

**BADEM UNUNUN BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN
GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

CHEIMA MANSRI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BADEM UNUNUN BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN GELİŞMESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

CHEIMA MANSRI
(0000-0002-3920-2633)

Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN
(0000-0002-8482-5055)
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2020

TEZ ONAYI

Cheima MANSRI tarafından hazırlanan "BADEM UNUNUN BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİSİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul/red edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN
(0000-0002-8482-5055)

Başkan : Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
(0000-0002-8482-5055)

İmza

Üye : Prof. Dr. Tülay ÖZCAN
BursaUludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
(0000-0002-0223-3807)

İmza

Üye : Dr. Öğrt. Üyesi Ufuk EREN VAPUR
Nişantaşı Üniversitesi,
Sanat ve Tasarım Fakültesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları
(0000-0002-8272-0719)

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
20/01/2020

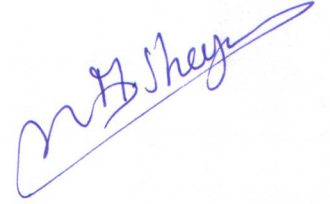
B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

20/01/2020

CHEIMA MANSRI



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BADEM UNUNUN BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN GELİŞMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Cheima MANSRI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

Bu çalışmada, badem ununun *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei*'nin gelişmesi üzerindeki etkisi *in vitro* fermantasyon ortamında belirlenmiştir. Kullanılan probiyotik bakterilerin tam badem unu ve iç/kabuksuz badem ununu fermente edebilme yeteneklerini belirlemek için *Bifidobacterium* türleri için karbonhidrat içermeyen TPY sıvı besiyeri ve *Lactobacillus* türleri için ise karbonhidrat içermeyen MRS sıvı besi yeri bazal gelişme ortamı olarak kullanılmıştır.

Fermantasyon süresince farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarında pH değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ortalama değerleri incelendiğinde en yüksek pH değeri negatif kontrol örneğinde saptanırken (5.79), en düşük pH değeri (4.42) glikoz içeren besi ortamında saptanmıştır. pH'nın aksine en yüksek OD değeri (1.101) glikoz içeren örnekte saptanmış olup, bu örneği tam badem ve iç badem unu içeren örnekler izlemiştir. Fermantasyon süresince en yüksek mikroorganizma sayısı (8.52 kob/mL) pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu, iç badem unu ve inulin içeren örnekler izlemiştir. Substrat türleri arasında en yüksek PAS değeri (0.81) iç badem unu içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu ve inulin ilaveli besi ortamları izlemiştir.

Glikoz (3.44 g/L) ve galaktoz (4.24 g/L) değerleri *Lb. acidophilus* türünün geliştiği ortamlarda en yüksek olarak saptanmıştır. *Lb. casei* türünün geliştiği ortamlarda früktoz değeri (3.07 g/L) ve ksiloz miktarı (1.53 g/L) en yüksek miktarda belirlenmiştir. Sükroz değeri (6.56 g/L) *Bifidobacterium* türlerinin geliştiği ortamlarda daha yüksek miktarda belirlenmiştir. Tüm şeker bileşenlerinin fermantasyon süresince miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, tam badem ve iç badem ununun *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei*'nin gelişmesi/aktivitesi üzerine olumlu etki gösterdiği farklı çalışmalarla da desteklenerek prebiyotik potansiyele sahip bileşen olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Badem unu , probiyotik, prebiyotik

2020, ix + 108 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF ALMOND FLOUR ON THE DEVELOPMENT OF SOME PROBIOTIC BACTERIA

Cheima MANSRI

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Lütfiye YILMAZ ERSAN

In this study, the effect of almond flour on the development of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* in vitro fermentation medium was investigated. To determine the ability of probiotic bacteria to ferment whole almond flour and peeled almond flour, carbohydrate-free TPY broth for *Bifidobacterium* spp. and MRS broth for *Lactobacillus* spp. were used as basal growth media. During fermentation, it was determined that pH values decreased in the medium containing different substrate sources. When the mean values were examined, the highest pH value was detected in the negative control sample (5.79), while the lowest pH value (4.42) was found in the medium containing glucose. Contrary to pH, the highest OD value (1.101) was found in the sample containing glucose, followed by samples containing whole almonds and peeled almond flour. During the fermentation the highest number of microorganisms (8.52 cfu / mL) was found in the medium containing glucose, namely positive control, followed by samples containing whole almond flour, peeled almond flour and inulin. Among the substrate types, the highest PAS value (0.81) was determined in the medium containing peeled almond flour, followed by whole almond flour and inulin supplemented medium.

The amount of glucose (3.44 g/L) and galactose (4.24 g/L) were found to be highest in the medium inoculated with *Lb. acidophilus*. The amount of fructose (3.07 g/L) and xylose (1.53 g/L) was determined to be the highest in the medium inoculated with *Lb. casei*. The amount of sucrose (6.56 g / L) was determined in higher amounts in the medium inoculated with *Bifidobacterium* species. It was determined that the amount of all sugar components decreased during fermentation.

As a result, it was determined that whole almond and peeled almond flour had a positive effect on the development of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* and it can be used as a component with prebiotic potential supported by various studies.

Keywords: Almond flour, probiotic, prebiotic

2020, ix + 108 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, her türlü yardımı, desteği ve fedakarlığı esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç.Dr. Lütfiye YILMAZ-ERSAN'a en içten saygılarımla birlikte teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin geliştirme aşamalarında benden bilgi ve yardımlarını eksik etmeyen değerli hocalarım sayın Prof. Dr Tülay ÖZCAN, Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında manevi destekleyen ve yardımları için arkadaşlarım Gizem SUNA, Begüm ÖZYÜREK, Şengül TEKSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının gerçekleştirilebilmesini proje olarak sağlayan Bursa Uludağ Ünivesitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Kalbımı hiç terk etmeyen abimin ruhuna. ALLAH onu huzur içinde dinlendirsin.

Hayat yolculuğumda üzerimde en fazla emeği bulunan, benim için her zaman koşulsuz olarak fedakarlık gösteren ve bana destek olup hayallerime ulaşabilmemde en değerli paya sahip olan canım annem ve babam Wassila- Raşid MANSRI'e, sevgili ablalarım ve canım kardeşim'e tüm kalbimle teşekkür ediyorum

Cheima MANSRI

Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1.Probiyotikler	6
2.1.1.Probiyotiklerin Tanımı ve Tarihçesi	6
2.1.2.Probiyotiklerin Sahip Olması Gereken Özellikler	7
2.1.3.Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar	9
2.1.4.Laktik Asit Bakterileri	11
2.1.5. <i>Bifidobacterium</i> Türleri.....	14
2.1.6.Probiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri.....	17
2.1.7.Probiyotiklerin Canlılığını Etkileyen Faktörler	19
2.2.Prebiyotikler.....	21
2.2.1.Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkisi	25
2.3.Simbiyotikler.....	31
2.4.Postbiyotikler	31
2.5.Badem	33
2.5.1.Bademin Anatomik Özellikleri	36
2.5.2.Bademin Besin Değeri	36
2.5.3.Bademin Fonksiyonel Özellikleri	40
2.5.4.Badem Alerjisi	40
2.5.5.Badem Yan Ürünleri	42
2.6.Bademin Prebiyotik Potansiyeline Dair Literatür Çalışmaları.....	45
3. MATERYAL ve YÖNTEM	49
3.1.Materyal	49
3.2.Yöntem.....	49
3.2.1.Mikroorganizmaların Aktivasyonu	49
3.2.2.Tam Badem ve İç Badem Unu İçeren Besi Ortamının Hazırlanması	50
3.2.3.Fermentasyon Süresince Uygulanan Analizler	54
3.3.Gelişme Oranı	55

3.4.Prebiyotik Aktivite Sayısı	55
3.5.Şeker Bileşenleri Analizi	56
3.6.İstatistiksel Analizler	58
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	59
4.1.pH Değeri.....	59
4.2.Hücre Yoğunluğu (OD)	65
4.3.Mikroorganizma Sayısı	73
4.4.Gelişme Oranı	83
4.5.Prebiyotik Aktivite Sayısı (PAS)	85
4.6.Şeker Bileşenleri	87
5.SONUÇ	93
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. İdeal bir probiyotik mikroorganizmanın sahip olması gereken özellikler ve ticarileştirme süreci	8
Şekil 2.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri	10
Şekil 2.3. Laktik Asit Bakterilerinin taksonomik sınıflandırılması	12
Şekil 2.4. <i>Lb. acidophilus</i> 'un ilk izole edilmesinden itibaren taksonomik sınıflandırılmasının tarihçesi	15
Şekil 2.5. <i>Bifidobacterium</i> türlerinin taksonomik sınıflandırılması.....	16
Şekil 2.6. Probiyotiklerin konakçı sağlığı üzerine olası temel mekanizmaları	18
Şekil 2.7. Probiyotiklerin gastrointestinal sistemde ve gıdalarda canlılığını etkileyen ana faktörler	20
Şekil 2.8. Prebiyotik kavramının tanımlanmasının tarihsel süreci.....	22
Şekil 2.9. Prebiyotiklerin doğal kaynaklardan elde edilmesinde kullanılan yöntemler ..	24
Şekil 2.10. Prebiyotiklerin insan sağlığı üzerine önerilen etki mekanizmaları.....	27
Şekil 2.11. Bir bileşenin “prebiyotik” olarak sınıflandırılabilmesi için uygulanan işlem süreci	28
Şekil 2.12.Bademin sistematikteki taksonomik sınıflandırılması	34
Şekil 2.13. Bademin içerdiği biyoaktif bileşenler	38
Şekil 2.14. Bademin kronik hastalıkların önlenmesi ya da tedavisi üzerine varsayılan mekanizmaları	41
Şekil 3.1. <i>Lactobacillus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> türleri tarafından tam badem unu ve iç badem unununun fermantasyonuna ait deneme deseni	53
Şekil 3.2. Glikoz standardına ait kalibrasyon grafiği	56
Şekil 3.3.Galaktoz standardına ait kalibrasyon grafiği	57
Şekil 3.4. Fruktoz standardına ait kalibrasyon grafiği	57
Şekil 3.5. Sükroz standardına ait kalibrasyon grafiği	57
Şekil 3.6. Ksiloz standardına ait kalibrasyon grafiği	58
Şekil 4.1. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. casei</i> 'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	60
Şekil 4.2. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. acidophilus</i> 'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri.....	61
Şekil 4.3. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. lactis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	63
Şekil 4.4. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. infantis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	64
Şekil 4.5. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. casei</i> 'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	66
Şekil 4.6. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. acidophilus</i> 'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri.....	68
Şekil 4.7. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. lactis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	69
Şekil 4.8. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. infantis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri	71
Şekil 4.9. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>Lb. casei</i> 'ye ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri	74

Şekil 4.10. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>Lb. acidophilus</i> 'a ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri	76
Şekil 4.11. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>B. lactis</i> 'e ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri.....	78
Şekil 4.12. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>B. infantis</i> 'e ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri	80
Şekil 4.13. <i>Lactobacillus</i> ve <i>Bifidobacterium</i> türleri için prebiyotik aktivite sayısı (PAS).....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bir substratın prebiyotik etkisinin belirlenebilmesi amacıyla uygulanan eşitlikler.....	30
Çizelge 2.2. Mikrobiyota alanında probiyotikler ile ilişkili kullanılan tanımlamalar....	32
Çizelge 2.3. Bademin besin içeriği	37
Çizelge 2.4. Badem ununun bileşimi	45
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan probiyotik mikroorganizmalar	49
Çizelge 3.2. Mikroorganizmaların aktivasyonu için kullanılan bazal gelişme besiyeri	49
Çizelge 3.3. Tripton Pepton Maya Ekstraktı (TPY) ve De Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) sıvı besiyerlerinin bileşimi	50
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan tam badem unu ve iç badem ununun bileşimi.....	51
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan inulinin özellikleri	52
Çizelge 4.1. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. casei</i> 'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri	59
Çizelge 4.2. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. acidophilus</i> 'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri	61
Çizelge 4.3. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. lactis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri	62
Çizelge 4.4. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. infantis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri	64
Çizelge 4.5. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. casei</i> 'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri	66
Çizelge 4.6. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>Lb. acidophilus</i> 'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri	67
Çizelge 4.7. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. lactis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri	69
Çizelge 4.8. 48 saatlik fermantasyon süresince <i>B. infantis</i> 'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri	70
Çizelge 4.9. pH ve OD analizlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 4.10. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>Lb. casei</i> 'ye ait mikroorganizma sayısı (\log_{10} kob/mL).....	73
Çizelge 4.11. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>Lb. acidophilus</i> 'a ait mikroorganizma sayısı (\log_{10} kob/MI)	75
Çizelge 4.12. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>B. lactis</i> 'e ait mikroorganizma sayısı (\log_{10} kob/mL)	77
Çizelge 4.13. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki <i>B. infantis</i> 'e ait mikroorganizma sayısı (\log_{10} kob/mL).....	79
Çizelge 4.14. Mikroorganizma sayılarına ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları	81
Çizelge 4.15. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarındaki bakteri türlerine ait gelişme oranları.....	84
Çizelge 4.16. Prebiyotik aktivite sayılarına ait substrat türleri ile bakteri türleri ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları	87

Çizelge 4.17. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan glikoz değerleri (g/L).	88
Çizelge 4.18. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan galaktoz değerleri (g/L).	88
Çizelge 4.19. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan fruktoz değerleri (g/L)	89
Çizelge 4.20. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan sükroz değerleri (g/L)	90
Çizelge 4.21. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan ksiloz değerleri (g/L)	90
Çizelge 4.22. Farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarında fermantasyon sonucu şeker bileşenleri değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.23. Şeker bileşenlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süreleri ve bunlar arasındaki interaksiyonu belirten varyans analizi sonuçları.....	92

1. GİRİŞ

Son yıllarda beslenme değerinin yanı sıra sağlık üzerine olumlu etkileri de bulunan fonksiyonel gıda bileşenlerine artan bir talep bulunmaktadır. Fonksiyonel gıda bileşenleri, “vücudun temel besin öğeleri gereksinimini karşılarken, metabolizmanın güçlendirilmesi ve hastalıkların meydana gelme riskinin azaltılması gibi insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonlarını olumlu yönde etkileyen bileşenler” olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel gıda bileşenleri arasında fitokimyasallar, biyoaktif peptitler, omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri, probiyotikler ve prebiyotikler yer almaktadır. Bu bileşenleri içeren gıdalar “fonksiyonel gıdalar, tedavi edici gıdalar, tıbbi gıdalar, biyo-gıdalar, bifidojenik gıdalar, düzenleyici gıdalar, ilaç gıdalar ve süper-gıdalar” olarak tanımlanmaktadır (Ross ve ark. 2000, Grajek ve ark. 2005, del Castillo ve ark. 2018).

Probiyotikler “yeterli miktarda alındığında konakçının sağlığı üzerinde yararlı etki sağlayan canlı mikroorganizmalar”, prebiyotikler ise “beslenme yoluyla alınarak, sindirilmeden kolon bölgesine kadar ulaşabilen kolonda seçici bakteriler tarafından fermente edilebilen gıda bileşenleri”dir (Hanson ve ark. 1999, Yağcı 2002, O'Flaherty ve ark. 2010, Heydari ve ark. 2011, Anandharaj ve ark. 2018). Sinbiyotik terimi ise “probiyotik ve prebiyotik kombinasyonunu” ifade etmekte olup probiyotik ve prebiyotiğin tek başına göstereceği etkiden daha fazla olumlu etki göstererek bağırsak mikrobiyotasında probiyotik bakterilerin kolonizasyonunu destekleyen ürünleri ifade etmektedir (Al-Ghazzewi ve ark. 2007, Gibson ve Roberfroid 2008, Roberfroid ve ark. 2010).

Bağırsak sistemi, metabolik olarak vücudun en aktif organlarından biri olup yetişkin bir insanın intestinal mikrobiyotasında 400'den fazla bakteri türü bulunmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde son yıllarda en etkili terapötik yaklaşım olarak gösterilmektedir. Konakçı mikrobiyotasını yararlı mikroorganizmalar baskın olacak şekilde düzenleyerek, hayat kalitesinin arttırılmasına yönelik araştırmalar birçok bilim dalı tarafından gerçekleştirilmektedir. Mikrobiyotanın

düzenlenmesinde her ne kadar farmasötik tabletler kullanılsa da, fonksiyonel gıdaların tüketiminin artırılması, hem metabolizmanın ihtiyaç duyduğu günlük besin öğelerinin karşılanması hem de biyoaktif özellikteki probiyotik mikroorganizmaların ve prebiyotik bileşenlerin vücuda alınması açısından daha çok tercih edilmektedir. Özellikle prebiyotikler içerisinde *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türleri, hem gıdalarda starter kültür hem de tablet şeklinde kullanımları nedeni ile daha da önem kazanan bakterilerdir (Van der Meulen ve ark. 2004, Roberfroid ve ark. 2010, Wang ve ark. 2010).

Günümüzde prebiyotik özelliğe sahip gıda bileşenlerinin çoğu inulin bazlı frukto oligomerler ya da galaktooligosakkarit bileşikleridir. Fruktooligosakkarit (FOS), galaktooligosakkarit (GOS) ve inulin *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türleri tarafından fermente edilebilen, fermantasyonları sonucu insan sağlığı üzerine etkileri olan ticari prebiyotik bileşenlerdir. Bu etkisi kanıtlanmış prebiyotik bileşenleri içeren süt ürünleri, unlu mamüller, içecekler, soslar, şekerleme ürünleri, bebek mamaları gibi endüstriyel gıdalara yönelik talebin artması nedeni ile araştırmacılar ve üreticiler hali hazırda günlük diyetin bir parçası olan gıdaların prebiyotik özelliklerinin belirlenmesine yönelmektedir. Prebiyotik etkinin belirlenmesinde, mikrobiyota ile konakçı transkriptomik çalışmaları önemlidir, fakat pahalı, zaman alıcı ve önemli biyoinformatik desteğe ihtiyaç duyulan bu *in vivo* çalışmalardan önce potansiyel bileşenin özelliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi kritik önem taşımaktadır (Molan ve ark. 2009, Gomez ve ark. 2010, Mandalari ve ark. 2010, Polari ve ark. 2012, Dwivedi ve ark. 2014).

Badem (*Prunus amygdalus*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasının *Prunoideae* alt familyasının *Amygdalus* cinsine ait sert çekirdekli meyve tohumudur. Badem meyvesi, botanik olarak şeftali ve kayısı gibi sert çekirdekli bir meyvedir. Ancak, olgun bademin içi yendiğinden sert kabuklu meyveler grubunda yer almaktadır. Bademin anavatanı Batı ve Orta Asya olup İran, Hindistan ve Pakistan'da doğal yayılım göstermiş ve zamanla bu ülkelerden Akdeniz bölgesine ve tüm kıtalara yayılmıştır. Türkiye'de çoğunluğu Ege Bölgesi olmak üzere Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara Bölgesi'nde badem yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu meyve ağacının güç şartlara adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, son yıllarda yapılan ıslah çalışmaları ile yeni çeşitlerin oluşturulması ve pazardaki yüksek talep ülkemizde badem yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttırmaktadır. Bu nedenle Güneydoğu

Anadolu Bölgesi ve diğer bölgelerde badem plantasyonlarının hızla arttığı ve kapama badem bahçelerinin dahi kurulmaya başlandığı gözlenmektedir. Bununla birlikte Türkiye’de TÜİK 2018 yılı verilerine göre 2010 yılında 55.398 ton olan badem üretiminin 2018 yılında 100.000 tona ulaşması ile dünya sıralamasında önemli bir yere sahip olduğu bildirilmektedir (Mori ve ark. 2011, Küden ve ark. 2014).

Badem meyvesinin ağacı ortalama 6-8 m uzunluğunda olup bazı durumlarda yükseklik 12 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Ağacın ortalama ömrü 50 yıl olarak bildirilmektedir. Badem ağacı, yazları uzun ve sıcak, kışları ise aşırı soğuk olmayan ılıman iklim bölgelerinde yetişmektedir. Badem hasadı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde Ağustos ayında, Akdeniz ve Ege Bölgesi’nde de Temmuz ayı ortasında başlamaktadır. Ağaç üzerinde olgunluğa yaklaşan meyvelerde yeşil kabuğun çatlaması sonrası renk değişiminin görülmesi ile hasat başlamaktadır. Bademler pomolojik olarak acı bademler (*Prunus amygdalus amara*) ve tatlı bademler (*Prunus amygdalus dulcis*) olarak gruplandırılmaktadırlar. Acı bademler, siyanidrik asit içerdiklerinden dolayı fazla tüketildiklerinde zehir etkisi gösterebilmekte bu nedenle yağ üretiminde ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadırlar. Tatlı bademler “el”, “diş”, “sert kabuklu” ve “taş” bademler olmak üzere dört gruba ayrılmaktadırlar. “Fransız (Ferragnes, Ferraduel)”, “Kaliforniya (Nonpareil)”, “Teksas”, “Ne Plus Ultra”, “Peerles”, “Thompson”, “Carmel Le”, “Yaltinski”, “Drake”, “Padre”, “Le Grand”, “Sonora”, “Monterey”, “Fritz”, “Price”, “Butte” ve “Tuono (İtalyan orijinli)” yabancı badem çeşitleridir (Srinivasan 2005, Gradziel 2008, Mori ve ark. 2011, Martins ve ark. 2017, Mohd Khalid ve Kashif Hussain 2017, Prgomet ve ark. 2017). Türkiye’de yetişen badem çeşitleri ise “48-1”, “Akbadem (48-2)”, “Hacı Alibey (48-5)”, “Gülcan 1 (101-23)” ve “101-13”dür (Küden ve ark. 2014).

Badem meyvesi, yeşil kabuk, dış kabuk, iç kabuk ve meyve olarak yenilen çekirdek (iç badem ya da et) olmak üzere 4 kısımdan oluşmaktadır. Badem Türkiye’de yeşil kabuklu çağla devresinden itibaren tüketilen bir meyve türü olup yenebilen tatlı badem tohumları kavrulularak ya da kavrulmadan çerez olarak, çeşitli yiyeceklerin hazırlanmasında, şekerleme, çikolata ve pasta endüstrisinde, bademyağı ve badem unu yapımında kullanılmaktadır (Gradziel 2008, Mexis ve Badeka 2011, Martins ve ark. 2017, Mori ve

ark. 2011, Prgomet ve ark. 2017). Özellikle badem unu glüten içermediğinden glutene duyarlı ve çölyak hastalığı olan insanlar için buğday unu yerine kullanılmaktadır (Gradziel 2008, Case 2010, Martins ve ark. 2017).

Badem, zengin besin içeriği nedeni ile Gıda ve İlaç Organizasyonu (FDA) tarafından “yoğun besin içerikli gıda/a nutrient-dense food” olarak tanımlanmaktadır. Badem, E vitamini, tekli ve çoklu-doymamış yağ asitleri, arjinin ve potasyum gibi kalp sağlığı ile ilişkili besin elementlerinin iyi bir kaynağıdır. Ayrıca, özellikle iç kabuk bileşiminde flavonoller (kaemferol, kuersetin, kateşin ve epikateşin), flavanonlar (naringenin), antosiyaninleri (siyanidinler ve delohininin), prosiyanidinler ve fenolik asitler (ferulik asit, P-kumarik asit ve vanilik asit) de dahil olmak üzere çeşitli fenolik bileşikler içermektedir. Bademin aktif bileşenleri, amandin ve albümin gibi globülinler ile arjinin, histidin, lizin, fenilalanin, lösin, valin, triptofan, metiyonin ve sistin gibi amino asitlerdir. Avrupa Birliği tarafından yayımlanan “Gıdalarda Yapılan Beslenme ve Sağlık Taleplerine İlişkin Tüzüğe” göre badem, günlük kalsiyum, magnezyum, fosfor, çinko, bakır, mangan, riboflavin ve α -tokoferol bileşenlerini karşılaması açısından mükemmel bir gıda olarak bildirilmektedir (Kamil ve Chen 2012, Martins ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017).

Bademin yağ asitleri ve çözünebilir lif bileşimi nedeni ile kalp damar hastalıklarını önleyici etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. B grubu vitaminlerince zengin olduğu için aneminin tedavisinde, kalsiyumca zengin olduğu için kemik ve diş sağlığını korumada, potasyumu zengin ve sodyumu düşük olması nedeni ile hipertansiyonu engellemede önemli bir gıda olduğu düşünülmektedir. Düzenli olarak badem tüketmek, kan şekerinin düzenlenmesinde önemli rol oynayarak yüksek glisemik indeksli gıdaların yanında badem yenilmesi bu gıdalardaki glisemik indeksin azalmasına yardımcı olduğu yapılan çalışmalarla belirtilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerince zengin olan bademin günlük olarak tüketimi LDL kolesterol düzeyini azaltırken, HDL kolesterol düzeyini arttırmaktadır. Bademin ayrıca cildi güzelleştirici, kolondan gıdaların geçişini düzenleyici ve hatta kanseri önleyici sağlık yararlarının olduğu bildirilmektedir (Richardson ve ark. 2009, Ahmad 2010, Ballhorn 2011, Berryman ve ark. 2011, Yang ve ark. 2011, Kamil ve Chen 2012, Martins ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017). Özellikle

son yıllarda yapılan çalışmalar yüksek oranda polifenol ve lif içeriğinden dolayı bağırsaktaki mikrobiyal fermantasyonu etkileyerek sağlıklı mikrobiyotanın oluşması için bademin önemli bir substrat olabileceğini göstermektedir (Mandalari ve ark. 2008, Mandalari 2012, Lamuel-Raventosa ve St. Onge 2017).

Gelecekteki araştırmalar açısından, badem katkılı ürünlerin hem üretimini hem de kalitesini iyileştirmek için birkaç özel alan bulunduğu açıktır. Bademin gerek besin içeriği gerekse fonksiyonel özellikleri açısından zenginliği dikkate alındığında, literatürde bu meyvenin *in vitro* ortamda probiyotik bakteriler üzerine gelişmesinin incelendiği çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında hazırladığımız bu çalışmanın öncelikli hedefleri;

- *Lactobacillus* (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*) ve *Bifidobacterium* (*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*) türlerinin tam badem ve iç/kabuksuz badem unu içeren besi ortamında gelişme yeteneklerinin incelenmesi,
- Tam badem ve iç/kabuksuz badem unu içeren ortamda prebiyotik aktivite sayılarının belirlenmesi,
- *İn vitro* fermantasyon sırasında karbonhidratların kullanılabilirliğini saptamak amacıyla şeker bileşenlerinin (glikoz, galaktoz, früktoz, sükröz ve ksiloz) belirlenmesi,
- Bu çalışma sonucunda *in-vitro* koşullarda elde edilecek verilerin, *in-vivo* koşullarda yürütülecek çalışmalara basamak oluşturmasıdır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Probiyotikler

2.1.1. Probiyotiklerin Tanımı ve Tarihçesi

1900'lü yılların başında Elie Metchnikoff (Paris Pasteur Enstitüsü'nde Profesör olarak çalışan Nobel ödüllü Rus Bilim insanı) Laktik Asit Bakterilerinin insanların sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir. Elie Metchnikoff “bağırsak oto-intoksikasyonunun” ve yaşlanma etkilerinin, bağırsakta fenol, indol ve amonyak gibi toksik bileşikler üreten proteolitik mikroorganizmaların yararlı mikroorganizmalar ile yer değiştirmesi sonucu önlenebileceğini ileri sürmüştür. “*Bulgarian bacillus*” adını verdiği bir bakteri ile fermente süt ürünü geliştirmiştir. İntestinal mikrobiyotanın canlı patojenik olmayan mikroorganizmalar ile yer değiştirerek bağırsak rahatsızlıklarının tedavisi bu tarihten itibaren birçok bilim insanı tarafından çalışılmıştır. Alman bilim insanı Alfred Nissle, Birinci Dünya Savaşı sırasında görülen *shigellosis* salgınında bir askerin dışkısından şiddetli enterokolit geliştirmeyen patojenik olmayan bir *Escherichia coli* suşu izole etmiştir. İzole edilen *Escherichia coli* Nissle 1917, LAB olmayan probiyotiklerin birkaç örneğinden biridir. Henry Tissier (Pasteur Enstitüsü) diyare teşhisi konulan bebekleri tedavi etmek amacı ile anne sütü ile beslenen bebeklerden *Bifidobacterium*'u izole etmiştir. Japonya'da Dr. Minoru Shirota ishal salgınlarına karşı savaşmak için *Lactobacillus casei* Shirota'yı izole etmiştir. Birçok bilim insanı tarafından çalışılan bu yararlı mikroorganizmaları tanımlamak için “antibiyotiklerin tersi”, “bir mikroorganizma tarafından üretilen ve diğer mikroorganizmaların çoğalmasını uyarıcı bir madde”, “mikrobiyal çoğalmaya yardımcı doku ekstraktları”, “konağın bağırsak mikrobiyal dengesini iyileştirerek yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalı besin desteği” gibi farklı ifadeler kullanılmıştır.

Günümüzde bu yararlı mikroorganizmaları adlandırmak için kullanılan “probiyotik” kavramı, Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO, 2009) ve Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği (ISAPP) (2013) tarafından “yeterli miktarda tüketildiklerinde konakçının sağlığı üzerine olumlu etkileri olan canlı

mikroorganizmalar” şeklinde tanımlanmaktadır (Dirican 2017, Markowiak ve Slizewska 2017, Kızıldağ 2017).

2.1.2. Probiyotiklerin Sahip Olması Gereken Özellikler

Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak adlandırılabilmesi ve gıda endüstrisi ile medikal alanda kullanılabilmesi için bazı kriterleri sağlaması gerekmektedir. İdeal bir probiyotik mikroorganizma elde etmek için üretim sürecinde dikkate alınması gereken kriterler, “fonksiyonel” ve “genomik” olmak üzere 2 ana başlık altında bildirilmektedir (Şekil 2.1) (Ayichew ve ark. 2017, Meybodi ve Mortazavian 2017).

Sağlıklı hayvan ya da insanların sindirim sistemlerinden, meyve ve sebzelerden izole edilen mikroorganizmalar, öncelikle seçici besi ortamı kullanılarak tanımlanmaktadır. Yeni kültürde *in vivo* değerlendirmeler için hedef koloniler, patojen inhibisyonu, hedef tür patojenitesi ve konak koşullarına direnç gibi testlere tabi tutulmaktadır. Hedef türlerin kullanımı ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoksa konakçıya gerçekten olumlu etkisinin olup olmadığını kontrol etmek için büyük ve küçük ölçekte *in vivo* ilave deneyler yapılmaktadır. Bilimsel olarak kanıtlanmış sonuçlar veren probiyotik, ticari olarak üretilmekte ve kullanılabilir. Yürütülen tüm bilimsel çalışmalar FAO ve WHO ile ortaklaşa gerçekleştirilmektedir (Ayichew ve ark. 2017, Meybodi ve Mortazavian 2017).

Dünya Gastroenteroloji Örgütü’nün Probiyotik ve Prebiyotikler Rehberi’ne göre probiyotik bir ürünün etiketinde şu bilgiler yer almalıdır;

- cins ve türün bilimsel olarak tanımlanması, suşun tayin edilmesi,
- raf ömrü tamamlandığında her suşta bulunan canlı bakteri sayısı,
- tavsiye edilen depolama koşulları ve güvenlik durumu,
- ortaya çıkabilecek fizyolojik etkiler,
- belirtilen fizyolojik etkinin görülmesi için gerekli doz
- satış sonrası için iletişim bilgileri (Gibson ve ark. 2017).



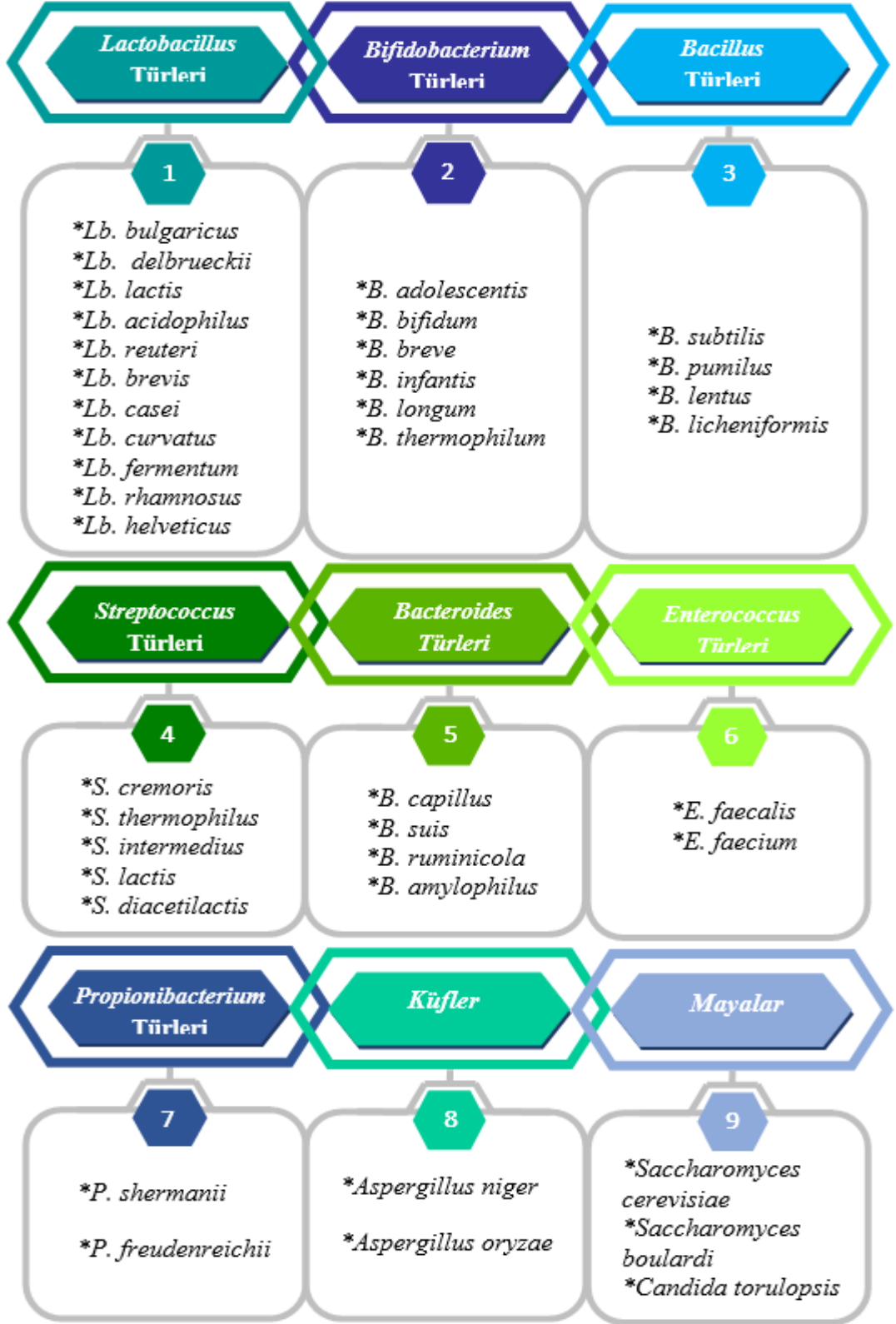
Şekil 2.1. İdeal bir probiyotik mikroorganizmanın sahip olması gereken özellikler ve ticarileştirme süreci

2.1.3. Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

Probiyotik mikroorganizmaların büyük bir kısmı, “genel olarak güvenilir kabul edilen (GRAS; Generally Recognized As Safe)” GRAS statüsünde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleri içerisinde yer almaktadır. İnsanlarda probiyotik olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar arasında *E. coli*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacteroides*, *Bacillus*, *Propionibacterium* gibi bakteriler ve mayalardan *Saccharomyces boulardii* ve küflerden *Aspergillus niger* bulunmaktadır (Şekil 2.2.). Son yıllarda, Avrupa Birliği'nde *Clostridium butyricum*'unda bu mikroorganizmalar arasında yer alabileceği bildirilmektedir (Evren ve ark. 2011, Heydari ve ark. 2011, Fijan 2014, Akan ve Kınık 2015, Omak ve ark. 2016, Kaur ve ark. 2017, Taşdemir ve ark. 2017, Thamacharoensuk ve ark. 2017).

Probiyotik bir mikroorganizma, “cins”, “tür”, “alt tür” ve “spesifik bir tür tanımlayan bir alfanümerik” şekilde adlandırılmaktadır. Bilimsel toplulukta, mikroorganizmalar için kararlaştırılmış bir isimlendirme vardır; örneğin, *Lactobacillus casei* DN-114 001 veya *Lactobacillus rhamnosus* GG gibi. Pazarlama ve ticari isimler bilimsel topluluk tarafından kontrol edilmemektedir (Anonim 2017, Guarner 2017).

İnsan bağırsak mikrobiyotasının doğal üyeleri olan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinsleri içerisinde bulunan *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis* ve *Bifidobacterium lactis* gıdalarda en fazla kullanılan ve üzerinde en çok çalışma yapılan probiyotik mikroorganizmalardır (Fijan 2014, Omak ve ark. 2016, The European Food Safety Authority 2017).



Şekil 2.2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizma türleri

2.1.4. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB) içerisinde en büyük ve en çeşitli cins olan *Lactobacillus*'ların 120'den fazla tür ve 20'den fazla alt türü bulunmaktadır (Şekil 2.3.). *Lactobacillus* cinsleri çeşitli meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmalarının yanısıra insan ve hayvanların gastro intestinal sistemleri ile ürogenital sistemlerinde kolonize olabilmektedirler. Bu mikroorganizmalar özellikle süt ürünleri (yoğurt ve peynir), fermente sebzeler (zeytin ve turşu), fermente et (salam, sosis) ve tahıl ürünlerinde starter kültür olarak kullanılmakta ve bir çoğu da probiyotik olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Fermente ürünlerde kullanımlarının uzun bir geçmişe sahip olması, ABD Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından GRAS (genellikle güvenli olarak tanınan) olarak tanınmasına ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından Nitelikli Güvenilirlik Varsayımı (QPS (qualified presumption of safety) listesinde yer almalarına neden olmuştur. LAB morfolojileri, glikoz fermantasyon yetenekleri, farklı sıcaklıklarda gelişme özellikleri, fermantasyon sonucu son üründe oluşturdukları laktik asit konfigürasyonları ve farklı karbonhidratları fermente edebilme özelliklerine göre sınıflandırılmaktadırlar. LAB, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* cinslerini içermektedir (Sun ve ark. 2015, EFSA, 2016, Aryana ve Olson, 2017, Hill ve ark. 2018).

Lactobacillus adı "lacto" süt ve şekil itibari çubuk anlamına gelen "bacillus" kelimerinden türetilmiştir. *Lactobacillus* cinsleri gram pozitif, kısa, uzun, ince çubuk ya da kokobasil şeklinde, fakültatif anaerobik ya da mikroaerofilik, spor oluşturmayan, sitokrom içermeyen, aside toleranslı, katalaz negatif, Guanin+Sitozin (G+C) oranı %50 mol'den az olan bakterilerdir. Gelişmeleri için karbonhidrat, amino asit, peptit, yağ asidi esterleri, tuz, nükleik asit türevleri, vitaminlere ihtiyaç duymaktadırlar. Gelişme sıcaklıkları 2-53°C, pH'ları ise 3-8 arasında değişmektedir. Optimum gelişme sıcaklığı ve pH'sı ise 30-40°C ve 5.5-6.2'dir. Karbonhidrat fermantasyonunun son ürünü olarak en fazla laktik asit üretmektedirler (Goldstein ve ark. 2015, Huang ve ark. 2018).

Morfolojik özellikler, gram boyama ve biyokimyasal testler (karbonhidratların fermantasyonu, farklı sıcaklıklarda gelişme, tuz konsantrasyonu vb.) *Lactobacillus* türlerinin sınıflandırılmasında kullanılan geleneksel yöntemlerdir. Fenotipik ve biyokimyasal özellikler açısından karbonhidrat fermantasyonu şekillerine göre *Lactobacillus* cinsleri 3 farklı grupta sınıflandırılmaktadırlar. Obligat zorunlu homofermantatif *Lactobacillus* türleri heksoz şekerleri glikoliz yolu ile fermente ederek son ürün olarak laktik asit oluşturmaktadırlar. Obligat heterofermantatif türler ise fermantasyonda 6-fosfo-glukonat/fosfoketolaz (6PG/PF) yolunu kullanarak son ürün olarak laktik asit ile birlikte CO₂ ve alkol de oluşturmaktadırlar. Üçüncü grup olan fakültatif heterofermantatif *Lactobacillus* türleri ise fermantasyonda heksozları glikolizis yolu ile pentozları ise 6-fosfo-glukonat/fosfoketolaz (6PG/PF) yolu ile fermente etmektedirler. Ayrıca süt ürünlerinden ve probiyotik kaynaklardan izole edilen *Lactobacillus* türlerinin taksonomik sınıflandırılmasında yağ asidi metil esteri ve hücre protein yapı analizleri de kullanılmaktadır. *Lactobacillus* içerisinde yer alan *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei* ve *Lb. rhamnosus* bağırsaktan; *Lb. antri*, *Lb. gastricus*, *Lb. kalixensis*, *Lb. reuteri* ve *Lb. ultunensis* mide mukozasından, *Lb. crispatus*, *Lb. gasseri*, *Lb. jensenii*, *Lb. vaginalis* ve *Lb. iners* vajinadan izole edilmişlerdir. *Lb. acidophilus* insan ve hayvanların gastrointestinal sisteminde ve ağız boşluğunda doğal olarak yer almaktadır.



Şekil 2.3. Laktik Asit Bakterilerinin taksonomik sınıflandırılması

Lactobacillus casei

“*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* ve *Lactobacillus rhamnosus*” fakültatif heterofermantatif LAB içerisinde filogenetik ve fenotipik olarak yakın ilişkili taksonomik grubu oluşturmaktadırlar. Bu türler, ticari, endüstriyel ve sağlık alanında en çok çalışılan bakteriler olup “*Lactobacillus casei* grubu (LCG)” olarak tanınmaktadırlar. *Lb. casei* strain Shirota ve *Lb. rhamnosus* GG gibi birçok tür probiyotik olarak sınıflandırılmakta ve fermente süt ürünlerinin üretiminde starter kültür, farmakolojide ise medikal amaçlı kullanılmaktadırlar. Bu grubun üyeleri DNA’larında %45-57 mol G+C oranına sahip, aynı peptidoglikan (L-Lys-DAsp) içermektedirler (Dietrich ve ark. 2014, Hill ve ark. 2018).

Lb. casei, ilk olarak peynirden izole edildiği için bu tür “caseification; peynirleştirme” anlamında “casei” olarak adlandırılmıştır. Bu tür, fermente süt ürünleri, sebzeler, bitkisel fermente ürünler, insan ve hayvanların gastro intestinal sistemi, anne sütü ile toprak ve göl ortamında yaygın olarak bulunmaktadır. *Lb. casei*, gram (+), hareketsiz, sporsuz, çubuk şeklinde, fakültatif heterofermantatif, fakültatif anaerob ve aside toleranslıdır. Gelişme sıcaklığı 15°C ile 45°C aralığında değişmektedir. İnsan sağlığı üzerine antikolesterolemik, laktoz intoleransını hafifletici, intestinal patojenlerin gelişmesini engelleyici, diyareyi tedavi edici ve bağışıklık sistemini koruyucu etkilerinden dolayı probiyotik olarak sınıflandırılmaktadır (Sömer ve ark. 2012, Dietrich ve ark. 2014, Hill ve ark. 2018).

Lactobacillus acidophilus

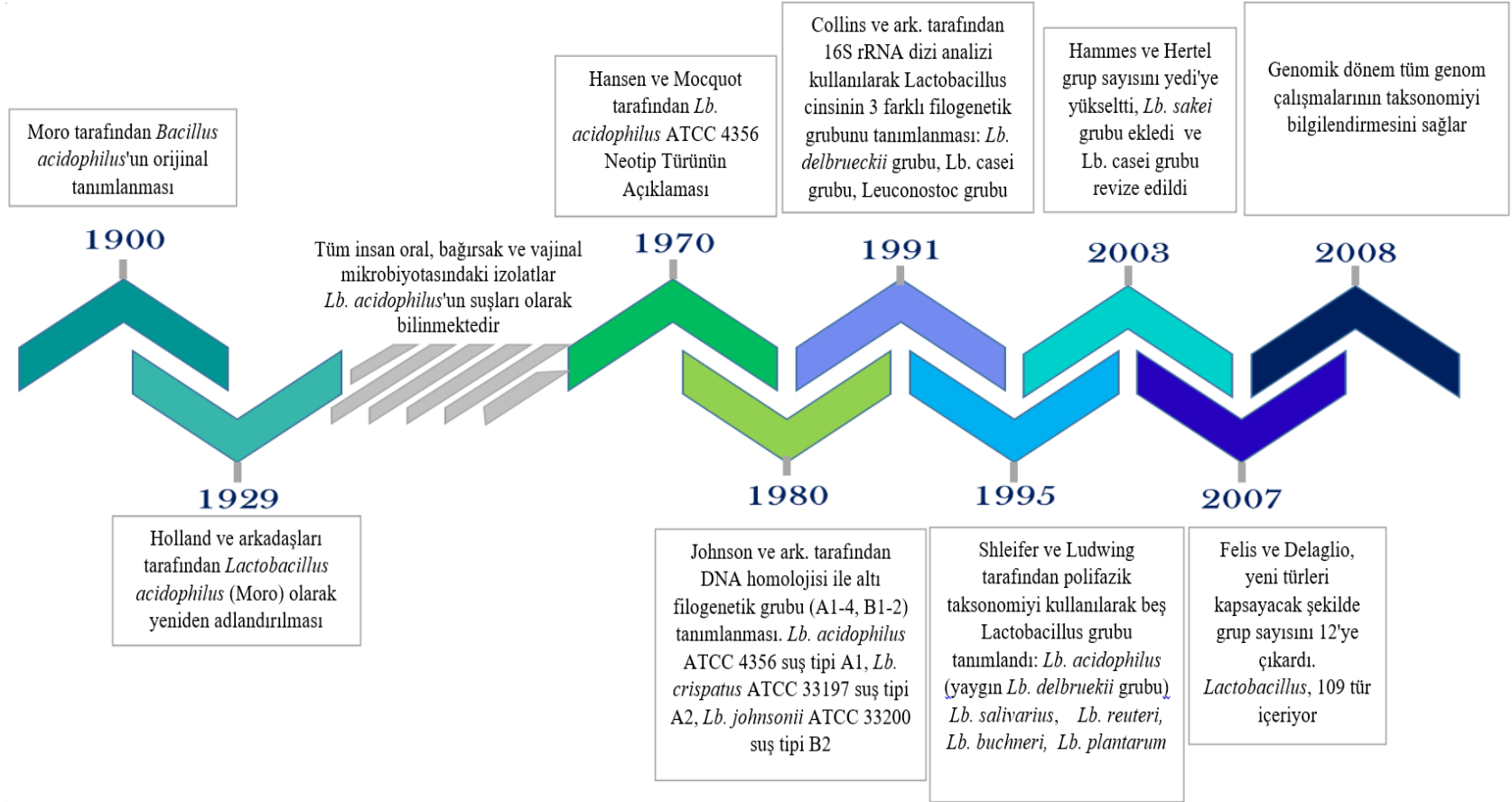
Sütle beslenen bebeklerin feçeslerinden izole edilen *Lb. acidophilus*, ilk zamanlar intestinal laktobasilleri simgelemek için “*Bacillus acidophilus*”, daha sonra ise Orla-Jensen (1919) tarafından “*Thermobacterium intestinale*” olarak adlandırılmıştır. Asitte yaşayan anlamında olarak *Lb. acidophilus* adı ise Hansen ve Mocquot (1970) tarafından önerilmiş olup halen kullanılmaktadır (Şekil 2.4.). En önemli probiyotik türlerden biri olan *Lb. acidophilus*'un fenotipik olarak değerlendirilmesi zor olsa da, heterojenitesi, 1960'larda türlerin 4 farklı biyotipini öneren Lerche ve Reuter tarafından tanımlanmıştır. 1980 yılında rapor edilen DNA-DNA hibridizasyon çalışmaları, 6 farklı homoloji

grubunun varlığını gösteren bu heterojenliği doğrulamıştır. Sonuç olarak, sadece *Lb. acidophilus* ile yüksek derecede DNA ilişkili olduğu gösterilen homoloji grubuna ait olan suşlar bu türde kalırken, daha önceleri *Lb. acidophilus* grubunda yer alan *Lb. amylovorus*, *Lb. gallinarum*, *Lb. crispatus*, *Lb. gasseri* ve *Lb. johnsonii*'nin yer aldığı diğer homoloji grubunun üyeleri ayrı olarak sınıflandırılmıştır.

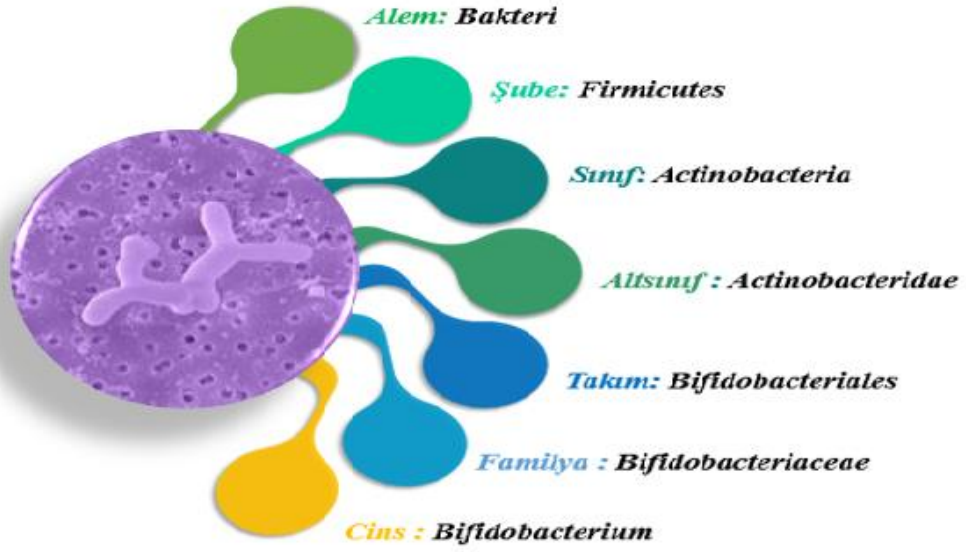
Lb. acidophilus, yaklaşık 2-10 µm boyutunda, çubuk morfolojisine sahip gram pozitif bir mikroorganizmadır. A grubunda sınıflandırılan bir homofermentatif anaerobik mikroorganizma olduğundan heksozları fermente etmek için glikoliz ya da EMP yolu kullanmakta olup D ile L-laktik asitleri, asetik asit ve H₂O₂ üretmektedir. Fruktoz, galaktoz, laktoz, sellobiyoz, amigdalin, maltoz, glikoz ve stakiyozu fermente ederek laktik asit oluşturabilmektedir. Oksijen toleransı en az olan *Lactobacillus* türüdür. Optimum gelişme sıcaklığı 37-42°C arasında olmakla birlikte 45°C'de de gelişebilmektedir. Bu tür, pH 5.5-6.0 gibi hafif asitli ortamlarda en yüksek gelişme oranına ulaşmakta ve gelişme pH 4.0'ün altında azalmaktadır. DNA'daki G+C oranı %36.7'dir. Riboflavin, B₆ vitamini, nikotinat, nikotinamid, biyotin ve folat gibi çoklu kofaktör ve vitaminleri sentezleyememektedir (Bull ve ark. 2013, Anjum ve ark. 2014). *Lb. acidophilus* fermente süt ürünleri ile intestinal ve vajinal mikrobiyota da doğal olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, gastro intestinal sistemdeki stabilitesi ve adhezyon yeteneği gibi özellikleri suşa bağlı olarak değişmektedir (Zaheer ve ark. 2010).

2.1.5. *Bifidobacterium* Türleri

Bifidobacterium türleri ilk olarak Pasteur Enstitüsü'nden Henry Tissier tarafından 1899 yılında anne sütü ile beslenen bebeklerin dışkılarından izole edilmiştir. İlk izole edildiğinde "*Bacillus bifidus comminus*" olarak 1974 yılında ise *Bifidobacterium* olarak tanımlanmıştır. 16S rRNA gen sekansı verilerine göre bilimsel sınıflandırması Şekil 2.5.'de verilmektedir. Bu aileye ait diğer cinsler: *Aeriscardovia*, *Falcivibrio*, *Gardnerella*, *Parascardovia* ve *Scardovia*'dır (Stackebrandt ve ark. 1997, Granato ve ark.2010).



Şekil 2.4. *Lb. acidophilus*'un ilk izole edilmesinden itibaren taksonomik sınıflandırılmasının tarihçesi



Şekil 2.5. *Bifidobacterium* türlerinin taksonomik sınıflandırılması

En iyi gelişme sıcaklığı 37-43°C ve pH aralığı 6.5-7.0'dir. pH'nın 4.5-5'den düşük ve 8-8.5'den yüksek olduğu ortamlarda gelişmeleri yavaşlamaktadır. Gram (+), sporsuz, hareketsiz, aside dirençsiz, katalaz negatif, polimorfik dallı çubuklar (eğri Y ya da V) şeklinde bakterilerdir. Anaerobik mikroorganizmalar olarak tanınmakla birlikte türlere ve suşlara göre bazı suşlar CO₂ varlığında oksijeni tolere edebilmektedir. DNA'daki G+C oranı %47-67 arasındadır. İnsanlardan izole edilen suşların tamamı glikoz, galaktoz, laktoz, özellikle fruktozu karbon kaynağı, amonyağı da azot kaynağı olarak kullanabilmektedir. Bu türler, organik asitleri, yağ asitlerini ve amino asitleri etkin karbon kaynağı olarak değerlendirememektedirler. Sistein ve sistini ise zorunlu azot kaynağı olarak kullanabilmektedirler. Bu bakteriler çoğalmaları ve aktivitelerini sürdürebilmeleri için "bifidus ya da bifidojenik faktör" olarak bilinen N-asetilglukozamin gibi amino şekerlere, fruktooligosakkarit ve laktuloz gibi karbonhidratlara ihtiyaç duymaktadırlar. *Bifidobacterium* cinsini *Lactobacillus*'lardan ayıran en önemli özellik; "Fruktoz-6-fosfat-fosfoketolaz" enzimi içermeleri ve glikozu fruktoz 6 fosfat yolu (Bifidum yolu) ile fermente etmeleridir. Glikozu, asetik asit ve laktik asite ($2 \text{ glikoz} + 5 \text{ ADP} + 5 \text{ Pi} \rightarrow 3 \text{ asetat} + 2 \text{ laktat} + 5 \text{ ATP}$)

dönüştürdüklerinden heterofermantatif olarak sınıflandırılmaktadırlar. D(-) laktik aside oranla daha yüksek miktarda L(+) laktik asit, az miktarda formik asit, etanol ve süksinik asit üretmektedirler (Samona ve Robinson, 1994, Ceyhan ve Alıç, 2012, Yılmaz-Ersan ve ark. 2016).

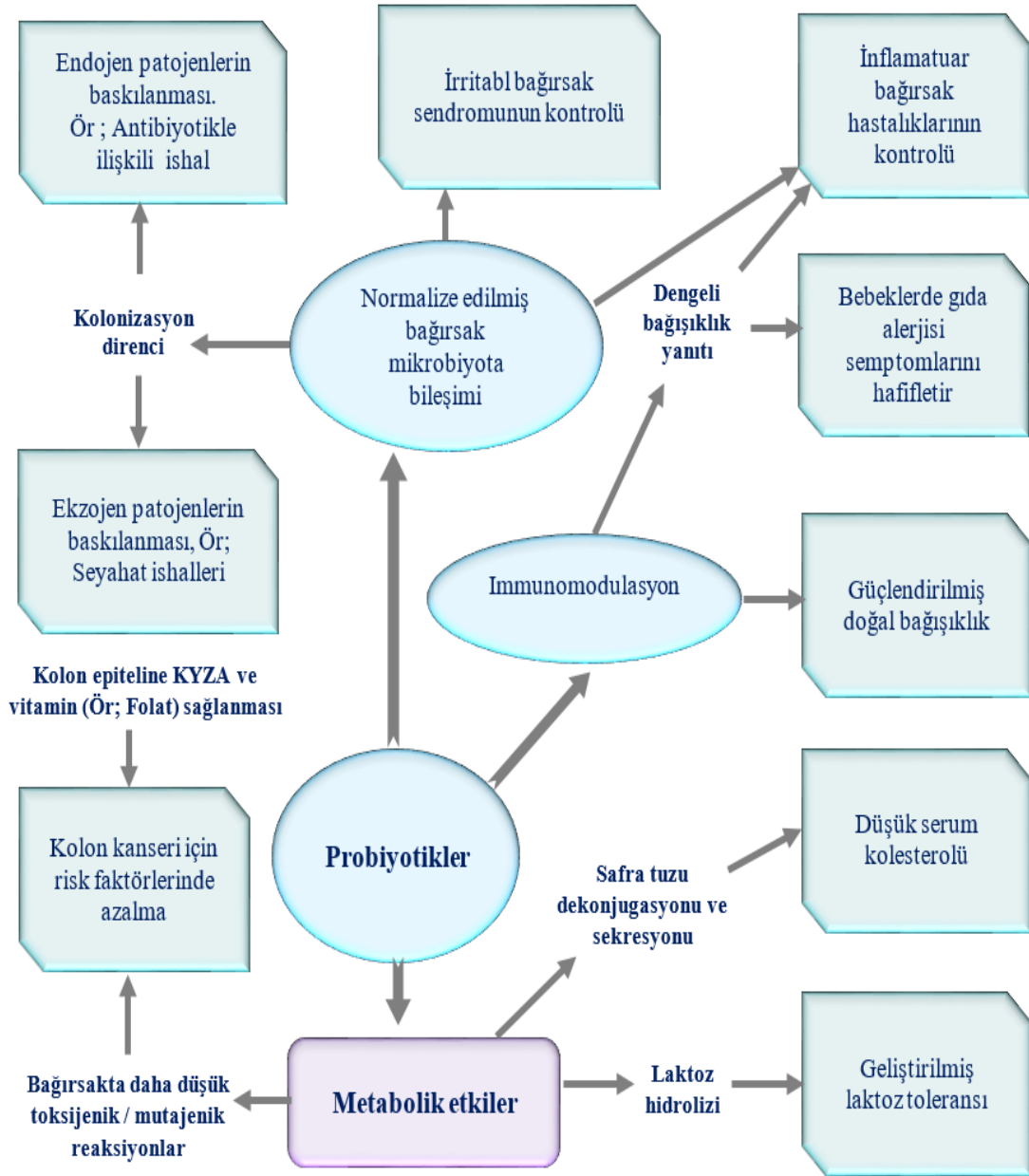
Bifidobacterium türleri, insan vajina ve ağız boşluğu, kanalizasyon, hayvan ve böceklerin bağırsakları gibi farklı ekolojik sistemlerde bulunmakla birlikte, esas olarak insan ve diğer sıcak kanlı memelilerin bağırsaklarından izole edilmiştir. *Bifidobacterium* türleri anne sütü ile beslenen bebeklerde toplam bağırsak mikrobiyotasının %95'ini, çocuk ve yetişkinlerde ise %10'unu oluşturmaktadır. Araştırmalarda en sık kullanılan *Bifidobacterium* türleri, *B. breve*, *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. infantis*, *B. lactis* ve *B. longum*'dur. Bu bakteriler arasında mide asidine, safraya ve pankreas enzimlerine karşı dirençli olduklarından *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. bifidum*, *B. lactis* DN- 173010 ve *B. longum* probiyotik özellikleri ile dikkat çeken suşlardır (Kabeerdoss ve ark. 2011, Biavati ve Mattarelli 2012, Yılmaz-Ersan ve ark. 2016).

B. animalis ssp. *lactis*, *B. longum* (*infantis*), *B. breve* ve *B. bifidum* gibi insan gastrointestinal sisteminde bulunan türlere göre aside, oksijen stresine ve gastrointestinal ortama daha fazla toleranslı olduğundan gıdalarda en yaygın kullanılan türdür. Bu bakterinin irritabl bağırsak sendromunun semptomlarını azalttığı, *E. coli* O157:H7 enfeksiyonunu engellediği, toplam, yardımcı (CD4 +) ve aktif (CD25 +) T lenfositler ile doğal öldürücü hücrelerin oranını artırarak bağışıklık sistemini sitüme ettiği bildirilmektedir (Hansen 2012).

2.1.6. Probiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkileri

Probiyotikler, sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmek için her zaman bağırsak sisteminde kolonize olmamaktadırlar. *Bifidobacterium longum* gibi bazı probiyotikler insan intestinal mikrobiyotasının bir parçası olurken, *Lactobacillus casei* mevcut mikrobiyotayı yeniden şekillendirerek ya da etkileyerek etkisini dolaylı olarak geçici bir şekilde göstermektedir. Probiyotiklerin konakçı sağlığı üzerine olası temel

mekanizmaları Şekil 2.6.'da verilmektedir (Panesar 2011, Bermudez-Brito ve ark. 2012, Chavarri ve ark. 2012, Gogineni ve ark. 2013, Prentice 2014, Akan ve Kınık 2015, Fernández ve ark. 2015, Meira ve ark. 2015, Santiago-López ve ark. 2015, Begum ve ark. 2017, He ve ark. 2017, Markowiak ve Slizewska 2017, Niamah ve ark. 2017, Yang ve ark. 2017).



Şekil 2.6. Probiyotiklerin konakçı sağlığı üzerine olası temel mekanizmaları

2.1.7. Probiyotiklerin Canlılığını Etkileyen Faktörler

Probiyotik ürün, “içerisinde konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkileri olan mikroorganizmaları içeren gıdalar ya da çeşitli enzim, vitamin ve aroma bileşenleri ile takviye edilmiş direkt kapsül ya da tablet haline getirilmiş diyet destekleyicisi ürünler” olarak tanımlanmaktadır. Probiyotiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etki gösterebilmeleri için önemli olan bazı kriterler bulunmaktadır. Bu kriterler, i) tüketilen probiyotik mikroorganizmanın türü (*Lactobacillus* türleri, *Bifidobacterium* türleri, *Enterococcus* türleri ve Mayalar gibi), ii) alınan günlük miktar (10^7 - 10^{10} kob g/mL), iii) tüketildiği zaman (yemeklerden önce, yemek arasında ya da yemeklerden sonra), iv) tüketme süresi (1gün ya da birkaç ay), v) tüketme şekli (fermente gıdalar, içecek, kapsül, tablet ya da toz şeklinde) olarak belirtilmektedir. Probiyotiklerin sağlık üzerine etkili olabilmesi için gastrointestinal bölgeye yeterli miktarda ulaşması gerekmektedir. Diyare gibi hastalıkların tedavisinde probiyotiklerin kısa süreli kullanımı olumlu sonuç verirken kanser tedavisi için daha uzun süreli probiyotik kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Terapötik etki için gerekli olarak katılan probiyotik mikroorganizma miktarı gıdanın lezzet ve tekstürünü olumsuz yönde etkilememelidir. Bazı araştırmacılar ürünlerin raf ömrü dikkate alındığında beklenen fonksiyonel etkinin görülebilmesi için gerekli miktarın en az ürünün gram ya da mililitresinde 10^8 - 10^9 kob olması gerektiğini belirtmektedir. FDA ise probiyotik gıdalarda bakteri sayısının tüketim anında en az 10^6 kob/g ya da mL olmasını tavsiye etmektedir (Mortazavian ve ark. 2012, Tripathi ve Giri 2014, Akan ve Kınık 2015, Amund 2016, Lamba ve Goomer 2018).

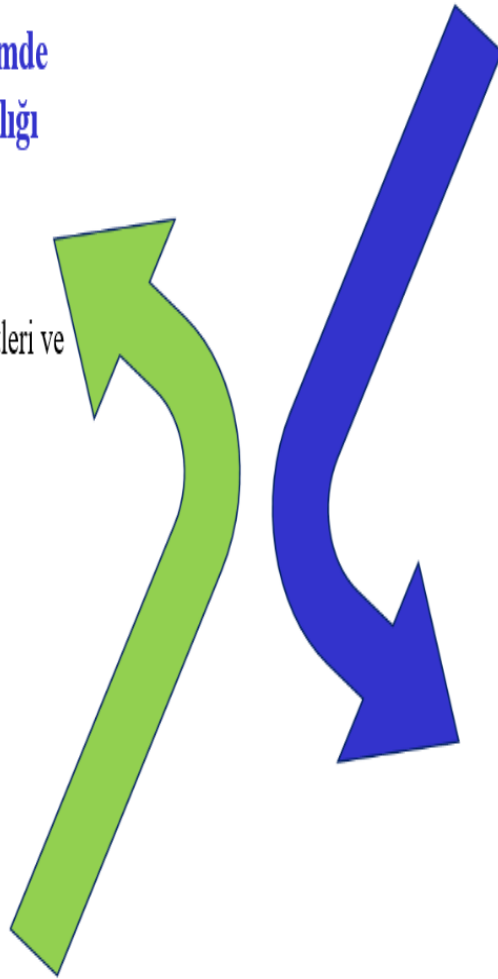
Probiyotiklerin gıdalarda kullanılması sırasında dikkat edilmesi gereken genel kurallar ise aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

- uygun gıda ve probiyotik suş kombinasyonu seçilmeli,
- gıda işleme koşulları probiyotik canlılığı üzerine olumsuz etkili olmamalı,
- gıda üretim prosesinde fermantasyon aşaması var ise gıda matriksi probiyotik gelişmeyi destekleyebilmeli,
- gıda matriksi, paketlenme ve üretim koşulları ürünün depolama ve dağıtım sırasında probiyotik bakterilerin canlılığını olumsuz yönde etkilememeli,

Kullanıldıkları üründe ve gastrointestinal koşullarda probiyotiklerin canlılığını etkileyen faktörler çok yönlü olup birkaç kombinasyon aynı anda etkili olabilmektedir. Probiyotik bakterilerin canlılığını hem gıda matriksinde hem de gastro intestinal sistemde etkileyen faktörler Şekil 2.7.'de verilmektedir. Şekilde belirtilen faktörlerden başka, tüketen kişilerin genetik özellikleri, etnik kökeni, yaş ve genel sağlık durumu probiyotiklerin etkinliğini belirleyici diğer faktörler olarak belirtilmektedir (Huttenhower ve 2012, Amund 2016, Lamba ve Goomer 2018).

Gastrointestinal sistemde probiyotiklerin canlılığı

- ✓ Tükürük (amilaz)
- ✓ Gastrik asitlik
- ✓ Bağırsaklarda safra asitleri ve enzimleri
- ✓ Düşük oksijen seviyesi
- ✓ Patojenlerin rekabetçi dışlanması
- ✓ Lizozim
- ✓ Patojenler dâhil diğer mikroorganizmalar
- ✓ **PREBİYOTİKLER**



- ✓ Kullanılan mikroorganizmanın özellikleri
- ✓ İnokülasyon oranı
- ✓ pH ve asitlik
- ✓ Üretim koşulları (ısı uygulaması, inkübasyon sıcaklığı, dondurma vb.)
- ✓ Metabolik oksijen
- ✓ İki aşamalı fermantasyon
- ✓ Depolama koşulları
- ✓ Gıdanın bileşimi ve katkı maddeleri
- ✓ Mikroenkapsülasyon
- ✓ Stres adaptasyonu
- ✓ **PREBİYOTİKLER**

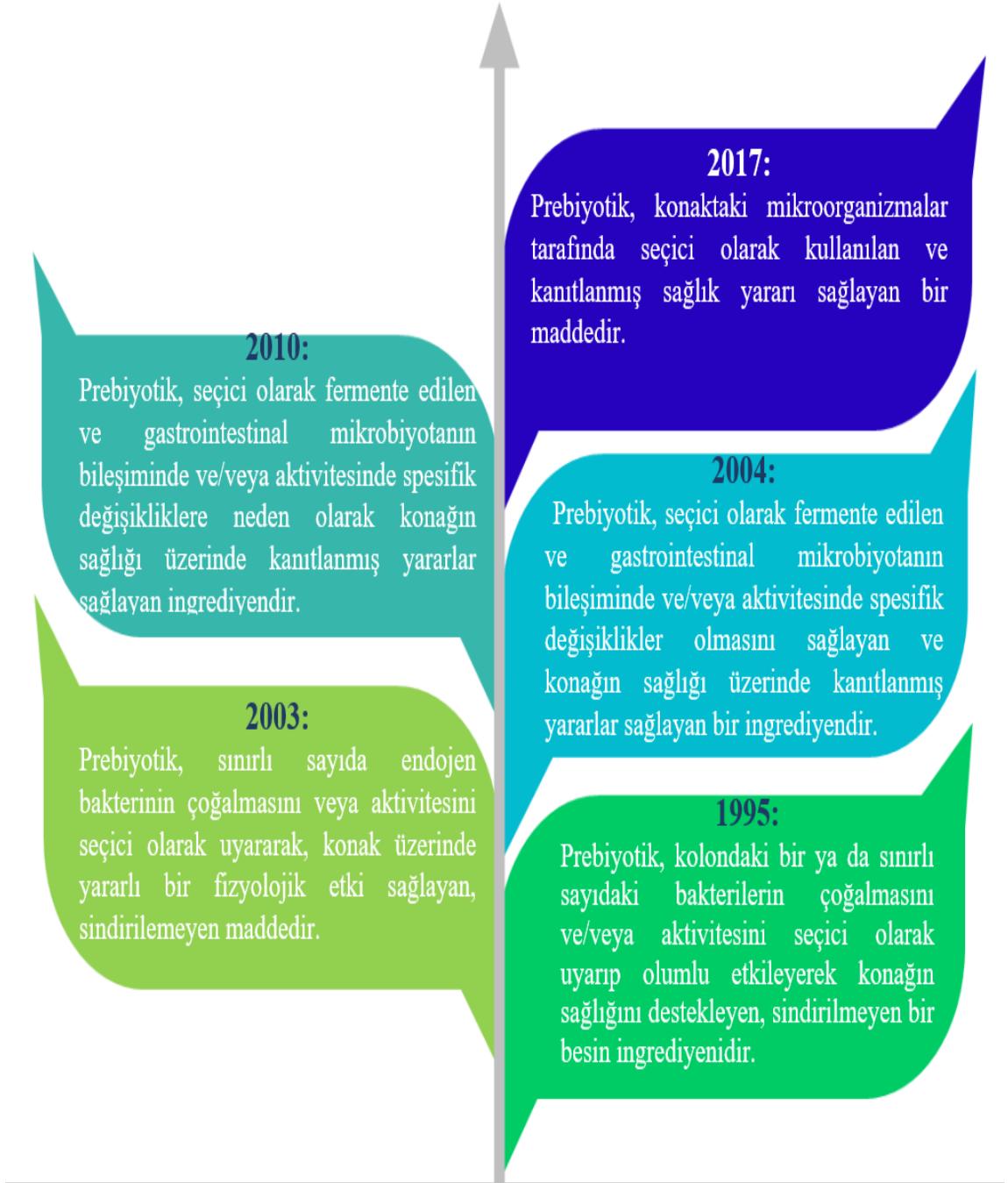
Gıdalarda probiyotiklerin canlılığı

Şekil 2.7. Probiyotiklerin gastrointestinal sistemde ve gıdalarda canlılığını etkileyen ana faktörler

2.2. Prebiyotikler

İnsanların gastro intestinal sistemi, midede 10^2 - 10^4 kob/g, ince bağırsakta 10^6 - 10^8 kob/g ve kolonda 10^{10} - 10^{12} kob/ g sayıda mikroorganizma içerecek şekilde karmaşık bir mikrobiyotaya sahiptir. Bu mikrobiyal ekosistem, intestinal patojenlerin enfeksiyonunda bariyer görevi yapmakta, kolonik epitel hücreleri için metabolik yakıt sağlamakta ve bağışıklık sisteminin fonksiyonlarını yerine getirebilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra bu mikrobiyota, akut ya da kronik rahatsızlıklar ile kolon kanseri gelişiminde de etkili olabilmektedir. Bu nedenle, gastrointestinal sistemde yer alan mikrobiyotanın yararlı mikroorganizmalar dominant olacak şekilde restore edilmesi ve mikrobiyal aktivitenin bu yönde teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Bu amaçla önerilen yöntemler, i) antibiyotiklerin kullanımı (yan etkileri olduğundan çok tercih edilmemekte), ii) *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri gibi probiyotiklerin kolonize olabilmemesinin sağlanması ve iii) prebiyotik bileşenlerin tüketilmesi'dir. Prebiyotik kavramı, ilk kez 1995 yılında Gibson ve Roberfroid tarafından “kolondaki bir ya da sınırlı sayıdaki bakterinin gelişme ve/veya ya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıya yararlı etkiler sağlayan bu nedenle insan sağlığını iyileştirici özelliklere sahip sindirilemeyen gıda bileşenleri” olarak tanımlanmıştır. Günümüze kadar ise bu tanım farklı şekillerde ifade edilmiştir (Şekil 2.8.). 2017 yılında Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Derneği prebiyotik kavramını güncelleyerek “konağın bağırsak mikrobiyotasındaki mikroorganizmaların seçici olarak kullandığı, sağlık üzerinde faydalı etkileri bulunan substratlar” şeklinde belirtmiştir. Bu tanımlamalara göre bir bileşenin, prebiyotik olarak adlandırılabilmesi için *in vitro* ve *in vivo* testlerle kanıtlanmış olan aşağıdaki kriterleri sağlaması gerekmektedir.

- ✚ Midenin düşük pH'sına, enzimatik sindirime ve intestinal emilime dirençli olmalı,
- ✚ İntestinal mikrobiyota tarafından fermente edilebilmeli,
- ✚ Konakçı sağlığı ve fizyolojisi ile ilişkili yararlı bağırsak mikrobiyotasının çoğalma ve/veya aktivitesini seçici olarak stimüle edebilmeli,
- ✚ İnsan denemelerinde test edilmeli,
- ✚ Kanıtlanmış bilimsel etkisi için yeterli miktarda kullanılmış olmalıdır (Hansen 2012, Anadón ve ark. 2016a, Yılmaz-Ersan ve ark. 2016, Batista ve ark. 2017, Gibson ve ark. 2017, Usta ve Yılmaz-Ersan 2017, Yılmaz-Ersan ve ark. 2018).

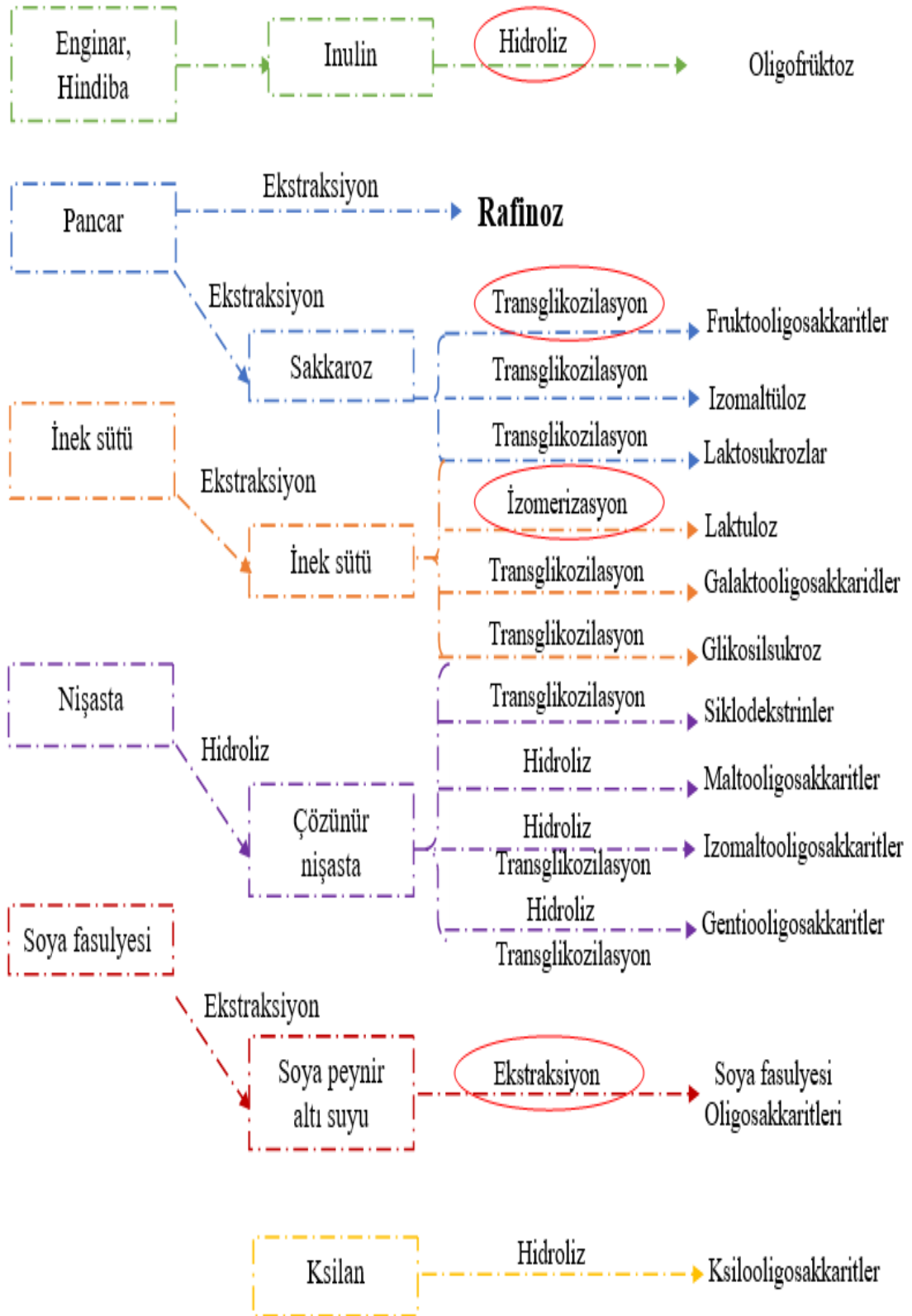


Şekil 2.8. Prebiyotik kavramının tanımlanmasının tarihsel süreci

Konakçının intestinal mikrobiyotasının yararlı mikroorganizmalar lehine düzenlenmesinde prebiyotikler, probiyotik ve antibiyotiklere göre daha fazla avantajlara sahiptir. Probiyotiklere göre avantajları; i) gıdalarda uzun raf ömrüne sahip olmaları, ii) gıda işleme proseslerinde sıcaklık ve pH değişimlerine karşı stabil olmaları, iii) gıdanın duyuşal ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine olumlu etkileri, iv) intestinal kanal

boyunca asit, enzim ve safraya karşı dayanıklı olmaları, v) konakçıda bulunan yerleşik organizmaların gelişimi stimüle etmeleri, vi) mikrobiyotanın fermantasyon aktivitesini stimüle ederek, fermantasyon sonucu kısa zincirli yağ asitlerinin oluşmasını sağlamaları ve vii) kolonda daha düşük pH ortamını ve osmotik su tutma kapasitesini sağlamalarıdır. Antibiyotiklere göre avantajları ise i) uzun süreli tüketim ve profilaktik yaklaşımlar için güvenli olmaları, ii) antibiyotikle ilişkili diyare, karaciğer hasarı gibi yan etkilere sahip olmamaları, iii) antimikrobiyal dirençli genleri stimüle etmemeleri, iv) alerjen olmamalarıdır. Bağırsak şişkinliği, ağrı ve ishal gibi rahatsızlıklar ile antibiyotiklerin patojenlere karşı gösterdiği inhibisyon özelliğine sahip olmamaları prebiyotiklerin dezavantajları olarak görülmektedir.

Prebiyotik konseptin temel hedefi, özellikle potansiyel patojenik bakteri grupları varlığında dahi *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* ssp. gibi probiyotik bakterilerin gelişimini seçici olarak uyarmasıdır. Bu seçicilik özelliği, glikosidik bağlantı tipi, dallanma tipi ve derecesi ya da ilave modifikasyonlar ve polimerizasyon derecesi gibi karbonhidrat özellikleri ile sağlanabilmektedir. En iyi bilinen prebiyotikler 3 ila 10 arası karbonhidrat monomerlerinden oluşan sindirilemeyen oligosakkaritlerin bir karışımıdır. Oligosakkaritler polimerizasyon derecesi 2 ve 9, düşük molekül ağırlıklı ve diyet lifi benzeri özelliklere sahip karbonhidratlardır. Kuşkonmaz, soğan, sarımsak ve pırasada fruktanlar, soya fasulyesinde stakioz, memeli hayvanların sütlerinde oligosakkaritler olarak bulunmaktadırlar. Oligosakkaritler suda kolayca çözünür ve zincir uzunluğu arttıkça azalan miktarda tatlılık göstermektedirler. Su bağlama ve jelleşme özellikleri nedeni ile yağ ikame maddesi olarak kullanımı heksoz molekülleri ve retikülasyon sayısı ile artmaktadır. Fruktanlar, fruktooligosakkaritler, laktöz türevleri olan laktuloz, laktosukroz ve galaktooligosakkaritler prebiyotik özellikleri en fazla olduğu saptanan bileşenlerdir. Prebiyotik bileşenlerin doğal kaynakları arasında; bal, süt, tahıllar ve baklagiller, hindiba, soğan ve sarımsak gibi sebzeler, ejderha ve krikomeyvesi gibi birçok gıda yer almaktadır. Prebiyotik bileşenler doğal kaynaklardan enzimatik ve kimyasal yöntemler ile ekstrakte edilebilmektedirler (Şekil 2.9.) (Hansen 2012, Al-Sheraji ve ark. 2013, Rolim 2015, Ozcan ve ark. 2016).



Şekil 2.9. Prebiyotiklerin doğal kaynaklardan elde edilmesinde kullanılan yöntemler

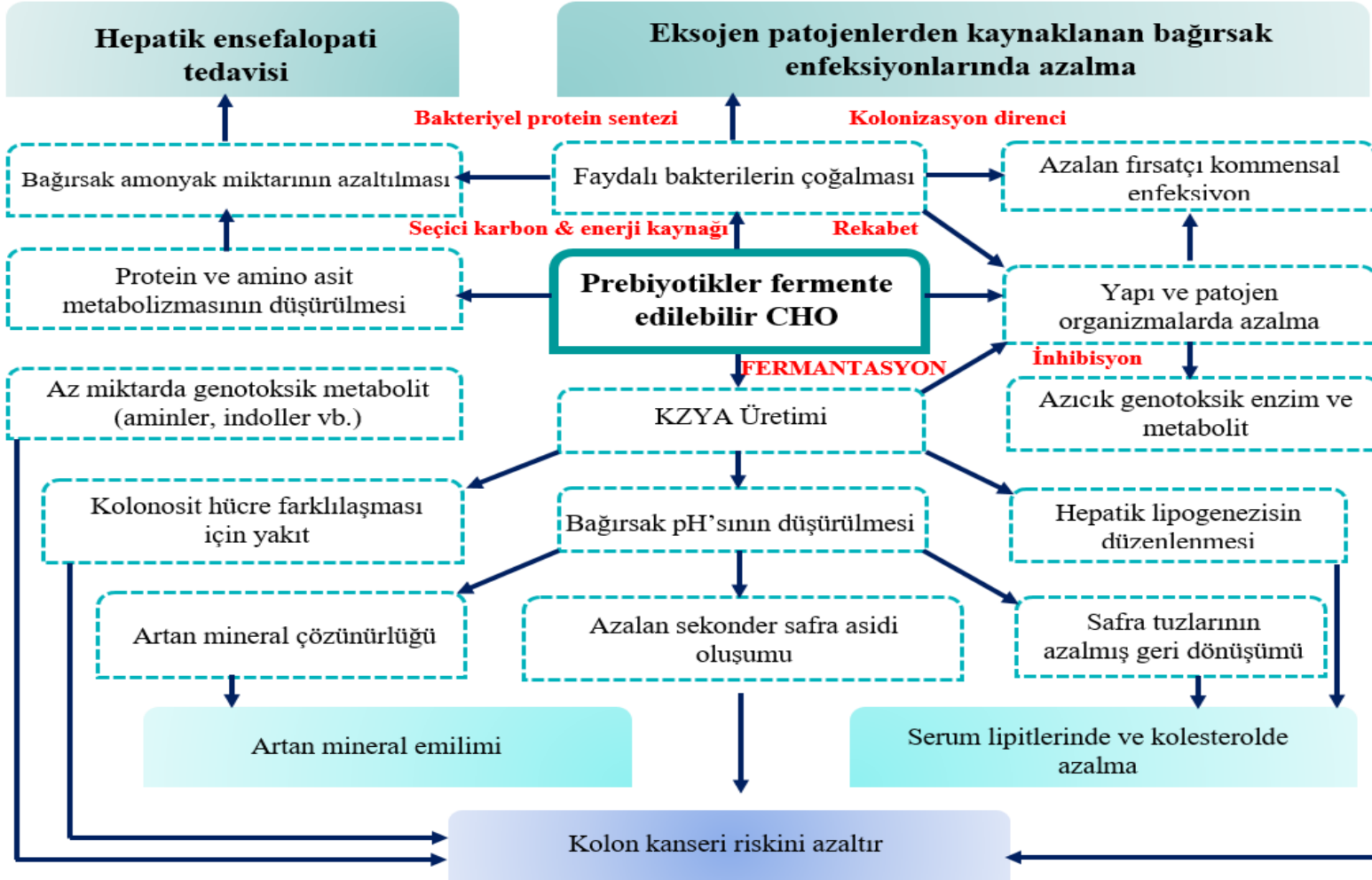
Prebiyotikler gıda takviyesi ya da özel gıda olarak da satışı sunulabilmektedir. Prebiyotik takviyeler etiketlenmiş olarak satışı sunulabildiği gibi doğrudan yiyeceğin üzerine ilave edilebilmekte, içeceklere karıştırılmakta ya da kapsül, tablet, çiğnenebilir madde olarak raflarda bulunabilmektedir. En yaygın kullanılan prebiyotikler, suda çözünebilir ve tamamen berrak olduğu için gıdalara kolayca katılabilmekte ve olumsuz özelliğe neden olmamaktadırlar. Sporcu içecekleri, zayıflama tozları, hazır içilebilir protein destekleri ve özel beslenme amaçlı üretilen barlar tüketicilerin prebiyotiklere ulaşması konusunda alternatif gıdalar olarak geliştirilmektedir (Anadón ve ark. 2016a).

2.2.1. Prebiyotiklerin Sağlık Üzerine Etkisi

Prebiyotikler, yetişkin ve pediatrik hastalarda diyabet, kanser, böbrek yetmezliği, metabolik stres, travma ve immünoşüpresyon gibi çeşitli hastalıkları tedavi edici olarak kullanılmaktadırlar (Şekil 2.10.). Prebiyotiklerin bağırsakta fermente edilmesi sonucu asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri (KZYA), laktik asit, karbondioksit, metan ve hidrojen gibi gazlar oluşmaktadır. KZYA'leri, i) kolon epitel hücreleri için gerekli enerjiyi sağlarlar, ii) bağırsak pH'sını düşürürler, iii) putreaktif ve patojen bakterilerin gelişmesini engellerler, iv) bağırsak epitel hücrelerini mekanik, kimyasal ve mikrobiyal zararlardan korurlar, v) sodyum, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerin emilimini arttırmaları, vi) immün sistemin düzenlenmesine yardımcı olurlar, vii) gastrointestinal sistemde bazı tokluk hormonlarının salınımını düzenleyerek iştah üzerinde de etkili olurlar, viii) enfeksiyonel bağırsak hastalıkları riskini azaltırlar ve ix) antitümörejenik etki gösterirler. Ayrıca prebiyotiklerin, putreaktif, toksik, mutajenik ve genotoksik bileşenlerin konsantrasyonunu düşürdüğü, kanser riskini azalttığı, glisemik kontrolü geliştirdiği, B grubu vitaminlerinin sentezlenmesini sağladığı, dışkılama miktarını arttırdığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği bildirilmektedir. Hastalara prebiyotik ile zenginleştirilmiş ürünler verildiğinde, fermantasyon yolu ile kolonositlere kısa zincirli yağ asitleri temin edilmekte, bağırsak fonksiyonları ile bütünlüğü normalleştirilmekte ve hastane ortamında kolonizasyon direncinin oluşturulması sağlanmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı, antibiyotik ile ilişkili diyare, kolit gibi çeşitli irritabl bağırsak rahatsızlıkları ve tıbbi beslenme tedavisi için formüle edilmiş bir diyet alırken genel bağırsak sağlığının korunması gibi durumlarda prebiyotikler alternatif

tedavi edici olarak kullanılmaktadırlar (Arora ve ark. 2011, Aune ve ark. 2011, Fung ve ark. 2012, Coşkun 2014, Bindels ve ark. 2015, Sanders 2015, Yasmin ve ark. 2015, Anadón ve ark. 2016a, Markowiak ve ark. 2017, Markowiak ve Ślizewska 2017). Prebiyotiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etki gösterebilmesi için günlük önerilen miktarı tüketicinin yaşına, fizyolojisine ve kullanılan prebiyotiğin türüne göre değişiklik göstermektedir. Prebiyotiklerin günlük önerilen dozları ülkelerin yasal düzenlemelerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Türkiye’de prebiyotik gıdalar hakkında yasal düzenlemeler “Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek 2”de belirtilmiş olup, prebiyotik bileşen tüketiminin devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek gıdaları için 8 g/gün’ü aşmaması, devam formülleri için en az 0,6 g/100 kcal ve en çok 1,2 g/100 kcal olması, bebek ve küçük çocuk ek gıdaları için en az 0,6 g/100 kcal olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2017).

Günümüzde mevcut prebiyotiklere göre daha düşük maliyetli yeni doğal kaynaklar bulmak için çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda, sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılan frukto-oligosakkaritler (FOS) ve galakto-oligosakkaritler (GOS) ticari prebiyotikler olarak kabul edilmektedir (Gavlighi ve ark. 2013, Karlton-Senaye ve Ibrahim 2013, Karlton-Senaye ve ark. 2015). Fruktooligosakkaritler ve galaktooligosakkaritlerin yanı sıra monosakkaritler, alkoller, çoklu doymamış yağ asitleri, amino asitler, organik asitler, bitkisel ve mikrobiyal ekstraktlar gibi kimyasal yapıları içeren birçok bileşiğin prebiyotik özelliklere sahip olduğu *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla doğrulanmaktadır (O’Sullivan ve ark. 2010, Patel ve Goyal 2012). Şekil 2.11.’de FAO tarafından bildirilen bir ürünün prebiyotik olarak değerlendirilebilmesi için uygulanması gereken işlem süreci verilmiştir.



Şekil 2.10. Prebiyotiklerin insan sağlığı üzerine önerilen etki mekanizmaları



Şekil 2.11. Bir bileşenin “prebiyotik” olarak sınıflandırılabilmesi için uygulanan işlem süreci

Şekil 2.11.'deki akış şeması dikkate alındığında izlenecek adımlar;

- i) Önerilen substratın orijini, saflığı, kimyasal bileşimi ile yapısı, taşıyıcı materyali, konsantrasyonu ve insanlar için önerilen tüketim miktarı belirlenmeli,
- ii) Özellikle gastro intestinal sistemde mikrobiyotanın modülasyonu ve ölçülebilir fizyolojik sonuçlar (doygunluk sağlayıcı, endokrin metabolizmasını düzenleyici, besin elementlerinin emilimini arttırıcı, enfeksiyon süresini azaltıcı, bağırsak hareketlerini düzenleyici ve antikarsinojenik etkisi) arasında korelasyon olduğuna dair bilimsel kanıtlar olmalı,
- iii) Kimyasal yapısı ya da bileşimi, sağlık üzerine yararlı etkileri ve modülasyon özellikleri gibi karakteristikleri belirlenmiş olmalı,
- iv) “GRAS” statüsünde ya da “Nitelikli Güvenilir Olarak Kabul Edilen (Qualified Presumption Safety; QSP)” sınıfına dahil olmalı,
- v) En az semptom ve yan etkileri olan güvenli tüketim seviyeleri oluşturulmalı,
- vi) Substrat toksik, mutajenik ve kontaminantlar ile bulaşık olmamalı,
- vii) Konakçı mikrobiyotasını uzun süreli zararlı etkileri olacak şekilde değiştirmemeli,
- viii) Üretim süreci standartlaştırılmalı ve yüksek miktarlarda üretilebilmelidir (Anadón ve ark. 2016a).

Bu aşamalar kapsamında bir substratın prebiyotik etkisinin belirlendiği fermantasyon çalışmalarında nicel ve karşılaştırmalı analizler sonucu uygulanan eşitlikler Çizelge 2.1.'de verilmektedir (Palframan ve ark. 2003, Vulevic ve ark. 2004, Cardareli ve ark. 2007, Huebner ve ark. 2007, Kondepudi ve ark. 2012, Hashemi ve ark. 2013, Usta ve ark. 2015).

Çizelge 2.1. Bir substratın prebiyotik etkisinin belirlenebilmesi amacıyla uygulanan eşitlikler

Özümseme Oranı

- Belirli bir zamanda kolonda bakteriler tarafından gerçekleşen sakkaritik fermentasyon sonucu ortamda kalan substratın konsantrasyonu

Bakteriyel Populasyonda Değişim

$$\bullet \ln N_t = \ln N_0 + \mu t$$

- N_t : Fermentasyon sonrası bakteri sayısı
- N_0 : Başlangıçtaki bakteri sayısı
- μ : Spesifik gelişme oranı (s^{-1})

Prebiyotik İndeks (PI)

$$\bullet \text{PI} = (\text{Bif}/\text{Total}) - (\text{Bac}/\text{Total}) + (\text{Lac}/\text{Total}) - (\text{Clos}/\text{Total})$$

- Bif: inokulasyon / örnekleme sırasındaki *Bifidobacterium* türlerinin sayısı
- Lac: inokulasyon / örnekleme sırasındaki *Lactobacillus* türlerinin sayısı
- Bac: inokulasyon / örnekleme sırasındaki *Bacteriodes* türlerinin sayısı
- Clos: inokulasyon / örnekleme sırasındaki *Clostridium* türlerinin sayısı
- Total: inokulasyon / örnekleme sırasındaki Toplam bakteri sayısı

Prebiyotik Aktivite Skoru (PAS)

- Belirli fermentasyon süreleri içerisinde prebiyotik bir mikroorganizmanın gelişimini destekleyen substrat ile glukoz gibi prebiyotik olmayan substratlar üzerinde mikroorganizma gelişiminin logaritmik konsantrasyon oranının enterik mikroorganizmalar ile karşılaştırılması

Kısa Zincir Yağ Asitleri Üretimi

$$\bullet T_{\text{KZYA}} = A + B + P$$

- A: Asetik asit B: Bütirik asit P: Propiyonik asit

Prebiyotik etkinin ölçülmesi (MPE)

$$\bullet \text{MPE} = \frac{1}{2} \sqrt{x^2 y^2 + \sqrt{x^2 z^2} + \sqrt{y^2 z^2}}$$

- x: Özümseme oranı (A_r)
- y: Düzeltilmiş prebiyotik indeks (PI_m)
- z: Laktik asitin toplam KZYA'ne oranı

2.3. Simbiyotikler

“Simbiyotik” ya da “eubiyotik” terimi bağırsakta yararlı bir mikrobiyal popülasyonu teşvik etmek için aralarında sinerjik etki bulunan probiyotik ve prebiyotiklerin kombinasyonunu içeren gıdaları tanımlamak için kullanılmaktadır. Sağlık üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda, simbiyotik ürünler fonksiyonel gıdalar içerisinde umut verici bir yaklaşımı oluşturmaktadır. Probiyotik ve prebiyotiğin birlikte kullanımı ile oluşturulan simbiyotik ürünlerde probiyotik suşun miktarı ve prebiyotik bileşen ile uyumu en önemli kriterdir. Spesifik prebiyotik bileşenlerin varlığında probiyotik türlerin çoğalma hızının ve fermantasyon aktivitesinin belirlendiği çalışmalar ile en iyi simbiyotik ürün geliştirilebilmektedir. Prebiyotik bileşen sadece probiyotik suşların gelişimini stimüle etmez aynı zamanda kolondaki faydalı diğer bakterilerin de gelişimini teşvik etmektedir. Son yıllarda süt ürünleri, meyve suları ve çikolata simbiyotik ürünlerin geliştirilmesinde önemli gıdalar arasında yer almaktadırlar (Anadón ve ark. 2016b, Miremedi ve ark. 2016, Markowiak ve Ślizewska 2017).

2.4. Postbiyotikler

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar canlı mikroorganizmalar kadar ölü mikroorganizmaların da terapötik etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bakteri hücrelerinden yoksun süpernatantlarının da intestinal rahatsızlıkların tedavisinde kullanılabileceği belirtilmektedir. Bakteri süpernatantları, hücre tarafından salgılanan kısa zincirli yağ asitleri, fosfolipitler, bakteriyosinler ve proteinleri içermektedir. Probiyotikler tarafından üretilen çözünür faktörler “postbiyotik” terimini ve canlı bakterilerin neden olabileceği riskleri önleyecek yeni terapötik strateji geliştirme fırsatını gündeme getirmiştir. Postbiyotikler, “parabiyotikler”, “canlı olmayan probiyotikler”, “inaktif probiyotikler”, “metabiyotikler”, “biyojenikler” ya da “hayalet probiyotikler” olarak adlandırılmaktadır. Konakçıda doğrudan ya da dolaylı olarak biyolojik aktiviteye sahip olan, probiyotik mikroorganizma tarafından üretilen canlı olmayan mikrobiyal hücreler ya da metabolik yan ürünler olarak tanımlanmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri, enzimler, organik asitler (laktik asit), peptitler, teyikoik asit, peptidoglikan bazlı muro peptitler, endo ve ekzopolisakkaritler, hücre duvarı proteinleri,

bakteriyosinler (asidofilin, bifidin, reuterin), vitaminler ve plasmalojenler postbiyotikleri oluşturmaktadır. Postbiyotiklerin immünomodülatör, antiinflamatuvar, antibakteriyel, antikarsinojenik ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğu ve çölyak hastalığının önlenmesinde etkili olduğu bildirilmektedir. Bunun yanısıra gıdalarda biyokoruyucu özellik gösterdikleri de saptanmıştır. Çizelge 2.2.'de mikrobiyota alanında probiyotikler ile ilişkili kullanılan tanımlamalar verilmiştir (Prisciandaro ve ark. 2009, Tsilingiri ve ark. 2013, Cicienia ve ark. 2014, Sharma ve Shukla 2016, Aguilar-Toalá ve ark. 2018, Malashree ve ark. 2019).

Çizelge 2.2. Mikrobiyota alanında probiyotikler ile ilişkili kullanılan tanımlamalar

Tanımlama	Açıklama
Abiyotik, Postbiyotik	Canlı olmayan probiyotik organizmalar veya bunların hücresel bileşenleri, sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde olası yararlı etkileri bulunur
Farmabiyotik	Canlı probiyotik bakteriler, probiyotik türevli biyolojik olarak aktif metabolitler, prebiyotikler, simbiyotikler veya genetiği değiştirilmiş kommensal bakteriler de dahil olmak üzere, kommensal floranın herhangi bir terapötik kullanımı
Immünobiyotik	Mukoza bağışıklık sisteminin aktivasyonu yoluyla sağlığı teşvik eden bakteriler
Psikobiyotik	Yeterli miktarda alındığında psikiyatrik hastalığı olan hastaların sağlığı üzerine olumlu etkileri olan canlı mikroorganizmalar
Probiyosötikal	Probiyotik kaynaklı faktörler
Canlı biyoterapötik ajanlar	Bakteri gibi canlı organizmalar içeren biyolojik bir ürün; hastalıkların önlenmesi, tedavisi ya da iyileştirilmesi amacı ile kullanılır bir aşı değildir.

2.5. Badem

Yenilebilir sert kabuklu meyvelerin ticari olarak en önemlileri; badem (*Amygdalus communis*), fındık (*Corylus avellana*), ceviz (*Juglans regia*), yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), Antep fıstığı (*Pistachi avera*), çam fıstığı (*Pinus pinea*), kaju (*Anacardium occidentale*), Brezilya fıstığı (*Bertholletia excelsa*), Macadamia fıstığı (*Macadamia integrifolia*), pikan cevizi (*Carya illinoensis*) ve Queensland fıstığı (*Macadamia ternifolia*)'dır. Tarihsel literatürlerde badem ağacının en eski kültürü yapılan meyvelerden olup, tarihinin Babil'e kadar uzandığı ve Filistin'de M.Ö. 1700 yıllarında yerli bademlerin bulunduğu belgelenmiştir. Orta ve Batı Asya bademin Anavatani olarak bilinmekte, buradan Çin, Hindistan, İran ve Akdeniz ülkelerine yayıldığı literatürde yer almaktadır. Dünya badem üretiminde ilk sırayı alan Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ne ise İspanya'dan Fransisken rahipleri tarafından getirildiği bildirilmektedir. Besin değeri ve sağlık üzerine olumlu etkisi nedeni ile dünya genelinde badem üretimi son 5 yılda 4 kattan daha fazla artış göstermiştir (Esfahlan ve Jamei 2012, Kamil ve Chen 2012, Grosso ve Estruch 2016, Liu ve ark. 2017, Franklin ve Mitchell 2019).

Badem (*Prunus dulcis*), "Rosales" takımının, "Rosaceae" familyasının "Prunoideae" alt familyasının "Amygdalus" cinsine ait sert çekirdekli meyve tohumudur. Kültüre edilmiş bademler "*Amygdalus communis L.*", "*Amygdalus dulcis Mill.*" ve "*Prunus amygdalus Batsch*" gibi farklı taksonomik isimler ile adlandırılmaktadır (Gray 2005, Srinivasan 2005, Mirrahimi ve ark. 2011, Mori ve ark. 2011, Khalid ve Hussain 2017). Bademin sistematikteki taksonomik sınıflandırılması Şekil 2.12.'de gösterilmektedir (Bayrak ve Yılmaz 2009).

Alem: Plantea

Bölüm: Spermatophyta (Tohumlu bitkiler)

Alt Bölüm: Angiospermae (Kalın tohumlu bitkiler)

Sınıf: Dicotyledone (Çift çenekli bitkiler)

Takım: Rosales (Çiçekli bitkiler)

Familya: Rosaceae (Gülgiller)

Alt Familya: Prunoidea (Sert çekirdekli)

Cins: Prunus

Türler: *Prunus amygdalus*

Prunus dulcis

Prunus fragilis

Prunus tribola

Alt Cins: Amygdalus

Türler: *Amygdalus communis* L.

Amygdalus nana L. (Anadolu)

Amygdalus orientalis M. (Anadolu)

Amygdalus turcomanica (Anadolu)



Şekil 2.12.Bademin sistematikteki taksonomik sınıflandırılması

Türkiye'nin iklim yapısına adapte olmuş, önemli sert kabuklular arasında yer alan badem, çoğunluğu Ege Bölgesi (özellikle Datça yarımadası) olmak üzere Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde yetiştirilmektedir. Erken verim vermesi, uzun ömürlü ve güç şartlara adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, pazardaki yüksek talep, son yıllarda yapılan ıslah çalışmaları ile yeni çeşitlerin oluşturulması gibi nedenler badem yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttırmaktadır. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve diğer bölgelerde badem plantasyonlarının hızla arttığı ve kapama badem bahçelerinin dahi kurulmaya başlandığı gözlenmektedir. Türkiye'de TÜİK 2018 yılı verilerine göre 2010 yılında 55 398 ton olan badem üretimi 2018 yılında 100.000 tona ulaşmıştır. Kişi başına tüketim miktarının ise yılda 1.2 kg olduğu bildirilmektedir (Anonim 2018).

Badem ağacı, çalı şeklinde ya da 12 metreye kadar uzayabilmekte olup, dik ya da yayvan şekilde büyümekte, ortalama ömrü 50 yıl olarak bildirilmektedir. Badem, yazları uzun ve sıcak, kışları ise aşırı soğuk olmayan ılıman iklim bölgelerinde ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Kışın yapraklarını döken badem ağacı, baharın gelmesi ile tomurcuklanmakta ve küçük-pembe beyaz çiçek açmaktadır. Çiçek açma tamamlandığında, arılar ağaç üzerindeki çiçekleri tozlaştırmaktadırlar. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Ağustos ayında, Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde de Temmuz ayı ortasında hasat başlamaktadır. Badem, pomolojik açıdan “acı” ve “tatlı” olmak üzere 2 grupta sınıflandırılmaktadır.

- i) Acı bademler (*Prunus Amygdalus amara*); Amigdalin ve prunasın gibi siyanojenik glikozidleri içermektedir. Fazla tüketildiklerinde zehir etkisi gösterdiklerinden acı badem yağı üretiminde, kozmetik endüstrisinde ve anaçlık olarak kullanılmaktadırlar.
- ii) Tatlı bademler (*Prunus Amygdalus dulcis*); Siyanidik asit içeriği az ya da hiç olmayan tatlı bademler kabuk sertliklerine göre el (kağıt kabuklu bademler), diş (yumuşak kabuklu bademler), sert kabuklu ve taş bademler (çok sert kabuklu bademler) olmak üzere dört gruba ayrılmaktadırlar. Avrupa Badem Standardı'nda el ve diş bademleri aynı grup içerisinde (i) el ya da dişle kırılanlar, (ii) badem kısılcı ile kırılabilenler ve (iii) çekiçle kırılanlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Kaliforniya (Dünyanın en büyük tatlı badem üreticisi), Avustralya ve Şili'de yetiştirilen bademler tatlımsı lezzete sahipken, Akdeniz ülkelerinde (İspanya, İtalya gibi) yetiştirilen bademlerin daha güçlü ve aromatik lezzete sahip olduğu bildirilmektedir. Acı bademlerin ise daha çok Fas ve Cezayir gibi Kuzey Afrika ülkelerinde yetiştirildiği bildirilmektedir (Küden ve Küden 2000, Srinivasan 2005, Gradziel 2008, Mori ve ark. 2011, Küden ve ark. 2014).

Badem meyvesi, botanik olarak şeftali ve kayısı gibi sert çekirdekli meyve olmasına rağmen, olgun bademin içi yendiğinden “sert kabuklu meyveler” grubunda yer almaktadır. Badem, Türkiye'de yeşil kabuklu çağla olarak tüketilen bir meyve türü olup yenebilen tatlı badem tohumları kavru olarak ya da kavrulmadan çerez olarak tüketilmektedir. Ayrıca çeşitli yiyeceklerin hazırlanmasında, şekerleme, çikolata, unlu

mamüller ve pasta endüstrisinde, bademyağı, badem unu, badem ezmesi, badem sütü vb. ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Gradziel 2008, Richardson ve ark. 2009, Mexis ve Badeka 2011, Mori ve ark. 2011, Kamil ve Chen 2012, Martins ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2019).

2.5.1. Bademin Anatomik Özellikleri

Bademde toplam taze meyve ağırlığının %35-62'sini yeşil kabuk, %33'ünü kahverengi kabuk ve %15'ini ise iç kabuk ve meyvenin kendisi oluşturmaktadır. Meyvenin olgunlaşması ile birlikte yeşil kabuk açılır, tamamen kuruduktan sonra dış kahverengi kabuktan kolayca ayrılmaktadır. Bademin endüstriyel işlenmesi süresince, yeşil ve kahverengi kabuk, haşlama işlemi (85–100°C'de 2–5 dk.) ile iç kabuk ayrılmakta ve badem yan ürünlerini oluşturmaktadırlar. Endüstriyel işleme süresince elde edilen bu yan ürünlerin miktarı tam bademin %70-85'ini oluşturmakta olup, Şekil 2.13.'de görülen biyoaktif bileşenleri yüksek miktarda içermektedirler (Esfahlan ve Jamei 2011, Bolling ve ark. 2012, Kamil ve Chen 2012, Grundy ve ark. 2016, Bolling 2017, Martins ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017).

2.5.2. Bademin Besin Değeri

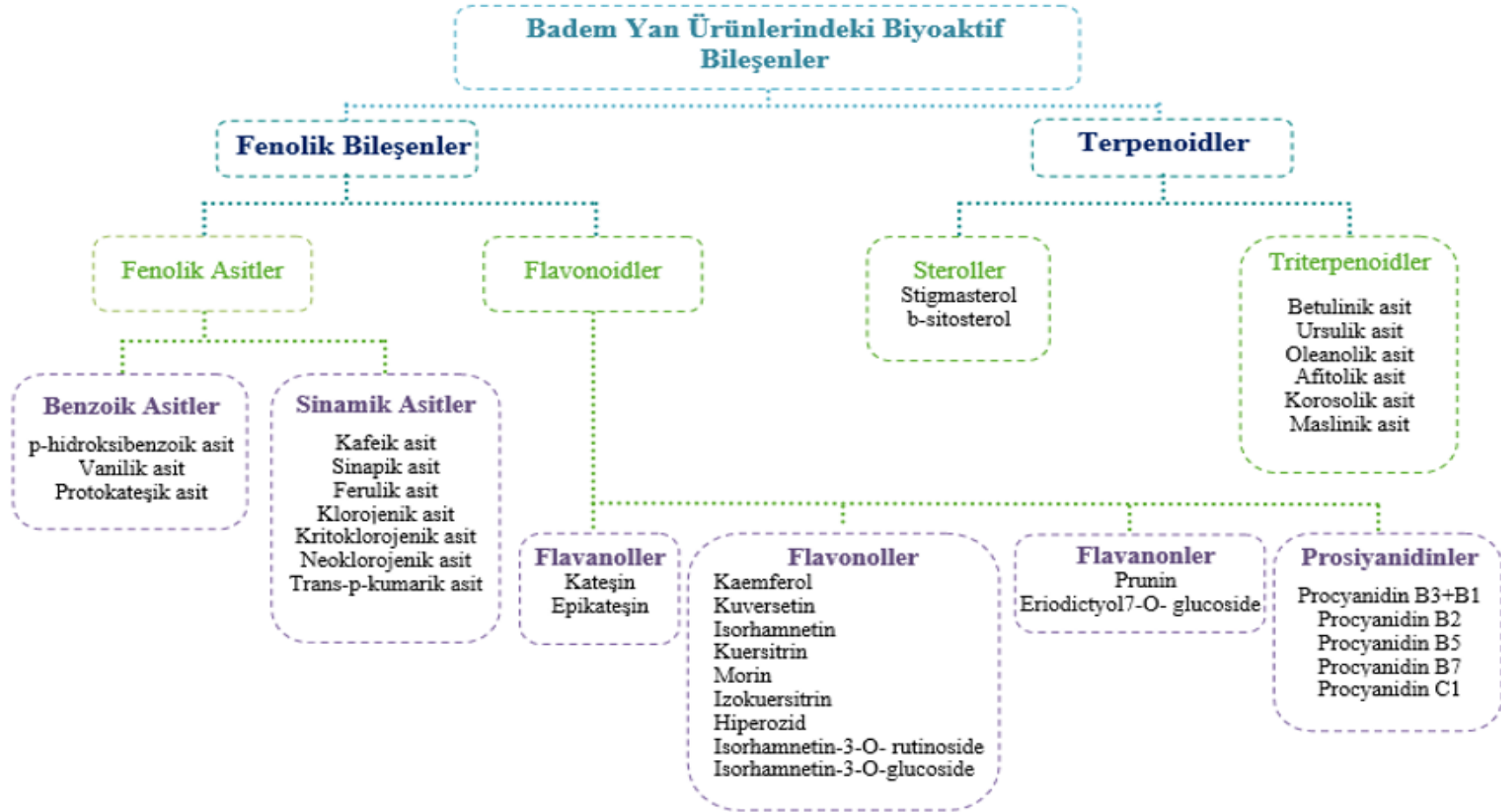
Bademin besin bileşimi esas olarak genotipe bağlı olmakla birlikte, çevresel etmenler, yetiştirildiği bölge, yetiştirme yöntemleri, iklim şartları, hasat yılı, çekirdek olgunluğu gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Badem, zengin besin içeriği nedeni ile Gıda ve İlaç Organizasyonu (FDA) tarafından “yoğun besin içerikli gıda/a nutrient-dense food” olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 2.3.'de bademin içerdiği besin elementleri ve önerilen günlük alım miktarları hakkında bilgi verilmektedir.

Badem 100 gramında yaklaşık %50 yağ ve 575 kcal enerji içermektedir. Sert kabuklu meyvelerin arasında en düşük miktarda yağ içeriğine sahip meyvedir. Toplam yağ içeriğinin %62'si tekli doymamış yağ asitleri ve %24'ü ise çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır.

Cizelge 2.3. Bademin besin içeriği

Bileşim	Birim	100 g'da	30 g porsiyon başına	Etiketleme için RDA	100 g başına % 15 RDA	100 g başına % 30 RDA	AB'nde beslenme iddiası
MAKRO BESİNLER							
Su	g	4.70	1.41				
Enerji	kcal	575	172				
Protein	g	21.22	6.37				
Toplam yağ	g	49.42	14.83				
Toplam Şekerler	g	3.89	1.17				
Diyet lifi	g	12.20	3.66				
MINERALLER							
Kalsiyum	mg	264	79	800	120.00	240.00	Yüksek
Demir	mg	3.72	1.12	14	2.10	4.20	Kaynak
Magnezyum	mg	268	80	375	56.25	112.50	Yüksek
Fosfor	mg	484	145	700	105.00	210.00	Yüksek
Potasyum	mg	705	211	2000	300.00	600.00	Yüksek
Sodyum	mg	1	0				
Çinko	mg	3.08	0.92	10	1.50	3.00	Yüksek
Bakır	mg	1.00	0.30	1	0.15	0.30	Yüksek
Manganez	mg	2.28	0.68	2	0.30	0.60	Yüksek
Selenyum	µg	2.50	0.75	55	8.25	16.5	
VİTAMİNLER							
Tiamin	mg	0.21	0.06	1.1	0.17	0.33	Kaynak
B ₂ vitamini	mg	1.01	0.30	1.4	0.21	0.42	Yüksek
Niasin	mg	3.38	1.01	16	2.40	4.80	Kaynak
Pantotenik asit	mg	0.47	0.14	6	0.90	1.80	
B ₆ vitamini	mg	0.14	0.04	1.4	0.21	0.42	
Folat	µg	50	15	200	30.00	60.00	Kaynak
A vitamini (retinol eşdeğeri)	µg	0	0	800	120	240	
E vitamini							
α-Tokoferol	mg	26.22	7.87	12.00	1.80	3.60	Yüksek
β-Tokoferol	mg	0.29	0.09				
γ-Tokoferol	mg	0.65	0.19				
δ-Tokoferol	mg	0.05	0.01				
LİPİTLER							
Doymuş yağlar	g	3.73	1.12				
Tekli doymamış yağlar	g	30.89	9.27				
18:1	g	30.61	9.18				
Çoklu doymamış yağlar	g	12.07	3.62				
18:2	g	12.06	3.62				
Fitosteroller	mg	172	52				
Stigmasterol	mg	4	1				
Kampesterol	mg	5	1				
β-Sitosterol	mg	132	40				
Diğer fitosteroller	mg	31	10				
AMINO ASİTLER							
Lisin	g	0.58	0.17				
Arjinin	g	2.47	0.70				
DİĞER							
β-karoten	µg	1	0				
Toplam fenolikler(GE)	mg	418	125				
Toplam flavonoidler	mg	23.89	7.17				

* RDA Önerilen günlük alım miktarları; GE; Gallik asit eşdeğeri



Şekil 2.13. Bademin içerdiği biyoaktif bileşenler

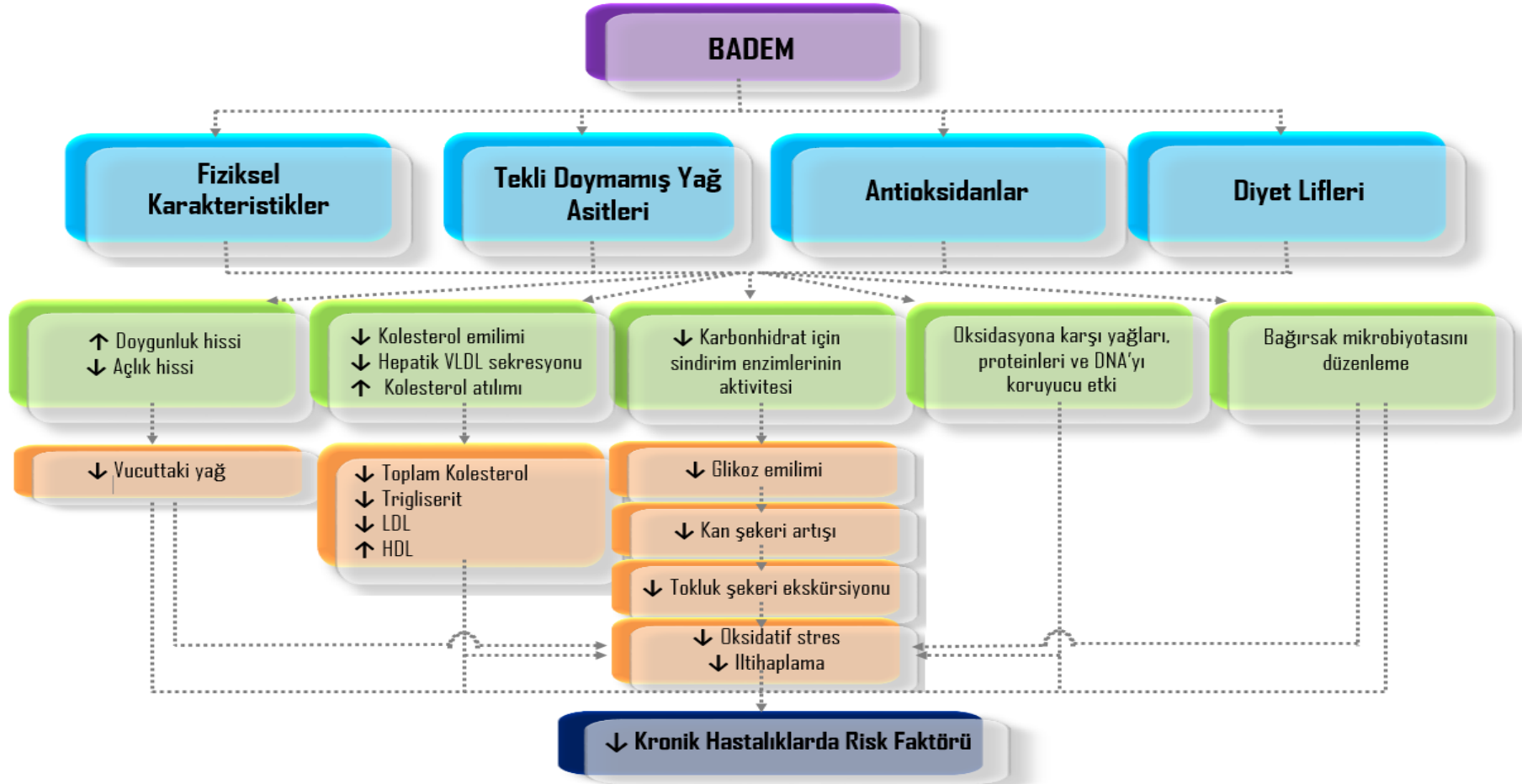
%50-80 oranında oleik asit (18:1), %11-37 oranında linoleik asit (18:2), %5-16 oranında palmitik asit (16:0) ve %1-4 oranında stearik asit (18:0) içermektedir. Toplam protein içeriği %21.2 olan badem, bitkisel protein ihtiyacının karşılanması açısından önemli bir gıdadır. Avrupa Yönetmeliği uyarınca, gıdanın enerji değerinin en az %12'sinin proteinlerden karşılanması gerektiği belirtilmektedir. Bademin toplam enerji değerinin %14'ü proteinden karşılandığından, söz konusu yönetmeliğe göre badem "doğal protein kaynağı" olarak tanımlanmaktadır. Badem yaklaşık %3.95 sukroz, %0.17 glikoz, %0.11 fruktoz, %0.1'den daha düşük miktarda diğer monosakkaritleri ve şeker alkollerini içermektedir. 100 gramında 5 gramdan daha az şeker içerdiğinden "doğal olarak düşük şekerli" olarak tanımlanmaktadır. 100 gram badem yaklaşık 12 gram diyet lifi içermekte olduğundan Avrupa Yönetmeliği'ne göre "doğal olarak yüksek diyet lifli" olarak tanımlanmaktadır. Günde bir porsiyon badem (28-30 g) tüketimi günlük diyet lifi ihtiyacının %14'ünü karşılamaktadır. Badem, Vitamin E, Vitamin B₂ (riboflavin), kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, çinko, bakır ve mangan açısından da zengin bir bileşime sahiptir. Günde bir porsiyon badem tüketimi günlük Vitamin E gereksiniminin %36.4'ünü, mangan gereksiniminin ise %36'sını karşılamaktadır. Bu nedenle ABD Gıda ve Tarım Örgütü tarafından bu iki mikroelementin karşılanması açısından "mükemmel gıda" olarak bildirilmektedir. Bir gıda için sodyum içermediği ya da tuzsuz ifadesi kullanılacaksa, 100 gramında 0.005 g'dan fazla sodyum içermemesi gerekmektedir. Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi 100 gram badem 1 mg sodyum içerdiğinden, "sodyum içermemekte" olarak nitelendirilmektedir. Badem potasyum oranının yüksek olması nedeni ile düşük sodyum /yüksek potasyum diyetlerine uygun bir gıdadır. Fitosterol (kampesterol, β -sitositerol, 5-avenasterol ve stigmasterol), fenolik asit, polifenolikler (flavonoid ve proantosiyoninler gibi) gibi fitokimyasallar açısından zengin bir içeriğe sahiptir. Özellikle bu bileşenler badem iç kabuğunda daha yoğun olarak bulunmaktadır. 100 g badem 2 μ g karotenoid, 261 mg toplam fenolik (gallik asit eş değeri), 25.01 mg flavonoid, 184.02 mg proantosiyanidin, 192.37 mg fitosterol ve 595.63 μ g lignan içermektedir (Şekil 2.13.) (Chen ve ark. 2006, Richardson ve ark. 2009, Yada ve ark. 2011, Kamil ve Chen 2012, Grundy ve ark 2016, Khalid ve Hussain 2017, Franklin ve ark. 2017, Martins ve ark. 2017, Pasqualone ve ark. 2018, Franklin ve Mitchell 2019).

2.5.3. Bademin Fonksiyonel Özellikleri

Son yıllarda badem tüketiminin birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisi üzerine olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır. Bademin bu kronik hastalıkların önlenmesi ya da tedavisi üzerine varsayılan mekanizmaları Şekil 2.14.'de verilmektedir.

2.5.4. Badem Alerjisi

Badem bahsedilen fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra bazı duyarlı bireylerde alerjik reaksiyonlara neden olan gıda grubu (fıstık, süt, yumurta, buğday, balık ve kabuklu deniz ürünleri) içerisinde yer almaktadır. Bademin bileşiminde Pru du 1, Pru du 2, Pru du 2S albumin, Pru du 3(nsLTP), Pru du 4(profilin), Pru du 5(60 S ribosomal protein), Pru du 6 (amandin ya da prunin) ve Pru du γ -konglutin olmak üzere 8 grup alerjen tanımlanmaktadır. Toplam çözünebilir proteinin yaklaşık %70'ini oluşturan Pru du 6 (amandin ya da prunin) majör badem proteini olması ile birlikte majör badem alerjenidir. Badem bileşiminde yer alan alerjen moleküllerin önemli oranda Immünoglobulin E (alerjik reaksiyonlara karşı salgılanan antikor)'yi bağladığı saptanmıştır. Badem proteinlerinin IgE bağlama aktivitesinin ısıtma işlemi, mikrodalga, kimyasal proses, gamma ışınları, haşlama ve kavurma gibi yöntemler uygulanarak azaltılabileceği bildirilmektedir (Chen ve ark. 2006, Richardson ve ark. 2009, De Angelis ve ark. 2018, Gorji ve ark. 2018, Slotwinski ve ark. 2018).



Şekil 2.14. Bademin kronik hastalıkların önlenmesi ya da tedavisi üzerine varsayılan mekanizmaları

2.5.5. Badem Yan Ürünleri

Badem yan ürünleri, düşük maliyetleri, azaltılmış enerji tüketimleri, düşük sağlık riskleri, yenilenebilirlik, geri dönüştürülebilirlik, biyobozunurluk, azaltılmış depolama alanı ve ekipmanda olası düşük zararları gibi avantajları nedeni ile son yıllarda birçok endüstri alanında kullanılmaktadırlar.

✚ **Yeşil Kabuk:** Yeşil kabuk, %13-30 arasında şeker, %21.1-35.2 arasında protein ve %10-24.9 arasında toplam lif, %20.6-35.2 arasında selüloz ve %7.5-15.6 arasında lignin içermektedir. Antioksidan özelliğinden dolayı son yıllarda farklı amaçlarla kullanımına artan bir ilgi bulunmaktadır. Gıda, yem ve farmasötik endüstrisinde katkı maddesi, boya endüstrisinde biyosorbent, ağır metal giderici, biyoetanol ile biyometanol üretiminde ve kedi kumu olarak kullanılmaktadır (Nasseh ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017, Meshkini 2018, Palma ve ark. 2018).

✚ **Kahverengi kabuk:** Kahverengi kabuk, selüloz (%29.8-50.7), hemiselüloz (%19.3-29) ve lignin (20.4-50.7) içermekte olup meyvenin uzun depolanabilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca triterpenler, flavonol-glikosidler ve fenolik asitler gibi antioksidan etkili biyoaktif bileşenler içermektedir. Ağır metal giderici, fenol giderici, kirletici giderici gibi özelliklerinin yanı sıra aktif karbon hazırlanmasında, topraksız yetiştiricilikte, hayvan beslenmesinde, doğal yün boyamada, ksilooligosakkaritler, gözenekli seramik, biyoyakıt ve biyokütle üretiminde ve yakacak olarak kullanılmaktadır. Meyve bahçesi toprak ekolojisini etkileyebilecek antimikrobiyal bileşenler içerdiği de saptanmıştır. Ayrıca bu özelliğinden dolayı doğal antimikrobiyal bileşenlerin üretiminde de kullanılabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Odunsu bitkilerin hücre duvarında bulunan bazı polisakkaritler, lignin-karbonhidrat kompleksleri oluşturmak için lignine bağlanabilir. Bu lignin-karbonhidrat komplekslerinin anti-viral, anti-HIV ve pro/anti inflamasyon etkisine sahip olduğu bildirilmektedir. Söz konusu özelliklerinden ve antioksidan bileşenler (fenolik asitler ve flavonoidler) içermesinden dolayı

kahverengi kabuğun kullanıldığı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Erdem İşmal ve ark. 2013, Smeriglio ve ark. 2016, Kacem ve ark. 2016, Kacem ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017, Benítez ve ark. 2018, Cataldo ve ark. 2018, Hoyos-Martínez ve ark. 2018, Taha ve ark. 2018, Comas ve ark. 2019, Oliveira ve ark. 2019).

✚ **İç kabuk:** İç kabuk, haşlama işlemi ile uzaklaştırılabilmektedir. Doğal kabuğun 100 gramında 45.1 g diyet lifi, 3.8 g çözünebilir diyet lif, 24.2 g yağ, 10.3 g protein, haşlanmış kabukta ise bu değerler sırasıyla 47.5 g, 2.7 g, 22.2 g, ve 12.8 g olarak bildirilmektedir. Toplam meyve ağırlığının %4'ünü oluşturan iç kabuk, meyvede bulunan toplam fenolik bileşenlerin %60-80'ini içermektedir. Yapılan çalışmalar iç kabuğun antioksidan, antimikrobiyal, antiviral özelliklerinin çok yüksek olduğunu bildirmektedir. Son yıllarda gıdalar ile hayvan yemlerinde katkı maddesi ve prebiyotik amaçlı kullanılması üzerine çalışmalar da bulunmaktadır. Hali hazırda hayvan beslenmesinde ve yakacak olarak kullanılmaktadır (Qureshi ve ark. 2016, Bisignano ve ark. 2017, Bolling 2017, Hughey ve ark. 2012, Liu ve ark. 2017, Prgomet ve ark. 2017).

✚ **Badem Gamı:** Badem ağacının gövdesi, dalları ve meyvelerinden toplanan ve yeni bir eksüda gam olarak tanımlanan badem gamı, gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Doğal polisakkarit yapısında olan bu gam, renksiz, kokusuz ve non-toksik olarak tanımlanmaktadır. Kurumadde ağırlığı üzerinde %2.45 protein, %0.85 yağ ve %92.36 karbonhidrattan oluşmaktadır. Bileşimindeki karbonhidratın %46.83'ü arabinoz, %35.49'u galaktoz ve %5.97'si üronik asit olup, iz miktarda ramnoz, mannoz ve glikoz içermektedir. Bu gam, sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum ve demir gibi çeşitli mineralleri de içermektedir. Gam arabikten daha iyi emülsifiye edici özelliklere sahip olduğu ayrıca, antioksidatif ve antimikrobiyal gibi biyolojik ve fonksiyonel özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı çeşitli gıda formülasyonlarında kullanılmaktadır (Bashir ve Haripriya 2016).

- ✚ **Badem Yağı:** Badem yağı, yaklaşık %50 oranında yağ içeriğine sahip tatlı bademlerden ekstrakte edilerek üretilmektedir. Bu ekstraksiyon işlemi soğuk pres ya da solvent ekstraksiyonu şeklinde uygulanmaktadır. Tatlı badem yağı, %65 oranında oleik asit, β -sitosterol ve α -tokoferol içermektedir. Yağın içeriğinde bulunan vitamin E ve fenolik bileşenlerin oksidasyonu önlediği bildirilmektedir (Grundy ve ark. 2016, Fernandes ve ark. 2017).
- ✚ **Badem Sütü:** Badem ürünleri içerisinde son yıllarda tüketimi en fazla talep gören ürünün, badem sütü olduğu belirtilmektedir. Badem sütü üretiminde çiğ ya da kavrulmuş bademin kendisi kullanılabilceği gibi badem unu da kullanılabilir. Patent almış bir üretim modelinde, yağı uzaklaştırılmış badem unu (%8 oranında) su ile karıştırılmış, %0.1 oranında hidrokolloid ilave edildikten sonra çözünürlüğün sağlanması amacı ile 90°C'ye ısıtılmıştır. Büyük partiküllerin uzaklaştırılması amacı ile santrifüjlenmiştir. Elde edilen ürün, UHT yöntemi ile sterilizasyon ve homojenizasyon işlemi uygulandıktan sonra aseptik koşullarda paketlenmiştir (Bernat ve ark. 2014, Martins ve ark. 2017).
- ✚ **Badem Ezmesi:** Badem ezmesi ya da marzipan olarak adlandırılan ürün, öğütülmüş bademlerin su ve şeker ile karıştırılması şeklinde üretilmektedir. Ezme şeklinde tüketilebildiği gibi şekerleme ve unlu mamüller endüstrisinde de kullanılabilir.
- ✚ **Badem Tereyağı:** Yaklaşık olarak %90 oranında badem içeren bu tereyağı, parçalanmış ya da un haline getirilmiş bademlerden üretilebildiği gibi, ezme ya da yağdan ya da bunların kombinasyonundan üretilebilir. Çiğ ya da kavrulmuş, ince kabuklarından ayrılmış bademler bu amaçla kullanılmaktadır (Grundy ve ark. 2016).
- ✚ **Badem Unu:** Badem unu, soyulmuş ya da kabuklu bademin öğütülmesi ya da badem yağı üretme prosesi aşamasında yan ürün olarak bademin öğütülmesi ile üretilebilir. Badem unu özellikle buğday ununa alternatif olarak glutensiz diyetlerde önerilen özel gıdalar arasında yer almaktadır. Son yıllarda fırıncılık ve

pastacılık ürünleri başta olmak üzere birçok gıdanın üretiminde kullanılabilen badem ununun bileşimi Çizelge 2.4.'de yer almaktadır (Case 2010).

Çizelge 2.4. Badem ununun bileşimi

	Beyazlatılmış Badem Unu	Doğal Badem Unu
<i>Protein (g)</i>	23.6	22.90
<i>Diyet lif (g)</i>	12	13.20
<i>Karbonhidrat (g)</i>	21	23.40
<i>Demir (mg)</i>	4.30	4.00
<i>Kalsiyum (mg)</i>	235	285
<i>Çinko (mg)</i>	3.40	3.30
<i>Magnezyum (mg)</i>	300	289
<i>Riboflavin (mg)</i>	0.70	1.10
<i>Niasin (mg)</i>	3.90	3.60

2.6. Bademin Prebiyotik Potansiyeline Dair Literatür Çalışmaları

Son yıllarda yapılan çalışmalar yüksek oranda polifenol ve lif içeriğinden dolayı bağırsaktaki mikrobiyal fermantasyonu etkileyerek sağlıklı mikrobiyotanın oluşması için bademin önemli bir substrat olabileceğini göstermektedir (Mandalari 2012, Lamuel-Raventosa ve St. Onge 2017, Martins ve ark. 2017).

Ukhanova ve ark. (2014), 18 gün süresince 18 sağlıklı gönüllünün günde 0, 1.5 ve 3 porsiyon badem ve 16'sının da aynı miktarda Antep fıstığı tüketmelerini sağlamışlardır. Araştırmacılar, iki farklı randomize, kontrollü ve çapraz besleme uygulayarak yürüttükleri çalışma sırasında gönüllülerin fekal mikrobiyotalarını incelemişlerdir. Antep fıstığı tüketiminin, bağırsak mikrobiyotası üzerine etkisi badem tüketiminden daha güçlü olduğu ve potansiyel olarak yararlı bütirat üreten bakterilerin artışını daha çok desteklediği saptanmıştır. Araştırmacılar, badem ya da Antep fıstığı tüketimini arttırarak bağırsak mikrobiyotasının kompozisyonunun olumlu olarak değiştirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Mandalari ve ark. (2008), badem ve badem iç kabuğunun sağlıklı bireylerin intestinal sistemi üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, badem ve badem iç kabuğunun ticari prebiyotik fruktooligosakkaritlere benzer prebiyotik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Liu ve ark. (2014), 48 gönüllü üzerinde yaptıkları çalışmada bu bireylerin günde 8 g (4 g öğlen ve 4 g akşam) fruktooligosakkarit, 10 g (5 g öğlen ve 5 g akşam) badem iç kabuğu ve günde 56 g (28 g öğle ve 28 g akşam) kavrulmuş tuzsuz badem tüketmelerini sağlamışlardır. 6 hafta sonra badem ve badem kabuğu tüketen bireylerde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin sayılarının arttığı, *Escherichia coli* sayısında bir değişiklik olmadığı ve *Clostridium perfringens*'in gelişmesinin önemli oranda baskılandığı saptanmıştır.

Liu ve ark. (2016), hem çiğ hem de kavrulmuş bademin prebiyotik etkisini *in vitro* ve *in vivo* olarak incelemişlerdir. *In vitro* çalışmada ön sindirime uğramış çiğ ve kavrulmuş bademin *Lactobacillus acidophilus* (La-14) ve *Bifidobacterium breve* (JCM 1192)'nin gelişmesini stimüle ettiği, çiğ ve kavrulmuş badem arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı saptanmıştır. 4 haftalık hayvan denemelerinde ise çiğ ve kavrulmuş badem tüketiminin *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp.'nin popülasyonunu desteklediğini ve *Enterococcus* spp.'nin gelişmesini engellediğini saptamışlardır. Kavrulmuş badem ile karşılaştırıldığında, çiğ bademin *Bifidobacterium* spp.'nin gelişmesi üzerine daha fazla etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, kavrulmuş bademe göre çiğ badem tüketen farelerin feçeslerinde daha yüksek β -galaktozidaz, daha düşük β -glukoronidaz ve azoredüktaz aktivitesi gözlenmiştir. Bu nedenle çiğ bademin intestinal mikrobiyotadaki değişiklikler ile bağlantılı olarak daha fazla bakteriyel enzim aktivitesine ve düzenleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çiğ bademin daha yüksek diyet lifi ve polifenolik bileşenler içermesi nedeni ile daha fazla prebiyotik etkiye neden olabileceği bildirilmiştir. Kavurma işleminin prebiyotik etkiyi az da olsa azalttığı saptanmıştır. Metabolik etkiler bakımından, kavrulmuş badem tüketiminin önemli miktarda daha fazla intestinal lipaz aktivitesine neden olduğu belirlenmiştir.

Acı badem gamının tüm ya da çözünebilir fazının prebiyotik olarak kullanıldığı domates suyunda fermentasyon süresince *Lactobacillus acidophilus* La5'in gelişmesi ve yapay gastrik koşullara dayanıklılığı incelenmiştir. Domates suyuna %0.5 ve %1 oranında acı badem gamının çözünebilir formu ve aynı oranda tüm acı badem gamı ilave edilmiş olup gam içermeyen örnek kontrol olarak kullanılmıştır. 37°C'de 48 saatlik fermentasyon süresince ve 14 gün buzdolabı koşullarında depolama süresince *Lactobacillus acidophilus* La5'in gelişimi izlenmiştir. En yüksek probiyotik bakteri canlılığı %1 oranında acı badem gamının çözünebilir formunu içeren domates sularında olduğu belirlenmiştir. Acı badem gamının çözünebilir formunun tüm badem gamına göre daha iyi prebiyotik etki gösterdiği bildirilmiştir. Gam kullanımının domates suyunun duyuşal özellikleri üzerine olumsuz etki yapmadığı saptanmıştır (Kazeruni ve Hosseini 2017).

Fındık, badem, Macademia fındığı, Antep fıstığı ve cevizin, *in vitro* ortamda bütirat ve c9,t11 konjuge linoleik asit gibi özellikle kolon kanseri üzerine kemokoruyucu etkili metabolitlerin üretimi Schlörmann ve ark. (2016) tarafından araştırılmıştır. *In vitro* fermentasyon olarak, insan fekal mikrobiyotası kullanılarak sert kabuklu meyvelerin fermentasyonu ve yapay sindirimi incelenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sert kabuklu meyvelerin fermentasyonu ile yaklaşık 2 kat daha fazla KZYA üretildiği belirlenmiştir. Özellikle ceviz fermentasyonu sonucu yüksek oranda c9,t11 konjuge linoleik asit oluştuğu tespit edilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığından fermente sert kabuklu meyve örneklerinde potansiyel karsinojenler olan sekonder safra asitleri (deoksi kolik/iso-deoksi kolik asit) ve malondialdehit gibi lipid peroksidasyon ürünlerinin miktarlarının azaldığı saptanmıştır.

Sugizaki ve ark. (2018), sert kabuklu meyvelerin ve yenilebilir tohumlarının potansiyel prebiyotik etkisini ve obezite ile aralarındaki ilişkiyi ortaya koyan derleme çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar bu gıdaların diyet lifi ve polifenol içerikleri nedeni ile bağırsak mikrobiyotası üzerine olumlu etkide bulunarak prebiyotik özellikte olabileceklerini ifade etmişlerdir. Olumlu etkilerini, i) enterik bariyer bütünlüğünün korunmasını, ii) anti-enflamatuar durumun iyileştirilmesini ve iii) bütirat sentezininin arttırılmasını sağlayarak gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir.

Badem tüketimi ve işleme prosesinin sağlıklı erkek ve kadınlarda gastrointestinal sistem üzerine etkisi kontrollü beslenme, randomize, 5 farklı dönem olarak Holscher ve ark. (2018) tarafından çalışılmıştır. Kontrol grubu hiç badem tüketmemiş, ikinci grubun günde 1.5 porsiyon (42 g) badem tüketmesi sağlanmış, üçüncü grup ikinci gruba aynı miktarda kavrulmuş tüm badem tüketmesi sağlanmış, dördüncü grup aynı miktarda kavrulmuş, parçalanmış badem tüketmiş ve beşinci grup ise aynı miktarda badem tereyağı tüketmiştir. Her 3 haftalık diyet periyodunun sonunda fekal örnekler alınmıştır. Badem tüketiminin *Lachnospira*, *Roseburia* ve *Dialister* türlerinin miktarını önemli oranda arttırdığı saptanmıştır. Badem tüketiminin gastrointestinal sistem mikrobiyotasını değiştirdiği belirlenmiştir. Kavurma, parçalama, tereyağına işleme gibi proseslerin mikrobiyal flora üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonuçları badem tüketiminin gastrointestinal mikrobiyota üzerine yararlı etkide bulunabileceğini önermektedir (Holscher ve ark. 2018)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada, Çizelge 3.1.'de verilen probiyotik özellik gösteren mikroorganizmalar DSMZ (Leibniz Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures-Almanya) firmasının kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan probiyotik mikroorganizmalar

Mikroorganizmanın Adı	Ticari İsimlendirilmesi
<i>Lactobacillus casei</i>	DSM20011
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	DSM20079
<i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i>	DSM10140
<i>Bifidobacterium longum subsp. infantis</i>	DSM 20088

3.2. Yöntem

3.2.1. Mikroorganizmaların Aktivasyonu

Kullanılan mikroorganizmaların aktivasyonu amacı ile DSMZ firmasının önerdiği Çizelge 3.2.'de içeriği belirtilen bazal gelişme besiyeri kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Mikroorganizmaların aktivasyonu için kullanılan bazal gelişme besiyeri

Bileşenler	1 Litrede miktarı
Kazein Pepton	10,00 g
Et ekstraktı	5,00 g
Maya ekstraktı	5,00 g
Bacto soytone	5,00 g
Glikoz	10,00 g
K₂HPO₄	2,00 g
Tween 80	1,00 g
NaCl	5,00 g
L-cysteine HCl	0,50 mL
Tuz solüsyonu	40,00 mL
MgSO₄.7H₂O	0,20 g
MgSO₄.H₂O	0,05 g
Resazurin	4,00 mL

Mikroorganizmalar bazal gelişme besiyerinde 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 24 saat sonunda inkübasyona bırakılan kültürler ikinci kez aktivasyonun sağlanması amacı ile *Bifidobacterium* türleri için Tripton Pepton Maya Ekstraktı (TPY) sıvı besiyerine *Lactobacillus* türleri için ise sıvı besiyerine (Çizelge 3.3.) ilave edilerek 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılarak ikinci kez aktive edilmeleri sağlanmıştır.

Çizelge 3.3.Tripton Pepton Maya Ekstraktı (TPY) ve De Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) sıvı besiyerlerinin bileşimi

Tripton Pepton Maya Ekstraktı (TPY)		De Man, Rogosa ve Sharpe (MRS)	
Bileşenler	1 Litrede miktarı	Bileşenler	1 Litrede miktarı
Tripton	10,00 g	Maya ekstraktı	5,00 g
Pepton	5,00 g	Kazein pepton	10,00 g
Maya ekstraktı	2,50 g	Et ekstraktı	10,00 g
Glikoz	5,00 g	Tween 80	1,00 mL
Tween 80	1,00 mL	K ₂ HPO ₄ .3H ₂ O	2,00 g
K₂HPO₄.3H₂O	2,00 g	Glikoz	2,00 g
MgCl₂	0,50 g	Na-asetat	5,00 g
ZnSO₄.7H₂O	0,20 g	Amonyum sitrat	2,00 g
CaCl₂	0,15 g	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,20 g
FeCl₃.6H₂O	0,003 g	MnSO ₄ .4H ₂ O	0,05 g
L-cysteine HCl	0,50 g		

3.2.2. Tam Badem ve İç Badem Unu İçeren Besi Ortamının Hazırlanması

Çalışmada, 2018 yılında hasat edilen bademler kullanılarak üretilen “tam badem unu” ve “iç badem unu” Kocamaar Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Muğla, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. “tam badem unu” ve “iç/kabuksuz badem unu” bileşimi Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan tam badem unu ve iç badem ununun bileşimi

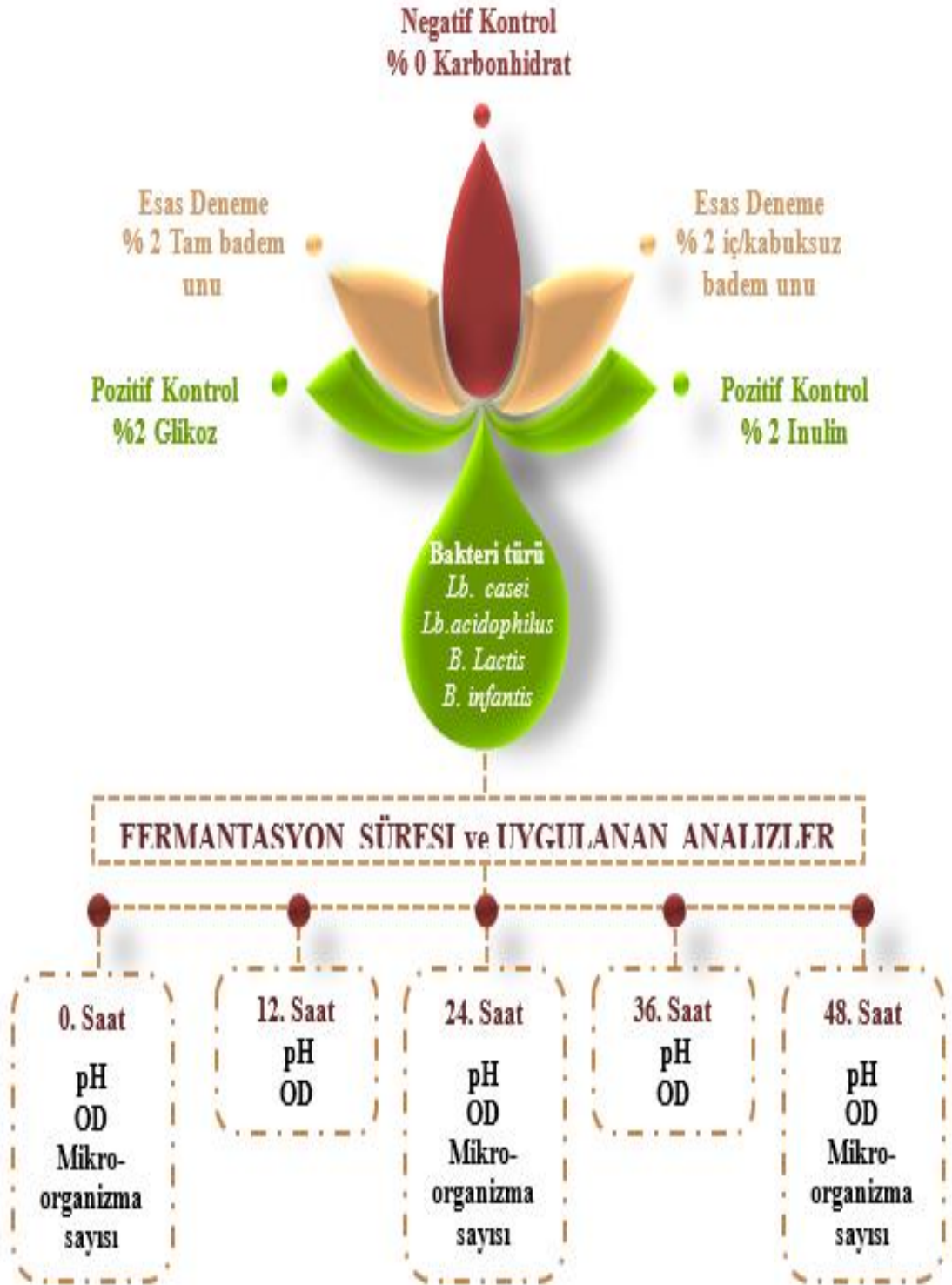
Bileşenler	Tam Badem Unu	İç/Kabuksuz Badem Unu
Enerji Değeri (kcal/kJ)	575/2407	575/2407
Protein (g)	20.70	20.70
Karbonhidrat (g)	11.50	11.50
Yağ (g)	49.70	49.70
Glikoz (g/L)	1.35	2.57
Galaktoz (g/L)	23.95	17.48
Fruktoz (g/L)	5.04	7.30
Sükroz (g/L)	3.47	0.56
Ksiloz (g/L)	0.67	1.92

Kullanılan probiyotik bakterilerin tam badem unu ve iç badem ununu fermente edebilme yeteneklerini belirlemek için *Bifidobacterium* türleri için karbonhidrat içermeyen TPY sıvı besiyeri ve *Lactobacillus* türleri için ise karbonhidrat içermeyen MRS sıvı besi yeri bazal gelişme ortamı olarak kullanılmıştır.

Çalışmada Sousa ve ark. (2015)'in önerdiği yöntem kullanılmıştır. %10'luk tam badem ve iç badem unu solüsyonu hazırlandıktan sonra, 4000 rpm'de 25 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen tam badem unu ve iç badem unu supernatantları, 0,45 µm delik çaplı membran filtre (Millipore-Stericup-GP) kullanılarak filtre-sterilizasyon işlemi ile sterilize edilmiştir. *Bifidobacterium* türleri için karbonhidrat içermeyen steril TPY sıvı besiyeri ve *Lactobacillus* türleri için ise karbonhidrat içermeyen steril MRS sıvı besi 121 °C'de 15 dakika otoklavlanarak steril edilmiştir. Steril un supernatantları son konsantrasyonu %2 olacak şekilde, *Bifidobacterium* türleri için steril TPY sıvı besiyerine ve *Lactobacillus* türleri için ise steril MRS sıvı besiyerine ilave edilmiştir. %2 oranında glikoz (Merck, Almanya) ve prebiyotik etkisi kanıtlanmış ticari inulin (Çizelge 3.5. Orafiti® HSI, Belçika) içeren besiyerleri pozitif kontrol olarak, karbonhidrat içermeyen temel gelişme ortamı ise negatif kontrol olarak seçilmiştir. Aktive edilen kültürlerden besi ortamına %2 oranında ilave edilerek 37°C'de 48 saat anaerobik şartlar altında fermentasyona bırakılmıştır. Anaerobik inkübasyon şartlarını sağlamak için, anaerobik plastik kavanozlar (Merck, Germany) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da Aneorocult (Oxoid, England) adı verilen sistem kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan deneme deseni Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan inulinin özellikleri

PARAMETRE	ÖZELLİK
Görünüş	Beyaz-hafif sarı toz
Tat	Hafif tatlı tatsız
Suda Çözünürlük (25oC)	>200 g/L
Yoğunluk	650±50 g/L
İnulin	≥86 g/100 g
Glikoz+Fruktoz+Sakkaroz	≤14 g/100 g
Toplam Kurumadde	97±2 g/100 g
Karbonhidrat	>99 g/100 g
Protein	İhmal edilebilir
Yağ	İhmal edilebilir
Vitamin ve Mineral Maddeler	İhmal edilebilir
Kalori değeri	215 kcal/871 KJ
İletkenlik (w=15 g/100 g)	<250 µs/cm
pH (w=10 g/100 g)	5,0-7,0
Kurşun (ppm)	<0,02
Arsenik (ppm)	<0,03
Kadmiyum (ppm)	<0,01
Civa (ppm)	<0,01
Toplam Aerobik, Mezofilik Mikroorganizma Sayısı (kob/g)	<1000
Maya(kob/ g)	<20
Küf (kob/ g)	<20
Anaerobik Termofilik H₂S Üreten Sporlar (kob/ g)	<25
Enterobacteriaceae (EMS/ g)	Negatif
<i>Bacillus cereus</i> (kob/g)	100 kob/g
Koagülaz Pozitif Stafilocoklar (EMS/ 0.1 g)	Negatif
Toplam Koliform	Negatif
<i>E. coli</i> (EMS/g)	Negatif
<i>Clostridia spp.</i> (EMS/g)	Negatif
<i>Salmonella spp.</i> (EMS/ 250 g)	Negatif
<i>Listeria spp.</i> (EMS/ 25 g)	Negatif



Şekil 3.1. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri tarafından tam badem unu ve iç badem ununun fermantasyonuna ait deneme deseni

3.2.3. Fermantasyon Süresince Uygulanan Analizler

- **pH Analizi:** Fermantasyonun 0., 12., 24., 36. ve 48. saatlerinde mikroorganizmalar tarafından oluşturulan asitlik gelişimini belirlemek amacı ile pH (pH 315i / SET ; WTW, Germany) ölçümü gerçekleştirilmiştir.
- **Optik yoğunluk (OD):** *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri tarafından tam badem unu ve iç badem ununun fermente edilebilirliği ve mikroorganizma gelişimini saptamak amacı ile hücre yoğunluğu fermentasyonun 0., 12., 24., 36. ve 48. saatlerinde Shimatzu UV 1800 model spektrofotometre kullanılarak 600 nm 'de ölçülmüştür.
- ***Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin sayısının belirlenmesi:** Fermantasyonun 0., 24. ve 48. saatlerinde *Lb. casei*, *Lb. acidophilus*, *B. lactis* ve *B. infantis* sayısının belirlenmesi amacı ile MRS-Agar (Merck, Germany) kullanılmıştır. *Lb. casei*, *Lb. acidophilus*, *B. lactis* ve *B. infantis*'e ait negatif kontrol, glikoz, inulin ve badem unu katkılı besi ortamlarından 1/100 000, 1/1 000 000 ve 1/10 000 000 oranında hazırlanan dilüsyonlar steril petri kaplarına 1'er mL olarak aktarılmıştır. MRS-Agar'dan petri kaplarına 15-20 mL katılarak rotasyon hareketi ile besiyeri ve örnek karıştırılmıştır. Besiyeri katılaştıktan sonra petri kutuları ters çevrilmiş, 37 °C'de 48 saat anaerobik inkübasyona tabi tutulmuştur. Anaerobik inkübasyonu sağlamak için anaerojenik plastik kavanozlar (Merck, Germany) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) adı verilen sistem kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan koloniler (30-300) sayılarak mililitrede *Lb. casei*, *Lb. acidophilus*, *B. lactis* ve *B. infantis* sayısı adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik (\log_{10}) olarak verilmiştir.

3.3. Gelişme Oranı

Fermantasyon süresince her iki bakteri türlerine ait gelişme oranı Azmi ve ark. (2012) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Gelişme oranı} = \frac{\text{Son fermantasyon süresindeki mikroorganizma sayısı} - \text{Bir önceki fermantasyon süresindeki mikroorganizma sayısı}}{\text{Bir önceki fermantasyon süresindeki mikroorganizma sayısı}}$$

3.4. Prebiyotik Aktivite Sayısı

Prebiyotik aktivite sayısının belirlenmesi amacı ile bir gecelik kültürler %1 (v/v) oranında, son konsantrasyonda %2 oranlarında glikoz, inulin ve tam badem unu ve iç badem unu içeren *B. lactis*, *B. infantis* için TPY ve *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* için ise MRS broth'a ilave edilmiştir. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kültür Koleksiyonundan temin edilen *Enterococcus* türü, %2 oranlarında glikoz, inulin, tam badem ve iç badem unu içeren Tryptic Soy Broth (TSB: Tryptone 17,00 g/L; Bacto soytone 3,00 g/L; Glikoz 2,50 g/L; K₂HPO₄ 2,50 g/L; NaCl 5,00 g/L) sıvı besiyerine ilave edilmiştir. Kültürler 37°C'de anaerobik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun 0. ve 24. saatlerinde örneklerin hücre yoğunlukları UV-spektrofotometre kullanılarak 600 nm'de ölçülmüş ve prebiyotik aktivite sayısı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Olano-Martin ve ark. 2002, Huebner ve ark. 2007).

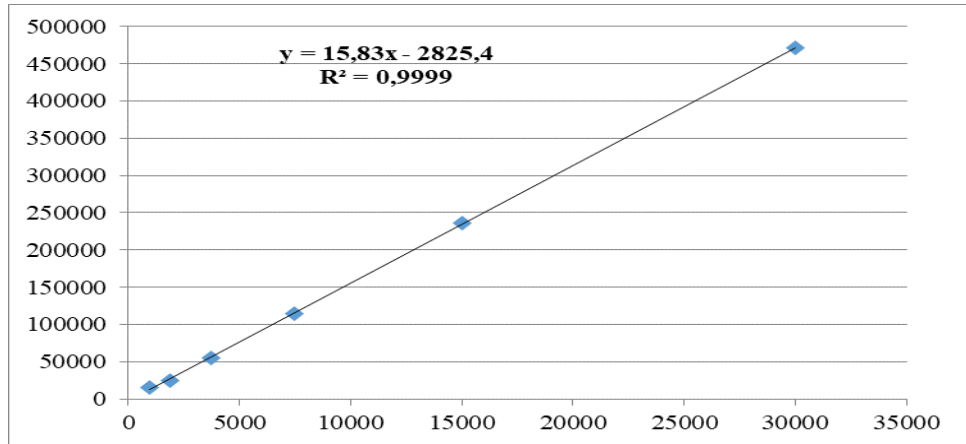
$$\left[\frac{[(\text{Probiyotik hücre yoğunluğu}_{24.\text{saat Prebiyotik OD 600}}) - (\text{Probiyotik hücre yoğunluğu}_{0.\text{saat Prebiyotik OD 600}})]}{(\text{Probiyotik hücre yoğunluğu}_{24.\text{saat Glikoz OD 600}}) - (\text{Probiyotik hücre yoğunluğu}_{0.\text{saat Glikoz OD 600}})} \right] - \left[\frac{[(\text{Enterik hücre yoğunluğu}_{24.\text{saat Prebiyotik OD 600}}) - (\text{Enterik hücre yoğunluğu}_{0.\text{saat Prebiyotik OD 600}})]}{(\text{Enterik hücre yoğunluğu}_{24.\text{saat Glikoz OD 600}}) - (\text{Enterik hücre yoğunluğu}_{0.\text{saat Glikoz OD 600}})} \right]$$

3.5. Şeker Bileşenleri Analizi

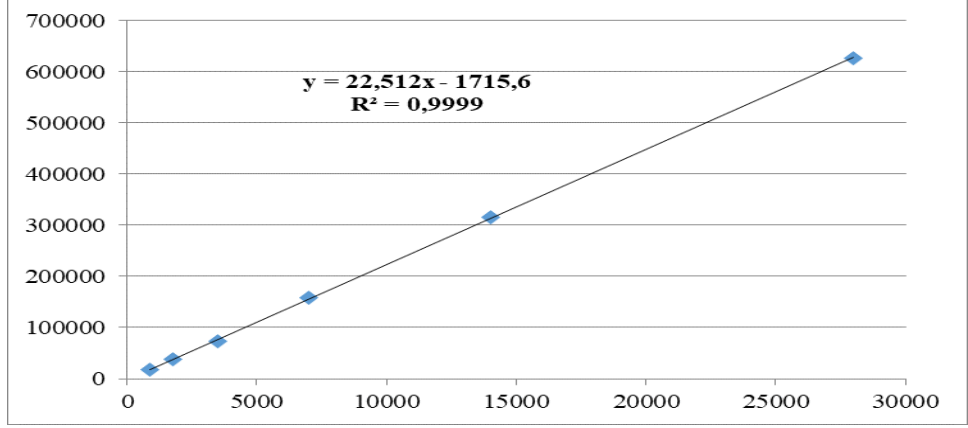
Fermantasyonun 0. ve 48. saatinde inulin, tam badem unu ve iç badem unu içeren besi ortamlarında glikoz, galaktoz, fruktoz, sükroz ve ksiloz analizleri gerçekleştirilmiştir (Sousa ve ark. 2015). Uygulanan analiz yönteminde Shimadzu Prominence Marka HPLC (Tokyo, Japonya) cihazı kullanılmış olup, analiz koşulları şu şekildedir;

- Dedektör: RID-10 A
- Kolon Fırını: CTO-10ASVp
- Pompa: LC20 AT
- Autosampler: SIL 20ACHT
- Bilgisayar Programı: LC Solution
- LOD (Fruktoz, Glukoz, Sucrose): 8,88
- Kolon: Inertsil NH2-5 µm 250 mm *4,6mm
- Mobil faz metanol:su (80:20), kolon sıcaklığı: 30°C; akış hızı: 1,0 mL/dk

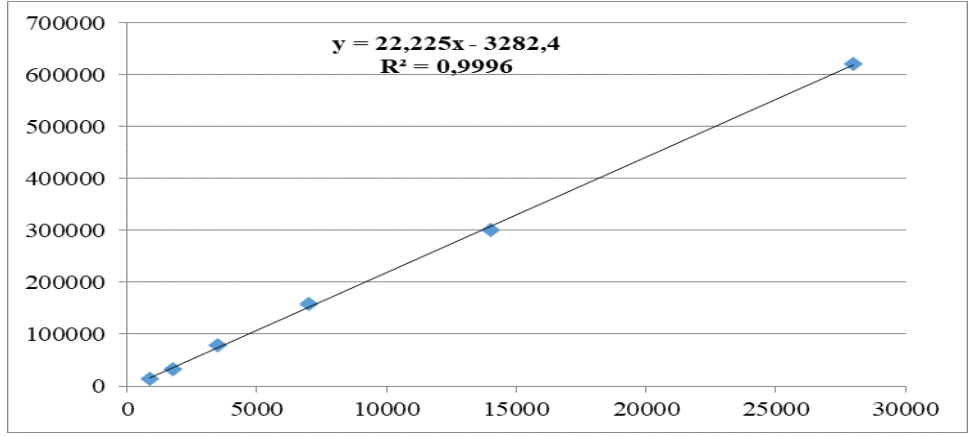
Şeker bileşenlerine ait kalibrasyon grafikleri de Şekil 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. ve 3.6.'da verilmiştir.



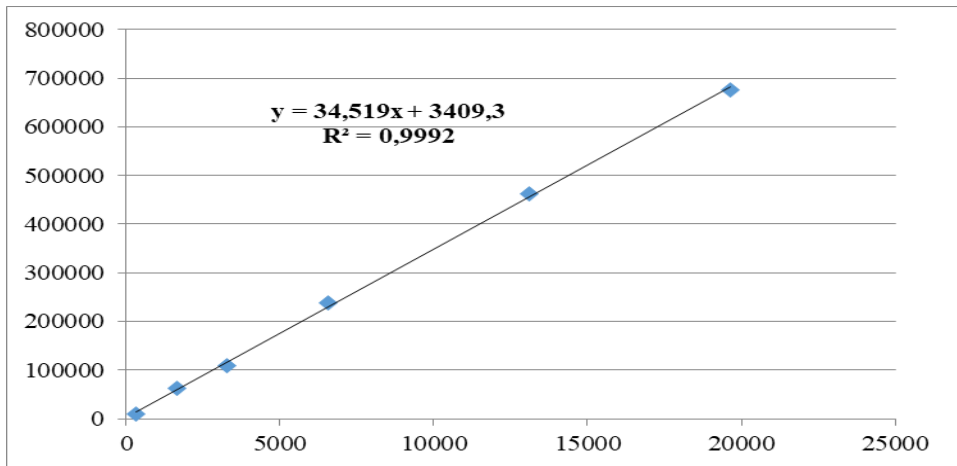
Şekil 3.2. Glikoz standardına ait kalibrasyon grafiği



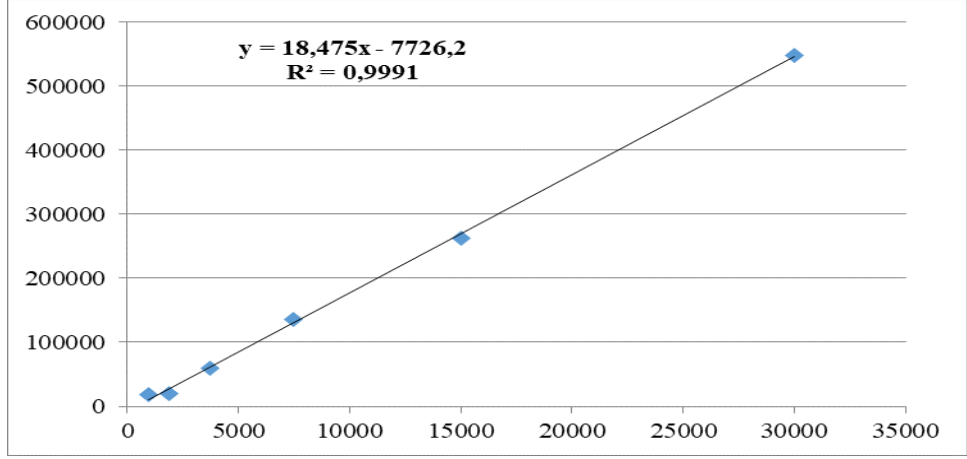
Şekil 3.3. Galaktoz standardına ait kalibrasyon grafiği



Şekil 3.4. Fruktoz standardına ait kalibrasyon grafiği



Şekil 3.5. Sükroz standardına ait kalibrasyon grafiği



Şekil 3.6. Ksiloz standardına ait kalibrasyon grafiği

3.6. İstatistiksel Analizler

Analiz sonuçları Minitab İstatistik Programı kullanılarak tek yönlü ANOVA (substratlar arası ve fermantasyon süreleri ayrı olarak) ve üç yönlü ANOVA (substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bu varyasyon kaynakları arasındaki interaksiyon) deneme desenine göre istatistiki olarak analiz edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

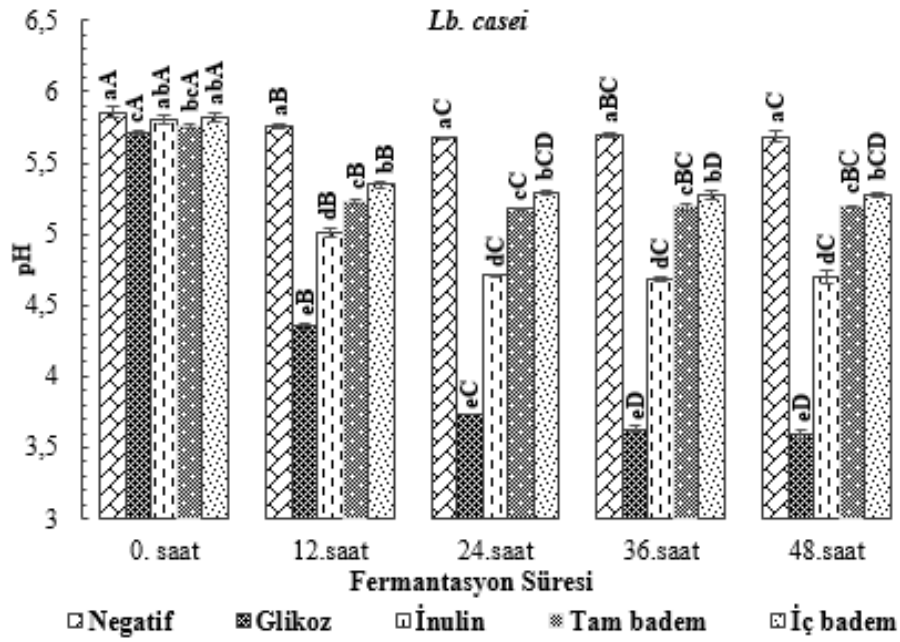
4.1. pH Değeri

Sindirilemeyen karbonhidratlar olarak adlandırılan prebiyotiklerin *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri tarafından fermentasyonları sonucu önemli düzeyde laktik, asetik, propiyonik, bütirik asit ve çeşitli yan ürünler üretilmektedir. Oluşan bu asitler bağırsak mikrobiyotasının pH'sını düşürmektedir. Ortama *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin de hakim olması ile patojen mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir. Bu nedenle fermentasyon sırasında mikroorganizmanın hızlı asit üreterek pH'yı düşürmesi, probiyotik kültür seçiminde istenen bir özelliktir (Çelikyurt ve Arıcı 2008).

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. casei*'nin fermentasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince pH ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon süresince oluşan pH değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Örnekler arası pH değerinin 3.59-5.86 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.1. 48 saatlik fermentasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri

Substratlar	Fermentasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12.saat	24.saat	36.saat	48.saat
Negatif	5.86	5.76	5.67	5.70	5.68
Glikoz	5.71	4.35	3.73	3.63	3.59
İnulin	5.81	5.01	4.71	4.68	4.70
Tam badem	5.76	5.23	5.18	5.19	5.19
İç badem	5.82	5.35	5.28	5.27	5.28
En Düşük	5.71	4.35	3.73	3.63	3.59
En Yüksek	5.86	5.76	5.67	5.70	5.68
Ortalama	5.79	5.14	4.92	4.89	4.89



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

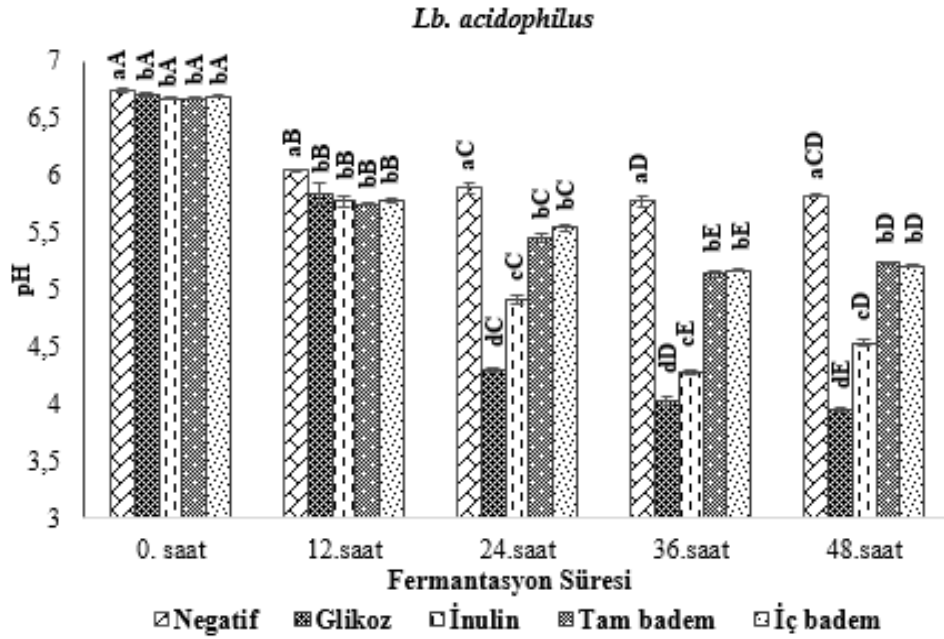
Şekil 4.1. 48 saatlik fermentasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermentasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.1.'de verilmiştir. En yüksek pH değerleri fermentasyonun başlangıcında (0. saat) elde edilmiş olup, fermentasyon süresince mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak pH da azalmıştır. Fermentasyonun sonunda (48. saat) en yüksek pH karbonhidrat içermeyen besi ortamında (negatif) saptanmış olup, en düşük ise glikoz içeren besi ortamında saptanmıştır. Tam badem ve iç badem unu içeren örneklerde fermentasyon süresince pH'da azalmalar kaydedilmiş olup genel olarak istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. acidophilus*'un fermentasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince pH ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Besi ortamında *Lb. acidophilus*'un fermentasyonu sonucu oluşan pH değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Örnekler arası pH değerinin 3.95-6.75 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.2. 48 saatlik fermantasyon süresince *Lb. acidophilus*'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12. saat	24. saat	36. saat	48. saat
Negatif	6.75	6.05	5.89	5.78	5.83
Glikoz	6.71	5.84	4.29	4.03	3.95
İnulin	6.68	5.78	4.92	4.28	4.53
Tam badem	6.68	5.75	5.46	5.14	5.24
İç badem	6.70	5.78	5.54	5.17	5.21
En Düşük	6.68	5.75	4.29	4.03	3.95
En Yüksek	6.75	6.05	5.89	5.78	5.83
Ortalama	6.70	5.84	5.22	4.88	4.95



^a; Küçük harfler bir fermantasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermantasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

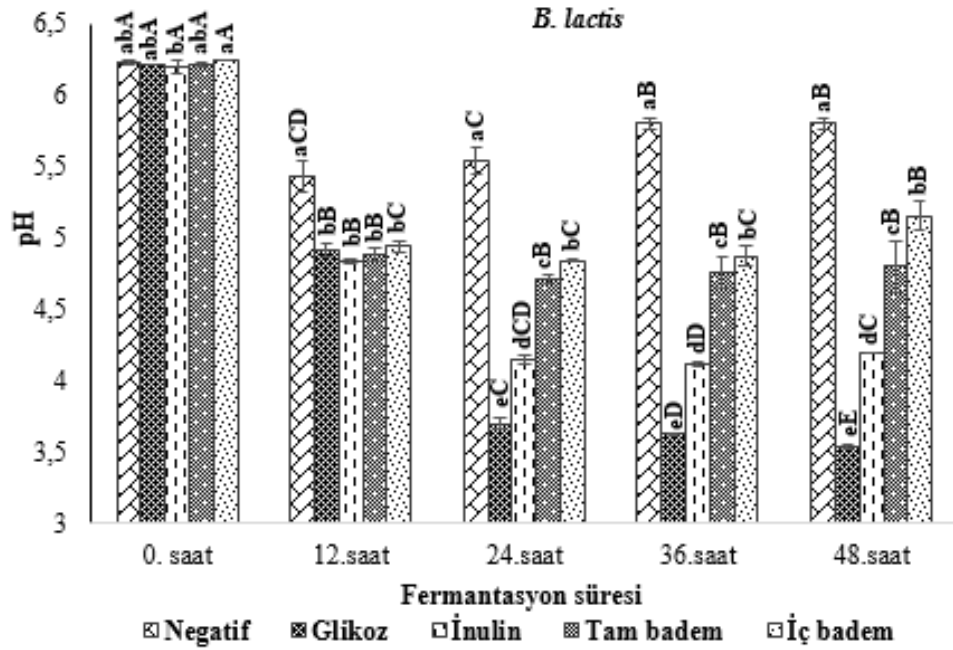
Şekil 4.2. 48 saatlik fermantasyon süresince *Lb. acidophilus*'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Lb. acidophilus'un fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.2.'de verilmiştir. En yüksek pH değerleri 0. saatte, en düşük ise 48. saatte kaydedilmiştir. Tam badem ve iç badem unu içeren örneklerde en düşük pH değerleri fermantasyonun 36. saatinde kaydedilmiştir. 36 saatlik fermantasyon süresince glikoz ve inulinde olduğu gibi bu örneklerde de pH'da azalma saptanmıştır. 48. saatte tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin pH'sındaki artış, bu mikroorganizmanın fermantasyon süresince oluşturduğu metabolitlerin tamponlama kapasitesinden kaynaklanabilir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. lactis*'in fermantasyon gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince pH ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon süresince oluşan pH değerleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Örnekler arası pH değerinin 3.54-6.24 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.3. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12.saat	24.saat	36.saat	48.saat
Negatif	6.23	5.43	5.54	5.80	5.80
Glikoz	6.21	4.92	3.70	3.63	3.54
İnulin	6.20	4.84	4.15	4.12	4.20
Tam badem	6.22	4.88	4.71	4.76	4.80
İç badem	6.24	4.94	4.84	4.87	5.15
En Düşük	6.20	4.84	3.70	3.63	3.54
En Yüksek	6.24	5.43	5.54	5.80	5.80
Ortalama	6.22	5.00	4.59	4.64	4.70



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

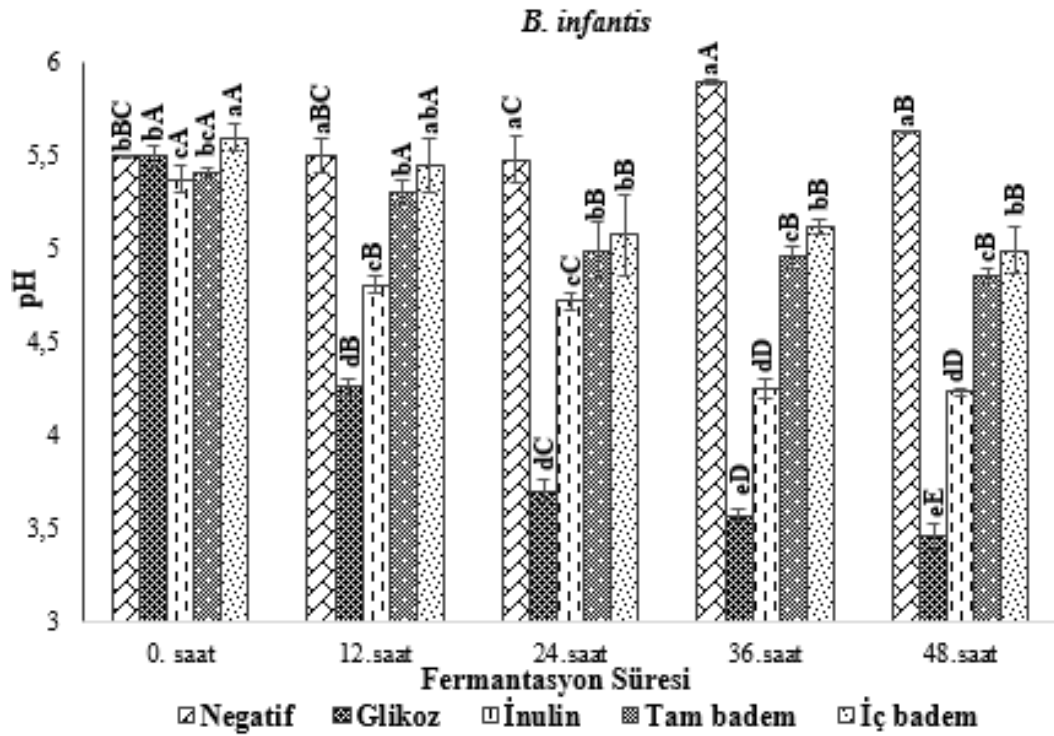
Şekil 4.3. 48 saatlik fermentasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermentasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.3.'de verilmiştir. Fermentasyonun başlangıcında en yüksek olan pH değeri fermentasyon süresince azalmıştır. Fermentasyonun 24., 36. ve 48. saatlerinde tam badem unu içeren örneklerin iç badem unu içeren besi ortamındaki örneklere göre daha düşük pH değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. infantis*'in fermentasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince pH ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon süresince oluşan pH değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Örnekler arası pH değerinin 3.45-5.89 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.4. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. infantis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (Saat)				
	0. saat	12. saat	24. saat	36. saat	48. saat
Negatif	5.49	5.50	5.48	5.89	5.62
Glikoz	5.49	4.25	3.70	3.57	3.45
İnulin	5.37	4.80	4.72	4.25	4.23
Tam badem	5.41	5.30	4.99	4.95	4.85
İç badem	5.59	5.45	5.07	5.11	4.99
En Düşük	5.37	4.25	3.70	3.57	3.45
En Yüksek	5.59	5.50	5.48	5.89	5.62
Ortalama	5.47	5.06	4.79	4.75	4.63



^a; Küçük harfler bir fermantasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermantasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

Şekil 4.4. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. infantis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermantasyon süresince *B. infantis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki pH değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri incelendiğinde (Şekil 4.4.), glikoz içeren besi ortamında pH düzenli olarak azalırken, inulin içeren besi ortamında 36. saate kadar azalma kaydedilmiş olup 36. ve 48. saatlerde inulin içeren örneklerin pH'ları aynı grupta yer almıştır. Tam badem ve iç badem unu içeren besi ortamında örneklerin pH'ları 24. saate kadar azalma göstermiş olup, fermantasyonun 24., 36. ve 48. saatlerinde pH değerleri aynı grupta yer almıştır. 24. saatte tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin pH'ları aynı grupta yer alırken, 36. ve 48. saatlerde tam badem içeren örneklerin daha düşük pH'ya sahip olduğu belirlenmiştir.

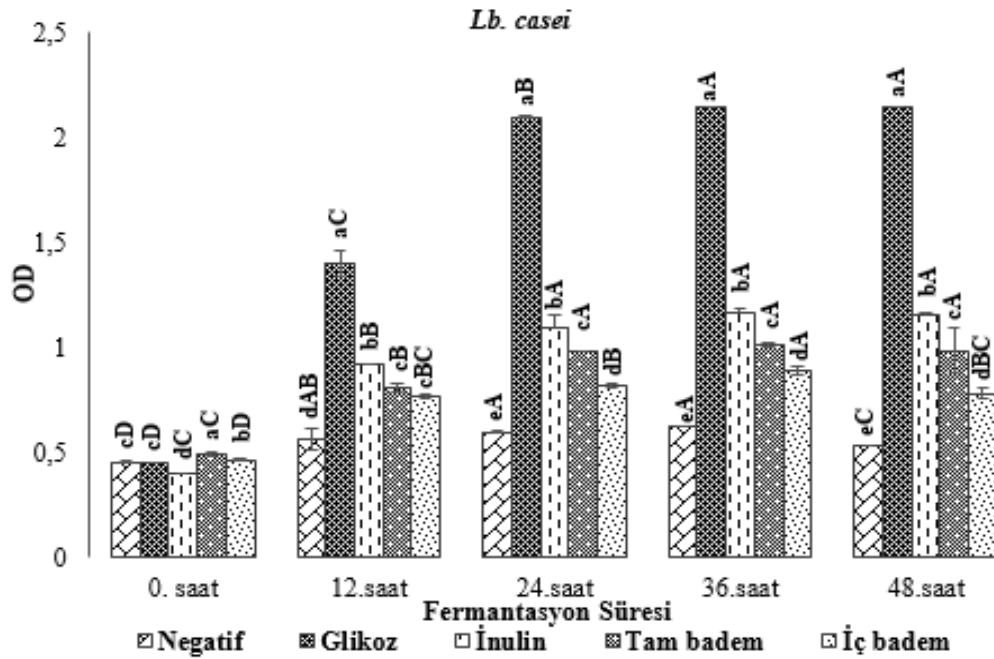
4.2. Hücre Yoğunluğu (OD)

İndirek sayım yöntemleri arasında yer alan standarda dayalı sayım yöntemlerinde; mikroorganizmalar genellikle logaritmik gelişme dönemleri içerisindeyken kullanılmaktadır. Gelişme kurvesinin logaritmik fazında yer alan mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalmakta ve ölü hücre sayısının çoğalan hücre sayısına oranla daha düşük olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu dönem içerisinde elde edilen absorbans değerleri canlı hücre sayısını oldukça doğru bir şekilde yansıtmaktadır. Optik yoğunluğun fotometrik olarak ölçümü, homojen süspansiyonlarda mümkündür ve bu amaçla türbidimetrik veya refraktometrik yöntemler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan spektrofotometrelerde, monokromatik bir ışığın hücre süspansiyonundan geçerken uğradığı yoğunluk kaybı ölçülmektedir (Gürgün ve Halkman 1990).

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. casei*'nin fermantasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat boyunca OD değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun süresince ölçülen OD değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Örnekler arası OD değerinin 0.400-2.146 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.5. 48 saatlik fermantasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12. saat	24. saat	36. saat	48. saat
Negatif	0.453	0.563	0.596	0.623	0.531
Glikoz	0.449	1.397	2.097	2.142	2.146
İnulin	0.400	0.915	1.088	1.164	1.154
Tam badem	0.490	0.806	0.976	1.011	0.984
İç badem	0.464	0.769	0.819	0.888	0.779
En Düşük	0.400	0.563	0.596	0.623	0.531
En Yüksek	0.490	1.397	2.097	2.142	2.146
Ortalama	0.451	0.890	1.115	1.166	1.119



^a; Küçük harfler bir fermantasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermantasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

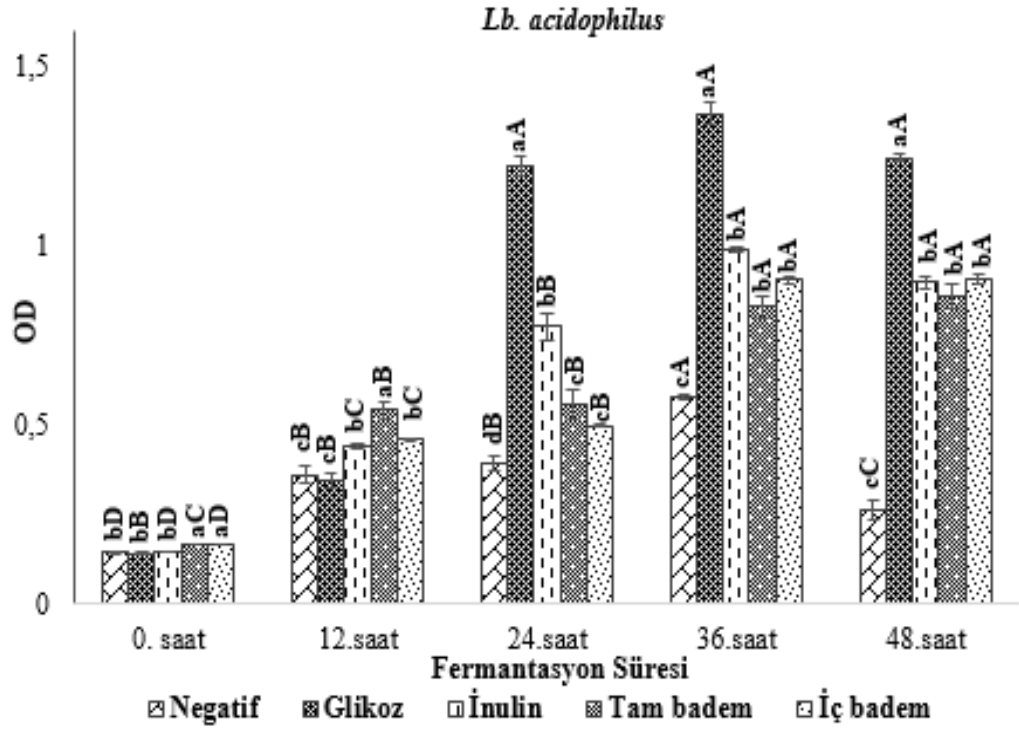
Şekil 4.5. 48 saatlik fermantasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermantasyon süresince *Lb. casei*'nin farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.5.'de verilmiştir. Fermantasyon süresince tüm substratların bulunduğu ortamda OD değerleri düzenli olarak artış göstermiştir. Fermantasyon süresince en yüksek OD değeri pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği inulin, tam badem unu ve iç badem unu içeren örnekler izlemiştir. Fermantasyon süresince tam badem unu içeren örneklerin iç badem unu içeren örneklere göre daha yüksek OD değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. acidophilus*'un fermantasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince OD değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon süresince ölçülen OD değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Örnekler arası OD değerlerinin 0.141-1.370 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.6. 48 saatlik fermantasyon süresince *Lb. acidophilus*'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12.saat	24.saat	36.saat	48.saat
Negatif	0.143	0.360	0.392	0.577	0.263
Glikoz	0.141	0.342	1.223	1.370	1.246
İnulin	0.143	0.440	0.773	0.991	0.898
Tam badem	0.166	0.541	0.557	0.830	0.858
İç badem	0.165	0.458	0.497	0.903	0.906
En Düşük	0.141	0.342	0.392	0.577	0.263
En Yüksek	0.166	0.541	1.223	1.370	1.246
Ortalama	0.152	0.428	0.689	0.934	0.834



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

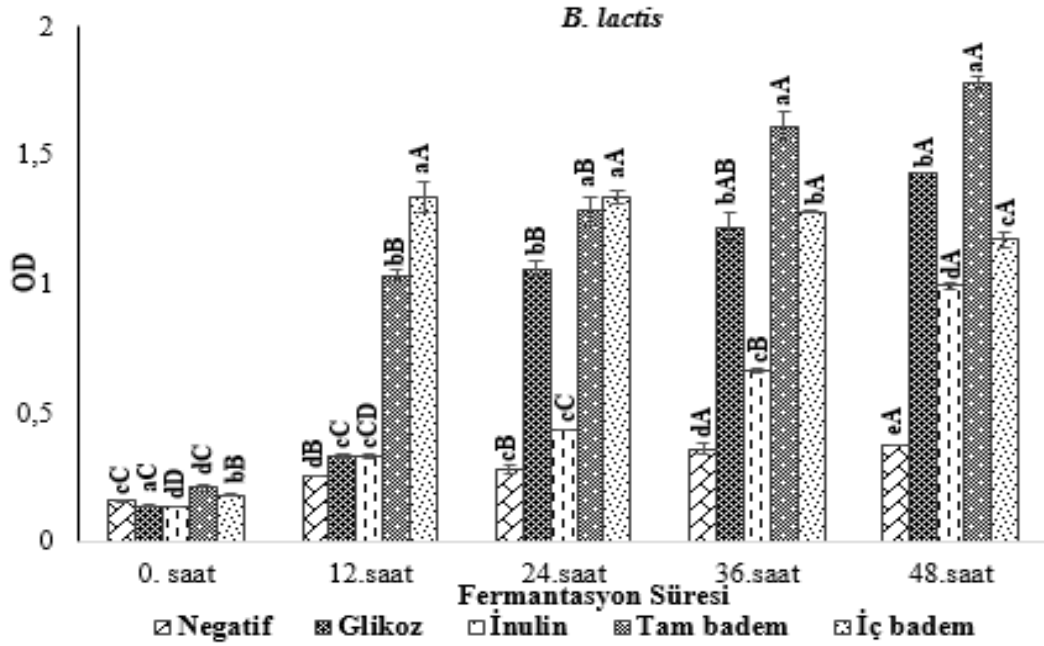
Şekil 4.6. 48 saatlik fermentasyon süresince *Lb. acidophilus*'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermentasyon süresince *Lb. acidophilus*'un farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri düzenli olarak artış göstermiştir (Şekil 4.6.). Fermentasyonun 12. saatinde tam badem unu içeren örneklerin OD değerlerinin pozitif kontrol örneklerinden (glikoz ve inulin) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fermentasyonun 36. ve 48. saatlerinde tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin OD değerleri benzer saptanmış olup, istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Ayrıca bu saatlerde pozitif kontrol örneklerinden biri olan inulin içeren besi ortamında elde edilen OD değerlerine de benzerlik gösterdikleri saptanmıştır.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. lactis*'in fermentasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince OD değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon süresince ölçülen OD değerleri Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Örnekler arası OD değerinin 0.136-1.781 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.7. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12.saatt	24.saatt	36.saatt	48.saatt
Negatif	0.158	0.255	0.282	0.359	0.376
Glikoz	0.139	0.331	1.058	1.219	1.431
İnulin	0.136	0.333	0.434	0.667	0.992
Tam badem	0.208	1.033	1.282	1.613	1.781
İç badem	0.182	1.339	1.337	1.281	1.173
En Düşük	0.136	0.255	0.282	0.359	0.376
En Yüksek	0.208	1.339	1.337	1.613	1.781
Ortalama	0.165	0.658	0.879	1.028	1.151



^a; Küçük harfler bir fermantasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermantasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

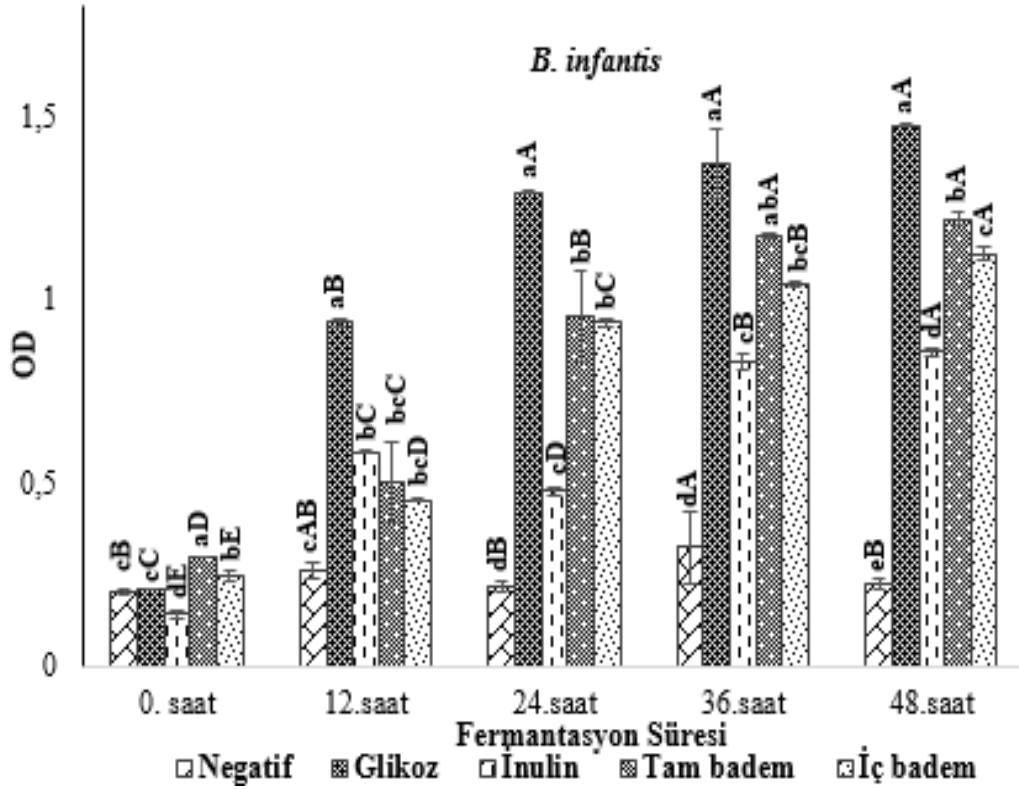
Şekil 4.7. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermantasyon süresince *B. lactis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.7.'de verilmiştir. Fermantasyon süresince tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin OD değerlerinin, pozitif kontrol örneklerinden (glikoz ve inulin) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tam badem ve iç badem ununun *B. lactis*'in gelişimini glikoz ve inuline göre daha iyi stimüle ettiği belirlenmiştir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. infantis*'in fermantasyonunun gelişiminin izlenmesi, 48 saat süresince OD değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon süresince ölçülen OD değerleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Örnekler arası OD değerinin 0.141-1.477 arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.8. 48 saatlik fermantasyon süresince *B. infantis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)				
	0. saat	12.saat	24.saat	36.saat	48.saat
Negatif	0.199	0.259	0.218	0.325	0.222
Glikoz	0.209	0.937	1.293	1.372	1.477
İnulin	0.141	0.585	0.478	0.830	0.857
Tam badem	0.296	0.499	0.953	1.175	1.220
İç badem	0.248	0.451	0.937	1.040	1.126
En Düşük	0.141	0.259	0.218	0.325	0.222
En Yüksek	0.296	0.937	1.293	1.372	1.477
Ortalama	0.219	0.546	0.776	0.948	0.980



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

Şekil 4.8. 48 saatlik fermentasyon süresince *B. infantis*'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri

B. infantis'in farklı substratlar içeren besi ortamındaki OD değerleri fermentasyon süresince artış göstermiş olup, en yüksek artış glikoz içeren besi ortamında saptanmıştır (Şekil 4.8.) Tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin OD değerleri fermentasyon süresince sürekli artış göstermiştir. Fermentasyonun 24., 36. ve 48. saatlerinde tam badem ve iç badem unu içeren örneklerin pozitif kontrol olan inulin katkılı örneklerden daha yüksek OD değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. pH ve OD analizlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksiyonu belirten varyans analizi sonuçları

Substrat	N	pH	OD
Kontrol	60	5.79 ^a	0.358 ^e
Glikoz	60	4.42 ^e	1.101 ^a
İnulin	60	4.90 ^d	0.671 ^d
Tam badem	60	5.28 ^c	0.864 ^b
İç badem	60	5.38 ^b	0.788 ^c
Bakteri türleri			
<i>Lb. casei</i>	75	5.13 ^b	0.948 ^a
<i>Lb. acidophilus</i>	75	5.52 ^a	0.607 ^d
<i>B. lactis</i>	75	5.03 ^c	0.776 ^b
<i>B. infantis</i>	75	4.94 ^d	0.694 ^c
Fermantasyon süresi (saat)			
0	60	6.05 ^a	0.247 ^d
12	60	5.26 ^b	0.631 ^c
24	60	4.88 ^c	0.865 ^b
36	60	4.79 ^d	1.019 ^a
48	60	4.79 ^d	1.021 ^a
ANOVA			
Substrat		**	**
Bakteri türleri		**	**
Fermantasyon süresi		**	**
Substrat x Bakteri türleri		**	**
Substrat x Fermantasyon süresi		**	**
Bakteri türleri x Fermantasyon süresi		**	**
Substrat x Bakteri türleri x Fermantasyon süresi		**	**

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01); ** p<0.01; * p<0.05

Araştırmada yapılan pH ve OD analizlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksiyonu belirten varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre, tüm varyasyon kaynakları ve bunlar arasındaki interaksiyon p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fermantasyon süresince ortalama değerler incelendiğinde en yüksek pH değeri negatif kontrol örneğinde saptanırken, en düşük pH değeri glikoz içeren besi ortamında

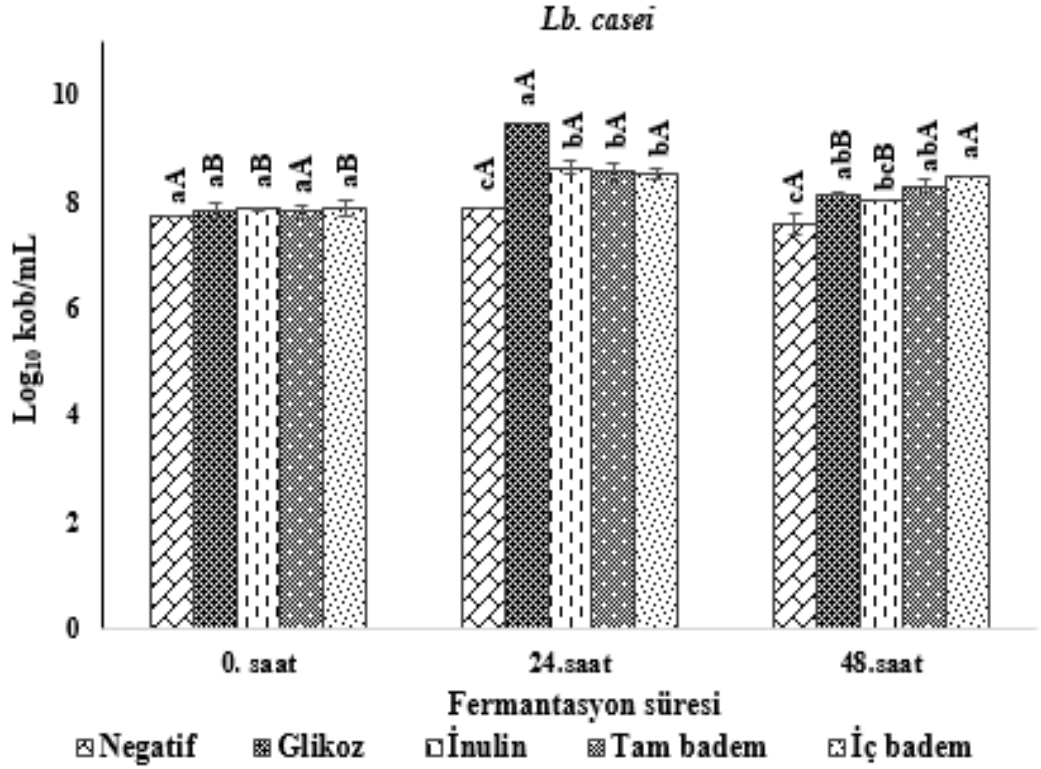
saptanmıştır. pH'nın aksine en yüksek OD değeri glikoz içeren örnekte saptanmış olup, bu örneği tam badem ve iç badem unu içeren örnekler izlemiştir. Bakteri türleri arasında en yüksek pH değerine *Lb. acidophilus*'un sahip olduğu, bu bakteriyi *Lb. casei*, *B. lactis* ve *B. infantis*'in izlediği saptanmıştır. Bakteri türlerinin OD değerleri incelendiğinde en yüksek OD değerinin *Lb. casei*'ye ait olduğu bu bakteriyi *B. lactis*, *B. infantis* ve *Lb. acidophilus*'un izlediği belirlenmiştir. Fermantasyon süreleri incelendiğinde pH değerinin azaldığı ve OD değerlerinin arttığı saptanmış olup, en yüksek pH değeri 0. saatte, en yüksek OD değeri ise 48. saatte saptanmıştır. pH ve OD değerleri incelendiğinde 36. ve 48. saatlerde örneklerin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

4.3. Mikroorganizma Sayısı

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. casei*'nin gelişimi fermantasyonunun 0., 24., ve 48. saatlerinde mikrobiyolojik ekim yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon süresince saptanan mikroorganizma sayıları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. *Lb. casei*'ye ait mikroorganizma sayısının ortalama 7.81 ile 8.61 arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük (7.57) 48. saatte karbonhidrat kaynağı içermeyen besi ortamında (negatif), en yüksek (9.48) ise 24. saatte glikoz içeren besi ortamında saptanmıştır.

Çizelge 4.10. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. casei*'ye ait mikroorganizma sayısı (Log₁₀ kob/mL)

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)		
	0. saat	24.saat	48.saat
Negatif	7.74	7.89	7.57
Glikoz	7.81	9.48	8.13
İnulin	7.85	8.62	8.01
Tam badem	7.80	8.55	8.28
İç badem	7.86	8.52	8.47
En Düşük	7.74	7.89	7.57
En Yüksek	7.86	9.48	8.47
Ortalama	7.81	8.61	8.09



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

Şekil 4.9. 48 saatlik fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. casei*'ye ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri

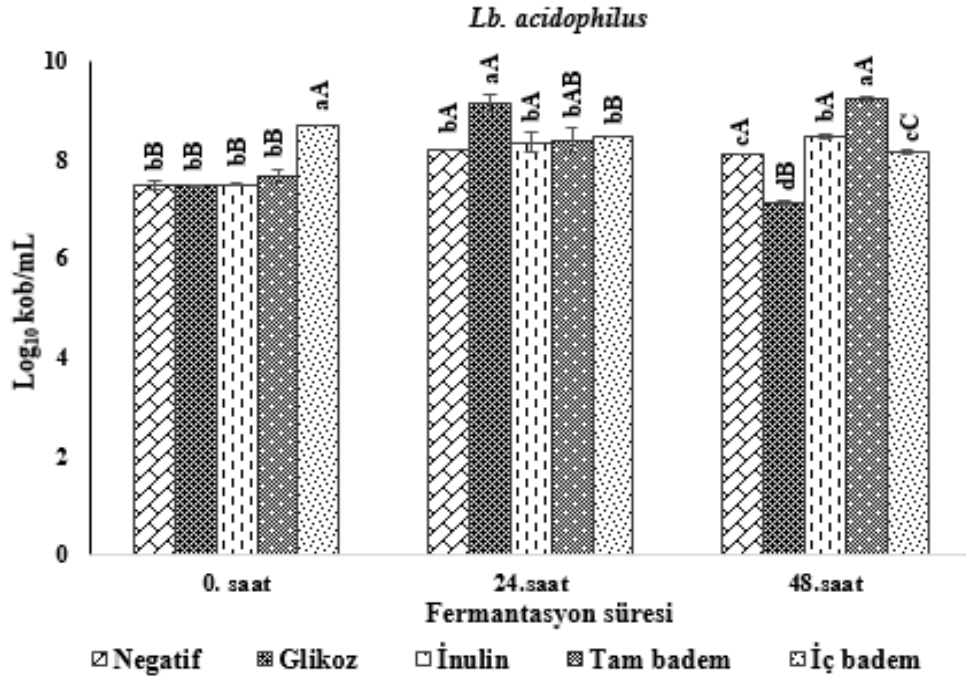
Fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. casei*'ye ait mikroorganizma sayıları ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.9.'da verilmiştir. Fermentasyon süresince glikoz ve inulin içeren besi ortamlarında 24. saatte en yüksek mikroorganizma sayısı saptanmıştır. Bu iki besi ortamındaki mikroorganizma sayısının 48. saatte azaldığı ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir ($p < 0.01$). Tam badem ve iç badem unu içeren besi ortamında mikroorganizma sayıları bakımından 24. ve 48. saattlerde fark olmadığı aynı grupta yer aldığı saptanmıştır ($p > 0.05$). 48. saatte örnekler arasındaki mikroorganizma sayıları incelendiğinde en yüksek sayının iç badem ve tam badem içeren örneklerde olduğu ve tam badem ile glikoz içeren besi ortamlarının istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır ($p < 0.01$).

Sousa ve ark. (2015), yacon yumru ununun prebiyotik aktivitesini incelediği çalışmada, *L. casei* L26 suşunun karbonhidrat kaynağı olarak %1 oranında unun kullanıldığı MRS besiyerinde, %2 glikoz içeren besi ortamına benzer gelişme gösterdiğini saptamıştır. %1 yacon yumru unu içeren MRS besi ortamında glikoz içeren ortama göre daha yüksek pH değeri ve daha düşük OD değeri belirlenmiştir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *Lb. acidophilus*'un gelişimi fermantasyonunun 0., 24., ve 48. saatlerinde mikrobiyolojik ekim yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon süresince saptanan mikroorganizma sayıları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. *Lb. acidophilus*'a ait mikroorganizma sayısının ortalama 7.77 ile 8.51 arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük (7,14) 48. saatte glikoz içeren besi ortamında, en yüksek (9,22) ise 48. saatte tam badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır.

Çizelge 4.11. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. acidophilus*'a ait mikroorganizma sayısı (Log₁₀ kob/MI)

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)		
	0. saat	24.saat	48.saat
Negatif	7.50	8.18	8.09
Glikoz	7.47	9.15	7.14
İnulin	7.51	8.35	8.47
Tam badem	7.67	8.39	9.22
İç badem	8.69	8.49	8.17
En Düşük	7.47	8.18	7.14
En Yüksek	8.69	9.15	9.22
Ortalama	7.77	8.51	8.22



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p<0.01$)

Şekil 4.10. 48 saatlik fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. acidophilus*'a ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *Lb. acidophilus*'a ait mikroorganizma sayıları ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.10.'da verilmiştir. Fermentasyon süresince pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında 24. saatte en yüksek mikroorganizma sayısı saptanmış olup, 48. saatte azaldığı belirlenmiştir. Diğer pozitif kontrol olan inulin içeren besi ortamında ise mikroorganizma sayılarının 24. ve 48. saatlerde aynı grupta yer aldığı saptanmıştır ($p<0.01$). Fermentasyon süresince tam badem unu içeren besi ortamında mikroorganizma sayılarının düzenli olarak artış gösterdiği ve farklı fermentasyon sürelerinde istatistiksel olarak ayrı gruplarda yer aldığı saptanmıştır ($p<0.01$). Tam badem unu aksine iç badem unu içeren besi ortamında fermentasyon süresince mikroorganizma sayısının azaldığı ve istatistiksel olarak fermentasyonun farklı saatlerinde ayrı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir ($p<0.01$). 48. saatte en yüksek mikroorganizma sayısı tam badem unu içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği inulin, iç badem unu, karbonhidrat içermeyen ve glikoz

içeren besi ortamları izlemiş olup, tüm örnekler istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır ($p<0.01$).

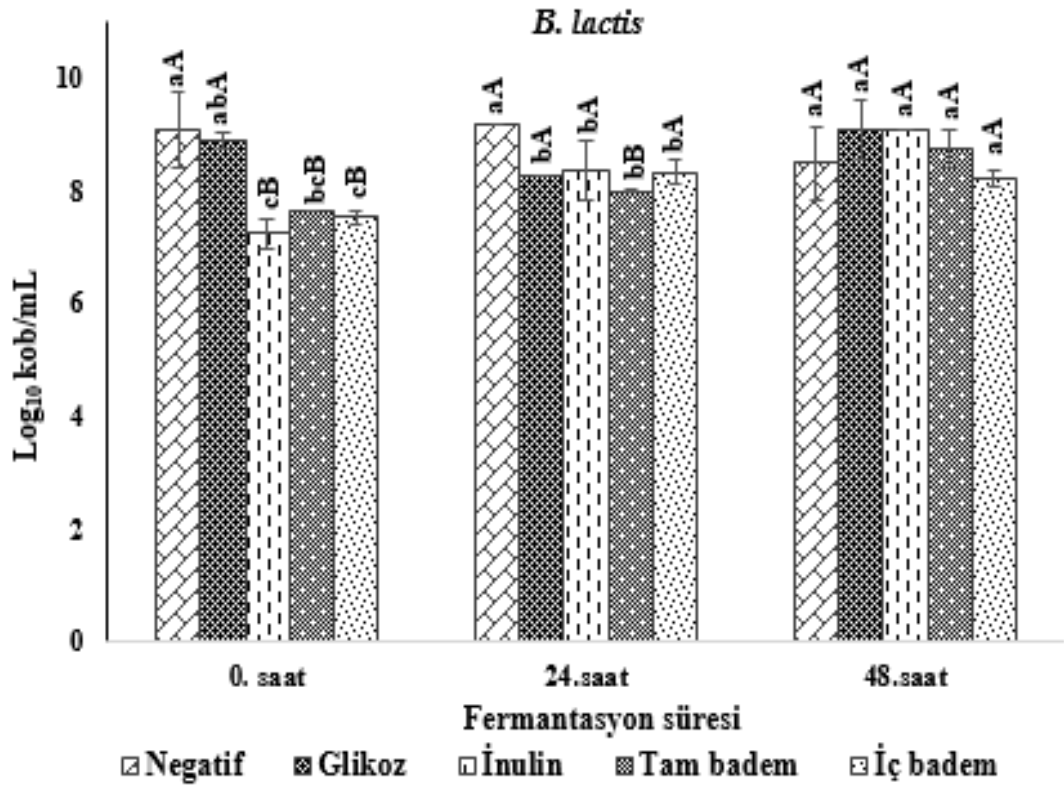
Sousa ve ark. (2015) yacon yumruunun prebiyotik aktivitesini incelediği çalışmalarında, *Lb. acidophilus* suşunun gelişme oranı ve canlı hücre sayısının %1 un içeren MRS besi ortamında oldukça iyi olduğunu saptamışlardır. Optik yoğunluk değerlerinde glikoz içermeyen besi ortamı ile çok az farklılık olduğu belirlenmiştir.

Kazeruni ve Hosseini (2017), çözünebilir formda acı badem gamı ile *Lactobacillus acidophilus* La5 suşu kullanarak ürettikleri, fermente domates suyunda badem gamı kullanımının mikroorganizma sayısında artışa neden olduğunu ve prebiyotik olarak kullanımının uygun olacağını bildirmişlerdir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. lactis*'in gelişimi fermantasyonunun 0., 24., ve 48. saatlerinde mikrobiyolojik ekim yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon süresince saptanan mikroorganizma sayıları Çizelge 4.12.'de verilmiştir. *B. lactis*'e ait mikroorganizma sayısının ortalama 8.07 ile 8.72 arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük (7.24) 0. saatte inulin içeren besi ortamında, en yüksek (9.18) ise 24. saatte karbonhidrat kaynağı içermeyen içeren besi ortamında saptanmıştır.

Çizelge 4.12. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. lactis*'e ait mikroorganizma sayısı (Log_{10} kob/mL)

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)		
	0. saat	24.saat	48.saat
Negatif	9.08	9.18	8.49
Glikoz	8.89	8.26	9.07
İnulin	7.24	8.35	9.09
Tam badem	7.62	7.99	8.75
İç badem	7.52	8.33	8.23
En Düşük	7.24	7.99	8.23
En Yüksek	9.08	9.18	9.09
Ortalama	8.07	8.42	8.72



^a; Küçük harfler bir fermentasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermentasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

Şekil 4.11. 48 saatlik fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. lactis*'e ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri

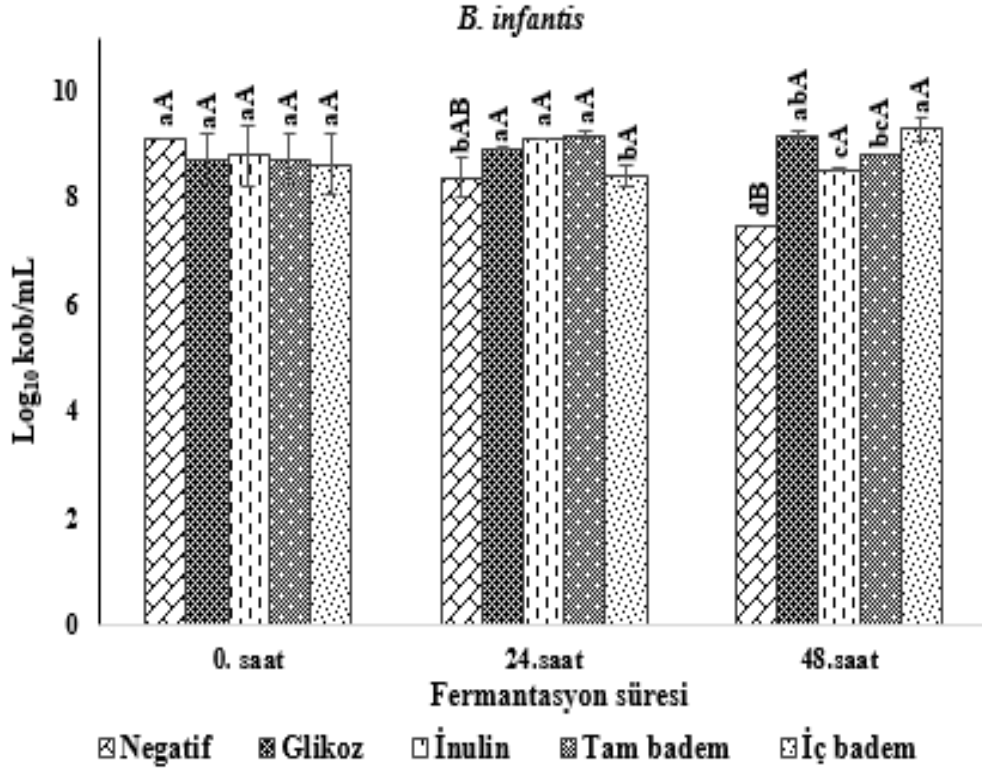
Fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. lactis*'e ait mikroorganizma sayıları ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.11.'de verilmiştir. Fermentasyon süresince pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında mikroorganizma sayısı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Diğer pozitif kontrol olan inulin içeren besi ortamında fermentasyonun ilk 24 saatinde mikroorganizma sayısının artış gösterdiği ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı saptanmıştır ($p < 0.01$). Tam badem ve iç badem unu içeren örneklerde mikroorganizma sayısının fermentasyon süresince artış gösterdiği belirlenmiştir. Fermentasyonun başlangıcında ve 24. saatte örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık ($p < 0.01$) saptanmış olmasına rağmen, 48. saatte örneklerin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Sousa ve ark. (2015), yacon yumru ununun karbonhidrat kaynağı olarak kullanıldığı MRS besi ortamında *B. animalis* Bo'nun en iyi gelişmeyi gösterdiğini saptamışlardır. Yacon yumru unu bulunan ortamda bu suşun gelişme oranının karbonhidrat içermeyen besi ortamı ile karşılaştırıldığında yaklaşık iki katı olduğu belirlenmiştir.

Farklı karbonhidrat kaynakları içeren besi ortamlarında *B. infantis*'in gelişimi fermantasyonunun 0., 24. ve 48. saatlerinde mikrobiyolojik ekim yapılarak izlenmiştir. Fermantasyon süresince saptanan mikroorganizma sayıları Çizelge 4.13'de verilmiştir. *B. infantis*'e ait mikroorganizma sayısının ortalama 8.65 ile 8.79 arasında değiştiği saptanmıştır. En düşük (7.47) 48. saatte karbonhidrat içermeyen besi ortamında (negatif), en yüksek (9.28) ise 48. saatte iç badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır.

Çizelge 4.13. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. infantis*'e ait mikroorganizma sayısı (Log₁₀ kob/mL)

Substratlar	Fermantasyon Süresi (saat)		
	0. saat	24.saat	48.saat
Negatif	9.09	8.37	7.47
Glikoz	8.72	8.92	9.17
İnulin	8.79	9.12	8.52
Tam badem	8.72	9.16	8.80
İç badem	8.62	8.40	9.28
En Düşük	8.62	8.37	7.47
En Yüksek	9.09	9.16	9.28
ORT	8.79	8.79	8.65



^a; Küçük harfler bir fermantasyon süresindeki substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p < 0.01$)

^A; Büyük harfler substratın her fermantasyon süresindeki istatistiksel olarak farklı gruplarını belirtmektedir ($p < 0.01$)

Şekil 4.12. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. infantis*'e ait mikroorganizma sayısı ve istatistiksel değerlendirmeleri

Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamındaki *B. infantis*'e ait mikroorganizma sayıları ve istatistiksel değerlendirmeleri Şekil 4.12'de verilmiştir. Fermantasyon süresince örneklerin farklı sürelerdeki mikroorganizma sayıları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). 24. saatte glikoz, inulin ve tam badem unu içeren örneklerin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. 48. saatte en yüksek mikroorganizma sayısı iç badem unu içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği glikoz, tam badem unu, inulin ve karbonhidrat içermeyen örnekler izlemiştir. 48. saatte tüm besi ortamlarının istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı saptanmıştır ($p < 0.01$).

Çizelge 4.14. Mikroorganizma sayılarına ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları

Substrat	N	Log₁₀ kob/mL
Kontrol	24	8.22 ^c
Glikoz	24	8.52 ^a
İnulin	24	8.33 ^{bc}
Tam badem	24	8.42 ^{ab}
İç badem	24	8.38 ^{abc}
Bakteri türleri		
<i>Lb. casei</i>	30	8.17 ^c
<i>Lb. acidophilus</i>	30	8.17 ^c
<i>B. lactis</i>	30	8.41 ^b
<i>B. infantis</i>	30	8.74 ^a
Fermantasyon süresi		
0	40	8.11 ^c
24	40	8.59 ^a
48	40	8.42 ^b
Substrat		
Bakteri türleri		**
Fermantasyon süresi		**
Substrat x Bakteri türleri		**
Substrat x Fermantasyon süresi		**
Bakteri türleri x Fermantasyon süresi		**
Substrat x Bakteri türleri x Fermantasyon süresi		**

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01); ** p<0.01; * p<0.05.

Mikrobiyolojik ekim sonucu elde edilen mikroorganizma sayılarına ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Tüm varyasyon kaynaklarının ve aralarındaki interaksyonun istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Substrat türleri arasında fermantasyon süresince en yüksek mikroorganizma sayısı pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu, iç badem unu ve inulin içeren örnekler izlemiştir. Mikroorganizma türlerine göre, en yüksek mikroorganizma sayısı *B. infantis*'de saptanmış olup, bu mikroorganizmayı, *B. lactis*, *Lb. casei* ve *Lb. acidophilus*'un izlediği belirlenmiştir. *Lb. casei* ve *Lb. acidophilus*'un istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. Fermantasyon süresi dikkate alındığında, en yüksek mikroorganizma sayısı 24. saatte saptanmış olup, tüm süreler istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır. Tam badem ve iç badem unu içeren örneklerde mikroorganizma sayısının glikoz ile benzerlik göstermesi probiyotik bakterilerin bu unları glikoza yakın fermente edebildiğini ve karbon kaynağı olarak kullanabildiklerini göstermektedir. Bademin zengin protein, karbonhidrat (pektin, hemiselüloz, gam) tekli doymamış yağ asitleri, diyet lifi ve mineral element içeriği nedeni ile probiyotik mikroorganizmaların gelişmesini stimüle ettiği araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Mandalari ve ark. 2008, 2010, Liu ve ark. 2016)

Liu ve ark (2016), çiğ ve kavrulmuş bademin prebiyotik etkisini inceledikleri çalışmalarında, *Lb. acidophilus* (La-14) sayısının en yüksek %5 ve %10 oranında hidrolize edilebilir çiğ ya da kavrulmuş badem içeren ortamda olduğunu saptamışlardır. *B. breve* (JCM 1192) sayısında ise çiğ ya da kavrulmuş badem katkılı ortamlarda istatistiksel olarak farklılık belirlenmemesine rağmen kontrolden daha yüksek saptanmıştır. Ön sindirime uğramış çiğ ya da kavrulmuş bademin *in vitro* ortamda *Lb. acidophilus* ve *B. breve*'nin gelişmesini arttırdığı belirlenmiş, *E. coli* üzerine etkisi saptanmamıştır.

4.4. Gelişme Oranı

Fermantasyon süresince Azmi ve ark. (2012)'nin önerdiği formüle göre hesaplanan gelişme oranları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Gelişme oranları fermantasyonun üç farklı zamanında yapılan mikrobiyolojik ekim sonuçlarına göre hesaplanmıştır. Çizelge 4.15'de de görüldüğü gibi *Lb. casei* için 0 ve 24. saatler arasında artış, 24 ve 48. saatler arasında tüm substratlar için mikroorganizma sayısında azalış saptanmıştır. 0 ve 48. saatler arasında tam badem ve iç badem unu içeren besi ortamlarında mikroorganizma sayısında diğer substratlara göre daha fazla artış olduğu saptanmıştır. *Lb. acidophilus* sayısı sadece negatif kontrol ve glikoz içeren besi ortamında 24 ile 48. saatler arasında azalış göstermiştir. Glikoz içeren örnekte bu azalış 0 ile 48. saatler arasında da hesaplanmıştır. Ayrıca iç badem unu içeren besi örneklerinde mikroorganizma sayıları sürekli azalış göstermekte olup, tam badem içeren örneklerde ise artış saptanmıştır. 0 ile 48. saatler arasında substratlar arasında mikroorganizma sayısında artış en yüksek tam badem unu içeren örnekte belirlenmiştir. *B. lactis* için, 0 ile 48. saatler arasında negatif kontrol örneği harici tüm örneklerin gelişme oranında artış saptanmıştır. Tam badem unu içeren örneklerde gelişme oranındaki artış 0 ile 48. saatte daha fazla iken, iç badem unu içeren örnekler 0 ile 24. saat arasında diğer sürelerle göre daha yüksek gelişme oranına sahiptir. *B. infantis*'in gelişme oranı 24 ile 48. saatler arasında inulin ve tam badem unu içeren örneklerde azalma göstermiştir. 0 ile 48. saatler arasında inulin içeren ve negatif kontrol örnekleri haricinde diğer örneklerin gelişme oranı artış göstermiştir.

Tam badem unu ve iç badem unu benzer protein, yağ ve karbonhidrat oranına sahiptir. Fakat diyet lifi gibi çözünemeyen bileşenler kabukta daha fazla bulunmaktadır. Bu nedenle her iki unun da bakterilerin gelişmesi ve asit oluşturma yeteneği üzerine etkisi farklı olmuştur. Bu çalışmada tam badem ununun probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine stimüle edici etkisinin iç badem ununa göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Özellikle, sert kabuklu meyveler arasında badem, en yüksek oranda (28 g'lık porsiyonda 3.4 g) diyet lifi içeriğine sahip çeşittir. Badem iç kabuğu ise ağırlığının yaklaşık %45'i kadar çözünmeyen lif ve %3-4 çözünebilir lif içermektedir.

Çizelge 4.15. 48 saatlik fermantasyon süresince farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarındaki bakteri türlerine ait gelişme oranları

Bakteri türleri	Substratlar	0-24	24-48	0-48
<i>Lb. casei</i>	Negatif	0.02	-0.04	-0.02
	Glikoz	0.21	-0.14	0.04
	İnulin	0.10	-0.07	0.02
	Tam badem	0.10	-0.03	0.06
	İç badem	0.08	-0.01	0.08
<i>Lb. acidophilus</i>	Negatif	0.09	-0.01	0.08
	Glikoz	0.23	-0.22	-0.04
	İnulin	0.11	0.01	0.13
	Tam badem	0.09	0.10	0.20
	İç badem	-0.02	-0.04	-0.06
<i>B. lactis</i>	Negatif	0.01	-0.07	-0.07
	Glikoz	-0.07	0.10	0.02
	İnulin	0.15	0.09	0.25
	Tam badem	0.05	0.09	0.15
	İç badem	0.11	-0.01	0.09
<i>B. infantis</i>	Negatif	-0.08	-0.11	-0.18
	Glikoz	0.02	0.03	0.05
	İnulin	0.04	-0.07	-0.03
	Tam badem	0.05	-0.04	0.01
	İç badem	-0.03	0.10	0.08
Gelişme oranı: $\frac{\text{Log}_{10} \text{ kob/mL son fermantasyon zamanı} - \text{Log}_{10} \text{ kob/mL bir önceki fermantasyon zamanı}}{\text{Log}_{10} \text{ kob/mL bir önceki fermantasyon zamanı}}$				

Polifenol ve diyet liflerince zengin badem iç kabuğunun fonksiyonel gıda ingrediene olduğu belirtilmektedir. Badem meyvesinin işlenmesi süresince yan ürün olarak ayrılan iç kabuk, gıdalarda, nutrasötik ve farmasötik ürünlerde kullanılmaktadır. Özellikle diyet lifi, flavonoid ve flavonoid olmayan polifenol içeriği nedeni ile bu kabuğun sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu ve bağırsak mikrobiyotasındaki yararlı bakterileri stimüle ettiği belirtilmektedir (Mandalari 2012, Lamuel-Raventos ve St. Onge 2017, Martins ve ark. 2017, Pasqualone ve ark. 2018). Mandalari ve ark. (2008), *in vitro* fermantasyon biyoreaktörü kullanarak, kalın bağırsakta daha fazla miktarda badem iç

kabuğu selülozu oluşmasını sağlamışlardır. Çalışmada *Bifidobacterium* türlerinin ve *Eubacterium rectale* sayısının arttığını ve badem iç kabuğunun prebiyotik özelliklere sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

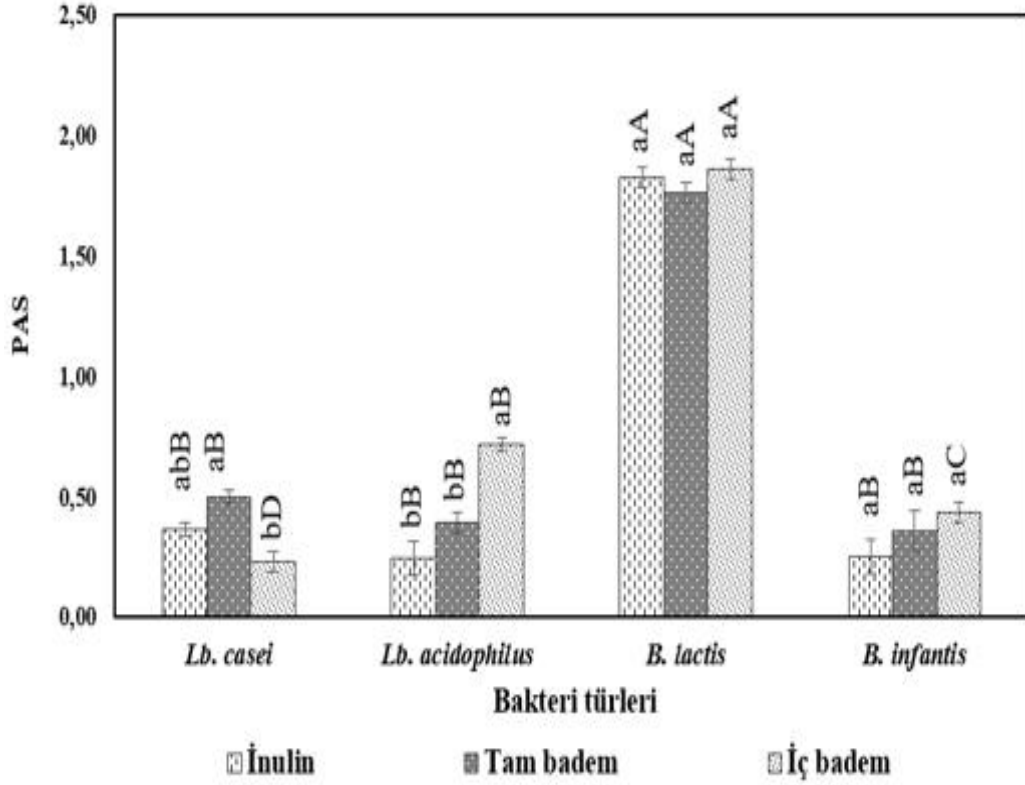
Holscher ve ark. (2018), badem tüketimi ve tüketim şeklinin (tüm badem, tüm kavrulmuş badem, kavrulmuş parçalanmış badem, badem tereyağı) insan gastrointestinal mikrobiyotası üzerine farklı etkilerinin olduğunu saptamışlardır. Bademin farklı işlenmiş çeşitlerinin kolondaki mikrobiyota kompozisyonuna etkisinin de farklı olduğunu belirlemişlerdir. Badem tüketimi ile gastrointestinal mikrobiyotanın olumlu yönde etkilenecek sağlığa yararlı etkileri olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir.

4.5. Prebiyotik Aktivite Sayısı (PAS)

Bir gıda bileşeninin prebiyotik olarak sınıflandırılabilmesi için bağırsak mikrobiyotasındaki bileşimi ve/veya aktiviteyi uyararak seçici olarak değiştirebilmeli ve sağlık üzerine yararlı etkisi kanıtlanmış olmalıdır. Prebiyotik etkiyi tanımlayan prebiyotik aktivite sayısının hesaplanması ile *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri gibi bağırsak sistemindeki yararlı bakterilerin ve Koliform grubu gibi zararlı mikroorganizmaların hücre yoğunluğu/bakteri sayısı değerlerindeki değişikliklerin karşılaştırılması gerçekleştirilmektedir. Prebiyotik aktivite sayısı arttıkça, daha yüksek oranda probiyotik mikroorganizma gelişmesi daha düşük oranda patojen mikroorganizmaların gelişmesinin olduğu belirtilmektedir. Probiyotik mikroorganizmanın glikoza oranla prebiyotik substratı daha yüksek oranda ve seçici olarak kullandığı, patojen mikroorganizmanın ise glikoza oranla sınırlı olarak prebiyotik substratı kullandığı ifade edilmektedir (Huebner ve ark. 2007, Roberfroid 2007, Maischberger ve ark. 2009, Usta ve ark. 2015).

Çalışmada kullanılan 4 bakteri türüne ait prebiyotik aktivite sayısı değerleri Şekil 4.13'de verilmiştir. *Lb. casei* için en yüksek PAS tam badem unu içeren besi ortamında, *Lb. acidophilus* için ise iç badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır. *Bifidobacterium* türlerinde prebiyotik substratlar arasında PAS değerleri açısından

istatistiksel olarak farklılık olmadığı saptanmıştır ($p>0.01$). Çalışmada kullanılan bakteri türleri açısından PAS değerleri karşılaştırıldığında ise, en yüksek değere *B. lactis*'in sahip olduğu belirlenmiştir.



^a; Küçük harfler bakterinin gelişme gösterdiği substratlar arası istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

^A; Büyük harfler substratın bakteri türleri arasındaki istatistiksel olarak farklı grupları belirtmektedir ($p<0.01$)

Şekil 4.13. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri için prebiyotik aktivite sayısı (PAS)

Prebiyotik aktivite sayılarına ait substrat türleri ile bakteri türleri ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Tüm varyasyon kaynaklarının ve aralarındaki interaksyonun istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Substrat türleri arasında en yüksek PAS değeri iç badem unu içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu ve inulin ilaveli besi ortamları izlemiştir. Mikroorganizma türlerine göre en yüksek PAS değeri *B. lactis*'e ait olup, bu bakteriyi *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* ve *B. infantis* izlemiştir.

Çizelge 4.16. Prebiyotik aktivite sayılarına ait substrat türleri ile bakteri türleri ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları

Substrat	N	PAS
İnulin	8	0.67 ^b
Tam badem	8	0.75 ^{ab}
İç badem	8	0.81 ^a
Bakteri türleri		
<i>Lb. casei</i>	6	0.40 ^b
<i>Lb. acidophilus</i>	6	0.44 ^b
<i>B. lactis</i>	6	1.80 ^a
<i>B. infantis</i>	6	0.35 ^b
Substrat		
Bakteri türleri		**
Substrat x Bakteri türleri		**

* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.01); ** p<0.01; * p<0.05

Badem ununun *Bifidobacteria* ve *Enterobacterium rectale*'in gelişmesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada prebiyotik indeks değeri badem için 4.43 olarak ticari prebiyotik fruktooligosakkarit için ise 4.08 olarak saptanmıştır (Mandalari ve ark. 2008).

4.6. Şeker Bileşenleri

Glikoz: Kompleks karbohidratların bileşiminde en fazla bulunan bir monosakkarittir. Farklı substratlar içeren besi ortamında çalışmada kullanılan probiyotik bakteriler tarafından fermentasyon sonucu oluşan glikoz değerleri (g/L) Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Örnekler arası glikoz değerinin 0.48 g/L (fermantasyonun 0. saati *B. infantis* ile inoküle tam badem unu içeren besi ortamı) – 8.69 g/L (fermantasyonun 0. saati *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren besi ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.17. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan glikoz değerleri (g/L).

Substratlar	GLİKOZ (g/L)							
	<i>Lb. casei</i>		<i>Lb. acidophilus</i>		<i>B. lactis</i>		<i>B. infantis</i>	
	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat
İnulin	7.01	1.55	8.69	0.72	5.28	0.93	1.80	0.61
Tam badem unu	0.83	1.23	1.24	2.01	2.75	3.48	0.48	0.82
İç badem unu	0.52	1.21	6.75	1.27	2.88	0.63	0.57	2.55
En Düşük	0.52	1.21	1.24	0.72	2.75	0.63	0.48	0.61
En Yüksek	7.01	1.55	8.69	2.01	5.28	3.48	1.80	2.55
Ortalama	2.79	1.33	5.56	1.34	3.63	1.68	0.95	1.33

Galaktoz: Doğada ve organizmada en yaygın bulunan heksoz monosakkaritlerden biri de galaktozdur. Farklı substratlar içeren besi ortamında çalışmada kullanılan probiyotik bakteriler tarafından fermantasyon sonucu oluşan galaktoz değerleri (g/L) Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Örnekler arası galaktoz değerinin 0.17 g/L (fermantasyonun 48. saati *Lb. casei* ile inoküle inulin içeren besi ortamı) – 7.89 g/L (fermantasyonun 0. saati *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren besi ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.18. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan galaktoz değerleri (g/L).

Substratlar	GALAKTOZ (g/L)							
	<i>Lb. casei</i>		<i>Lb. acidophilus</i>		<i>B. lactis</i>		<i>B. infantis</i>	
	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat
İnulin	0.98	0.17	7.89	0.92	1.92	5.54	0.97	1.34
Tam badem unu	2.74	3.61	4.52	4.10	2.12	5.62	4.26	1.91
İç badem unu	2.80	2.61	4.39	3.62	1.28	1.45	1.81	2.25
En Düşük	0.98	0.17	4.39	0.92	1.28	1.45	0.97	1.34
En Yüksek	2.80	3.61	7.89	4.10	2.12	5.62	4.26	2.25
Ortalama	2.17	2.13	5.60	2.88	1.77	4.20	2.35	1.83

Fruktoz: Meyve şekeri olarak da bilinen altı karbonlu monosakkaritlerden biridir. Farklı substratlar içeren besi ortamında çalışmada kullanılan probiyotik bakteriler tarafından fermentasyon sonucu oluşan fruktoz değerleri (g/L) Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Örnekler arası fruktoz değerinin 0.62 g/L (fermantasyonun 48. saati *B. infantis* ile inoküle iç badem unu içeren besi ortamı) – 7.51 g/L (fermantasyonun 0. saati *Lb. casei* ile inoküle inulin içeren besi ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.19. Fermentasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan fruktoz değerleri (g/L)

Substratlar	FRUKTOZ (g/L)							
	<i>Lb. casei</i>		<i>Lb. acidophilus</i>		<i>B. lactis</i>		<i>B. infantis</i>	
	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat
İnulin	7.51	1.42	6.66	1.59	7.04	2.12	3.89	2.88
Tam badem unu	4.70	1.55	5.23	0.87	0.81	1.10	2.75	3.33
İç badem unu	1.15	2.09	0.99	1.51	1.36	5.23	0.94	0.62
En Düşük	1.15	1.42	0.99	0.87	0.81	1.10	0.94	0.62
En Yüksek	7.51	2.09	6.66	1.59	7.04	5.23	3.89	3.33
Ortalama	4.46	1.68	4.29	1.32	3.07	2.82	2.52	2.28

Sükroz (Sakkaroz): Bir glikoz molekülü ile bir fruktoz molekülünün Glc(α 1 \rightarrow 2)Fru biçiminde kondensasyonu ile oluşmuş bir disakkarittir. Farklı substratlar içeren besi ortamında çalışmada kullanılan probiyotik bakteriler tarafından fermentasyon sonucu oluşan sükroz değerleri (g/L) Çizelge 4.20.'de verilmiştir. Örnekler arası sükroz değerinin 2.38 g/L (fermantasyonun 48. saati *Lb. acidophilus* ile inoküle tam badem unu içeren besi ortamı) – 13.43 g/L (fermantasyonun 0. saati *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren besi ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.20. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan sükröz değerleri (g/L)

Substratlar	SÜKROZ (g/L)							
	<i>Lb. casei</i>		<i>Lb. acidophilus</i>		<i>B. lactis</i>		<i>B. infantis</i>	
	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat
İnulin	8.05	4.00	13.43	4.80	8.09	8.52	7.13	8.37
Tam badem unu	6.01	3.56	2.95	2.38	8.56	6.51	9.93	2.57
İç badem unu	7.20	6.85	7.20	4.67	4.08	3.55	4.89	6.03
En Düşük	6.01	3.56	2.95	2.38	4.08	3.55	4.89	2.57
En Yüksek	8.05	6.85	13.43	4.80	8.56	8.52	9.93	8.37
Ortalama	7.09	4.80	7.86	3.95	6.91	6.19	7.31	5.66

Ksiloz: Ksiloz veya odun şekeri, beş karbon içeren aldozlar anlamına gelen aldopentozların grubunda yer almaktadır. Farklı substratlar içeren besi ortamında çalışmada kullanılan probiyotik bakteriler tarafından fermantasyon sonucu oluşan ksiloz değerleri (g/L) Çizelge 4.21.'de verilmiştir. Örnekler arası ksiloz değerinin 0.06 g/L (fermantasyonun 48. saati *B. infantis* ile inoküle tam badem unu içeren besi ortamı) – 3.55 g/L (fermantasyonun 48. saati *Lb. casei* ile inoküle iç badem unu içeren besi ortamı) arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Fermantasyon süresince farklı substratlar içeren besi ortamında probiyotik bakteriler tarafından oluşturulan ksiloz değerleri (g/L)

Substratlar	KSİLOZ (g/L)							
	<i>Lb. casei</i>		<i>Lb. acidophilus</i>		<i>B. lactis</i>		<i>B. infantis</i>	
	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat	0. saat	48. saat
İnulin	0.24	0.33	3.30	1.29	0.75	1.59	2.21	1.10
Tam badem unu	0.75	0.82	2.25	0.26	1.23	0.28	2.33	0.06
İç badem unu	3.48	3.55	1.25	0.23	2.10	0.24	0.92	0.22
En Düşük	0.24	0.33	1.25	0.23	0.75	0.24	0.92	0.06
En Yüksek	3.48	3.55	3.30	1.29	2.10	1.59	2.33	1.10
Ortalama	1.49	1.57	2.26	0.59	1.36	0.70	1.82	0.46

Çizelge 4.22’de farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarında fermantasyon sonucu oluşan şeker bileşenlerine ait LSD testi sonuçları verilmiştir. Farklı substrat içeren besi ortamlarındaki fermantasyon sonucu oluşan şeker bileşenleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek glikoz değeri *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren besi ortamında en düşük değer ise *B. infantis* ile inoküle tam badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır. Galaktoz değeri en yüksek *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin ve tam badem unu içeren besi ortamında en düşük ise *Lb. casei* ile inoküle inulin içeren besi ortamında saptanmıştır. Fruktoz bileşeni en yüksek *B. lactis* ile inoküle inulin içeren besi ortamında en düşük ise *B. infantis* ile inoküle iç badem unu içeren ortamda, besi ortamında belirlenmiştir. Sükroz değeri en yüksek *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren en düşük ise aynı bakteri türünün tam badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır. Ksiloz değeri en yüksek *Lb. casei* ile inoküle iç badem unu içeren besi ortamında en düşük ise aynı bakteri türünün inulin içeren besi ortamında belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarında fermantasyon sonucu şeker bileşenleri değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Bakteri Türü	Substrat Türü	N	Glikoz	Galaktoz	Fruktoz	Sükroz	Ksiloz
<i>Lb. casei</i>	İnulin	4	4.28 ^{ab}	0.58 ^d	4.46 ^{ab}	6.03 ^{abcd}	0.29 ^d
	Tam badem unu	4	1.03 ^{cd}	3.18 ^{abc}	3.13 ^{abc}	4.79 ^{cde}	0.79 ^{cd}
	İç badem unu	4	0.87 ^d	2.71 ^{abcd}	1.62 ^{bc}	7.03 ^{abc}	3.52 ^a
<i>Lb. acidophilus</i>	İnulin	4	4.70 ^a	4.41 ^a	4.13 ^{ab}	9.12 ^a	2.30 ^b
	Tam badem unu	4	1.62 ^{bcd}	4.31 ^a	3.05 ^{abc}	2.67 ^e	1.26 ^{bcd}
	İç badem unu	4	4.01 ^{abc}	4.01 ^{ab}	1.25 ^c	5.94 ^{bcd}	0.74 ^{cd}
<i>B. lactis</i>	İnulin	4	3.10 ^{abcd}	3.73 ^{ab}	4.57 ^a	8.31 ^{ab}	1.17 ^{cd}
	Tam badem unu	4	3.12 ^{abcd}	3.87 ^{ab}	0.96 ^c	7.56 ^{abc}	0.76 ^{cd}
	İç badem unu	4	2.08 ^{abcd}	1.37 ^{cd}	3.04 ^{abc}	3.82 ^{de}	1.17 ^{cd}
<i>B. infantis</i>	İnulin	4	1.40 ^{bcd}	1.20 ^{cd}	3.19 ^{abc}	7.93 ^{abc}	1.44 ^{bcd}
	Tam badem unu	4	0.65 ^d	3.09 ^{abc}	3.04 ^{abc}	6.25 ^{abcd}	1.20 ^{cd}
	İç badem unu	4	1.56 ^{bcd}	2.03 ^{bcd}	0.78 ^c	5.46 ^{bcde}	0.57 ^d

*Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Şeker bileşenlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süreleri ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23.'de verilmiştir. Varyasyon kaynakları ve aralarındaki interaksyonlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Glikoz, früktoz, ve sükroz değerleri substrat türleri içerisinde en yüksek inulin içeren besi ortamında bulunmuştur. Galaktoz değeri en yüksek tam badem unu içeren besi ortamında, ksiloz ise iç badem unu içeren besi ortamında en yüksek olarak belirlenmiştir. Glikoz ve galaktoz değeri *Lb. acidophilus* türünün geliştiği ortamlarda en yüksek olarak saptanmıştır. *Lb. casei* türünün geliştiği ortamlarda früktoz ve ksiloz miktarı en yüksek miktarda belirlenmiştir. Sükroz değeri *Bifidobacterium* türlerinin geliştiği ortamlarda daha yüksek miktarda belirlenmiş olup, iki tür arasında bu şeker bileşeni açısından istatistiksel olarak farklılık olmadığı belirlenmiştir. Tüm şeker bileşenlerinin fermantasyon süresince miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Şeker bileşenlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süreleri ve bunlar arasındaki interaksyonu belirten varyans analizi sonuçları

Substrat	N	Glikoz	Galaktoz	Fruktoz	Sükroz	Ksiloz
İnulin	16	3.32 ^a	2.47 ^b	4.14 ^a	7.80 ^a	1.35 ^b
Tam badem unu	16	1.60 ^c	3.61 ^a	2.54 ^b	5.32 ^c	1.00 ^c
İç badem unu	16	2.13 ^b	2.53 ^b	1.67 ^c	5.56 ^b	1.50 ^a
Bakteri türleri						
<i>Lb. acidophilus</i>	12	3.44 ^a	4.24 ^a	2.81 ^b	5.91 ^b	1.43 ^b
<i>Lb. casei</i>	12	2.06 ^c	2.15 ^c	3.07 ^a	5.95 ^b	1.53 ^a
<i>B. lactis</i>	12	2.77 ^b	2.99 ^b	2.86 ^b	6.56 ^a	1.03 ^d
<i>B. infantis</i>	12	1.14 ^d	2.09 ^c	2.40 ^c	6.49 ^a	1.14 ^c
Fermantasyon süresi (saat)						
0	24	3.10 ^a	2.97 ^a	3.54 ^a	7.29 ^a	1.73 ^a
48	24	1.60 ^b	2.76 ^b	2.03 ^b	5.16 ^b	0.83 ^b
ANOVA						
Substrat		**	**	**	**	**
Bakteri türleri		**	**	**	**	**
Fermantasyon süresi		**	**	**	**	**
Substrat x Bakteri türleri		**	**	**	**	**
Substrat x Fermantasyon süresi		**	**	**	**	**
Bakteri türü x Fermantasyon süresi		**	**	**	**	**
Substrat x Bakteri türleri x Fermantasyon süresi		**	**	**	**	**
* Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır; ** $p<0.01$; * $p<0.05$.						

5. SONUÇ

Günümüzde sağlıklı yaşam ve beslenme konusunda bilinçlenme, tüketicilerin besinsel özelliklerinin yanısıra fizyolojik yararlar da sağlayan katma değerli gıdalara olan talebini artırmaktadır. Gerek tüketici beklentisi gerekse beslenmenin sağlık üzerine etkisi özellikle de bazı gıdaların tedavi sürecine katkısı üzerine yapılan çalışmalar bu alanda fonksiyonel bileşenleri ön plana çıkartmaktadır. Sağlıklı ve sürdürülebilir bir beslenme politikasında, hızla artan nüfusun ve küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi kronikleşen çevre sorunlarıyla başa çıkmaya çalışan ülkelerin en çok üzerinde durdukları konu hastalıkların tedavisi değil ortaya çıkışının önlenmesidir. Bu bağlamda bilimin önerdiği yollardan birisi fizyolojik etkilere sahip fonksiyonel bileşenlerin ortaya çıkartılmasının ve tüketiminin artırılmasıdır. Aynı zamanda Dünyada yaşanan çeşitli ekonomik krizlere, daralmalara rağmen, yapılan küresel bir araştırmada 2020 yılı için gıda ve içecek firmalarının, sağlıklı yaşama yönelik sürdürülebilir ürünler ile piyasalarda var olabileceği belirtilmektedir. Bu çalışmaların sonuçları göstermektedir ki bilinçlenen ve farkındalık kazanan tüketiciler farklı fonksiyonel gıdaların arayışına yönelirken, firmalar da piyasaya sunabilecekleri ürün yelpazelerini genişletmek arayışındadırlar. Almanya, İngiltere, Fransa ve Hollanda gibi Avrupa ülkelerinde en çok tüketilen fonksiyonel ürünler probiyotik mikroorganizmaları ve prebiyotik bileşenleri içeren fonksiyonel süt ürünleri olup, bu ürünleri zenginleştirilmiş kahvaltılık mısır gevreği ve meyve suları izlemektedir. Bu kapsamda ürün geliştirme amacıyla planlanan çalışmalarda, yeni probiyotik suşlar ve bu probiyotik mikorganizmaların gelişmesini teşvik edecek prebiyotik bileşenleri içeren bitkisel kaynaklar dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada özellikle son yıllarda Dünyada badem üretiminde önemli bir artış ile ilk sıralarda yer alan ülkemizde bademin farklı bir kullanım alanının yaratılması amacıyla prebiyotik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Badem tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, vitamin E, magnezyum ve bakır gibi mineraller açısından zengin, düşük kolesterol içeriğine sahip bir meyvedir. Özellikle vitamin E, polifenoller gibi antioksidan bileşikler ve yüksek lif içeriği nedeniyle de son yıllarda dikkat çeken fonksiyonel bir gıdadır. Ayrıca gluten içermemesi çölyak hastalığı için alternatif gıdaların üretiminde de bademi uygun bir hammadde olarak öne çıkarmaktadır.

Bademin besin içeriği nedeni ile kardiyovasküler, diyabet, vücut ağırlığı, iltihaplanma ve oksidatif stres üzerine olumlu etkileri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Fakat prebiyotik özellikleri üzerine yapılan çalışma sayısı çok azdır. Bu çalışma ile *in vitro* ortamda ilk kez badem ununun probiyotik mikroorganizmaların gelişmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. *Lactobacillus* (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*) ve *Bifidobacterium* (*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis*) türlerinin gelişmesi, karbonhidrat kaynağı olarak tam badem unu, iç/kabuksuz badem unu, glikoz ve inulin içeren MRS ve TPY besiyerlerinde incelenmiştir. Fermantasyonun 0., 12., 24., 36. ve 48. saatlerinde besi ortamlarında hücre yoğunluğu (OD₆₀₀) ve pH analizleri yapılmıştır. Fermantasyonun 0., 24. ve 48. saatlerinde mikrobiyolojik sayım ile fermantasyon başlangıcı ve sonunda şeker bileşenleri (glikoz, galaktoz, fruktoz, sükroz ve ksiloz) analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bakteri türlerine ait prebiyotik aktivite sayıları da belirlenmiştir.

Araştırma bulguları doğrultusunda;

- pH ve OD analizlerine ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksiyon $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bakteri türleri arasında en yüksek pH değerine *Lb. acidophilus*'un sahip olduğu, bu bakteriyi *Lb. casei*, *B. lactis* ve *B. infantis*'in izlediği saptanmıştır. Bakteri türlerinin OD değerleri incelendiğinde en yüksek OD değerinin *Lb. casei*'ye ait olduğu bu bakteriyi *B. lactis*, *B. infantis* ve *Lb. acidophilus*'un izlediği belirlenmiştir. Fermantasyon süresince ortalama değerler incelendiğinde en yüksek pH değeri negatif kontrol örneğinde saptanırken, en düşük pH değeri glikoz içeren besi ortamında saptanmıştır. pH'nın aksine en yüksek OD değeri glikoz içeren örnekte saptanmış olup, bu örneği tam badem ve iç badem unu içeren örnekler izlemiştir. Fermantasyon süreleri incelendiğinde pH değerinin azaldığı ve OD değerlerinin arttığı saptanmıştır.
- Mikrobiyolojik ekim sonucu elde edilen mikroorganizma sayılarına ait substrat türleri, bakteri türleri, fermantasyon süresi ve bunlar arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). Mikroorganizma türlerine göre, en yüksek mikroorganizma sayısı *B. infantis*'de saptanmış olup, bu

mikroorganizmayı, *B. lactis*, *Lb. casei* ve *Lb. acidophilus*'un izlediği belirlenmiştir. Substrat türleri arasında fermantasyon süresince en yüksek mikroorganizma sayısı pozitif kontrol olan glikoz içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu, iç badem unu ve inulin içeren örnekler izlemiştir.

- Gelişme oranı incelendiğinde, fermantasyonun 0. ve 48. saatleri arasında tam badem unu ve iç badem unu içeren besi ortamlarında mikroorganizma sayısında diğer substratlara göre daha fazla artış olduğu saptanmıştır.
- Prebiyotik aktivite sayılarına ait substrat türleri ile bakteri türleri ve bunlar arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). Substrat türleri arasında PAS değeri en yüksek iç badem unu içeren besi ortamında saptanmış olup, bu örneği tam badem unu ve inulin ilaveli besi ortamları izlemiştir. Mikroorganizma türlerine göre en yüksek PAS değeri *B. lactis*'e ait olup, bu bakteriyi *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* ve *B. infantis* izlemiştir.
- Farklı substrat kaynağı içeren besi ortamlarında fermantasyon sonucu oluşan şeker bileşenlerine ait LSD testi sonuçlarına göre bileşenler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). En yüksek glikoz değeri *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren besi ortamında, en düşük değer ise *B. infantis* ile inoküle tam badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır. Galaktoz değeri en yüksek *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin ve tam badem unu içeren besi ortamında, en düşük ise *Lb. casei* ile inoküle inulin içeren besi ortamında saptanmıştır. Fruktoz bileşeni en yüksek *B. lactis* ile inoküle inulin içeren besi ortamında, en düşük ise *B. infantis* ile inoküle iç badem unu içeren besi ortamında belirlenmiştir. Sükroz değeri en yüksek *Lb. acidophilus* ile inoküle inulin içeren ortamda en düşük ise aynı bakteri türünün tam badem unu içeren besi ortamında saptanmıştır. Ksiloz değeri en yüksek *Lb. casei* ile inoküle iç badem unu içeren besi ortamında en düşük ise aynı bakteri türünün inulin içeren besi ortamında belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuçları, badem unu bazlı besi ortamında probiyotik bakterilerin gelişebildiğini ve bu bakterilerin badem ununu substrat olarak kullanabildiğini göstermektedir. Probiyotik türler arasında farklı karbon kaynaklarını fermente etme özellikleri açısından türlere özgü metabolik davranışların olduğu da saptanmıştır. *In vitro* besi ortamında badem ununun potansiyel prebiyotik etkisinin araştırıldığı bu

çalışmanın sonuçları, ülkemizde üretimi her geçen yıl artış gösteren badem için farklı kullanım olanaklarının geliştirilmesi, bu sayede üreticilerin daha fazla badem üretmeleri ve prebiyotik bileşenler gibi katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesi ile ülkemiz ekonomisine katkı sağlayacak niteliktedir. Bununla birlikte, badem ve ürünlerinin kompleks bileşimi nedeni ile hem *in vitro* hem de *in vivo* ortamlarda probiyotik türlerin gelişimi ve canlılığını devam ettirebilme özelliklerinin tanımlanabilmesi için sistematik yaklaşımlar da araştırılmalıdır. Ayrıca badem tüketimi ile prebiyotik etki arasındaki korelasyonu doğrulamak amacı ile sağlıklı ve hasta bireylerde *in vivo* çalışmalarla fizyolojik dinamiklerinde belirlenmesi gerekmektedir. Günlük tüketilmesi gereken badem miktarı, gastrointestinal sistemde kalış süresi ile kolonda fermente edilebilen biyokütle miktarının da incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Badem ve yan ürünlerinden (dış kabuk, iç kabuk gibi) elde edilecek prebiyotik bileşenlerin kimyasal yapıları, polimerizasyon dereceleri ve monomerik birimlerinin bileşimi de saptanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aguilar-Toalá, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A.F., Vallejo-Cordoba, B., Hernández-Mendoza, A. 2018.** Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*, 75: 105-114.
- Ahmad, Z. 2010.** The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16: 10-12.
- Akan, E., Kınık, Ö. 2015.** Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler. *CBÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2): 155-166.
- Al-Ghazzewi, F.H., Khanna, S., Tester, R.F., Piggott, J. 2007.** The potential use of hydrolysed konjac glucomannan as a prebiotic, *J. Sci. Food Agric.*, 87(9): 1758-1766.
- Al-Sheraji, S.H., Ismail, A., Manap, M.Y., Mustafa, S., Yusof, R.M., Hassan, F.A. 2013.** Prebiotics as functional foods. *Journal of Functional Foods*, 5(4):1542-1553.
- Amund, O.D. 2016.** Exploring the relationship between exposure to technological and gastrointestinal stress and probiotic functional properties of lactobacilli and bifidobacteria. *Can. J. Microbiol.*, 62: 715–725.
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M.R., Arés, I., Martínez, M.A. 2016a.** Prebiotics and probiotics: An assessment of their safety and health benefits: Probiotics, prebiotics, and synbiotics, Ed.: Ross, R., Preedy, V.R., Elsevier Inc., pp: 3-23.
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R., Arés, I., Martínez, M. A. 2016b.** Probiotics: Safety and Toxicity Considerations: Nutraceuticals Efficacy, Safety and Toxicity, Ed.: Gupta, R. C., Elsevier Inc., pp: 777-853.
- Anandharaj, M., Rani, R.P., Swain, M.R. 2018.** Production of High-Quality Probiotics by Fermentation: Microbial Functional Foods and Nutraceuticals, Ed.: Gupta, V.K., Treichel, H., Shapaval, V., de Oliveira, L.A., Tuohy, M.G. John Wiley & Sons Ltd., pp: 235-265.
- Anjum, N., Maqsood, S., Masud, T., Ahmad, A., Sohail, A., Momin, A. (2014).** Lactobacillus acidophilus: Characterization of the Species and Application in Food Production, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(9): 1241-1251.
- Anonim 2017a.** Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği Ek-6. https://members.wto.org/crnattachments/2016/TBT/TUR/16_0109_00_x.pdf. (Erişim Tarihi: 22.02.2019)
- Anonim 2017b.** Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. Ek-2 Hastalık Riskinin Azaltılmasına, Çocukların Gelişimi ve Sağlığına İlişkin Beyanlar Dışındaki Sağlık Beyanları Listesi. Resmî Gazete Sayı: 29960 (Mükerrer), <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/95841>
- Anonim 2018.** Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. www.tuik.gov.tr
- Arora, A. K., Piplani, M. L., Kapoor, S. S., Bhatia, B. S., Singh, A. R. K., & Verma, P. 2011.** A research study of Santorini duct. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8: 1510-1513.
- Aryana, K. J., Olson, D.W. 2017.** A 100-year review: yogurt and other cultured dairy products. *J. Dairy Sci.*, 100:9987–10013. doi: 10.3168/jds.2017- 12981
- Aune, D., Chan, D.S.M., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D.C., Kampman, E., Norat, T. 2011.** Dietary Fibre, Whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ*, 343:1-20 doi: 10.1136/bmj. d6617.

- Ayichew, T., Belete, A., Alebachew, T., Tsehaye, H., Berhanu, H., Minwuyelet, A. 2017.** Bacterial probiotics their importances and limitations: A review. *J Nutr Health Sci*, 4(2): 202.
- Azmi, A.F.M.N., Mustafa, S., Hashim, D.Md., Manap, Y.A. 2012.** Prebiotic activity of polysaccharides extracted from *Gigantochloa Levis* (Buluh beting) shoots. *Molecules*, 17(2): 1635–1651.
- Ballhorn, D. J. 2011.** Cyanogenic glycosides in nuts and seeds: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. Academic Press, pp: 129-136.
- Bashir, M., Haripriya, S. 2016.** Assessment of physical and structural characteristics of almond gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93: 476–482.
- Batista, J.S., Sabino, K., Menezes, F.N.D.D., Lins, P.P., Gomes, J.A.S., Silva, L.A. 2017.** Models to Evaluate the Prebiotic Potential of Foods: Functional Food - Improve Health through Adequate Food. IntechOpen, pp: 235-256.
- Bayrak, S., Yılmaz, Ö. 2009.** Ceviz- Badem yetiştiriciliği. Reklam Reklam ve Tanıtım Ltd. Şti., 321s Ankara.
- Begum, P.S., Madhavi, G., Rajagopal, S., Viswanath, B., Razak, M.A., Venkataratnamma, V. 2017.** Probiotics as Functional Foods: Potential Effects on Human Health and its Impact on Neurological Diseases. *Int J Nutr Pharmacol Neurol Dis*, 7: 23-33.
- Benítez, A., González-Tejero, M., Caballero, A., Morales, J. 2018.** Almond shell as a microporous carbon source for sustainable cathodes in lithium–sulfur batteries. *Materials*, 11(1428):1-15.
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C., Gil, A. 2012.** Probiotic Mechanisms of Action. *Ann Nutr Metab*, 61: 160–174.
- Bernat, N., Chafer, M., Chiralta, A., Gonzalez-Martinez C. 2014.** Vegetable milks and their fermented derivative products. *International Journal of Food Studies IJFS*, 3:93-124.
- Berryman, C.E., Preston, A.G., Karmally, W., Deckelbaum, R.J., Kris-Etherton, P.M. 2011.** Effects of almond consumption on the reduction of LDL-cholesterol: a discussion of potential mechanisms and future research directions. *Nutr Rev.*, 69(4):171-85.
- Biavati, B., Mattarelli, P. 2012.** The Actinobacteria, Part A and B. Genus I. Bifidobacterium : Phylum XXVI. Actinobacteria phyl. Nov, Ed.: Goodfellow, M., Kampfer, P., Busse, H.J., Trujillo, M.E., Suzuki, K.I., Ludwig, W., Whitman, W.B., Springer, New York, pp: 171-206.
- Bindels, L.B., Delzenne, N.M., Cani, P.D., Walter, J. 2015.** Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 12(5):303-10.
- Bisignano, C., Mandalari, G., Smeriglio, A., Trombetta, D., Pizzo, M.M., Pennisi, R., Sciortino, M.T., 2017.** Almond Skin Extracts Abrogate HSV-1 Replication by Blocking Virus Binding to the Cell. *Viruses*, 9(178):1-15.
- Bolling, W., Dolnikowski, G., Blumberg, B., Chen, O. 2010.** Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year, *Food Chemistry*, 1228:19-825.
- Bolling, B.W. 2017.** Almond Polyphenols: Methods of Analysis, Contribution to Food Quality, and Health Promotion. *Food Science and Food Safety*, 16: 346-368.
- Bull, M., Plummer, S., Marchesi, J., Mahenthalingam, E. 2013.** The life history of *Lactobacillus acidophilus* as a probiotic: a tale of revisionary taxonomy, misidentification and commercial success. *FEMS Microbiol Lett*, 349: 77–87.

- Cardarelli, R.H., Saad, S.M.I., Gibson, G.R., Vulevic, J. 2007.** Functional petisuisse cheese: Measure of the prebiotic effect. *Anaerobe*, 13: 200-207.
- Case, S.R. 2010.** Gluten-Free Diet: A Comprehensive Resource Guide, Revised and Expanded Edition. Regina, SK: Publisher Case Nutrition Consulting, Inc.
- Cataldo, S., Gianguzza, A., Milea, D., Muratore, N., Pettignano, A., Sammartano, S. 2018.** A critical approach to the toxic metal ion removal by hazelnut and almond shells. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(5):4238–4253.
- Çelikyurt, G., Arıcı, M. 2008.** Gıda koruyucusu olarak mikrobiyal kaynaklı organik asitler ve önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs,2008, Erzurum.
- Ceyhan, N., Alıç, H. 2012.** Bağırsak mikroflorası ve probiyotikler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1): 107-113.
- Chavarri, M., Marañón, Í., Villarán, M.C. 2012.** Encapsulation Technology to Protect Probiotic Bacteria. Encapsulation Technology to Protect Probiotic Bacteria: Probiotics, Ed: Everlon Cid Rigobelo, INTECH, U.K., London, pp.501-540.
- Chen, C.-Y., Lapsley, K. and Blumberg, J. 2006.** A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(14): 2245-2250.
- Cicenia, A., Scirocco, A., Carabotti, M., Pallotta, L., Marignani, M., Severi, C. 2014.** Postbiotic Activities of Lactobacilli-derived Factors. *J Clin Gastroenterol.*, 48 (1):S18–S22.
- Comas, J.F., Company, R.S., Segura, J.M.A. 2019.** Shell hardness in almond: Cracking load and kernel percentage. *Scientia Horticulturae*, 245:7–11.
- Coşkun, T. 2014.** Teoriden kliniğe prebiyotikler, probiyotikler: Probiyotikler, Editörler: Kara, A.C.T., Akademi Yayınevi, İstanbul, s. 56-71.
- De Angelis, E., Bavaro, S.L., Forte, G., Pilolli, R., Monaci, L. 2018.** Heat and Pressure Treatments on Almond Protein Stability and Change in Immunoreactivity after Simulated Human Digestion. *Nutrients*, 10:1679
- Del Castillo, M.D., Iriando-DeHond, A., Martirosyan, D.M. 2018.** Are functional foods essential for sustainable health? *Annals of Nutrition & Food Science*, 2(1): 1015.
- Dietrich, C.G., Kottmann, T., Alavi, M. 2014.** Commercially available probiotic drinks containing *Lactobacillus casei* Dn-114001 reduce antibiotic-associated diarrhea. *World Journal of Gastroenterology*, 20(42): 15837–15844.
- Dwivedi, G., Fitz, L., Hegen, M., Martin, S.W., Harrold, J., Heatherington, A., Li, C. 2014.** A multiscale model of interleukin-6-mediated immune regulation in Crohn's disease and its application in drug discovery and development. *CPT Pharmacometrics and Systems Pharmacology*, 3: 89.
- EFSA 2017.** Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 7: suitability of taxonomic units notified to EFSA until September 2017. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5131>. (Erişim tarihi: 29.05.2018).
- Erdem-İşmal, Ö., Özdoğan, E., Yıldırım, L. 2013.** An alternative natural dye, almond Shell waste: effects of plasma and mordants on dyeing properties. *Color. Technol.*, 129(6):431–437.
- Esfahlan, A. J., Jamei, R., Esfahlan, R. J. 2010.** The importance of almond (*Prunus amygdalus L.*) and its by-products. *Food Chemistry*, 120 (2010): 349–360.
- Esfahlan, A.J., Jamei, R. 2012.** Properties of biological activity of ten wild almond (*Prunus amygdalus L.*) species. *Turk J Biol.*, 36(2):201-209.
- Evren, M., Apan, M., Tutkun, E., Evren, S. 2011.** Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(1): 11-17.

- FAO-WHO. 2009.** Guidelines for the evaluation of prebiotics in Food. Report of a joint FAO/WHP working group on drafting guidelines for evaluation of probiotics in foods. London: ON, Canada: FAO.
- Fernández, M., Hudson, J.A., Korpela, R., Reyes-Gavilán, C.G. 2015.** Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. *BioMed Research International*, 412714: 13.
- Fernandes, G.D., Gómez-Coca, R.B., Pérez-Camino M.C., Barrera-Arellano, D. 2017.** Chemical Characterization of Major and Minor Compounds of Nut Oils: Almond, Hazelnut, and Pecan Nut. *Journal of Chemistry*, 2017: 1-11.
- Fijan, S. 2014.** Microorganisms with claimed probiotic properties: An overview of recent literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11: 4745-4767.
- Franklin, L.M., Chapman, D.M., King, E.S., Mau, M., Huang, G., Mitchell, A.E. 2017.** Chemical and Sensory Characterization of Oxidative Changes in Roasted Almonds Undergoing Accelerated Shelf Life. *J. Agric. Food Chem.*, 65: 2549–2563.
- Franklin, L.M., Mitchell, A.E. 2019.** Review of the sensory and chemical characteristics of almond (*Prunus dulcis*) flavor. *J. Agric. Food Chem.*, 67(10): 2743–2753.
- Fung, K.Y., Cosgrove, L., Lockett, T., Head, R., Topping, D.L. 2012.** A review of the potential mechanisms for the lowering of colorectal oncogenesis by butyrate. *British Journal of Nutrition*, 108(5): 820-31.
- Gavlighi, H.A., Michalak, M., Meyer, A.S., Mikkelsen, J.D. 2013.** Enzymatic DE polymerization of gum tragacanth: Bifidogenic potential of low molecular weight oligosaccharides. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 61: 1272-1278.
- Gibson, G.R., Beatty, E.R., Wang, X., Cummings, J.H. 1995.** Selective stimulation of Bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108: 975-982.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 1995.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412.
- Gibson, G.R., Roberfroid, M.B. 2008.** Handbook of Prebiotics, Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.C., Verbeke, K., Reid, G. 2017.** Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8): 491–502.
- Gogineni, V.K., Morrow, L.E., Malesker, M.A. 2013.** Probiotics: Mechanisms of Action and Clinical Applications. *J Prob Health.*, 1: 10.
- Goldstein, E.J. C., Tyrrell, K. L., Citron, D. M. 2015.** Lactobacillus Species: Taxonomic Complexity and Controversial Susceptibilities. *Clinical Infectious Diseases*, 60(2):98–107.
- Gomez, E., Tuohy, K.M., Gibson, G.R., Klinder, A., Costabile, A. 2010.** *In vitro* evaluation of the fermentation properties and potential prebiotic activity of agave fructans. *Journal of Applied Microbiology*, 108: 2114-2121.
- Gorji, N., Moeini, R., Memariani, Z. 2018.** Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer’s disease: A neuropharmacological review of their

bioactive constituents. *Pharmacological Research*, 129:115–127.

Gradziel, T.M., Kodad, O., Alonso, J.M. 2008. Almond quality: A breeding perspective. *Hort. Rev.*, 34:197-238

Grajek, W., Olejnik, A., Sip, A. 2005. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, 52: 665-671.

Granato, D., Branco, G.F., Nazzaro, F., Cruz, A.G., Faria, J.A.F. 2010. Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products. *Compr Rev Food Sci F.*, 9: 292-302.

Gray, D. F.2005. The observation and analysis of stellar photospheres. *Cambridge University Press*.

Grosso, G., Estruch, R. 2016. Nut consumption and age-related disease. *Maturitas* 84:11–16.

Grundy, M.M.-L., Lapsley, K., Ellis, P.R. 2016. A review of the impact of processing on nutrient bioaccessibility and digestion of almonds. *International Journal of Food Science and Technology*, 51: 1937–1946.

Guarner, F., Sanders, M.E., Eliakim, R., Fedorak, R., Gangl, A., Garisch, J., Kaufmann, P., Karakan, T., Khan, A.G., Kim, N., De Paula, J.A., Ramakrishna, B., Shanahan, F., Szajewska, H., Thomson, A., Le Mair, A. 2017. Probiotics and prebiotics. *World Gastroenterology Organization Global Guidelines*, Milwaukee, WI, 13 April 2017, USA.

Gürgün, V., Halkman, K. 1990. Standarda dayalı sayım yöntemleri: Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Ed: 2. Baskı. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 7: 1-6.

Hansen, M.E. 2012. Probiotic *Lactobacillus acidophilus* NCFM and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* B1-04 interactions with prebiotic carbohydrates using differential proteomics and protein characterization. *Ph. D. Thesis*, Technical University of Denmark, Enzyme and Protein Chemistry, Department of Systems Biology, Denmark.

Hanson, L., Dahlman-Höglund, A., Karlsson, M., 1999. Normal microbial flora of gut. In “Probiotics”, Other Nutrition, Workshop Series, 42, 217-228. Hanson, L., Yolken R. Eds., Lippincott Raven Publishers, USA.

Hashemi, S.M., Shahidi, F., Mortazavi, S.A., Milani, E., Eshaghi, Z. 2013. Metabolism of extracted inulin from *Helianthus tuberosus* by *Lactobacillus* strains isolated from traditional Kordish cheese. *International Food Research Journal*, 20(6): 3283-3286.

He, S.B., Hong, X.Y., Huang, T.X., Zhang, W.Q., Zhou, Y.X., Wu, L.N., Yan, X.M. 2017. Rapid quantification of live/dead lactic acid bacteria in probiotic products using high-sensitivity flow cytometry. *Methods and Applications in Fluorescence*, 5(2): 1-9.

Heydari, S., Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mohammadifar, M. A., Ezzatpanah, H. 2011. Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds. *Italian Journal of Food Science*, 23(2): 153-163.

Hill, D., Sugrue, I., Tobin, C., Hill, C., Stanton, C., Ross, R.P. 2018. The *Lactobacillus casei* Group: History and health related applications. *Front.Microbial.*, 9:2107.

Holscher, H. D., Taylor, A.M., Swanson, K. S., Novotny, J.A., Baer, D.J., David J. 2018.

Almond Consumption and Processing Affects the Composition of the Gastrointestinal Microbiota of Healthy Adult Men and Women: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 10(126): 1-10.

- Hoyos-Martínez, P.L.de., Erdocia, X., Charrier-El Bouhtoury, F., Prado, R., Labidi, J. 2018.** Multistage treatment of almonds waste biomass: Characterization and assessment of the potential applications of raw material and products. *Waste Management*, 80:40–50.
- Huang, C.H., Li, S.W., Huang, L., Watanabe, K. 2018.** Identification and Classification for the *Lactobacillus casei* Group. *Front. Microbiol.*, 9:1974.
- Huebner, J., Wehling, R.L., Hutkins, R.W. 2007.** Functional activity of commercial prebiotics. *International Dairy Journal*, 17: 770-775.
- Hughey, C.A., Januszewicz, R., Minardi, C.S., Phung, J., Huffman, B.A., Reyes, L., Wilcox, B.E., Prakash, A. 2012.** Distribution of almond polyphenols in blanch water and skins as a function of blanching time and temperature. *Food Chemistry*, 131(4):1165–1173.
- Huttenhower, C., Gevers, D., Knight, R., Abubucker, S., Badger, J. H., Chinwalla, A. T., ... & Giglio, M. G. 2012.** Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, 486(7402), 207.
- Kabeerdoss, J., Devi, R.S., Mary, R.R., Prabhavathi, D., Vidya, R., Mechenro, J., Mahendri, N.V., Pugazhendhi, S., Ramakrishna, B.S. 2011.** Effect of yoghurt containing *Bifidobacterium lactis* Bb12® on faecal excretion of secretory immunoglobulin A and human beta-defensin 2 in healthy adult volunteers. *Nutrition Journal*, 10(138): 1-4.
- Kacem, I., Koubaa, M., Maktouf, S., Chaari, F., Najar, T., Chaabouni, M. Ettis, N., Chaabouni, S.e. 2016.** Multistage process for the production of bioethanol from almond shell. *Bioresource Technology*, 211:154–163.
- Kacem, I., Martinez-Saez, N., Kallel, F., Jeddou, K.B., Helbert, C.B., Chaabouni, S.E., del Castillo, M.D. 2017.** Erratum to: Use of almond shell as food ingredient. *Eur Food Res Technol.*, 243: 2115–2126.
- Kamil, A., Chen, C.Y.O. 2012.** Health Benefits of Almonds beyond Cholesterol Reduction. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60: 6694-6702.
- Karlton-Senaye, B.D., Ibrahim, S.A. 2013.** Impact of gums on the growth of probiotics. *Agro Food Industry Hi Tech*, 24(4): 10-14.
- Karlton-Senaye, B.D., Williams, L., Ibrahim, S.A. 2015a.** Comparing the effect of gums on the growth of lactobacillus species in laboratory medium and fluid milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 2(3): 85-89.
- Karlton-Senaye, B.D., Tahergorabi, R., Giddings, V.L., Ibrahim, S.A. 2015b.** Effect of gums on viability and b-galactosidase activity of *Lactobacillus* spp. in milk drink during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 32-40.
- Kaur, M., Singh, H., Jangra, M., Kaur, L., Jaswal, P., Dureja, C., Pinnaka, A.K. 2017.** Lactic acid bacteria isolated from yak milk show probiotic potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(20): 7635-7652.
- Kaur, N., Singh, D.P. 2017.** Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: A literature review. *Appetite*, 112: 167-187.
- Kazeruni, A.R., Hosseini, H. 2017.** Effect of Bitter Almond Gum (*Amygdalus scoparia Spach*) on the Survival of *Lactobacillus acidophilus* La5 in Tomato Juice during Refrigeration Storage and Exposure to Simulated Gastric Juice. *Mazandaran Univ Med Sci.*, 27(147): 75-86.
- Kondepudi, K.K., Ambalam, P., Nilsson, I., Wadström, T., Ljungh, A. 2012.** Prebiotic non-digestible oligosaccharides preference pf probiotic *Bifidobacteria* and

- antimicrobial activity against *Clostridium difficile*. *Anaerobe*, 18(5): 489-497.
- Khalid, A.M., Hussain, M. K. 2017.** Badam (*Prunus amygdalus* Bail.): A Fruit with Medicinal Properties. *International Journal of Herbal Medicine*, 5(5): 114-117.
- Küden, A.B., Küden, A. (2000).** Badem Yetiştiriciliği. TÜBİTAK Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları. Ankara.
- Küden, A.B., Küden, A., Bayazit, S., Çömlekçioğlu, S., İmrak, B., Rehber Dikkaya, Y. 2014.** Badem yetiştiriciliği. TAGEP Proje No.: 5.2.3.1 Şeftali, Nektarin, Badem ve Elma Çeşit Adaptasyonu Projesi(KKTC – Güzelyurt ve Türkmenköy Ekolojik Koşullarında Bazı Şeftali, Nektarin, Badem ve Elma Çeşitlerinin Meyve Verim ve Kalitesinin Saptanması).
- Lamba, J., Goomer, S. 2018.** Intrinsic and extrinsic factors affecting efficacy of probiotics—a review. *International Journal of Food and Nutritional Science*. 7(3):46-56.
- Lamuel-Raventosa, R.M., St. Onge, M-P. 2017.** Prebiotic nut compounds and human microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14): 3154-3163.
- Liu, C., Chhabra, G.S., Zhao, J., Zaffran, V.D., Gupta, S., Roux, K.H., Gradziel, T.M., Sathe, S.K. 2017.** Comparison of Laboratory-Developed and Commercial Monoclonal Antibody-Based Sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent Assays for Almond (*Prunus dulcis*) Detection and Quantification. *Journal of Food Science*, 82 (10): 2504-2515.
- Liu, L., Li, T., Wu, M., Yu, H. 2017.** Determination of Manganese(II) with Preconcentration on Almond Skin and Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Analytical letters*, 50(1):135-147.
- Liu, Z., Lin, X., Huang, G., Zhang, W., Rao, P., Ni, L. 2014.** Prebiotic effects of almonds and almond skins on intestinal microbiota in healthy adult humans. *Anaerobe*, 26:1-6.
- Liu, Z., Wang, W., Huang, G., Zhanga, W., Ni, I. 2016.** In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic effect of raw and roasted almonds (*Prunus amygdalus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 1836–1843.
- Malashree, L., Angadi, V., Yadav, K. S., Prabha R. 2019.** Postbiotics: One Step Ahead of Probiotics. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 8(1): 2049-2053.
- Mandalari, G. , Nueno-Palop, C., Bisignano, G., Wickham, M. S. J., Narbad, A. 2008.** Prebiotic properties of almond (*Amygdalus communis* L.) seeds. *Applied and Environmental Microbiology*, 74 (14):4264-4270.
- Mandalari, G. 2012.** Potential health benefits of almond skin. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 2(5):1000e110.
- Mandalari, G., Tomaino, A., Arcoraci, T., Martorana, M., Lo Turco, V., Cacciola, F., Rich, G.T., Bisignano, C., Saija, A., Dugo, P., Cross, K.L., Parker, M.L., Waldron, K.W., Wickham, M.S. J. 2010.** Characterization of polyphenols, lipids and dietary fibre from almond skins (*Amygdalus communis* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 23:166–174.
- Martins, I.M., Chen, Q., Chen, C.Y.O. 2017.** : Wild plants, mushrooms and nuts: Functional food properties and applications: Emerging functional foods derived from almonds, First Edition. Ed.: Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L., John Wiley & Sons, Ltd., pp: 445-469.
- Meira, Q.G.S., Magnani, M., de Medeiros Junior, F.C., Queiroga, R.d.C.R.d.E., Madruga, M.S., Gullón, B., de Souza, E.L. 2015.** Effects of added *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* probiotics on the quality characteristics of goat

ricotta and their survival under simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 76: 828-838.

Mexis, S.F., Badeka, A.V., Chouliara, E., Riganakos, K.A., Kontominas, M.G., 2009. Effect of γ -irradiation on the physicochemical and sensory properties of raw unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(1):87-92.

Markowiak, P., Ślizewska, K. 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9): 1-30.

Meshkini, A. 2018. Modulation of Oxidative Stress in Thrombin-Stimulated Platelets by Almond by-Product. *Waste Biomass Valor*, 9:1015–1025.

Meybodi, N.M., Mortazavian, A.M. 2017. probiotic supplements and food products: A comparative approach. *Biochemical Pharmacology*, 6(2): 1-7.

Miremadi, F., Sherkat, F., Stojanovska, L. 2016. Hypocholesterolaemic effect and anti-hypertensive properties of probiotics and prebiotics: A review. *Journal of Functional Foods*, 25: 497–510.

Mirrahimi, A., Srichaikul, K., Esfahani, A., Banach S.M., Sievenpiper, L.J., Cyril W.C. Kendall, C.W.C., Jenkins, D.J.A. 2011. Almond (*Prunus dulcis*) Seeds and Oxidative Stress: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, Ed: Preedy V.R., Watson, R.R., Patel, V.B., Academic Press is an imprint of Elsevier, USA, pp: 161-166.

Mohd Khalid, A., Kashif Hussain, M. 2017. Badam (*Prunus amygdalus Bail.*): A fruit with medicinal properties. *International Journal of Herbal Medicine*, 5(5):114-117.

Molan, A.L., Lila, M.A., Mawson, J., De, S. 2009. In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic activity of water-soluble blueberry extracts. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25 (7):1243-1249.

Mori, A.M., Considine, R.V., Mattes, R.D. 2011. Acute and second-meal effects of almond form in impaired glucose tolerant adults: a randomized crossover trial. 8(6):1-8.

Mortazavian, A.M., Mohammadi, R., Sohrabvandi, S. 2012. Delivery of Probiotic Microorganisms into Gastrointestinal Tract by Food Products, New Advances in the Basic and Clinical Gastroenterology, Prof. Tomasz Brzozowski (Ed.), ISBN: 978-953-51-0521-3, InTech, ss. 121-146.

Nasseh, N., Taghavi, L., Barikbin, B., Harifi-Mood, A.R. 2017. The removal of Cr(VI) from aqueous solution by almond green hull waste material: kinetic and equilibrium studies. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 449-460.

Niamah, A.K., Sahi, A.A., Al-Sharifi, A.S.N. 2017. Effect of feeding soy milk fermented by probiotic bacteria on some blood criteria and weight of experimental animals. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 9(3): 284-291.

O'Flaherty, S. J., & Klaenhammer, T. R. (2010). Functional and phenotypic characterization of a protein from *Lactobacillus acidophilus* involved in cell morphology, stress tolerance and adherence to intestinal cells. *Microbiology*, 156(11):3360-3367.

Olano-Martin, E., Gibson, G. R., Rastall, R. A. 2002. Comparison of the in vitro bifidogenic properties of pectins and pectic-oligosaccharides. *Journal of Applied Microbiology*, 93 (3):505-511.

Oliveira, I., Meyer, A. S., Afonso, S. Gonçalves, B. 2019. Enzymatic Activity and Biochemical Composition in Leaves of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. *Saxa*) Grown in Almond Shell Substrates. *Waste Biomass Valor*, 10:1223–1229

- Omak, G., Özcan, T., Ersan, L.Y. 2016.** Biyolojik detoksifikasyon ve probiyotikler. *Journal of Agricultural Faculty*, 30(1): 157-168.
- O’Sullivan, L., Murphy, B., McLoughlin, P. 2010.** Prebiotics from marine macroalgae for human and animal health applications. *Marine Drugs*, 8:2038-2064.
- Özcan, O., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Delikanli, B. 2016.** The use of prebiotics of plant origin in functional milk products. *Food Science and Technology*, 4: 15-22.
- Palframan, R., Gibson, G. R., Rastall, R. A. 2003.** Development of a quantitative tool for the comparison of the prebiotic effect of dietary oligosaccharides. *Letters in Applied Microbiology*, 37(4): 281-284.
- Palma, L., Ceballos, S.J., Johnson, P. C., Niemeier, D., Pitesky, M., VanderGheynst, J.S. 2018.** Cultivation of black soldier fly larvae on almond byproducts: impacts of aeration and moisture on larvae growth and composition. *J Sci Food Agric.*, 98: 5893–5900
- Panesar, P.S. 2011.** Fermented dairy products: Starter cultures and potential nutritional benefits. *Food and Nutrition Sciences*, 2(1): 47-51.
- Pasqualone, A., Laddomada, B., Spina, A., Todaro, A., Guzmàn, C., Summo, C., Mita, G., Giannone, V. 2018.** Almond by-products: Extraction and characterization of phenolic compounds and evaluation of their potential use in composite dough with wheat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 89:299–306.
- Patel, S., Goyal, A. 2012.** The current trends and future perspectives of prebiotics research: A Review. *Biotechnology*, 2(2): 115-125.
- Polari, L., Ojansivu, P., Makela, Eckerman, C., Holmbom, B., Salminen, S. 2012.** Galactoglucomannan extracted from spruce (*Picea abies*) as a carbohydrate source for probiotic bacteria. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 60: 11037-11043.
- Prentice, A.M. 2014.** Dairy products in global public health. *The American Journal Clinical Nutrition*, 99(5): 1212–1216.
- Prgomet, I., Gonçalves, B., Domínguez-Perles, R., Pascual-Seva, N., Barros, A.I.R.N.A. 2017.** Valorization challenges to almond residues: Phytochemical composition and functional application. *Molecules*, 22:1774.
- Prgomet, I., Gonçalves, B., Domínguez-Perles, R., Santosa, R., Saavedra, M.J., Airesa, A., Pascual-Sevad, N., Barrosa, A. 2019.** Irrigation deficit turns almond by-products into a valuable source of antimicrobial (poly)phenols. *Industrial Crops & Products*, 132:186–196.
- Prisciandaro, L., Geier, M., Butler, R., Cummins, A., Howarth, G. 2009.** Probiotics and Their Derivatives as Treatments for Inflammatory Bowel Disease. *Inflamm Bowel Dis.*, 15(12):1906–1914.
- Qureshi, M.N., Numonov, S., Abudurexiti, A., Aisa, H.A. 2016.** Phytochemical investigations and evaluation of antidiabetic potential of *Prunus dulcis* nuts. *LWT 312 - Food Science and Technology*, 66:311-317.
- Richardson, D.P., Astrup, A., Cocaul, A., Ellis, P. 2009.** The nutritional and health benefits of almonds: a healthy food choice. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 6(4): 41-50.
- Roberfroid, M., Gibson, G.R., Hoyles, L., McCartney, A.L., Rastall, R., Rowland, I., Wolvers, D., Watzl, B., Szajewska, H., Stahl, B., Guarner, F., Respondek, F., Whelan, K., Coxam, V., Davicco, M-J., Léotoing, L., Wittrant, Y., Delzenne, N.M., Cani, P.D., Neyrinck, A.M., Meheust, A. 2010.** Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *British Journal of Nutrition*, 104 (S2): 1-51.

- Rolim, P.M. 2015.** Development of prebiotic food products and health benefits. *Food Science and Technology* (Campinas), 35(1): 3-10.
- Ross, R. P., Stanton, C., Hill, C., Fitzgerald, G.F., Coffey, A. 2000.** Biotechnological approaches for cheese improvement using novel starters and enzymes. *Trends in Food Science*, (11): 96-104.
- Samona, A., & Robinson, R. K. (1994).** Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. *International Journal of Dairy Technology*, 47(2):58-60.
- Sanders, M.E. 2015.** Probiotics in 2015: Their scope and use. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 49(1): 2-6.
- Santiago-López, L., Hernandez-Mendoza, A., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., Vallejo-Cordoba, B., Gonzalez-Cordova, A.F. 2015.** The effects of consuming probiotic-fermented milk on the immune system: A review of scientific evidence. *International Journal of Dairy Technology*, 68(2): 153- 303.
- Sharma, M. and Shukla, G., 2016.** Metabiotics: one step ahead of probiotics; an insight into mechanism involved in anticarcinogenic effect in colorectal cancer. *Frontier in Microbiol.*, 7: 1940.
- Srinivasan, K. 2005.** Plant foods in the management of diabetes mellitus: spices as beneficial antidiabetic food adjuncts. *International journal of food sciences and nutrition* 56 (6): 399-414
- Slotwinski, E., Almy, D., Viator, R., Abouzied, M., Klein, F., Rice, J. 2018.** Development and Validation of a Quantitative ELISA for the Detection of Almond Residues in Foods. *Journal Of Aoac International*, 101(1): 118-123.
- Smeriglio, A., Mandalari, G., Bisignano, C., Filocamo, A., Barreca, D., Bellocco, E., Trombetta, D. 2016.** Polyphenolic content and biological properties of Avola almond (*Prunus dulcis* Mill. D.A. Webb) skin and its industrial byproducts. *Industrial Crops and Products*, 83:283–293.
- Sousaa, S., Pinto, J., Pereira, C., Malcata, F.X., Bertoldo Pacheco, M.T., M.Gomes, A., Pintado, M. 2015.** In vitro evaluation of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour prebiotic potential. *Food And Bioproducts Processing*, 95(7): 96–105.
- Sömer, V.F., Akpınar, D., Başığit Kılıç, G. 2012.** Lactobacillus casei'nin sağlık üzerine etkileri ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda*, 37(3): 165-172.
- Stackebrandt, E., Rainey, F.A. and Ward-Rainey N.L., 1997.** Proposal for a new hierarchic classification system, Actinobacteria classis nov. *Int J Syst Bacteriol.*, 47(2): 479-491.
- Sugizaki, C.S.A., Naves, M.M.V. 2018.** Potential Prebiotic Properties of Nuts and Edible Seeds and Their Relationship to Obesity. *Nutrients*, 10:1645.
- Sun, Z., Harris, H. M., Mccann, A., Guo, C., Argimon, S., Zhang, W., Xianwei Yang, X., Jeffery, I.B., Cooney, J.C., Kagawa, T.D., Liu, W., Song, Y., Salvetti, E., Wrobel, A., Rasinkangas, P., Parkhill J., Rea, M.C., O'Sullivan, O., Ritari, J., Douillard, F.P., Ross, R.P., Yang, R., Briner, A.E., Felis, G.E., de Vos, W.M., Rodolphe Barrangou, Todd R. Klaenhammer, Page W. Caufield, Yujun Cui, Zhang, H., O'Toole, P.W. 2015.** Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. 6: 8322. doi: 10.1038/ncomms9322.
- Taha, A.A., Moustafa, A.H.E., Abdel-Rahman, H.H., Abd El-Hameed, M.M.A. 2018.** Comparative biosorption study of Hg (II) using raw and chemically activated almond Shell. *Adsorption Science & Technology*, 36(1–2): 521–548.

- Taşdemir, A. 2017.** Probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler. *Kastamonu Sağlık Akademisi*, 2(1): 71-88.
- Thamacharoensuk, T., Taweechotipatr, M., Kajikawa, A., Okada, S., Tanasupawat, S. 2017.** Induction of cellular immunity interleukin-12, antiproliferative effect, and related probiotic properties of lactic acid bacteria isolated in Thailand. *Annals of Microbiology*, 67(8): 511-518.
- Tripathi, M.K., Giri, S.K. 2014.** Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods*, 9: 225–241.
- Tsilingiri, K., Rescigno, M. 2013.** Postbiotics: What else? *Beneficial microbes*, 4(1): 101-107.
- Ukhanova, M., Wang, X., Baer, D. J., Novotny, J. A., Fredborg, M., Mai, V. 2014.** Effects of almond and pistachio consumption on gut microbiota composition in a randomised cross-over human feeding study. *British Journal of Nutrition*, 111: 2146–2152.
- Usta, B., Yılmaz-Ersan, L. ve Özcan, T. 2015.** Prebiyotik etkinin değerlendirilmesinde nicel yaklaşımlar. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, Nevşehir, 321.
- Usta, B., Yılmaz-Ersan, L. 2017.** Evaluation Of Prebiotic Potential Of Salep Obtained From Some Orchidaceae Species, *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 26(10): 6191–6198.
- Van der Meulen, R., Avonts, L., & De Vuyst, L. (2004).** Short fractions of oligofructose are preferentially metabolized by *Bifidobacterium animalis* DN-173 010. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70(4):1923-1930.
- Vulevic, J., Rastall, R. A., Gibson, G. R. 2004.** Developing a quantitative approach for determining the *in-vitro* prebiotic potential of dietary oligosaccharides, *FEMS Microbiology Letters*, 236 (1): 153-159.
- Yada, S., Lapsley, K., Huang, G. 2011.** A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 469–480.
- Yağcı, R. 2002.** Prebiyotikler ve probiyotikler. *Çocuk Sağl. Hast. Derg.*, 45: 337-344.
- Yang J., Liu, J., Felice, D. L. 2011.** Bioactive Components in Edible Nuts and Health Benefits. In: *Nuts: Properties, Consumption and Nutrition*. Davis, I.M., Nova Science Publishers, ss. 1-57.
- Yang, M.L., Jiang, R., Liu, M., Chen, S.J., He, L., Ao, X.L., Zhou, K. 2017.** Study of the probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from chinese traditional fermented pickles. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3): 1-7.
- Yasmin, A., Butt, M.S., Afzaal, M., Van Baak, M., Nadeem, M.T., Shahid, M.Z. 2015.** Prebiotics, gut microbiota and metabolic risks: Unveiling the relationship. *Journal of Functional Foods*, 17: 189–201.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan-Yılsay, T., Akpınar-Bayizit, A., Delikanlı, B. 2016.** Bifidojenik Faktör Olarak Laktoz Türevlerinin Önemi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (2): 79-90
- Yılmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit A., Usta, B., Kandil, M., ve Eroglu, E. 2018. **The effect of gums on the growth of *Bifidobacterium longum*.** *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(6): 4270-4276.
- Zaheer. A., Wang, Y., Cheng, Q. and Imran, M. (2010).** *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin from production to their application: An overview. *Afric. J. Biotechnol.*, 9:2843–2850.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cheima MANSRI
Doğum Yeri ve Tarihi : Korba/TUNUS – 20.07.1993
Yabancı Dil : İngilizce, Fransızca, Arapça
Eğitim Durumu
Lise : Korba Lisesi (2008-2012)
Lisans : Tunus Gıda Sanayi Yüksek Okulu
(2012- 2015)
Yüksek Lisans : Tunus Gıda Sanayi Yüksek Okulu
(2015-2016)
(Yüksek lisans birinci sınıf: Gıda endüstrisinde
yenilik ve geliştirme bölümü)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2017-2019)
İletişim (e-posta) : Cheimamansri@gmail.com
Yayımlar :

Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Karaman, S., Özdemir, T., Topçuoğlu, E., **Mansri, C.** 2018. The Shelf Life Characteristics of Plain and Fruit Flavored Kefir: Microbiological and Techno-Functional Properties. *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, 2(4):9-18.

Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., **Mansri, C.**, Topçuoğlu, E., Karaman, S., Özdemir, T. 2018. The Evaluation of the Textural and Sensorial Properties of Chocolate Dairy Dessert”, International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 Nisan, Kastamonu, Turkey, 764-767. (Sözlü bildiri)

Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayizit, A., Özdemir, T., Karaman, S., Topçuoğlu, E., **Mansri, C.** 2018. Association Between intake of Yogurt Consumption and Sensory Aspects. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 Nisan, Kastamonu, Turkey, 768-771. (Sözlü bildiri)