı dökme plak yöntemi ile belirlenmiştir. *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* sayımı sırasıyla M17 agar ve MRS agar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. *S.thermophilus* için aerobik inkübasyon 42°C’de 48 saatte, *L.bulgaricus* için ise anaerobik ortam sağlayıcı kitler (anaerobik jar ve anaerocult) ile anaerobik inkübasyon 37°C’de 48 saatte gerçekleştirilmiştir. *L.acidophilus* sayımı için %10’luk D-Sorbitol (w/v), MRS agar’a membran filtrasyonu ile eklenmiştir. *B.animalis* sayımı için ise NNLP karışımı (neomisin sülfat, nalidiksik asit, lityum klorid, paromomisin sülfat) MRS agar içerisine membran filtrasyonu ile eklenmiştir. İnkübasyon, anaerobik ortam sağlayıcı kitler (anaerobik jar ve anaerocult) ile anaerobik koşullarda 37°C’de 48 saatte gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonunda elde edilen koloni sayıları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$N = C/[Vx(n1 + 0.1n2)xd]$$

N: Fermente ürünlerin 1 mililitresindeki mikroorganizma sayısı

C: Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki toplam koloni sayısı

V: Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (mL)

n₁: İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayımı yapılan petri kutusu adedi

n₂: İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

d: Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranı

3.4.3. Reolojik Özelliklerin Analizi

İnek sütü ve badem bazlı içeceğe inülin veya karabuğday eklenerek üretilen fermente ürünlerin küçük deformasyon reolojik özellikleri, bir dinamik reometre yardımıyla (Malvern Instruments Ltd., Kinexus Pro+, Worcestershire, UK) ölçülmüştür.

Fermente ürünlerin soğuk depolama sonrasında dinamik reolojik özelliklerinin belirlenmesinde frekans taraması (frequency sweep) testinden yararlanılmıştır. Frekans taraması, 0,01-10 Hz aralığında %2 deformasyon oranı ile 5°C’de gerçekleştirilmiştir. Non-Newtonian akış modelleri ile uygunlukları ise Cross, Güç Yasası (Power Law) ve Moore modellerine göre belirlenmiştir.

3.4.4. Tekstür Analizleri (Büyük Deformasyon)

Fermente ürünlerin deformasyona karşı gösterdikleri direnç, büyük deformasyon (large deformation) testi ile ölçülmüştür. Bu testin yapılabilmesi amacıyla TX.2TA Texture Profile Analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, UK) cihazı kullanılmıştır. Cihaz 5 kg hücre yükü ile çalıştırılmış ve örnekler 20 mm’lik silindirik prob altında batma testine tabi tutulmuştur. Batma derinliği 10 mm ve batma hızı 1 mm/s olarak uygulanmıştır. Testler sonucunda “sıkılık (firmness)”, “konsistens (consistency)”, “iç yapışkanlık (cohesiveness)” ve “viskozite indeksi (index of viscosity)” değerleri elde edilmiştir. Ölçümler 4°C’de gerçekleştirilmiştir.

3.4.5. Hedeflenmemiş Metabolomiks Analizi

Örneklerin metabolitlerinin tanımlanması için Gaz kromatografi-kütle spektrometre (GC-MS) temelli hedeflenmemiş metabolomik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Önce -20°C’de saklanan numuneler derin dondurucudan çıkarılıp buzdolabı sıcaklığında çözündürülmüştür. Çözürülen örneklerden 1 ml alınarak üzerine 9 ml’lik metanol:su karışımı (9:1 v/v) eklenip 1 gece buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Ardından hazırlanan karışımlar 13000 rpm’de 5 dakika santrifüjlenmiştir ve 500 µL’lik supernatant eppendorf tüplere aktarılmıştır. Örnekler üç tekrarlı olarak hazırlanmıştır.

Elde edilen supernatant, oda sıcaklığına getirildikten sonra vakumlu santrifüjde kuruluğa kadar uçurulmuştur. Kurumuş numuneler 20 µL metoksiamin

hidroklorür (piridin içinde, 20 mg/mL) ile etüvde 30°C'de 90 dakika tutularak metoksillendirilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına getirilen numuneler üzerine 80 µL N-metil-N-trimetilsilil trifloroasetamit + trimetilklorosilan (MSTFA + %1 TMCS) eklenerek etüvde 37°C'de 30 dakika bekletilerek türevlendirilmiştir. Türevlendirilen numuneler silillenmiş GC-MS viallerine aktarılıp DB5-MS kolon kullanılarak GC-MS sistemi ile analizleri Tablo 3.3'te belirtilen optimize edilmiş koşullarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kompleks kromatogramlar ayrıştırıldıktan sonra piklerin alıkonma zamanları SpectConnect yazılımı kullanılarak düzeltilmiş ve veri matrisleri oluşturulmuştur. Metabolitlere ait pikler alıkonma indeksli Fiehn ve Golm Database kütüphaneleri kullanılarak aydınlatılmıştır. GC-MS temelli metabolomik analizler sonucunda elde edilen veri matrisleri Excel (V:16.0.4849.1000, Microsoft, ABD) çalışma dosyasına aktarılıp farklı normalizasyon teknikleri kullanılarak normalize edilmiştir. Data verilerindeki eksik değerler, metabolit grubu içindeki en küçük derişimi yarı değeri ile doldurulmuştur. Daha sonra bu veri matrisi SIMCA-P+ (V:13.0.3.0, Umetrics AB, İsveç) programına aktarılarak; temel bileşen analizi (PCA) ve kısmi küçük kareler ayırıcı analizi (PLS-DA) yöntemleri ile incelenerek grupların ayrılmasında önemli olan metabolitler bulunmuştur.

Tablo 3.3. GC-MS analiz koşulları ve cihaz parametreleri.

Kolon	DB5-MS kolon (30 m+10 m ön kolon; 0,25 mm iç çap ve 0,25 µm film kalınlığı)
Fırın sıcaklık programı	Fırın sıcaklığı artışı 60°C'den (1 dk. tutulur) 325°C'ye 10°C /dak. artışla (10 dk. tutulur)
Analiz süresi	37,5 dk.
Enjeksiyon hacmi	1 µL
Taşıyıcı gaz akış hızı	Helyum, 1 mL/dk.
MSD geçiş sıcaklığı	290°C
Çözücü gecikme süresi	5,90 dk.
Kütle aralığı	50-650 dalton

3.5. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS 25 programı kullanılmıştır. Verilerin analizlerinde ANOVA yapılmış olup sonuçlar %95 güven aralığında, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir. Anlamli çıkan sonucun anlamlılığının belirlenmesi için ise Tukey post-hoc testi yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Fermente Ürünlerin pH ve Titre Edilebilir Asidite (TA) Değerleri

İnek sütü ve badem bazlı içeceklerden elde edilen fermente ürünlerin pH ve titre edilebilir asidite değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Tüm ürünlerin depolama ile birlikte pH değerleri azalırken, TA değerleri artmıştır. Farklı depolama günlerinde pH ve TA değerleri açısından ürünler arasında anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). İnek sütünden elde edilen ürünler arasında, depolamanın 1. gününde pH değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamışken ($p = 0,081$); 14. ve 28. günlerde anlamlı fark bulunmuştur (sırasıyla $p = 0,028$ ve $p < 0,001$). Titre edilebilir asidite değerleri açısından ise tüm depolama günlerinde inek sütü ürünleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (1. gün $p = 0,028$; 14. gün $p < 0,001$; 28. gün $p < 0,001$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri (PBYL) ürünlerin depolamanın 14. gününde pH değerleri arasında anlamlı fark yokken ($p = 0,109$); 1. ve 28. günler arasındaki fark anlamlıdır (sırasıyla $p = 0,04$ ve $p < 0,001$). Titre edilebilir asidite açısından ise PBYL ürünleri arasında tüm depolama günlerindeki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (her biri için $p < 0,001$). Fermente ürünlerin pH ve TA değerleri depolama günlerine göre karşılaştırıldığında ise HKB5 ürününün pH değeri ($p = 0,098$) ile BKB2,5 ürününün pH ($p = 0,062$) ve TA ($p = 0,609$) değerleri dışında, tüm fermente ürünlerin pH ve TA değerleri açısından depolama günleri arasında anlamlı fark bulunmuştur (her biri için $p < 0,05$).

İnek sütünden elde edilen ürünlerin pH değerleri incelendiğinde, HK ürününün pH değeri, inülin eklenen inek sütü ürünlerinden (HI2,5, HI5 ve HI7,5) depolamanın 14. ($p > 0,05$) ve 28. ($p < 0,05$) gününde ve karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinden (HKB2,5, HKB5 ve HKB7,5) depolamanın 14. (HKB2,5 ve HKB5 için $p > 0,05$; HKB7,5 için $p < 0,05$) ve 28. gününde daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin pH değerleri incelendiğinde ise depolamanın 14. ve 28. günlerinde inülin veya karabuğday eklenen ürünlerin pH değerlerinin kontrol ürün pH değerinden istatistiksel olarak farklı olmadığı (her biri için $p > 0,05$) ve depolamanın 28. gününde BK ürününün pH değerinin, diğer tüm PBYL ürünlerin pH değerlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. İnek sütüne eklenen karabuğday miktarı arttıkça pH’taki azalma

baskılanmıştır. Badem bazlı içeceklere eklenen karabuğday miktarı arttıkça pH daha fazla azalırken eklenen inülin miktarı arttıkça pH'teki azalma baskılanmıştır.

Tablo 4.1. İnek sütü ve badem bazlı içeceklerden elde edilen fermente ürünlerin pH ve asidite değerleri.

pH ($\bar{x} \pm SS$)				
İnek Sütü	1. gün	14. gün	28. gün	p
HK	4,60 ± 0,013 ^{Ca}	4,39 ± 0,065 ^{Ba}	4,23 ± 0,051 ^{Aa}	<0,001
HI2,5	4,53 ± 0,059 ^{Ba}	4,39 ± 0,037 ^{Aa}	4,37 ± 0,013 ^{Ab}	<0,001
HI5,0	4,60 ± 0,019 ^{Ba}	4,41 ± 0,053 ^{Aab}	4,37 ± 0,045 ^{Ab}	<0,001
HI7,5	4,59 ± 0,013 ^{Ca}	4,44 ± 0,024 ^{Bab}	4,38 ± 0,034 ^{Ab}	<0,001
HKB2,5	4,59 ± 0,057 ^{Ba}	4,45 ± 0,019 ^{Aab}	4,38 ± 0,017 ^{Ab}	<0,001
HKB5,0	4,53 ± 0,061 ^{Aa}	4,44 ± 0,090 ^{Aab}	4,41 ± 0,068 ^{Abc}	0,098
HKB7,5	4,59 ± 0,043 ^{Ba}	4,51 ± 0,13 ^{Ab}	4,48 ± 0,022 ^{Ac}	<0,001
p	0,081	0,028	<0,001	
Badem Bazlı İçecek	1. gün	14. gün	28. gün	p
BK	4,60 ± 0,034 ^{Ba}	4,47 ± 0,086 ^{Ba}	4,30 ± 0,086 ^{Aa}	<0,001
BI2,5	4,63 ± 0,034 ^{Ba}	4,45 ± 0,113 ^{Aa}	4,36 ± 0,033 ^{Aab}	<0,001
BI5,0	4,58 ± 0,037 ^{Ba}	4,50 ± 0,090 ^{ABa}	4,41 ± 0,028 ^{Aabc}	<0,050
BI7,5	4,64 ± 0,017 ^{Ba}	4,55 ± 0,074 ^{Ba}	4,43 ± 0,028 ^{Abcd}	<0,001
BKB2,5	4,59 ± 0,028 ^{Aa}	4,57 ± 0,029 ^{Aa}	4,54 ± 0,030 ^{Ad}	0,062
BKB5,0	4,61 ± 0,017 ^{Ba}	4,58 ± 0,09 ^{Aa}	4,51 ± 0,084 ^{Acd}	<0,050
BKB7,5	4,59 ± 0,013 ^{Ba}	4,53 ± 0,03 ^{Aa}	4,48 ± 0,062 ^{Abcd}	<0,050
p	0,040	0,109	<0,001	
Titre Edilebilir Asidite ($\bar{x} \pm SS$)				
İnek Sütü	1. gün	14. gün	28. gün	p
HK	0,72 ± 0,072 ^{Aab}	0,81 ± 0,013 ^{Babc}	0,89 ± 0,015 ^{Bbc}	<0,001
HI2,5	0,77 ± 0,006 ^{Aab}	0,91 ± 0,022 ^{Bd}	0,92 ± 0,107 ^{Bbc}	<0,001
HI5,0	0,68 ± 0,065 ^{Aa}	0,78 ± 0,019 ^{Ba}	0,81 ± 0,013 ^{Ba}	<0,050
HI7,5	0,73 ± 0,012 ^{Aab}	0,82 ± 0,009 ^{Babc}	0,85 ± 0,017 ^{Cab}	<0,001
HKB2,5	0,79 ± 0,017 ^{Aab}	0,86 ± 0,018 ^{Bc}	0,95 ± 0,047 ^{Cc}	<0,001
HKB5,0	0,80 ± 0,028 ^{Ab}	0,83 ± 0,018 ^{Abc}	0,89 ± 0,061 ^{Bbc}	<0,050
HKB7,5	0,74 ± 0,073 ^{Aab}	0,79 ± 0,041 ^{ABab}	0,89 ± 0,061 ^{Bbc}	<0,050
p	0,028	<0,001	<0,001	
Badem Bazlı İçecek	1. gün	14. gün	28. gün	p
BK	0,67 ± 0,015 ^{Ad}	0,74 ± 0,030 ^{Bc}	0,77 ± 0,026 ^{Bd}	<0,001
BI2,5	0,59 ± 0,028 ^{Ab}	0,73 ± 0,055 ^{Bc}	0,72 ± 0,060 ^{Bcd}	<0,050
BI5,0	0,52 ± 0,018 ^{Aa}	0,62 ± 0,08 ^{Ba}	0,68 ± 0,028 ^{Cabc}	<0,001
BI7,5	0,59 ± 0,017 ^{Ab}	0,63 ± 0,021 ^{Bab}	0,65 ± 0,019 ^{Bab}	<0,050
BKB2,5	0,61 ± 0,014 ^{Abc}	0,62 ± 0,014 ^{Aab}	0,62 ± 0,007 ^{Aa}	0,609
BKB5,0	0,61 ± 0,019 ^{Abc}	0,66 ± 0,082 ^{Bab}	0,67 ± 0,012 ^{Babc}	<0,001
BKB7,5	0,64 ± 0,021 ^{Acd}	0,68 ± 0,006 ^{Bbc}	0,70 ± 0,024 ^{Bbcd}	<0,050
p	<0,001	<0,001	<0,001	

^{a,b,c,d} gibi küçük harflerin farklı olması aynı depolama süresindeki farklı örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05).

^{A,B,C} gibi büyük harflerin farklı olması aynı örneklerin farklı depolama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05).

İnek sütünden elde edilen ürünlerin TA değerleri incelendiğinde, inek sütüne inülin eklenen ürünler arasında HI5 ürününün asiditesi tüm depolama günlerinde diğer inülin eklenen inek sütü ürünlerinden daha düşük bulunmuştur (p<0,05). İnek sütüne %2,5 oranında inülin eklenen (HI2,5) ürünün TA değeri depolamanın 28.

gününde tüm ürünlerden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütüne karabuğday eklenen ürünlerin depolamanın 14. günde karabuğday miktarı arttıkça TA değeri azalmış; 28. günde ise eklenen karabuğday miktarı 2,5 g'dan 5 ve 7,5 g'a çıkartıldığında TA değeri azalmış, ancak 5 ve 7,5 g karabuğday eklenen ürünlerde aynı kalmıştır. Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin TA değerleri incelendiğinde, depolamanın her gününde BK ürününün TA değeri diğer PBYL ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 28. gününde PBYL ürünlerine eklenen inülin konsantrasyonu arttıkça TA değerinin azaldığı saptanmış ($p<0,05$); 14. günde bu azalma 2,5 ve 5 g inülin ile gözlenmiş ancak 7,5 g ile hafif artış saptanmıştır. Depolamanın 14. ve 28. günlerinde PBYL ürünlerinde eklenen karabuğday miktarı arttıkça TA değerinin arttığı bulunmuştur ($p<0,05$).

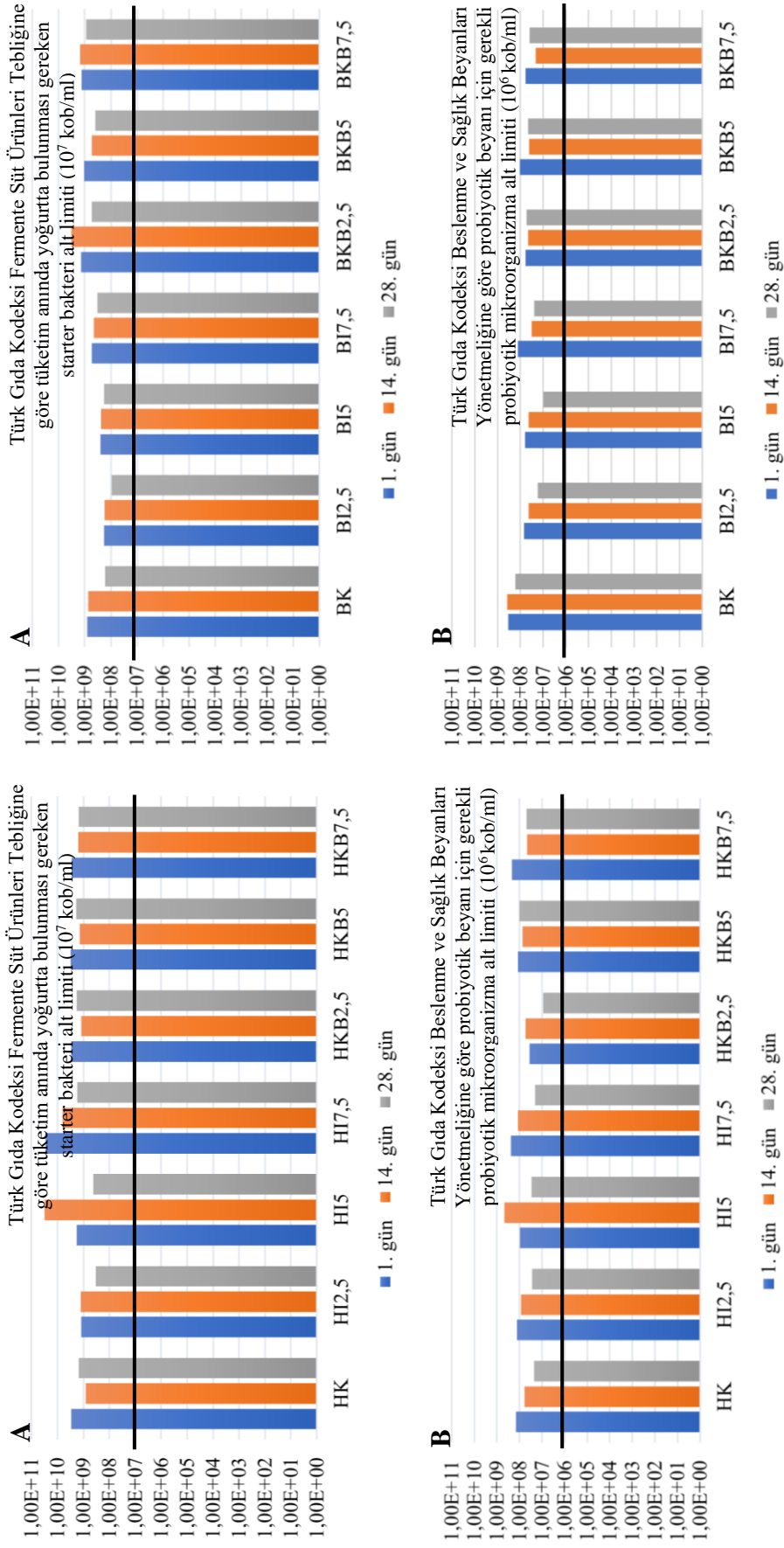
4.2. Fermente Ürünlerin Canlı Mikrobiyal Koloni Sayıları

Tüm ürünler arasında *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* sayılarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (her biri için $p<0,001$). Depolama günlerine göre karşılaştırıldığında, B15 ürününün *S.thermophilus* ($p=0,11$) sayısı ve HKB5 ürününün *B.animalis* ($p=0,09$) sayısı hariç tüm ürünlerin bakteri sayılarında depolama süresine göre anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,001$). Ürünler ve depolama günleri arasındaki canlı mikrobiyal koloni sayısı (kob/ml) farklılıkları Tablo 4.2'de; toplam starter ve toplam probiyotik kültür sayıları ise Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. İnek sütü ve badem bazı içeceklerden elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları (kob/ml).

Depolama İnek Sütü	1. gün	14. gün	28. gün	p	1. gün	14. gün	28. gün	p
<i>S.thermophilus</i>								
HK	2,88 ± 0,72 x 10 ⁹ Bb	8,16 ± 2,07 x 10 ⁸ Aa	1,47 ± 0,05 x 10 ⁹ Ab	<0,001	1,03 ± 0,32 x 10 ⁸ Bbb	5,34 ± 1,54 x 10 ⁶ Aa	2,17 ± 0,02 x 10 ⁷ Ac	<0,001
HI2,5	1,09 ± 0,16 x 10 ⁹ Ba	1,19 ± 0,09 x 10 ⁹ Ba	3,09 ± 0,11 x 10 ⁸ Aa	<0,001	8,89 ± 0,65 x 10 ⁷ Ca	3,93 ± 0,19 x 10 ⁷ Bcd	1,55 ± 0,41 x 10 ⁷ Ab	<0,001
HI5,0	1,69 ± 0,05 x 10 ⁹ Bab	3,06 ± 0,02 x 10 ⁹ Cc	4,05 ± 0,05 x 10 ⁸ Aa	<0,001	1,11 ± 0,05 x 10 ⁸ Bbb	8,15 ± 0,06 x 10 ⁸ Cd	1,51 ± 0,01 x 10 ⁷ Ab	<0,001
HI7,5	2,89 ± 0,13 x 10 ⁹ Cc	6,03 ± 0,15 x 10 ⁹ Bb	1,68 ± 0,15 x 10 ⁹ Ac	<0,001	2,66 ± 0,44 x 10 ⁸ Cc	1,19 ± 0,02 x 10 ⁸ Bc	1,23 ± 0,05 x 10 ⁷ Ab	<0,001
HKB2,5	2,87 ± 0,32 x 10 ⁹ Cb	1,16 ± 0,02 x 10 ⁹ Aa	1,81 ± 0,03 x 10 ⁹ Bcd	<0,001	4,18 ± 0,26 x 10 ⁷ Ca	3,12 ± 0,55 x 10 ⁷ Bbc	8,09 ± 0,01 x 10 ⁶ Aa	<0,001
HKB5,0	2,98 ± 0,95 x 10 ⁹ Bb	1,32 ± 0,65 x 10 ⁹ Aa	1,85 ± 0,12 x 10 ⁹ ABd	<0,050	7,45 ± 0,52 x 10 ⁷ Ca	4,12 ± 0,08 x 10 ⁷ Ad	6,28 ± 0,16 x 10 ⁷ Bc	<0,001
HKB7,5	2,62 ± 0,73 x 10 ⁹ Bab	1,53 ± 0,44 x 10 ⁸ Aa	1,47 ± 0,03 x 10 ⁹ Ab	0,020	1,72 ± 0,75 x 10 ⁸ Bbb	2,68 ± 0,72 x 10 ⁷ Abc	4,32 ± 0,10 x 10 ⁷ Ad	<0,001
p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	
<i>L.bulgaricus</i>								
BK	6,42 ± 0,31 x 10 ⁸ Cc	5,77 ± 0,48 x 10 ⁸ Bb	7,61 ± 0,13 x 10 ⁷ Aa	<0,001	1,54 ± 0,14 x 10 ⁸ Bc	1,56 ± 0,43 x 10 ⁸ Bb	8,48 ± 0,08 x 10 ⁷ Ag	<0,050
BI2,5	1,28 ± 0,14 x 10 ⁸ Ba	1,56 ± 0,29 x 10 ⁸ Ba	7,85 ± 0,28 x 10 ⁷ Aa	<0,001	5,27 ± 0,75 x 10 ⁷ Bb	1,85 ± 0,38 x 10 ⁷ Aa	1,38 ± 0,02 x 10 ⁷ Ac	<0,001
BI5,0	2,00 ± 0,06 x 10 ⁸ Aa	1,99 ± 0,24 x 10 ⁸ Aa	1,78 ± 0,02 x 10 ⁸ Ab	0,110	5,09 ± 0,16 x 10 ⁷ Cb	3,36 ± 0,53 x 10 ⁷ Ba	4,25 ± 0,29 x 10 ⁶ Aa	<0,001
BI7,5	4,36 ± 0,06 x 10 ⁸ Bb	4,16 ± 0,24 x 10 ⁸ Bb	3,10 ± 0,06 x 10 ⁸ Ac	<0,001	9,13 ± 0,06 x 10 ⁸ Cc	1,91 ± 0,11 x 10 ⁷ Ba	1,07 ± 0,08 x 10 ⁷ Ab	<0,001
BKB2,5	1,32 ± 0,13 x 10 ⁹ Bc	3,14 ± 0,13 x 10 ⁸ Cd	4,79 ± 0,02 x 10 ⁸ Ae	<0,001	4,96 ± 0,21 x 10 ⁷ Bb	3,63 ± 0,09 x 10 ⁷ Aa	5,30 ± 0,03 x 10 ⁷ Cf	<0,001
BKB5,0	9,25 ± 0,35 x 10 ⁸ Cd	5,14 ± 0,21 x 10 ⁸ Bb	3,48 ± 0,03 x 10 ⁸ Ad	<0,001	1,12 ± 0,29 x 10 ⁸ Cd	2,91 ± 0,16 x 10 ⁷ Aa	3,75 ± 0,12 x 10 ⁷ Bc	<0,001
BKB7,5	1,27 ± 0,07 x 10 ⁹ Bc	1,46 ± 0,16 x 10 ⁹ Bc	8,23 ± 0,21 x 10 ⁸ Af	<0,001	2,62 ± 0,34 x 10 ⁷ Ba	1,68 ± 0,10 x 10 ⁷ Aa	3,13 ± 0,14 x 10 ⁷ Cd	<0,001
p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	
<i>B.animalis</i>								
HK	1,27 ± 0,35 x 10 ⁸ Bcd	5,32 ± 1,11 x 10 ⁷ Ab	1,51 ± 0,07 x 10 ⁷ Ab	<0,001	1,35 ± 0,19 x 10 ⁷ Bbb	5,54 ± 4,66 x 10 ⁶ Aa	6,91 ± 0,21 x 10 ⁵ Ab	<0,050
HI2,5	9,65 ± 0,75 x 10 ⁷ Cbc	6,36 ± 0,10 x 10 ⁷ Bab	1,91 ± 0,06 x 10 ⁷ Ac	<0,001	2,89 ± 0,28 x 10 ⁷ Cb	2,28 ± 0,15 x 10 ⁷ Bb	7,90 ± 0,28 x 10 ⁶ Ab	<0,001
HI5,0	7,05 ± 0,63 x 10 ⁷ Ab	3,03 ± 0,43 x 10 ⁸ Bc	2,23 ± 0,11 x 10 ⁷ Ad	<0,001	2,31 ± 0,65 x 10 ⁷ Cb	1,70 ± 0,10 x 10 ⁸ Bc	5,80 ± 0,51 x 10 ⁶ Ab	<0,001
HI7,5	2,20 ± 0,42 x 10 ⁸ Cc	9,09 ± 0,31 x 10 ⁷ Bb	1,50 ± 0,11 x 10 ⁷ Ab	<0,001	1,63 ± 0,15 x 10 ⁷ Cbb	2,65 ± 0,22 x 10 ⁷ Bb	5,45 ± 0,23 x 10 ⁶ Ab	<0,001
HKB2,5	2,99 ± 0,43 x 10 ⁷ Ba	4,66 ± 0,18 x 10 ⁷ Ca	7,76 ± 0,34 x 10 ⁶ Aa	<0,001	5,34 ± 0,77 x 10 ⁶ Ba	5,47 ± 0,06 x 10 ⁶ Ba	1,10 ± 0,12 x 10 ⁶ Aa	<0,001
HKB5,0	9,33 ± 0,32 x 10 ⁷ Cbc	6,02 ± 0,07 x 10 ⁷ Ab	7,28 ± 0,21 x 10 ⁷ Bf	<0,001	2,40 ± 1,33 x 10 ⁷ Ab	1,14 ± 0,24 x 10 ⁷ Aa	2,43 ± 0,38 x 10 ⁷ Ad	0,090
HKB7,5	1,67 ± 0,09 x 10 ⁸ Bd	3,61 ± 0,18 x 10 ⁷ Aa	3,30 ± 0,07 x 10 ⁷ Ae	<0,001	4,80 ± 1,16 x 10 ⁷ Bc	1,09 ± 0,06 x 10 ⁷ Aa	1,58 ± 0,03 x 10 ⁷ Ac	<0,001
p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	
<i>L.acidophilus</i>								
BK	2,12 ± 0,04 x 10 ⁸ Bc	2,12 ± 0,28 x 10 ⁸ Bb	9,77 ± 0,21 x 10 ⁷ Af	<0,001	1,20 ± 0,21 x 10 ⁸ Bb	1,64 ± 0,16 x 10 ⁸ Cc	7,23 ± 0,09 x 10 ⁷ Ad	<0,001
BI2,5	5,95 ± 1,48 x 10 ⁷ Ca	3,42 ± 0,26 x 10 ⁷ Ba	1,07 ± 0,08 x 10 ⁷ Aa	<0,001	1,12 ± 0,24 x 10 ⁷ Ba	1,02 ± 0,02 x 10 ⁷ Bab	6,34 ± 0,13 x 10 ⁶ Ab	<0,001
BI5,0	5,32 ± 0,84 x 10 ⁷ Ca	2,74 ± 0,51 x 10 ⁷ Ba	8,09 ± 0,10 x 10 ⁶ Aa	<0,001	8,16 ± 1,13 x 10 ⁶ Ba	1,72 ± 0,13 x 10 ⁷ Cb	1,74 ± 0,04 x 10 ⁶ Ab	<0,001
BI7,5	1,13 ± 0,23 x 10 ⁸ Bb	2,21 ± 0,24 x 10 ⁷ Aa	1,54 ± 0,04 x 10 ⁷ Ab	<0,001	1,59 ± 0,48 x 10 ⁷ Ba	9,18 ± 0,54 x 10 ⁶ Ab	9,38 ± 0,02 x 10 ⁶ Ab	<0,050
BKB2,5	5,14 ± 0,21 x 10 ⁷ Ba	3,84 ± 0,71 x 10 ⁷ Aa	3,86 ± 0,06 x 10 ⁷ Ae	<0,001	7,84 ± 0,25 x 10 ⁶ Aa	7,84 ± 0,03 x 10 ⁶ Ab	1,49 ± 0,36 x 10 ⁶ Bc	<0,001
BKB5,0	9,84 ± 0,13 x 10 ⁷ Bb	3,60 ± 0,64 x 10 ⁷ Aa	3,31 ± 0,06 x 10 ⁷ Ad	<0,001	8,41 ± 0,21 x 10 ⁶ Ba	6,18 ± 0,21 x 10 ⁶ Ab	1,38 ± 0,02 x 10 ⁷ Cc	<0,001
BKB7,5	4,71 ± 0,24 x 10 ⁷ Ba	1,83 ± 0,54 x 10 ⁷ Aa	2,54 ± 0,27 x 10 ⁷ Ac	<0,001	1,32 ± 0,10 x 10 ⁷ Ba	3,06 ± 0,34 x 10 ⁶ Aa	1,44 ± 0,13 x 10 ⁷ Bc	<0,001
p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	

a,b,c,d gibi küçük harflerin farklı olması aynı depolama süresindeki farklı örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05). A,B,C gibi büyük harflerin farklı olması aynı örneklerin farklı depolama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05).



Şekil 4.1. İnek sütünden elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları.

A: Toplam Starter Kültür Sayısı, B: Toplam Probiyotik Kültür Sayısı

Şekil 4.2. Badem bazlı içecekten elde edilen fermente ürünlerin canlı mikrobiyal koloni sayıları.

A: Toplam Starter Kültür Sayısı, B: Toplam Probiyotik Kültür Sayısı

S.thermophilus sayıları açısından fermente ürünler arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde depolamanın 1. gününde HI7,5; 14. gününde HI5; 28. gününde ise HKB5 ürününün *S.thermophilus* sayısı en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ürünlerinin *S.thermophilus* sayısı kıyaslandığında depolamanın 1. ve 28. gününde HI7,5 ($p<0,05$); depolamanın 14. gününde ise HI5 ($p<0,05$) ürününün *S.thermophilus* sayısı diğer inülin eklenen inek sütü ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksektir. Depolamanın 1. ve 14. gününde karabuğday eklenen inek sütü ürünleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0,05$); depolamanın 28. gününde HKB7,5 ürününün *S.thermophilus* sayısı diğer karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin *S.thermophilus* sayısı kıyaslandığında ise, depolamanın 1. gününde BK ürününün *S.thermophilus* sayısı inülin eklenen PBYL ürünlerinden daha yüksek ($p<0,05$); karabuğday eklenen PBYL ürünlerden ise daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 14. gününde BKB2,5 ürününün *S.thermophilus* sayısı en yüksek iken, depolamanın 28. gününde BKB7,5 ürününün *S.thermophilus* sayısı en yüksektir ($p<0,05$). Depolamanın 28. gününde, inülin eklenen PBYL ürünlerin *S.thermophilus* sayısı, BI7,5 ürünüde diğer inülin eklenen PBYL ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

L.bulgaricus sayısı değerlendirildiğinde; HKB7,5 ve HI7,5 ürünlerinin *L.bulgaricus* sayısının depolamanın 1. gününde diğer ürünlerden anlamlı olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). *L.bulgaricus* sayısı; depolamanın 14. gününde HI5 ürünüde en yüksek, depolamanın 28. gününde ise BK ürünüde en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ürünlerinin *L.bulgaricus* sayısı; depolamanın 1. gününde HI7,5 ürünüde ($p<0,05$); depolamanın 14. gününde ise HI5 ürünüde ($p<0,05$) diğer inek sütü ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuş; en düşük *L.bulgaricus* sayısı ise HK ürünüde bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 28. gününde ise HKB5 ürünüde *L.bulgaricus* sayısı diğer inek sütü ürünlerinde anlamlı olarak daha yüksek, HKB2,5 ürünüde *L.bulgaricus* sayısı diğer ürünlerden daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin *L.bulgaricus* sayısı karşılaştırıldığında; tüm depolama günlerinde BK ürünüde *L.bulgaricus* sayısı diğer PBYL ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksek

saptanmıştır ($p<0,05$). İnülin eklenen PBYL ürünleri arasında, BI7,5 ürününün depolamanın 1. gününde *L.bulgaricus* sayısı diğer inülin eklenen PBYL ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Karabuğday eklenen PBYL ürünlerinde depolamanın 1. gününde BKB5 ($p<0,05$); 28. gününde ise BKB2,5 ($p<0,05$) ürününün *L.bulgaricus* sayısı diğer karabuğday eklenen PBYL ürünlerinden yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 28. gününde PBYL ürünlerine eklenen karabuğday konsantrasyonu arttıkça *L.bulgaricus* sayısı azalmıştır ($p<0,05$).

L.acidophilus sayıları değerlendirildiğinde depolamanın 1. gününde HI7,5 ve BK ürünlerinin *L.acidophilus* sayısı diğer tüm ürünlerden istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 14. gününde ise HI5 ürününün *L.acidophilus* sayısı en yüksek iken, depolamanın 28. gününde BK ürününün *L.acidophilus* sayısı en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ürünlerinin *L.acidophilus* sayısı değerlendirildiğinde depolamanın 1. ve 28. gününde karabuğday eklenen inek sütü ürünleri arasında *L.acidophilus* sayısı açısından anlamlı fark varken ($p<0,05$); depolamanın 14. gününde ürünlerin *L.acidophilus* sayılarında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). İnülin eklenen inek sütlerinde depolamanın 1. gününde HI7,5 ($p<0,05$); depolamanın 14. ve 28. gününde HI5 ürününün *L.acidophilus* sayısı diğer inülin eklenen inek sütü ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünler karşılaştırıldığında; tüm depolama günlerinde BK ürününün *L.acidophilus* sayısı en yüksektir ($p<0,05$). Depolamanın 1. ve 28. gününde BI7,5 ürününün, 14. gününde ise BKB2,5 ürününün *L.acidophilus* sayısı diğer inülin eklenen PBYL ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 28. gününde PBYL ürünlerine eklenen karabuğday oranı arttıkça *L.acidophilus* sayısı azalmıştır ($p<0,05$).

B.animalis sayıları değerlendirildiğinde; depolamanın 1. ve 28. gününde BK ürününün *B.animalis* sayısı diğer ürünlerden anlamlı olarak daha yüksek iken depolamanın 14. gününde BK ve HI5 ürününün *B.animalis* sayısı diğer ürünlerden daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ürünlerinin *B.animalis* sayısı karşılaştırıldığında, depolamanın 1. gününde HKB7,5 ürününün *B.animalis* sayısı diğer ürünlerden anlamlı olarak daha yüksektir ($p<0,05$). Depolamanın 1. gününde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça *B.animalis* sayısı artmaktadır.

Depolamanın 14. gününde HI5 ürününün *B.animalis* sayısı diğer inek sütü ürünlerinden anlamlı olarak daha yüksek iken, 28. gününde HKB5 ürününün *B.animalis* sayısı inek sütü ürünleri içinde en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünler *B.animalis* sayısı açısından değerlendirildiğinde ise; tüm depolama günlerinde BK ürününün *B.animalis* sayısı en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın 28. gününde BI5 ürününün *B.animalis* sayısı BI2,5 ve BI7,5 ürünlerinden anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p<0,05$).

4.3. Fermente Ürünlerin Reolojik Özellikleri

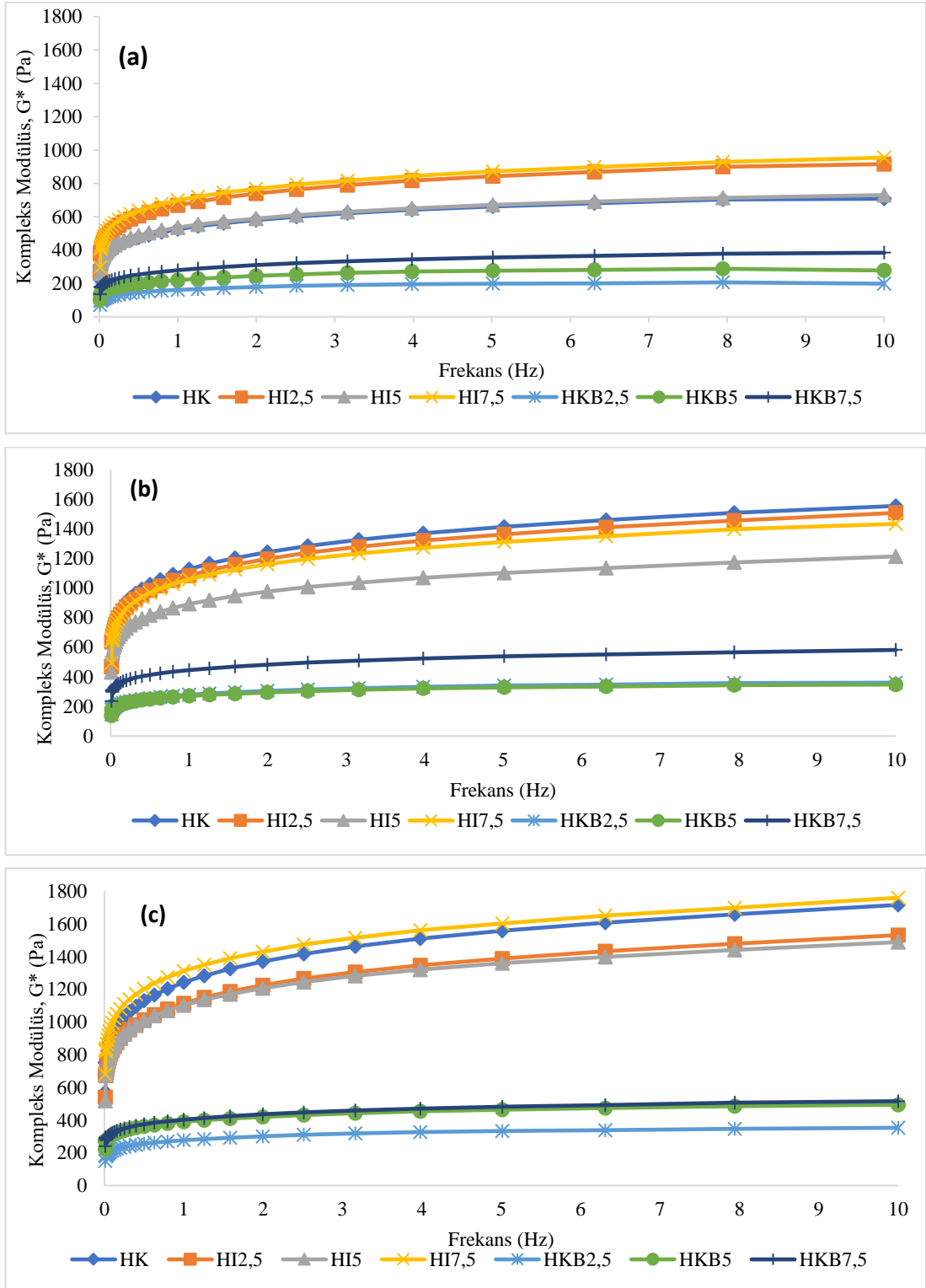
Reoloji analizi, 0,01 – 10 Hz aralığında %2 sabit deformasyon oranı ile 5°C’de toplam 31 noktada frekans taraması yapılarak gerçekleştirilmiş olup depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde frekans tarama profilleri saptanmıştır. Reolojik parametrelerden kompleks modül (G^* , Pa) değeri alınmıştır.

Tüm ürünler frekans-bağımlı (frequency dependency) özellik göstermektedir. Kompleks modülüs (G^*) grafikleri Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.’te verilmiştir. İnek sütü ürünlerinde depolamanın 1. gününde inülin eklenen inek sütü ürünlerinin G^* değerleri kontrol inek sütü ürününden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 14. gününde HK ürününün; 1. ve 28. günde ise HI7,5 ürününün G^* değeri en yüksektir. Tüm depolama günlerinde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça G^* değeri artmıştır. Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerde ise tüm depolama günlerinde BI7,5 ürününün G^* değeri en yüksek, BK ürününün G^* değeri ise en düşüktür. Badem bazlı içeceklere eklenen karabuğday konsantrasyonu arttıkça G^* değerleri artmıştır. Tüm depolama günlerinde badem bazlı içeceklere eklenen karabuğday miktarı arttıkça G^* değeri artmaktadır. Badem bazlı içeceklere eklenen inülin miktarı arttıkça G^* değerindeki artış depolamanın 14. ve 28. günlerinde lineerdir. Her iki içecek türünde de tüm depolama günlerinde aynı konsantrasyonda eklenen inülin ürünlerin G^* değerleri aynı oranda eklenen karabuğday ürünlerinden daha yüksektir.

Fermente ürünlerin depolamaya göre G^* değerlerindeki değişim Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. İnek sütü ürünlerinden HKB2,5 ve HKB7,5 ürünleri hariç tüm inek sütü ürünlerinin depolama süresi arttıkça G^* değeri artmıştır. Badem bazlı

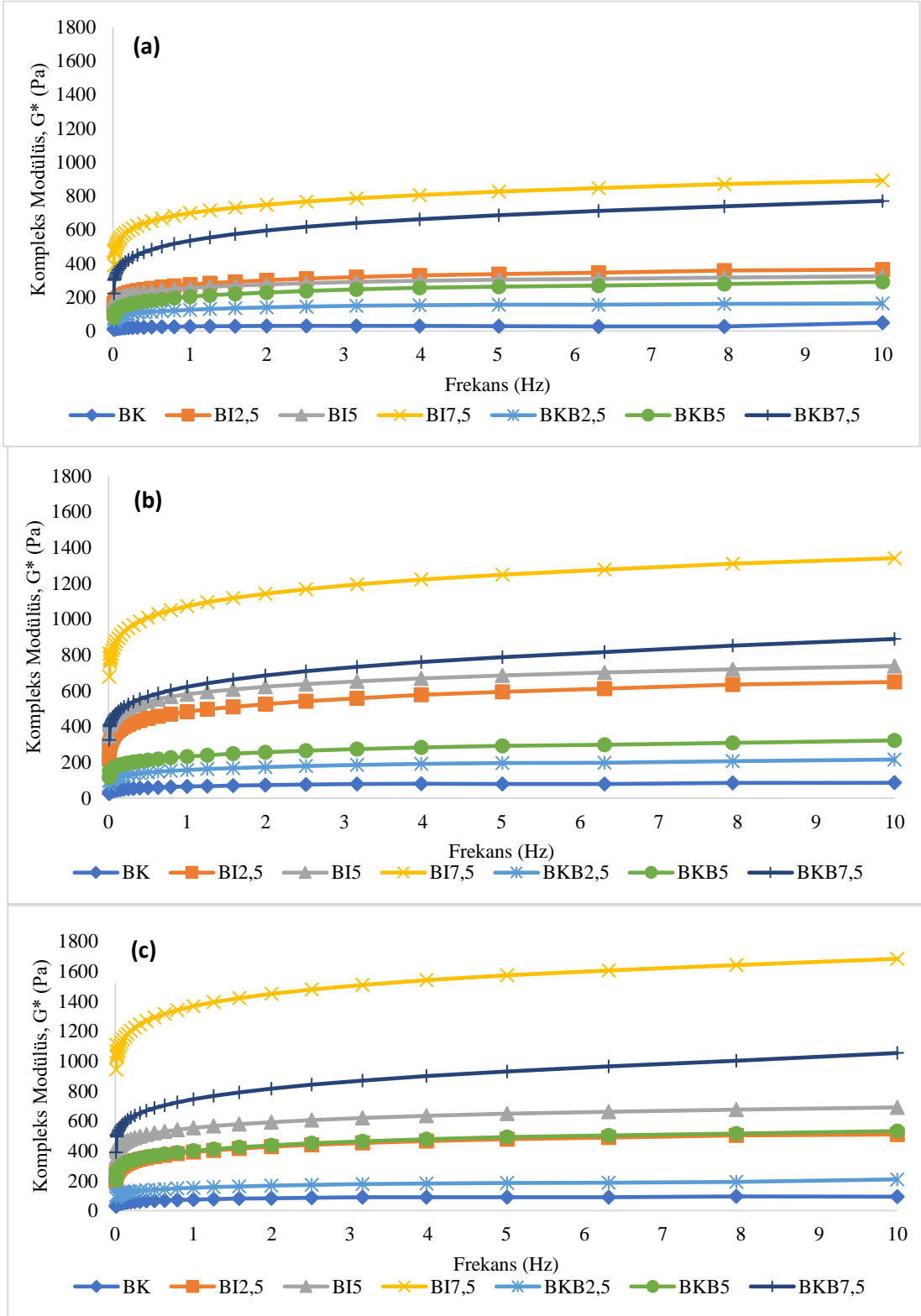
içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünlerde ise BI2,5, BI5 ve BKB2,5 rnleri hariç diğer PBYL rnlerinin depolama süresi arttıka G^* değeri artmıştır.

rnlerin Newtonian olmayan akış modelleri ile uygunlukları, Cross, G Yasası (Power Law) ve Moore modellerine göre belirlenmiştir (Tablo 4.3 ve Tablo 4.4). Tüm modellerin korelasyon katsayılarına bakıldığında ürünlerin tümü Cross ve Moore modelleri ile yüksek korelasyon göstermektedir. Bu modellerin Infinite Shear Viskozite (Pa.s) değerleri, inek sütü ürünlerinden HK ve HI7,5 rnlerinde; PBYL ürünlerinden ise BI7,5 ve BKB7,5 rnlerinde birbirine yakın ve diğer ürünlerden yüksek bulunmuştur. Cross ve G Yasası (Power Law) modellerine bakıldığında ürünlerin akış davranış indeksleri (flow behaviour index, n) birbirine yakın bulunmuştur.



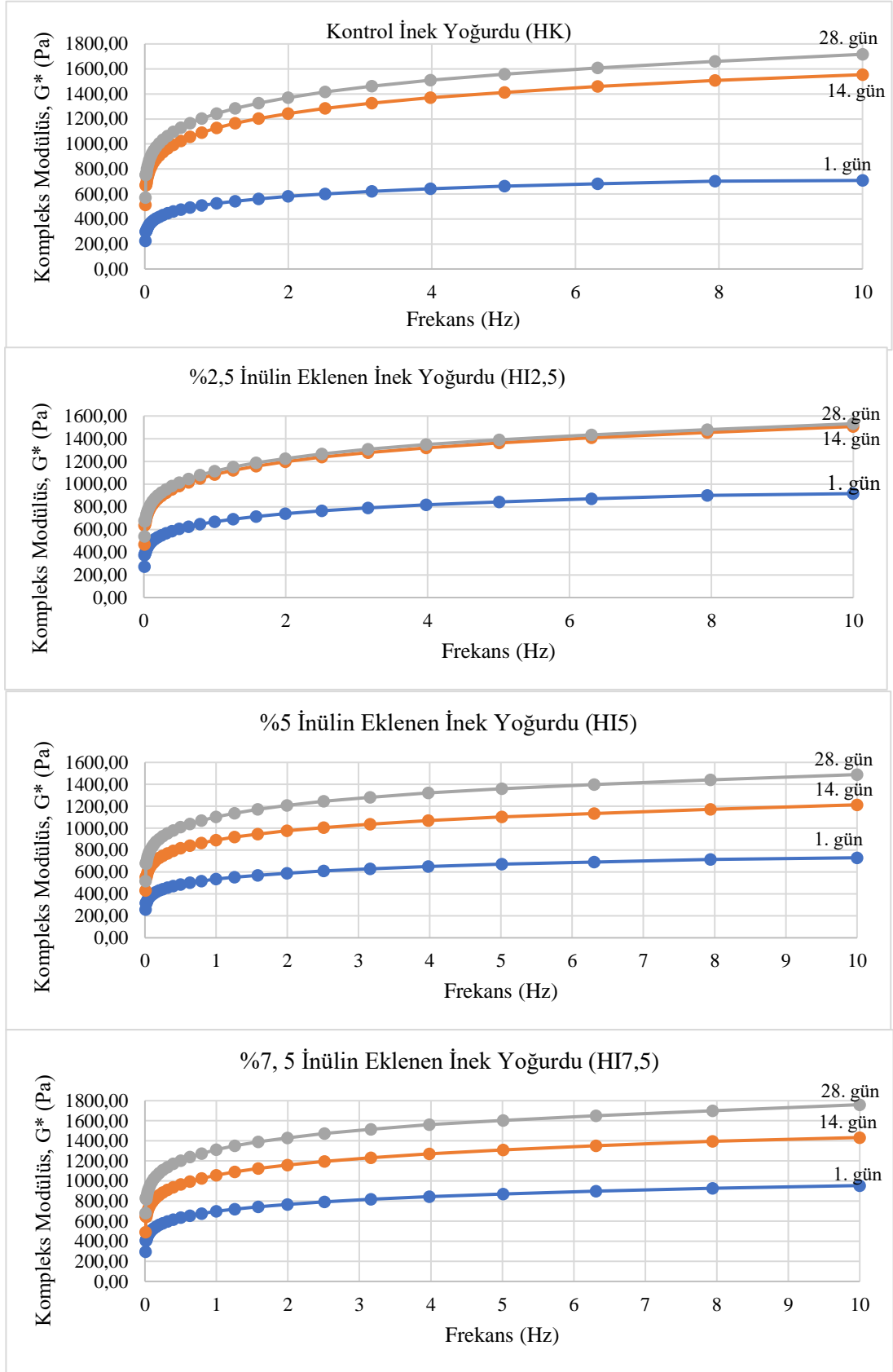
Şekil 4.3. İnek sütünden elde edilen ürünlerin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri.

(a) = 1. Gün; (b) = 14. Gün; (c) = 28. Gün

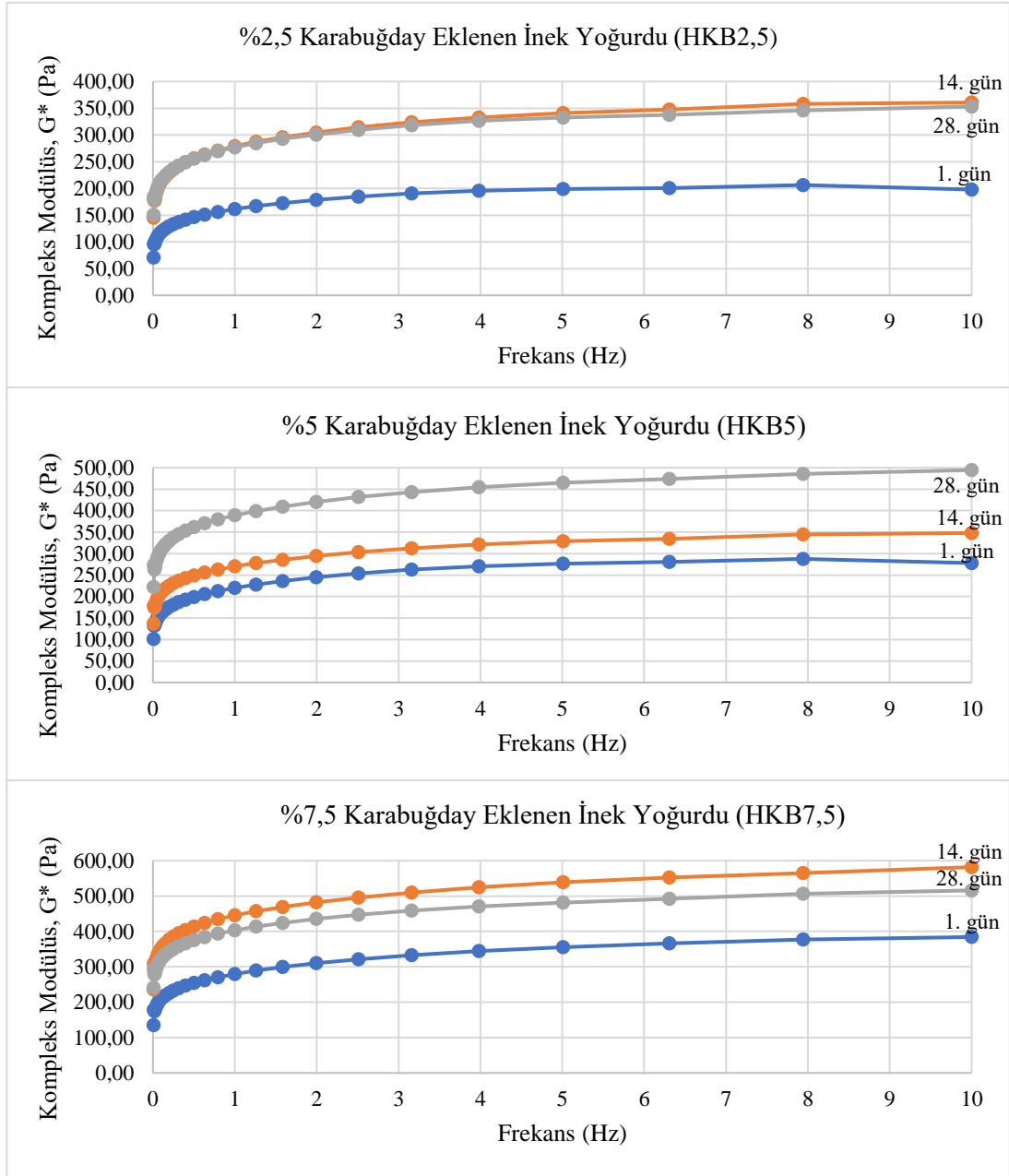


Şekil 4.4. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri.

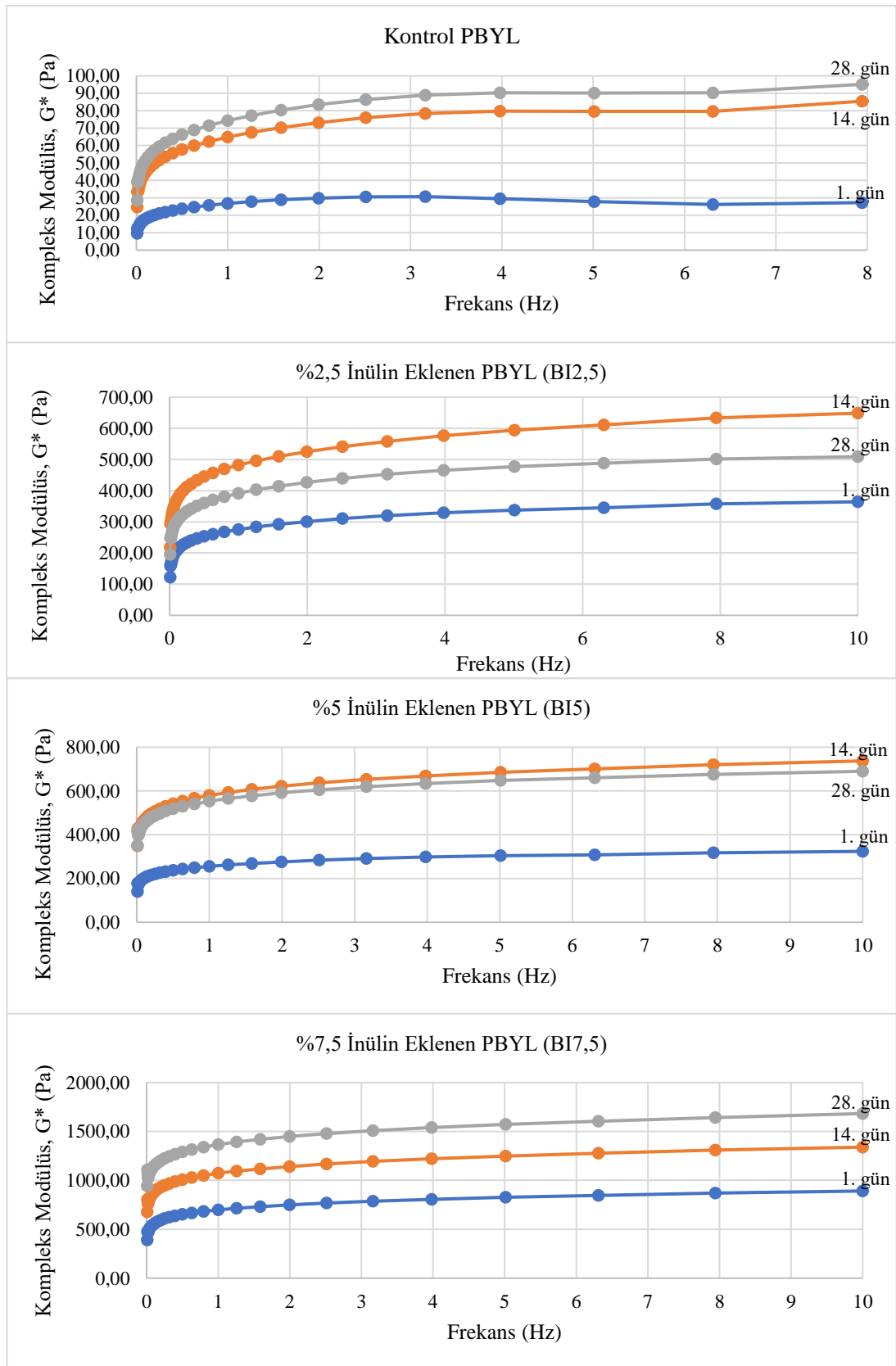
(a) = 1. Gün; (b) = 14. Gün; (c) = 28. Gün



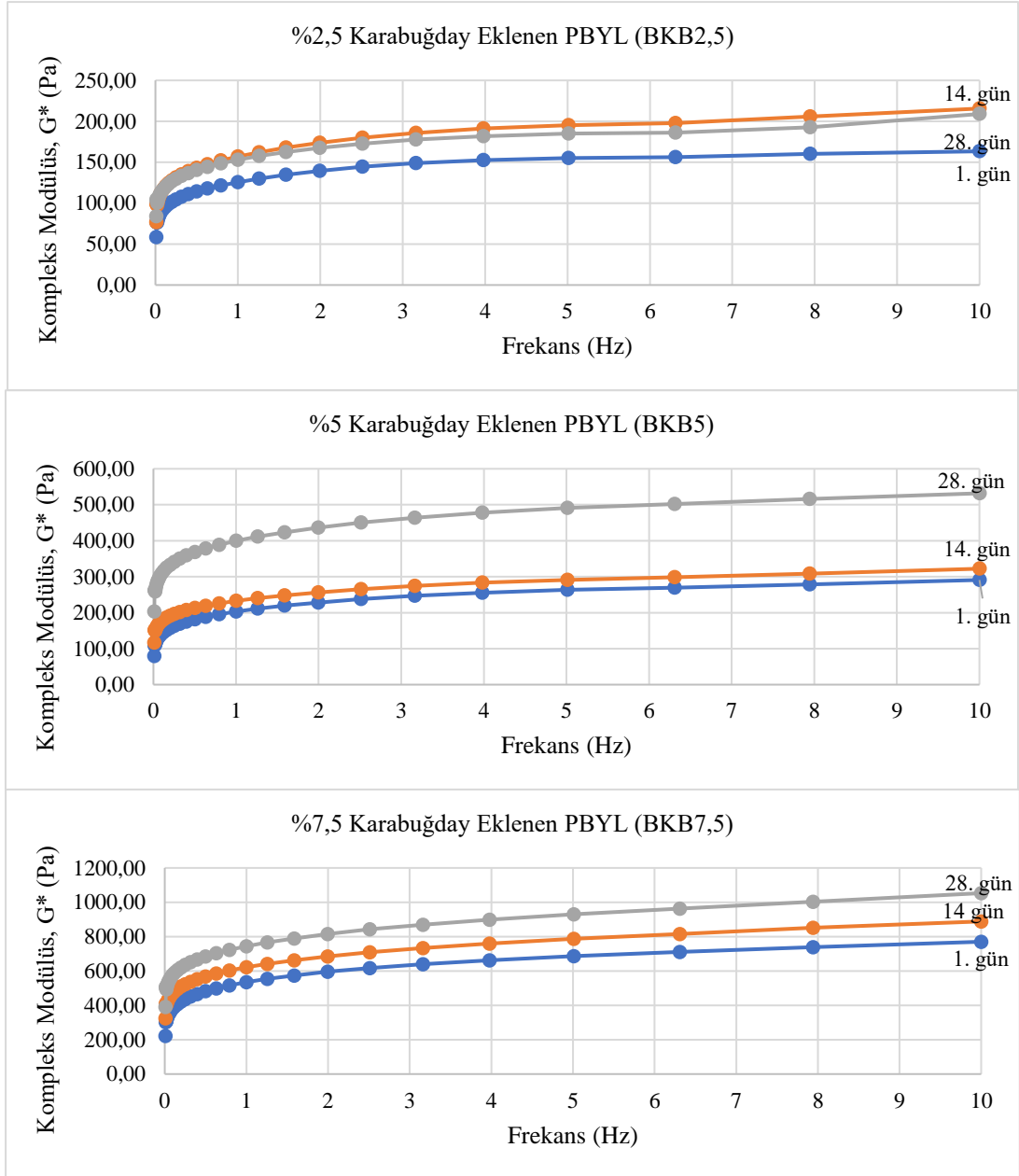
Şekil 4.5. İnek sütü ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri.



Şekil 4.5. İnek sütü ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri (devamı).



Şekil 4.6. Badem bazlı içecek ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri.



Şekil 4.6. Badem bazlı içecek ürünlerinin farklı depolama günlerinde kompleks modülüs (G^*) değerleri (devamı).

Tablo 4.3. İnek sütünden elde edilen ürünlerin Newtonian olmayan akış modellerine uygunlukları.

İnek Sütü	Depolama	Cross Model			Moore Model			Güç Yasası (Power Law)			
		Zero Shear Viskozite (Pa.s)	Infinite Shear Viskozite (Pa.s)	n (akış davranış indeksi)	Korelasyon Katsayısı	Zero Shear Viskozite (Pa.s)	Infinite Shear Viskozite (Pa.s)	Korelasyon Katsayısı	Shear Viskozite (Pa.s)	n (akış davranış indeksi)	Korelasyon Katsayısı
	1	8444,33	64,27	1,13	0,9958	5319,67	4,52	0,9904	7,33	0,19	0,8378
	14	19510,00	136,63	1,14	0,9963	12849,33	9,93	0,9913	16,05	0,18	0,8339
HK	28	21133,33	159,77	1,16	0,9959	14723,67	10,91	0,9918	17,83	0,18	0,8286
	1	10594,00	93,92	1,12	0,9937	6701,33	5,90	0,9905	9,32	0,19	0,8334
	14	18113,33	90,40	1,07	0,9927	11924,67	9,67	0,9891	15,35	0,19	0,8277
HI2,5	28	23576,67	110,49	1,10	0,9974	13414,33	9,66	0,9912	15,99	0,18	0,8387
	1	13316,67	44,96	1,07	0,9975	6155,00	4,64	0,9904	7,62	0,18	0,8437
	14	17031,00	104,66	1,13	0,9966	13720,00	9,29	0,9918	12,93	0,18	0,8284
HI5,0	28	25823,33	132,42	1,09	0,9946	13634,00	8,93	0,9909	15,92	0,18	0,8249
	1	12564,00	96,73	1,11	0,9935	7588,67	5,98	0,9905	9,86	0,19	0,8280
	14	18970,00	135,93	1,14	0,9957	12864,67	8,79	0,9914	15,23	0,18	0,8266
HI7,5	28	72650,00	122,66	1,09	0,9967	17702,67	10,35	0,9911	19,18	0,17	0,8267
	1	2848,00	22,49	1,14	0,9936	1653,70	1,07	0,9883	2,28	0,17	0,8092
	14	6903,33	28,94	1,11	0,9973	3754,67	2,03	0,9910	4,10	0,16	0,8145
HKB2,5	28	11132,00	27,66	1,07	0,9967	3986,00	1,84	0,9903	4,11	0,16	0,8057
	1	4533,67	27,35	1,11	0,9934	2354,33	1,60	0,9878	3,13	0,18	0,8242
HKB5,0	14	5514,33	35,39	1,16	0,9957	3787,00	1,90	0,9920	4,00	0,16	0,8009
	28	17315,67	42,85	1,11	0,9974	6459,00	2,52	0,9917	5,91	0,15	0,7940
	1	6169,00	39,51	1,13	0,9956	3464,00	2,44	0,9878	4,07	0,18	0,8427
	14	9354,00	64,06	1,18	0,9955	7166,00	3,14	0,9926	6,73	0,15	0,7890
HKB7,5	28	16284,33	44,41	1,11	0,9976	7178,00	2,62	0,9906	6,18	0,14	0,7899

Tablo 4.4. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin Newtonian olmayan akış modellerine uygunlukları.

Badem Bazlı İçecek Depolama	Cross Model				Moore Model				Güç Yasası (Power Law)		
	Zero Shear Viskozite (Pa.s)	Infinite Shear Viskozite (Pa.s)	n (akış davranış indeksi)	Korelasyon Katsayısı	Zero Shear Viskozite (Pa.s)	Infinite Shear Viskozite (Pa.s)	Korelasyon Katsayısı	Shear Viskozite (Pa.s)	n (akış davranış indeksi)	Korelasyon Katsayısı	
1	413,20	2,25	1,05	0,9972	161,33	0,02	0,9720	0,34	0,18	0,7647	
14	794,87	6,09	1,10	0,9956	398,67	0,27	0,9830	0,69	0,18	0,7770	
28	1138,53	9,42	1,10	0,9950	600,77	0,50	0,9839	1,00	0,18	0,7789	
1	4859,33	29,66	1,12	0,9951	3198,33	1,85	0,9920	3,81	0,17	0,7989	
14	6654,00	55,07	1,17	0,9950	5068,00	2,94	0,9923	5,75	0,16	0,7931	
28	10805,00	41,10	1,09	0,9931	5260,67	2,84	0,9910	5,74	0,16	0,7936	
1	7749,67	40,10	1,15	0,9962	5169,67	1,73	0,9921	4,56	0,14	0,7730	
14	14831,67	64,82	1,17	0,9967	10472,67	3,30	0,9932	8,49	0,14	0,7664	
28	19181,67	58,71	1,15	0,9972	11449,00	3,20	0,9932	8,65	0,13	0,7628	
1	40153,33	81,92	1,12	0,9978	17960,00	4,50	0,9929	13,44	0,13	0,7502	
14	58030,00	104,86	1,11	0,9981	27453,33	5,95	0,9931	18,81	0,12	0,7378	
28	64600,00	127,48	1,13	0,9981	32750,00	6,95	0,9932	21,84	0,12	0,7322	
1	2123,17	15,88	1,12	0,9964	1497,00	0,90	0,9884	1,80	0,19	0,8367	
14	3325,67	20,71	1,14	0,9968	2186,10	1,44	0,9911	2,53	0,18	0,8402	
28	7118,00	44,33	1,17	0,9962	2135,23	1,10	0,9879	2,28	0,15	0,8068	
1	3133,33	27,63	1,12	0,9946	1777,23	1,98	0,9863	2,76	0,18	0,8042	
14	8147,00	28,63	1,06	0,9932	3395,33	2,09	0,9897	3,62	0,16	0,8130	
28	8304,67	50,24	1,14	0,9968	5698,00	3,05	0,9916	5,93	0,16	0,8056	
1	8481,97	74,73	1,12	0,9951	5411,93	5,26	0,9891	7,46	0,19	0,8365	
14	13921,47	72,64	1,13	0,9970	8803,48	5,50	0,9424	9,20	0,16	0,7880	
28	14901,47	102,01	1,16	0,9966	11606,81	6,28	0,9431	11,19	0,15	0,7762	

4.4.Fermente Ürünlerin Tekstürel Özellikleri

Tekstür analizlerinde sıkıştırma kuvveti ile örneklerin sıklık (firmness), konsistens (consistency), iç yapışkanlık (cohesiveness) ve viskozite indeksi değerleri ölçülmüştür. Sıklık, ilk sıkıştırma döngüsündeki maksimum kuvvet olup test edilen üründe belirli bir deformasyonu sağlamak için gereklidir. İç yapışkanlık ise ikinci sıkıştırma döngüsündeki pozitif kuvvet alanının ilk sıkıştırmadakine oranı ile belirlenir ve materyalin iç bağlarının gücüne bağlı olarak yapının bozulmadan ne kadar bozulabileceğini göstermektedir. Fermente ürünlerin sıklık, konsistens, iç yapışkanlık ve viskozite indeksi değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Ürünlerin çoğunluğunda sıklık (BI5 ve BKB2,5 hariç), konsistens (HKB2,5, BI5 ve BKB2,5 hariç), iç yapışkanlık (BKB2,5 hariç) ve viskozite indeksi değerlerinde (BKB5 ve BKB7,5 hariç) depolama günleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$).

Sıklık açısından ürünler değerlendirildiğinde, hem inek sütü hem de badem bazlı içecek kullanılarak hazırlanan ürünlerin sıklık değerleri arasındaki farklar her üç depolama gününde de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (her biri için $p<0,05$). Depolamanın 1. gününde HKB2,5 ürünü hariç; depolamanın 14. ve 28. günlerinde ise HK ve HKB2,5 ürünleri hariç inek sütünden elde edilen tüm ürünlerin sıklık değeri PBYL ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur. İnek sütünden elde edilen ürünler karşılaştırıldığında, HKB2,5 ürünü hariç tüm inek sütü ürünlerinin sıklık değeri tüm depolama günlerinde HK ürününden daha yüksek bulunmuştur. Sadece 28. günde HI7,5 ile HK ürünlerinin sıklık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Depolamanın tüm günlerinde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça sıklık değeri artmıştır ($p>0,05$). Depolamanın 14. ve 28. günlerinde ise inek sütüne eklenen inülin oranı arttıkça sıklık değeri artmıştır ($p>0,05$). Badem bazlı içecekten elde edilen yoğurt benzeri ürünler değerlendirildiğinde ise tüm depolama günlerinde BK ürününün sıklık değeri en düşük bulunmuştur. Badem bazlı içecekten elde edilen yoğurt benzeri ürünlere eklenen inülin ve karabuğday miktarı arttıkça tüm depolama günlerinde sıklık değeri artmıştır.

Tablo 4.5. İnek sütü ve badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin tekstür analizi sonuçları.

Depolama	1. gün	14. gün	28. gün	p	1. gün	14. gün	28. gün	p
İnek Sütü								
		Sıklık (g) ($\bar{x} \pm SS$)				Konsistens (g.sec) ($\bar{x} \pm SS$)		
HK	231,26 ± 66,69 ^{ab}	208,25 ± 67,23 ^{ab}	204,86 ± 65,60 ^{ab}	0,984	3323,82 ± 610,87 ^{ab}	3470,31 ± 880,65 ^{ab}	3650,69 ± 1111,65 ^{ab}	0,876
HI2,5	257,63 ± 15,3 ^b	256,09 ± 14,18 ^{ab}	246,76 ± 9,69 ^{bc}	0,485	4420,61 ± 239,87 ^{bc}	4487,47 ± 233,55 ^{bc}	4364,57 ± 130,61 ^b	0,713
HI5,0	246,12 ± 30,09 ^b	265,56 ± 68,78 ^{ab}	257,81 ± 47,37 ^{bc}	0,866	4228,03 ± 481,61 ^{bc}	4626,44 ± 1077,87 ^{bc}	4494,12 ± 740,63 ^b	0,781
HI7,5	295,85 ± 58,68 ^b	317,30 ± 91,38 ^b	299,97 ± 63,89 ^c	0,908	5111,08 ± 876,65 ^c	5450,39 ± 1540,37 ^c	5138,0 ± 879,26 ^b	0,898
HKB2,5	141,64 ± 6,09 ^a	149,56 ± 12,99 ^a	162,84 ± 15,15 ^a	0,091	2297,32 ± 42,46 ^{Ab}	2519,85 ± 191,97 ^{ABba}	2796,23 ± 353,73 ^{Ba}	<0,050
HKB5,0	251,49 ± 21,20 ^b	236,09 ± 9,70 ^{ab}	244,70 ± 19,94 ^{abc}	0,579	4008,32 ± 735,07 ^{bc}	3881,47 ± 333,98 ^{bc}	4186,53 ± 431,39 ^{ab}	0,723
HKB7,5	257,15 ± 50,0 ^b	246,91 ± 23,09 ^{ab}	249,87 ± 12,61 ^{abc}	0,878	4193,77 ± 1103,32 ^{bc}	3876,89 ± 462,92 ^{bc}	3917,48 ± 238,22 ^{ab}	0,792
p	<0,050	<0,050	<0,050		<0,001	<0,050	<0,050	
Badem Bazlı İçecek								
		Sıklık (g) ($\bar{x} \pm SS$)				Konsistens (g.sec) ($\bar{x} \pm SS$)		
BK	15,70 ± 4,86 ^a	21,67 ± 5,77 ^a	26,76 ± 10,37 ^a	0,163	266,40 ± 97,28 ^a	372,47 ± 129,81 ^a	411,50 ± 160,33 ^a	0,319
BI2,5	21,20 ± 7,21 ^a	30,84 ± 8,46 ^a	35,30 ± 5,36 ^a	0,103	385,97 ± 91,26 ^a	522,23 ± 129,70 ^a	553,55 ± 91,36 ^a	0,11
BI5,0	30,08 ± 2,69 ^{Aa}	60,70 ± 20,60 ^{ABab}	68,68 ± 18,80 ^{ab}	<0,050	525,18 ± 28,43 ^{ab}	1035,04 ± 361,60 ^{ABa}	1186,63 ± 318,50 ^{Bab}	<0,050
BI7,5	122,93 ± 79,28 ^{bc}	219,96 ± 80,15 ^c	227,11 ± 63,39 ^c	0,143	2299,92 ± 1513,51 ^c	4090,48 ± 1506,22 ^c	4256,98 ± 1183,43 ^c	0,149
BKB2,5	48,94 ± 6,22 ^{Ab}	61,91 ± 4,44 ^{Bab}	71,45 ± 6,79 ^{Bab}	<0,001	846,71 ± 97,95 ^{Ab}	1094,11 ± 79,39 ^{Ba}	1273,20 ± 133,31 ^{Bab}	<0,001
BKB5,0	133,40 ± 5,11 ^c	133,91 ± 5,96 ^{bc}	136,54 ± 8,61 ^{bc}	0,783	1882,25 ± 342,13 ^{bc}	1928,27 ± 490,88 ^{bc}	2013,56 ± 601,76 ^{bc}	0,929
BKB7,5	156,23 ± 37,49 ^c	181,89 ± 62,75 ^c	205,65 ± 90,78 ^c	0,601	2674,19 ± 309,25 ^c	3171,42 ± 844,78 ^{bc}	3151,66 ± 1994,76 ^{bc}	0,823
p	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	
İnek Sütü								
		İç yapışkanlık (g) ($\bar{x} \pm SS$)				Viskozite indeksi (g.sec) ($\bar{x} \pm SS$)		
HK	-84,02 ± 25,82	-79,55 ± 16,024	-72,77 ± 8,20	0,689	-4,61 ± 3,86	-10,66 ± 4,22 ^a	-9,39 ± 9,22	0,393
HI2,5	-72,76 ± 9,96	-93,81 ± 37,32	-88,26 ± 25,43	0,536	-5,19 ± 3,01	-2,10 ± 0,35 ^b	-5,69 ± 2,03	0,082
HI5,0	-78,33 ± 11,14	-78,12 ± 12,14	-76,03 ± 6,05	0,937	-5,40 ± 3,12	-2,69 ± 1,29 ^b	-7,65 ± 7,76	0,394
HI7,5	-80,60 ± 14,74	-157,37 ± 159,23	-99,34 ± 33,97	0,528	-3,27 ± 1,87	-2,48 ± 0,87 ^b	-4,23 ± 3,54	0,596
HKB2,5	-89,50 ± 17,16	-82,97 ± 13,90	-78,92 ± 8,61	0,565	-8,46 ± 3,39	-6,06 ± 1,56 ^{ab}	-6,64 ± 4,53	0,596
HKB5,0	-78,31 ± 14,27	-81,46 ± 11,70	-79,97 ± 15,80	0,952	-2,47 ± 0,78	-5,59 ± 4,15 ^{ab}	-6,70 ± 8,48	0,549
HKB7,5	-75,56 ± 7,41	-74,55 ± 7,80	-73,13 ± 16,91	0,957	-5,47 ± 3,76	-3,41 ± 1,70 ^b	-3,12 ± 2,50	0,462
p	0,788	0,552	0,425		0,193	<0,001	0,821	
Badem Bazlı İçecek								
		İç yapışkanlık (g) ($\bar{x} \pm SS$)				Viskozite indeksi (g.sec) ($\bar{x} \pm SS$)		
BK	-11,07 ± 5,82 ^a	-14,29 ± 4,58 ^b	-15,89 ± 4,88 ^b	0,433	-7,15 ± 7,49 ^c	-8,73 ± 11,04 ^c	-11,54 ± 10,98 ^{bc}	0,824
BI2,5	-12,58 ± 1,17 ^{Ba}	-13,37 ± 4,93 ^{ABb}	-20,60 ± 4,67 ^{Ab}	<0,050	-5,25 ± 3,52 ^c	-4,48 ± 1,12 ^c	-10,88 ± 6,50 ^c	0,130
BI5,0	-20,09 ± 1,41 ^a	-37,87 ± 23,49 ^{ab}	-49,90 ± 17,79 ^{ab}	0,094	-27,42 ± 4,86 ^{bc}	-64,55 ± 44,70 ^{ab}	-58,44 ± 40,72 ^{ab}	0,321
BI7,5	-73,39 ± 52,08 ^a	-87,83 ± 14,11 ^a	-94,70 ± 34,22 ^a	0,715	-28,55 ± 30,02 ^{bc}	-5,04 ± 5,96 ^c	-4,70 ± 2,80 ^c	0,149
BKB2,5	-39,12 ± 6,09 ^{Ba}	-52,75 ± 4,61 ^{ABbb}	-59,48 ± 9,91 ^{Ab}	<0,050	-67,21 ± 13,47 ^a	-65,97 ± 11,50 ^a	-61,02 ± 31,58 ^a	0,908
BKB5,0	-50,64 ± 27,67 ^a	-53,55 ± 44,74 ^{ab}	-63,42 ± 54,21 ^{ab}	0,911	-44,03 ± 5,87 ^{Ab}	-23,62 ± 2,80 ^{Bbc}	-12,66 ± 10,45 ^{Bbc}	<0,001
BKB7,5	-54,97 ± 44,63 ^a	-58,83 ± 52,18 ^{ab}	-66,37 ± 55,93	0,950	-17,38 ± 10,86 ^{bc}	-4,50 ± 3,88 ^c	-5,12 ± 3,44 ^c	<0,050
p	<0,050	<0,050	<0,050		<0,001	<0,001	<0,001	

^{a,b,c} gibi küçük harflerin farklı olması aynı depolama süresindeki farklı örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05).

A,B,C gibi büyük harflerin farklı olması aynı örneklerin farklı depolama süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterir (p<0,05).

Konsistens açısından ürünler değerlendirildiğinde, hem inek sütü hem de badem bazlı içecek kullanılarak hazırlanan ürünlerin konsistens değerleri arasındaki fark her üç depolama gününde de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (her biri için $p < 0,05$). Depolamanın sadece 1. gününde HKB2,5 ürünü hariç tüm inek sütünden elde edilen ürünlerin konsistens değerleri PBYL ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 14. ve 28. gününde ise BI7,5 ürününün konsistens değeri karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p > 0,05$). İnek sütü ürünleri karşılaştırıldığında, HKB2,5 ürünü hariç tüm inek sütü ürünlerinin konsistens değeri tüm depolama günlerinde HK ürününden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 1. ve 14. gününde HI7,5 ürünü ile HK ürününün konsistens değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolamanın 1. gününde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça konsistens artmıştır. İnek sütüne %2,5 karabuğday eklenen ürünün (HKB2,5) konsistens değeri diğer karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinden daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolamanın 14. ve 28. gününde ise inek sütüne eklenen inülin konsantrasyonu arttıkça konsistens artmıştır ($p > 0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünler değerlendirildiğinde ise tüm depolama günlerinde BK ürününün konsistens değeri en düşük bulunmuştur. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlere eklenen inülin ve karabuğday miktarı arttıkça tüm depolama günlerinde konsistens değeri artmıştır.

İç yapışkanlık açısından ürünler değerlendirildiğinde, her bir depolama süresi için inek sütü ile hazırlanan ürünlerin iç yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$); ancak badem bazlı içecek kullanılarak hazırlanan ürünlerin iç yapışkanlık değerlerinde her bir depolama süresinde de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolamanın sadece 1. gününde BI7,5 ürünü hariç tüm PBYL ürünlerinin iç yapışkanlık değeri inek sütü ürünlerinden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 1. ve 14. gününde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça iç yapışkanlık artmıştır; bunun aksine inek sütüne eklenen inülin miktarı arttıkça depolamanın 1. gününde iç yapışkanlık azalmıştır ($p > 0,05$). Badem bazlı içeceklerden elde edilen yoğurt benzeri ürünler değerlendirildiğinde ise depolamanın 1. gününde PBYL ürünlerinin iç yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Depolamanın 14. gününde BI2,5 ürününün, depolamanın 28. gününde ise BK ürününün iç yapışkanlık değeri en yüksek bulunmuştur. Tüm depolama günlerinde PBYL ürünlerine eklenen inülin ve karabuğday miktarı arttıkça iç yapışkanlık azalmıştır.

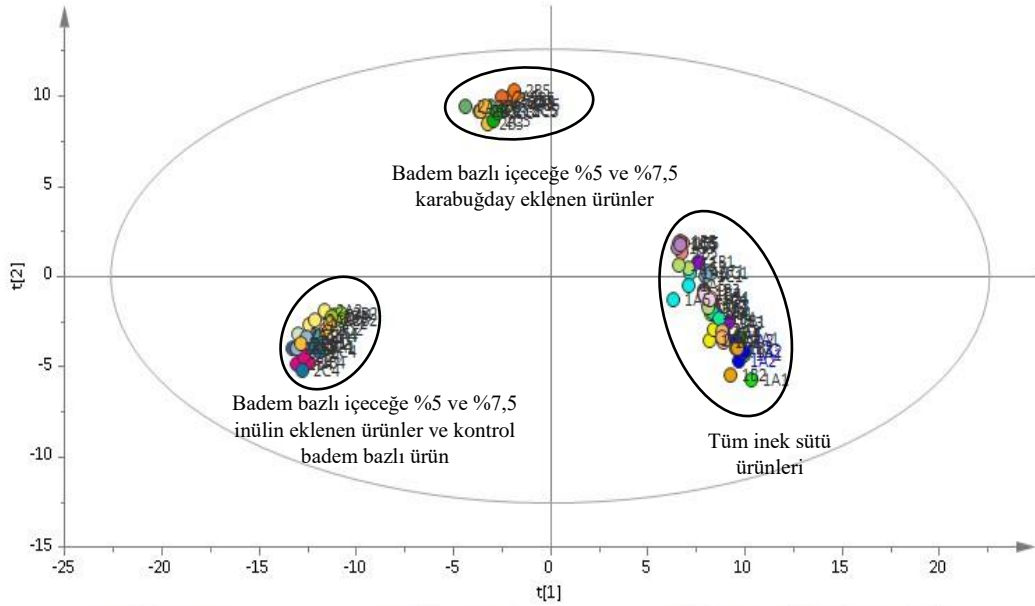
Viskozite indeksi açısından ürünler değerlendirildiğinde, inek sütü ile hazırlanan ürünlerin 1. ve 28. gün viskozite indeks değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p>0,05$); ancak 14. gün değerleri arasındaki fark ile badem bazlı içecek kullanılarak hazırlanan ürünlerin her bir depolama süresindeki viskozite indeksi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). İnek sütü ile hazırlanan ürünler arasında; depolamanın 1. gününde HKB5; depolamanın 14. gününde HI2,5 ve depolamanın 28. gününde ise HKB7,5 ürününün viskozite indeksi en yüksek bulunmuştur. Depolamanın 1. ve 28. günlerinde inek sütü ürünleri arasında fark yokken, 14. günde ise HK ürününün viskozite indeksi inülin eklenen ürünler ve HKB7,5 ürününden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca depolamanın 14. gününde inek sütüne eklenen karabuğday oranı arttıkça viskozite indeksi artmıştır ($p<0,05$). Badem bazlı içecekten elde edilen yoğurt benzeri ürünler kendi arasında karşılaştırıldığında ise, depolamanın 1. ve 14. gününde BI2,5; 28. gününde ise BI7,5 ürününün viskozite indeksi en yüksektir. Tüm depolama günlerinde PBYL ürünlerine eklenen karabuğday oranı arttıkça viskozite indeksi artmıştır.

4.5.Fermente Ürünlerin Hedeflenmemiş Metabolomiks Sonuçları

Karabuğday eklenerek elde edilen inek ve badem bazlı fermente ürünler mikrobiyoloji, reoloji ve tekstür özelliklerine göre değerlendirilmiş; bu analizler açısından kabul edilebilirliği düşük olan inek sütüne ve badem bazlı içeceğe %2,5 oranında karabuğday veya inülin eklenerek elde edilen ürünlerin ileri analizlerinin (hedeflenmemiş metabolomiks analizi) yapılmamasına karar verilmiştir. Hedeflenmemiş metabolomiks analizinde, inek sütü ve badem bazlı içeceklerden elde edilen ürünlerin depolama süresi boyunca 600'den fazla metabolit bulunmuş olup, veri tabanları aracılığı ile 160 tanesi tanımlanmıştır. Tanımlanan metabolitler şekerler ve şeker asitleri, aminoasitler, organik asitler, yağ asidi türevleri gibi farklı türde bileşik sınıflarında yer almaktadır. Farklı depolama günlerine göre tanımlanan

metabolitlerin bazıları Tablo 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Tanımlanan metabolitlerin tamamı ise Ek-1’de verilmiştir.

Gaz kromatografi-kütle spektrometre kullanılarak yapılan analizlerde, kontrol, inülin ve karabuğday eklenen ve 1, 14 ve 28 gün depolanan fermente ürünlerin PCA ile PLS-DA yapılmış olup, gruplar arasında fark yaratan en önemli 25 metabolit projeksiyon için değişken önem (VIP) skorları ile saptanmıştır. Tüm ürünlerin PCA grafiği değerlendirildiğinde badem bazlı içeceğin kontrol ve inülin eklenerek elde edilen ürünleri, badem bazlı içeceğin karabuğday eklenerek elde edilen ürünleri ve tüm inek sütü ürünleri birbirlerinden kesin olarak ayrılmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Badem bazlı içecekten elde edilen fermente ürünler ile inek sütünden elde edilen fermente ürünlerin karşılaştırılması.

Daha detaylı analiz edildiğinde, PCA ve PLS-DA grafiklerine göre tüm depolama günlerinde HK, HI5 ve HKB5 ürünleri ayrı kümeleşmeler göstermektedir. Bu kümelerin VIP skorlarına göre net ayrılmasında etkili olan başlıca metabolitler arasında depolamanın 1. gününde glukohepatonik asit, fenilbeta-glukopiranosid, üre, ksilitol ve 3-fosfogliseric asit yer almaktadır (Şekil 4.8.). Depolamanın 14. gününde gliserol-fosfat, pantotenik asit, fosfoglikolik asit, D-galaktoz ve glukonik asit farklılığı (Şekil 4.9.) neden olurken; depolamanın 28. gününde DL-isolösin,

pantotenik asit, prolin, D-liksozilamin ve 2'-deoksisitidin farklılığa (Şekil 4.10.) neden olan metabolitlerdendir. Aynı şekilde HK, HI7,5 ve HKB7,5 ürünleri arasında da tüm depolama günlerinde ayrı kümeleşmeler gözlemlenmektedir. Bu kümelerin VIP skorlarına göre net ayrılmasında etkili olan başlıca metabolitler arasında ise depolamanın 1. gününde glukonik asit, D-riboz-5-fosfat, kaprik asit, 3-fosfogliseric asit ve hipotaurin (Ek-2); depolamanın 14. gününde fenilbeta-glukopiranosid, ürik asit, pantotenik asit, alanin, D-riboz-5-fosfat (Ek-3); depolamanın 28. gününde ürik asit, metionin, epikateşin, tartronik asit, gliserik asit ve cis-1,2-sikloheksanediol (Ek-4) yer almaktadır.

Badem bazlı içecekten elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin PCA ve PLS-DA grafikleri değerlendirildiğinde; BK, BI5 ve BKB5 ile BK, BI7,5 ve BKB7,5 ürünlerinde tüm depolama günlerinde ayrı kümeler saptanmıştır. Bu karşılaştırmada VIP skorlarına göre BK, BI5 ve BKB5 ürünleri arasında farka neden olan metabolitler; depolamanın 1. gününde fumarik asit, tirozin, trans-trans-mukonik asit, guanin ve sukroz (Ek-5); depolamanın 14. gününde pirüvik asit, tirozin, fruktoz, ksiloz ve glukonik asit lakton (Ek-6); depolamanın 28. gününde ise sukroz, laktik asit, tirozin, 3-fosfogliseric ve maleik asit (Ek-7) olarak saptanmıştır. Diğer bir karşılaştırmada BK, BI7,5 ve BKB7,5 ürünleri arasında farklılığa neden olan metabolitler incelenmiş ve depolamanın 1. gününde guanin, laktoz, siklolösin, fumarik asit ve 2-keto-L-gulonik asit (Şekil 4.13.); depolamanın 14. gününde guanin, sorboz, tagatoz, fosfoglikolik asit ve lizin (Şekil 4.14.); depolamanın 28. gününde ise laktoz, sukroz, guanin, D-liksoz ve metilmalonik asittir (Şekil 4.15.).

Metabolomik analizi yapılan ürünlerin farklı depolama günlerindeki metabolit farklılıkları değerlendirildiğinde tüm ürünlerin PCA ve PLS-DA grafiklerinde depolama günlerine göre kümeleştikleri görülmektedir. Bu durum hem inek sütü hem de badem bazlı içeceklerden inülin veya karabuğday eklenerek elde edilen fermente ürünlerin baskın metabolitlerinde depolama süresince değişiklikler olduğunu göstermektedir. Depolama günlerine göre ürünlerde farklılığa neden olan metabolitler ise VIP grafiklerinde gösterilmektedir (Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Ek-8, Ek-9, Ek-10, Ek-11). İnek sütüne 5 g inülin eklenerek elde edilen ürünlerde 3-fosfogliseric asit, D-mannitol, 2-keto-L-gulonik asit, 3-fosfogliseric ve glisin (Şekil 4.11); 5 g karabuğday eklenerek elde edilen ürünlerde ise ribonik asit-

gama-lakton, sitrik asit, 2-bütün-1,4-diol, trans-3-heksenedioik asit ve aspartik asit farklılığına neden olan metabolitlerdir (Şekil 4.12). İnek sütüne 7,5 g inülin eklenerek elde edilen ürünlerde sedoheptuloz anhidrid monohidrat, metionin, laktamid, okzalik asit ve benzoik asit (Ek-8); 7,5 g karabuğday eklenen elde edilen ürünlerde ise glukohেptonik asit, metil-beta-d-galaktopiranozid, gliserik asit, okzalik asit ve 2-ketobütirik asit farklılığına neden olan metabolitlerdir (Ek-9). Badem bazlı içeceklere 5 g inülin eklenerek elde edilen ürünlerde N-metilglutamik asit, siklolösin, benzilformik asit, glukonik asit lakton ve urasil (Ek-10); 5 g karabuğday eklenerek elde edilen ürünlerde ise pirüvik asit, 3-fosfogliserik asit, 3-fosfogliserat, üre ve 2-amino-L-feniletanol farklılığına neden olan metabolitlerdir (Ek-11). Badem bazlı içeceklere 7,5 g inülin eklenerek elde edilen ürünlerde okzalik asit, beta-alanin, 3-fosfogliserik asit, gliserik asit ve 4-guanidinobütirik asit (Şekil 4.16); 7,5 g karabuğday eklenerek elde edilen ürünlerde ise D-malik asit, O-fosfokolamin, sukroz, piroglutamik asit ve siklolösin farklılığına neden olan metabolitlerdir (Şekil 4.17).

Tablo 4.6. Farklı depolama günlerinde inülin ve karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinin bazı metabolit değerleri.

Depolama	1. gün						14. gün						28. gün					
	HI 5	HK B5	p	HI 7,5	HKB 7,5	HI p	HI 5	HK B5	p	HI 7,5	HKB 7,5	HI p	HI 5	HK B5	p	HI 7,5	HKB 7,5	HI p
2-bütün-1,4-diol	0,08	0,16	0,115	0,09	0,35	0,433	1,01	0,07	0,123	0,07	0,03	0,162	1,10	0,10	0,140	0,04	0,08	0,376
2'- deoksistidin	0,15	0,3	0,391	0,42	0,33	0,737	0,03	0,28	<0,050	0,08	0,30	0,136	0,00	0,44	<0,050	0,07	0,55	<0,050
2-hidroksibütirik asit	1,40	2,56	<0,050	1,31	2,77	0,066	1,53	2,53	<0,050	1,28	1,77	<0,050	1,35	1,95	0,160	1,19	1,78	<0,050
2-ketobütirik asit	1,57	1,03	0,313	1,27	0,39	0,062	0,60	0,48	0,849	1,28	0,96	0,064	0,97	0,83	0,812	0,75	0,28	0,270
2-keto-L-gulonik asit	0,04	0,20	0,322	0,65	0,74	0,453	0,04	0,51	<0,050	0,69	0,84	0,129	0,70	0,79	0,257	0,65	0,79	0,326
3-fenillaktik asit	0,87	0,55	<0,050	0,80	0,61	<0,050	1,44	0,67	0,062	0,92	0,43	<0,001	1,41	0,66	<0,050	0,83	0,42	<0,001
3-fosfoglisarat	1,60	2,97	<0,050	1,27	2,96	<0,050	1,75	2,21	0,083	1,07	1,46	0,230	1,53	1,78	0,581	0,92	1,58	0,085
3-fosfoglisarik asit	1,63	2,91	<0,050	1,26	2,98	<0,050	1,76	2,21	0,066	1,06	1,44	0,113	1,53	1,75	0,578	0,92	1,56	0,070
Alanin	0,12	0,11	0,651	0,16	0,31	<0,050	0,15	0,14	0,628	0,20	0,17	0,146	0,16	0,11	0,062	0,22	0,16	<0,050
Aspartik asit	0,08	0,03	<0,050	0,01	0,06	<0,050	0,05	0,00	0,129	0,01	0,01	0,733	0,02	0,02	0,924	0,02	0,02	0,776
Benzoik asit	1,71	1,26	<0,050	2,10	1,01	<0,050	2,51	1,41	<0,050	2,99	0,75	<0,050	2,40	1,20	<0,050	2,81	0,86	<0,050
Kaprik asit	2,65	1,35	<<0,050	2,87	1,27	<0,050	2,55	1,36	<0,050	2,02	1,25	<0,050	1,86	1,53	0,357	1,74	1,24	<0,050
Cis-1,2-sikloheksenediol	0,62	0,43	0,546	0,58	0,24	0,319	0,78	0,31	0,326	0,07	0,44	0,180	1,14	0,47	<0,050	0,04	0,76	<0,050
Sitrik asit	0,84	0,92	<0,050	0,80	1,03	0,111	0,86	0,72	0,192	0,65	0,75	0,274	0,86	0,89	0,644	0,67	0,79	0,245
D (+) galaktoz	2,58	2,04	<0,050	1,74	1,43	<0,050	2,17	1,69	<0,050	1,47	1,10	<0,050	1,93	1,30	<0,050	1,36	1,08	<0,050
DL-isolösin	0,18	0,08	<0,050	0,22	0,06	0,082	0,21	0,07	<0,050	0,18	0,02	<0,050	0,19	0,06	<0,050	0,15	0,00	<0,050
D-mannitol	0,03	0,48	<0,050	0,11	0,26	0,116	0,02	0,26	0,069	0,10	0,41	<0,050	0,19	0,22	0,739	0,08	0,48	<0,050
D-riboz-5-fosfat	0,53	0,66	0,096	0,68	0,43	<0,050	0,66	0,87	0,050	0,69	0,49	0,128	0,59	0,69	0,573	0,68	0,52	0,063
Epikateşin	0,18	0,16	0,447	0,06	0,19	<0,050	0,18	0,12	<0,050	0,08	0,10	0,223	0,15	0,10	0,157	0,08	0,03	<0,050
Glukoheptonik asit	3,28	1,67	<0,050	1,91	1,47	<0,050	3,09	2,29	<0,050	1,86	2,26	<0,050	2,76	2,15	0,091	1,72	0,57	<0,050
Glukonik asit	0,28	0,39	0,508	0,26	0,06	<0,050	0,39	0,29	0,093	0,31	0,29	0,756	0,35	0,18	0,051	0,26	0,37	<0,050

Tablo 4.6. Farklı depolama günlerinde inülin ve karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinin bazı metabolit değerleri (devamı).

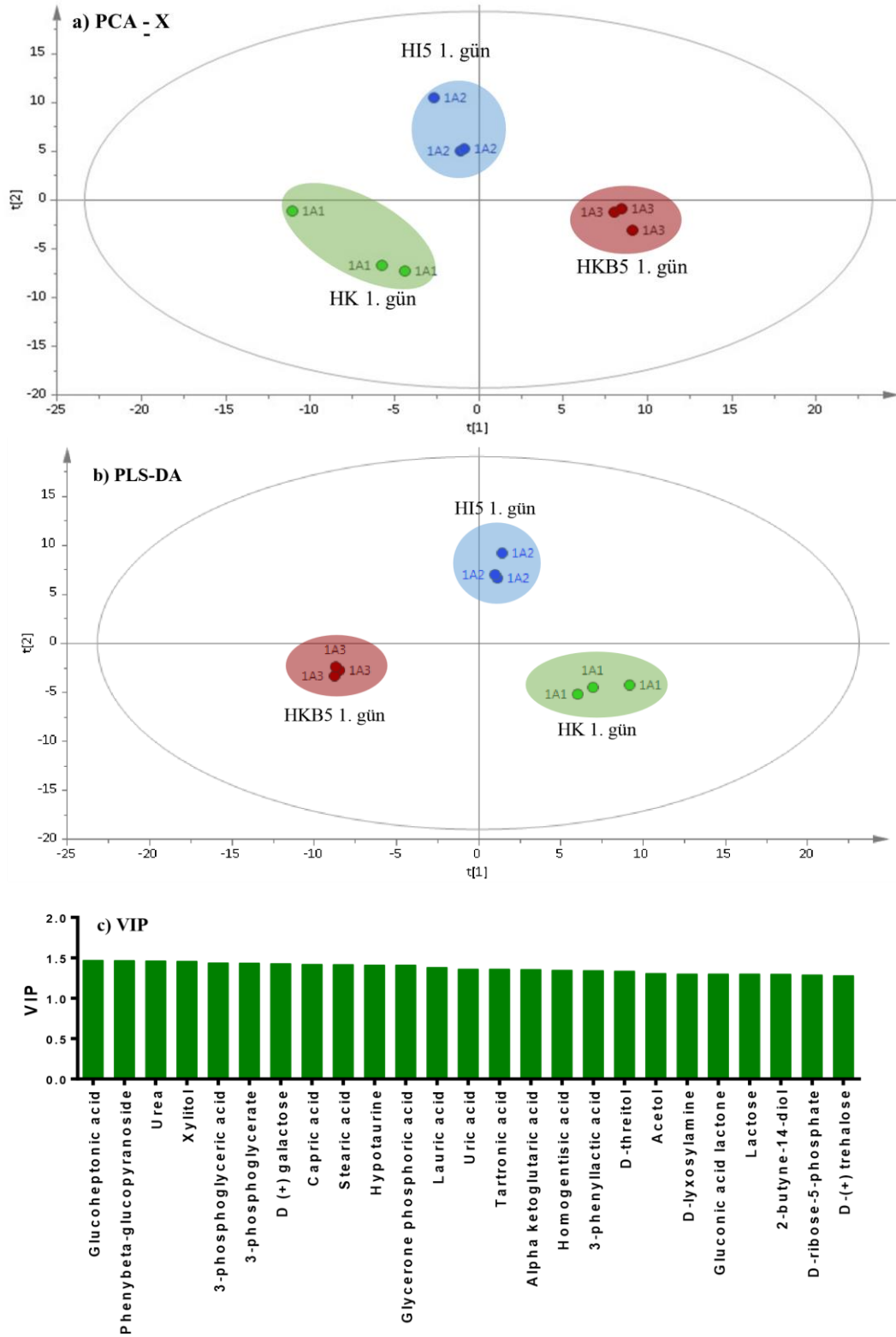
Depolama	1. gün					14. gün					28. gün							
	HI S	HK B5	P	HI 7,5	HKB 7,5	HI S	HK B5	P	HI 7,5	HKB 7,5	HI S	HK B5	P	HI 7,5	HKB 7,5	P		
Gliserik asit	0,54	0,53	0,841	0,52	1,05	<0,050	1,45	1,00	<0,050	1,11	0,67	<0,050	1,90	1,26	<0,050	1,63	1,09	<0,050
Gliserol fosfat	2,46	1,73	<0,050	2,19	1,71	<0,050	2,27	1,27	<0,050	1,73	1,01	<0,050	2,07	1,17	<0,050	1,71	1,01	<0,050
Glisin	0,03	0,02	<0,050	0,04	0,11	<0,050	0,08	0,03	<0,050	0,10	0,03	<0,050	0,07	0,03	<0,050	0,10	0,03	<0,050
Hipotaurin	1,50	2,33	<0,050	0,87	1,64	<0,050	1,25	1,81	<0,050	0,77	1,06	<0,050	1,12	1,36	0,089	0,74	1,04	<0,050
İsolösin	0,05	0,05	0,998	0,02	0,05	<0,050	0,02	0,02	<0,050	0,02	0,02	<0,050	0,01	0,03	0,792	0,02	0,02	0,383
Laktamid	0,27	0,32	0,406	0,20	0,94	<0,050	0,23	0,30	0,497	0,25	0,63	<0,050	0,23	0,35	<0,050	0,15	0,79	<0,050
Laktik asit	1,50	1,45	0,748	1,21	1,19	0,979	1,49	1,49	0,995	1,15	0,56	0,356	1,41	1,26	0,502	1,09	0,00	<0,001
Laktöz	0,01	1,16	<0,001	0,01	1,62	<0,001	0,01	1,02	<0,001	0,01	1,18	<0,001	0,01	0,90	<0,050	0,01	0,37	0,381
Metionin	0,11	0,04	0,100	0,08	0,05	0,072	0,04	0,03	0,778	0,06	0,02	<0,050	0,05	0,02	0,055	0,08	0,02	<0,050
Metilbeta-D- galaktopiranozid	2,40	0,21	0,409	1,48	0,33	0,478	0,02	0,18	<0,050	0,01	0,26	<0,050	0,04	0,14	<0,050	1,68	0,36	0,473
Okzalik asit	1,62	1,28	0,490	1,41	0,96	0,317	0,70	1,15	0,501	1,41	1,16	0,062	1,04	0,73	0,617	0,66	0,37	0,491
Pantotemik asit	1,74	0,89	<0,050	2,22	0,87	<0,050	1,83	0,78	<0,050	1,80	0,55	<0,050	1,57	0,65	<0,050	1,64	0,54	<0,050
Fenilbeta- glukopiranozid	0,21	0,08	<0,050	0,26	0,87	0,333	0,19	0,10	0,063	0,24	0,13	<0,050	0,16	0,09	<0,050	0,21	0,04	<0,050
Fosfoglikolik asit	2,90	1,96	<0,050	2,35	1,74	<0,050	2,63	1,44	<0,050	1,79	1,01	<0,050	2,39	1,33	<0,050	1,73	1,00	<0,050
Prolin Ribonik asit-gama- laktan	0,07	0,05	0,421	0,09	0,06	0,165	0,13	0,04	0,068	0,06	0,02	<0,050	0,11	0,04	<0,050	0,05	0,02	0,100
Sedoheptuloz anhidrid monohidrat	0,49	0,62	0,327	0,28	0,67	<0,050	0,44	0,78	<0,050	0,35	0,74	<0,050	0,39	0,53	0,230	0,42	0,75	<0,050
Stearik asit	1,38	1,47	0,382	1,55	0,69	<0,050	1,44	1,54	0,198	1,52	2,16	0,081	1,44	1,60	0,102	1,68	2,39	0,111
Tartronik asit	1,77	1,28	<0,050	1,72	0,94	<0,050	1,77	1,11	<0,050	1,48	0,77	<0,050	1,39	0,93	<0,050	1,29	0,83	<0,050
Trans-3-heksenedioik asit	1,24	1,06	<0,050	0,91	0,88	0,785	1,28	0,94	<0,050	0,81	0,56	<0,050	1,20	0,77	<0,050	0,82	0,54	<0,050
Ürik asit	0,93	1,01	0,192	0,84	0,77	0,788	0,99	0,83	0,213	0,70	0,80	0,225	0,95	0,96	0,871	0,74	0,83	0,336
Ksilitol	3,26	2,30	0,050	3,00	2,01	<0,050	3,44	2,02	<0,050	2,70	1,31	<0,050	3,07	1,47	<0,050	2,61	1,04	<0,050
	0,28	0,42	<0,050	0,15	0,41	<0,050	0,27	0,29	0,395	0,22	0,26	0,569	0,27	0,23	0,288	0,14	0,26	0,183

Tablo 4.7. Farklı depolama günlerinde intülin ve karabuğday eklenen badem bazı ürünlerin bazı metabolit değerleri.

Metabolit	1.gün				14.gün				28.gün						
	BI S	BK B5	P	BI 7,5	BK B5	P	BI 7,5	BK B5	P	BI S	BK B5	P	BI 7,5	BK B5	P
2-amino-L-feniletanol	0,04	0,01	<0,050	0,04	0,01	<0,050	0,04	0,01	<0,050	0,04	0,00	<0,050	0,04	0,01	<0,050
2-hidroksibütirik asit	0,69	0,29	<0,001	0,64	0,21	<0,050	0,62	0,21	<0,050	0,55	0,28	<0,050	0,33	0,21	0,274
2-keto-L-gulonik asit	1,35	1,36	0,846	1,73	1,44	<0,050	1,85	1,43	<0,050	1,47	1,45	<0,050	2,03	1,42	<0,050
3-fenillaktik asit	0,86	0,25	<0,001	1,75	0,35	<0,001	2,00	0,36	<0,001	1,31	0,40	<0,050	1,98	0,18	<0,001
3-fosfoglisarat	0,20	0,13	<0,050	0,31	0,16	<0,050	0,36	0,22	<0,050	0,18	0,21	<0,050	0,30	0,08	<0,050
3-fosfoglisarik asit	0,20	0,12	<0,050	0,31	0,17	<0,050	0,36	0,20	<0,050	0,22	0,19	<0,050	0,31	0,11	<0,050
4-guanidinobütirik asit	2,08	1,09	<0,050	2,22	0,90	<0,050	2,51	0,87	<0,050	2,17	1,06	<0,050	2,39	0,77	<0,050
Benzoilformik asit	3,08	0,05	<0,050	3,76	0,09	<0,050	3,10	0,07	<0,050	3,49	0,14	<0,050	2,77	0,11	<0,050
Beta- alanin	1,24	1,24	0,989	1,40	1,01	<0,050	1,95	0,95	<0,050	1,36	1,08	<0,050	1,76	0,92	<0,050
Siklotösin	3,32	1,47	<0,050	0,26	1,23	<0,050	1,32	0,74	0,608	1,28	0,91	0,744	2,04	0,76	0,223
D-liksoz	1,90	2,09	0,889	2,51	2,46	0,948	2,58	2,28	0,717	1,13	0,10	0,292	3,08	2,62	<0,050
D-malik asit	2,94	3,98	<0,050	1,06	2,89	<0,050	0,59	1,55	<0,050	0,13	2,66	<0,050	0,14	2,50	<0,050
Fruktoz	1,79	1,71	0,458	1,74	0,95	<0,050	1,72	0,87	<0,050	1,74	1,83	0,388	1,54	0,95	<0,050
Fumarik asit	3,15	1,81	<0,050	0,73	1,02	<0,050	0,48	0,75	<0,050	0,19	1,41	<0,050	0,18	1,20	<0,050
Glukonik asit lakton	1,45	1,54	<0,050	1,29	1,34	0,193	1,36	1,15	<0,050	1,34	1,39	0,272	1,19	1,12	0,447
Gliserik asit	1,17	0,49	<0,050	1,29	0,37	<0,050	1,97	0,51	<0,050	0,77	0,74	0,672	1,93	0,63	<0,050
Guanin	3,58	1,82	<0,050	0,63	1,45	<0,050	0,58	1,49	<0,050	2,33	1,51	<0,050	0,70	0,98	0,052
Laktik asit	0,88	0,70	<0,050	0,77	0,83	0,875	1,15	0,98	0,504	0,55	0,95	<0,050	0,51	0,92	0,466
Lizin	0,62	0,63	0,913	0,49	0,82	<0,050	0,59	0,74	<0,050	0,74	0,71	0,899	0,81	0,95	0,199
Maleik asit	0,38	0,29	<0,050	0,36	0,26	<0,050	1,87	0,31	0,372	5,30	0,17	0,104	7,46	0,27	<0,050
Metilmalonik asit	0,52	0,70	<0,050	0,45	0,64	<0,050	0,46	0,66	<0,050	0,51	0,81	<0,050	0,38	0,59	<0,050
N-metilglutamik asit	2,49	1,10	<0,050	2,18	0,85	<0,050	2,30	0,79	<0,050	2,22	1,04	<0,050	2,16	0,77	<0,050

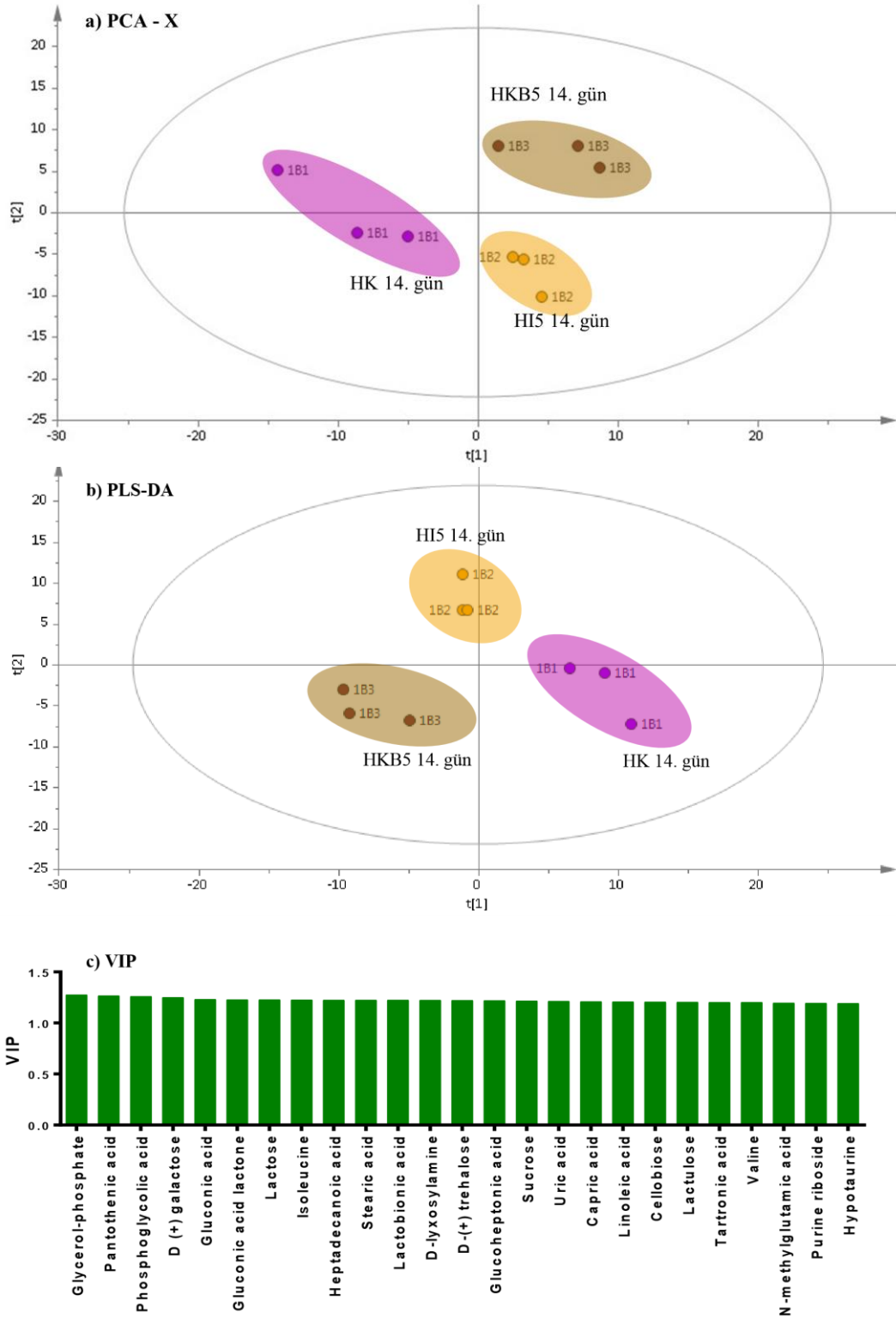
Tablo 4.7. Farklı depolama günlerinde inülin ve karabuğday eklenen badem bazı ürünlerin bazı metabolit değerleri(devamı).

Metabolit	14. gün						28. gün								
	BI s	BK B5	P	BI 7,5	BKB 7,5	P	BI 7,5	BKB 7,5	P	BI s	BKB s	P	BI 7,5	BKB 7,5	P
O-foskolin	0,13	0,07	<0,050	0,11	0,00	<0,050	0,10	0,04	0,108	0,13	0,10	<0,050	0,11	0,02	0,071
Okzalik asit	1,45	1,28	0,139	1,22	0,98	0,119	0,45	0,60	0,453	0,99	1,23	0,515	1,28	0,80	<0,050
Fosfolikolik asit	0,12	0,06	<0,050	0,01	0,01	0,538	0,01	0,03	<0,050	0,15	0,06	<0,050	0,01	0,02	0,351
Piroglutamik asit	2,53	1,12	<0,050	2,40	0,93	<0,050	2,51	0,57	<0,050	2,47	0,70	<0,050	2,26	0,58	<0,050
Pirüvik asit	1,92	0,98	<0,050	1,49	0,80	<0,050	1,16	0,96	0,745	0,89	1,03	0,423	0,03	1,07	<0,050
Sorboz	2,20	1,31	<0,050	2,75	0,97	<0,050	0,94	1,53	<0,050	3,64	1,09	<0,050	2,04	0,73	0,090
Sukroz	0,00	1,95	<0,050	0,00	3,05	<0,050	0,00	4,01	<0,050	0,00	2,30	<0,050	0,00	2,39	<0,050
Tagatoz	1,24	0,00	<0,050	0,45	0,69	0,685	1,23	0,00	<0,050	1,35	0,42	0,090	0,01	0,42	0,381
Trans,trans-mukonik asit	2,64	1,78	<0,050	1,22	0,98	0,429	2,92	0,93	<0,050	3,58	0,59	<0,050	3,06	0,29	<0,050
Tirozin	5,87	0,85	<0,050	2,52	0,60	0,489	6,20	0,83	<0,050	7,26	0,79	<0,050	0,00	0,78	<0,050
Ürasil	2,86	0,21	<0,050	2,06	0,44	<0,050	2,37	0,42	<0,050	3,00	0,51	<0,050	1,98	0,22	<0,050
Üre	0,90	0,62	0,162	0,72	0,86	0,142	0,89	1,39	<0,050	0,81	1,12	<0,050	0,54	0,83	<0,050



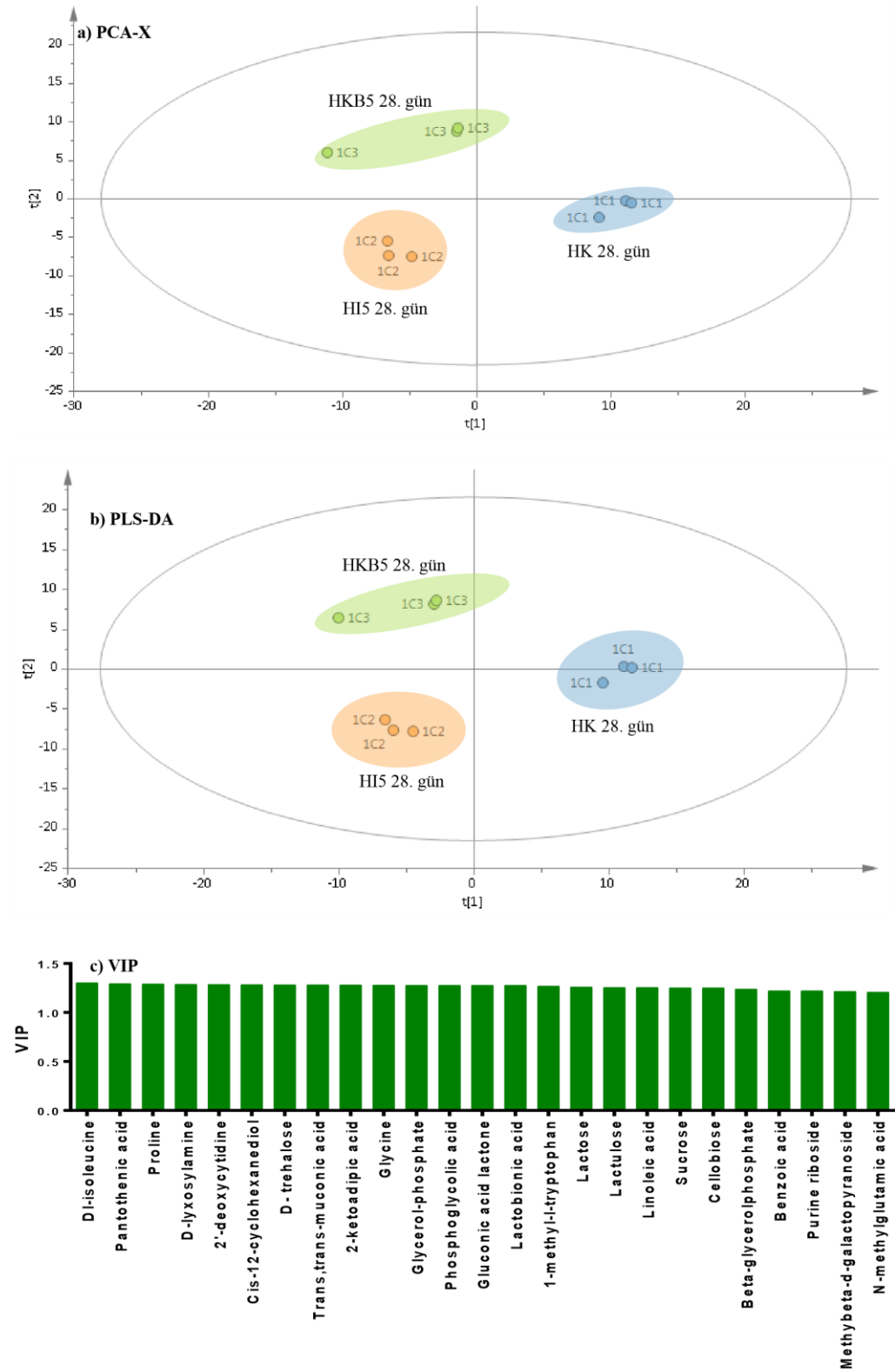
Şekil 4.8. İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



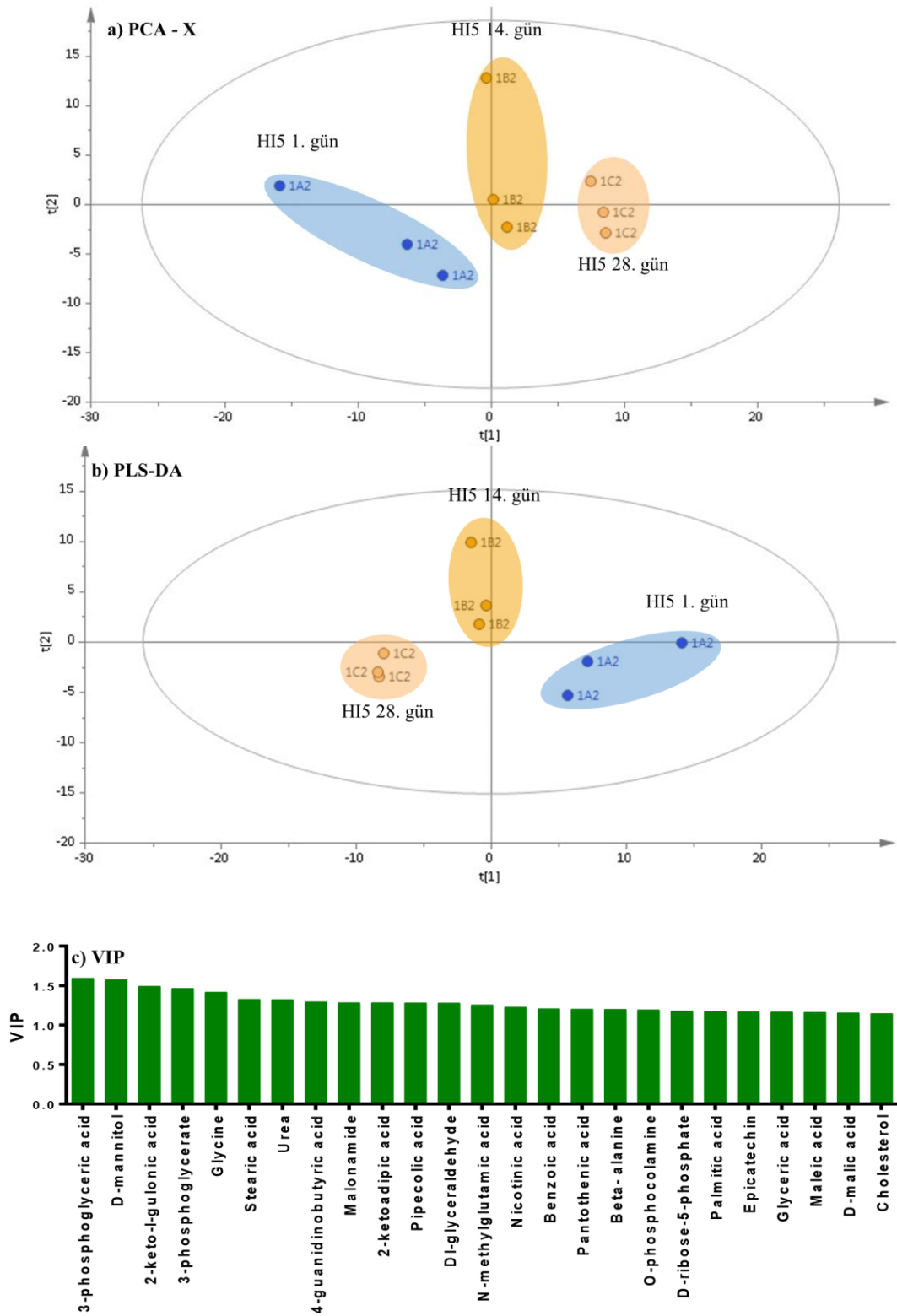
Şekil 4.9. İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



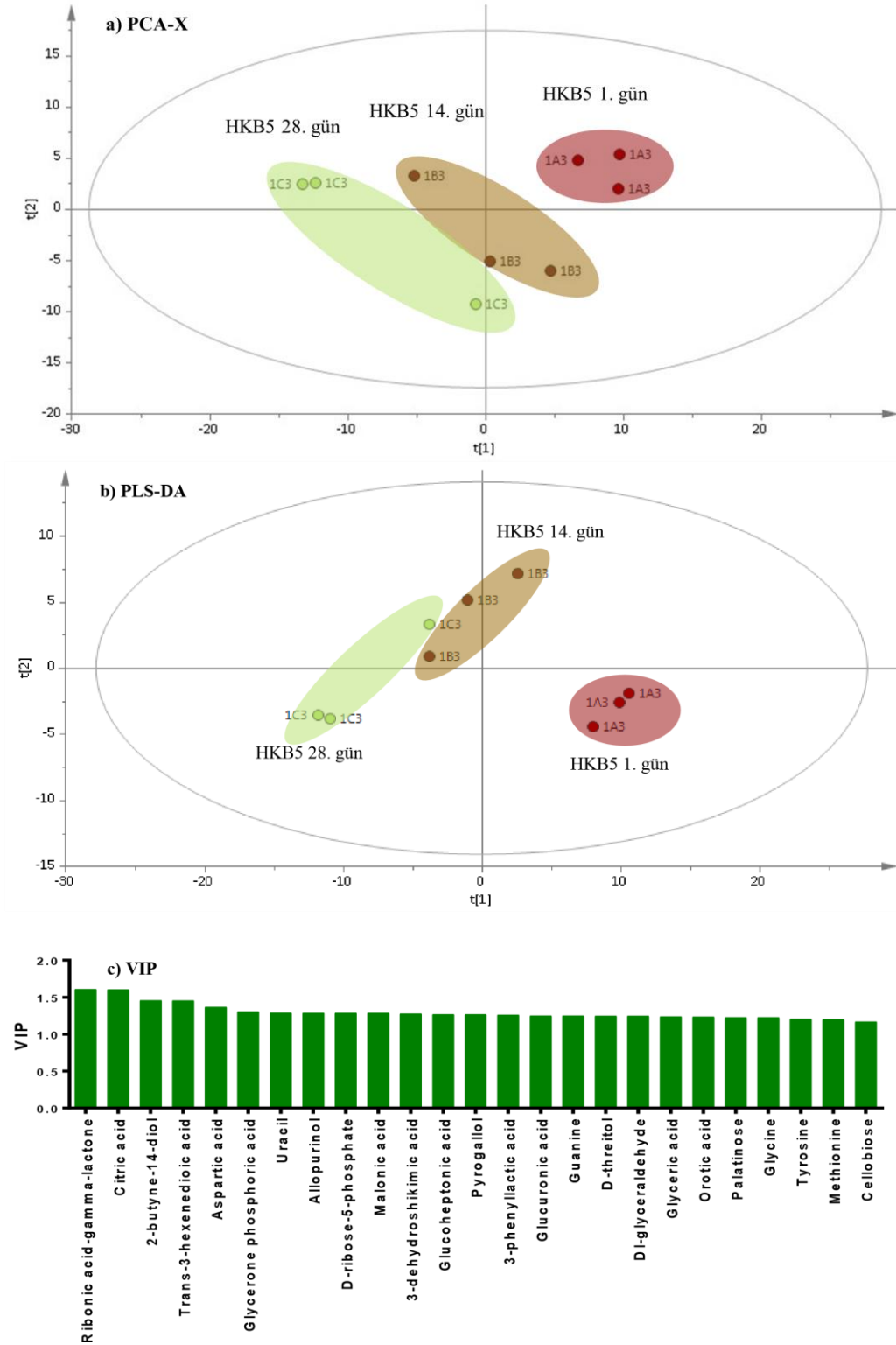
Şekil 4.10. İnek sütüne %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek sütü ürünü ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



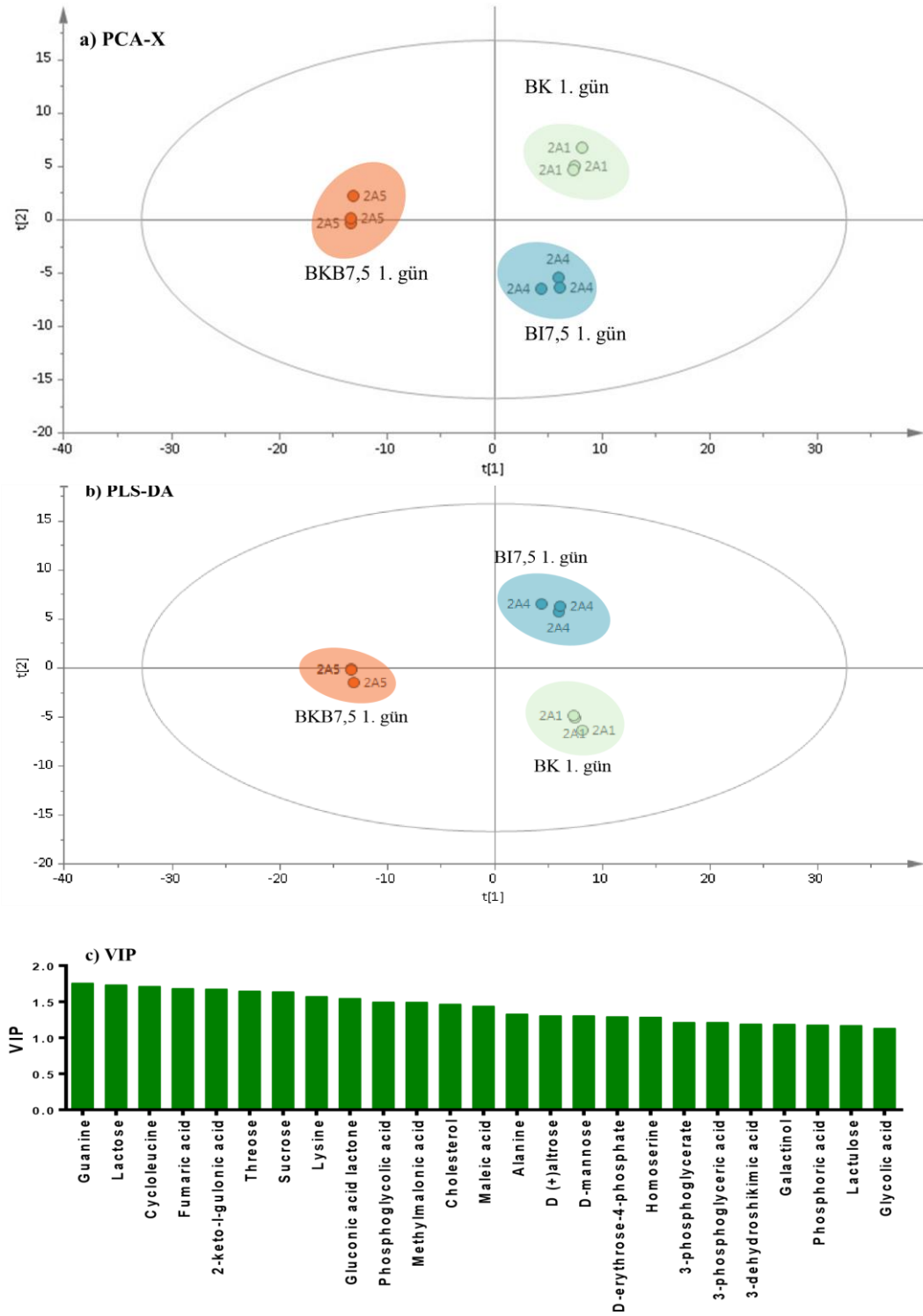
Şekil 4.11. İnek sütüne %5 oranında inülin eklenen ürününün depolama süresine göre karşılaştırması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



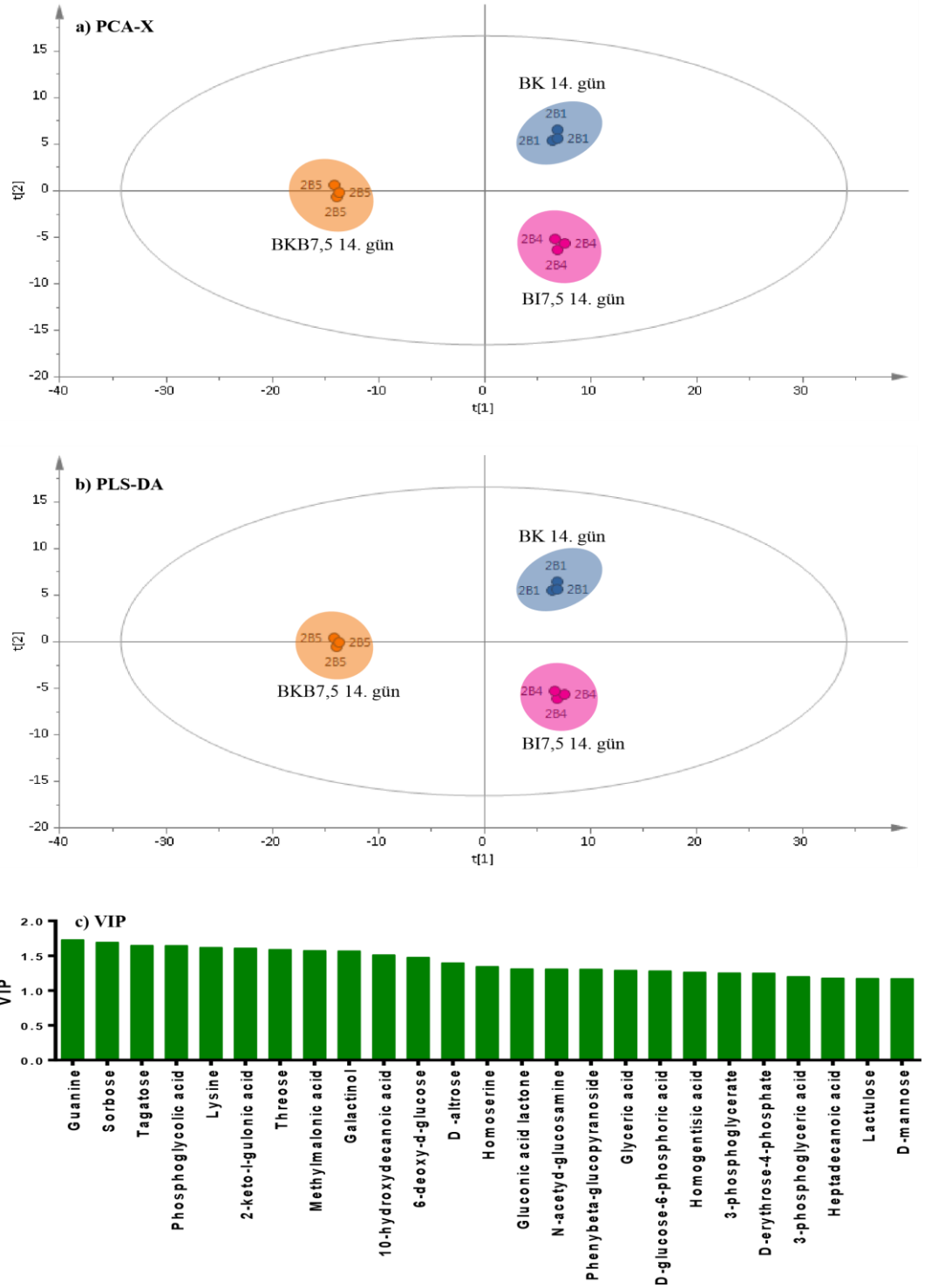
Şekil 4.12. İnek sütüne %5 oranında karabuğday eklenen ürününün depolama süresine göre karşılaştırması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



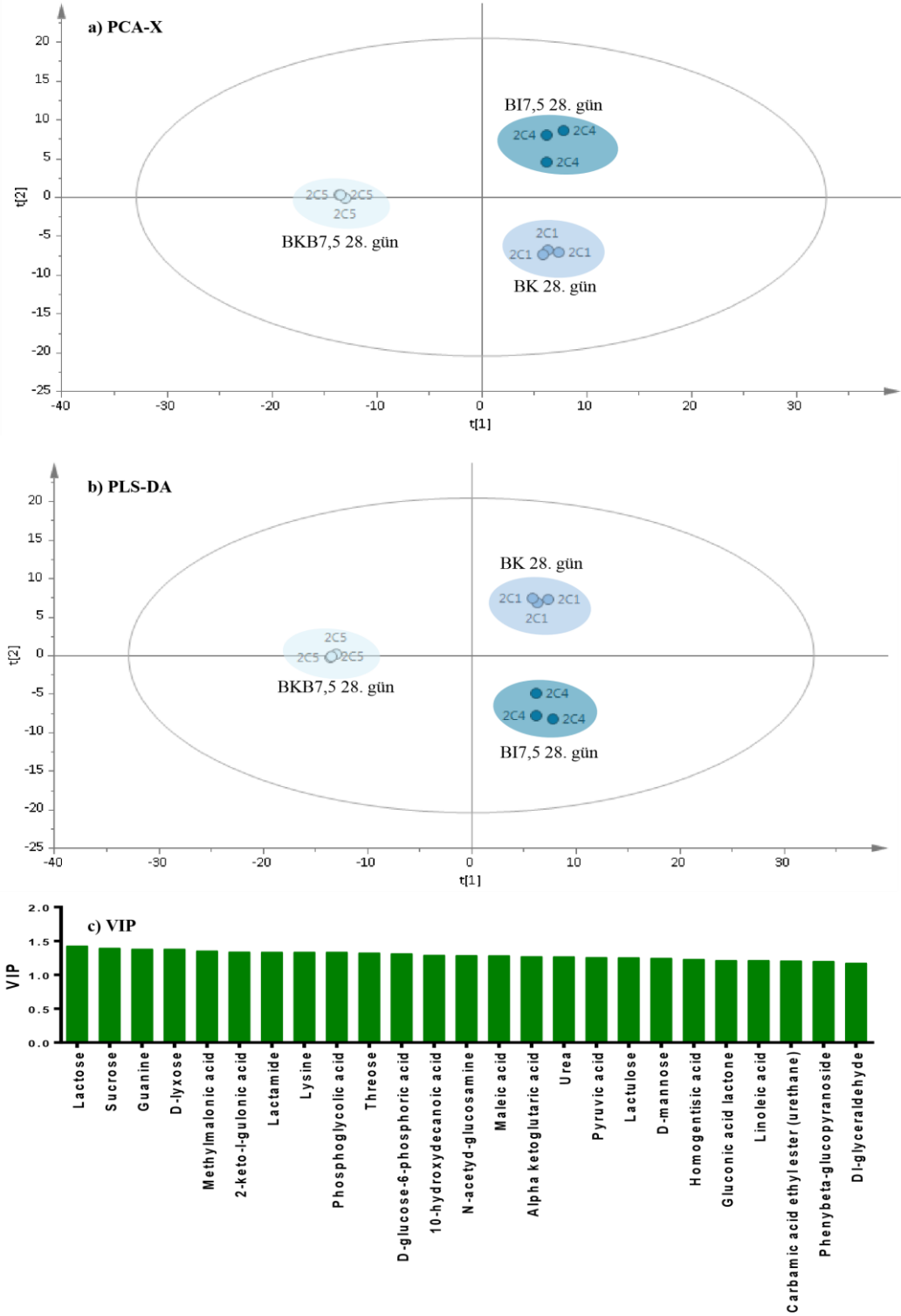
Şekil 4.13. Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



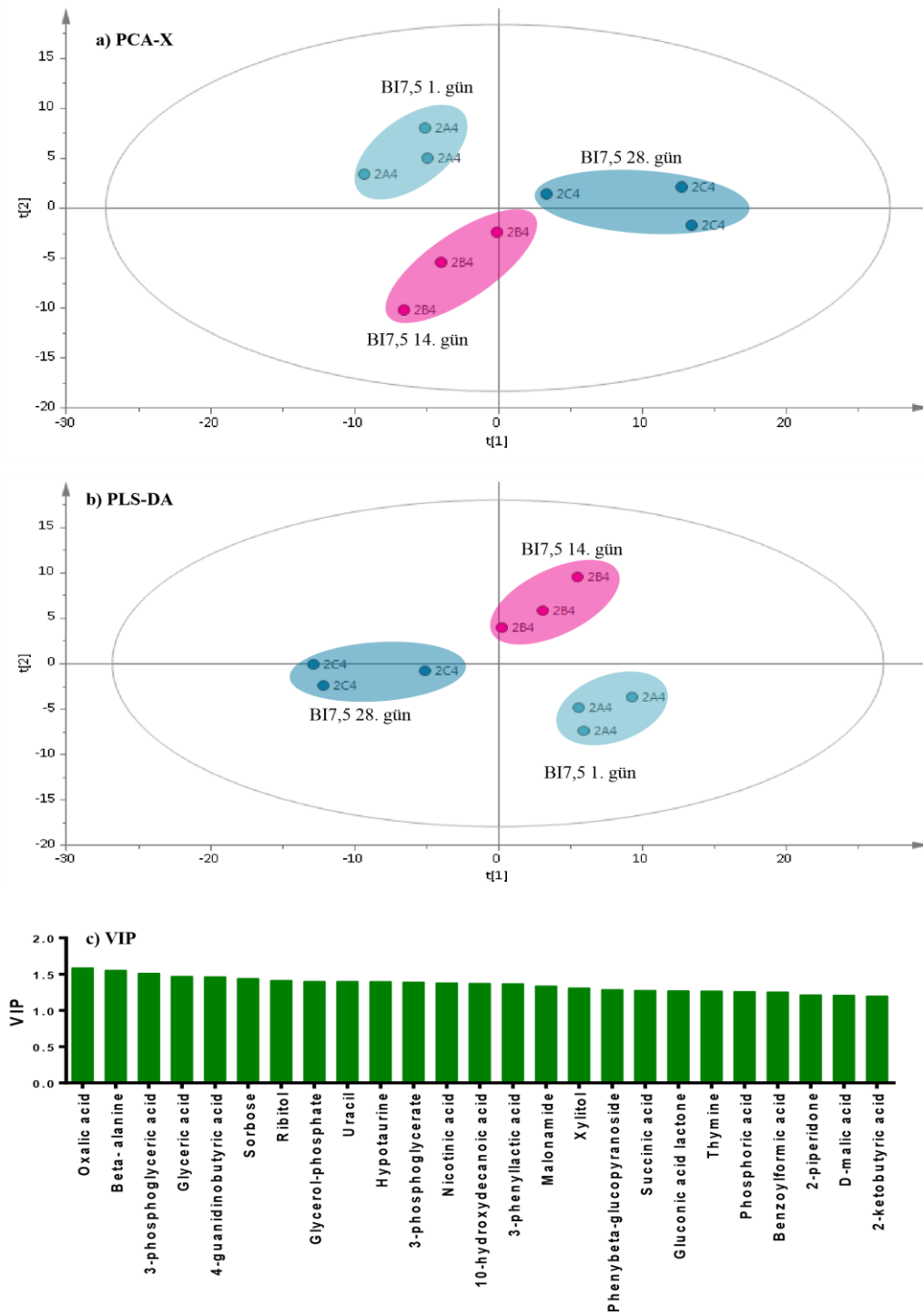
Şekil 4.14. Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



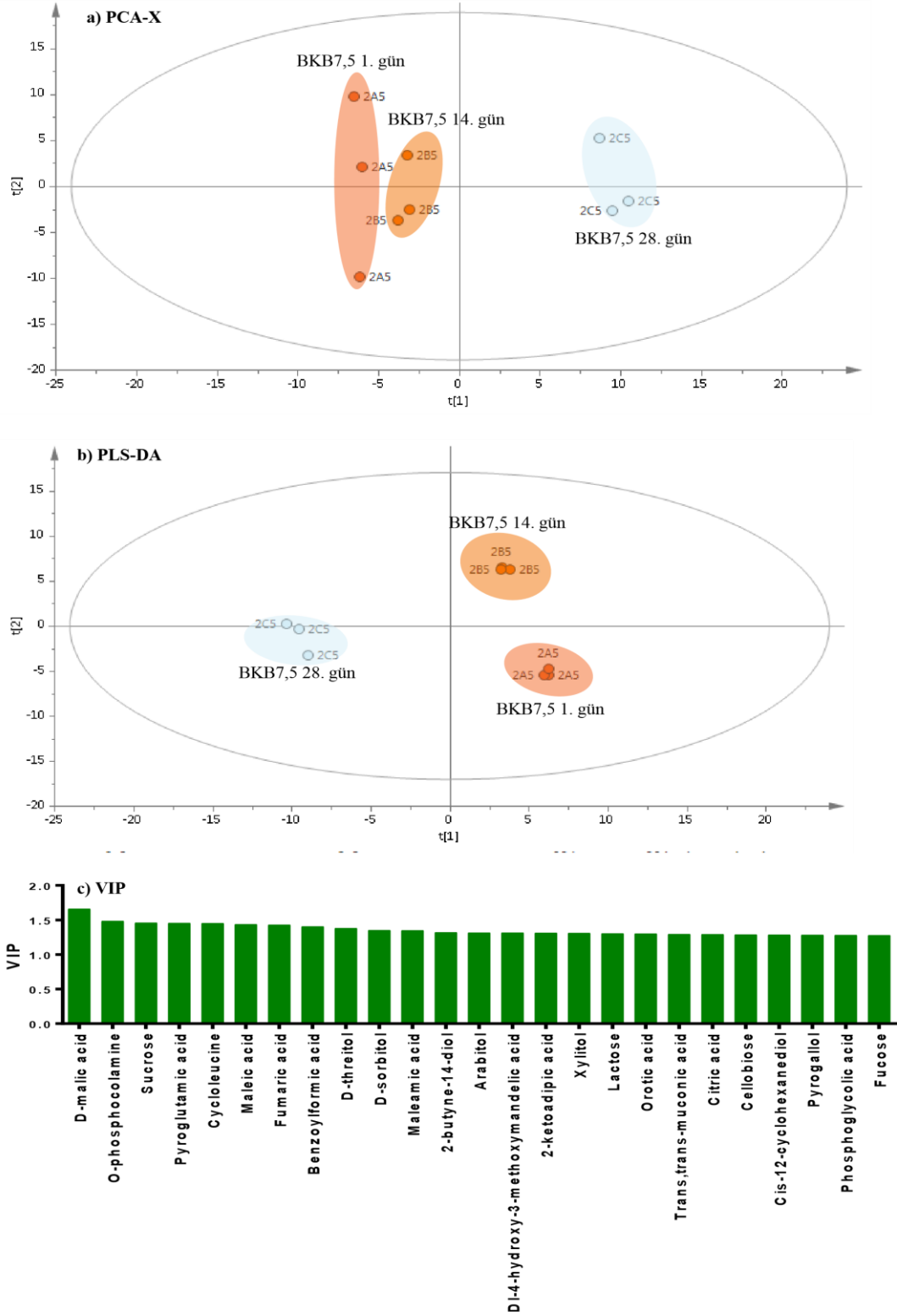
Şekil 4.15. Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



Şekil 4.16. Badem bazlı içeceğin %7,5 oranında inülin eklenen ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)



Şekil 4.17. Badem bazlı içeceğe %7,5 oranında karabuğday eklenen ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması.

(PCA-X: temel bileşen analizi, PLS-DA: kısmi küçük kareler ayırıcı analizi, VIP skorları: projeksiyon için değişken önem skorları)

5. TARTIŞMA

Sağlıklı beslenmeye olan ilgideki artış, fonksiyonel besin pazarında yeni besin alternatifleri ihtiyacını gündeme getirmiştir. Probiyotik potansiyelleri ile fermente süt ürünleri ve prebiyotik potansiyelleri ile ise tahıllar, bu kapsamda en çok ilgi çeken besinler arasında yer almaktadır (2-6). Sağlıklı beslenme farkındalığının artması ve besin tercihlerinin değişmesi ile tüketiciler, bitkisel bazlı fermente besinlere yönelmeye başlamışlardır (51, 56-58). Bu doğrultuda, probiyotik özellik gösteren fermente süt ürünlerine alternatif olarak bitkisel fermente ürünlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gerekçe ile bu çalışmada inek sütü ve badem bazlı içeceklere inülin veya karabuğday eklenerek hem hayvansal hem de bitkisel probiyotik ürünlerin üretilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma karabuğdayın hem inek sütü hem de badem bazlı içecek ile fermantasyonunda inülin ile karşılaştırılabilir düzeyde prebiyotik etkinliğe sahip olduğu ve bu etkinliğin 28 günlük depolama süresince korunabildiği; istenen yoğurt yapısı için gerekli asidifikasyonun inek sütünde hem inülin hem de karabuğday ile daha kolay sağlandığı ancak badem bazlı içekte sadece belirli oranda karabuğday/inülin ile sağlanabildiği; elde edilen fermente ürünlerin tekstür ve reolojik özelliklerinin karabuğday/inülin oranı ve depolama süresine göre değişebildiği; inek sütü ve badem bazlı içekten elde edilen ürünlerin metabolit profillerinin farklı olduğu ve depolama süresince de değişiklik gösterdiği kaydedilmiştir.

5.1. Fermente Besinlerin pH ve Titre Edilebilir Asidite Değerlerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi

Fermente süt ürünlerinin üretiminde pıhtı yapısının oluşumu asidifikasyona dayanmaktadır. Sütte bulunan karbonhidrat (inek sütü için laktoz), heksoz difosfat yolu ile pirüvata, pirüvat ise laktik aside dönüşmekte ve böylece son üründe laktik asit konsantrasyonu artmakta ve pH azalmaktadır (138). Sütün fermantasyon öncesi pastörize edilmesi ile whey proteinleri denatüre olmakta; fermantasyon sırasında oluşan asidite sayesinde pH değerinin kazeinin izoelektrik noktasının altına düşmesi ile de kazein koagüle olarak yoğurdun pıhtı yapısı oluşmaktadır (104, 106, 139). Bu çalışmada inek sütü ile elde edilen fermente ürünlerde laktozun laktik aside

dönüşümü ve kazein koagülasyonu ile istenen yoğurt yapısı elde edilebilmiştir; ancak badem bazlı içeceklerden elde edilen ürünlerde istenen yoğurt yapısı sadece %7,5 oranında inülin veya karabuğday eklenerek sağlanabilmiştir. Literatürde badem bazlı içeceğe inülin veya tahıl eklenmesi ile istenen yoğurt yapısının elde edildiğini gösteren bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bitkisel bazlı içeceklerin fermantasyonunda, Bernat ve arkadaşları (2015)'nin belirttiği üzere, bu içeceklerin karbonhidrat içeriklerinin düşük olması nedeniyle yeterli asidifikasyonun sağlanabilmesi için ilave karbonhidrata ihtiyaç duyulmaktadır (75). Bu doğrultuda, bu çalışmada LAB tarafından parçalanacak laktoz dışında şekerden gelen glukozun kullanılması ile istenilen asidite sağlanmıştır. Bu çalışmada olduğu gibi literatürde de hindistan cevizi bazlı (140) ve inülin eklenen badem bazlı (75) içecekten elde edilen yoğurt benzeri ürünlerin depolama ile asiditenin arttığı kaydedilmiş; ancak asiditenin hayvansal kaynaklı yoğurtlardan daha düşük olduğu gösterilmiştir.

Yoğurt oluşum mekanizmasına göre laktoz ve prebiyotik kaynak aynı ortamda bulunduğu LAB önce laktozu kullanmaktadır. Laktoz miktarı azaldığında ise prebiyotik kaynağa yönelim olmaktadır (117). Bu süreç asidifikasyonu yavaşlatarak yoğurdun kalite özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Yoğurdun asiditesi, sadece duyu kalite ve reolojik özellikler ile değil, aynı zamanda sağlık etkisi de ile yakından ilişkilidir (113). Depolama sırasında aşırı asidifikasyon; yoğurdun tadında aşırı ekşimeye, sinerezise ve depolama ömrünün azalmasına neden olduğundan istenmeyen bir süreçtir (140). Literatürde hayvansal sütlere prebiyotik eklenmesinin post-asidifikasyonu baskıladığına ilişkin bu çalışmanın verilerini destekleyen çalışmalar vardır (5, 105, 111, 113, 119). Yoğurda eklenen prebiyotiklerin post-asidifikasyonu engellemesi, soğuk depolamada fiziksel stabiliteyi artırmaktadır (119). Ancak asiditedeki değişim eklenen prebiyotik türüne ve miktarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, FOS (104), düşük molekül ağırlıklı kitre gumu (110), laktitol (117) ve inülin (118) eklenen sinbiyotik yoğurtlarda asidite daha yüksek bulunmuştur. Literatürde inek sütüne 2 g ve 4 g laktuloz (111) eklenmesi ile asiditedeki azalmanın baskılandığı; 6 g laktuloz (112) eklenmesi ile asiditede değişim olmadığı; 10 g laktuloz (141) eklenmesi ile asiditenin arttığı bildirilmiştir. İnülinin 6, 9, 12, 15 g eklenmesi ile kontrole kıyasla aşırı asiditenin baskılandığı gösteren çalışma (113), bu çalışmadaki kontrole göre inek

sütüne 5 ve 7,5 g inülin eklenmesinin asidifikasyonu baskıladığı sonucu ile uyumludur. Bitkisel bazlı içeceklere eklenen prebiyotiklerin asiditeyle ilişkisine dair bilimsel veriler sınırlıdır. Bernat ve ark. (2015), badem bazlı içeceğe 2 g inülin eklediklerinde pH değerini $4,83 \pm 0,03$ bulurken (75); bu çalışmada 2,5 g inülin eklenen PBYL ürününün pH değeri $4,63 \pm 0,03$ olarak saptanmıştır. Soya bazlı içecek ile yapılan bir çalışmada ise 2 g inülin veya FOS eklenmesinin pH'ta azalmaya neden olduğu gösterilirken (142); bu çalışmada badem bazlı içeceğe eklenen inülin konsantrasyonu arttıkça kontrol ürüne kıyasla asidite artışı ve pH azalması baskılanmıştır.

Yoğurt üretimi sırasında eklenen nişasta gibi su tutucu maddeler; ortamdaki kullanılabilir suyun azalmasına neden olarak LAB'lerinin ortamdaki şekeri metabolize etmelerini güçleştirdiği ve post-asidifikasyonu azalttığı belirtilmektedir (143). Bu çalışmada depolama ile inek sütüne eklenen karabuğday konsantrasyonu arttıkça asidite artışı ve pH'taki azalma baskılanmıştır. Bu bulgu, literatürdeki bazı çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (15, 22). Örneğin, manda sütüne eklenen yulaf miktarı arttıkça pH'nın yükseldiği ve titre edilebilir asiditenin düştüğü (22); inek sütüne eklenen kinoa miktarının artmasının asiditeyi tamponladığı (15) gösterilmiştir. Bu durum olasılıkla manda ve inek sütü proteinlerinin tampon kapasitesinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Ancak yulaf (18, 144), kinoa (8, 12, 13, 145), karabuğday (6), amaranth (9), chia (11), arpa (10) gibi tahılların süt ürünlerine eklendiği çalışmalarda pH'nın azaldığı gösterilmiştir ve bu veriler bu çalışmanın sonuçlarını desteklememektedir. Bu çalışmalarda sütlere eklenen tahılların konsantrasyonunun düşük olması (0,1 – 5 g arasında), asiditeyi tamponlamada yetersiz kaldığını düşündürmektedir. Çünkü süt ürünlerine eklenen tahıllar, son ürünün total kuru madde ve protein içeriğini artırması sayesinde tamponlayıcı etki göstererek pH'nın azalmasını engellemekte ve fermantasyon süresini uzatmaktadır (13, 18). Ancak Lim (21)'in yaptığı çalışmada yulaf oranı yüksek (10 g ve 15 g) olmasına rağmen pH'nın azalması sinbiyotik yoğurtlarda asitlik gelişimi, fermantasyon profili ve post-asidifikasyon süreçlerinin büyük ölçüde kullanılan starter kültür suşuna bağımlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada badem bazlı içeceğe karabuğday eklenmesi ile kontrol ürüne kıyasla asidite artışı ve pH azalması baskılanmıştır. Ancak literatürde bitkisel bazlı içeceklere tahıl

eklenmesi ile yapılan çalışma sınırlı olduğu için sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşamamıştır.

Kullanılan prebiyotiğin özellikleri yanında, kullanılan probiyotik suşların metabolik aktivitelerinin farklı olmasının da asiditeye etkisi bulunmaktadır (118). Örneğin, hindistan cevizi bazlı içeceğin fermantasyonu ile elde edilen fermente içecekte *L.reutrei* DSM 17938 suşunun post-asidifikasyonu baskıladı; ancak *L.reuteri* LR 92 suşunun ise pH'ı daha fazla düşürdüğü saptanmıştır (146). Ayrıca, starter kültür yanında tek bir probiyotik veya farklı probiyotiklerin kombinasyonunun kullanılması da asiditeyi farklı şekilde etkilemektedir. Örneğin, *L.acidophilus* NCDC-13 ve *B.bifidum* NCDC-229 suşlarının kombinasyonunun kullanımının, tek probiyotik kültür kullanımına kıyasla pH'yı daha fazla düşürdüğü gösterilmiştir (108). Bu çalışmada da starter kültürlerin (*S.thermophilus* ve *L.bulgaricus*) yanında probiyotik kültürler (*L.acidophilus* ve *B.animalis*) kullanılarak fermantasyon gerçekleştirilmiştir.

5.2. Fermente Besinlerin Canlı Mikrobiyal Koloni Sayılarına Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi

Starter kültür ve probiyotik bakterilerin bir ortamda büyümesini etkileyen faktörler arasında ortamın oksijen basıncı, büyüme için kullanılan besin ögesi miktarı, post-asidifikasyon, depolama sıcaklığı, depolama süresi ve kullanılan bakteri suşu yer almaktadır (110, 147). Bu çalışmada kullanılan ve starter kültürlerden biri olan *S.thermophilus*, soğuk depolamada ve yüksek asiditede hayatta kalma yeteneğine sahiptir. *Laktobasillus* ve *Bifidobakterium* bakterileri ise tam tersi olarak hem yüksek asiditeye hem de soğuk depolamaya karşı duyarlıdırlar (18, 138). Bu bilgi ile uyumlu olarak, bu çalışmada son depolama günü dahil (BK hariç) olmak üzere tüm ürünlerde *S.thermophilus* sayısı diğer bakterilerden daha yüksek bulunmuştur. Kullanılan prebiyotikler (104, 110-112, 117-119, 141) veya tahıl ürünleri (5, 8, 12, 14, 18, 21, 144) ise bakteriler için ek karbon ve azot kaynağı olarak büyümelerini pozitif yönde etkilemektedir. Kullanılan prebiyotiklerin (FOS, GOS, laktuloz, inülin gibi) ve kullanım miktarlarının *L.paracasei* (117), *L.cremonis*, *L.lactis*, *B.lactis* (141), *L.acidophilus* (104, 105) ve *B.bifidum* (105, 110, 118) kolonizasyonunu etkilediği gösterilmiştir. Tahıllar ise *LAB*'lerinin büyüebilmesi

için fermente edilebilir şeker, amino asit, posa, vitamin ve mineral gibi gerekli öncü bileşikleri içermektedirler. Süt ürünlerinde yapılan çalışmalarda yulaf (18, 20, 21, 144), kinoa (8, 12, 14), arpa (138, 144), amaranth (9) ve chia (11) gibi tahılların fermantasyonda kullanılması ile probiyotik sayısının arttığı gösterilmiştir. Literatürdeki çalışmaların sonuçları, bu çalışmadan elde edilen sonuçları desteklemektedir. Bu çalışmada inülin ve karabuğday eklenen inek sütü ürünlerinin 28 günlük depolama süresi boyunca toplam starter kültür sayıları, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine (47) göre tüketim anında yoğurtta bulunması gereken starter bakteri alt limitin (1×10^7 kob/ml) üzerinde bulunurken; tüm ürünlerin toplam probiyotik kültür sayısı ise Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliğine (82) göre probiyotik beyanı için gerekli probiyotik mikroorganizma alt limitinin (1×10^6) oldukça üzerinde bulunmuştur (bkz. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).

Yoğurt starter kültürlerinden biri olan *S.thermophilus*, kullanılan hayvansal veya bitkisel kaynaklı substrat türünden etkilenebilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, inek sütünden elde edilen yoğurtlarda *S.thermophilus* sayısının depolama süresince kademeli olarak azaldığı gösterilmiştir (115, 116, 148). Ayrıca *S.thermophilus* sayısı depolamanın 14. gününde artıp son depolama günü olan 28. gününde azaldığını gösteren bir çalışma da mevcuttur (111). Ancak bu çalışmada, inek sütünden elde edilen kontrol üründe *S.thermophilus* sayısı depolamanın 14. gününde azalıp 28. gününde hafif artmıştır. Bitkisel bazlı içeceklerin *S.thermophilus* ile fermantasyonuna ilişkin çalışma sayısı çok sınırlıdır. Badem bazlı içeceğin fermantasyonu sonucunda *S.thermophilus* sayısının 28 günlük depolama boyunca kademeli azaldığını gösteren çalışma (75), bu çalışmadaki badem bazlı içecekten elde edilen kontrol ürüne ilişkin sonuçlar ile uyumludur.

Fermantasyonda kullanılan prebiyotik türü ve miktarı, *S.thermophilus* sayısını etkilemektedir (111). İnek sütüne laktulozun 4 g (111) ve 6 g (112) eklenmesi ile *S.thermophilus* sayısını azalttığı saptanmıştır. Delgoda-Fernandez ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışmada, kullanılan FOS, GOS ve laktuloz miktarı arttıkça 28 günlük depolama süresince *S.thermophilus* sayısının azaldığı gösterilmiştir (111). Bu çalışmada ise depolamanın 1. ve 28. gününde inek sütüne eklenen inülin konsantrasyonu arttıkça *S.thermophilus* sayısı artmıştır. Badem bazlı içeceklerden elde edilen ürünlerde ise tüm depolama günlerinde eklenen inülin

konsantrasyonu arttıkça *S.thermophilus* sayısı artmıştır. Soya bazlı içeceğin 2 g inülin veya FOS ile fermente edildiği çalışmada 28 günlük depolama ile *S.thermophilus* sayısı azalırken (142); bu çalışmada 7,5 g inülin ve 5 g karabuğday eklenen PBYL ürünlerinde *S.thermophilus* sayısının 28 günlük depolama sürecinde azaldığı gösterilmiştir.

Fermantasyonda kullanılan tahıl türü ve miktarı da *S.thermophilus* sayısını etkilemektedir. Fermantasyon sırasında yulaf eklenmesinin *S.thermophilus* sayısını, depolamanın ortasında (5-7.gün) artırıp, depolamanın sonunda (14-15.gün) azalttığı gösterilmiştir (18, 22). Bir başka çalışmada ise, eklenen yulafın *S.thermophilus* sayısını depolamanın 7. gününde artırdığı; depolamanın son gününde (21. gün) ise azalttığı gözlemlenmiştir (5). Kinoanın kullanıldığı çalışmalarda ise, *S.thermophilus* sayısının depolamanın ortasında (7.gün) artıp depolama sonunda (14.gün) azaldığı (12); ve 28 günlük depolama süresince azaldığı (13) gösterilmiştir. Bu çalışmada ise inek sütüne 2,5 g ve 5 g karabuğday eklenen fermente ürünlerin *S.thermophilus* sayısı depolamanın 14. gününde azalırken depolamanın 28. gününde hafif artmıştır. İnek sütüne 1,5 g ve 3 g karabuğday kabuğu eklenmesi ile *S.thermophilus* sayısı kontrole göre yüksek bulunmuştur (6). İnek sütünden elde edilen yoğurda 4 g tartary karabuğdayın eklenmesi ile *S.thermophilus* sayısının en yüksek düzeye ulaştığı gösterilmiştir (149). Bu çalışmada ise inek sütünden elde edilen fermente ürünlerden 5 g karabuğday eklenen ürünün *S.thermophilus* sayısı kontrol ürüne ve depolamanın 1. ve 28. günlerinde diğer karabuğday eklenen ürüne göre en yüksek bulunmuştur. Bu çalışmanın PBYL ürünlerinde depolamanın 28. gününde karabuğday eklenen ürünlerin *S.thermophilus* sayısı kontrol bitkisel ürünlerden daha yüksek olduğu saptanırken literatürde bitkisel bazlı içeceklere tahıl eklenmesi ile yapılan çalışma sınırlı olduğu için sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Diğer bir starter kültür olan *L.bulgaricus* da fermantasyonda kullanılan substratın türünden ve depolama süresinden etkilenmektedir. Literatürde inek sütünden elde edilen yoğurtların *L.bulgaricus* sayısının 21 günlük (116) ve 28 günlük (111) depolama sonunda kademeli olarak azaldığını; 28 günlük depolama ile arttığını (148) gösteren çalışmalar mevcuttur. Literatürde bitkisel bazlı içeceklerin *L.bulgaricus* ile fermantasyonunu araştıran çalışma ise sınırlıdır. Hindistan cevizi bazlı bitkisel içeceğin nişasta eklenerek fermente edildiği çalışmada, eklenen nişasta

miktarının yüksek olmasının *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* koloni sayısında azalma ile sonuçlandığı gözlemlenmiştir (140). Bu durum, nişastanın su tutucu özelliği nedeniyle ortamda az miktarda su bulunmasının bakterilerin büyümesini olumsuz etkilemesinden kaynaklanmaktadır (143).

Fermantasyonda kullanılan prebiyotik türü ve miktarı da, *L.bulgaricus* sayısını etkilemektedir (111). İnek sütüne 4 g (111) ve 6 g (112) laktuloz eklenmesinin 28 günlük depolama ile *L.bulgaricus* sayısını arttırdığı saptanırken; bu çalışmada inülin eklenen fermente ürünlerde 28 günlük depolama sonunda *L.bulgaricus* sayısı azalmaktadır. Depolamanın 1. ve 7. gününde eklenen laktuloz miktarı arttıkça *L.bulgaricus* sayısı artarken; 14., 21. ve 28. gününde azaldığı gösterilmiştir (111). Bu sonuçlar ile benzer şekilde, bu çalışmada da inek sütüne eklenen inülin konsantrasyonu arttıkça *L.bulgaricus* sayısı depolamanın 1. gününde artmış; 28. gününde ise azalmıştır. Bitkisel bazlı içeceklere örnek gösterilebilecek bir çalışmada, soya bazlı içecek 2 g inülin veya FOS ile fermente edildiğinde 28 günlük depolama süresince *L.bulgaricus* sayısının azaldığı gösterilmiştir (142). Benzer şekilde bu çalışmada da inülin eklenen tüm PBYL ürünlerinde *L.bulgaricus* sayısı 28 günlük depolama sürecinde azalmıştır.

Fermantasyon sırasında kullanılan tahıl türü ve miktarı da, *L.bulgaricus*'un büyümesinde önemli rol oynayabilmektedir (6). İnek sütüne kinoa eklenerek fermente edildiği bir çalışmada *L.bulgaricus* sayısının depolama ile arttığı gösterilmiştir (12). Bu çalışmada ise *L.bulgaricus* sayısında HKB2,5 ürününde 28 günlük depolama süresince azalma; HKB5 ve HKB7,5 ürünlerinde ise depolamanın 14. gününde azalma, depolamanın 28. gününde ise hafif artış saptanmıştır. Badem bazlı içecekten elde edilen PBLY ürünlerinden BKB2,5 ve BKB7,5'te *L.bulgaricus* sayısı depolamanın 14. gününde azalmış, 28. gününde ise artmıştır. Literatürde bu sonuçları destekleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bir çalışmada, karabuğday kabuğu (1,5 ve 3 g) eklenmesinin *L.bulgaricus* sayısını kontrole göre arttığı gösterilmiştir (6). Ayrıca tartary karabuğdayın 10 g eklenmesi *L.bulgaricus* sayısı üzerinde artırıcı etki gösterirken; 12 g eklenmesinin azaltıcı etkisi olduğu bulunmuştur (149). Bu çalışmada *L.bulgaricus* sayısını artırıcı etki depolamanın 1. gününde 7,5 g karabuğday; diğer depolama günlerinde ise 5 g karabuğday eklenen inek sütünden elde edilen ürünlerde gözlemlenmiştir. Bitkisel bazlı ürünlerde ise depolamanın 14.

ve 28. günlerinde karabuğday oranı arttıkça *L.bulgaricus* sayısı azalmakta olup literatürde bitkisel bazlı içeceklere tahıl eklenmesi ile yapılan çalışma sınırlı olduğundan sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Bu çalışmada kullanılan probiyotik mikroorganizmalardan biri *L.acidophilus*'tur ve bu bakterinin kolonizasyonu da fermantasyon sırasında kullanılan sütün türü ve depolama süresinden etkilenmektedir. Keçi sütü (18) ve inek sütü (5) ile yapılan çalışmalarda *L.acidophilus* sayısının depolamanın 7. gününde arttığı, depolamanın 14. ve 21. günlerinde ise azaldığı gösterilmiştir. Bitkisel bazlı içecek ile yapılan çalışmada, badem bazlı içeceğin fermantasyonu sonucunda *L.acidophilus* sayısının depolamanın 7. ve 14. gününde artarken 21. gününde azaldığı gösterilmiştir (150). Bu çalışmaların aksine inek sütü (105) ve hindistan cevizi bazlı içeceğin (142) kullanıldığı çalışmalarda *L.acidophilus* sayısının 28 günlük depolama süresince kademeli olarak azaldığı da gösterilmiştir. Bu sonuçlar, bu çalışmada inek sütü ile elde edilen kontrol ürün ve badem bazlı içecek ile elde edilen kontrol üründe gözlenen sonuçlar ile uyumludur.

Fermantasyonda kullanılan prebiyotığın türü de depolama süresince *L.acidophilus* vb. probiyotik bakteri sayısını etkilemektedir. İnek sütününün 2 g FOS eklenerek fermente edildiği bir çalışmada 28 günlük depolama ile *L.acidophilus* sayısının azaldığı gösterilmiştir (105). İnek sütüne 3 g FOS eklenerek fermente edildiği başka bir çalışmada ise starter kültürler ve *L.acidophilus* sayısının depolamanın 7. ve 14. gününde artarken, 21. gününde azaldığı gösterilmiştir (104). Benzer şekilde, bu çalışmada da 2,5 ve 7,5 g inülin eklenen inek sütü ürünlerinde *L.acidophilus* sayısı depolama ile azalmış; 5 g inülin eklenen inek sütü ürününde *L.acidophilus* sayısı depolamanın 14. günü artmış ancak 28. gününde azalmıştır. Bitkisel bazlı içecekler ile yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, Muncey ve arkadaşlarının (2021) yaptığı çalışmada badem bazlı içeceğe 2 g kısa zincirli veya uzun zincirli inülin eklenmesinin, depolama sonunda başka bir probiyotik bakteri olan *L.rhamnosus* GR-1 canlılığının inülin eklenmeyen örneğe göre daha yüksek olmasını sağladığı gösterilmiştir (151). Başka bir çalışmada ise soya bazlı içeceğe 2 g inülin veya FOS eklendiğinde *L.acidophilus* kolonizasyonun *S.thermophilus* varlığında daha iyi olduğu gösterilmiştir (142). Bunun aksine bu çalışmada, inülin eklenen badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerde *L.acidophilus* sayısı kontrol

üründen daha düşük bulunmuştur. Ancak bu durumun fermente ürünlerdeki *L.acidophilus*'un soğuk depolamaya karşı duyarlı olması ve inülinin su tutucu etkisinin canlılığını olumsuz etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada probiyotik mikroorganizma olarak kullanılan *L. acidophilus* sayısının fermantasyon sırasında eklenen tahıllardan nasıl etkilendiği incelendiğinde, 2,5 g karabuğday eklenen inek sütü ürününde depolama süresindeki *L.acidophilus* sayısının önce arttığı depolamanın sonunda ise azaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, fermantasyon sırasında kinoa kullanılması ile *L. acidophilus* sayısının depolamanın 14. gününde arttığı 28. günde azaldığını gösteren çalışmanın sonuçları ile uyumludur (13). Bu çalışmada badem bazlı içeceğe karabuğday eklenen ürünlerin *L.acidophilus* sayısı tüm depolama günlerinde kontrol ürününe göre daha düşük bulunmuştur ve BKB5 ürününün *L.acidophilus* sayısının depolama ile azaldığı saptanmıştır. Literatürde bu konuda yapılan çalışma sınırlı olduğu için sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Bu çalışmada kullanılan diğer probiyotik mikroorganizma olan *B.animalis* çoğalması da fermantasyonda kullanılan süt türünden ve depolama süresinden etkilenebilmektedir. Farklı hayvan sütleri kullanılarak yapılan çalışmalarda *B.animalis* sayısının depolamanın 7. gününde arttığı ancak 14. gününde azaldığı gösterilmiştir (18, 110). Keçi sütünden elde edilen fermente ürününde depolamanın 14. günü artan ve 28. günü azalan *B.animalis* sayısının; inek sütünden elde edilen fermente üründe ise, bu çalışmada olduğu gibi, 28 günlük depolama süresince azaldığı gösterilmiştir (105). Manda sütü kullanıldığında ise *B.animalis* sayısının 8 günlük depolama ile azaldığı gösterilmiştir (118). Bu çalışmada badem bazlı içecekten elde edilen üründe *B.animalis* sayısının depolamanın 14. gününde arttığı, 28. gününde ise azaldığı bulunmuştur. Literatürde bitkisel bazlı içeceklere *B.animalis* eklenerek yapılan çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada probiyotik olarak kullanılan *B.animalis* sayısına, prebiyotiklerin etkisi incelendiğinde, literatürde inek sütü 2 g FOS eklenerek fermente edildiğinde oluşan üründeki *B.bifidum* sayısının 28 günlük depolama sürecinde azaldığı gösterilmiştir (105). Benzer şekilde bu çalışmada da 2,5 g inülin eklenerek üretilen inek sütü ürününde *B.animalis* sayısı 28 günlük depolama sürecinde azalmıştır.

İnülin, *B.animalis* için tercih edilen bir substrattır ve eklenen inülin miktarı arttıkça (0,2 g – 0,6 g) 16 günlük depolama boyunca kontrol ürününe göre *B.bifidum* sayısı artmaktadır (118). Benzer şekilde, 0,5 g inülin eklenmesi ile üretilen üründe *B.bifidum* sayısının depolamanın 7. ve 14. gününde arttığı ancak 21. gününde azaldığı gösterilmiştir (110). Bu çalışmada daha yüksek miktarda (5 ve 7,5 g) inülin eklenen inek sütü ürünlerinde *B.animalis* sayısının depolamanın 14. günü artarken 28. gününde azaldığı gözlenmiştir. Badem bazlı içeceklere inülin eklenerek elde edilen fermente ürünlerde *B.animalis* sayısı tüm depolama günlerinde kontrol ürününe göre daha düşük bulunmuştur. Literatürde bu konuda yapılan çalışma sınırlı olduğu için sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ancak bu durumun fermente ürünlerdeki *B.animalis*'un fermantasyon ve depolama sırasında canlılığını sürdürme kapasitesinin düşük olması ve inülinin su tutucu etkisinin canlılığını olumsuz etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada probiyotik olarak kullanılan *B.animalis* sayısına, tahılların etkisinin incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Bir çalışmada fermantasyon sırasında kinoa kullanılması ile *B.bifidum* sayısının depolamanın 14. gününde arttığı, 28. gününde ise azaldığı gösterilmiştir (13). Bu sonuçlar bu çalışmada sadece 2,5 g karabuğday eklenen inek sütü ürününe depolama süresince *B.animalis* sayısında gözlenen değişim ile uyumludur. Kurtuldu ve Özcan'ın (138) fermantasyonda 0,1 g arpa veya yulaf β -glukanı eklediklerinde tüm örneklerin *B.lactis* Bb-12 sayısının depolamanın 21. gününe kadar azaldığı, depolamanın 28. gününde artış eğilimi gösterdiği kaydedilmiştir. Bu çalışmada da *B.animalis* sayısı 7,5 g karabuğday eklenen inek sütü ürününe depolamanın 14. gününde azalırken depolamanın 28. gününde artmaktadır. Bu durum, inek sütüne karabuğday eklenen ürünlerin depolama süresindeki *B.animalis* sayısı değişiminin karabuğday miktarından etkilendiği şeklinde yorumlanmıştır. Badem bazlı içeceklere karabuğday eklenen ürünlerde *B.animalis* sayısı tüm depolama günlerinde kontrol ürününe göre daha düşük bulunmuştur. Literatürde bu konuda yapılan çalışma sınırlı olduğu için sonuçların karşılaştırılabileceği bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ancak bu durumun fermente ürünlerdeki *B.animalis*'un fermantasyon ve depolama sırasında canlılığını sürdürme kapasitesinin düşük olması ve karabuğdayın su tutucu etkisinin canlılığını olumsuz etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerde inülin, post-asidifikasyonu baskılamasına rağmen probiyotik bakterilerin depolama sırasındaki canlılığının azalması, kullanılan probiyotik suşun farklı etkilerinden kaynaklanabilmektedir. Örneğin, hindistan cevizi bazlı içeceğin farklı *L.reuteri* suşları ile fermente edildiği bir çalışmada kullanılan suşların değişimi asidite üzerinde farklı etki yaparak probiyotik bakterinin canlılığını etkilemektedir. Çalışmada DSM 17938 suşu post-asidifikasyonu baskıladığından depolama sırasında suşun canlılığındaki azalma LR 92 suşuna göre daha düşük saptanmıştır (146). Bu çalışmada *B.animalis* sayısı ise tüm karabuğday eklenen PBYL ürünlerinde depolamanın 28. gününde daha yüksektir. Bu sonuç, karabuğdayın badem bazlı içekte *B.animalis* probiyotik bakterisinin canlılığını desteklediğini göstermektedir. Badem bazlı içeceğin %2 ve %4 oranında kısa zincirli ve uzun zincirli inülin eklenerek fermente edildiği bir çalışmada, 2 g inülin eklenmesinin depolama süresince probiyotik bakteri *L.rhamnosus* GR-1 suşunun canlılığını desteklediği gösterilmiştir (151).

5.3. Fermente Besinlerin Reolojik Özelliklerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi

Fermente süt ürünü olan yoğurt heterojen bir protein matriksine sahiptir. Bu durum yoğurdun reolojik olarak frekans bağımlı profile sahip olmasına yol açmaktadır. Kompleks modülüs (G^*) değeri, örneğe uygulanan deformasyona (strain) karşı gösterdiği direnci ifade etmek için kullanılır ve örneklerin elastik (storage, G') ve viskoz (loss, G'') modülüslerini yansıtarak viskoelastik doğasını belirlemede etkilidir. Yapılan çalışmalarda G^* değerinin yüksek olmasının örneklerin viskoelastisitesini artırdığı gösterilmiştir (100, 101, 142, 152). Bu çalışmada üretilen tüm fermente ürünlerin frekans bağımlı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Costa ve arkadaşlarının (101) yaptığı bir çalışmada süte prebiyotik eklenmesinin, özellikle de inülin eklenmesinin, G^* değerini artırarak katılığı artırdığı gösterilmiştir. Bu çalışmada da inek sütünün inülin eklenerek fermente edilmesiyle elde edilen fermente ürünlerden HI7,5 ürününün G^* değeri depolamanın 1. ve 28. günlerinde en yüksek bulunmuştur. Bu çalışmanın aksine, Heydari ve arkadaşlarının (103) yaptığı çalışmada kontrol yoğurt örneğinde G^* değeri daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada karabuğday eklenerek fermente edilen inek sütü fermente

ürünlerinde ise G^* değeri tüm depolama günlerinde HK ürününden daha düşük bulunmuştur. Depolama süresinde ise sadece HI5, HI7,5 ve HKB5 ürünlerinin G^* değeri artmıştır. Bu durum, soğuk depolama ile yoğurtta bulunan protein matriksini oluşturan bağların entropisinin artışı ile ilişkilendirilmektedir (148). Bitkisel bazlı içeceklerden soya bazlı içeceğe %2 veya %4 oranında eklenen inülin veya FOS'un, *S.thermophilus* ve *L.acidophilus* varlığında daha yüksek G^* değeri oluşturduğu ve bu örneklerde katılığının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (142). Bu çalışmada PBYL ürünlerinde G^* değeri tüm depolama günlerinde BK ürününden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, badem bazlı içeceğe eklenen karabuğday oranı arttıkça tüm depolama günlerinde G^* değeri artmıştır. Bu sonuçlar; soya bazlı içecek ile yapılan ve G^* değerinin uygulanan frekans değeri arttıkça arttığını gösteren çalışma sonuçları ile uyumludur (152).

Power law modellemesi değerlendirildiğinde, literatürde depolama ile shear viskozite değerinin arttığı, akış davranış indeksi (n) değerinin ise azaldığı gösterilmiştir (148). Akış davranış indeksi (n) değerindeki azalma, elastikiyet ile ilişkilendirilen storage modülüs (G') değerinin artması ile açıklanmaktadır (148). Bu çalışmada da en yüksek shear viskozite değeri, HKB7,5 ve BKB2,5 ürünleri hariç tüm ürünlerde depolamanın son günü ölçümlerinde kaydedilmiştir ve akış davranış indeksi (n) değeri tüm ürünlerde depolama ile birlikte azalmıştır. Bu durum, üretilen fermente ürünlerin elastik özelliklerinin viskoz özelliklerinden daha yüksek olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Ürünlerin akış davranış indekslerinin (n) birbirine yakın olması ise tüm fermente ürünlerde jel yapısını oluşturan zayıf ve kuvvetli protein interaksiyon kuvvetlerinin benzer olduğunu göstermektedir (148).

5.4. Fermente Besinlerin Tekstürel Özelliklerine Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi

Elde edilen son ürünlerin duyuşal olarak kabul edilebilirliği ve reolojik özellikleri; ürünün sıklık, konsistens, iç yapışkanlık ve viskozite gibi tekstürel (dokusal) özelliklerinden etkilenmektedir. Besinin tekstürel özellikleri; besin alımı ve tokluk ile doğrudan ilişkili olduğundan ürün geliştirmede tekstürel parametreler dikkate alınmaktadır (99). Tekstürel parametreler yoğurdun yağ, protein, nem, kuru madde gibi besin ögesi kompozisyonundan etkilenmektedir (18). Bu parametreleri

iyileştirmede kullanılan stabilizatörler, emülsiyon veya kolloidal dispersiyonlarda uzun süreli fiziksel stabiliteyi sağlayan maddelerdir. Ancak gıda katkı maddesi içermeyen doğal besinleri tüketme eğiliminin artması ile farklı amaçlarla kullanılan doğal bileşiklerin stabilizatör olarak kullanılması da gündeme gelmiştir. Böylelikle stabilizatör olarak eklenen bileşikler, hem ürünün raf ömrünü ve stabilitesini artırmakta hem de sağlık üzerine yararlı etkileri bulunmaktadır. Bu doğrultuda ortaya çıkan tekstür geliştirici yeni yöntem ise diyet posa bileşenlerinin kullanımudur (153). Bu nedenle eklenen tahıl ürünleri ve prebiyotikler, yoğurdun tekstürel parametrelerini iyileştirmede etkili olmaktadır. Bu çalışmada da inülin ve karabuğday eklenmesi son ürünün tekstürel özelliklerini kontrol ürünlerine göre geliştirmiştir. Ancak HKB2,5 ürünü, inek sütü ürünleri arasında en düşük tekstürel özelliklere sahip ürün olarak kaydedilmiştir. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerden ise BK, BI2,5, BI5 ve BKB2,5 ürünlerinde pıhtı yapısının çok zayıf olduğu kaydedilmiştir. Sadece %7,5 oranında inülin veya karabuğday eklenen PBYL ürünlerinin tekstürel yapısı yoğurt benzeri özellik göstermektedir.

Sıklık, besine uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olarak tanımlanmaktadır. Yoğurtlara eklenen prebiyotikler ve tahıllar, jel gücünün artmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi, literatürdeki çalışmalarda da inek sütüne yulaf (18), kinoa (145), arpa β -glukanı (10), karabuğday (6) vb. tahılların eklenen miktarlarının artırılmasının sıklığı artırdığı gösterilmiştir. Costa ve arkadaşları (101), FOS dışındaki prebiyotiklerin (inülin, GOS, XOS ve polidekstroz) geleneksel yoğurda göre sıklığı artırdığını göstermiş olup, inülin eklenen yoğurdun sıklık değerinin en yüksek olduğunu saptamıştır. Bu veriler, bu çalışmada elde edilen sonuçları desteklemektedir. Prebiyotikler ile yapılan diğer çalışmalarda ise inek sütüne FOS (100) veya laktitol (117) eklenmesi ile sıklığın arttığı; ancak prebiyotik yoğurtlara FOS eklendiğinde sıklığın azaldığı ve yoğurdun jel yapısının zayıfladığı gösterilmiştir (104). Bu çalışmada ise inek sütüne farklı oranlarda inülin eklenerek elde edilen sinbiyotik yoğurtlarda, kontrol yoğurduna göre sıklığın arttığı kaydedilmiştir. Bitkisel bazlı içeceklerle yapılan çalışmalar incelendiğinde; soya bazlı içecek ile yapılan bir çalışmada, *S.thermophilus* ve *L.acidophilus* varlığında %2 veya %4 oranında eklenen inülin veya FOS'un, örneklerin sıklığını artırdığı

gösterilmiştir (142). Bu çalışmada inülin veya karabuğday eklenen bitkisel ürünlerde kontrol PBYL ürününe göre sıklığın arttığı gösterilmiştir.

Depolama sürecindeki post-asidifikasyonun, jel yapısını güçlendirerek sıklığı artırdığı bilinmektedir (104). Bu çalışmada depolamadaki post-asidifikasyona rağmen inek sütüne 5 g ve 7,5 g inülin eklenen fermente ürünler hariç diğer inek sütü ürünlerinin depolamanın sonunda ilk gününe kıyasla sıklık değeri azalmıştır. Ancak PBYL ürünlerinde depolama süresince post-asidifikasyon ile sıklık değerinin arttığı gösterilmiştir. Yoğurdun tekstürel yapısı, asidifikasyon ile stabilitesini yitiren kazein misellerinin ısıyla denatüre olan serum proteinleriyle tiyol-disülfit yer değişim reaksiyonu ile interaksiyonu sonucu oluşmaktadır (153). Yapılan çalışmalar sıklık değerinin yüksek olmasını; son ürünün total kuru maddesi, protein içeriği ve dolayısıyla viskozitesinin yüksek olması ile ilişkilendirmektedir (10, 18).

Konsistens özelliği; yoğurdun tüketici tarafından kabul edilebilirliğini yansıtmaktadır ve besin matriksini oluşturan yağ, protein, nem, kuru madde miktarından etkilenmektedir (15, 154). Çalışmalar, yoğurda eklenen prebiyotik veya tahıl miktarının artmasının konsistensini artırdığını göstermektedir (15, 18, 155). Prebiyotikler değerlendirildiğinde; inek sütüne laktitol eklenerek elde edilen yoğurtların konsistens değerlerinin kontrol yoğurda göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (117). Bu çalışmada da hem inek sütü hem de PBYL ürünlerinde inülin ve karabuğday eklenmesi ile konsistens kontrol ürünlere göre artmıştır (HKB2,5 hariç). İnek sütüne 2,5 g karabuğday eklenen üründe konsistensin düşük olmasının nedeni, Rafiq ve arkadaşları (2020) tarafından da belirtildiği gibi, düşük total kuru madde ve protein miktarı, yüksek yağ miktarı olabilir (15).

İç yapışkanlık; besinin iç yapısını güçlendiren iç bağların gücü olarak tanımlanmaktadır ve yoğurdun kimyasal yapısı ile yakından ilişkilidir. Özellikle yüksek protein ve kuru madde içeriği, yoğurdun iç yapışkanlığını artırmaktadır (15, 117, 154). Çalışmalar inek sütüne eklenen prebiyotiklerin fermente ürünün iç yapışkanlığını artırabildiğini göstermiştir (102, 117, 155-157). Örneğin, inek sütüne laktitol eklenerek elde edilen yoğurtların iç yapışkanlıklarının kontrol yoğurtlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (117). Bu çalışmada da sadece depolamanın 1. gününde inek sütüne inülin eklenen ürünlerin iç yapışkanlık değeri kontrol ürünün iç

yapışkanlık değerinden daha yüksek bulunmuştur. Depolamanın 28. günü hariç, inek sütüne karabuğday eklenmesinin iç yapışkanlık değerini artırdığı gösterilmiştir. Badem bazlı içecekten elde edilen fermente ürünlerde ise eklenen inülin veya karabuğday konsantrasyonu arttıkça tüm depolama günlerinde iç yapışkanlık değerinin azaldığı bulunmuştur. Posa miktarının artması, iç yapışkanlığı artırarak emülsiyon durumdaki ürünü stabilize etmektedir (113). Bu nedenle ürün geliştirmede inülin veya karabuğday kullanılması sadece besin değerini değil, aynı zamanda ürünün fiziksel stabilitesini de güçlendirmektedir.

5.5. Fermente Besinlerin Hedeflenmemiş Metabolomiks Profiline Yönelik Sonuçların Değerlendirilmesi

Metabolomiks; hücrenin ürettiği metabolitlerin türüne odaklanan bir bilim alanıdır ve amino asitler, peptidler, karbonhidratlar, yağ asitleri, organik asitler, vitaminler ve polifenoller gibi moleküllerin analizini (metabolitlerin saptanması, miktarının belirlenmesi ve tanımlanması) içermektedir (158). Metabolomiks araştırmaları amaca bağlı olarak hedeflenmiş veya hedeflenmemiş metabolomiks başlıkları ile iki farklı kapsamda yürütülmektedir. Hedeflenmiş metabolomiks, genellikle önceden belirlenmiş metabolitlerin çalışmasına atıfta bulunur ve bir niceleme yaklaşımına odaklanırken; hedeflenmemiş metabolomik, yeni metabolitleri tanımlamaya ve böylece nitel analize dayalı daha geniş bir yaklaşımı teşvik etmeye yönelmektedir (158, 159). Besin metabolomikleri ise, metabolomiksin besin sistemlerinde uygulanması olarak tanımlanmakta olup ürünün besin, doku, tat, lezzet ve renk kalitesini belirlenmesinde kullanılmaktadır. Besin sistemlerinin beslenme ve insan sağlığı ile direkt olarak ilişkili olmasından dolayı besin metabolomikleri, son yıllarda daha fazla çalışılmaya başlanmıştır (160).

Fermente besinler üzerinde yapılan metabolomik analizleri ile fermantasyon sırasında oluşan birincil (organik asitler, amino asit, şekerler, yağ asitleri) ve ikincil (fitokimyasallar, fitik asit, tokoferol) metabolitler tanımlanabilmektedir. Böylelikle tanımlanan metabolitler; fermente besinin antioksidan potansiyeli, organoleptik özellikleri, besin kalitesi, sağlık etkileri gibi unsurlara ilişkin bilgi vermektedir (158). Huang ve arkadaşlarının (2022) yapmış olduğu çalışmada metabolit profilinin fermente besin üzerinde kalite özelliklerini geliştirici etkisi olduğu belirtilmiştir

(161). Bu çalışmada fermantasyon sonucu üretilen ürünlerin metabolit profilleri incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda şeker ve türevleri, amino asitler, yağ asitleri ve türevleri, organik asitler gibi çeşitli metabolitler saptanmış olup 160 tanesi tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan içecek türü (inek sütü ve badem bazlı içecek), ortamdaki substrat türü (inülin ve karabuğday), probiyotik suşlar ve depolama süresinin metabolit karakterizasyonunu etkilediği gösterilmiştir. Bu çalışmada inülin eklenerek inek sütünden elde edilen ürünlerde laktoz miktarının karabuğday eklenen ürünlere göre daha az düzeyde bulunması, laktik asit bakterilerinin karabuğday eklenen ürünlerde ortamdaki farklı substrata yönelerek laktozu tamamen tüketmediklerini göstermektedir. Badem bazlı içeceğin üretiminde ortamda probiyotik bakteriler için substrat kaynağı sunmak ve lezzet dengesini yakalamak için şeker (sukroz) ilavesi yapılmıştır. İnülin eklenen badem bazlı ürünlerde laktik asit bakterileri substrat olarak ortamdaki sukrozu tüketirken; karabuğday eklenen ürünlerde laktik asit bakterileri farklı substrat kaynaklarına yönelmiş ve sukrozu tamamen tüketmemiştir.

Laktobasillus bakterilerinin fermente besinde 3-hidroksibütirik asit, benzoik asit ve fenillaktik asit üretebilme yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir (161). Bu çalışmada benzoik asidin, süt ürünlerinde bulunan ve sağlığa zararlı olan hippurik asidin *L.acidophilus* tarafından metabolize edilmesi ile oluşmuş olabileceği düşünülmektedir (162). Benzoik asidin fermente üründeki varlığı, depolama sırasında stabilize son ürün için kritik öneme sahip olduğu gösterilmektedir (161). Yine *L.acidophilus* tarafından üretilmiş olan ve bu çalışmada elde edilen fermente ürünlerde saptanan fenillaktik asit, besinde antimikrobiyal etki göstermekte etkilidir (163). Bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesi (164) ve antitümör etkisi (165) ile bilinen 3-hidroksibütirik asit, *L.plantarum* tarafından üretilmektedir (161). Bu çalışmada ise LAB tarafından üretilen 2-hidroksibütirik asit saptanmıştır. Bu metabolit, 3-hidroksibütirik asidin metabolize edilmesi ile endojen olarak da üretilmektedir. Literatürde yüksek yağlı ve yüksek sukrozlu diyet verilen sıçanlarda lipid profilini düzenlemede etkili olabileceği düşünülmektedir (166).

Bu çalışmada oluşan farklı metabolitler, ortamdaki laktik asit bakterilerinin karbonhidrat, protein, yağ gibi çeşitli substratları besin kaynağı olarak kullandığını göstermektedir. Oluşan bazı metabolitlerin insan sağlığı üzerinde de olumlu etkileri

bulunmaktadır. Örneğin, badem bazlı ürünlerde oluşan sorboz ve tagatoz (D-fruktozun stereoizomerleri) bileşikleri, doğada nadir bulunan şekerlerdir. Glisemik kontrolün sağlanması, serum glukoz ve insülin düzeylerinin düzenlenmesi, HbA1C düzeylerindeki anlamlı düşüş sağlanması vb. etkileri ile T2DM'nin önlenmesinde etkili olabileceği ve bu nedenle de fonksiyonel besin bileşeni olarak değerlendirilebileceği önerilmiştir (167, 168). Aynı zamanda tagatozun kolonda bütirat üretimini artırması ve *Lactobacillus* bakterilerin kolonizasyonunu uyarması nedeniyle prebiyotik substrat olarak değerlendirilebileceği de önerilmiştir (169).

Sistein tarafından üretilen ve taurinin öncüsü olan hipotaurin, bu çalışmanın inek sütü ve badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerinde saptanmıştır. Hipotaurin üzerinde yapılan hücre çalışmasında antioksidan olarak rol oynadığı, oksidatif strese karşı direnç göstermede etkili olduğu ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) azaltılması ile hücre ömrünün uzatılmasında kritik rolü olduğu gösterilmiştir (170). Hipotaurin dışında bu çalışmada alanin, glisin, isolösin, metionin, prolin, lizin, fenilalanin ve serin gibi amino asitler de saptanmıştır.

Malonik asidin hidrosillenmesi ile oluşan ve bir yağ asidi türü olan tartronik asit, üretilen fermente ürünlerde saptanmıştır. Tartronik asit, yağdan kısıtlı diyet tüketildiği durumlarda karbonhidratların yağa dönüşmesine neden olan de novo lipogenezinin inhibitörü olarak değerlendirilmektedir. Ancak sıçanlarda yapılan bir çalışmada, yüksek yağlı diyet tüketilmesi durumunda tartronik asidin lipogenezi uyardığı, β -oksidasyonu baskılayarak, beyaz adipoz dokuda hipertrofiye ve karaciğerde lipid birikimine neden olduğu gösterilmiştir (171).

Bu çalışmada ayrıca üretilen fermente ürünlerde kaproik asit, laurik asit gibi orta zincirli yağ asitleri de saptanmıştır. Orta zincirli yağ asitlerinin immün sistem üzerine etkili olduğu, tokluğu ve enerji harcamasını arttırarak obezite ve obezite ile ilişkili hastalıklarda etkili olabileceği belirtilmektedir (172).

Sonuç olarak, inüline alternatif olarak karabuğdayın süt ürünleri fermantasyonuna eklenmesi, son ürünün asidite, mikrobiyolojik, reolojik ve tekstürel özelliklerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Literatürde sütlere veya bitkisel bazlı içeceklere prebiyotik ve tahıl eklenerek elde edilen fermente ürünleri değerlendiren çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, inülin ve karabuğdayın fermantasyondaki

etkinliğini ve metabolit profilini karşılaştıran, ayrıca badem bazlı içeceğe karabuğday eklenerek fermente ürün üretimi gerçekleştiren ilk çalışmadır. Fermantasyon sonucunda elde edilen ürünlerin su tutma kapasitesi, sinerezis ve proksimet analizlerinin yapılmaması çalışmanın sınırlı yönleri olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma karabuğday eklenerek yeni bir fonksiyonel yoğurt ile bitkisel bazlı probiyotik yoğurt alternatifi geliştirmeyi hedeflediğinden, bazı ileri analizler olmaksızın değerlendirme yapılmıştır. Ancak eklenen karabuğdayın optimum konsantrasyonunun ve yoğurtların tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin ve besin ögesi içeriklerinin belirlenebilmesi için ileri analizlerin yapılması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1.Sonuç

1. Elde edilen tüm fermente ürünlerin depolama süresince pH değeri azalmış, TA değeri ise artmıştır.
2. İnek sütü ürünlerinin asiditesi, PBYL ürünlerinin asiditesinden daha yüksektir.
3. İnek sütüne eklenen karabuğday miktarı arttıkça pH daha yüksek, asidite daha düşük bulunmuştur. İnek sütüne eklenen karabuğday, fermente ürünün post-asidifikasyonunu önlemiştir.
4. Badem bazlı içeceklere eklenen inülin miktarı arttıkça pH daha yüksek, asidite daha düşük bulunmuştur. Badem bazlı içeceklere eklenen inülin, PBYL ürünlerinin post-asidifikasyonunu önlemiştir.
5. İnek sütü ürünlerinin 28 günlük depolama sürecinin sonunda, inek sütüne %5 oranında karabuğday eklenerek üretilen üründe *S.thermophilus*, *L.bulgaricus*, *L.acidophilus* ve *B.animalis* sayısı en yüksektir.
6. Badem bazlı içecekten elde edilen ürünlerin 28 günlük depolama sürecinin sonunda, badem bazlı içeceğe %7,5 oranından karabuğday eklenerek üretilen PBYL ürününün *S.thermophilus* sayısı en yüksektir.
7. İnek sütü örneklerinin 28 günlük depolama süresince tüketim anında bulunması gereken toplam starter kültür sayısı ($>1 \times 10^7$ kob/ml) Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğinde belirtilen alt limitlerin üzerindedir.
8. Tüm ürünlerin 28 günlük depolama süresince toplam probiyotik mikroorganizma sayısı ($>1 \times 10^6$ kob/ml), Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliğinin probiyotik beyanı için gerekli probiyotik mikroorganizma alt limitinin üzerindedir.
9. Fermantasyonda inek sütüne eklenen karabuğday miktarı arttıkça kompleks modülüs (G*) değeri artmıştır.
10. Fermantasyonda badem bazlı içeceklere eklenen karabuğday miktarı arttıkça G* değeri artmıştır.
11. İnülin eklenen ürünlerin G* değeri, aynı oranda karabuğday eklenen ürünlerden yüksektir.

12. Depolama ile badem bazlı içeceklerle %7,5 oranında karabuğday eklenen ürünlerin G* değeri diğer karabuğday eklenen ürünlerden daha yüksektir.
13. İnek sütüne eklenen karabuğday konsantrasyonu arttıkça ürünün sıklık, konsistens ve iç yapışkanlık değerleri artmıştır.
14. Badem bazlı içeceklerle eklenen karabuğday ve inülin konsantrasyonu arttıkça sıklık ve konsistens değeri artmış iç yapışkanlık değeri ise azalmıştır.
15. İnek sütüne ve badem bazlı içeceklerle eklenen karabuğday miktarı arttıkça viskozite indeksi değeri artmıştır.
16. Badem bazlı içeceklerle %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğday ürünlerin tekstürel özelliklerini geliştirmiş ve yoğurt yapısına benzerlik sağlamıştır.
17. İnek sütüne %5 oranında inülin veya karabuğday eklenmesi ile metabolit profili inek sütünden elde edilen kontrol ürüne göre değişiklik göstermektedir.
18. Badem bazlı içeceklerle %7,5 oranında inülin veya karabuğday eklenmesi ile metabolit profili kontrol badem bazlı ürüne göre değişiklik göstermektedir.
19. İnek sütüne inülin veya karabuğday eklenmesi ile glukonik asit, glukohptonik asit, D-riboz-5-fosfat, ksilitol gibi karbonhidratlar ve türevleri; alanin, aspartik asit, hipotaurin gibi amino asitler ve türevleri; 2-ketobütirik asit, stearik asit gibi yağ asitleri ve türevleri; sitrik asit, fosfoglikolik asit gibi organik asitler; epikateşin, benzoik asit gibi fitokimyasallar olmak üzere çeşitli metabolitler tanımlanmıştır.
20. Badem bazlı içeceğe inülin veya karabuğday eklenmesi ile sorboz, tagatoz gibi karbonhidratlar ve türevleri; urasil, lizin, metionin, N-metilglutamik asit gibi amino asitler ve türevleri; maleik asit, metilmalonik asit gibi yağ asitleri ve türevleri; fumarik asit, fosfoglukolik asit gibi organik asitler olmak üzere çeşitli metabolitler tanımlanmıştır.

6.2.Öneriler

Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda inek sütüne ve badem bazlı içecekler için inülin veya karabuğday eklenmesi, post-asidifikasyonu baskıladığından soğuk depolamada son ürünün stabilitesini artırmaktadır. Buna ek olarak, inülin ve karabuğday laktik asit bakterileri tarafından karbon ve azot kaynağı olarak kullanılabilirler. İnek sütünden fermente besin üretiminde karabuğday, post-asidifikasyonu baskılayarak aşırı asiditeye duyarlı *L.bulgaricus*, *L.acidophilus* ve *B.animalis* bakterilerin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir; ve bu amaçla fermantasyonda kullanılabilirdiği düşünülmektedir. Karabuğday, inülin benzeri prebiyotik aktivite gösterebilme potansiyeline sahiptir. Badem bazlı ürünlerde ise inülin veya karabuğday varlığı su tutucu etki göstererek LAB'lerinin depolama sırasındaki gelişimlerini kontrol ürününe göre olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, eklenen inülin ve karabuğday miktarlarının LAB canlılığını olumlu yönde etkileyecek şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Buna ek olarak, asiditeye dirençli ve aroma geliştirici gibi özellikleri bulunan ticari suşlar, bakteri seçiminde bir seçenek olabilir. İnek sütüne ve badem bazlı içeceğe eklenen inülin veya karabuğday, fermente ürünlerin reolojik ve tekstürel özelliklerinin gelişmesine ve farklı metabolitlerin üretilmesine katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda bu çalışma verilerine göre inek sütüne %5 ve badem bazlı içeceğe %7,5 oranında karabuğday eklenerek yeni bir fonksiyonel fermente ürün üretilmesi önerilmektedir. Özellikle badem bazlı içecekten elde edilen bu fermente ürün, inek sütü ürünlerine alternatif olabilir. Ancak bu ürünlerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği ve tüketilebilirliği değerlendirilmelidir.

7. KAYNAKÇA

1. Gonzalez-Herrera SM, Bermudez-Quinones G, Ochoa-Martinez LA, Rutiaga-Quinones OM, Gallegos-Infante JA. Synbiotics: a technological approach in food applications. *J Food Sci Technol*. 2021;58(3):811-24.
2. Birch CS, Bonwick GA. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*. 2018;54(5):1467-85.
3. Granato D, Barba FJ, Bursac Kovacevic D, Lorenzo JM, Cruz AG, Putnik P. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2020;11:93-118.
4. Soltani M, Hekmat S, Ahmadi L. Microbial and sensory evaluation of probiotic yoghurt supplemented with cereal/pseudo-cereal grains and legumes. *International Journal of Dairy Technology*. 2018;71:141-8.
5. El-Alfy MB, M.E. S, E.A. E, S.E. AE-H, E.A. I. Production of Synbiotic-Drinkable Yoghurt Fortified with Different Probiotic Strains and Oat. *Food Biotechnology*. 2021:411- 20.
6. Znamirowska A, Sajnar K, Kowalczyk M, Kluz M, Buniowska M. Effect of Addition of Spelt and Buckwheat Hull on Selected Properties of Yoghurt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020:296-300.
7. Rai D, Pandey RK, Maurya A, Rai DC, Kumar D, Tiwari M. Characterization and Antioxidant Property of Cereal Enriched Bio-yoghurt. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 2016;10(4):3071-8.
8. Mabrouk A, Effat B. Production of High Nutritional Set Yoghurt Fortified with Quinoa Flour and Probiotics. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2020;5(6):1529 - 37.
9. Dimitrova K, Kartalska Y. Technological characteristics of yogurt supplemented with 3% ground amaranth seeds during refrigerated storage. *Applied Science Reports*. 2015;12(1).
10. Kaur R, Riar CS. Sensory, rheological and chemical characteristics during storage of set type full fat yoghurt fortified with barley beta-glucan. *J Food Sci Technol*. 2020;57(1):41-51.
11. R.Attalla N, El-Hussieny EA. Characteristics of Nutraceutical Yoghurt Mousse Fortified with Chia Seeds. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2017;2(4):2033 - 46.
12. Akkoyun Y, Arslan S. The impact of quinoa flour on some properties of ayran. *Food Sci Nutr*. 2020;8(10):5410-8.
13. Casarotti SN, Carneiro BM, Penna ALB. Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *Journal of Dairy Science*. 2014.
14. El - Shafei SMS, Sakr SS, Abou - Soliman NHI. The impact of supplementing goats' milk with quinoa extract on some properties of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*. 2019;73(1):126-33.

15. Rafiq Z, Murtaza S, Farooq U, Shahbaz M, Akhtar G, Iqbal S. Potential Use of Quinoa for Yoghurt Preparation. *Agricultural Sciences Journal*. 2020;2:9 - 18.
16. Coman MM, Verdenelli MC, Cecchini C, Silvi S, Vasile A, Bahrim GE, et al. Effect of buckwheat flour and oat bran on growth and cell viability of the probiotic strains *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502(R) and their combination SYN BIO®, in synbiotic fermented milk. *Int J Food Microbiol*. 2013;167(2):261-8.
17. Maselli L, Hekmat S. *Microbial Vitality of Probiotic Milks Supplemented With Cereal or Pseudocereal Grain Flours*. 2016.
18. Alqahtani NK, Darwish AA, El-Menawy RK, Alnemr TM, Aly E. Textural and organoleptic attributes and antioxidant activity of goat milk yoghurt with added oat flour. *International Journal of Food Properties*. 2021;24:1:433 - 55.
19. Klajn VM, Ames CW, Cunha KF, Hackbart HCdS, Filho PJS, Cruzen CEdS, Fiorentini AM. Probiotic fermented oat dairy beverage: viability of *Lactobacillus casei*, fatty acid profile, phenolic compound content and acceptability. *J Food Sci Technol*. 2021;58(9):3444 - 52.
20. Lazaridou A, Serafeimidou A, Biliaderis CG, Moschakis T, Tzanetakis N. Structure development and acidification kinetics in fermented milk containing oat β -glucan, a yogurt culture and a probiotic strain. *Food Hydrocolloids*. 2014;39:204 - 14.
21. Lim E-S. Preparation and functional properties of probiotic and oat-based synbiotic yogurts fermented with lactic acid bacteria. *Appl Biol Chem*. 2018;61(1):25 - 37.
22. Elbahnasi MA-EM, Gerguis AH, Galeel AAAE, El-Zoghaby AS. Quality Assessment Of Yogurt Enriched With Oat And Chickpea Powders As Source Of Dietary Fibers. *Food, Dairy and Home Economic Research*. 2021;48:1043 - 54.
23. Sukhova IV, Romanova TN, Korosteleva LA, Baimishev RH, Dolgosheva EV. The effect of hydrated oatmeal on quality of the symbiotic fermented milk product. *BIO Web of Conferences*. 2020;17.
24. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), *Fermented Food* [Internet]. 2020 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024] Erişim adresi: <https://isappscience.org/for-scientists/resources/fermented-foods/>.
25. Shiferaw Terefe N, Augustin MA. Fermentation for tailoring the technological and health related functionality of food products. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020;60(17):2887-913.
26. García-Burgos M, Moreno-Fernández J, Alférez MJM, Díaz-Castro J, López-Aliaga I. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*. 2020;72.
27. Hashemi Gahruie H, Eskandari MH, Mesbahi G, Hanifpour MA. Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*. 2015;4(1):1-8.

28. Manna M, Han G, Seo YS, Park I. Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. *Foods*. 2021;10(11).
29. Salminen S, Collado MC, Endo A, Hill C, Lebeer S, Quigley EMM, et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2021;18(9):649-67.
30. Tamang JP, Shin D-H, Jung S-J, Chae S-W. Functional Properties of Microorganisms in Fermented Foods. *Front Microbiol*. 2016;7(578).
31. Marco ML, Sanders ME, Ganzle M, Arrieta MC, Cotter PD, De Vuyst L, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2021;18(3):196-208.
32. Sharma R, Garg P, Kumar P, Bhatia SK, Kulshrestha S. Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods. 2020.
33. Marco ML, Heeney D, Binda S, Cifelli CJ, Cotter PD, Foligne B, et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. 2017.
34. Tamang JP, Cotter PD, Endo A, Han NS, Kort R, Liu SQ, et al. Fermented foods in a global age: East meets West. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19(1):184-217.
35. Rakhmanova A. A mini review fermentation and preservation: role of lactic acid bacteria. 2018.
36. Companys J, Pedret A, Valls RM, Sola R, Pascual V. Fermented dairy foods rich in probiotics and cardiometabolic risk factors: a narrative review from prospective cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021;61(12):1966-75.
37. Fernandez MA, Marette A. Novel perspectives on fermented milks and cardiometabolic health with a focus on type 2 diabetes. *Nutrition Reviews*. 2018;76(Supplement_1):16-28.
38. Hori T, Matsuda K, Oishi K. Probiotics: A Dietary Factor to Modulate the Gut Microbiome, Host Immune System, and Gut-Brain Interaction. *Microorganisms*. 2020;8(9).
39. Sanlier N, Gokcen BB, Sezgin AC. Health benefits of fermented foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019;59(3):506-27.
40. Diaz-Lopez A, Bullo M, Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Estruch R, Fito M, et al. Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. *Eur J Nutr*. 2016;55(1):349-60.
41. Companys J, Pla-Paga L, Calderon-Perez L, Llaurado E, Sola R, Pedret A, Valls RM. Fermented Dairy Products, Probiotic Supplementation, and Cardiometabolic Diseases: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr*. 2020;11(4):834-63.
42. Guo J, Astrup A, Lovegrove JA, Gijsbers L, Givens DI, Soedamah-Muthu SS. Milk and dairy consumption and risk of cardiovascular diseases and all-cause

- mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Epidemiol.* 2017;32(4):269-87.
43. Ivey KL, Hodgson JM, Kerr DA, Thompson PL, Stojceski B, Prince RL. The effect of yoghurt and its probiotics on blood pressure and serum lipid profile; a randomised controlled trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2015;25(1):46-51.
 44. Santiago S, Sayon-Orea C, Babio N, Ruiz-Canela M, Marti A, Corella D, et al. Yogurt consumption and abdominal obesity reversion in the PREDIMED study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2016;26(6):468-75.
 45. Gonzalez S, Fernandez-Navarro T, Arbolea S, de Los Reyes-Gavilan CG, Salazar N, Gueimonde M. Fermented Dairy Foods: Impact on Intestinal Microbiota and Health-Linked Biomarkers. *Front Microbiol.* 2019;10:1046.
 46. Tarım Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi İçme Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2019/12) [İnternet]. 2019 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024]. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190227-5.htm>.
 47. Tarım Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44) [İnternet]. 2022 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024] Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221130-5.htm>.
 48. Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER), 2015.
 49. Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi, 2015.
 50. Gil A, Ortega RM. Introduction and Executive Summary of the Supplement, Role of Milk and Dairy Products in Health and Prevention of Noncommunicable Chronic Diseases: A Series of Systematic Reviews. *Adv Nutr.* 2019;10(suppl_2):S67-S73.
 51. Haas R, Schnepps A, Pichler A, Meixner O. Cow Milk versus Plant-Based Milk Substitutes: A Comparison of Product Image and Motivational Structure of Consumption. *Sustainability.* 2019;11(18).
 52. Thorning TK, Raben A, Tholstrup T, Soedamah-Muthu SS, Givens I, Astrup A. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food Nutr Res.* 2016;60:32527.
 53. Farag MA, Saleh HA, El Ahmady S, Elmassry MM. Dissecting Yogurt: the Impact of Milk Types, Probiotics, and Selected Additives on Yogurt Quality. *Food Reviews International.* 2021:1-17.
 54. Chandan RC. An Overview of Yogurt Production and Composition. *Yogurt in Health and Disease Prevention* 2017. p. 31-47.
 55. Divynagg M. Prajapati, Nehul M. Shrigod, Ravi J. Prajapati, Pandit aPD. Textural and Rheological Properties of Yoghurt: A Review. *Advances in Life Sciences.* 2016;5:5238-54.
 56. Tangyu M, Muller J, Bolten CJ, Wittmann C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2019;103(23-24):9263-75.
 57. Silva ARA, Silva MMN, Ribeiro BD. Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Res Int.* 2020;131:108972.

58. Reyes-Jurado F, Soto-Reyes N, Dávila-Rodríguez M, Lorenzo-Leal AC, Jiménez-Munguía MT, Mani-López E, López-Malo A. Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics. *Food Reviews International*. 2021;1-32.
59. Aydar EF, Tutuncu S, Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*. 2020;70.
60. Altaş A. Vegetarianism and Veganism: Current Situation in Turkey in the Light of Examples in the World. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*. 2017;5(4):403-21.
61. Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organization, FAO) What is meant by the term "sustainability"? [Internet]. 2021 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024] Erişim adresi: <https://www.fao.org/3/ai388e/AI388E05.htm>.
62. Detzel A, Kruger M, Busch M, Blanco-Gutierrez I, Varela C, Manners R, et al. Life cycle assessment of animal-based foods and plant-based protein-rich alternatives: an environmental perspective. *J Sci Food Agric*. 2021.
63. Gıda ve Tarım Organizasyonu (Food and Agriculture Organization, FAO)/ Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO), Sustainable healthy diets – Guiding principles.; 2019.
64. Hemler EC, Hu FB. Plant-Based Diets for Personal, Population, and Planetary Health. *Adv Nutr*. 2019;10(Suppl_4):S275-S83.
65. Drewnowski A. Measures and metrics of sustainable diets with a focus on milk, yogurt, and dairy products. *Nutr Rev*. 2018;76(1):21-8.
66. Makinen OE, Wanhalinna V, Zannini E, Arendt EK. Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016;56(3):339-49.
67. Vijaya Kumar B, Vijayendra SV, Reddy OV. Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. *J Food Sci Technol*. 2015;52(10):6112-24.
68. Paul AA, Kumar S, Kumar V, Sharma R. Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concern. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020;60:19.
69. Chalupa-Krebzdak S, Long CJ, Bohrer BM. Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *International Dairy Journal*. 2018;87:84-92.
70. Kehinde BA, Panghal A, Garg MK, Sharma P, Chhikara N. Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods: Elsevier.
71. Montemurro M, Pontonio E, Coda R, Rizzello CG. Plant-Based Alternatives to Yogurt: State-of-the-Art and Perspectives of New Biotechnological Challenges. *Foods*. 2021;10(2).
72. Bridges M. Moo-ove Over, Cow's Milk: The Rise of Plant-Based Dairy Alternatives. *Nutrition Issues In Gastroenterology*. 2018;SERIES #171.

73. Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *J Food Sci Technol*. 2016;53(9):16.
74. Harper AR, Dobson RCJ, Morris VK, Moggre GJ. Fermentation of plant-based dairy alternatives by lactic acid bacteria. *Microb Biotechnol*. 2022;15(5):1404-21.
75. Bernat N, Chafer M, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C. Development of a non-dairy probiotic fermented product based on almond milk and inulin. *Food Sci Technol Int*. 2015;21(6):440-53.
76. Grasso N, Alonso-Miravalles L, O'Mahony JA. Composition, Physicochemical and Sensorial Properties of Commercial Plant-Based Yogurts. *Foods*. 2020;9(3).
77. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), Probiotics [İnternet]. 2019 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024]. Erişim adresi: <https://isappscience.org/for-scientists/resources/probiotics/>.
78. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2014;11(8):506-14.
79. Binns N. Probiotics, Prebiotics and the Gut Microbiota. ILSI Europe. 2013.
80. Plaza-Diaz J, Ruiz-Ojeda FJ, Gil-Campos M, Gil A. Mechanisms of Action of Probiotics. *Adv Nutr*. 2019;10(suppl_1):S49-S66.
81. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines, Probiotics and prebiotics 2017.
82. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği [İnternet]. 2017 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024] Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm>.
83. Valero-Cases E, Cerdá-Bernad D, Pastor J-J, Frutos M-J. Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. *Nutrients*. 2020;12(6).
84. Cosme F, Ines A, Vilela A. Consumer's acceptability and health consciousness of probiotic and prebiotic of non-dairy products. *Food Res Int*. 2022;151:110842.
85. George Kerry R, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin HS, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. *J Food Drug Anal*. 2018;26(3):927-39.
86. Vallianou N, Stratigou T, Christodoulatos GS, Tsigalou C, Dalamaga M. Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, Postbiotics, and Obesity: Current Evidence, Controversies, and Perspectives. *Curr Obes Rep*. 2020;9(3):179-92.
87. Ashaolu TJ. Immune boosting functional foods and their mechanisms: A critical evaluation of probiotics and prebiotics. *Biomed Pharmacother*. 2020;130:110625.
88. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017;14(8):491-502.

89. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), Prebiotics [Internet]. 2019 [Erişim Tarihi: 5 Ocak 2024]. Erişim adresi: <https://isappscience.org/for-scientists/resources/prebiotics/>.
90. Bajury DM, Nashri SM, King Jie Hung P, Sarbini SR. Evaluation of potential prebiotics: a review. *Food Reviews International*. 2017;34(7):639-64.
91. Davani-Davari D, Negahdaripour M, Karimzadeh I, Seifan M, Mohkam M, Masoumi SJ, et al. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*. 2019;8(3).
92. Farias DdP, de Araújo FF, Neri-Numa IA, Pastore GM. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;93:23-35.
93. Hijova E, Bertkova I, Stofilova J. Dietary fibre as prebiotics in nutrition. *Cent Eur J Public Health*. 2019;27(3):251-5.
94. Guarino MPL, Altomare A, Emerenziani S, Di Rosa C, Ribolsi M, Balestrieri P, et al. Mechanisms of Action of Prebiotics and Their Effects on Gastro-Intestinal Disorders in Adults. *Nutrients*. 2020;12(4).
95. Rosa MC, Carmo MRS, Balthazar CF, Guimarães JT, Esmerino EA, Freitas MQ, et al. Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. *International Dairy Journal*. 2021;117.
96. Wan X, Guo H, Liang Y, Zhou C, Liu Z, Li K, et al. The physiological functions and pharmaceutical applications of inulin: A review. *Carbohydr Polym*. 2020;246:116589.
97. Rinninella E, Costantini L. Polyunsaturated Fatty Acids as Prebiotics: Innovation or Confirmation? *Foods*. 2022;11(2).
98. Nakamura YK, Omaye ST. Metabolic diseases and pro- and prebiotics: Mechanistic insights. *Nutrition & Metabolism*. 2012;9.
99. Guimarães JT, Balthazar CF, Silva R, Rocha RS, Graça JS, Esmerino EA, et al. Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Current Opinion in Food Science*. 2020;33:38-44.
100. Balthazar CF, Silva HLA, Cavalcanti RN, Esmerino EA, Cappato LP, Abud YKD, et al. Prebiotics addition in sheep milk ice cream: A rheological, microstructural and sensory study. *Journal of Functional Foods*. 2017;35:564-73.
101. Costa MF, Pimentel TC, Guimaraes JT, Balthazar CF, Rocha RS, Cavalcanti RN, et al. Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. *Lwt*. 2019;105:371-6.
102. Esmaeilnejad Moghadam B, Keivaninahr F, Fouladi M, Rezaei Mokarram R, Nazemi A. Inulin addition to yoghurt: Prebiotic activity, health effects and sensory properties. *International Journal of Dairy Technology*. 2019;72(2):183-98.
103. Heydari S, Amiri-Rigi A, Ehsani MR, Mohammadifar MA, Khorshidian N, Koushki MR, Mortazavian AM. Rheological behaviour, sensory properties and

- syneresis of probiotic yoghurt supplemented with various prebiotics. *International Journal of Dairy Technology*. 2018;71:175-84.
104. Pachekreapol U, Somboonchai N, Krimjai W. Physicochemical, rheological, and microbiological properties of lactose - free functional yogurt supplemented with fructooligosaccharides. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2020;45(1).
 105. Buran İ, Akal C, Ozturkoglu-Budak S, Yetisemiyen A. Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefirs produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. *Lwt*. 2021;148.
 106. Tiwari S, Kavitate D, Devi PB, Halady Shetty P. Bacterial exopolysaccharides for improvement of technological, functional and rheological properties of yoghurt. *Int J Biol Macromol*. 2021;183:1585-95.
 107. Fazilah NF, Ariff AB, Khayat ME, Rios-Solis L, Halim M. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*. 2018;48:387-99.
 108. Soni R, Jain NK, Shah V, Soni J, Suthar D, Gohel P. Development of probiotic yogurt: effect of strain combination on nutritional, rheological, organoleptic and probiotic properties. *J Food Sci Technol*. 2020;57(6):2038-50.
 109. Swanson KS, Gibson GR, Hutkins R, Reimer RA, Reid G, Verbeke K, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2020;17(11):687-701.
 110. Ghaderi - Ghahfarokhi M, Yousefvand A, Ahmadi Gavlighi H, Zarei M. The effect of hydrolysed tragacanth gum and inulin on the probiotic viability and quality characteristics of low - fat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*. 2020;74(1):161-9.
 111. Delgado-Fernández P, Corzo N, Olano A, Hernández-Hernández O, Moreno FJ. Effect of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria and physicochemical properties of yoghurts. *International Dairy Journal*. 2019;89:77-85.
 112. Olfa BM, Marwa M, Moncef C, Mouna B, Mnasser H. The Combined Effect of Phytosterols and Lactulose Supplementation on Yoghurt Quality. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2019;7:261-9.
 113. Żbikowska A, Szymańska I, Kowalska M. Impact of Inulin Addition on Properties of Natural Yogurt. *Applied Sciences*. 2020;10(12).
 114. Zhao X, Liang Q. EPS-Producing *Lactobacillus plantarum* MC5 as a Compound Starter Improves Rheology, Texture, and Antioxidant Activity of Yogurt during Storage. *Foods*. 2022;11(11).
 115. Dan T, Jin R, Ren W, Li T, Chen H, Sun T. Characteristics of Milk Fermented by *Streptococcus thermophilus* MGA45-4 and the Profiles of Associated Volatile Compounds during Fermentation and Storage. *Molecules*. 2018;23(4).

116. Bai M, Huang T, Guo S, Wang Y, Wang J, Kwok L-Y, et al. Probiotic *Lactobacillus casei* Zhang improved the properties of stirred yogurt. *Food Bioscience*. 2020;37.
117. Li H, Liu T, Song W, Zhang S, Xu S, Zhang Y, et al. Developing novel synbiotic yogurt with *Lacticaseibacillus paracasei* and lactitol: Investigation of the microbiology, microstructure, textural and rheological properties, 2022.
118. Kamel DG, Hammam ARA, Alsaleem KA, Osman DM. Addition of inulin to probiotic yogurt: Viability of probiotic bacteria (*Bifidobacterium bifidum*) and sensory characteristics. *Food Sci Nutr*. 2021;9(3):1743-9.
119. Kariyawasam KMGMM, Lee N-K, Paik H-D. Synbiotic yoghurt supplemented with novel probiotic *Lactobacillus brevis* KU200019 and fructooligosaccharides. *Food Bioscience*. 2021;39.
120. H. H. Wijngaard, Arendt EK. Buckwheat. *Cereal Chem*. 2006;83:391–401.
121. Ekici L, İnanır C, Albayrak S. Karabuğdayın Fitokimyası, Farmakolojisi ve Biyofonksiyonel Özellikleri. *European Journal of Science and Technology*. 2019;713-22.
122. Martinez-Villaluenga C, Penas E, Hernandez-Ledesma B. Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food Chem Toxicol*. 2020;137:111178.
123. Yoshimoto Y, Egashira T, Hanashiro I, Ohinata H, Takase Y, Takeda Y. Molecular Structure and Some Physicochemical Properties of Buckwheat Starches. *Cereal Chem*. 2004;81:515–20.
124. Li L, Lietz G, Seal C. Buckwheat and CVD Risk Markers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2018;10(5).
125. Kreft M. Buckwheat phenolic metabolites in health and disease. *Nutr Res Rev*. 2016;29(1):30-9.
126. Zhu F. Dietary fiber polysaccharides of amaranth, buckwheat and quinoa grains: A review of chemical structure, biological functions and food uses. *Carbohydr Polym*. 2020;248:116819.
127. Rollan GC, Gerez CL, LeBlanc JG. Lactic Fermentation as a Strategy to Improve the Nutritional and Functional Values of Pseudocereals. *Front Nutr*. 2019;6:98.
128. Ahmed A, Khalid N, Ahmad A, Abbasi NA, Latif MSZ, Randhawa MA. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *The Journal of Agricultural Science*. 2013;152(3):349-69.
129. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to resistant starch and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 681), “digestive health benefits” (ID 682) and “favours a normal colon metabolism” (ID 783) pursuant to Article 13. *EFSA Journal*. 2011;9(4).
130. Raguindin PF, Adam Itodo O, Stoyanov J, Dejanovic GM, Gamba M, Asllanaj E, et al. A systematic review of phytochemicals in oat and buckwheat. *Food Chem*. 2021;338:127982.

131. Gimenez-Bastida JA, Zielinski H. Buckwheat as a Functional Food and Its Effects on Health. *J Agric Food Chem.* 2015;63(36):7896-913.
132. Ziarno M, Cichonska P. Lactic Acid Bacteria-Fermentable Cereal- and Pseudocereal-Based Beverages. *Microorganisms.* 2021;9(12).
133. Matejčková Z, Liptáková D, Valík L. Functional probiotic products based on fermented buckwheat with *Lactobacillus rhamnosus*. *LWT - Food Science and Technology.* 2017;81:35-41.
134. Znamirowska A. Effect of Addition of Spelt and Buckwheat Hull on Selected Properties of Yoghurt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences.* 2020:296-300.
135. Peng L, Zhang Q, Zhang Y, Yao Z, Song P, Wei L, et al. Effect of tartary buckwheat, rutin, and quercetin on lipid metabolism in rats during high dietary fat intake. *Food Sci Nutr.* 2020;8(1):199-213.
136. Zhou X, Li S, Zhou Y, Zhang H, Yan B, Wang H, Xiao Y. A metabolomics study of the intervention effect of Tartary buckwheat on hyperlipidemia mice. *J Food Biochem.* 2022:e14359.
137. Zhou Y, Jiang Q, Zhao S, Yan B, Zhou X. Impact of Buckwheat Fermented Milk Combined with High-Fat Diet on Rats' Gut Microbiota and Short-Chain Fatty Acids. *J Food Sci.* 2019;84(12):3833-42.
138. Kurtuldu O, Ozcan T. Effect of β -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp.lactis strain Bb-12. *International Journal of Dairy Technology.* 2018;71:157-66.
139. Codinã GG, Franciuc SG, Mironeasa S. Rheological Characteristics and Microstructure of Milk Yogurt as Influenced by Quinoa Flour Addition. *Journal of Food Quality.* 2016;39(5):559-66.
140. Pachekreapol U, Kokhuenkhan Y, Ongsawat J. Formulation of yogurt-like product from coconut milk and evaluation of physicochemical, rheological, and sensory properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science.* 2021;25.
141. Kliks J, Leśniak A, Spruch M, Szoldra S, Czabaj S. Quality characteristics of natural yoghurts produced with lactulose supplementation. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism.* 2019;6(3).
142. Mishra S, Mishra HN. Comparative study of the synbiotic effect of inulin and fructooligosaccharide with probiotics with regard to the various properties of fermented soy milk. *Food Sci Technol Int.* 2018;24(7):564-75.
143. Altemimi AB. Extraction and Optimization of Potato Starch and Its Application as a Stabilizer in Yogurt Manufacturing. *Foods.* 2018;7(2).
144. Badawi IS, Shahein MR, Metwally MM. Physicochemical, Rheological, Microbiological and Sensory Characteristics of Yoghurt Supplemented With Barley and White Oat Flours. *SINAI Journal of Applied Sciences.* 2016;5.

145. Curti CA, Vidal PM, Curti RN, RamÓN AN. Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*. 2017;37(4):627-31.
146. Mauro CSI, Garcia S. Coconut milk beverage fermented by *Lactobacillus reuteri*: optimization process and stability during refrigerated storage. *J Food Sci Technol*. 2019;56(2):854-64.
147. Donkor ON, Nilmini SLI, Stolic P, Vasiljevic T, Shah NP. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*. 2007;17(6):657-65.
148. Sözeri Atik D, Öztürk Hİ, Akın N, Özer B. Textural and rheological characterisation of yoghurts produced with cultures isolated from traditional back-slopped yoghurts. *International Dairy Journal*. 2023;138.
149. Ye Y, Li P, Zhou J, He J, Cai J. The Improvement of Sensory and Bioactive Properties of Yogurt with the Introduction of Tartary Buckwheat. *Foods*. 2022;11(12).
150. Al Zahrani AJ, Shori AB. Viability of probiotics and antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *Lwt*. 2023;176.
151. Muncey L, Hekmat S. Development of Probiotic Almond Beverage Using *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 Fortified with Short-Chain and Long-Chain Inulin Fibre. *Fermentation*. 2021;7(2).
152. Xu X, Cui H, Yuan Z, Xu J, Li J, Liu J, et al. Effects of different combinations of probiotics on rheology, microstructure, and moisture distribution of soy materials-based yogurt. *J Food Sci*. 2022;87(7):2820-30.
153. Akal C. Using dietary fiber as stabilizer in dairy products: β -glucan and inulin-type fructans. *Journal of Food Science and Technology*. 2022.
154. Mousavi M, Heshmati A, Daraei Garmakhany A, Vahidinia A, Taheri M. Texture and sensory characterization of functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. *Food Sci Nutr*. 2019;7(3):907-17.
155. Costa MP, Frasao BS, Silva AC, Freitas MQ, Franco RM, Conte-Junior CA. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. *J Dairy Sci*. 2015;98(9):5995-6003.
156. Cruz AG, Cavalcanti RN, Guerreiro LMR, Sant'Ana AS, Nogueira LC, Oliveira CAF, et al. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. *Journal of Food Engineering*. 2013;114(3):323-30.
157. Liu L, Li X, Bi W, Zhang L, Ma L, Ren H, Li M. Isomaltooligosaccharide increases the *Lactobacillus rhamnosus* viable count in Cheddar cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 2015;68(3):389-98.
158. Rizo J, Guillen D, Farres A, Diaz-Ruiz G, Sanchez S, Wachter C, Rodriguez-Sanoja R. Omics in traditional vegetable fermented foods and beverages. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020;60(5):791-809.

159. Fraga-Corral M, Carpena M, Garcia-Oliveira P, Pereira AG, Prieto MA, Simal-Gandara J. Analytical Metabolomics and Applications in Health, Environmental and Food Science. *Crit Rev Anal Chem*. 2020;1-23.
160. Kim S, Kim J, Yun EJ, Kim KH. Food metabolomics: from farm to human. *Curr Opin Biotechnol*. 2016;37:16-23.
161. Huang P, Yu L, Tian F, Zhao J, Zhang H, Chen W, Zhai Q. Untargeted metabolomics revealed the key metabolites in milk fermented with starter cultures containing *Lactobacillus plantarum* CCFM8610. *Lwt*. 2022;165.
162. Del Olmo A, Calzada J, Nunez M. Benzoic acid and its derivatives as naturally occurring compounds in foods and as additives: Uses, exposure, and controversy. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017;57(14):3084-103.
163. Jung S, Hwang H, Lee J-H. Effect of lactic acid bacteria on phenyllactic acid production in kimchi. *Food Control*. 2019;106.
164. Hua X, Zhu J, Yang T, Guo M, Li Q, Chen J, Li T. The Gut Microbiota and Associated Metabolites Are Altered in Sleep Disorder of Children With Autism Spectrum Disorders. *Front Psychiatry*. 2020;11:855.
165. Feng S, Wang H, Wang Y, Sun R, Xie Y, Zhou Z, et al. Apatinib induces 3-hydroxybutyric acid production in the liver of mice by peroxisome proliferator-activated receptor alpha activation to aid its antitumor effect. *Cancer Sci*. 2019;110(10):3328-39.
166. Li B, Hong Y, Gu Y, Ye S, Hu K, Yao J, et al. Functional Metabolomics Reveals that Astragalus Polysaccharides Improve Lipids Metabolism through Microbial Metabolite 2-Hydroxybutyric Acid in Obese Mice. *Engineering*. 2022;9:111-22.
167. Oku T, Murata-Takenoshita Y, Yamazaki Y, Shimura F, Nakamura S. D-sorbose inhibits disaccharidase activity and demonstrates suppressive action on postprandial blood levels of glucose and insulin in the rat. *Nutr Res*. 2014;34(11):961-7.
168. Ensor M, Banfield AB, Smith RR, Williams J, Lodder RA. Safety and Efficacy of D-Tagatose in Glycemic Control in Subjects with Type 2 Diabetes. *J Endocrinol Diabetes Obes*. 2015;3.
169. Venema K, Vermunt SHF, Brink EJ. D-Tagatose increases butyrate production by the colonic microbiota in healthy men and women. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 2005;17:47 - 57.
170. Wan QL, Fu X, Meng X, Luo Z, Dai W, Yang J, et al. Hypotaurine promotes longevity and stress tolerance via the stress response factors DAF-16/FOXO and SKN-1/NRF2 in *Caenorhabditis elegans*. *Food Funct*. 2020;11(1):347-57.
171. Shi X, Zhou X, Wang J, Zhang D, Huang K, Li X, Yang G. Tartronic acid promotes de novo lipogenesis and inhibits CPT-1beta by upregulating acetyl-CoA and malonyl-CoA. *Life Sci*. 2020;258:118240.
172. Roopashree PG, Shetty SS, Suchetha Kumari N. Effect of medium chain fatty acid in human health and disease. *Journal of Functional Foods*. 2021;87.

8. EKLER

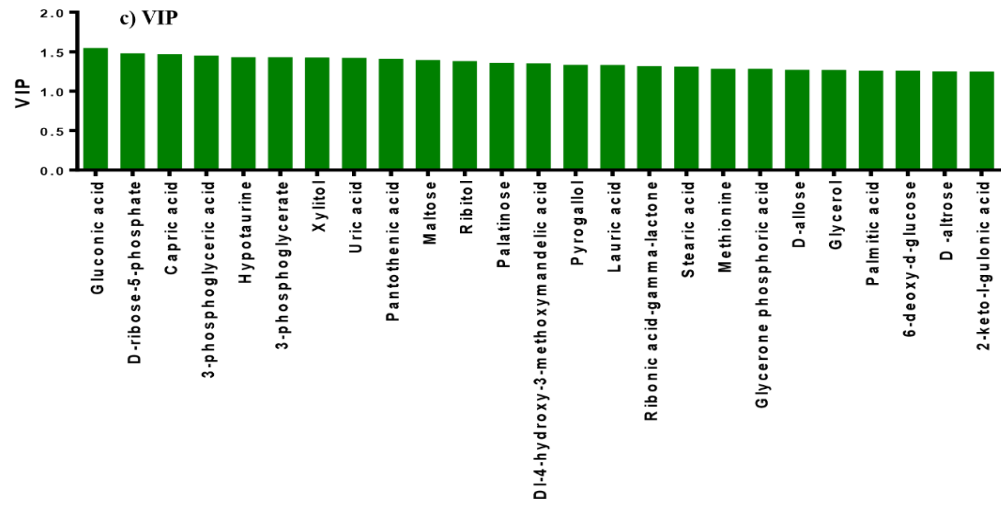
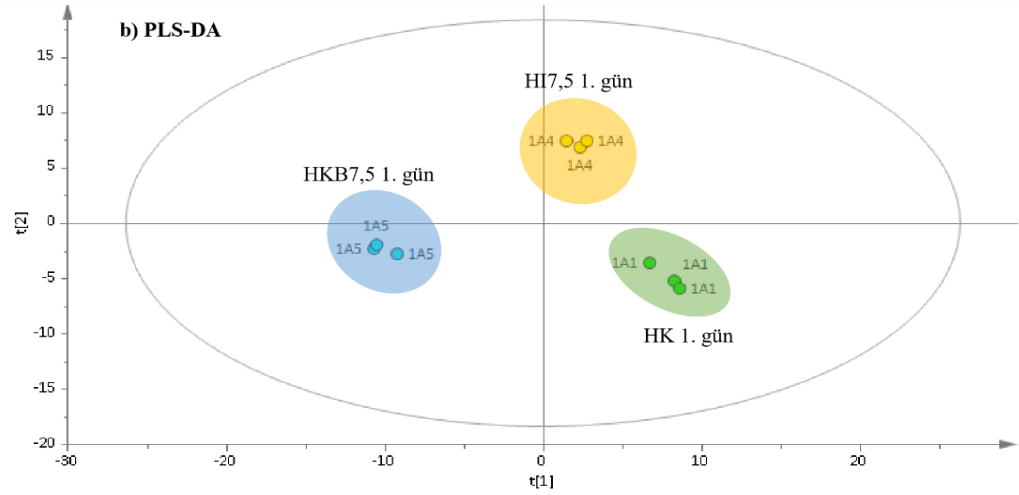
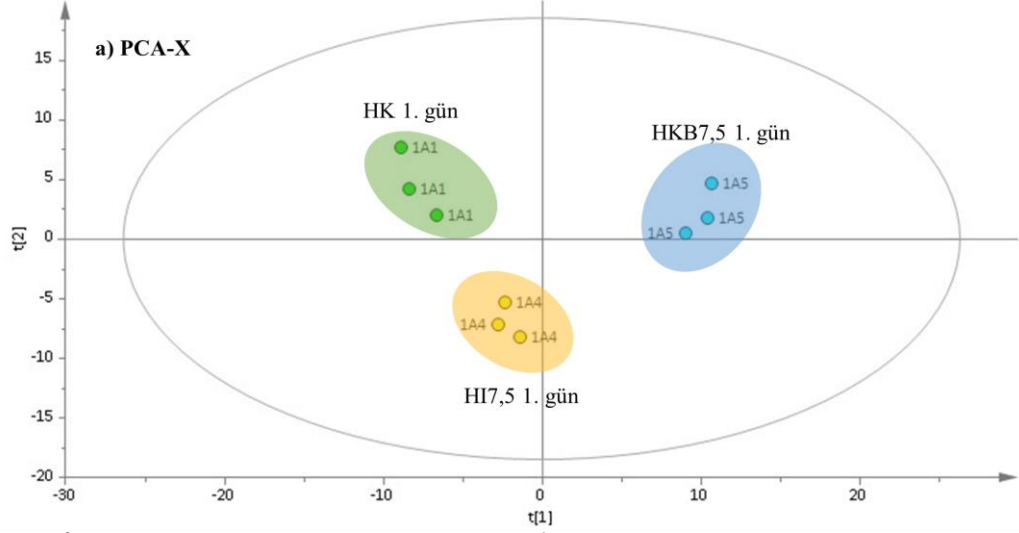
EK-1: Tanımlanan metabolitlerin isimleri

	Tanımlanan Metabolitler		Tanımlanan Metabolitler
1	10-hidroksidekanoik asit	41	Sitrik asit
2	1-metil-L-triptofan	42	Kreatinin
3	2,3-dihidroksibenzoik asit	43	Siklolösin
4	2-amino-L-feniletanol	44	Sitosin
5	2-bütün-1,4-diol	45	D-galaktoz
6	2'-deoksisitidin	46	D-altroz
7	2-hidroksibütirik asit	47	D-trealoz
8	2-ketoadipik asit	48	D-alloz
9	2-ketobütirik asit	49	Dehidroksiaskorbik asit
10	2-keto-L-gulonik asit	50	D-eritroz-4-fosfat
11	2-piperidon	51	D-glukoz-6-fosforik asit
12	3-dehidroşikimik asit	52	DL-4-hidroksi-3-metoksimandelik asit
13	3-fenillaktik asit	53	DL-gliseraldehit
14	3-fosfogliserat	54	DL-isolösin
15	3-fosfogliserik asit	55	DL-treo-beta-hidroksiaspartik asit
16	4-guanidinobütirik asit	56	D-liksoz
17	4-hidroksipiridin	57	D-liksozamin
18	5-aminovalerik asit	58	D-malik asit
19	6-deoksi-D-glukoz	59	D-mannitol
20	6-metilmerkaptopürin	60	D-mannoz
21	Asetol	61	D-riboz-5-fosfat
22	Alanin	62	D-sakkarik asit
23	Allo-inositol	63	D-sorbitol
24	Allopürinol	64	D-sfingoizin
25	Allotreonin	65	D-treitol
26	Alfa ketoglutarik asit	66	Epikateşin
27	Alfa D-glukozamin fosfat	67	Fruktoz
28	Arabitol	68	Fukoz
29	Askorbik asit	69	Fumarik asit
30	Aspartik asit	70	Galaktinol
31	Benzoik asit	71	Galaktüronik asit
32	Benzoilformik asit	72	Glukoheptonik asit
33	Beta-alanin	73	Glukonik asit
34	Beta-siyano-L-alanin	74	Glukonik asit lakton
35	Beta-gliserolfosfat	75	Glüküronik asit
36	Kaprik asit	76	Gliserik asit
37	Karbamik asit etil ester	77	Gliserol
38	Selobioz	78	Gliserol-fosfat
39	Kolesterol	79	Gliseron foforik asit
40	Cis-1,2-sikloheksanediol	80	Glisin

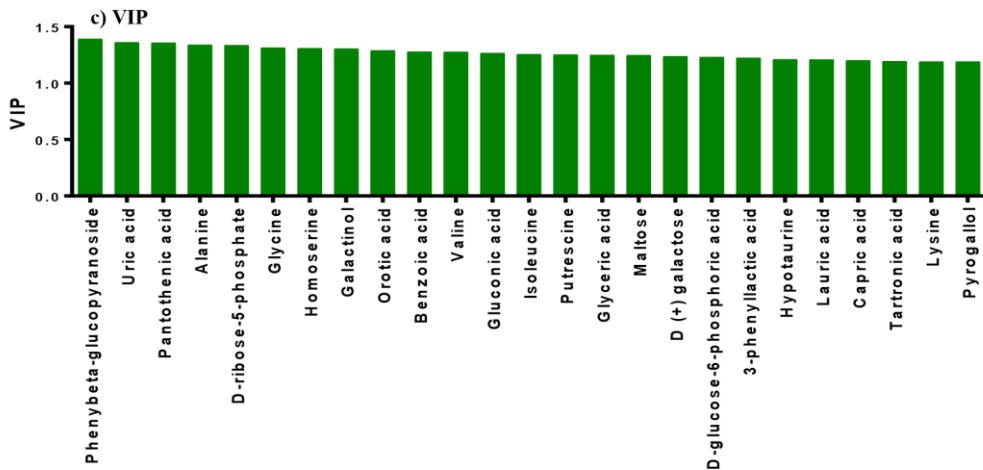
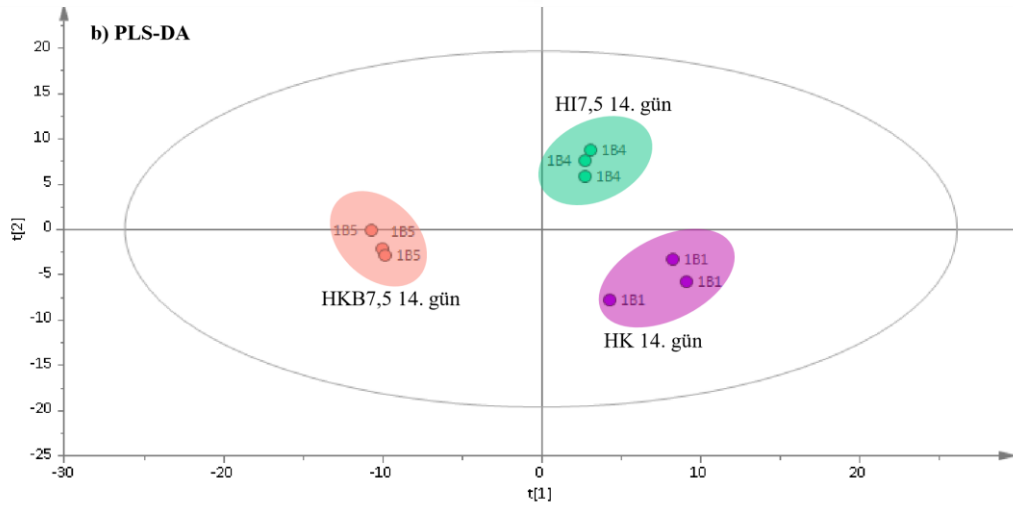
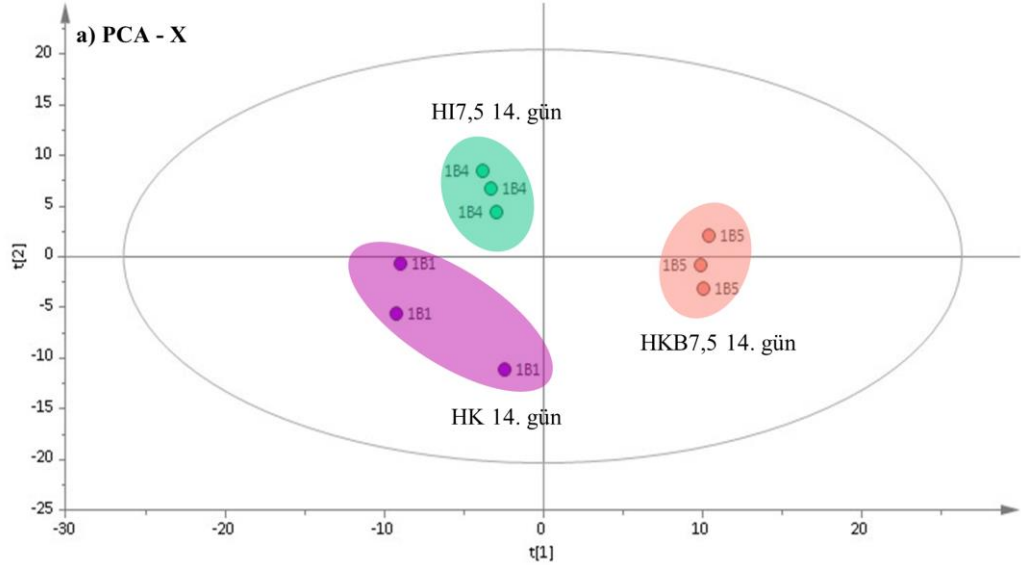
Ek-1: Tanımlanan metabolitlerin isimleri (devamı)

	Tanımlanan Metabolitler		Tanımlanan Metabolitler
81	Glikolik asit	121	Oksalik asit
82	Guanin	122	Palatinoz
83	Heptadekanoik asit	123	Palmitik asit
84	Hippurik asit	124	Pantotenik asit
85	Homogentisik asit	125	Fenilbeta-glukopiranoz
86	Homoserin	126	Fenilalanin
87	Hipotaurin	127	Fosfoglikolik asit
88	İminodiasetik asit	128	Fosforik asit
89	İsolösin	129	Pipekolik asit
90	İtakonik asit	130	Prolin
91	Laktamid	131	Pürin riboz
92	Laktik asit	132	Pütresin
93	Laktobionik asit	133	Pirogallol
94	Laktoz	134	Piroglutamik asit
95	Laktuloz	135	Pirüvik asit
96	Laurik asit	136	Kuinik asit
97	Lösin	137	Ribitol
98	Linoleik asit	138	Ribonik asit-gama-lakton
99	Lizin	139	Salisilik asit
100	Maleamik asit	140	Sedoheptuloz anhidrid monohidrat
101	Maleik asit	141	Serin
102	Malonamid	142	Şikimik asit
103	Malonik asit	143	Sorboz
104	Maltoz	144	Stearik asit
105	Malibioz	145	Süksinik asit
106	Metionin	146	Sukroz
107	Metilbeta-D-galaktopiranoz	147	Tagatoz
108	Metilmalonik asit	148	Tartarik asit
109	Miristik asit	149	Tarttonik asit
110	N-asetisistein	150	Treonin
111	N-asetid-glukozamin	151	Treoz
112	N-asetid-mannozamin	152	Timin
113	N-etilglisin	153	Trans,trans-mukonik asit
114	Nikotinik asit	154	Trans-3-heksenedioik asit
115	N-metilglutamik asit	155	Tirozin
116	Nonanoik asit	156	Urasil
117	Norepinefrin	157	Üre
118	O-fosfokolamin	158	Ürik asit
119	Ornitin	159	Valin
120	Orotik asit	160	Ksilitol

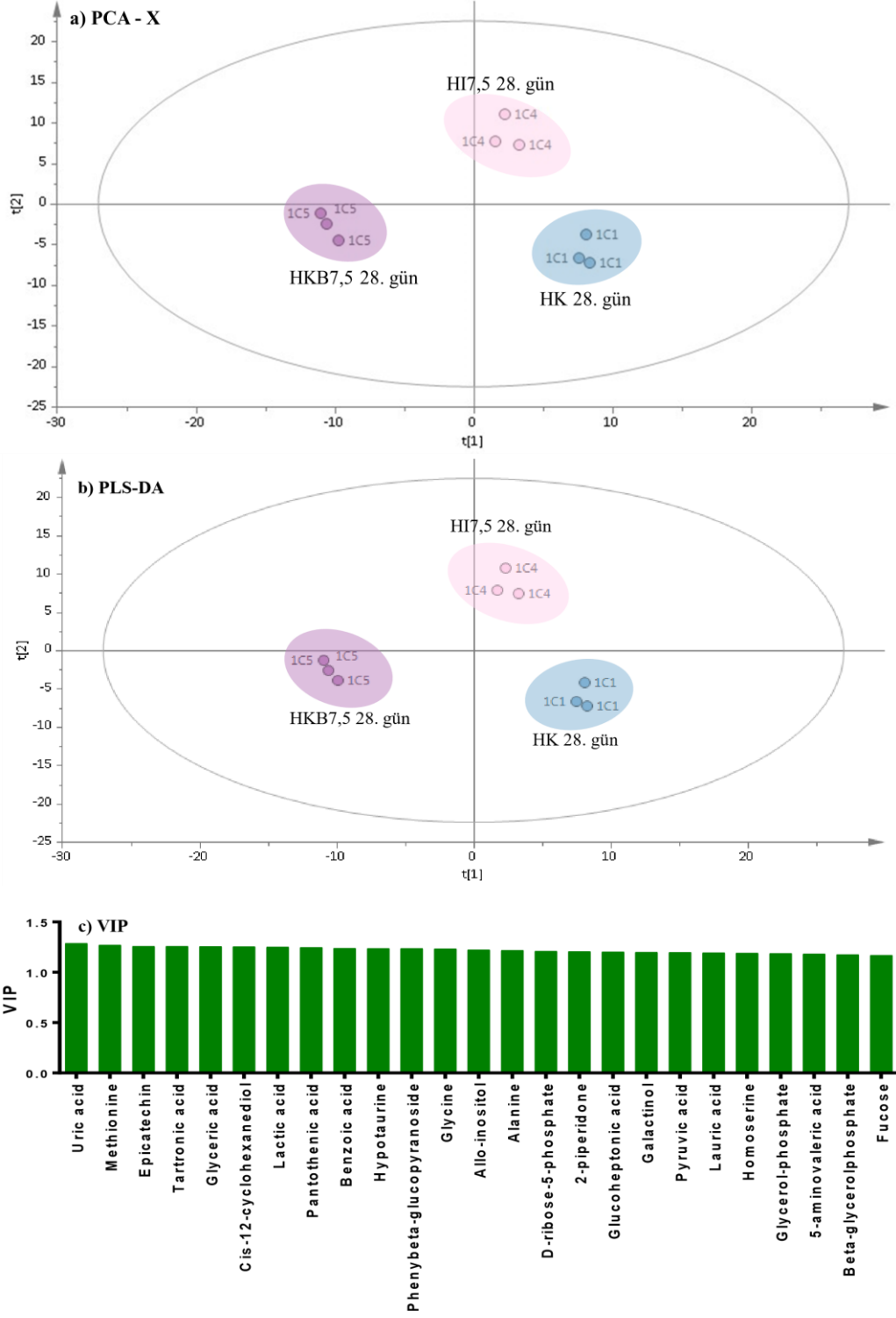
EK-2: İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması



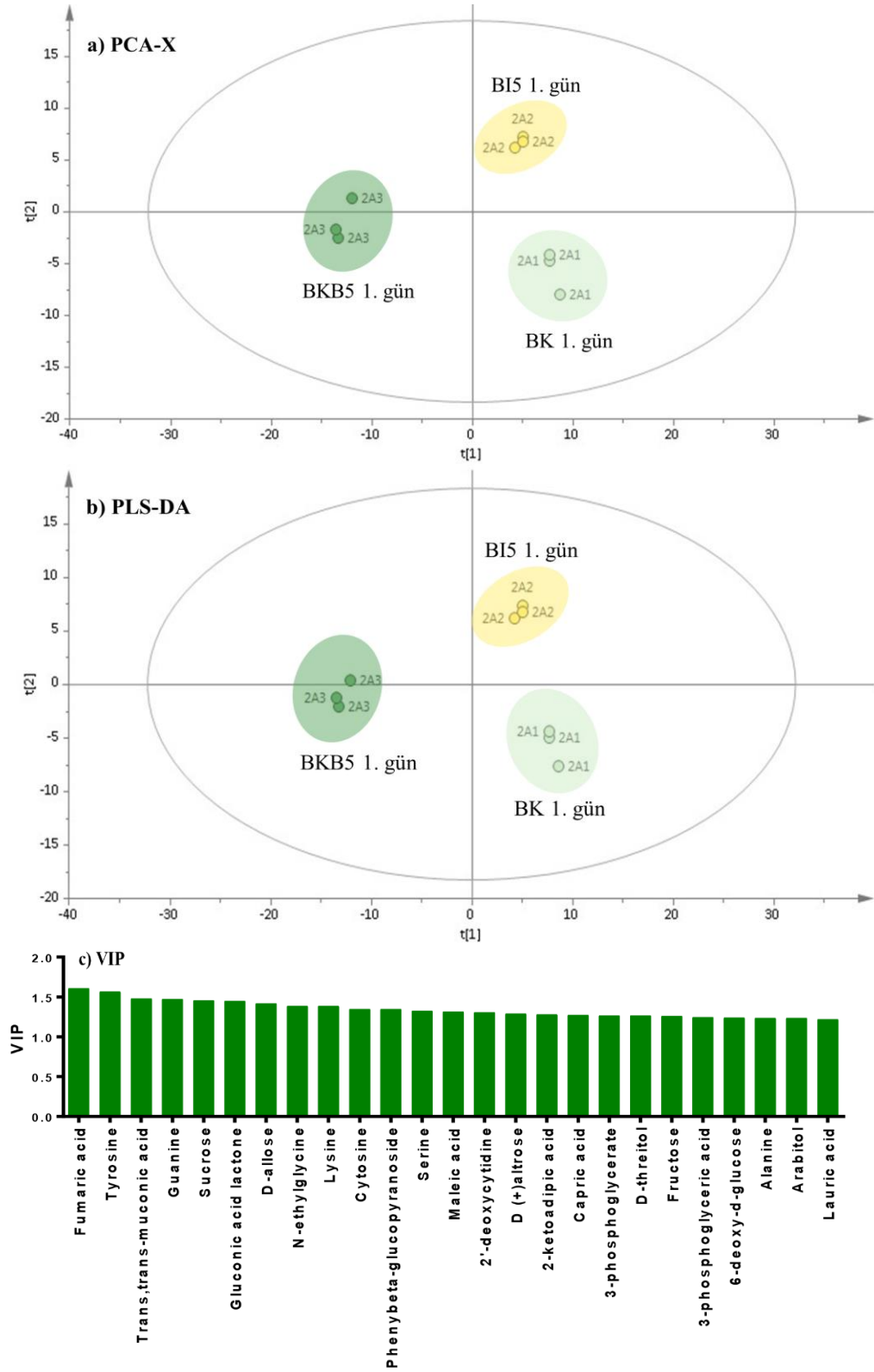
EK-3: İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması



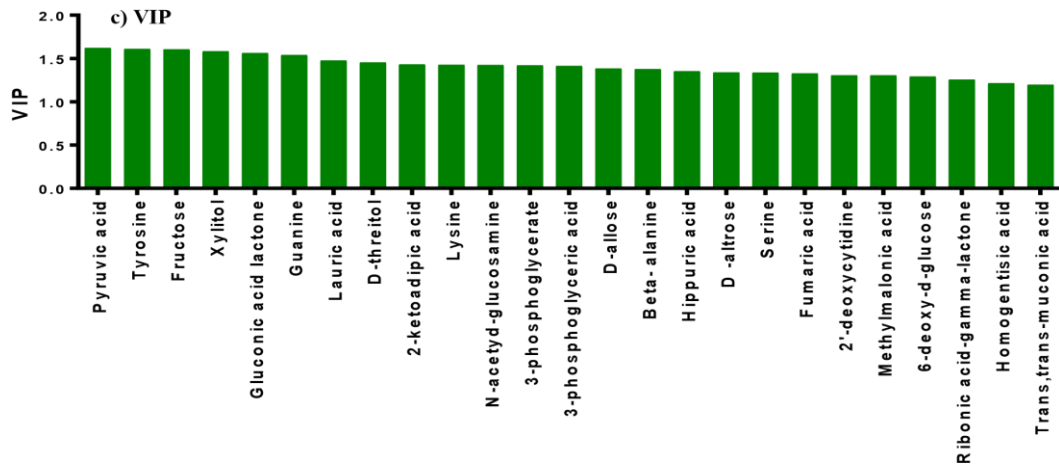
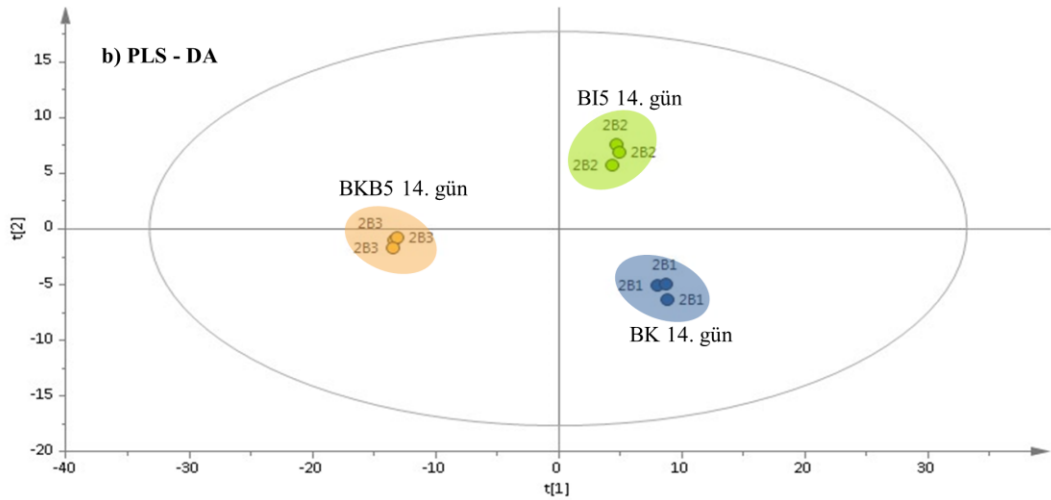
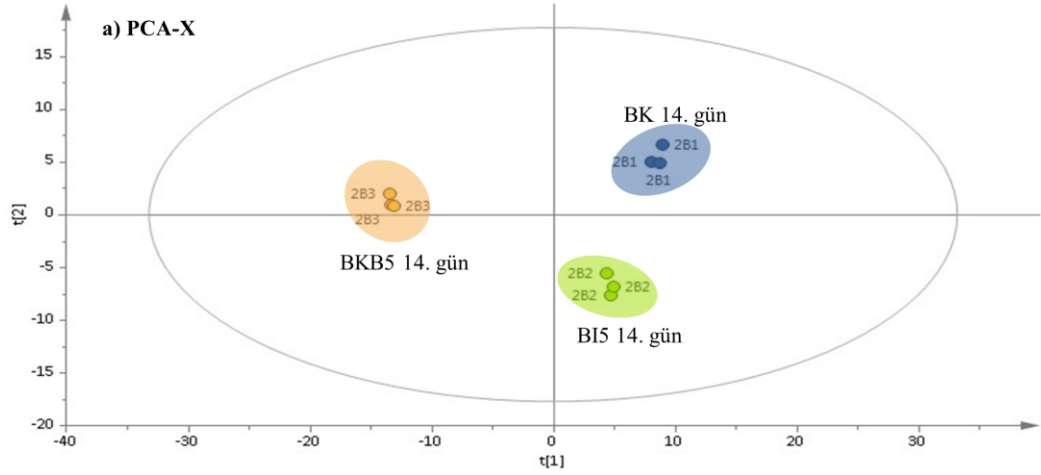
EK-4: İnek sütüne %7,5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol inek fermente ürünü ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması



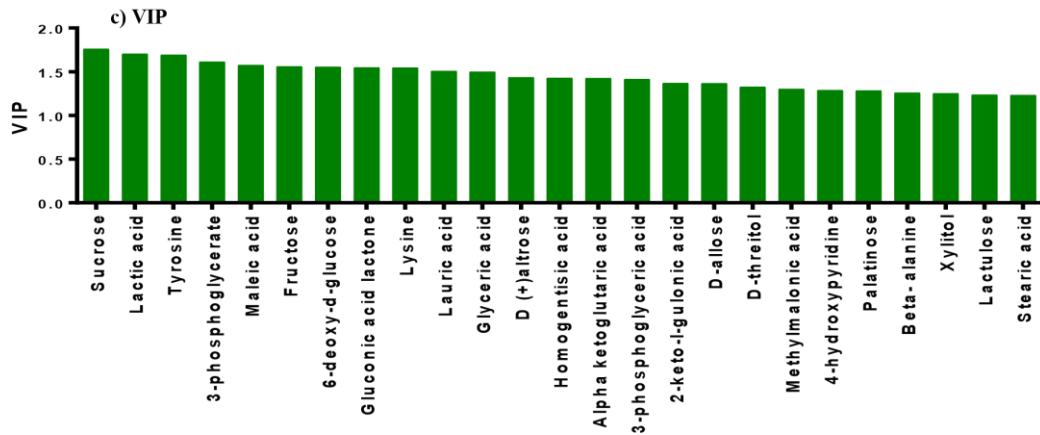
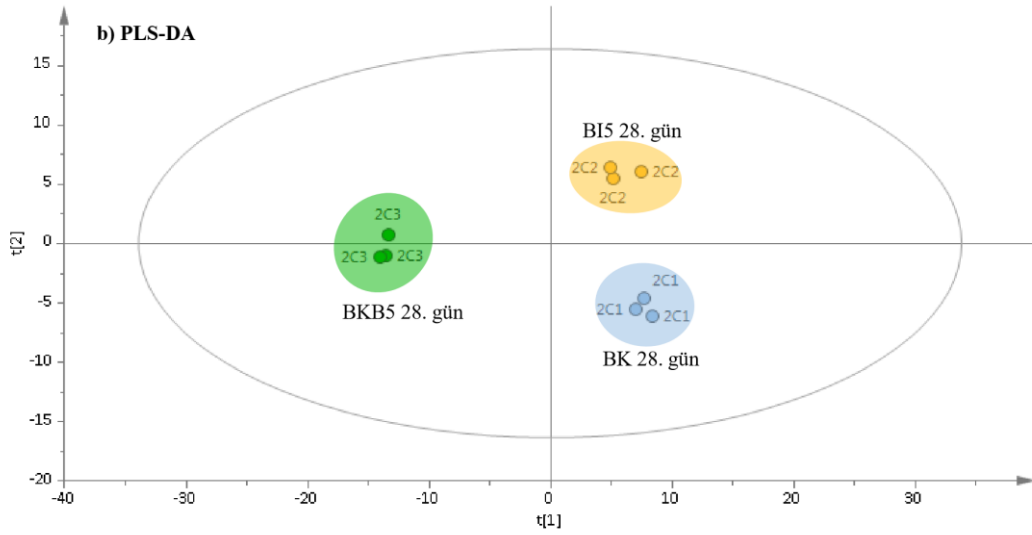
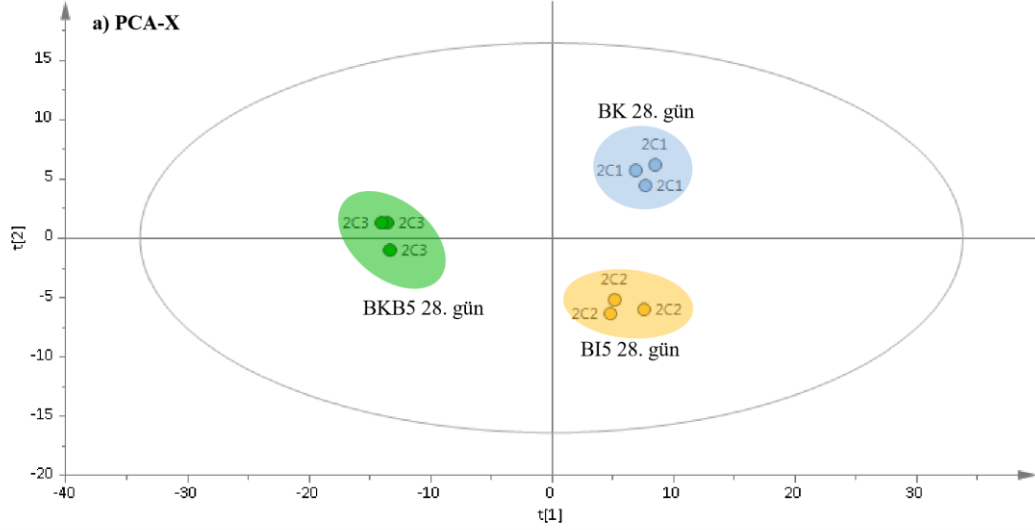
EK-5: Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 1. gününde karşılaştırılması



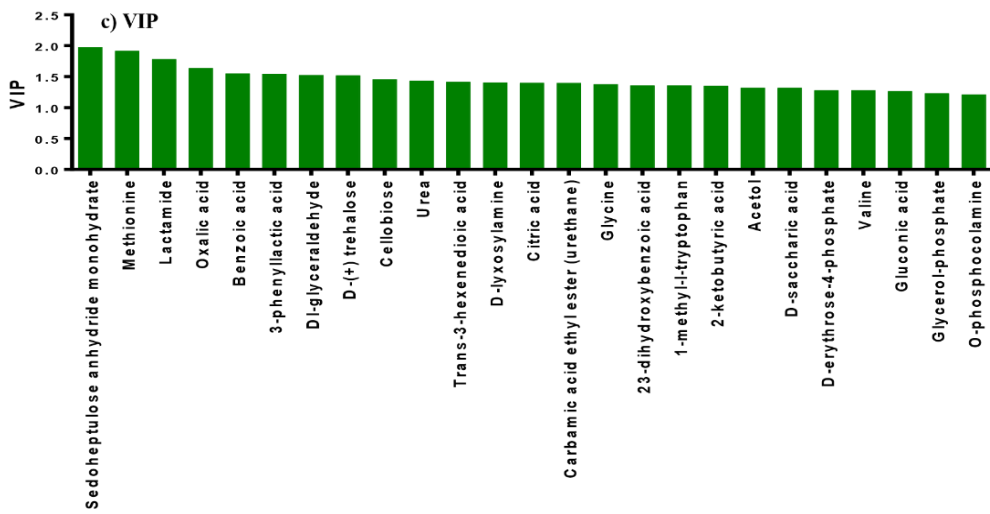
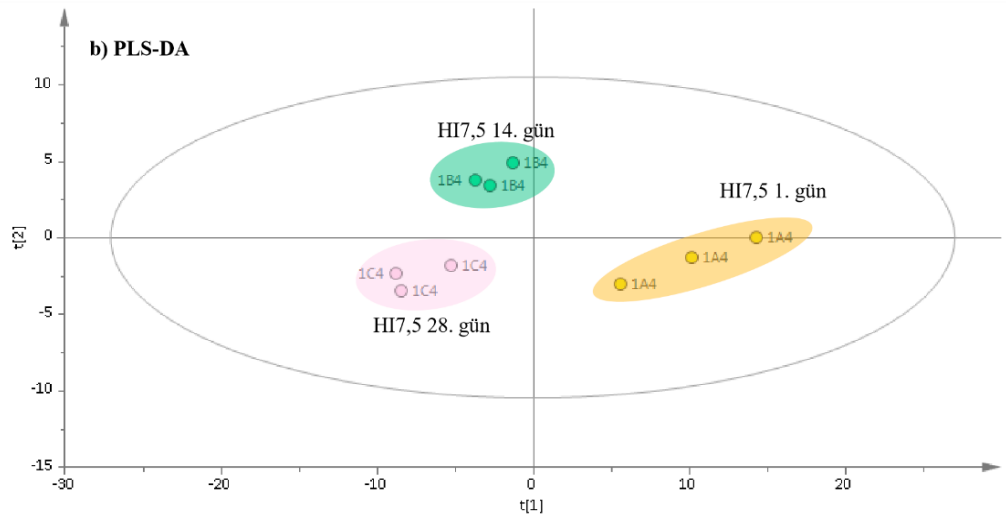
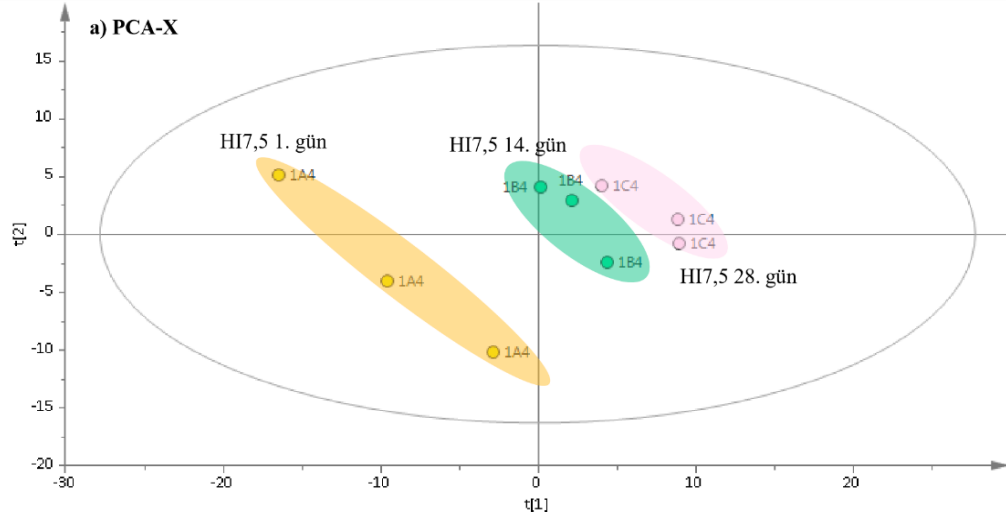
EK-6: Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 14. gününde karşılaştırılması



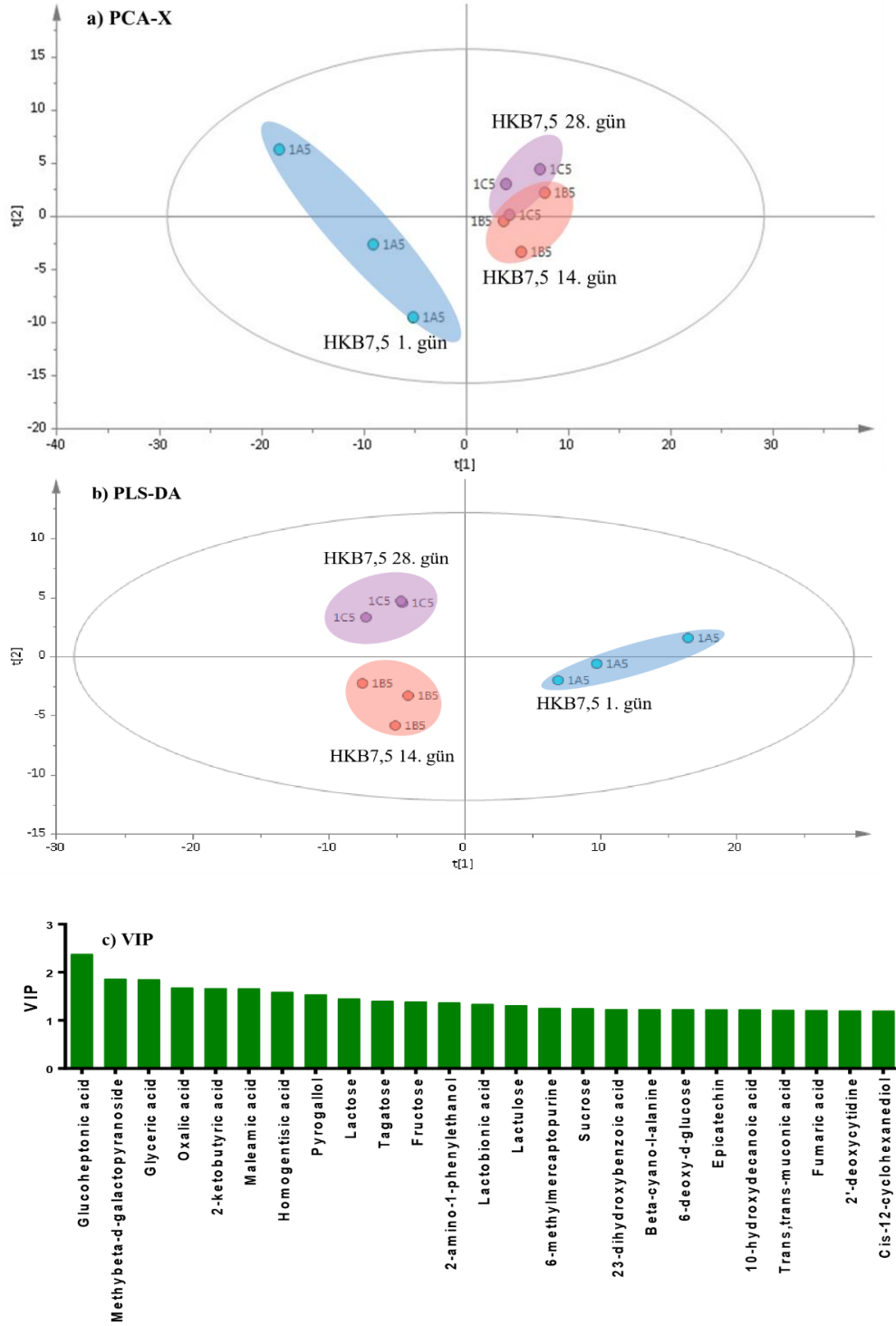
EK-7: Badem bazlı içeceğe %5 oranında eklenen inülin ve karabuğdayın kontrol badem bazlı içecek ile depolamanın 28. gününde karşılaştırılması



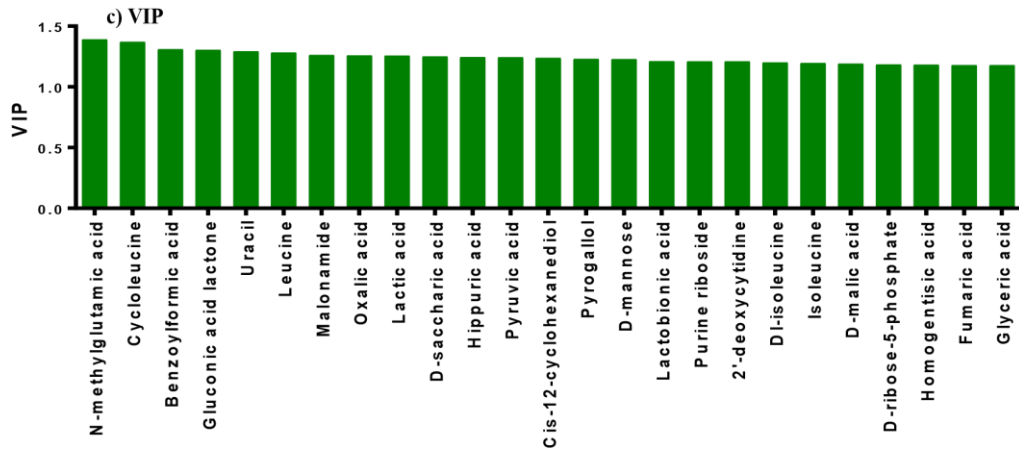
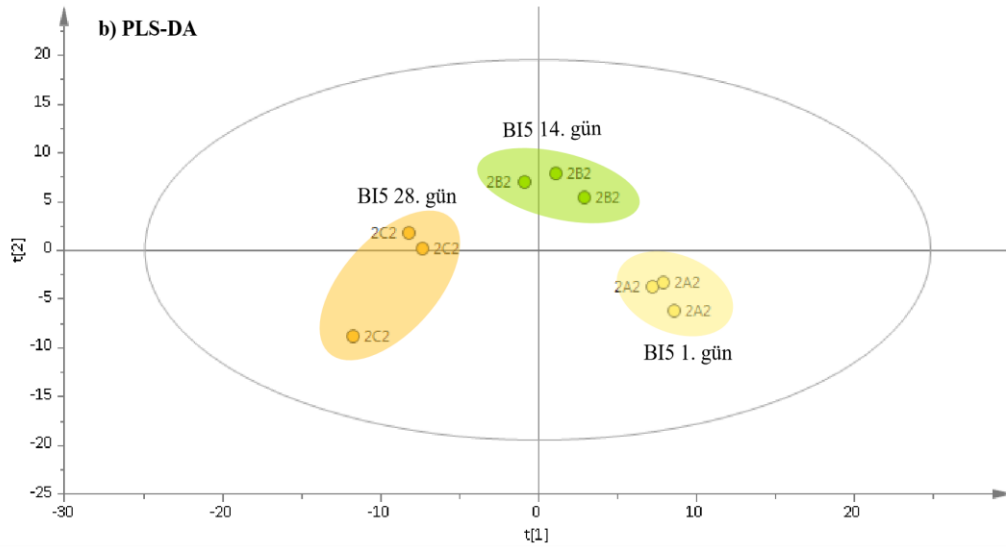
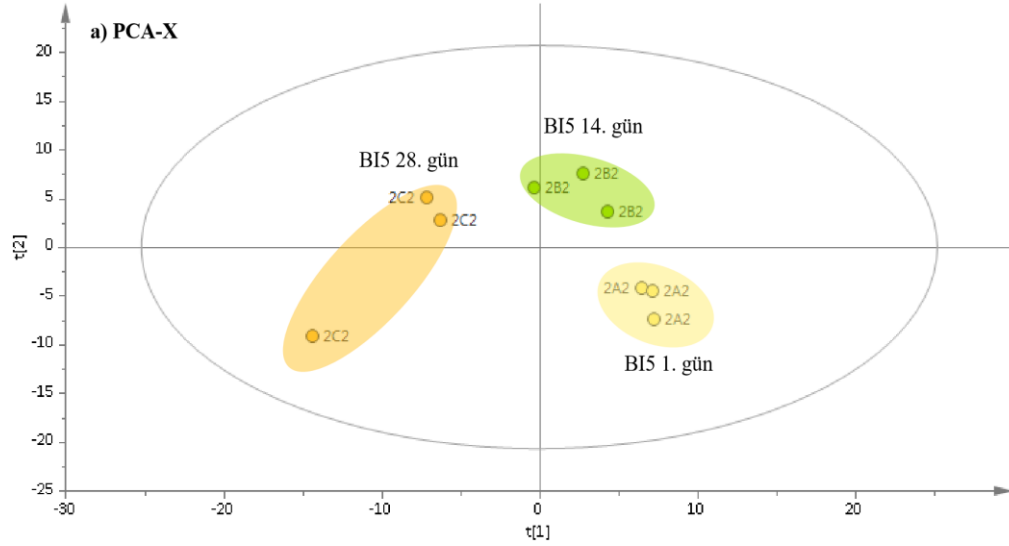
EK-8: İnek sütüne %7,5 oranında inülin eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması



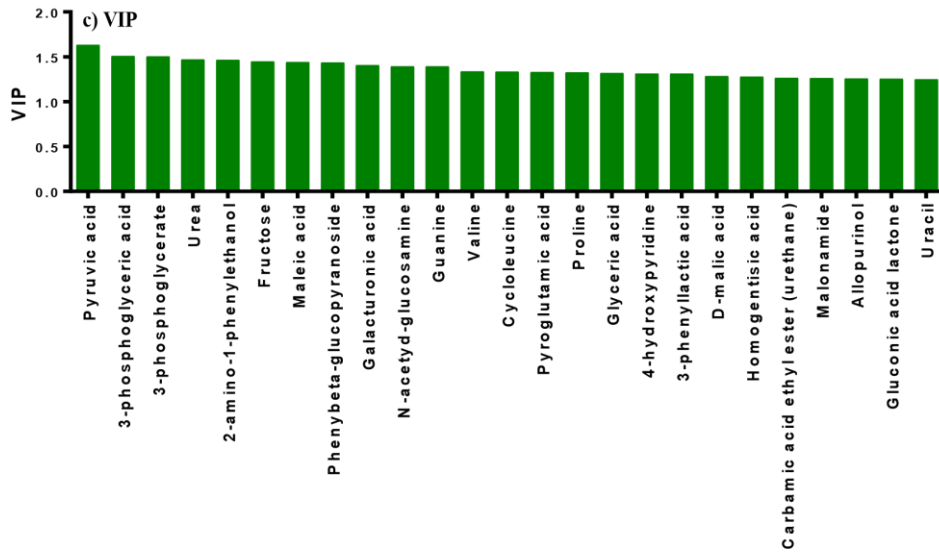
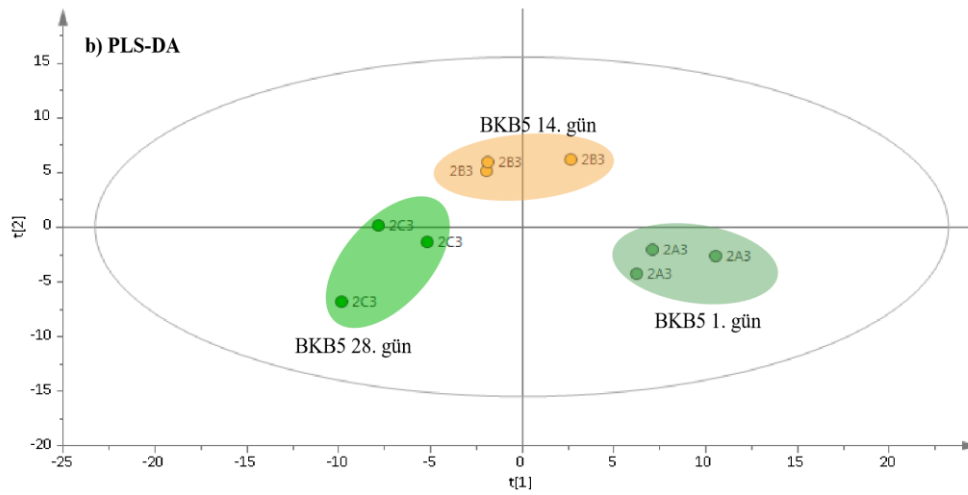
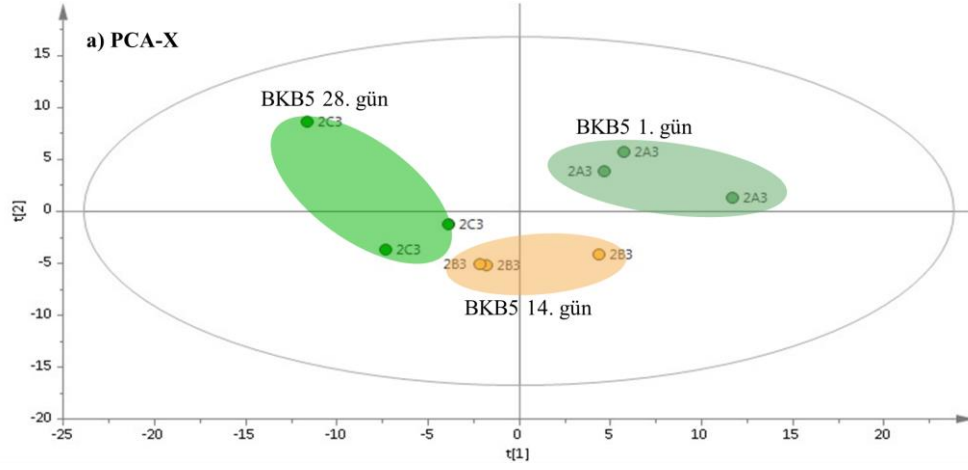
EK-9: İnek sütüne %7,5 oranında karabuğday eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması



EK-10. Badem bazlı içeceği %5 oranında inülin eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması



EK-11: Badem bazlı içeceğe %5 oranında karabuğday eklenen fermente ürünün depolama süresine göre karşılaştırılması



EK-12: Tez Çalışması Orijinallik Raporu



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Ezgi Kıyıcı
Ödev başlığı: Karabuğday eklenerek fermente edilen bitkisel ve hayvansal...
Gönderi Başlığı: Karabuğday eklenerek fermente edilen bitkisel ve hayvansal...
Dosya adı: Ezgi_K_y_c_Tez_Enstitu_Turnitin.docx
Dosya boyutu: 4.83M
Sayfa sayısı: 124
Kelime sayısı: 27,129
Karakter sayısı: 182,784
Gönderim Tarihi: 09-Oca-2024 10:46ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2268287082

T.C. İZMİRTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARABUĞDAY EKLENEREK FERMENTE EDİLEN
BİTKİSEL VE HAYVANSAL PROBYOTİK YOĞURTLARIN
FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENİŞİ

BİREYLERE BİLİMLERİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ezgi Kıyıcı

ANKARA
2024

Karabuğday eklenerek fermente edilen bitkisel ve hayvansal probiyotik yoğurtların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelenmesi

ORJİNAL RAPORU

%7	%7	%1	%4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	VAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
2	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	%1
3	Submitted to Ankara University Öğrenci Ödevi	%1
4	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
5	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	www.hukukihaber.net İnternet Kaynağı	<%1
7	dspace.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1

9. ÖZGEÇMİŞ