

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melike BAL

**FARKLI NOHUT UNU EKSTRAKLARININ, BAZI
PROBİYOTİK BAKTERİLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI NOHUT UNU EKSTRAKLARININ, BAZI PROBİYOTİK
BAKTERİLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Melike BAL

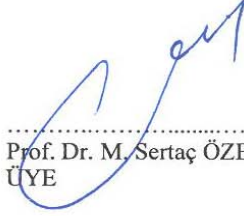
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 25./01/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.



Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
DANIŞMAN



Prof. Dr. M. Sertaç ÖZER
ÜYE



Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2017-7896**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI NOHUT UNU EKSTRAKLARININ, BAZI PROBİYOTİK
BAKTERİLERİN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Melike BAL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
Yıl: 2019, Sayfa: 89
Jüri : Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
: Prof. Dr. M.Sertaç ÖZER
: Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN

Bu çalışmada 3 farklı nohut unu ekstraktı prebiyotik amaçlı kullanılmış ve bu nohut unu ekstraktlarının prebiyotik özelliğe sahip olan *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota ile aynı ortama ilave edilmesiyle oluşabilecek olan sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca prebiyotik amaçlı kullanılan nohut unu ekstraktlarının protein ve şeker değerleri belirlenmiştir. Aynı işlemler gıda sanayinde sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan inülin ve fruktooligosakkarit (FOS) kullanılarak da yapılmıştır. Bulunan değerler incelenmiş ve nohut unu ekstraktlarının prebiyotik olarak inülin ve FOS'a iyi bir alternatif olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Nohut unu ekstraktları ve *Lactobacillus rhamnosus* glikoz içermeyen besiyerine ilavesiyle elde edilen sonuçlarda; *Lactobacillus rhamnosus* en fazla gelişmeyi Azkan türü nohutta gösterirken, bunu Hasanbey ve Seçkin nohut türü takip etmiştir. Örnekler arasında *Lactobacillus rhamnosus*'a ait gelişme değerleri dikkate alındığında nohut unu ekstraktları arasında istatistiki açıdan farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Besiyerine sadece *Lactobacillus rhamnosus*'un ilavesiyle elde edilen kontrol grubu sayım sonucu, nohut ilavesi kullanılan sonuçlara göre daha düşük bulunurken FOS ve inülinin prebiyotik olarak kullanılmasıyla elde edilen sonuçlara göre yüksek bulunmuştur. Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *Lactobacillus rhamnosus*'un gelişimi üzerine prebiyotik etki gösterdiği belirlenmiştir. Glikoz içermeyen besiyerine nohut örneklerinin ve *Lactobacillus casei* Shirota prebiyotik bakterisinin ilavesiyle elde edilen sonuçlarda; *Lactobacillus casei* Shirota en fazla gelişmeyi Hasanbey türü nohut unu ekstraktında gösterirken bunu Seçkin ve Azkan nohut türüne ait ekstraktlar takip etmiştir. Besiyerine sadece *Lactobacillus casei* Shirota ilavesiyle elde edilen kontrol grubu sayım sonucu, prebiyotik kullanılarak elde edilen sonuçlara göre yüksek bulunmuştur. Örnekler arasında *Lactobacillus casei* Shirota sayım sonuçları istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *Lactobacillus casei* Shirota gelişimi üzerine prebiyotik etki göstermediği belirlenmiştir.

Kjeldahl yöntemi ile yapılan protein tayininden elde edilen sonuçlara göre en yüksek protein değeri Seçkin nohutunda bulunmuştur, bunu Azkan ve Hasanbey nohutları takip etmiştir. Örnekler arasında protein değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Fenol-sülfirik asit yöntemiyle yapılan şeker tayininde ise en yüksek değer FOS'ta bulunurken nohut türünde ise Azkan'da bulunmuştur, bunu Hasanbey ve Seçkin takip etmiştir. Örnekler arasında şeker değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Nohut, Prebiyotik, Oligosakkarit, Probiyotik, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* Shirota

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECTS OF EXTRACTS THAT OBTAINED FROM DIFFERENT CHICKPEA FLOURS ON SEVERAL PROBIOTIC BACTERIA'S DEVELOPMENT

Melike BAL

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
Year: 2019, Page: 89
Jury : Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA
: Prof. Dr. M.Sertaç ÖZER
: Assoc. Prof. Dr. Emel ÜNAL TURHAN

In this study, 3 different chickpea flour extracts were used with the purpose of prebiotic and the results of the synbiotic effect which could be caused by the addition of these chickpea flour extracts to the same medium with *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus casei* Shirota were evaluated. Also, protein and sugar values of chickpea flour extracts which are used with the purpose of prebiotic were determined. The same processes were also performed using inulin and fructooligosaccharide (FOS), which are frequently used as prebiotics in the food industry. The values were examined and it was evaluated whether chickpea flour extracts were a good alternative instead of inulin and FOS as a prebiotic.

The results obtained by the addition of chickpea flour extracts and *Lactobacillus rhamnosus* to glucose-free medium; *Lactobacillus rhamnosus* showed the most development in the Azkan type chickpea, followed by Hasanbey and Seçkin chickpea. Considering the growth of *Lactobacillus rhamnosus* among the samples, the differences between chickpea flour extracts were not statistically significant ($p>0.05$). Control group count results obtained by adding only *Lactobacillus rhamnosus* to the medium were found to be lower than adding chickpea. The results of control group count was higher than by using FOS and inulin as a prebiotic. It was determined that the extracts obtained from all chickpeas showed prebiotic effects on the development of *Lactobacillus rhamnosus*. In the results obtained by adding chickpea samples and *Lactobacillus casei* Shirota probiotic bacteria to glucose-free medium; *Lactobacillus casei* Shirota showed the most growth in Hasanbey type chickpea flour extract, followed by extracts from Seçkin and Azkan chickpea species. Control group count result obtained by adding *L. casei* Shirota to the medium was found higher than the results obtained using prebiotics and chickpeas. Among the examples, *Lactobacillus casei* Shirota counting results were not statistically significant ($p>0.05$). It was determined that the extracts obtained from all chickpea varieties did not show prebiotic effect on *Lactobacillus casei* Shirota growth.

According to protein determination results which is made by Kjeldahl method, the highest protein value was found in Seçkin chickpea comparing to other chickpeas, followed by Azkan and Hasanbey. Protein values of samples were found to be statistically significant ($p<0.05$).

In sugar determination which made by phenol-sulfuric acid method, while the highest value was found in FOS and in Azkan comparing to other chickpeas, followed by Hasanbey and Seçkin. Sugar values of samples were found to be statistically significant ($p<0.05$).

Key Words: Chickpea, Prebiotic, Oligosaccharide, Probiotic, *Lactobacillus rhamnosus*, *L. casei* Shirota

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

İnsanlarda sindirim enzimleri tarafından sindirilemeyen fakat fermente edilebilen kısa zincirli karbonhidrat olarak bilinen oligosakkaritler, prebiyotik olarak bilinir ve insan sağlığı üzerine olumlu etkilere sahiptir. Probiyotiklerin gelişimi, birtakım yararlı bakteri gruplarının aktivitesini seçici bir şekilde zenginleştiren ve kalın bağırsakta patojen bakterilerin sayısını sınırlayan kompleks karbonhidrat olan oligosakkaritlerin bulunmasına bağlıdır. Probiyotiklerin gıdalarda yalnız başlarına kullanımı yerine probiyotiklerle kombine halde kullanılmasıyla (sinbiyotik) insan sağlığına daha olumlu etkileri olduğu yapılan araştırmalarla belirlenmiştir.

Prebiyotiklerin, özellikle ekmek, bisküvi, tahıl, fermente süt ürünleri, reçel, içecek, şekerlemeler, bebek mamaları ve çocuk gıdalarına ilave edilmesiyle bu gıdaların doku ve tat gibi duyuşal karakterleri zenginleşmekte; köpük, emülsiyon, ağız hissi stabilitesi artmaktadır.

Nohut, dünyada tarımı yapılan en önemli baklagil bitkisinden biridir ve Türkiye nohut tarımı yapılan ülkeler arasında önemli bir yere sahiptir. Bileşiminde yüksek miktarda protein bulunan nohut, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tercih edilen önemli bir gıda maddesidir. Baklagiller arasında zengin protein, mineral, vitamin içeriğı yanında diyet lifi bakımından da oldukça önemli bir kaynak olan nohutun tüketim şekilleri farklı bölgelerdeki tüketim alışkanlıklarına ve nohutun yapısal özelliklerine göre değışmekte olup nohut çoğunlukla yemeklik, leblebilik olarak kullanılabilen tarımsal sanayi ürünüdür. Nohuttan çeşitli fermente ürünler (tarhana, nohut mayası ekmeğı vb.), üretilmesinin yanı sıra nohut ve nohut unu ekstrüde atıştırmalıklarda (kraker, cips, çerez ve çeşitleri vb.), tahıl ürünlerinde (bisküvi, gofret, kahvaltılık gevrekler, tahıllı barlar, kek vb.), ekmek ve çeşitlerinde (glutensiz ekmek vb.), makarna ve noodle ürünlerinde, çıtır kaplamalarda, hazır çorba karışımlarında, sürmelik işlenmiş peynirlerde ve diğere uygulamalarda (humus, konserve vb.) kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada 3 farklı nohut unu ekstraktı prebiyotik amaçlı kullanılmış ve bu nohutların *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota probiyotik bakterileriyle aynı ortama ilave edilmesiyle oluşabilecek olan sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öncelikle kullanılacak olan nohut çeşitleri un haline getirilmiş ve rotary vakum evaporatörü aracılığıyla unlardan ekstraktlar elde edilmiştir. Nohut ve prebiyotik katkılı besiyerler hazırlanmış ve deneme desenleri gözönünde tutularak probiyotik kültürler bu besiyerlerinde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir. Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine sinbiyotik etki gösterdiği belirlenmişken inülin ve FOS ekstraktlarının ise *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine prebiyotik etki göstermediği belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların ve ayrıca inülin ve FOS ekstraktlarının *L. casei* Shirota gelişimi üzerine sinbiyotik etki göstermediği belirlenmiştir. İnülin, FOS ve nohut çeşitleri probiyotik sayısı üzerine istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ayrıca prebiyotik amaçlı kullanılan nohut unu ekstraktlarının protein ve şeker değerleri belirlenmiştir. Aynı işlemler gıda sanayinde sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan inülin ve FOS ekstraktları kullanılarak da yapılmıştır. Bulunan değerler incelenmiş ve nohut ununun prebiyotik olarak inülin ve FOS'a iyi bir alternatif olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Kjeldahl yöntemi ile yapılan protein tayininden elde edilen sonuçlara göre nohut ekstraktları arası en yüksek (%) protein değeri Seçkin nohutunda bulunurken bunu Azkan ve Hasanbey nohutları takip etmiştir. Nohut türlerinin protein değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sonuçlar değerlendirildiğinde et tüketiminin oldukça az olduğu ülkemizde protein ihtiyacını gidermek adına besinsel değeri yüksek olan nohutun kullanımı büyük önem arz etmektedir. Fenol-sülfirik asit yöntemiyle yapılan şeker tayininde prebiyotikler arasında en yüksek değer FOS'ta bulunurken, nohutlar arası en yüksek değer ise

Azkan türünde bulunmuş bunu Hasanbey ve Seçkin nohut türü takip etmiştir. Örnekler arasında şeker değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$), ancak nohut çeşitlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).





TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli yardım ve katkılarını benden esirgemeyen, çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zerrin ERGİNKAYA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam sırasında sık sık bilgi alışverişinde bulunduğum, tezimin her aşamasında özellikle istatistiki çalışmalardaki yardımlarından dolayı Ar. Gör. Gözde KONURAY'a, tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Sertaç ÖZER, Dr. Öğr. Üyesi Emel ÜNAL TURHAN ve Prof. Dr. Hüseyin ERTEN hocama teşekkürlerimi sunarım. Analizler sırasındaki yardımlarından dolayı Ar. Gör. Dr. Erdal AĞÇAM, Mustafa Kadir ESEN, Firuza KOBOYEVA, Nazlı Deniz ÖZEN, Tolga TİLKE'ye ve adını sayamadığım diğer arkadaşlarıma ayrıca nohut teminindeki yardım ve katkılarından dolayı Dürdane MART'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü'ne, yaşamım boyunca gösterdikleri sabır, anlayış, maddi ve manevi destekleri için sevgili annem Fadime BAL ve sevgili babam Durmuş Ali BAL'a, beni her zaman dinleyen ve sorunlarıma çözüm getirmeye çalışan sevgili kardeşim İbrahim BAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Tezimi yüksek lisans öğrenimim sırasında aramızdan ayrılan hayatım boyunca maddi manevi desteğini, ilgi ve sevgisini benden esirgemeyen sevgili dayım Fatih KARABUDAK ve sevgili babaannem Zübeyde BAL'ın aziz anısına ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1. Probiyotikler	1
1.1.1. Tanımı ve Tarihçesi	1
1.1.2. Probiyotiklerin Seçim Kriterleri ve Etki Mekanizmaları	3
1.2. Laktik Asit Bakterileri	6
1.2.1. <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	7
1.3. Prebiyotikler.....	8
1.3.1. Oligosakkaritler.....	9
1.3.2. İnülin	15
1.3.3. Fruktooligosakkaritler	18
1.4. Sinbiyotikler.....	19
1.5. Nohut ve Prebiyotik Özellikleri	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	23
2.1. Laktik Asit Bakterileri ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	23
2.2. Probiyotikler ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar.....	26
2.2.1. <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	28
2.2.2. <i>Lactobacillus casei</i> Shirota İle İlgili Yapılan Çalışmalar	32
2.3. Prebiyotik ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	33
2.3.1. İnülin ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	37

2.3.2. Fruktooligosakkarit ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	44
2.4. Sinbiyotikler ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	46
2.5. Nohut ve Nohut Unu ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar	50
3. MATERYAL VE METOD	55
3.1. Nohut ve Prebiyotikler	55
3.1.1. Probiyotik Bakteriler	55
3.1.2. Besiyerleri	55
3.2. Yöntem	55
3.2.1. Araştırma Planı	55
3.2.2. Nohut Unlarının Ekstraksiyonu	57
3.2.3. Probiyotik, Nohut ve Prebiyotik Katkılı Besiyerinin Hazırlanması ve İnkübasyon	58
3.2.4. Laktik Asit Bakteri Sayımı	60
3.2.5. Nohut Ekstraktlarının Toplam Protein Miktarı Tayini	60
3.2.6. Prebiyotiklerin ve Nohut Ekstraktlarının Toplam Şeker Miktarı Tayini	62
3.2.7. İstatistiksel Analizler	63
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	65
4.1. Laktik Asit Bakteri Sayımı	65
4.2. Nohut Ekstraktlarının Toplam Protein Miktarı	68
4.3. Prebiyotiklerin ve Nohut Ekstraktlarının Toplam Şeker Miktarı	69
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Dünyada Yaygın Olarak Kullanılan Probiyotikler ve Probiyotik Olarak Düşünülen Mikroorganizmalar	5
Çizelge 1.2. Bazı Prebiyotikler ve Üretim Metotları	12
Çizelge 3.1. Araştırmada Kullanılan Probiyotik Mikroorganizmalar, Besiyerleri, Nohut ve Prebiyotik Katkılar	56
Çizelge 4.1. Farklı Prebiyotiklerden ve Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Probiyotik Sayıları	65
Çizelge 4.2. Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Toplam Protein Miktarı Değerleri	68
Çizelge 4.3. Farklı Prebiyotiklerden ve Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Toplam Şeker Miktarı Değerleri	70



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Nohut Ekstraktı Elde Aşamaları.....	58
Şekil 3.2.	Probiyotik, Nohut ve Prebiyotik Katkılı Besiyerinin Hazırlanması ve İnkübasyon Aşamaları.....	59





SİMGELER VE KISALTMALAR

LAB	: Laktik Asit Bakterileri
rpm	: Dakikada Devir Sayısı
sp.	: Species (tür, tekil)
spp.	: Species (tür, çoğul)
FDA	: Food and Drug Administration; Gıda ve İlaç Kurumu
GRAS	: Generally Recognized as Safe; Güvenli Olarak Belirlenmiş
WHO	: World Health Organization; Dünya Sağlık Örgütü
FAO	: Food and Agriculture Organization; Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
ILSI	: International Life Sciences Institute; Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü
FOS	: Fruktooligosakkarit
OF	: Oligofruktoz
INU	: İnülin
GOS	: Galaktooligosakkarit
SOS	: Soyaoligosakkariti
KOS	: Ksilooligosakkarit
TOS	: Transgalaktooligosakkaritler
LAK	: Laktuloz
KZYA	: Kısa Zincirli Yağ Asitleri
DP	: Polimerizasyon Derecesi
GI	: Glisemik İndeks
GL	: Glisemik Yük
CLSM	: Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop
L	: Siyahlık Beyazlık (Aydınlık Değeri)
a*	: Yeşil ve Kırmızılık
b*	: Mavilik ve Sarılık

kob : Koloni Oluşturan Birim
MRS : de Man Rogosa Sharpe
mbar : Mili Bar
v/w : Ağırlıkta Yüzde Hacimce
nm : Nanometre



1. GİRİŞ

Gıda üretiminde yararlanılan, sağlığa faydalı bazı bileşenler arasında bulunan diyetle alınan lifler, oligosakkaritler, proteinler, şeker alkoller, peptitler, alkoller, izoprenoidler, glukozidler, kolinler, vitaminler, mineraller, ve çoklu doymamış yağ asitleri yer almaktadır (Vural, 2004). Gıdalara fitokimyasallar, omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri, bioaktif peptidler, prebiyotikler ve probiyotikler ilave edilerek gıdalar sağlığa daha yararlı hale getirilebilmektedir (Shah, 2001). Dünya genelinde en çok tercih edilen gıdalar, bağırsak fonksiyonlarında rahatlatıcı rol oynayan yoğurt ürünleri, probiyotikler, prebiyotikler, fermente süt içecekleri, şekerlemeler ve fırıncılık ürünleri iken Türkiye’de en çok tercih edilen ürünlerin, karışık meyve suları, çaylar ve bağırsak sistemini rahatlatıcı süt ve süt ürünleri olduğu görülmüştür (Sevilmiş, 2008).

1.1. Probiyotikler

1.1.1. Tanımı ve Tarihçesi

"Pro" ve "biota" olmak üzere iki kelimededen oluşan bu terim Yunancada "for life" (yaşam için) anlamını taşır. 1908’de Rus bilim adamı “Elie Metchnikoff” bazı bakterilerin insan sağlığında aktif rol oynadığını ve bağırsakta kolonize halde bulunan zararlı mikroorganizmaların yararlılarla değiştirilebileceğini ileri sürmüştür. “Elie Metchnikoff”, fermente süt tüketiminin fazla olduğu Batı Rusya ve Bulgaristan gibi Avrupa’nın farklı bölgelerindeki yerel halkın florasını oluşturan bu bakteriyi *Lactobacillus bulgaricus* olarak adlandırmıştır (Salman, 2011).

Probiyotik tabirini “fermente süt ürünlerinde mevcut olarak bulunan ve konağın bağırsağında mikrobiyel dengeyi pozitif yönde etkileyen canlı bakteriler” olarak açıklayan ilk bilim insanı Nobel ödüllü Elie Metchnikoff olmuştur (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2016).

Elie Metchnikoff, intestinal florada bulunan bakterilerin protein hidrolizi vasıtasıyla oluşturduğu aminler, amonyak, indol gibi maddelerin konakta

intoksikasyona sebebiyet verdiğini belirtmiştir. Ayrıca protein hidrolizi yerine enerjisini karbonhidrat fermantasyonundan elde eden laktik asit bakterilerinin kullanımıyla yararlı sonuçlar alındığını ifade etmiştir. Bilimsel olarak bu organizmaların tanımlanması ancak, yirminci yüzyılın sonlarında olmuştur (Yılmaz, 2013).

20. yüzyılın ilk çeyreğinde “Henry Tissier” bifidobakterileri ilk defa anne sütünde tespit etmiştir. Anne sütüyle beslenmiş bebeklerin bağırsak mikrobiyotasında bifidobakterilere fazlaca rastlanmış ve bu bakterinin yeni doğanları ishalden koruduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar çeşitli probiyotik türlerini kullanarak farklı tip hastalıkların tedavisi ve önlenmesi üzerine araştırmalar yapmıştır. 1935 yılında *Lactobacillus acidophilus* keşfedilmiş olup bu bakterinin insan sindirim sistemine verildiği takdirde oldukça aktif olduğu saptanmıştır (Salman, 2011).

Fleming’in 1938’de penisilini keşfetmesi ve sonrasında 2. Dünya Savaşı yıllarında antibiyotikler üzerine yapılan çalışmalarla elde edilen bulgular sonucunda, probiyotiklerin kullanımı azalmıştır. Buna karşın 1960’lı yıllarda antibiyotiklere dirençli bakterilerin ortaya çıkması ile birlikte, doğal mikroflora ile ilgili çalışmalar tekrar önem kazanmıştır. Dubos ve arkadaşları (1965), sindirim kanalı ve bu kanaldaki mikrobiyotanın özelliği üzerine yaptığı çalışmalarla probiyotiklere önemli katkıları olmuştur. 1975 yılında Endre Kuanta *Streptococcus faecium M74* suşunu sağlıklı İsveçli çocukların bağırsaklarından izole ederek bu suşu ilk kez probiyotik olarak tanımlamıştır (Yılmaz, 2013).

Parker (1974), probiyotikleri “Bağırsak mikrobiyal dengesine katkı sağlayan organizma ve maddeler” olarak ifade ederken bir başka tanımlamada ise; probiyotikler “Sağlığı geliştirmek amacıyla diyet takviyesi olarak verilen mikrobiyel hücreler” olarak kabul edilmiştir (Tannock 1997; Yılmaz, 2013). Gatesoupe (1999), ise probiyotikleri “Sağlığı geliştirmek amacı ile mikrobiyel hücrelerin sindirim sistemine girebilecek ve canlı kalabilecek şekilde düzenlenmesi” olarak tanımlarken, Gram ve arkadaşları (1999), bu tanımlamayı

“Konakçı organizmanın mikrobiyel dengesini olumlu yönde etkileyen canlı mikrobiyal takviye” olarak değiştirmişlerdir (Alak ve Atamanalp, 2012). Günümüze kadar probiyotiklerin birçok tanımı yapılmış olup, Dünya Sağlık Örgütü/Gıda ve İlaç İdaresi (WHO/FAO), raporunda probiyotikleri “yeterli miktarda tüketildikleri zaman konak sağlığı üzerinde olumlu etkiler sergileyen canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlamıştır. Ayrıca, Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü’nün (ILSI) yaptıkları tanımlamada probiyotikler “yeterli miktarlarda alındıklarında tüketici sağlığı üzerinde pozitif etkileri olan canlı mikrobiyal gıda bileşenleri” olarak görülmektedir. Her iki açıklamadaki ortak çıkarım, probiyotiklerin yeterli miktarda alındığı zaman konak üzerinde sağlığa yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar olduğudur (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2016).

1.1.2. Probiyotiklerin Seçim Kriterleri ve Etki Mekanizmaları

Uygun probiyotiklerin belirlenmesi için çeşitli seçim kriterleri bulunmaktadır. Bu bakterilerde olması gereken özellikler; (Çetin ve ark, 2011; Palamutoğlu ve Kasnak, 2014)

- Sağlığa faydalı etkilerinin sürdürülebilmesi için gerekli olan antimikrobiyel maddeleri üretebilmek amacıyla doğal insan mikroflorasına ait olma,
- Gastrointestinal sisteminin üst kısmından geçişinde canlılığını koruyabilme (safra tuzları, gastrik asit ve proteolitik enzimlere dirençli olma, mideden kolona geçiş sırasında aktivitesini koruma),
- Konakçı için olumlu etkilere sahip olma (hastalıkların önlenmesi, probiyotik ve konakçı etkileşimi),

- Proses ve depolama süresi boyunca yapılan teknolojik uygulamalara direnç gösterme (gıda katkı maddeleri, gıda matriksinin etkisi, mekanik ve ısıtma işlem vb.),
- İnsanların kullanımı için güvenli olma,
- Patojenlerle rekabet edebilmesi için probiyotiklerin bağırsak epitellerine tutunabilme veya agregasyon oluşturabilme yeteneğine sahip olma,
- Karsinogenik ve patojenik bakterilere antagonistik etki yapma,
- Metabolik etki kabiliyetine sahip olma (kolesterol asimilasyonu, vitamin üretimi, laktaz aktivitesi).

Bunun yanı sıra uygun probiyotik karakterizasyonunun iyi yapılabilmesi için, klinik çalışmalara tabi tutulmuş olması ve yararlı görülen fizyolojik etkilerinin bilimsel olarak ispatlanması gerekmektedir. Buna ek olarak insan sağlığı göz önünde bulundurulduğunda ise probiyotik mikroorganizmanın toksik olmaması ve transfer edilebilir antibiyotik direnç genleri içermemesi oldukça önemli kriterlerdendir (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2016).

Bağırsak pH'sını düşürmesi, bakteriyosinler ve/veya defensinler gibi antimikrobiyal peptidler salgılaması ile probiyotik mikroorganizmalar, patojen mikroorganizmaların çoğalmasını önlerler (Coşkun, 2006). Gıdanın işlenmesi, depolanması, tüketilmesi sırasında, probiyotik hücrelerin insan mide ve bağırsak sistemine geçişlerinde çeşitli stres faktörlerinin etkisi sonucunda bu hücrelerin canlılıklarını önemli derecede kaybettiği ve biyoaktivitesini yitirdiği gözlemlenmiştir (Heidebach ve ark, 2012). Ticari olarak kullanılan probiyotikler bağırsak patojenlerini inhibe edici yeteneğe sahip olmalı, üretim ve depolama sırasında canlılığını ve aktivitesini koruyabilmelidir. Ayrıca gıdalara ilave edildiğinde kaliteyi düşürmemelidir (Çetin ve ark, 2011).

B. bifidum, *B. lactis*, *B. longum*, *B. infantis*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. reuteri* ve *L. salivarius* sıklıkla

kullanılan suşlar arasında yer alır. *Clostridium*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Streptococcus* ve *Saccharomyces* (bir maya türü) cinsine ait olanları da vardır.

Çizelge 1.1. Dünyada Yaygın Olarak Kullanılan Probiyotikler ve Probiyotik Olarak Düşünülen Mikroorganizmalar (Krishnakumar ve Gordon 2001; Uymaz 2010)

<i>Lactobacillus</i> Suşları	<i>Bifidobacterium</i> Suşları	<i>Streptococcus</i> Suşları	Mayalar
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>Saccharomyces</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>boulardii</i>
<i>L. fermentum</i>	<i>B. lactis</i>		<i>Saccharomyces</i>
<i>L. gasseri</i>	<i>B. longum</i>		<i>cerevisiae</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. infantis</i>		<i>Candida</i>
<i>L. lactis</i>	<i>B. adolescentis</i>		<i>torulopsis</i>
<i>L. paracasei</i>	<i>B. thermophilum</i>		
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			
<i>L. salivarius</i>			
<i>L. bulgaricus</i>			
<i>L. helveticus</i>			
<i>L. cellobiosus</i>			
<i>L. delbrueckii</i>			
<i>L. brevis</i>			
<i>L. curvatus</i>			

L. acidophilus, *L. salivarius* ve *L. casei* kompleksi (*L. rhamnosus* GG, *L. casei*, *L. casei* Shirota ve *L. paracasei*) insan bağırsağında en fazla bulunan türler arasında yer almaktadır (Gül, 2015).

Farklı tür ve suşlar, farklı probiyotik etki gösterebilmektedirler (Coşkun, 2006). Çoğunlukla laktik asit bakterilerinden oluşan probiyotiklerin sayısı

günümüzde oldukça fazla olup bu özellikteki laktik asit bakterileri ürünün lezzet, tat, aroma gibi özelliklerine ek olarak ürünün fonksiyonel ve fizyolojik özelliklerine de pozitif yönde etki etmektedir (Demirok, 2014; Palamutoğlu ve Kasnak, 2014).

1.2. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB), fermentatif metabolizmaları sonucunda laktik asit üreten, genelde katalaz (-) ve bazı durumlarda ise pseudo-katalaz olan, gıdalarda starter kültür olarak kullanılan bakterilerdir (Arslan, 2010).

Laktik asit bakterilerinin "hem" grupları (sitokrom ve katalaz) bulunmamasına rağmen havanın oksijeninde gelişip üreyebilirler. Yani katalaz enzimleri olmasada aerob koşullarda gelişebilen nadir bakteriler arasında yer alırlar. Laktik asit bakterilerinin tamamı anaerob olarak gelişirken, birçoğu fakültatif anaerob veya mikroaerofiliktirler. Gram pozitif, kok, çomak, tetra ve ovoid şeklinde, asit tolerant olan türleri içeren, *Sporolactobacillus inulinus* hariç spor oluşturmeyen, kromozomal DNA yapısındaki guanin+sitozin (G+C) oranı %55'ten az olan bakterilerdir. Bir iki tür dışında laktik asit bakterilerinin tümü hareketsiz olup fizyolojik karakterleri bakımından birbirine yakın veya benzer, ancak morfolojik yapıları yönüyle oldukça farklı olan cinsleri içerirler (Demirok, 2014).

Laktik asit bakterileri; *Eubacteriales* takımının, *Streptococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Actinomycetaceae* familyalarının içerisinde alır ve *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Weissella*, *Tetragonococcus*, *Pediococcus*, *Vagococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Aerococcus* ve *Oenococcus* cinslerini içerir (Demirok, 2014). *Bifidobacterium* cinsi de filogenetik olarak laktik asit bakterilerine benzememesine rağmen fizyolojik, biyokimyasal, ekolojik özellikleri bakımından benzer özellik gösterdiğinden LAB içerisinde yer almaktadır (Tangüler 2010).

LAB, laktik asit fermentasyonu sonucu oluşturdukları ürünlerin cinsine ve miktarına göre; Homofermentatif laktik asit bakterileri ve Heterofermentatif laktik asit bakterileri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Homofermentatif laktik asit

bakterileri (Bazı *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* vb.) Fruktoz Di Fosfat yolunu kullanarak şekerlerden ana ürün olarak %90-95 oranında laktik asit oluştururken Heterofermentatif laktik asit bakterileri (Bazı *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella* vb.) ise Heksoz Mono Fosfat yolu ile şekerleri parçalayarak fermantasyon sonucu %50 laktik asit üretirler. Buna ek olarak yüksek oranda etil alkol, asetik asit, karbondioksit, gliserol, diasetil, mannitol ve fruktoz gibi ikincil ürün üretirler (Demirok, 2014).

Lactobacillus cinsi, laktozu fermente etme tiplerine göre üç büyük gruba ayrılmaktadır; *Betabacterium*, *Streptobacterium*, *Thermobacterium*. *Betabacterium* grubuna dahil olan *Lactobacillus* türleri son ürün olarak laktik asidin yanı sıra asetik asit ve diğer organik asitleri, etil alkol ve CO₂ üretirler. Zorunlu heterofermentatif *lactobacillus* türleri bu gruba dahildir (*L.fermentum*, *L.buchneri* ve *L.kefir*) *L.reuteri* ve *L.fermentum* insan gastrointestinal sisteminde bulunan en önemli heterofermentatif laktobasiller olarak tanımlanmıştır (Holzapfel ve Schillinger 2002). *Streptobacterium* grubundaki laktobasiller, heksoz şekerinden fermantasyon yoluyla yüksek oranda laktik asit üretirler. Ancak glukoz yokluğunda bazı türleri laktik asit, asetik asit, etil alkol ve formik asit üretirler. Bu grupta fakültatif heterofermentatif türler yer almaktadır (*L. casei* subsp. *casei*, *L. casei* subsp. *pseudopiantarum*, *L. casei* subsp. *rhamnosus*, *L. casei* subsp. *tolerans*, *L. plantarum* ve *L. sake*).

1.2.1. *Lactobacillus rhamnosus*

Lactobacillus rhamnosus'un farklı suşları birçok probiyotik üründe uzun zamandır kullanılmakla birlikte en iyi bilinen suşu ise *L. rhamnosus* GG'dir. *L. rhamnosus*'un bu özel suşunun birçok yararlı etkisi olduğu bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır (Arslan, 2010). 1983 yılında *L. rhamnosus* GG, insan gaitasından izole edilmiş olup 1985 yılında da patenti alınmıştır. Sherwood Gorbach ve Barry Goldin tarafından Tufts Üniversitesi'nde bulunduğu için "GG" eki kabul edilmiştir (Coşkun, 2006).

Bu bakteri Gram pozitif, fakültatif anaerob olup, oksijensiz ortamda L(+) laktik asit ve etanol üretmektedir (Goldin ve ark, 1992; Alak ve Atamanalp, 2012). *L. rhamnosus* GG' nin başlıca özellikleri; insan bağırsak mikrobiyotasında doğal olarak bulunması, düşük pH'daki ortamlara karşı dayanıklı olması ve gastrointestinal sistem duvarına tutunabilmesidir (Goldin ve ark, 1992). Ayrıca *L. rhamnosus* GG (LGG) streptokoklarını da içeren birçok bakteriye karşı antagonistik aktivite sergilemektedir (Gürsoy ve Kınık, 2006).

1.3. Prebiyotikler

Gibson ve Roberfroid 1995'te "kolonda bulunan sınırlı sayıdaki bakterilerin aktivitesini ve/veya büyümesini sağlayarak konakçıya faydalı etkileri bulunan ve konakçının sağlığını koruyan "sindirilemeyen gıda katkısı" olarak prebiyotikleri tanımlamışlardır (Özyurt ve Ötleş, 2014). Bu tanımlama günümüzde diğer araştırmacılar tarafından geliştirilerek "konakçının sağlığına yararı olan gastrointestinal floradaki aktivite ve/veya kompozisyonun spesifik değişimlere izin veren fermente olan bileşen" olarak tanımlanmıştır (Saad ve ark, 2013).

Prebiyotikler, kolonda sindirime direnç göstermesi nedeni ile sindirime uğramadan kolona ulaşırlar (Li ve ark, 2007). Genellikle, %80'lik etanolde çözülebilen sindirilemeyen oligosakkaritler olarak adlandırılır (Shin ve ark, 2000).

Prebiyotik ile ilgili yapılan tanımlamalar ışığında, yeni prebiyotikler sözü geçen kriterlere uygun olarak tespit edilmektedir. Bir gıda bileşeninin prebiyotik özellikte sayılabilmesi için taşınması gerekli olan nitelikler aşağıda verilmiştir (Yerlikaya ve Karagözlü, 2009).

- Sindirime dirençli olmalı, bağırsak sisteminin üst kısmında hidrolize ve absorbe olmamalı,
- Kolon mikroflora bakterileri tarafından hidrolize edilmeli,

- Kolonda yer alan bir veya birkaç yararlı bakteri (örn. laktobasiller, bifidobakterler) tarafından kullanılabilmesi ve onların çoğalmasını teşvik etmeli,
- Konakçı sağlığı üzerine olumlu yönde etkilemelidir.

1.3.1. Oligosakkaritler

Tüketicilerin artan sağlık bilinci dolayısıyla diyet karbohidratların spesifik türlerine olan talep yükselmiştir. Diyet liflerinin, sindirilemeyen nişasta ve oligosakkarit gibi alt gruplarının sağlığı destekleyici etkisi kanıtlanmıştır (Nacos ve ark, 2006; Nabarlantz ve ark, 2007). Sindirilemeyen karbohidratlar içerisinde, fonksiyonel oligosakkaritler, tüketiciye kazandırdığı yararlı fizyolojik etkileri nedeniyle dikkat çekmiştir. Karbohidratlar, molekül boyutlarına veya polimerizasyon derecelerine (birleşmiş monosakkarit birimlerinin sayısı) göre monosakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler olarak sınıflandırılmaktadır. Diyet lifler; polisakkaritler, lignin ve oligosakkaritler [inülin, galaktooligosakkarit (GOS) ve fruktooligosakkarit (FOS)] olarak sınıflandırılırken polisakkaritler ise; yapısal ve yapısal olmayan polisakkaritler olarak ikiye ayrılır. Çözünabilir liflerin belirli türleri (inülin, FOS, GOS, vb.) bağırsakta yararlı bifidobakterler ve laktobasillerin gelişimine prebiyotik etki göstererek istilacı patojenlere karşı vücudun doğal direncini artırır. Sonuç olarak, oligosakkaritler düşük molekül ağırlıklı karbohidratlar olup fizyolojik özelliklerine göre sindirilebilen ve sindirilemeyenler olarak da sınıflandırılabilir. Sindirilemeyen oligosakkarit kavramı, karbohidratın monosakkarit biriminde anomerik karbon atomunun bulunmasından kaynaklanmakta olup diyet liflerinin sahip olduğu bu konfigürasyonda bulunan osidik bağlar, onları insan sindirim enzimlerinin hidrolitik aktivitesi ile sindirilemez hale getirir (Büyüktortop, 2011).

Sindirilemeyen oligosakkaritlerin temel kategorileri içinde monosakkarit birimi olarak fruktoz, galaktoz, glikoz veya ksiloz bulunan yapılarıdır. Sindirilemeyen oligosakkaritler kolondaki yararlı bakterilerin (özellikle

bifidobakter türlerinin) gelişimini destekler ve prebiyotik olarak tanımlanırlar. Sindirilemeyen oligosakkaritlere ait kimyasal farklılıklar; monosakkarit kompozisyonu, dallanma derecesi, zincir uzunluğu ve saflık farklılıklarından meydana gelir. Sindirilemeyen oligosakkaritler, bir, iki veya üç farklı tip monosakkaritten meydana gelmekte olup bu oligosakkaritler en azından üç monosakkaritten meydana gelir buna rağmen, laktuloz bir disakkarittir. Laktuloz diğer oligosakkaritlere benzer özellik göstermesinden dolayı oligosakkarit sınıfına dahil edilmektedir. Buna benzer şekilde ksilobioz polimerizasyon derecesi iki olan bir bileşik olup yüksek polimerizasyon derecesine sahip ksilooligosakkaritlerle benzer sağlık etkisi ve teknolojik özellik göstermesi sebebiyle bir ksilooligosakkarit olarak düşünülmektedir (Büyüktortop, 2011).

Probiyotiklerin gelişimi, ortamda kompleks karbonhidrat olarak bilinen oligosakkaritlerin bulunmasına bağlıdır (Sağdıç, 2004). Oligosakkaritler 2-20 sakkarit uzunluğundaki, genellikle farklı polimerizasyon derecelerine sahip olan şeker kombinasyonlarıdır (Mussatto ve Mancilha, 2007; Sadeq ve ark, 2013). Prebiyotik olarak bilinen oligosakkaritler ise fruktoz, galaktoz, glikoz ve/veya ksiloz gibi monosakkaritlerden oluşmaktadır (Mussatto ve Mancilha, 2007). Bitkilerden elde edilen fruktooligosakkaritler (FOS), inülin ve galaktooligosakkaritler (GOS) bugüne kadar bilinen önemli prebiyotik kaynaklarıdır. Bunlara ek olarak oligosakkaritlerin rafinoz familyası ile dirençli nişasta (mide bağırsak siteminde emilmeyen türü) prebiyotik karbonhidrat olarak tanımlanmıştır (Dwivedi ve ark, 2014). Üzerinde en çok çalışılan ve hakkında en çok bilgi birikimine sahip olunan prebiyotikler; inülin tipi fruktanlar, fruktooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler, soya fasulyesi oligosakkaritleri, izomaltooligosakkaritler, ksilooligosakkaritler, laktuloz ve polidekstrozdur (Sakin ve Tanoglu, 2016).

Gıdalarda kullanılan başlıca prebiyotikler aşağıda belirtilmiştir (Shin ve ark, 2000; Mussatto ve Mancilha, 2007; Yerlikaya ve Karagözlü, 2009).

- İnülin
- Fruktooligosakkaritler
- Galaktooligosakkaritler
- Soyaoligosakkaritleri
- Glukooligosakkaritler
- Gentiooligosakkaritler
- İzomaltooligosakkaritler
- Ksilooligosakkaritler
- Maltooligosakkaritler
- Laktuloz
- Laktosukroz
- Raftilin
- Oligomat
- Palatinoz
- Pirodekstrinler
- Siklodekstrinler
- Sorbitol
- Rafinoz
- Transgalaktooligosakkaritler (TOS)

Oligosakkaritler, birçok bitkide doğal olarak bulunurlar. Ayrıca, ticari olarak oligosakkaritlerin üretimi, polisakkaritlerin enzimatik hidroliziyle veya monosakkarit ve/veya disakkaritlerden sentezlenmesiyle mümkündür (Manning ve Gibson, 2004). Bitkilerden ekstraksiyonla elde edilen prebiyotiklere; hindiba, soğan, pırasa ve sarımsaktan inülin, anne sütünden galaktooligosakkaritler ve soyadan soyaoligosakkaritleri örnek verilirken, polisakkaritlerden enzimatik hidrolizi takip eden prebiyotiklere; inülinde oligofruktoz ayrıca ksilooligosakkarit ve izomaltooligosakkaritler ve mono veya disakkaritlerden sentezle elde edilenlere

ise; sukrozdan fruktoligosakkaritler ve laktozdan transgalaktosilatlanmış oligosakkaritler veya galaktooligosakkaritler örnek verilebilir. (Özyurt ve Ötleş, 2014). Anne sütünde doğal olarak 130'dan fazla çeşitte oligosakkarit bulunmaktadır ve bu oligosakkaritler ile diğer kompleks karbonhidratlar, kolonik mikroflorayı düzenler ve fermantasyon ürünlerinin yararlı biyolojik etkilerinden dolayı prebiyotik etki gösterirler (Çetin, 2010; Ceyhan ve Alıç, 2012).

Prebiyotiklerin eldesinde kullanılan çeşitli yöntemler Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Bazı Prebiyotikler ve Üretim Metotları (Ziemer ve Gibson, 1998; Özyurt ve Ötleş, 2014)

Karbonhidrat	Doğal Kaynaklar	Kimyasal Yapı	Üretim Metodu
İnülin	Meyveler ve sebzeler (hindiba, muz, soğan, sarımsak vb.)	$\beta(2-1)$ -Fruktanlar	Hindiba kökü ve Agave tequilana'dan ekstraksiyon
Fruktooligosakkaritler	(kuşkonmaz, hindiba, şeker pancarı, soğan, muz, sarımsak, yer elması, arpa, çavdar, buğday, bal vb.)	$\beta(2-1)$ -Fruktanlar	Hindiba inülinlerinin hidrolizi veya sukrozdan transfruktosilasyonu
Galaktooligosakkaritler	Anne sütü	Galaktoz oligomerleri, bazı glikoz/laktoz/galaktoz birimleri	β -galaktosidaz tarafından laktozdan üretimi

Çizelge 1.2. Devamı

Soyaoligosakkaritler	Soya fasulyesi	Nişasta ve rafinozun karışımı	Soya fasulyesinden ekstrakte edilir
Ksilooligosakkaritler	Meyveler, sebzeler, bambu filizleri, süt, bal	β (1-4) bağlı ksiloz	Ksilanın enzimatik hidrolizi, doğal lignoselülozik materyallerden enzimatik uygulamalarla, mineral asitlerin seyreltilmiş çözeltileri, su veya buharla ksilanın hidrolitik bozunmasıyla
İzomaltooligosakkaritler	Nişasta(buğday, arpa, mısır, pirinç, patates vb.)	α (1-4) glikoz ve α (1-6) dallanmış glikoz	Maltozun mikrobiyal veya enzimatik transgalaktosilasyonu, sukrozdan enzimatik sentez
Pirodekstrinler	Nişasta (mercimek, songumun çekirdekleri, sago kökleri vb.	Glikoz içeren oligosakkarit karışımı	Mısır veya patates nişastasının pirolizi

Sindirilemeyen oligosakkaritlerin birçok türü doğal bileşen olarak sütte, balda, yer elması, hindiba, pırasa, sarımsak, enginar, muz, çavdar, arpa gibi gıdalarda bulunur. Bu kaynakların çoğunda oligosakkarit miktarı, yaş ağırlığın %0.3-6 arasındadır. Hindibada bu değer %5-10 iken, yer elmasında %20'ye ulaşmaktadır (Mussatto and Mancilha, 2007). Doğal sindirilemeyen oligosakkaritlere diğer örnekler, soya fasülyesi ve baklagiller ve bunların çekirdeklerindeki galaktozilsükroz, rafinoz, stakiyoz; bambu filizlerindeki ksilooligosakkaritler ve sütteki (özellikle de kolostrumda serbest halde ya da glikoza bağlı formda bulunan) galaktooligosakkaritlerdir (Büyüktortop, 2011).

Prebiyotik olarak adlandırılan oligosakkaritler (özellikle frukto ve galakto oligosakkaritler) bifidobakterilerin üremelerini arttırken, patojen mikroorganizmaların bağırsak yüzeyinde tutunmasına yardımcı olan fimbrialara bağlanma özelliğine sahip olduklarından, patojen mikroorganizmaların kolonizasyonunun önleyip onların dışkı yoluyla atılmasını sağlarlar (Çetin, 2010; Sezen, 2013). Mide ve ince bağırsakta sindirilemeyen prebiyotikler, bağırsaklarda bakteriler tarafından kısa zincirli yağ asidi üretmek amacıyla fermente edilirler (Özyurt ve Ötleş, 2014). Fermantasyon işleminin sonunda kısa zincirli yağ asitlerinin (KZYA) ve kısa zincirli karboksil asitlerin meydana gelmesiyle pH düşmekte ve bunun sonucunda ortam aside dirençli yararlı bakteriler için (*Lactobacillus*, *Eubacteria*, *Bifidobacteria*) uygun olmasına karşın potansiyel patojenik bakteriler (*Clostridium* vb.) için uygun olmaz ve böylece patojenik bakteriler baskılanırlar (Yılmaz, 2013). Prebiyotiklerin fermantasyonu ile asetat, bütirat ve propiyonat gibi ürünler açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bütirat ve diğer kısa zincirli yağ asitleri insan sağlığı açısından; bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, sodyum emiliminin artması, enerji sağlama, kan kolesterol seviyesinin azalması, hücre çoğalmasının kontrol altına alınması gibi olumlu etkilere neden olmaktadır (Coşkun, 2006).

1.3.2. İnülin

İnülin, doğada yaygın olarak bitkilerin depo karbonhidratı formunda bulunan ve fruktoz polimerlerinin heterojen karışımına verilen isim olup prebiyotikler üzerine yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Perrin, 2001). İnülin, tipik olarak bir terminal glukozu sahip olup bunun yanı sıra üst bağırsak sisteminde enzimlerle sindirilmesini kısıtlayan fruktoz monomerlerinin [$\beta(2-1)$] glikosidik bağı ile bağlanması sonucu oluşan 2-60 zincir uzunluğunda bir prebiyotiktir. Hidrolize edilmiş inülinlerden polimerleşme derecesi 10'dan küçük oligomerler, yani fruktooligosakkarit meydana gelebilir (Boran, 2012). İnülin bitkiler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır ve genellikle bitkilerin kök kısımlarında depolanır. İnülin sentezleyen ve depolayan bitkilerin çoğunda nişasta gibi diğer depo maddeleri depolanmaz (Boran, 2012).

İnülin kendi içinde üç gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar; az şekerli, standart ve yüksek performanslı inülinlerdir. İnülinin polimerizasyon derecesi (DP) 3-60'tır. Standart inülinin DP'si 10 iken spesifik ayrıştırma işlemlerinden geçirilmiş yüksek performanslı inülinlerde DP 23'tür. Yüksek performanslı inülinde ise mono, di ve oligosakkaritler ayrıştırıldığı için şeker tadı azalmış olup, yağ benzeri yapı kazanmaktadır (Songun, 2016). Doğal İnülin Kaynakları (Boran, 2012);

- Elecampane (*Inula helenium*) – andızotu
- Dandelion (*Taraxacum officinale*) - karahindiba
- Wild Yam (*Dioscorea* spp.) – yabani yer elması
- Jerusalem artichokes (*Helianthus tuberosus*) – yer elması
- Chicory (*Cichorium intybus*) - hindiba
- Burdock (*Arctium lappa*) - dulavratotu
- Onion (*Allium cepa*) - soğan
- Garlic (*Allium sativum*) – sarımsak
- Agave (*Agave* spp.) – agav

İnülin ekstraksiyonunun endüstriyel olarak yapılabilmesi için Asteraceae familyasından hindiba bitkisi kullanılmaktadır. Doğal hindiba inülini, farklı sentez yollarıyla taze köklerden ayrıştırılarak yapılır (Kavas, 2011; Sakin ve Tanoglu, 2016). Oligofruktoz (OF) ve fruktooligosakkaritler (FOS) birbirleriyle eş anlamlı terimler olarak bilinmekte olup etiketlemede bu terimler kullanılmasına rağmen, oligofruktoz inülinin inülinaz enzimi kullanılarak hidrolize olmuş şeklidir (Yabancı, 2010). Hindiba bitkisinin %15-20'si inülinde oluşurken %5-10'u OF'dan oluşur. İnülin en fazla ekstraksiyon yolu ile hindiba kökü tohumlarından elde edilir. Ortaya çıkan konsantre inülin solüsyonu, oldukça yapışkan olduğundan ancak %30'un altındaki konsantrasyonlarda koloidal özellik gösterirlerken konsantrasyon derecesi ve sıcaklığının önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Kavas, 2011; Sakin ve Tanoglu, 2016).

İnülin eldesinde günümüzde kullanılan yöntem oldukça verimli ve ekonomik sayılmaktadır. Bu proseste üç temel basamak bulunur (Boran, 2012);

1. Hindiba köklerinin sıcak su ile ekstraksiyonu
2. Ham hindiba suyunun ekstraksiyonu
3. Sprey kurutucularda saf inülin tozunun elde edilişi

İnülin, doğal yapıda bir karbonhidrat olup alfa amilaz, maltaz ve sakkaroz gibi enzimlerce parçalanmadıklarından ince bağırsakta absorbe olmadan, kolona doğru ilerleyerek oradaki bakterilerce metabolize edilmekte ve intestinal floradaki anaerob fermentasyonu sonucunda pH'da meydana gelen azalmanın etkisiyle parçalanmaktadır (Aşan ve Özcan 2006; Kavas 2011; Sezen 2013). Bağırsakta sindirilmeyen inülinler, anaerobik fermentasyon sırasında kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi için enerji sağlarlar bunun yanında laktat oluşumunu da desteklerler (Aşan ve Özcan 2006; Sezen 2013).

İnülinin sindirilemeyen karbonhidrat olmasından dolayı glisemik indeks (GI) değerleri hemen hemen sıfırdır. Bu nedenle kardiyovasküler hastalıkların,

diyabet ve obezitenin önlenmesine yardımcı olan düşük GI ve Glisemik Yük (GL)'e dayanan diyetlerde rahatlıkla kullanılabilir. GI diyetteki karbonhidratların hücre içi sindirimi ve emilimi ile ilgili bir terim olup karbonhidrat ve karbonhidrat içeren gıdaların besleyicilik kalitesi yönünden önemli bir kriterdir. Tahıllar ve tahıl ürünleri, baklagiller ve kökyumru bitkileri, hem karbonhidrat içeriklerinin yüksek olması, hem de insan diyetinde yaygın ve yüksek oranda bulunmaları nedeniyle GI açısından oldukça önemlidir. Bahsedilen yararların sağlanması için Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yetişkinler için günde 25-40 g diyet lifi tüketimini önermektedir (Boran, 2012).

Prebiyotik olarak, inülin ve inülin tipi fruktanlar sağlık açısından güvenilir ve toksik bir yan etkisi bulunmayan maddeler olarak tanımlanmaktadır (Keser ve Bilal, 2010). Üzerinde en fazla çalışmanın yapıldığı ve kullanımının oldukça yaygın olduğu prebiyotiklerden inülin yapısında olan fruktanlar, düşük enerjili besin içeriğine sahip olup, enerji içerikleri sindirilebilir karbonhidratların %40-50'si kadardır. Gramından 1-2 kkal enerji vermesinden dolayı, inülin ve OF'un kilo problemi yaşayan insanların diyetinde alınması önerilmektedir (Sakin ve Tanoglu, 2016).

Çalışmalarda inülinin bazı gıdaların fermantasyonunda önemli bir yere sahip olduğu ayrıca insan vücudunda sindirilmeyen ürünler içerisinde bulunduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar inülinin bu özelliğine istinaden, bağırsakta meydana gelen fermantasyon sonucunda, inülinin 1 gramından yaklaşık olarak, 1.5 kilo kalori enerji elde edildiğini bildirmişlerdir (Kolida ve ark, 2002).

Inülin sindirim kanalında *bifidobacteria*, *lactobacilli* ve belli başlı bütirik asit üreten yararlı bakterilerin gelişmesini seçici olarak uyardığı, bağırsak epiteli ve uzunluğu üzerine olumlu etkiler yaratarak emilim yüzeyini artırdığı, bağırsak içeriği ve dışkıda pH'yı düşürerek asidik ortam yarattığı, kolesterol atılımını artırdığı, dışkıda uçucu amonyak konsantrasyonunu azalttığı ve sonuç olarak bağırsak fonksiyonlarını iyileştirici prebiyotik etkisi nedeniyle hayvan sağlığı

üzerine olumlu etkilerde bulunduğu çalışmalarla kanıtlanmıştır (Keser ve Bilal, 2010).

1.3.3. Fruktooligosakkaritler

Fruktooligosakkaritler (FOS), en yüksek polimerizasyon derecesi 10 olan $\beta(2-1)$ bağılı D-fruktoz polimerler olup prebiyotik potansiyeli olan bir oligosakkarit olduğundan, özellikle *Bifidobakter* türleri ve *Laktobasil* türleri tarafından selektif fermentasyon sonucu meydana gelirler. FOS, a-amilaz, sakkaraz veya maltaz gibi enzimlerle sindirilememekte ve fermente olduklarında ise kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerin emilimini arttırmakta, serum kolesterol ve şeker glikoz seviyelerini düşürmektedir. Fermentasyonları sonucunda meydana gelen propiyonat, asetat, bütirat gibi kısa zincirli yağ asitleri sodyum emiliminin artmasına yardım etmektedir (Yerlikaya ve Karagözlü, 2009).

FOS; hindiba, soğan, muz, kuşkonmaz kökü, domates, yerelması yumrusu, sarımsak, bira, tahıl, bal gibi gıdalarda doğal olarak bulunurken hindiba ve yer elması en yüksek inülin ve FOS seviyesine sahiptir (Büyüktortop, 2011).

FOS'un inülin ve sükroza göre çözünürlüğü yüksektir. Sükroz ve glikoz ile karşılaştırıldığında saf halinin tatlılığı yaklaşık %35'tir (Kaur and Gupta, 2002). Diyabetik kişiler tarafından kullanılabilir. Tatlandırma profili şekere yakındır, tadı nettir ve acımsı tat içermez. Meyve kokusunu zenginleştirir. FOS gıda işleme süresince (örneğin ısı işlem) stabilitesini iyi bir şekilde korur. pH 4-7 arasında yüksek stabilite gösterir (Franck, 2002). Polimerizasyon derecesi, özellikle dallanmanın varlığı, FOS'ların işlevsel özelliklerini ve bununla birlikte gıda endüstrisindeki yerini belirlediğinden oldukça önemli bir özelliktir. Polimerizasyon derecesi ve tatlılık arasında ters orantı mevcuttur, dallanmanın artmasıyla bakteri tarafından metabolizlenme daha zor bir hale gelir. Teknolojik ve fonksiyonel açıdan en uygun FOS'ların polimerizasyon derecesi 3-10 arasında değişenler olduğu belirtilmiştir. Polimerizasyon derecesini belirleyen unsurlar arasında hava ve depolanma şartları, bitkinin fizyolojik yaşı, bitki türü, hasat zamanı, bitkinin

yaşam döngüsü, ekstraksiyon parametreleri yer almaktadır (Crittenden ve Playne, 1996).

1.4. Sinbiyotikler

Sinbiyotik terimi probiyotik ve prebiyotiklerin aynı ortamda kullanımını ifade etmektedir (Sağdıç, 2004). Prebiyotiklerin, probiyotiklerin gelişimi üzerine önemli etkiler göstermeleri sebebiyle, probiyotik ve prebiyotik kombinasyonlarını içeren sinbiyotik gıdaların üretimi için uygun prebiyotik madde kullanımı büyük önem arz etmektedir (Şener ve ark, 2008).

1.5. Nohut ve Prebiyotik Özellikleri

Baklagillerin tahıllara oranla iki-üç katı fazla (%18-31.6 oranında) protein içermesinden dolayı kuru baklagiller ve baklagil ürünleri, bitkilerdeki gıda proteininin en zengin kaynaklarından sayılmış ve insan beslenmesinde özel bir yer edinmiştir (Reddy ve ark, 1984; Şehirli, 1988).

Diyette sıkça alınan baklagillerdeki protein yüzdeleri sırasıyla; soya fasulyesinde %43.7, baklada %27.7, fasulyede %25.5 ve nohutta %22.8 olarak bulunmuştur. Protein yüzdesinin yüksek olmasıyla birlikte baklagiller, yüksek protein sindirilebilirliğine ve ayrıca zengin esansiyel aminoasitlere sahip olması ile de üstün beslenme özelliği gösterirler (Ertaş, 2013). Baklagiller çözünür ve çözünmeyen diyet lifi bakımından zengin kaynaklar olup, baklagil içerisindeki diyet lifi genel olarak selüloz, hemiselüloz, pektin ve ligninlerden oluşmaktadır (Reddy ve ark, 1984; Sadeq ve ark, 2013). Baklagil tanelerindeki diyet lifinin çözünmeyen kısmını genel olarak selüloz, bazı hemiselülozlar ve lignin oluştururken; bazı hemiselülozlar, pektin ve diğer polisakkaritler ise çözünür kısmını oluşturmakta olup diyet lifini oluşturan başlıca bileşikler genellikle monosakkaritler (glikoz, mannoz, galaktoz, fruktoz, ksiloz, ramnoz ve arabinoz) ve şeker asitleri (galaturonik, mannuronik, glukuronik, gluronik ve 4-O-metil glukuronik asit) dir. Bahsedilen monosakkaritler fonksiyonel grup ihtiva

ettiklerinden dolayı birbirleriyle veya diğer bileşenlerle reaksiyon oluşumunu ya da bağlanmayı sağlarlar (Olson ve ark, 1987).

Baklagiller içerisinde önemli bir yeri olan ve Güneydoğu Anadolu gen merkezli bilimsel adı (*Cicer arietinum* L.) olan nohut, *Leguminosae* familyasından tek yıllık bir bitkidir (Auckland ve Measen, 1980). Yemelik, leblebilik ve gelişmiş ülkelerde hayvansal gıdalara alternatif olarak kullanılabilen tarımsal sanayi ürünüdür (Uzun ve ark, 2012). Orta Doğu, Orta Asya ve Afrika ülkelerinde nohuttan çeşitli fermente ürünler üretilmektedir. Özellikle Hindistan'da, nohuttan yapılan dhokla, dosaveidli olarak adlandırılan yiyecekler yaygın olarak tüketilmektedir (Demir, 2008). Nohut yemek yapımında kullanılmasının yanı sıra, ekmek mayası ve şalgam suyu yapımında da kullanılmaktadır. Bu kullanımlarının haricinde, Güney ve Doğu bölgelerimizde kavrulup öğütülerek kahve benzeri bir ürün olarak da tüketilmektedir. Mısır'da ise nohut çiğ yeşil halde ve daha ileriki aşamada da 'Malana' adıyla veya olgunlaştıktan sonra kavrulup aperatif bir ürün olarak tüketilebilmektedir (Ertaş, 2013).

Nohutun diğer baklagillere olan üstünlüğü yaygın kullanımıyla sınırlı olmayıp, içerdiği yüksek orandaki protein (%22.8), nohudu düşük gelirli veya hayvansal gıda tüketmeyi tercih etmeyen insanların protein ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri adına önemli bir kaynak haline getirmiştir (Şehirali, 1988; Ertaş, 2013).

Dünya ülkelerinde protein açığını kapatma yönünden baklagillerin oynadığı rol oldukça büyük olup yemelik tane baklagillerden olan nohutun, ülkemizdeki et ve et ürünlerine göre daha uygun fiyatlı olması ve taşıma depolanmasının kolaylığı nohuta olan talebin artmasına neden olmuştur (Demir, 2008). Yüksek protein içeriğine sahip olan nohut, bunun yanı sıra vitamin, mineral, lif ve kompleks karbonhidrat kaynağıdır (Sabanis ve ark, 2006). Çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, yaklaşık olarak nohut bileşiminde %16.4- 31.2 protein, %38.1-73.3 karbonhidrat, %1.5-6,8 yağ, %1.6-9.0 selüloz yer almaktadır. Yemelik tane baklagiller içerisinde yağ oranı bakımından

en zengin olan nohuttur (Şehirli, 1988). Okul öncesi çağındaki çocuklar için gerekli olan birçok esansiyel aminoasidi ve yetişkinler için de gerekli bütün esansiyel aminoasitleri nohut proteinleri içermektedir (Sabanis ve ark, 2006). Nohut proteininde, histidin başta olmak üzere lizin, lösin, izolösin, fenilalanin ve sistin miktarı anne sütünden fazla olup metiyonin, valin ve triptofan seviyesinin ise anne sütüne yakın değerde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca nohut taneleri kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum bakımından da zengindir. Diğer baklagillere kıyasla daha yüksek oranlarda, demir (3.1-10.7 mg/100 g) ve kalsiyum (33-1980 mg/100g) içermektedir. Nohut taneleri A vitaminini yüksek oranda, D vitaminini ise orta düzeyde bulunmaktadır (Demir, 2008).

Bu çalışmada 3 farklı nohut unu ekstraktı prebiyotik amaçlı kullanılmış ve bu nohutların *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota probiyotik bakterileriyle aynı ortama ilave edilmesiyle oluşabilecek olan sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Nohut ve prebiyotik katkılı besiyerler hazırlanmış ve deneme desenleri gözönünde tutularak probiyotik kültürler bu besiyerlerinde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir. Ayrıca prebiyotik amaçlı kullanılan nohut unu ekstraktlarının protein ve şeker değerleri belirlenmiştir. Aynı işlemler gıda sanayinde sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan inülin ve FOS ekstraktları kullanılarak da yapılmıştır. Bulunan değerler incelenmiş ve nohutunun prebiyotik olarak inülin ve FOS'a iyi bir alternatif olup olmadığı değerlendirilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Laktik Asit Bakterileri ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Laktik asit bakterilerinin gelişme sıcaklıkları 5-55°C arasında değişebilmekte olup, optimum gelişme pH'sının ise 5.5-5.8 aralığında olduğu görülmüştür. Asidürik veya asidofilik özellikte olup, kompleks besin gereksinimleri (karbonhidratlar, aminoasitler, yağ asidi esterleri, tuzlar, peptitler, nükleik asit türevleri ve vitaminler gibi) vardır. Laktik asit bakterileri, düşük pH'larda asit üretirler (laktik asit, formik asit, propiyonik asit, asetik asit vb.) ve ürettikleri bu maddeler aracılığıyla patojen ve kontaminant organizmaların gelişimlerini inhibe ederler. Yapılan çalışmalar sonucunda, *Lactobacillus* 'ların inhibisyonik etkisinin, *Streptococcus* 'lara oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Birçok mikroorganizmada inhibitör etkisi olan hidrojen peroksitin, laktik asit bakterileri tarafından aerobik gelişme sırasında üretildiği belirtilmiştir. Laktik asit bakterileri, B grubu vitaminleri ve aminoasitleri sentezleyebilmek amacıyla kompleks besin kaynaklarına ihtiyaç duyarlar. Ayrıca içerisinde yalnız glikoz ve amonyum bulunan bir besiyeri ortamında gelişememekle birlikte, pek çoğu vitaminlerin bir/birkaçına ve amino asitlere de ihtiyaç duymaktadır. Laktik asit bakterileri, asitlerin yanında farklı bakteri grupları tarafından (*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Enterococcus* gibi) üretilen bakteriyosinleri üretirler. Daha çok gıdalar da güvenli olduğu düşünülen laktik asit bakterileri (özellikle *Lactobacillus* ve *Lactococcus*) tarafından sentezlenen bakteriyosinler üzerinde durularak, araştırma yapılmakta ve gıdalarda bu bakteriyosinler kullanılabilir. LAB tarafından üretilen bakteriyosinlerin antagonistik etkileri yakın akraba ve Gram pozitif diğer türlere olmakla beraber, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria* türleri ve *Staphylococcus aureus* gibi gıda patojeni olan mikroorganizmalar üzerinde bakteriosidal etki gösterirler ve gıda güvenliğinde doğal koruyucu rolünü üstlenirler. Laktik asit bakterileri, cins ve türe göre değişmek üzere gıdalarda, bitki

ve bitki atıklarında, süt ve süt ürünlerinde ve çalışma alanlarında, toprakta, silajda, insan ve hayvanların genital, intestinal ve solunum sistemlerinde olmak üzere doğada oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Demirok, 2014).

Günümüze kadar birçok mikroorganizma probiyotik olarak karakterize edilmiş olup probiyotik türlerin en yaygın kullanılanları arasında laktobasil ve bifidobakteri cinslerine ait suşlar yer almakta ve bu bakteri cinslerine ait üyeler normal insan mikroflorasının bir parçası olarak kabul görmektedir (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2016).

Yapılan çalışmalarda, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'un tükürükte çürük oluşumuna neden olan bazı bakterilerin sayılarını azalttığı belirtilmektedir (Meurman ve Stamatova 2007). *Laktobasil* spp. ve bifidobakteri içeren ticari probiyotik suşların mukoz tabakasının bozulmasında herhangi bir rolünün olmadığı, bu bakterilerin sindirim sistemi ve diğer enfeksiyonlarla çok nadir olarak ilişkilendirildiği, ayrıca teknolojide kullanılan türlerin patojen olmayıp güvenilir oldukları yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Bunun yanı sıra *Lactobacillus* spp. türlerinin birleşebilme yetenekleri sayesinde diğer patojenik bakterilerin kolonizasyonunu önleyebildikleri ve son yıllarda yapılan çalışmalarda da probiyotik bakterilerin (*Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. vb.) antimikrobiyal etkiye sahip oldukları, patojen bakteriler (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium difficile*, *Campylobacter jejuni*, *Typhimurium*, ve *Shigella* spp. vb.) üzerinde inhibe edici etkide buldukları kanıtlanmıştır (Demirok, 2014).

Lactobacillus cinsi bakteriler diğer LAB'nden genellikle daha çok asitlik koşullara direnç ve gelişme gösterebilirler (Hayaloğlu ve Erginkaya 2001). Sağlıklı bireylerde mide pH'sı 2-2.5 arasında olup LAB'nin büyük bir kısmının pH 2.5 değerinde canlılıklarını koruyabildiği yapılan çalışmalarda görülmüştür (Demirok, 2014).

Çakır (2004), asitlik ve safra tuzlarına olan dirençlerin gözlemlenmesi üzerine yapılan çalışmada, *P. acidilactici* S1, *S. salivarius* subsp. *thermophilus* FYC1'in asitliğe, *L. rhamnosus* UCP1 ve *B.longum* PBC1'in safra tuzlarına,

L.rhamnosus UCP1 ve *C. glutamicum* R17'in ise asitlik ve safra tuzlarına karşı dirençli olduklarını bildirmiştir.

Patel ve ark (2004), tarafından yapılan bir başka çalışmada düşük pH'da mikroorganizmaların safra tuzuna dirençlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bireylerden alınan gastrik biyopsi ve dışkı örneklerinin probiyotik mikroorganizma özellikleriyle ilgili yapılan çalışmada laktobasil suşlarının %54'ü asit ortamda canlılıklarını devam ettirip ve/veya gelişebildikleri, %0.3'lük safra tuzu konsantrasyonunda laktobasillerin %81'inin canlılıklarını devam ettirebildikleri ve/veya gelişebildikleri belirlenmiştir.

Succi ve ark (2005), Parmigiano Reggiano peynirinden izole ettikleri *Lactobacillus* spp.'lerden *L. rhamnosus* ATCC 7469'nin gastrointestinal sistemde düşük pH, safra tuzu ve asitler gibi çeşitli stres faktörlerine dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir.

Novik ve ark (2006), yaptıkları çalışmada probiyotik bakterilerden *Bifidobacteri* ve *Lactobacillus* spp. kullanılmış, bu bakterilerin intestinal kanalda redoks potansiyelini düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Bazı laktik asit bakterilerinin ve bifidobakterlerin %1'lik safra ortamında aktivitelerini sürdürdüğünü tespit edilmiştir.

Monteagudo-Mera ve ark (2011), süt ürünlerinde starter olarak kullanılacak potansiyel probiyotiklerin belirlenmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada ise; izole edilen *Lactobacillus* spp.'lerin çoğunun koyun ve inek sütünü 30°C'de çok iyi asitlendirebildiğini, yüksek β -galaktosidaz aktivitesi aynı zamanda peynirde arzu edilen tatların gelişiminde etkili aminopeptidaz aktivitesi belirlendiği, ayrıca *L. rhamnosus* ATCC 53103'un α -fukosidaz aktivitesi gösterdiği (intestinal sistemde kolonizasyonu kolaylaştırır), α -glukosidaz aktivitesi eksikliği görüldüğü (diyabetik ve kilolu insanlar için olumlu) ve *L. mesenteroides*'in sadece D(-) laktik asit üreticisi olduğu tespit etmişlerdir.

Yıldız ve ark (2011), bebeklerden izole ettikleri *Lactobacillus rhamnosus*' un LP1, E3 ve E9 suşlarıyla yaptıkları bir çalışmada, bu bahsi geçen suşların düşük

pH'ya ve safra tuzuna dirençli olduklarını ve ayrıca kolestrolü düşürmede etkili olduklarını bildirmişlerdir.

Demirok (2014), bifidobakterler ile laktobasillerin safra tuzlarına dirençlerini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları in vitro çalışmalarında, bifidobakterlerin daha dirençli oldukları, ancak direncin türe bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. *Lactobacillus* veya *Bifidobacterium* türlerini barındıran probiyotik ürünlerin kandaki yüksek kolesterol seviyelerini azalttığına dair birçok çalışma yapılmış olup *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'un; safra tuzları varlığında, kolestrolü asimile edebilme yeteneğine sahip oldukları bildirilmiştir.

2.2. Probiyotikler ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Organizmalar uzun yıllar besinlerin saklanması ve alkol üretiminde fermentasyon amaçlı olarak kullanılmasına rağmen, ancak son yıllarda bilim adamlarının araştırmaları bu yönde yoğunlaşmıştır (Coşkun, 2006). Probiyotik mikroorganizmalar bazı fermente olmayan gıdalarda kullanılabilmesi ve diğer gıdalarda depolama boyunca gelişmesi sonucu gıdanın tat ve aromasının bozulmasına yol açabilmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların kullanıldığı önemli bir grup olan probiyotik gıdalar, güvenle kullanılabilir (GRAS) nitelikte mikroorganizmalar içeren sağlığa faydalı ürünler olup, konakçının sağlığına fayda sağlayan gastrointestinal mikrobiyotanın kompozisyonunu düzenleyen prebiyotiklerle birlikte kullanılmaktadır (Erbaş ve Arslan, 2012; Saad ve ark, 2013). Probiyotik bakterilerin tahmin edilen pozitif etkileri gösterebilmeleri ve bağırsaklardaki geçici kolonizasyonu sağlayabilmeleri adına 1 g dışkıda 10^6 - 10^8 kob/g canlı hücre sayısına karşılık, tüketilen gıdada 10^9 - 10^{10} kob/g seviyesinde canlı hücre sayısına sahip olmaları gerektiği öngörülmektedir (Palamutoğlu ve Kasnak, 2014). Raf ömürleri daha uzun, taşıma ve depolama süresince soğutma gerektirmeyen, güvenilirliği daha yüksek, canlı olmayan probiyotikler ile ilgili araştırmalar devam etmekte olup, laktöz intoleransı görülen kişilerde bu gibi

probiyotiklerin etkili olabileceğini gösteren bulgular elde edilmiştir (Coşkun, 2006).

Xanthopoulos ve ark (2000), bebek feçeslerinden izole ettikleri; *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* (6 suş), *L. rhamnosus* (6 suş), *L. acidophilus* (2 suş), *L. gasseri* (3 suş) ve *L. reuteri*'nin (3 suş) fonksiyonel ve probiyotik özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmanın sonucunda, test edilen çoğu bakteri suşunun gastrointestinal sistemde canlılıklarını koruyabildiklerini ve karbonil bileşen üretebildiklerini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, mide ortamının düşük pH'sına *L. paracasei* subsp. *paracasei* ve *L. rhamnosus*'un diğerlerine göre daha dirençli olduğunu ve *L. gasseri* ve *L. reuteri*'nin sütü fermente edemediğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda ise *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus*'un bazı suşlarının fermente süt üretiminde starter olarak kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Plockova ve ark (2001), tarafından *L. rhamnosus* ve *L. reuteri*'nin *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* üzerine antifungal etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda her iki laktik bakterisinin söz konusu küf suşları üzerine antifungal etki yaptıkları belirlenmiştir.

Erginkaya ve ark (2003), farklı laktik asit bakterisi kültürlerini (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (A), *Lactobacillus rhamnosus* (B), *Bifidobacterium longum* (C) ve *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium* spp. içeren (D)) kullanarak yoğurt ürettikleri bir çalışmada, *Aspergillus flavus* üzerine en yüksek antifungal etkinin *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium longum* tarafından gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Prado ve ark (2008), tarafından yapılan çalışmada gıdalarda probiyotik olarak sıklıkla kullanılan mikroorganizmaların bifidobakterler ve laktobasiller olduğu belirlenmiştir.

2.2.1. *Lactobacillus rhamnosus* ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Probiyotik preparatlarında ve gıdaların bileşiminde sıkça kullanılan, üzerinde en çok çalışılan *Lactobacillus rhamnosus* GG suşu, ilk kez 1990 senesinde yapılan çalışmalar neticesinde çocuk sağlığına yaptığı katkılardan dolayı günümüzde bebek ve çocuk ek besinlerinde yaygın kullanım alanı bulmuştur (Saxelin, 1997; Canbulat ve Özcan, 2007).

Lactobacillus rhamnosus, bebek ve çocuk besinlerinde aşağıdaki amaçlarla kullanılmaktadır (Canbulat ve Özcan, 2007).

- Bağırsıklık sisteminin düzenlenmesinde,
- *Bifidobacterium bifidum* ile birlikte akut ishalin tedavisinde ve önlenmesinde,
- Antibiyotiğe bağlı ishalin engellenmesinde,
- Kabızlık tedavisinde,
- Diş ve diş eti hastalıklarında,
- Allerji,
- Solunum sistemi enfeksiyonlarının engellenmesinde

Probiyotik olarak kullanılan bazı *Lactobacillus* türleri (*L. rhamnosus* GG, *L. reuteri*, *L. acidophilus*) organizmaya sağladığı faydalardan dolayı fermente süt ürünleri üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır (Gürsoy ve ark, 2005; Canbulat ve Özcan, 2007). Bağırsak flora gelişiminin öneminin anlaşılması ve bunun yanı sıra *Lactobacillus rhamnosus*'un öneminin artması sonucunda bu bakteriyi içeren süt ürünlerinin, bebek ve çocuk ek besinlerinin üretiminde artış gözlemlenmiştir. Bu ürünler; süt, yoğurt, fermente içecek, peynir, çocuk mamaları vb. ürünlerdir (Canbulat ve Özcan, 2007). Bebek ve çocuk beslenmesi için geliştirilen süt ürünlerinde, *Lactobacillus rhamnosus* GG veya *Lactobacillus* GG

probiyotik katkı sağlaması amacıyla kullanılan en yaygın mikroorganizmadır (Coşkun, 2006).

Lactobasillerin rotavirus ishallerine etkisi üzerine farklı görüşler bulunmakta olup Lactobacillerin olası reseptör bölgelerini sararak patojen ajanların tutunmasını önlemeleri bu görüşlerden biridir. Bir diğer görüş ise bu etki bağışıklık sistemini güçlendirmesi ile ilgilidir (Coşkun, 2006; Canbulat ve Özcan, 2007).

Çocuklarda antibiyotik kullanımının artması sonucunda oluşma ihtimali olan ishallerin önlenmesi önemli bir konu olup yapılan çalışmalar sonucunda bu tarz ishallerin tedavisi ve önlenmesinde *L.rhamnosus* GG ve *Saccharomyces boulardii*'nin olumlu etkileri saptanmıştır (Canbulat ve Özcan, 2007).

Akut viral ishallerde probiyotiklerin etkinliği bildirilmiş olup bu mikroorganizmaların (*L .rhamnosus* GG, *L. reuteri*, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *Bifidobacteria*, *Enterococcus faecium* SF 68 ve *Saccharomyces boulardii*) ishal nedeni bebek ölümlerinin önlenmesinde önemi büyüktür (Coşkun, 2006; Demirok, 2014).

Dünyada görülen en önemli ağız sağlığı rahatsızlıkları arasında diş çürümeleri ve diş eti hastalıkları yer almaktadır. Ağız mikroflorasının %1'ini Laktobasiller oluşturmakta olup tükürükte en çok rastlanan Laktobasil türlerinin ise *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. salivarius*, *L. fermentum*, *L. acidophilus* ve *L. plantarum* olduğu belirlenmiştir. Bunlardan *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. fermentum* ve *L. rhamnosus* süt ürünleri içerisinde fermantasyon amaçlı kullanılmaktadır (Çetin ve ark, 2011).

1999 yılında Finlandiya'da yapılan bir çalışmada yaş ortalaması 4.5 olan ve antibiyotik tedavisine üst solunum yolu enfeksiyonu sebebi ile başlanmış olan iki çocuk grubundan bir tanesine gün içerisinde iki defa *L. rhamnosus* GG verilmiş ve bu grupta ishal rastlantısının kontrol grubuna kıyasla belirgin (Kontrol grubundaki oran %16 iken, araştırma grubundaki oran %5'e kadar gerilemiştir) bir azalma sergilediği görülmüştür (Arvola ve ark, 2005; Canbulat ve Özcan 2007'den).

Yapılan bir çalışmada alerjik yapılı çocuklarda standart alerji tedavisinin yanında *L. rhamnosus* GG ve *B. lactis* BB-12 içerikli mama verildiğinde, alerji belirtilerinin daha kısa sürede kontrol altına alındığı bildirilmiştir (Majamaa ve Isolauri, 1997; Kalliomaki ve ark, 2003; Canbulat ve Özcan 2007).

Peru'da 6-24 aylık bebekleri kapsayan araştırmada mama olarak *L. rhamnosus* GG içeren karışımlar kullanıldığında ishal görülme sıklığının azaltılabildiği tespit edilmiştir (Oberhelman ve ark, 1999; Canbulat ve Özcan 2007'den).

Rotavirus kaynaklı ishal ile ilgili yapılan çalışmada, *L. rhamnosus* GG ve *B. lactis* BB-12'nin ishale karşı koruma aşamasında, *L. reuteri* SD2222'nin ise tedavi aşamasında oldukça etkili sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Huang ve ark 2002; Coşkun 2006'dan).

Yapılan bir çalışmada tifo ve rotavirüs aşısının yanı sıra *Lactobacillus* GG verilen bireylerde aşıya verilen yanıtın daha olumlu olduğu ve bu mikroorganizmayı içeren probiyotiklerin kullanımı sayesinde çocuk felci aşısına olan antikor yanıtının da arttığını bildirilmiştir (Isolauri ve ark, 1995; Fang ve ark, 2000; Gill ve Guarner, 2004; Vrese, 2005; Canbulat ve Özcan 2007'den).

Yapılan bir çalışmada ishal dışı tanılarla hastanede yatan 1-36 ay arasındaki çocukların diyetlerine *L. rhamnosus* GG içeriğine sahip mama eklendiğinde kontrol grubuna göre ishal görülme sıklığının %33.3'ten gerileyerek %6.7'ye kadar düştüğünü ve rotavirus kaynaklı ishallerinin sıklığının da azaldığı rapor edilmiştir (Sjuzewska ve ark, 2001; Coşkun 2006'dan).

Yapılan bir çalışmada *L. acidophilus* NFCM 1748, *L. casei*, *Lactobacillus* GG'nin (fermente peyniraltı suyu içeceği içerisinde) kullanılmasıyla bu bakterilerin kabızlık tedavisinde ve kabızlık belirtilerinin azaltılmasında pozitif etkilerde bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca kronik kabızlık teşhisi konulmuş, en küçüğü 1 en büyüğü 10 yaşında olan 45 çocuk ile yürütülen bir başka çalışma sonunda ise *L. rhamnosus* bakterisinin sorunun önlenmesinde olumlu etki yaptığı bildirilmiştir (Salminen ve ark, 1992; Canbulat ve Özcan 2007'den).

Yapılan bir çalışmada hamilelerin ve yeni doğan bebeklerin diyetine eklenen *L. rhamnosus* GG'nin, ilerleyen dönemde atopik dermatite yakalanma oranında dramatik (%50 oranında) bir düşüş sağladığı saptanmıştır (Majamaa ve Isolauri, 1997; Kalliomaki ve ark, 2003).

Meurman ve ark (1994), yapılan bir çalışmada, *L. rhamnosus* ilaveli yoğurt tüketimi kesildikten üç hafta sonra tükürükte bu bakteriye rastlandığını, başka bir çalışmada ise aynı bakterinin bir hafta içerisinde azaldığı ve geçici bir kolonizasyon sağladığını belirtmişlerdir.

Majamaa ve Isolauri (1997), yaptıkları bir çalışmada atopik dermatitli (egzema diye de adlandırılan alerjik deri hastalığı) ve inek sütü alerjisi olan çocuklara mama ile birlikte *L. rhamnosus* GG verildiği takdirde *L. rhamnosus* GG'nin olumlu sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Näse ve ark (2001), probiyotik bakterilerin kullanılarak ağız mikroflorasının düzenlenmesi ayrıca çürük oluşumuna sebep olan bakterilerin çoğalmasının ve diş minesine tutunmalarının önlenmesi üzerine yapılan araştırmalar sonucunda *L. rhamnosus* GG streptokoklarının da bulunduğu birçok bakteriye karşı antagonistik aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. *L. rhamnosus* GG'nin çürük önleyici etkisi test edilmiş ve 1-6 yaş arasındaki 594 çocuk, *L. rhamnosus* ilave edilen sütün diş çürüğü üzerine olan etkisi açısından değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, özellikle 3-4 yaşındaki çocuklarda tükürük *S. mutans* miktarının ve çürük oluşumunun önemli derecede azaldığı görülmüştür.

Coşkun (2006), yapılan çalışmalar sonucunda çocukluk çağında görülen akut ishallerin süresini *Lactobacillus rhamnosus* GG'nin kısalttığını bildirmiştir.

Gürsoy ve Kınık (2006), tarafından yapılan bir çalışmada, *L. rhamnosus* GG içerikli probiyotik etkili Edam peynirinin (%16 yağlı) tükürükteki mayaların en az %20'sini ve diş çürüklerine sebep olan *Streptococcus mutans*'ı etkisiz hale getirerek çürük oluşumunu engellediği belirlenmiştir.

Çetin ve ark (2011), ise *L. casei* ve *L. rhamnosus* bakterilerinin, *S. mutans* ve *S. sobrinus* gibi önemli patojenlerin gelişimi üzerinde baskı kurabildiklerini gösteren in vivo ve in vitro çalışmaları özetlemiştir.

2.2.2. *Lactobacillus casei* Shirota İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ogawa ve ark (2001), bazı laktobasillerin (*Lactobacillus casei* Shirota, *Lactobacillus lactis* veya *Lactobacillus acidophilus* YIT 0070 suşları), hidrojen peroksit üreterek, *Escherichia coli* 0157:H7'nin çoğalmasını sınırlandırdıklarını bildirmişlerdir.

Vinderola ve Reinheimer (2003), *L. casei* ve *L. rhamnosus*'un asit ortama *L. acidophilus*'a göre daha duyarlı olduğunu belirlemiş, mide özsuyu içeriğine benzeyen ortam şartlarında *L. casei* ve *L. rhamnosus*'un hücre sayısının 2.7-5.9 logaritmik birim azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, *L. acidophilus*'un en iyi gelişimi gösterdiğini, onu *L. casei*, *L. rhamnosus* ve bifidobakterlerin takip ettiğini belirlemişlerdir.

Haddain ve ark (2004), bebeklerden izole ettikleri probiyotik bakterileri (*L. casei*, *L. gasseri*, *B. infantis*) yoğurt üretiminde kullanmışlar ve depolama süresince bu bakterilerin canlılıklarını incelemişlerdir. Bahsi geçen bakterilerin +4°C'de 15 günden daha fazla süre canlılıklarını koruduklarını belirlemişlerdir.

Okan (2012), antibiyotiğin aşırı uygulandığı Hindistan gibi ülkelerde malnütrisyonlu çocuklarda görülen diyarenin çok önemli bir sağlık sorunu haline geldiğini, probiyotik kullanımı sonucu diyare tedavisinin daha etkin hale gelerek, *Lactobacillus casei* kullanımının diyareyi %40 oranında azalttığını bildirmiştir.

Demirok (2014), 16S rDNA dizi analizi sonucunda 12 aydan küçük bebek feçeslerinden fenotipik özellikler baz alınarak izole edilen laktobasiller; *L. paracasei* subsp. *paracasei*, (41), *L. fermentum* (24), *L. rhamnosus* (11), *L. casei* (17), *Lactobacillus* sp. (11) olarak tanımlanmış olup tanımlanan laktobasil izolatlarının probiyotik ve teknolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, izolatların hidrojen sülfür üretme yetenekleri dikkate alındığında; *L.*

casei'nin tümünün, *L. paracasei* subsp. *paracasei* ve *L. rhamnosus*'un hemen hemen hepsinin *L. fermentum*'un ise bir kısmının pozitif sonuç verdiği gözlemlenmiştir. İzole edilen diğer türlere göre *L. rhamnosus*'un safra tuzuna daha duyarlı olduğu, düşük pH'ya (pH 3) ise *L. casei* 'nin diğer türlere göre daha dirençli olduğu belirlenmiştir.

Damar (2018), proteolitik aktivitesinin yüksek olması sebebiyle saf kültür olarak *L. casei*, bazı peynir türlerinde kullanılmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda *L. casei*'nin probiyotik özellikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

2.3. Prebiyotik ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Sindirilemeyen oligosakkaritlerin fonksiyonel gıda bileşeni olarak tanıtılmasıyla birlikte endüstriyel uygulamaları artış göstermiştir. Bu gıda veya gıda bileşenlerinin temel kullanım alanları süt ürünleri (fermente süt, instant toz, süt tozu ve dondurma), içecekler (meyve suyu, kahve, soda, çay, kakao, sağlık içecekleri ve alkollü içecekler), probiyotik yoğurtlar (kolondaki yararlı bakterileri canlı halde içeren yoğurtlar) ve sinbiyotik gıdalar (probiyotiklere ek olarak bakterilerin beslenmesine yardımcı olan besin bileşenlerini de beraberinde içeren gıdalar) olmakla birlikte, sindirilemeyen oligosakkaritlerin puding, jöle, ve şerbet gibi tatlılarda; şekerlemeli kurabiye, bisküvi, kahvaltılık gevrek gibi pastacılık ürünlerinde; çikolata ve şekerlerde; ekmek ve hamur işlerinde; reçel ve marmelat gibi kahvaltılık ürünlerde ve balık ezmesi gibi et ürünleri endüstrisinde de geçerli uygulamaları mevcuttur. Sindirilemeyen oligosakkaritlerin farklı fizyolojik ve fizikokimyasal özellikleri dolayısıyla belirli gıda uygulamalarında kullanılabilecek en uygun oligosakkarit türü, hazır karışımın tipine göre değişim göstermektedir. Örneğin; ekmek için en uygun oligosakkarit türü galaktooligosakkarittir, çünkü maya ile fermantasyonu ve pişirme süresince bozulmamakla birlikte mükemmel tat ve yapı sunarlar. Ayrıca galaktooligosakkarit ilaveli gıdalar, intestinal mikroflora değişimlerine duyarlı bebekler, yaşlılar ve hastanede yatarak tedavi gören kişilerin

beslenmesinde de uygun görülmektedir. Sindirilemeyen oligosakkaritler gıda endüstrisinin yanı sıra kozmetik, ilaç ve ağız yıkama ürünlerinin üretiminde de kullanılabilir (Büyüktortop, 2011). Laktuloz ise; günümüzde çoğunlukla eczacılıkta kabızlığı önlemek amaçlı kullanılırken, izomaltooligosakkaritler; kronik kabızlık ve hemodiyaliz komplikasyonları olarak bilinen yüksek lipideditenin tedavisinde kullanılmaktadır (Goulas ve ark, 2004). Siklodekstrinler ise gıda endüstrisinin yanı sıra kozmetikte, farmakolojide, paketleme ve tekstil endüstrisinde, çevrenin korunmasında kullanılırlar (Büyüktortop, 2011). Oligosakkaritler incebağırsakta hidrolize veya absorbe edilmezken, kolon bölgesinde yer alan yararlı bakterilerce (*Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. vb.) fermente edilebilmekte ve bu sayede prebiyotik özellik göstermektedirler (Sezen, 2013). Özellikle beta-fruktofuranozidaz enzimi ile bifidobakterler tarafından hidroliz işlemi gerçekleştirilmektedir (Yerlikaya ve Karagözlü, 2009). Yapılan araştırmalara göre sindirilemeyen oligosakkaritlerin kolonda bakteriler tarafından fermantasyonu sonucunda gözlenen sağlık etkileri şunlardır (Büyüktortop, 2011);

- Kısa zincirli yağ asitlerin üretilmesi sonucunda kolonda ve dışkıda pH düşmesi görülürken düşük pH değerleri ise bifidobakterlerin ve diğer laktik asit bakterilerinin gelişimini destekler, patojenik bakterileri türlerinin ise gelişimini inhibe ederler dolayısıyla kolon mikroflorasında önemli değişiklikler gözlenir. Ayrıca düşük kolon pH'sı kanserojen maddelerin atılmasına da yardımcı olur.
- Kompleks B vitaminleri, folik asit ve nikotinik asit gibi yapı maddelerinin üretilmesini sağlar.
- Oligosakkaritlerin fermantasyon ürünü olan kısa zincirli yağ asitleri insan

kolonik epitelyum hücreleri tarafından etkin bir şekilde absorbe edilir ve kullanılır. Dolayısıyla tuz ve su absorpsiyonu artar. Sonuç olarak dışkı nemi arttığından dışkının şişmesinden kaynaklanan kabızlık önlenir.

- Bifidobakter gelişiminin artırılmasına sebebiyet vermesiyle, bu bakterilerin Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı baskılayıcı etki oluşturmasını sağladığından ishal oluşumunu engellemekle birlikte oligosakkaritlerin fermantasyonu sonucunda gözlenen bakteri sayısındaki artış dışkı kuru ağırlığında artışa neden olur.
- Yararlı bakterilerin gelişimini sağlayarak patojen olanların epitelyum yüzeye yapışmasını engeller ve bu sayede gastrointestinal sistem, solunum sistemi ve ürogenital bölgeyi enfeksiyonal hastalıklara karşı korur.
- Sindirilemeyen oligosakkaritlerin bağlanma/ayırılma özellikleri minerallerin absorpsiyonunda artış oluşmasına neden olur. Bağlı haldeki mineraller ince bağırsakta absorbe edilmeden kolona ulaşır, burada karbohidrattan ayrılır ve absorpsiyon gerçekleşir.
- Oligosakkaritlerin bakterilerce fermantasyonu sonucunda intestinal mikroflorada meydana gelen değişim, karbohidrat ve yağ metabolizması üzerinde, kanda kolesterol, trigliserid ve fosfolipid derişiminin azalması, serum kolestrolündeki değişimden oluşan obezite ve diabet hastalıklarının gözlenme riskinde azalma gibi yararlı etkiler oluşmasına neden olur.
- Bifidobakterlerin hücrel bağışıklığının artmasını sağladığından kanser oluşum riskini azaltır (antikarsinojenik etki). pH düşüşü, p-kresol, indol ve amonyak miktarı gibi dışkı özelliklerinde meydana gelen değişim kanser gelişimini azaltmada etkin faktörlerdir.

Son yıllarda, konakçının sağlığına yarar sağlaması ve gastrointestinal mikrobiyatanın kompozisyonunun düzenlemesi amacıyla prebiyotik kullanımına yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Saad ve ark, 2013). Yapılan bu çalışmalar

genellikle in vivo koşullarda gerçekleştirilmiş olup prebiyotiklerin sağlığı iyileştirici rolü dolayısıyla deney hayvanlarının bağırsak bölgelerinde oluşturulan hasarlardaki iyileştirici özelliklerini gözlemek üzere yapılmıştır (Wargovich ve ark, 1996; Furrrie ve ark, 2005).

Sindirilemeyen oligosakkaritlerin prebiyotik (bifidojenik) etki gösterebilmesi için uygun dozda alınması gerekmekte olup bireylerin intestinal mikrobiyatası kendine özgü olduğundan ve bazılarının bağırsak rahatsızlığına sahip olması sebebiyle, alınması gereken uygun dozun tahmini zordur. Etkin bifidojenik doz, oligosakkarit tipine göre de değişiklik gösterir. Buna rağmen birçok oligosakkaritin günlük 15 gramın altındaki tüketimi bifidobakter sayısını yükseltir (Crittenden ve Playne, 1996). Fruktooligosakkaritlerin 8 g tüketilmesi önerilirken sindirilemeyen oligosakkaritlerin aşırı dozlarda alınmasında ise bağırsak rahatsızlıkları gözlemlenebilir. Galaktooligosakkaritlerin tüketiminin günde 20 g'ı, fruktooligosakkaritlerin tüketiminin ise günde 40 g'ı geçmesiyle bu oligosakkaritlerin ishale sebep olduğu belirtilmiştir. Buna rağmen bazı sağlıklı ve diyabetli deneklerle çalışıldığında ise benzer doz alımının herhangi bir soruna sebep olmadan tolere edildiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Büyüktortop, 2011).

Oligosakkaritler nispeten daha düşük tatlılığa sahip olmaları nedeniyle gıda üretiminde tercih edilen bir konumda bulunmaktadır. Oligosakkaritler ağızda dolgunluk hissi sağlamanın yanı sıra dondurulmuş gıdaların donma sıcaklıklarını değiştirmek, sıcak işlem görmüş gıdalarda Maillard reaksiyonlarına bağlı kararmanın yoğunluğunu kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Oligosakkaritlerin yüksek nem tutma kapasitesi, aşırı kurumayı ve düşük su aktivitesini engelleyerek mikrobiyal kontaminasyonun kontrolünü sağlar. Bu nedenlerden dolayı sindirilemeyen oligosakkaritler, şekerleme, sakız, içecek ve yoğurt gibi ürünlerde düşük çürütme etkisi olan tatlandırıcı olarak kullanılabilirken diyabetik bireyler için üretilen gıdalarda ve düşük kalorili diyet gıdaların üretiminde de kullanılabilir (Crittenden ve Playne,1996).

Roberfroid ve ark (1998), prebiyotiklerle in vitro olarak yapılan çalışmalarda, inülin ve oligofruktozun kolonda bifidobakterilerin gelişimini teşvik ettiğini rapor etmişlerdir.

Sharp ve ark (2001), bifidobakterler ve *E. coli*' de sindirilmeyen oligosakkaritlerin etkisi araştırılmış olup *B. longum*, *B. adolescentis* ve *B. angulatum* türlerinin baskın florayı oluşturduğunu belirlemişler ancak toplam bifidobakterlerin sayılarında büyük farklılık olmadığını saptamışlardır. Ayrıca, *E. coli* sayısında oldukça belirgin bir azalma gözlemlenmiştir.

2.3.1. İnülin ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda inülinin bazı potansiyel sağlık faydaları ortaya konmuştur. Bağırsaklardaki yararlı mikroorganizmaların çoğalmasına yardımcı olarak, prebiyotik etki sağlayan inülin bu etki sayesinde kansere, kalp hastalıklarına, şeker hastalığına, kabızlık sorununa karşı koruyucu özellik göstermektedir. Ayrıca, bağışıklık sisteminin ve direncin geliştirilmesi, iyi hissetme (well being) özelliğinin artırılması, kolesterol ve trigliserid üzerinde pozitif etkileri de bulunmaktadır (Boran, 2012).

Yapılan çalışmalarda kolona değişikliğe uğramadan ulaşan yüksek fermente olabilme özelliğine sahip karbonhidratlar arasında olan inülin, galaktooligosakkaritler, oligofruktoz ve glukooligosakkaritlerin; demir, magnezyum ve kalsiyum gibi iyonların kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi için kullanılmasıyla, metabolik emilimi arttırdığı ifade edilmiştir (Brannon, 2003).

Yapılan araştırmalar sonucunda özellikle bağırsak kanserinden korunmada etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kolon kanseri arasındaki ilişki, kolon kanserini önlediğini düşünen Burkitt tarafından 1970'li yıllarda açıklanmıştır. Bununla birlikte Afrika'da kolon kanseri hastaları sayısının, düşük lif içerikli batı tarzı diyetleri tercih eden İngilizler'den oldukça az olmasının nedeninin yüksek lif içeriğine sahip gıdaları tüketmelerinden kaynaklandığını ortaya koymuştur. İnülin besinsel lifler gibi etki göstererek bağırsak florasını olumlu yönde etkilerken,

hayvan model çalışmalarında kolon kanserini inhibe ettiği ve serum lipit konsantrasyonunu azalttığı tespit edilmiştir (Boran, 2012).

Konu ile alakalı yapılan bir çalışmada ise, lif içeriği yüksek gıdalarla beslenen toplumlarda göğüs kanseri sebebiyle olan ölümlerin daha düşük olduğu söylenmektedir (Boran, 2012).

Bazı gıdaların fermantasyonunda etkili olan ve insan vücudunda sindirilmeyen ürünler arasında yer alan inülin, insan sağlığı ve ürün üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı gıda sanayi başta olmak üzere birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır (Meyer ve ark, 2011). Kullanım alanları ise (Boran, 2012);

- Şeker ikamesi olarak; barlar, bisküviler, dondurma, çikolatada,
- Yağ ikamesi olarak; su bazlı ürünler (dondurma, yoğurt, peynir...), et ürünleri,
- Yapının geliştirilmesi amacıyla düşük yağlı sürülebilir ürünler, peynir, yoğurt ve krema,
- Lifle zenginleştirme amacıyla süt içecekleri, gevrekler, barlar, unlu mamuller, içecekler
- Daha sağlıklı bir sindirim sistemi için tahıllar, unlu mamuller, süt ürünleridir.

İnülinin teknolojik anlamda kullanımı genellikle şeker ikamesi olarak tatlandırıcılarda, yağ ikamesi olarak yağı azaltılmış fermente süt ürünlerinde olabilmektedir. Genellikle 0.25 g inülin, 1 gram yağ yerine ikame edilebilmekte, yağ ve şeker ikamesi olmasının yanı sıra fermente süt ürünlerinde viskoziteyi arttırarak tekstür düzenleyicisi olarak kullanılabilir. Ayrıca, gıda teknolojisinde kullanılmasının bir başka nedeni ise ilave edildiği ürünün kalori değerini arttırmaması ve üründe kalıcı bir tat ve/veya koku bırakmamasıdır (Songun, 2016). Çoğunlukla inülin süt ürünlerinde, meyveli yoğurtlarda, mısır

gevreğinde, dondurulmuş yiyeceklerde ve bisküvilerde kullanılmaktadır. İnülin ve OF'ların besin değerleri benzerlik göstermektedir (Sakin ve Tanoglu, 2016). Sanayideki kullanımının yanı sıra çeşitli ülkelerde inülin jeli, etlerin gerçek tadını alması amacıyla kullanılmaktadır (Kavas, 2011).

Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip olan suda çözünen diyet lifleri inülin ve oligofruktoz olup bu lifler su bağlama özelliklerinin yanı sıra; stabilizer, prebiyotik özellik kazandırma, toplam diyet lif içeriği artırıcı, yağ ikame edici olarak kullanılırlar (Boran, 2012).

Son yıllarda fonksiyonel gıdalar alanında çeşitliliğin artmasıyla birlikte diyet liflerinin fermente süt ürünlerine ilavesi üzerine yapılan araştırmalar da artış göstermiştir (Seçkin ve Baladura, 2011). Çeşitli süt ürünlerinde (peynir, yoğurt, puding, dondurma ve dondurulmuş tatlılar vb.) de lif içeriği yüksek ingrediyenler kullanılabilir (Kalender, 2014). Lif içeriği yüksek süt ürünleri üretiminin altında yatan nedenler arasında, yağ ve kolesterol miktarının azaltılarak daha sağlıklı ürünler pazarlanması ve kalsiyumun yanı sıra sağlığı etkileyen yeni bileşenler kazandırılması yer almaktadır. Son çalışmalarla birlikte inülin tipi fruktanlar da sindirilemeyen oligosakkarit (prebiyotik) sınıfında yer almakla birlikte bu fruktanlar; yağ ikamesi olarak (sadece inülin), tatlandırıcı olarak, dondurma ve tatlılarda jelleştirici olarak, tekstür düzenleyici olarak, stabilizatör olarak, bebek mamalarında, ekmekçilikte ve pastacılıkta kullanılmaktadır. (Kalender, 2014).

Yağ miktarı düşürülmüş veya standardize edilmiş ürünlerin süt teknolojisinde üretimi uzun zamandır yapılmasına rağmen süt ürünlerinde yağ ikame maddelerinin kullanımı oldukça yenidir (Kalender, 2014). Yağ ikame maddeleri, kolestrol, doymuş yağ asitleri içermemekle birlikte gıdaya olumlu özellikler kazandırabilmektedir ayrıca bu maddeler gıdanın kalori değerinin azalmasına neden olan doğal yağ yerine kullanılan katkı maddeleridir. Yağ ikame maddeleri, ürünlerdeki yağ oranının azalmasıyla ortaya çıkan duyu ve fiziksel sorunları ortadan kaldırarak, yeni ürünün yağlı ürün özelliği göstermesini

sağlamaktadır (Kalender, 2014). Bu maddeler gıdalarda kullanımı güvenli olarak kabul edilen katkı maddeleridir (Songun, 2016). İnülinin, orta asitlikte stabil olması, ürüne kalıcı bir tat vermemesi ve renginde bir değişime neden olmaması dolayısıyla fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanımı tavsiye edilmektedir (Debon ve ark, 2010). Son yıllarda inülinin kullanım alanının genişletilmesi üzerine yapılan çalışmalarda, bu prebiyotik özellikteki katkıların, margarindeki yağ içeriğini düzenlenmek adına yağ sanayinde kullanıldığı görülmekte olup, yağ içeriğindeki su emülsiyonunu, ya da su içerisindeki yağ emülsiyonunu dengelediği bildirilmiştir. Yağ teknolojisinde inülin kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, bu prebiyotiğin suyu bağlayarak yağın ağızda meydana getirdiği olumlu etkiyi vermede emülsiyonu stabilize edici özelliği sayesinde olduğu belirlenmiştir (Kavas, 2011). Yüksek performanslı inülin süt ile karıştırıldığında mikrokristaller oluşturabilmekte, 60°C üzerindeki sıcaklıklarda çözünebilmektedir. Bu mikrokristaller sayesinde ağızda kremamsı bir tat ve etki bırakmaktadır. Bu sayede yüksek performanslı inülin yağ ikamesi olarak kullanılabilir (Songun, 2016).

İnülinin yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*' ların sayısını arttırdığı belirtilmektedir (Songun, 2016).

Spiegel ve arkadaşları (1994), düşük yağlı yoğurtlarda inülin ile lezzet ve tekstür gelişimini rapor etmişlerdir. Robinson (1995), yüksek konsantrasyonda inülinin normal yoğurtlarda ağız hissini iyileştirmediğini ifade etmiştir. İnülin katkısı özellikle düşük yağlı süt ürünlerinde ağız hissi gelişimini sağlar (Boran, 2012).

İnülin, işlem görmüş gıdalarda yağ ikame edici ve dokuyu modifiye edici olarak bilinir. Düşük yağ içeren sistemlerde, doku modifikasyonu ile kremamsı ağız hissi sağlamaktadır. Düşük yağlı peynirlerde ve ayrıca salata soslarında da kullanılmaktadır (Kalender, 2014). Peynir üretiminde çokça kullanılan lifler; karboksimetil selüloz, yulaf lifi, inülin ve buğday lifi olup diyet lifleri peynir üretimlerinde randıman artırmak ve üründe istenilen yumuşaklığı sağlamak

amacıyla kullanılmaktadır. Düşük yağlı ve yağsız peynirler ile sürülebilir peynirlerde uzayabilirliğin, ağız hissinin ve erime özelliklerinin sağlanması için yağ ikame edici ingredientlere ihtiyaç vardır. Suda çözünen lifler bu gibi ürünlerde viskoziteyi ve dokuyu geliştirmek, yumuşaklığı ve kremsiliği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Boran, 2012).

İnülin, keçiyoynuzu gamı, guar gamı, karboksimetil selüloz, pektin, alginatlar ve karragenan gibi suda çözünen liflerin çoğu özellikle meyveli yoğurt üretiminde stabilizer olarak kullanılmakla birlikte, lif içeriği yüksek bileşenler yoğurtlarda ürüne fonksiyonel yararlar sağlamaları sebebiyle kullanılmaktadır. Prebiyotik diyet lifleri; ürün viskozitesini arttırmakta, kremsilik gibi dokusal özellikleri geliştirmekte, sinerezi önlemekte ve yarı katı kıvamlı yoğurtların üretilmesine yardımcı olmakla birlikte yoğurda inülin ilavesi; kalın bağırsakta yararlı etkileri olan bifidobakter gelişimini arttırmaktadır (Boran, 2012; Kalender, 2014).

Dondurma üretiminde inülin gibi diyet liflerinin kullanım nedenleri arasında karışım viskozitesinin geliştirilmesi, tekrar kristallenmenin önlenmesi, katkı kullanmaksızın stabilizasyon ve raf ömrünün artırılması gibi teknolojik yararlar sayılmaktadır. Kalite geliştirilmesinde diyet liflerinin kullanılmasında erime özelliklerinin kontrol edilmesi, soğuk hissinin azalması, sinerezin azaltılması, yağ ikame maddesi olarak kullanılabilmesi, viskozite, köpük-emülsiyon ve donma-çözünme stabilitesinin sağlanması ve kazeinin çökmesinin önlenmesi gibi avantajlar yatmaktadır (Boran, 2012).

İnülin diyet lifi olarak puding üretimlerinde de kullanılmaktadır (Boran, 2012).

Kruse ve ark (1999), tarafından prebiyotikler üzerine yapılan çalışma, bu alandaki en önemli en eski bulgudur. Çalışmada, inülinin *Bifidobacterium* gibi kolondaki yararlı mikrobiyota tarafından selektif olarak kullanıldığını, *Bacteroides*, *Clostridium* ve *Escherichia coli* gibi patojen mikroorganizmaların ise çoğalmalarını önlediğini bulmuşlardır.

Güven ve ark (2005), inülinin yağsız yoğurt üretiminde kullanımına yönelik bir çalışmada, %0.1 yağ içeren sütte %1, 2 ve 3 düzeylerinde inülin katkısı ile standart yoğurt üretilmiştir. Kimyasal kompozisyonu, pH, titrasyon asitliği, serum ayrılması, kıvam, asetaldehit ve uçucu yağ asitliği, duyuşal özellikleri yönünden karşılaştırılmalı 1, 7 ve 15. günlere ait veriler üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır. %3 yağ içeren kontrol örneğine en yakın fiziksel benzerliğe ve en az seviyede duyuşal kalite düşüşü %1'lik inülin katkılı yoğurtta gözlemlenmiştir. Daha yüksek oranlarda inülin ilavesinin düşük yağlı yoğurt üretiminde olumlu sonuçlar vermediğini belirtmişlerdir.

Hennelly ve ark (2006), peynirlere inülin eklenerek peynirlerdeki tekstürel, reolojik, mikroyapısal özelliklerinin incelenmesine yönelik yapılan bir çalışmada inülin ilave edilen peynirlerde yumuşaklığın etkilenmediği ve inülinin %63 oranında yağı ikame edebileceği tespit edilmiştir.

Aryana ve McGrew (2007), inülin prebiyotik olarak *L. acidophilus* aktivitesinin ve kalsiyum emiliminin artmasını sağlayabilmek amacıyla, *L. acidophilus* içerikli yağsız yoğurtların fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik karakteri üzerine kısa (P95), orta (GR) ve uzun (HP) zincirli inülinlerin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, %1.5 inülin yoğurt üretimine eklenmiştir. Yoğurt üretimini takiben 1., 11. ve 22. günlere ait analiz sonuçlarının, kontrol örneğine göre farklı *L. acidophilus* sayım değerlerinde önem arz edecek artış gözlenmiştir.

Kesler (2008), tereyağına prebiyotik lif olarak inülin ve probiyotik bakteri ilave ederek fonksiyonel bir ürün geliştirmeye çalışmıştır. Prebiyotik lif ve probiyotiklerin tereyağında yüksek laktik asit üretimi ve daha hızlı fermantasyon sağladığını belirleyen araştırmacı ürünün duyuşal olarak kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir.

Guggisberg ve ark (2008), tarafından yapılan farklı yağ seviyelerindeki (%0.2, %1, %2 ve %3.5) yoğurt yapımına ilişkin çalışmada değişik oranlarda (%0, %1, %2 ve %4) inülin katkısı ile fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri yönünden

özellikle %2 ve %3.5 yağlı yoğurta teknolojik ve besinsel içerik olarak kayda değer yükselme olduğu, Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop (CLSM) kullanılarak gözlenen kazein bağlantılarına inülin katkısının olumsuz etki yapmadığı aksine yapının oluşumunu CLSM tarafından gözlemlenemeyen ikinci bir bağ oluşumu ile desteklediğini bulmuşlardır.

Soukolis ve ark (2008), dondurmaya eklenen buğday, yulaf, elma ve inülinde elde edilen dört diyet lifinin dondurmanın reolojik özellikleri ve sertleşme sıcaklığının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada sonuç olarak, viskoziteyi (yapışkanlığı) sağlayan yapının; selüloz, hemiselüloz ve suda çözünmeyen bileşiklerdeki lif içeriğinin toplam kuru madde üzerindeki bağlantısı olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin dondurmaya eklenmesiyle dondurma yapısındaki, suda çözünür lif artışının dondurmanın reolojik yapısına etkisinin bulunmadığı ancak donma noktasının düşüşünü sınırladığını ve inülin dondurmanın sertleşme sıcaklığında dikkate değer bir artışa neden olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar donmuş süt ürünlerinde kristalizasyon kontrol edici olarak diyet liflerinin kullanılabilmesini göstermiştir.

Meyer ve ark (2011), yaptıkları çalışmada, prebiyotik olarak sınıflandırılan inülinlerin %1 oranında kullanımının fiziksel ve duyuşsal özellik bakımından iyi sonuç verdiğini, süt ürünlerinde tekstürel özellikleri iyileştirdiğini, inülinin yağ ikame edici olarak kremsi dokuyu geliştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca bağırsakta bulunan bifidobakterlerin gelişimini olumlu yönde destekleyerek bağırsak mikroflorasının bifidojenik aktivitesini arttırabildiğini bildirmişlerdir.

Boran (2012), inülinin düşük yağlı yoğurtların kremsi ağız hissi geliştirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir olduklarını ortaya koymuştur.

Kalender (2014), yaptığı çalışmada, yağ azaltılmış sütlere dört farklı oranda (%0, %1, %2, %3) inülin ilave ederek ürettiği süzme yoğurtları 21 gün boyunca depolamıştır. Farklı oranlarda inülin kullanımı sonucunda; süzme yoğurtların kurumadde oranları, asetaldehit miktarları, renk özellikleri ve az da olsa duyuşsal özelliklerini etkilerken, pH, titrasyon asitliği, protein oranları, yağ oranları,

penetrometre değerleri ve tirozin miktarlarını etkilemediğini, süzme yoğurtların kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri depolamanın 1., 7., 14., ve 21. günlerinde incelenmiş ve analiz sonuçlarına göre; süzme yoğurtların pH değerlerinde ve penetrometre değerlerinde düşüş görülürken tirozin miktarlarında artış gözlenmiştir. Toplam kabul edilebilirlik puanlarına göre %3 inülin ilave edilen süttten üretilen süzme yoğurt, %1 ve %2 inülin ilave edilen sütlerden üretilen süzme yoğurtlardan daha çok beğenildiğini belirtmiştir.

Kalender (2014), probiyotik ve prebiyotik içeren fermente süt ürününün üç haftalık kullanımı sonrası kontrol grubuna göre toplam kolesterol düzeyinde %4.4 ve düşük dansitelilipoprotein düzeyinde %5.3'lük düşüş sağladığını saptamıştır.

2.3.2. Fruktooligosakkarit ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

FOS, gıda endüstrisinde besinsel değeri ve teknolojik özellikleri nedeniyle kabul görmektedir. İdeal besin dengesine sahip olması, duyuşal kaliteyi arttırması nedeniyle sıklıkla tercih edilmekte; yoğurt, çocuk gıdaları, içecekler, bisküvi, dondurulmuş tatlı ve hatta yem katkısı olarak kümes hayvancılığında bile kullanılmaktadır. Süt ürünleri piyasasında diyet ürünleri özellikle de meyveli yoğurtlar en büyük gelişim gösteren ürünlerdir. FOS'lar, süt ürünlerinde (şeker ve yağ ikamesi, tatlandırıcılara sinerjistik etki oluşturma, yapıyı iyileştirme, köpük sabitlemesini sağlama), dondurulmuş tatlılarda (şeker ve yağ ikamesi, donma noktasını düşürme, tatlandırıcılarla sinerjistik etki oluşturma), fırınlanmış gıdalar ve ekmekte (nemin muhafazası, şeker ikamesi), kahvaltılık gevreklerde (gevreklik kazandırma) kullanılmaktadır. Ayrıca belirtilen gıda ürünlerinde lif ve prebiyotik içeriğinden de faydalanılmıştır (Franck, 2002).

FOS çerezlere ve tahıllara daha fazla gevreklik ve genişleme kazandırır; onların raf ömrünü uzatır. Ekmek ve keklerde nemi muhafaza eder, daha uzun süre taze kalmasını sağlar. İçeceklerde çözülmüş FOS bulunması süt ürünlerindeki

liflerin birleşmesine imkan sağlar. FOS tat ve yapısı uygun olmayan düşük yağlı gıdaların üretiminde daha dengeli bir koku ve kremsi bir tat oluşturdukları için kullanılırlar. Dondurulmuş gıdalarda kolay üretim sağlarlar, ağızda yağlı bir his oluşturur, erime ve donma noktasının düşmesini sağlarlar. Ayrıca havalandırılmış tatlılar, dondurma ve soslarda köpük ve emülsiyon stabilitesini iyileştirir. Besin ve granula barlarda şekerin yaptığı gibi bağlanma görevi yapar. Bunun yanı sıra lif ve diğer besin özelliklerinin de artmasını sağlarlar. Sonuç olarak glikoz şurubu ve şekerin teknolojiye kullanılan özelliklerini gösterebilirler. Kullanılmasında genel anlamda dolaylı bir etkene ya da olaya ihtiyacı yoktur, ancak adaptasyon gerektiren bazı durumlar söz konusu olabilmektedir. Özetle, tüm bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda ideal bir gıda bileşeni olduğu söylenebilir. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılan FOS'lar ayrıca FDA (Food and Drug Administration; Gıda ve İlaç Kurumu) tarafından GRAS (Generally Recognized as Safe; güvenli olarak belirlenmiş) kabul edilen bir bileşendir (Büyüktortop, 2011).

Anne Brickett ve arkadaşları yaptığı çalışmalarda FOS (Fruktooligosakkarit) kullanımının sindirim sisteminde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin üremesini desteklediğini ayrıca insanlarda özellikle diyareye sebep olan *Escherichia coli* ve *Clostridium difficile* tarafından metabolize edilemediğini ifade etmişlerdir (Songun, 2016).

Williams ve ark (1993), yapmış olduğu çalışmada OF alımını günde 4 grama sabitlemenin bifidobakteri miktarını anlamlı düzeyde artırdığını belirlemişlerdir. OF, inülin gibi fruktanların, bifidobakteri sayısını arttırıp, *Bacteroides*, *Fusobakter* ve *Clostridium* sayısını oldukça belirgin bir şekilde azalttığını bildirmişlerdir. Günde 4 g OF alımının bazı indirgeyici enzimlerin (β -glukuronidaz ve glikolik asit hidroksilaz) aktivitelerinde azalmaya sebep olduğunu ve fekal floranın gelişmesine olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir.

Bouhnik ve ark (1999), fekal floradaki bifidobakteri miktarını anlamlı düzeyde arttırmak için gereken OF miktarı eşik seviyesini çeşitli çalışmalar sonucunda 4 g/gün olarak saptamışlardır.

Kavas (2011), yaptığı bir çalışmada prebiyotiklerin kalın bağırsakta sıvı hacmini arttırması sonucunda dışkı kütlelerinde ve ağırlığında artış meydana getirdiğini ve bu bağlamda OF'un gram başına dışkı ağırlığında 1.3 g, inülinin ise gram başına dışkı ağırlığında 2 g ağırlık artışına sebebiyet verdiğini belirlemiştir. Kolon kanserinin dışkı ağırlığıyla ilgili olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, kolon kanseri riskinin dışkı ağırlığı ile ters orantılı şekilde değiştiği bulgusu elde edilmiştir.

Seçkin ve Baladura (2011), bir başka çalışmada, araştırma içerisinde yer alan bireylerin diyetlerine 5 g OF'un 11 günü içeren bir süre zarfında eklenmesi sonucunda mikrobiyotadaki *Bifidobacterium* miktarında artma gözlemlenmiş, koliform bakteri miktarında ise azalma görüldüğünü belirtmişlerdir.

Sakin ve Tanoglu (2016), benzer bir çalışma yaparak bireylerin diyetine 8 g FOS eklemiş, sonuç olarak bifidobakteri miktarının ortalama 10 kat arttığını, *C. perfringens* miktarı ve fekal pH seviyesindeki azalmanın ise anlamlı olduğunu saptamışlardır.

2.4. Sinbiyotikler ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Prebiyotiklerin gıdalarda yalnız başlarına kullanımı yerine probiyotikler ile kombine halde kullanılmasının (sinbiyotik) insan sağlığına daha olumlu etkiler yaptığı araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Krishnakumar ve Gordon, 2001).

Pratikte en yaygın prebiyotik-probiyotik kombinasyon uygulaması *Bifidobacterium* ve oligosakkaritler ile yapılmaktadır (Yerlikaya ve Karagözlü, 2009). En iyi bilinen sinbiyotikler, *Bifidobacterium* + FOS, *Lactobacillus* + laktitol, *Bifidobacterium* + GOS kombinasyonları olup sinbiyotiklerin gastrointestinal bölgedeki probiyotik kararlılığını arttırdığı düşünülmektedir (Sezen, 2013).

Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip diyet liflerinden inülin ve OF kalın bağırsakta yararlı etkileri olan bifidobakterilerin gelişimini arttırmaktadır (Boran, 2012). Bu konu ile ilgili Haris ve Ferguson (1999), tarafından yapılan bir

çalışmada, diyetlerine 15 g OF, inülin ve sakkaroz eklenen 8 gönüllüden 15 gün sonunda gaitalarından örnekler alınmıştır yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda inülin ve OF ilaveli diyetlerle beslenen gönüllülerde bifidobakteri sayısının arttığı *Bacteroides*, *Fusobacteria* ve *Clostridia* sayılarının azaldığı tespit edilmiştir (Haris ve Ferguson, 1999).

Tuohy ve ark (2001), yaptıkları çalışmada, inülin miktarının bağırsak mikrobiyotasına etkisini tespit etmek amacıyla sağlıklı bireylerin diyetine günlük 8 g inülin takviyesi yapmış olup, bağırsak bölgesinde *Bacterioides* spp. sayısında kullanılan inülin miktarının istatistiksel açıdan önemli bir değişiklik yapmadığını ancak *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinde istatistiksel olarak artış gözlemlenmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Palframan ve ark (2002), FOS ve inülinin sağlıklı bireylerin bağırsak mikrobiyotasına olan etkilerinin araştırıldığı çalışma sonucunda, diyetle %2 oranında FOS ve inülin tüketilmesinin bifidojenik aktivitenin tespit edilmesine ve bağırsak mikrobiyotasında *Bifidobacterium* spp.miktarının sırasıyla 0.82 log kob/g ve 0.63 log kob/g oranında artmasına sebep olduğu belirtilmiştir.

Özer ve ark (2005), Acidophilus-Bifidus'lu yoğurtlara prebiyotik olarak laktuloz ve inülin takviyesinin *L. acidophilus* La-5'in ve *B. bifidum* Bb-02 büyümesine etkisinin incelendiği çalışmada, değişik oranlarda laktuloz (%0.25, %2.5) ve inülin (%0.5, %1.0) kullanılmış olup alınan sonuçlar klasik yoğurt ve Acidophilus-Bifidus'lu yoğurtlarla karşılaştırılmıştır. Laktuloz ve inülinin yoğurdun starter bakterisini geliştirici etkisi gözlemlenmezken *B. bifidum* Bb-02'nin büyümesini büyük ölçüde uyardığı gözlemlenmiştir. Laktulozun her iki probiyotik suşunun büyümesinde inülininden daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Donkor ve ark (2007), yaptıkları çalışmada, iki probiyotik mikroorganizma (*L. acidophilus*, *L. casei*) ile yoğurt kültürlerinin (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) gelişme ve metabolizması üzerine %0.5, %1.0, %1.5 oranında mısır nişastası ve ticari inülin ilavesinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, inülinin, probiyotikler için yüksek amilozlu mısır nişastasına göre daha iyi büyüme

ortamı sağladığını ve inülin varlığında kültürlerin yüksek amiloz içerikli mısır nişastasası içeren yoğurda göre canlılıklarını 10 kat daha fazla koruduklarını bildirmişlerdir.

Nayir (2008), FOS ve *B. lactis* Bb-12 ile hazırlanmış sinbiyotik yoğurtların ve saf probiyotik kullanılarak hazırlanmış yoğurtların sağlıklı 30 gönüllüye iki hafta boyunca yedirildiği çalışmada, prebiyotik ve probiyotik kullanılarak oluşan sinbiyotik yoğurtlardan, saf probiyotik kullanılarak hazırlanan yoğurtlara göre daha anlamlı sonuçlar alındığı görülmüştür.

Şener ve ark (2008), %0.5, %1 ve %2 konsantrasyonlarındaki çeşitli prebiyotiklerin (GOS, FOS, SOS, INU, KOS ve LAK), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB12'nin üzerine ilavesiyle elde edilecek olan gelişim performansı ve asitlik geliştirme özelliği etkilerinin incelendiği araştırma sonucunda, kullanılan prebiyotiklerin tamamının bakteri gelişimini belirli seviyede desteklediği belirlenmiş, bakteri gelişimi üzerine en olumlu etkiyi ise KOS'un gösterdiği bunun yanı sıra GOS ve SOS'da, KOS'a yakın değerlerde bakteri gelişimi gözlemlendiği bildirilmiştir.

Seçkin ve Baladura (2011), %5 oranında inülin, FOS ve GOS'un fermente süt ürününde kullanımının, *Bifidobacterium* suşlarının gelişimi ve bu üründeki canlılığının araştırıldığı çalışmanın sonunda, *Bifidobacterium* Bf-1 suşunun %12'sinin canlı kaldığı, oligosakkaritlerin *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* spp. gibi probiyotik bakterilerin gelişimini ve canlılığını olumlu yönde etkilediği, probiyotiklerle sinbiyotik bir etki oluşturmakta olduğu görülmüştür.

Alves ve ark (2012), krem peynirlerin stabilitesin sağlanmasında sinbiyotik gıda taşıyıcısı olarak probiyotik bakterilerden *Bifidobacterium animalis* Bb-12, *Lactobacillus acidophilus* La-5 ve prebiyotik katkı olarak inülinin farklı miktarda takviyelerle krem peynirde kullanımıyla ilgili yapılan çalışmada, fiziksel parametreler incelenmiş, $8 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ depolama şartlarında starter laktik kültürü *Streptococcus thermophilus*'un ve probiyotik kültürlerin depolama süresince (1., 15., 30. ve 45. gün) canlılıkları değerlendirilmiştir. Depolama boyunca

Lactobacillus acidophilus sayısı 3.10-8.20 log cfu/g arasında gözlemlenmişken, *Bifidobacterium animalis* sayısı 6.04-7.76 log cfu/g arasında gözlemlenmiştir. Sonuç olarak oluşan krem peynirlerin sinbiyotik gıda potansiyeline sahip olduğu görülmüştür.

Waitzberg ve ark (2013), yaptıkları bir çalışmada ise, karın ağrısı, şişkinlik, gaz problemi yaşayan 100 kadın hastadan 50'sine 30 gün boyunca sinbiyotik olarak FOS, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* ve *B. lactis* kombinasyonu, 50'sine plasebo uygulanmış ve sinbiyotik uygulanan hastalardan daha iyi sonuçlar almışlardır.

Krasaekoopt ve Watcharapoka (2014), çalışmalarında prebiyotik özellikteki GOS ve inülini kullanarak probiyotik bakterileri (*L. casei* ve *L. acidophilus*) sodyum aljinat boncukları içerisine enkapsüle etmişlerdir. Sonrasında mikrokapsülleri kitosan ile kaplamışlardır. Bu mikrokapsülleri yapay sindirim sisteminde, meyve suyu ve yoğurt üretiminde kullanarak izlemişlerdir. Çalışma sonuçlarında prebiyotik ilavesinin oluşan mikrokapsül boyutunu %3.8 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir. Mikrokapsüllerde %0.3 oranında GOS ilavesinin iyi koruma sağladığını belirlemişlerdir. Yoğurta 4 haftalık depolama süresince GOS ilaveli mikrokapsüllerdeki canlı hücrelerin, ilavesiz mikrokapsüllerdeki hücrelere oranla daha fazla sayıda olduğu belirlenmiştir.

Akgül (2018), probiyotik bileşen olarak *Bifidobacterium* ve prebiyotik bileşen olarak inülin kullanılmasıyla zenginleştirilen sütlü çikolataların, raf ömrü süresince bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği bu çalışmada probiyotik canlılığın yalnız ve sinbiyotik koşullarda incelenmesi amaçlanmıştır. Örneklerin *Bifidobacterium* sayıları inülin miktarındaki artış ile beraber temper öncesi ve sonrası gruplarda artış göstermiştir. Sütlü çikolataya eklenen *Bifidobacterium* probiyotik bakterisinin tek başına kullanımı yerine inülin ile birlikte sinbiyotik kullanımının çikolatanın fonksiyonel özelliklerini arttırdığı ve depolama süresince tüketiciler tarafından beğenildiği bildirilmiştir.

Bifidobacterium'un içeriklerine bakılarak inülin ile birlikte sütlü çikolatalaya ilavesinde iyi bir taşıyıcı matriks olabileceği sonucuna varılmıştır.

2.5. Nohut ve Nohut Unu ile İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Nohut unu; ekmek, bisküvi gibi ürünlerde, gıda karışımlarında ve birçok yemekte katkı olarak kullanılmaktadır (Ertaş, 2013). Ayrıca hububat içeren gıdalara nohut unu eklenmesi nohut tüketiminin attırılması için iyi bir alternatiftir (Alifakı, 2013). Yüksek karbonhidrat içeren gıdaların zenginleştirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından nohut unu kullanılmıştır (Ulukut, 2010).

Kendine özgü nötr karakterde bir aromaya sahip olan ekmeğin diğer gıdalar için iyi bir taşıyıcı özellik arz etmesi, diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay sağlanabilir olması, besleyici ve doyurucu özellikler içermesi gibi nedenlerden dolayı, ekmeğin insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır ve ekmek dünya ülkelerinin çoğunda yüksek karbonhidrat içeriği nedeniyle, diyetle alınan enerjinin önemli bir bölümünü sağlamaktadır (Özer ve ark, 2009). Ekmeğin insan hayatında sahip olduğu önemden dolayı baklagil unlarının ekmek hamuruna ilavesiyle elde edilecek olan ekmeğin, besleyici değerlerini arttırmak adına son 30 yıldır pek çok çalışma yapılmıştır (Alifakı, 2013). Son yıllarda buğday ununa farklı bileşimdeki çeşitli unların eklenerek, ekmek üretilmesi yönündeki çalışmalar artmış olup bu çalışmalar özellikle nohut, mısır, arpa gibi ürünlerin unları kullanılarak yapılmaktadır. Bu tür unların buğday ununa ilavesiyle, ekmeğin duyuşal ve reolojik karakteristiklerini, fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini iyileştirilebileceği, besin değerinde artış gözlemlenebileceği ve sağlık üzerine yararlı etkileri bulunabileceği belirtilmektedir (Noorfarahzilah ve ark, 2014).

Hayatımızda büyük bir yere sahip olan ekmeğin besin öğelerinin zenginleştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır ve yapılan çalışmalarda nohut unu kullanılabilir.

Nohut unlarının buğday unu ile karıştırılarak kullanıldığı ekmek harici çalışmalar keklerde, bisküvilerde, makarnada, krakerde yapılmıştır (Alifakı, 2013).

Nohut katkısı kullanılarak yapılan tahıl esaslı ülkemize has fermente ürünler arasında, çeşitli tarhanalar, nohut mayası ekmeği ve ekşi maya ekmekleri bulunmaktadır (Şimşekli ve Doğan, 2015). Temel bileşimi buğday ve yoğurt olan, değişik yörelerde farklı karışımlar ve baharatların (nohut, soya fasulyesi, mısır unu, mercimek, yumurta, süt, domates, biber, ayva, elma, nane vb.) kullanılmasıyla yapılan tarhana, hayvansal ve bitkisel kaynaklı bileşenleri içinde barındırdığından yüksek besin değerine sahiptir (Akbaş ve Coşkun, 2006; Baysal, 2009). Maraş tarhanası tortilla cips formunda üretilen geleneksel fermente ürünlerindedir (Şimşekli ve Doğan, 2015). Nohut katkısı kullanılarak yapılan ülkemize özgü tahıl esaslı fermente ürün olarak bilinen geleneksel nohut mayalı ekmek unutulmaya yüz tutmuş bir damak tadımızdır (Aydın ve Çebi, 2009; Özer ve ark, 2009). Hazırlanan nohut mayalı ekmek hamurundan ayrıca geleneksel olarak simit ve peksimet üretimi de yapılabilmektedir. Nohut fermantasyonunda hiçbir katkı kullanılmaksızın mikroflora gelişimi ile ekmek üretilmektedir (Özer ve ark, 2009). Ekşi hamur yapımında ortamda spontan olarak bulunan maya, küf ve bakteriler özellikle laktik asit bakterileri hamurun hissedilebilir tad oluşumunda birinci dereceden olumlu etkiye sahiptir (Aydın ve Çebi, 2009). Nohut mayası mikroflorası ile ilgili bir araştırmada; nohut mayası hamurunda dünyada yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalardan biri olan *Lactobacillus plantarum* belirlenmiştir (Özer ve ark, 2009). Ekşi hamur ekmelerinde, nohut mayası hamurunda spontan olarak bulunan probiyotik mikroorganizma olan *Lactobacillus plantarum* ile prebiyotik katkı olarak nohutun sinbiyotik etki sağlayacağı düşünülmektedir. Ekşi hamur ekmekleri, çok çeşitli mikroorganizmaların faaliyet gösterdiği yoğun bir fermantasyon sonucunda üretildiklerinden aromatik profili en zengin ekmek çeşitlerini oluşturmaktadırlar (Aydın ve Çebi, 2009). Bu nedenle nohut mayalı ekmek hem besleyici olması hem de geleneksel ve yeni tat arayışında olan tüketiciler için alternatif bir ürün

olmaktadır. Ayrıca bazı Akdeniz ülkelerinde fermente nohut sıvısı, geleneksel ekmek ve hamur ürünlerinin yapımında kabarmayı sağlamak amacıyla kullanılmakta, buğday ununa eklenen fermente nohut, besin kalitesini ve ürünün raf ömrünü uzatmaktadır (Özer ve ark, 2009).

Poltronieri ve Arêas (2000), nohutta ekstrüzyon ve demir biyoyararlanımını araştırdıkları çalışmada pişmiş nohutun protein içeriğini (%)18.2±1.1 olarak belirtmişlerdir.

Wang ve ark (2002), inülin, nohut ve keçiyoynuzu liflerinden elde edilen un karışımlarının kullanılması sonucunda yapılan ekmeklerin kabuğunda yumuşama gözlemlenmiş olup, duyuusal incelemeler sonucunda ekmekler panelistler tarafından beğenilmiştir.

Wood (2008), yaptığı çalışmada, irmiğe % 10, 15, 20, 25, 30 oranlarında nohut unu eklenerek makarna üretimi gerçekleştirilmiş, protein miktarı kontrol örneğinde %12.4 iken, %30 oranında nohut unu eklenerek zenginleştirilmiş makarnada ise %17.4'e yükseldiği belirlemiştir.

Indrani ve ark (2011), nohut, soya fasulyesi, arpa, çemenotu tohumu içeren çoklu tahıl karışımını (MGB) buğday ununa çeşitli oranlarda (%10, %20, %30, %40) katkılayarak, bir çeşit yassı ekmek olan Hindistan parottasının kalite özelliklerinin incelenmesine yönelik çalışmayı yapmışlardır. Artan oranlarla MGB kullanımı hamur su absorpsiyonunu artırırken, hamur stabilitesini, uzamaya karşı direncini ve uzayabilirliğini ise azaltmıştır. Ekmeklerin toplam kabul edilebilirliği 60 puan üzerinden değerlendirilmiş ve ekmekler 38-53 aralığında puan almıştır. %30 oranındaki MGB'nin parottanın toplam kalite özellikleri üzerine iyileştirici etki yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca MGB kullanımının diyet lifi, protein, yağ ve mineral içeriğindeki artışa neden olduğu gözlemlenmiştir.

Hemeda ve Mohamed (2012), kek yapımında %5 ve %10 oranında nohut ve yağsız soya ununun buğday unu yerine kullanıldığı çalışmada keklerin fiziksel, duyuusal ve besinsel özellikleri araştırmış olup, %5 oranında yağsız soya unu ya da nohut ununun ilavesiyle yapılan kekler, panelistler tarafından olumlu karşılanmış

ayrıca çinko, demir, potasyum ve mineral kompozisyonu bakımından zengin bulunmuştur. Kontrole göre özellikle esansiyel aminoasitler ve protein içeriğinin yüksek çıktığı belirlenmiş, böylece yüksek kalitede sağlıklı ürün elde etmek adına nohut ve soya ununun kullanılabilineceği bildirilmiştir.

Levent ve Bilgiçli (2012), yapmış oldukları araştırmada, bazlama formülasyonunda kullanılan buğday unu %20 oranında nohut, fasulye ve mercimek unları ile yer değiştirilmiş ve bazlama üretimi gerçekleştirilmiştir. Bazlamaların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiş olup buğday unundan hazırlanan kontrol bazlama örneği ile karşılaştırılmıştır. Baklagil unlarının bazlama formülasyonunda kullanılması, ekmeklerin kalınlığını azaltmış yayılma oranını ise artırmıştır. Nohut ve fasulye unu kullanımının, ürünün sertlik değerini kontrole göre arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm baklagil unları bazlamaların K, Mg, P ve Zn miktarını artırmıştır. Sonuç olarak hububat ürünlerinin formülasyonlarında baklagil unlarına yer verilmesi ile son ürünün protein miktarının artarak aminoasit kompozisyonunu dengeli hale getirdiği, ayrıca dirençli nişasta miktarın yükselerek glisemik indeks değerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Minarro ve ark (2012), araştırmalarında dört farklı un (nohut, bezelye izolatu, keçiboynuzu tohumu ve soya unu) kullanarak glutensiz ekmek formülasyonu hazırlamış, bu unların soya proteinine eşdeğer özellikte olup olmadıkları incelenmiştir. Araştırmada nohut unuyla yapılan glutensiz ekmekten spesifik hacimce en yüksek sonuç (3.26 cm³/g) alınmıştır. Bunun yanı sıra en yüksek ekmek içi yumuşaklığını nohut unuyla yapılan ekmekler vermiş olup en iyi duyuşal kalite ve fizikokimyasal karakteristikler bu ekmekte saptanmıştır. Sonuç olarak araştırmada kullanılan un çeşitleri arasında soya proteinine alternatif olabilecek unun nohut unu olduğu ifade edilmiştir.

Mohammed ve ark (2012), buğday ununa farklı oranlarda (%10, %20, %30) nohut unu katkılayarak ürettiği ekmeklerde, nohut ununun protein, yağ ve kül içerikleri (sırasıyla %25.5, %5.0 ve %2.8) araştırılmıştır. Nohut ununun protein, kül, yağ gibi parametrelerinin buğday ununa kıyasla daha yüksek çıktığı

görülmüştür. Hamurların su absorpsiyonları kontrol grubunda %58.8 olarak belirlenmişken, artan ikame oranlarına karşılık bu değer de %30'dan %62.5'e artış göstermiştir. Hamurun gelişme süreleri kontrol hamuruna göre yüksek bulunmuşken, farklı ikame oranları kullanılarak hazırlanan hamurlar arasında ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Erdil (2016), buğday ununa yeşil mercimek, kırmızı mercimek, nohut ve fasulye unlarının %5, %10, %15 oranında ikame edilmesiyle üretilen ekmek ve kekler üzerine yapmış olduğu çalışmada, ekmeklerde bakliyat unları için %15 düzeyinin üzerine çıkmanın ekmek yapısı açısından pek uygun olmadığı anlaşılmıştır. Özellikle nohut ve fasulye ekmekleri kabul edilebilir bulunmuştur. Kek örneklerinde ise tüm baklagil unları %15 düzeyleri dahil olmak üzere kabul edilebilir bulunmuş ayrıca daha yüksek düzeylerin denenebileceği öngörülmüştür.

Sayar ve Çalışkantürk Karataş (2017), kabulü tipi nohut kullanarak yaptıkları çalışmada, nohut kabuğu ve kabuksuz nohut ununa ait kimyasal içerik analizlerinin protein miktarı sonuçlarında, nohut kabuğunda 10.72 ± 0.02 , kabuksuz nohut ununda ise 18.18 ± 0.16 olarak saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Nohut ve Prebiyotikler

Bu araştırmada Hasanbey, Seçkin, Azkan (kobaşı, tüysüz) olmak üzere eşit nohut Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Prebiyotik olarak kullanılan fruktooligosakkarit (FOS) Sinerji Gıda'dan ve inülin (Raftiline GR) ise Dora Dış Tic. ve Gıda San. A.ř. 'den temin edilmiştir.

3.1.1. Probiyotik Bakteriler

Bu araştırmada probiyotik kültür olarak *Lactobacillus rhamnosus* Danisco USA INC.'den ve *Lactobacillus casei* Shirota RIUM/Hollanda kullanılmıştır.

3.1.2. Besiyerleri

Çalışmada kullanılan laktik asit bakterilerinin geliştirilmesi amacıyla *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota için MRS agar/broth, kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öncelikle prebiyotik amaçlı kullanılan nohutlardan un elde edilmiştir. Daha sonra bu unlardan ekstrakt elde edilerek besiyerine ilave edilmiş ve *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota probiyotik bakterilerin gelişimleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

3.2.1. Araştırma Planı

Bu çalışmada probiyotik bakterilerin (*L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota) geliştirileceği besiyerlerine nohut ekstraktı (Hasanbey, Seçkin, Azkan) veya prebiyotik katkı ilavesi (inülin ve FOS) yapılarak deneme desenleri oluşturulmuştur. Denemede 2 farklı probiyotik bakteri 3 farklı nohut çeşidi (2x3) ve 2 farklı prebiyotik katkı (2x2) kullanılmıştır, böylece 10 adet örnek elde

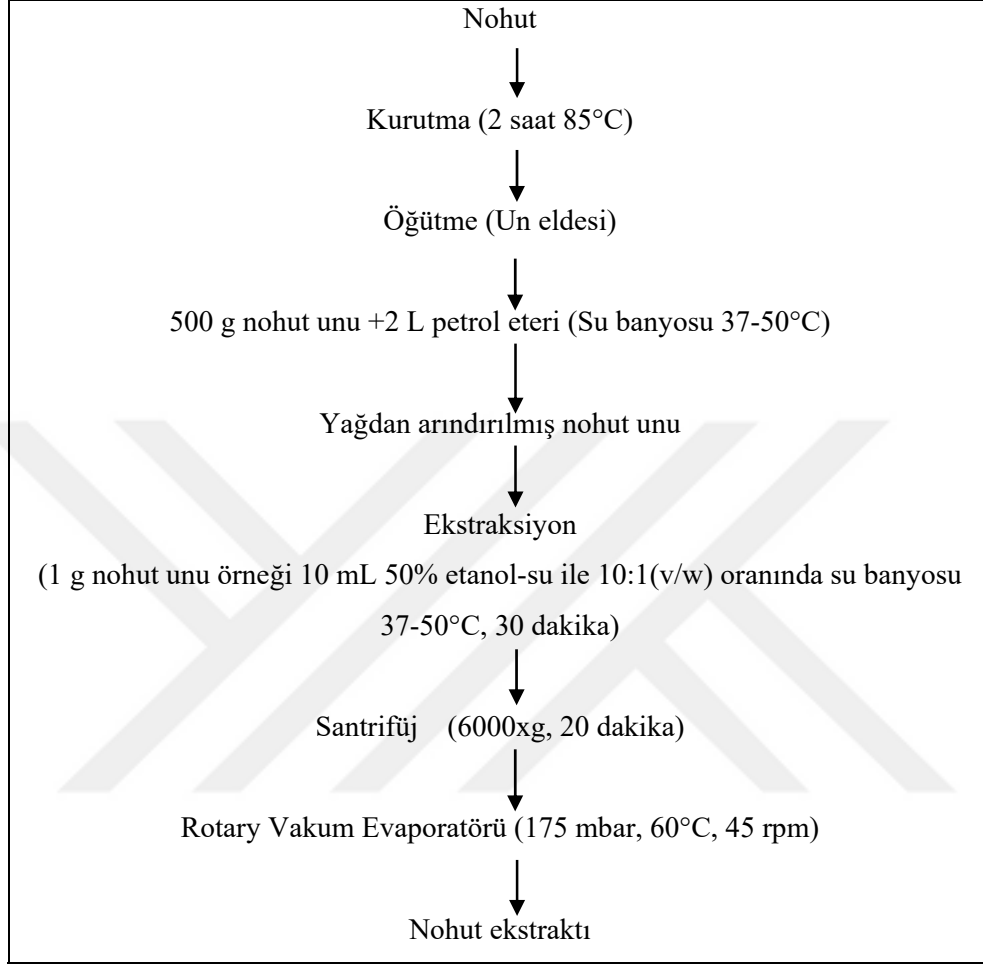
edilmiştir. Ayrıca her bir probiyotik bakterinin prebiyotik katkı ilavesi veya nohut ekstraktı ilavesi olmaksızın geliştirildiği kontrol örnekleri de deneme planına dahil edilmiştir. Böylece toplam 12 adet örnekteki probiyotik canlı hücre sayısı tespit edilmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada tüm analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan deneme planı Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada Kullanılan Probiyotik Mikroorganizmalar, Besiyerleri, Nohut ve Prebiyotik Katkılar

Probiyotik	Besiyeri Bileşimi
<i>L.rhamnosus</i>	MRS broth
	İnülin + Glikoz içermeyen MRS broth
	FOS + Glikoz içermeyen MRS broth
	Hasanbey nohut ekstraktı + Glikoz içermeyen MRS broth
	Seçkin nohut ekstraktı + Glikoz içermeyen MRS broth
	Azkan nohut ekstraktı + Glikoz içermeyen MRS broth
<i>L.casei</i> Shirota	MRS broth
	İnülin + Glikoz içermeyen MRS broth
	FOS + Glikoz içermeyen MRS broth
	Hasanbey nohut ekstraktı + Glikoz içermeyen MRS broth
	Seçkin+ nohut ekstraktı Glikoz içermeyen MRS broth
	Azkan nohut ekstraktı + Glikoz içermeyen MRS broth

3.2.2. Nohut Unlarının Ekstraksiyonu

Bu araştırmada kullanılmış olan nohut eşitleri öncelikle 85°C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat boyunca kurutulmuş ve sonrasında ev tipi değirmende öğütülerek un haline getirilmiştir. 2 L petrol eteri ve 500 g nohut unu belli sıcaklık aralığında (37-50°C) su banyosunda kaynayana kadar bekletilmiştir. Bu işlem sonucunda sıvılar ayrılmış ve yağdan arındırılmış nohut unu kullanılmak üzere 4°C'de depolanmıştır. 1.0 g nohut unu rneği 10 mL 50% etanol-su ile 10:1(v/w) oranında 50°C'de 30 dakika boyunca su banyosunda tutulup ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyondan sonra örneklere santrifüj uygulaması yapılmıştır (6000xg, 20 dakika) ve santrifjasyon sonunda santrifüj tüpünde üstte kalan sıvı kısım toplanarak rotary vakum evaporatöründe (175mbar, 60°C, 45rpm) konsantre edilmiştir (Xiaoli ve ark, 2008).



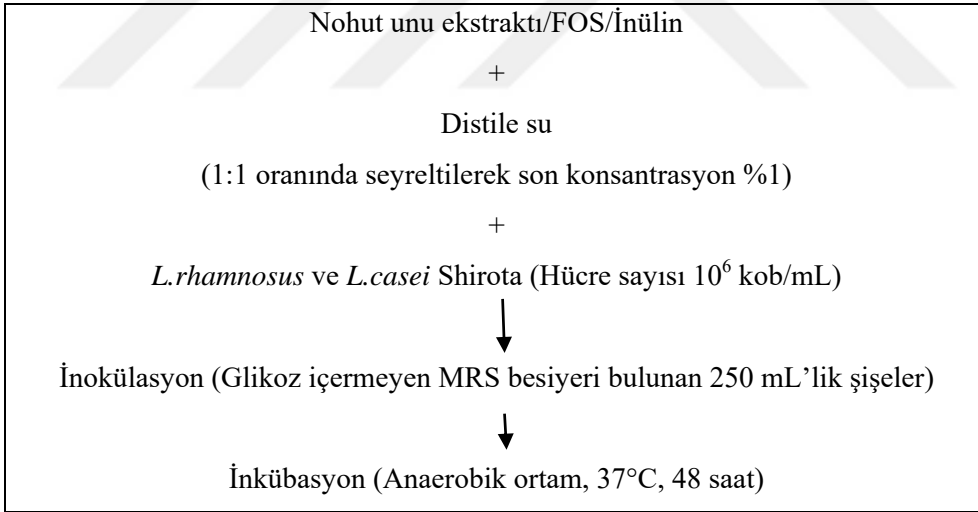
Şekil 3.1. Nohut Ekstraktı Elde Aşamaları (Xiaoli ve ark, 2008)

3.2.3. Probiyotik, Nohut ve Prebiyotik Katkılı Besiyerinin Hazırlanması ve İnkübasyon

Çalışmada *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota probiyotik bakterileri kullanılmıştır. Laktik asit bakterilerinin geliştirilmesi amacıyla Man Ragosa and Sharp (MRS) agar/broth, kullanılmıştır. *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota probiyotik bakterileri kültürlerinin aktivasyonu için, kültürler MRS agara ekim yapılarak 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Kontula ve ark, 1998).

Prebiyotikler ve nohut ekstraktları 1:1 oranında distile su ile seyreltilerek son konsantrasyonu %1 olacak şekilde besiyerine ilave edilmiştir (Wichienhot ve ark, 2010). MRS besiyerinde aktifleştirilmiş *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota kültürlerinin hücre konsantrasyonu McFarland cihazı yardımı ile 10^6 kob/mL olarak ayarlanmıştır. Deneme kombinasyonları dikkate alınarak son konsantrasyonu %1 olarak ayarlanmış fruktooligosakkarit, inülin, nohut ekstraktları ve hücre sayısı 10^6 kob/mL'ye ayarlanmış *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota, içerisinde glikoz içermeyen MRS besiyeri bulunan 250 mL'lik şişelere inoküle edilmiş ve anaerobik ortamda 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Kontula ve ark, 1998).

Kontrol ve karşılaştırma yapmak amacıyla, MRS besiyeri ve karbonhidrat ya da prebiyotik madde içermeyen MRS besiyeri olmak üzere iki farklı kontrol kullanılmıştır. Besiyerlerindeki asitlik gelişimleri pH ölçümleri ile belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Probiyotik, Nohut ve Prebiyotik Katkılı Besiyerinin Hazırlanması ve İnkübasyon Aşamaları (Kontula ve ark, 1998; Wichienhot ve ark, 2010)

3.2.4. Laktik Asit Bakteri Sayımı

Besiyeri olarak De Man Ragosa Sharpe Agar (MRS, Merck) kullanılarak ve yüzeye yayma yöntemi uygulanarak ekim yapılmıştır. Öncelikle MRS agar hazırlanmış; örnek katı besiyerinin üzerine pipetlenecek 0.1 mL steril dağıtıcı kullanılarak örneğin katı besiyerinin üzerine dağılması sağlanmıştır. Ekim yapılmış olan petri kutuları 37°C'de 48 saat anaerobik şartlarda inkübasyona tabi tutulmuştur. 0, 24 ve 48 saat sonrasında inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir (Kontula ve ark, 1998).

3.2.5. Nohut Ekstraktlarının Toplam Protein Miktarı Tayini

Protein tayininde en çok kullanılan yöntem Danimarkalı kimyacı Johan Kjeldahl'ın geliştirdiği Kjeldahl yöntemidir. Kjeldahl yöntemi ile protein halinde bulunmayan amin, amid ve amonyum gibi azot içeren tüm bileşikler de protein gibi belirlendiğinden bu yönteme "Ham Protein Tayini" denilmektedir. Kjeldahl yöntemi; yakma, damıtma ve titrasyon aşamalarından meydana gelmektedir (Anon., 2007).

Deneyin Yapılışı

- Kağıt üzerinde homojen hale getirilmiş örnekten 1 g tartılmış ve örnek Kjeldahl tüpü içerisine yerleştirilmiştir.
- Üzerine 10 mL %95-98'lik sülfürik asit konulmuştur. Katalizör olarak Kjeldahl tableti (2 adet) ya da bakır sülfat- potasyum sülfat karışımı/ CuSO₄ – K₂SO₄) katılmıştır.
- Tüpler tüp standına dizilerek yakma aşaması için çeker ocağa götürülmüş, tüp standı ile birlikte Kjeldahl yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Ağız kendi kapakları ile kapatılmıştır.

- İlk olarak çeker ocak açılmış, sonra cihaz ve su vanası açılmıştır. 450°C'de 4-5 saat yakmaya bırakılmıştır (ortaya çıkan gaz zehirli olduğu için çeker ocağın kapağı aşağıya indirilmiştir). İlk yanma işlemi başladığında renk kahverengi olmuş, renk açık yeşil ya da sarımsı olduğu zaman yanmaya son verilmiştir. Yanma sırasında ortaya zehirli gaz çıktığı için cihazın kapağı açılarak çeker ocak uzun bir süre açık bırakılmıştır.
- Tüpler soğurken, bir erlene 25 ml % 4'lük borik asit konulmuş ve üzerine protein indikatörü eklenmiştir. Protein indikatörünün eklenmesiyle lila-mor renk gözlemlenmiştir.
- Cihaz ve su vanası açılmış, %33'lük NaOH'ın bulunduğu kapta yeterli miktarda olup olmadığı kontrol edilmiştir. Distilasyon ünitesinin bir yanına tüpler diğer yanına da erlen yerleştirildikten sonra distilasyon başlatılmıştır. Distilasyon işlemi cihazı temizlemek adına önce saf su ile yapılmıştır. Distilasyon başlayınca tüplerde renk değişimi olana kadar NaOH düğmesine basılmıştır (Kahverengi, çok nadir de mavi renk gözlemlenebilir). Renk değişimi gözlemlenince düğmeye basma işlemi bırakılmış ve distilasyon bitmesi için beklenmiştir. Distilasyon bitince erlende yeşil renkte distilatlar toplanmış ve 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Mor-lila renk elde edilince titrasyona son verilmiş ve sarfiyat kaydedilmiştir.
- Bütün tüpler sıra ile aynı işleme tabi tutulduktan sonra cihazı temizlemek adına distilasyon saf su ile bir kez daha yapılmış ve bütün işlemler bittikten sonra cihaz ve su vanası kapatılmış, cihazın fişi çekilmiştir.

Hesaplama

%Azot: (Sarfiyat* Normalite* Faktör * Meş Azot * 100) / Örnek miktarı
Protein miktarı, elde edilen yüzde azot miktarının analizi yapılmış olan

numunenin faktörü ile çarpılması sonucunda saptanmıştır.

Azot dönüşüm faktörü fasulye, bezelye, nohut için: 6.25

Meş azot:0.014

3.2.6. Prebiyotiklerin ve Nohut Ekstraktlarının Toplam Şeker Miktarı Tayini

Fenol-sülfirik asit yöntemiyle Catley (1998) ve Amrane ve Prigent (1996)'e göre yapılmıştır.

Deneyin yapılışı

Şahit Çözeltilisinin Hazırlanması

1 mL distile suya 1 mL 5% 'lik fenol ve onu takiben 5 mL konsantre H₂SO₄ ilave edilmesiyle hazırlanmıştır.

Standart Çözeltilinin Hazırlanması

100 µg/mL glikoz alınıp distile suya son konsantrasyonu 60 µg/mL olacak şekilde eklenmiştir. 1 mL 5% 'lik fenol çözeltisi 1 mL şeker çözeltisine ilave edilmiş ve bu işlemi takiben 5 mL konsantre H₂SO₄ ilavesiyle tamamlanmıştır. Daha sonra hazırlanan çözeltinin absorbansları ölçülmüştür (10 dakika, 488 nm).

Prebiyotiklerdeki ve Nohut Ekstraktlarındaki Polisakkaritlerin Değerlendirilmesi (Test Hazırlığı)

İlk olarak, 100 mL suyun içerisinde yaklaşık 10 mg nohut ekstraktları ve prebiyotikler çözdürülmüştür. Prebiyotiklerdeki ve nohut ekstraktlarındaki polisakkaritin değerlendirilmesi için 1 mL 5% 'lik fenol 1 mL nohut ekstraktı ve prebiyotik çözeltisine eklenmiş ve bu işlemi takiben 5 mL konsantre H₂SO₄ ilave

edilerek, absorbanslar ölçülmüştür (10 dakika, 488 nm).

3.2.7. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler, “Tesadüf Parselleri Deneme Planı” na göre SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark, 1987).





4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 3 farklı nohut unu ekstraktı prebiyotik amaçlı kullanılmış ve bu nohutların *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota prebiyotik bakterileriyle aynı ortama ilave edilmesiyle oluşabilecek olan sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca prebiyotik amaçlı kullanılan nohut unu ekstraktlarının protein ve şeker değerleri belirlenmiştir. Aynı işlemler gıda sanayinde sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan inülin ve FOS kullanılarak da yapılmıştır. Bulunan değerler incelenmiş ve nohut ununun prebiyotik olarak inülin ve FOS'a iyi bir alternatif olup olmadığı değerlendirilmiştir.

4.1. Laktik Asit Bakteri Sayımı

Farklı prebiyotiklerden ve nohut ekstraktlarından elde edilen prebiyotik sayıları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı Prebiyotiklerden ve Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Probiyotik Sayıları (Ortalama değer \pm standart sapma)

	<i>L. rhamnosus</i>	<i>L. casei Shirota</i>
Hasanbey	10.49 ^a \pm 0.26	10.24 ^a \pm 0.25
Seçkin	10.35 ^a \pm 0.36	9.99 ^a \pm 0.12
Azkan	11.34 ^a \pm 1.05	9.92 ^a \pm 0.56
Kontrol	10.09 ^a \pm 0.00	10.39 ^a \pm 0.00
Fruktooligosakkarit	8.34 ^a \pm 0.08	8.38 ^a \pm 0.03
İnülin	7.78 ^a \pm 0.16	8.22 ^a \pm 0.04

^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p>0.05$)

Glikoz içermeyen besiyerine nohut örneklerinin ve *L. rhamnosus*' un ilavesiyle elde edilen sonuçlarda; 3 nohut çeşidi arasından *L. rhamnosus* sayısı en yüksek değeri 11.34 \pm 1.05 log kob/g ile Azkan çeşidinde saptanırken, en düşük

değer ise 10.35 ± 0.36 log kob/g ile Seçkin çeşidinde saptanmıştır. Nohut çeşitlerinin *L. rhamnosus* sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Glikoz içermeyen besiyerine nohut örneklerinin ve *L. casei* Shirota probiyotik bakterisinin ilavesiyle elde edilen sonuçlarda; *L. casei* Shirota sayısı 10.24 ± 0.25 log kob/g ile 9.92 ± 0.56 log kob/g arasında değişmiştir. 3 nohut çeşidi arasından *L. casei* Shirota sayısı en yüksek değeri 10.24 ± 0.25 log kob/g ile Hasanbey çeşidinde saptanırken bunu 9.99 ± 0.12 log kob/g ile Seçkin ve 9.92 ± 0.56 log kob/g değeri ile Azkan çeşidi takip etmiştir. Nohut çeşitlerinin *L. casei* Shirota sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Prebiyotik ve nohut ekstraktı ilave edilen ortamlar arasında *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. FOS'un inüline göre prebiyotik açıdan bakteriler üzerinde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. *L. rhamnosus* probiyotik bakterisi en fazla 11.34 ± 1.05 log kob/g ile Azkan örneğinde tespit edilirken en az 7.78 ± 0.16 log kob/g ile inülin örneğinde tespit edilmiştir. Ayrıca *L. casei* Shirota probiyotik bakterisi ise en fazla 10.39 ± 0.00 log kob/g ile kontrol grubunda tespit edilirken en az 8.22 ± 0.04 log kob/g ile inülin örneğinde tespit edilmiştir.

Besiyerine sadece *L. rhamnosus*'un ilavesiyle elde edilen kontrol grubu sayım sonucu 10.09 ± 0.00 log kob/g olup, bu değer nohut ilavesi kullanılan sonuçlara göre daha düşük bulunurken FOS ve inülinin prebiyotik olarak kullanılmasıyla elde edilen sonuçlara göre yüksek bulunmuştur. Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine prebiyotik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Besiyerine sadece *L. casei* Shirota ilavesiyle elde edilen kontrol grubu sayım sonucu 10.39 ± 0.00 log kob/g olup, bu değer çalışmada kullanılan prebiyotiklerden ve nohut ekstraktlarından elde edilen sonuçlara göre yüksek bulunmuştur. Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *L. casei* Shirota

gelişimi üzerine prebiyotik etki göstermediği belirlenmiştir. Farklı prebiyotiklerden ve nohut ekstraktlarından elde edilen probiyotik sayım sonuçları doğrultusunda nohut ekstraktlarının FOS ve inüline iyi bir alternatif olduğu görülmüştür.

Nohut ekstraktları arasındaki protein sonuçları incelendiğinde, protein miktarının *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine paralel bir etkisinin olduğu görülmemesine rağmen mikroorganizmalar üzerinde gelişimi destekleyici bileşenler olduğu düşünülmektedir. Nohut ekstraktları arasındaki şeker sonuçları incelendiğinde ise şeker miktarına paralel olarak *L. rhamnosus*'un gelişimini desteklediği görülmektedir. Kullanılan prebiyotiklerdeki şeker miktarı nohut ekstraktlarına kıyasla daha yüksek bulunmasına rağmen *L. rhamnosus*'un nohut ekstraktlarındaki şekeri daha rahat kullanabilmesinden kaynaklı olarak

L. rhamnosus 'un nohut ekstraktlarında daha fazla gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenden ötürü tüm nohut ekstraktlarının *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine prebiyotik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Üney (2016), probiyotik kültürler için ideal olan prebiyotik katkı maddesinin belirlendiği ayrıca *Lactobacillus casei* Shirota ve *Lactobacillus rhamnosus*'dan elde edilen biyofilmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine antibakteriyel etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Lactobacillus casei* Shirota'dan oluşacak biyofilm için en uygun prebiyotik katkı kombinasyonunun FOS ilavesi olmadan yalnız %3 kazein pepton kullanılarak yapılan kombinasyon olduğu, *Lactobacillus rhamnosus*' un biyofilm sentezi için de en uygun prebiyotik katkı kombinasyonunun %1.5 FOS ve %1.5 kazein pepton kullanılarak yapılan kombinasyon olduğu belirlenmiştir. Prebiyotik katkılı besiyerlerinde gelişen laktik asit bakteri suşlarının biyofilmlerinde tutunan canlı bakteri sayısı 9-11 log kob/ mL arasında belirlenmiş olup, biyofilme tutunan canlı hücre sayısı en düşük *L. casei*'de görülürken (9.51 log kob/mL), en yüksek *L. rhamnosus*' da (11.37 log kob/mL) görülmüştür. Böylelikle *L. rhamnosus*' un biyofilm sentezleme etkinliğinin *L. casei* Shirota'dan daha fazla olduğunu belirlenmiştir.

Üney (2016), tarafından elde edilen çalışma sonucunda belirlenen sinbiyotik ilişkinin bizim elde ettiğimiz sonuçlardaki sinbiyotik ilişkiyle farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Capela ve ark (2006), prebiyotik olarak FOS ve inülinin; probiyotik olarak *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus casei* ile kombine kullanıldıklarında, mikroenkapsüle edilen probiyotiklerin, dondurularak kurutulan yoğurtlarda 6 ay boyunca 4⁰C ve 21⁰C'de canlılıklarını koruyabildiklerini tespit etmişlerdir.

Yukarıda belirtilen çalışmalar doğrultusunda, daha sonra bu alanda yapılacak çalışmalarda prebiyotik olarak nohut kullanımının veya nohut ekstraktları ile *L. rhamnosus*'un sinbiyotik olarak kullanıldığı çalışmaların olumlu sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

4.2. Nohut Ekstraktlarının Toplam Protein Miktarı

Nohut ekstraktlarından elde edilen toplam protein miktarı değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Kjeldahl yöntemi ile yapılan protein tayininden elde edilen sonuçlara göre nohut ekstraktları arasında en yüksek protein değeri %23.28 oranında Seçkin nohutunda bulunurken bunu Azkan ve Hasanbey nohutları takip etmiştir. Nohut türlerinin protein değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.2. Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Toplam Protein Miktarı Değerleri

Çeşit	Protein Değerleri (%)
Hasanbey	21.00 ^c ±0.01
Seçkin	23.28 ^a ±0.01
Azkan	22.04 ^b ±0.01

^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Kaur ve Singh (2004), yaptıkları çalışmalarda, Desi tipi nohutlarından (PBG-1, PDG-4, PDG-3, GL-769, GPF-2) elde edilen nohut unlarının protein içeriklerini 20.6 ± 0.5 - 24.3 ± 0.72 aralığında saptarlarken, Kabuli tipi nohut ununun (L-550) protein içeriğini 26.7 ± 0.84 olarak belirlemişlerdir. Boye ve ark (2010), ise çalışmalarında bezelye, yeşil ve kırmızı mercimek, desi ve kabuli tipi nohut olmak üzere 5 çeşit örnek kullanmış ve bu örneklerin unlarından ekstrakt elde etmişlerdir. Çalışmada kullanılan örnek unlarının (%) protein miktarları desi tipi nohutta 20.52 ± 0.24 ve kabuli tipi nohutta 16.71 ± 0.15 olarak belirlenmişken Aydoğan ve ark (2011), Türkiye’de tescil edilmiş 14 adet nohut çeşidini kullanarak yaptıkları çalışmada, Kjeldahl yöntemi kullanılmış olup % protein miktarı en yüksek %26.16 ile Hisar çeşidinde bulunurken en düşük değer %21.36 ile İnci çeşidinde gözlemlenmiştir. Ceran (2015), 3 farklı nohut (Akçin, Azkan, Gökçe) ve 2 farklı ekim zamanı (16 Mart, 17 Mayıs) kullanarak yaptığı çalışmada, protein miktarlarını Kjeldahl metoduyla belirlemiş olup ekim zamanlarındaki protein değerlerinin ortalaması alınarak elde edilen sonuçlarda, en yüksek değer Akçin (%26.73) çeşidinde gözlemlenirken onu sırasıyla Gökçe (%26.22) ve Azkan (%25.82) çeşitleri takip etmiştir. Bizim elde ettiğimiz sonuçlardaki protein değerleri ile yapılan çalışmalardaki değerlerin benzerlik gösterdiği görülmektedir.

4.3. Prebiyotiklerin ve Nohut Ekstraktlarının Toplam Şeker Miktarı

Farklı prebiyotiklerden ve nohut ekstraktlarından elde edilen toplam şeker miktarı değerleri Çizelge 4.3.’te verilmiştir. Fenol-sülfirik asit yöntemiyle yapılan şeker tayininde prebiyotikler ve nohut ekstraktları arasında en yüksek değer FOS’ta bulunurken, nohutlar arası en yüksek değer ise Azkan türünde bulunmuş bunu Hasanbey ve Seçkin nohut türü takip etmiştir. Örnekler arasında şeker değerleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ancak nohut çeşitlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Farklı Prebiyotiklerden ve Nohut Ekstraktlarından Elde Edilen Toplam Şeker Miktarı Değerleri

Çeşit	Şeker Değerleri (g/kg)
Hasanbey	559.85 ^c
Seçkin	521.62 ^c
Azkan	622.10 ^c
Fruktooligosakkarit	1454.79 ^a
İnülin	1034.23 ^b

^{a,b,c}: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Tangüler (2010), şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi üzerine yaptığı çalışmada, farklı yöntemlerle şalgam suyu üretim denemelerinde kullanılan siyah havuçta, şalgam ve bulgur ununda toplam şeker miktarını belirleyebilmek adına fenol-sülfirik asit yöntemini kullanmış olup, siyah havucun genel bileşimindeki toplam şeker miktarını 65.7 g/kg olarak bulurken, şalgamda toplam şeker 37.8 g/kg, bulgur ununda ise 27.5 g/kg olarak bulunmuştur.

Aynı yöntemin kullanıldığı yukarıdaki çalışma sonucu elde edilen değerlerle bizim elde ettiğimiz değerler arasında farklılıklar gözlemlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 3 farklı nohut çeşidinden (Hasanbey, Seçkin ve Azkan) elde edilen nohut unu ekstraktları prebiyotik amaçlı kullanılmış ve bu nohutların *L. rhamnosus* ve *L. casei* Shirota probiyotik bakterileriyle aynı ortama ilave edilmesiyle oluşabilecek olan sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öncelikle kullanılacak olan nohut çeşitleri un haline getirilmiş ve rotary vakum evaporatörü aracılığıyla unlardan ekstraktlar elde edilmiştir. Nohut ve prebiyotik katkılı besiyerler hazırlanmış ve deneme desenleri gözönünde tutularak probiyotik kültürler bu besiyerlerinde inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucu gelişen koloniler sayılarak laktik asit bakteri sayısı belirlenmiştir. Tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine sinbiyotik etki gösterdiği belirlenmişken inülin ve FOS ekstraktlarının ise *L. rhamnosus*'un gelişimi üzerine prebiyotik etki göstermediği belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra tüm nohut çeşitlerinden elde edilen ekstraktların ve ayrıca inülin ve FOS ekstraktlarının *L. casei* Shirota gelişimi üzerine sinbiyotik etki göstermediği belirlenmiştir. İnülin, FOS ve nohut çeşitleri probiyotik sayısı üzerine istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Ayrıca prebiyotik amaçlı kullanılan nohut unu ekstraktlarının protein ve şeker değerleri belirlenmiştir. Aynı işlemler gıda sanayinde sıklıkla prebiyotik olarak kullanılan inülin ve FOS ekstraktları kullanılarak da yapılmıştır. Bulunan değerler incelenmiş ve nohut unu ekstraktlarının prebiyotik olarak inülin ve FOS'a iyi bir alternatif olduğu belirlenmiştir.

Ürün geliştirmede nohutun veya nohutunununun gıda formülasyonlarına tamamen ya da kısmen ilave edilmesiyle veya diğer bileşenlerle yer değiştirmesiyle, prebiyotik önem taşıdığı düşünülen nohutun kullanımı arttırılmalıdır. Nohut veya nohut ilaveli gıdaların prebiyotik gıda ürünlerinde ticari olarak kullanımının sağlanması, ilave edildiği gıdalarda besinsel yararlılığı arttırması amaçlanmalıdır. Probiyotik gıda üretiminde kullanılan

mikroorganizmanın canlılığını koruması çok önemli bir etken olup, son yıllarda probiyotik mikroorganizmanın ve prebiyotik katkının aynı kapsül içerisine konularak uygulandığı mikroenkapsülasyon tekniğinde prebiyotik katkı olarak nohut katkısının kullanılabilceği uygulamalara da yer verilmelidir. Nohut unu üzerine yapılan bilimsel çalışmalar mevcut olup nohutun prebiyotik olarak kullanımına ilişkin çalışmaların artacağı düşünülmektedir.

Prebiyotiklerin, probiyotik mikroorganizmaların gelişimi üzerine gösterdikleri önemli etkilerden dolayı, probiyotik ve prebiyotik kombinasyonu olan sinbiyotikleri içeren gıdaların üretiminin insan sağlığına etkileri açısından, probiyotik ve prebiyotiklerin tek başına göstereceği etkiden daha iyi sonuçlar vermekte olduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır. Bu nedenle gıda üretim formülasyonlarında uygun prebiyotik maddenin ve probiyotik mikroorganizmanın oluşturduğu sinbiyotik kombinasyonların kullanılması üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün daha fazla ilgi çeker hale gelmiştir.

Dünyada, probiyotik ve prebiyotiklerin gıda takviyesi olarak kullanımı oldukça yaygın olmasına karşın, henüz ülkemizde kullanımları yaygın değildir. Olumlu birçok etkisi olduğu bilinen uygun prebiyotik ve probiyotik kombinasyonların halkımızın çoğunlukla tüketmeyi tercih ettiği gıdalarda damak tadına uyumlu bir hale getirerek kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Prebiyotik katkı olarak nohutun farklı oranlarda tarhanaya ilavesiyle, tarhananın besin kalitesini arttırmaya yönelik yapılan çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır.

Prebiyotiklerin kullanımıyla probiyotik bakterilerin yaşam süresinin uzaması, bu bakterilerin kolonda daha iyi kolonize olması sonucunda probiyotiklerden beklenen olumlu etkilerin görülmesi ve gıda maddesinde canlılıklarını devam ettirerek gıdanın raf ömrünü arttırması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, Ş., Coşkun, H., 2006. Tarhana Üretimi ve Özellikleri Üzerine Bir Değerlendirme. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 703.
- Akgül, A., 2018. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 ve İnülin İçeren Sinbiyotik Sütü Çikolataların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 64s.
- Alak, G., Atamanalp, M., 2012. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Probiyotik ve Prebiyotik Kullanımı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22(1):62-68.
- Alifakı, Y.Ö., 2013. Nohut Unu İlavesinin Kekin Dielektrik Özellikleri ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 128s.
- Alves, L.L., Richards, N.S.P.S., Mattanna, P., 2012. Cream Cheese as a Symbiotic Food Carrier Using *Bifidobacterium animalis* Bb-12 and *Lactobacillus Acidophilus* La-5 and Inulin. International Journal of Dairy Technology, 66(1):63-69.
- Amrane, A., Prigent, Y., 1996. Behaviour of the Yeast *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* During Its Autolysis. Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology, 69(3):267-272.
- Anonymous.,2011.http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/G%C4%B1dalarda%20Ham%20Protein%20Tayini.pdf. Erişim tarihi: 29.01.2019
- Arslan, S., 2010. *Lactobacillus rhamnosus* ‘un Sünme (Rope) Hastalığı Etkeni Olan *Bacillus* Cinsi Bakteriler Üzerine İnhibitör Etkisinin Unlarda Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana, 43s.

- Aryana, K.J., McGrew, P., 2007. Quality Attributes of Yogurt with *Lactobacillus casei* and Various Prebiotics. LWT-Food Sci. Technol., 40:1808–1814.
- Aşan, M., Özcan, N., 2006. Kanatlı Beslemede İnülinin Prebiyotik Olarak Önemi. Hayvansal Üretim, 47(2):48-53.
- Auckland, L.J.G., Maesen, V.D., 1980. Hybridization of Crop Plants Chickpea, Fehr, W.R., Hedley, H.H., Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, 249-259.
- Aydın, F., Çebi, K., 2009. Nohut Mayası Hamurunun Ekmek Yapımında Kullanımı. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 278-280.
- Aydoğan, A., Gürbüz, A., Kaplan Evlice, A., Karaca, K., 2011. Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Yaprak ve Un Rengi ile Bazı Karakterler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 20(2):17-23.
- Baysal, A., 2009. Geleneksel Gıdaların Sağlık Üzerine Etkileri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 5-6.
- Boran, O.S., 2012. Yağı Azaltılmış Eritme Peyniri Üretiminde İnülin Kullanımıyla Peynirden Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya, 78s.
- Bouhnik, Y., Vahedi, K., Achour, L., Attan, A., Salfati, J., 1999. Short Chain Fructooligosaccharides Administration Dose Dependently Increases Fecal *Bifidobacteria* in Healthy Humans. The Journal of Nutrition, 129:113-6.
- Boye, J.I., Aksay, S., Roufık, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S.H., 2010. Comparison of the Functional Properties of Pea, Chickpea and Lentil Protein Concentrates Processed Using Ultrafiltration and Isoelectric Precipitation Techniques. Food Research International, 43:537-546.
- Brannon, C., 2003. Prebiotics: Feeding Friendly Bacteria. Today's Dietitian. 7:9-12.

- Büyüktortop, A.Ş., 2011. Fruktooligosakkarit Bileşenleri ile *Lactobacillus Acidophilus*'un Etkileşiminin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 65s.
- Canbulat, Z., Özcan, T., 2007. Bebek Mamaları ve Çocuk Ek Besinlerinde *Lactobacillus rhamnosus* GG Kullanımının Sağlık Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 69-79.
- Capela, P., Hay, T.K.C., Shah, N.P., 2006. Effect of Cryoprotectants Prebiotics and Microencapsulation on Survival of Prebiotics Organisms in Yoghurt and Freze-dried Yoghurt. Food Research International, 39:203-211.
- Catley, B.J., 1988. Isolation and Analysis of Cell Walls. In: Yeast, A Practical Approach, Eds; I. Campbell, J. H. Duffus, IRL Press, England, 289.
- Ceran, F.,2015. Farklı Zamanlarda Ekilen Nohut Çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 49s.
- Ceyhan, N., Alıç, H., 2012. Bağırsak Mikroflorası ve Probiyotikler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 5(1):107-113.
- Coşkun, T., 2006. Pro-, Pre- ve Sinbiyotikler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 49:128-148.
- Çakır, İ., Çakmakçı, M.L., 2004. Probiyotikler: Tanımı, Etki Mekanizması, Seçim ve Güvenilirlik Kriterleri. Gıda Dergisi, 29(6):427-434.
- Çetin, A.R., Karabekiroğlu, S., Ünlü, N., 2011. Probiyotikler ve Ağız Sağlığına Etkileri. Probiotics and Effects on Oral Health. Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 3(1):19-29.
- Çetin, F., 2010. Gıdalarda Kullanılan Probiyotikler Kullanım Alanları ve Etkileri. Bitirme Tezi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, 37s.

- Crittenden, R. G., Playne, M. J., 1996. Production, Properties and Applications of Food-grade Oligosaccharides. *Trends in Food Science and Technology*, 7:353–361.
- Damar, R.M., 2018. Simbiyotik Kullanımının Bağırsak Mikrobiota Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, İstanbul, 59s.
- Debon, J., Prudêncio, E.S., Petrus, J.C.C., 2010. Rheological and Physico-Chemical Characterization of Prebiotic Microfiltered Fermented Milk. *Journal of Food Engineering*, 99:128–135.
- Demir, B., 2008. Nohut Ununun Geleneksel Erişte ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, T.C Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 67s.
- Demirok, N.T., 2014. Bebeklerden İzole Edilen *Lactobacillus* spp.'nin Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 181s.
- Donkor, O. N., Nilmini, S. L. I., Stolic, P., Vasiljevic, T., Shah, N. P., 2007. Survival and Activity of Selected Probiotic Organisms in Set-Type Yoghurt During Cold Storage. *International Dairy Journal*, 17(6):657-665.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları 2). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381.
- Dwivedi, S., Sahrawat, K., Puppala, N., Ortiz, R., 2014. Plant Prebiotics and Human Health: Biotechnology to Breed Prebiotic-rich Nutritious Food Crops. *Electronic Journal of Biotechnology*, 17:238-245.
- Erbaş, M., Arslan, S., 2012. *Saccharomyces boulardii* Mayasının Gıda Bileşeni Olarak Kullanılabilir İmkânları. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay, 648.
- Erdil, D. N., 2016. Bakliyatların Fırıncılık Ürünlerinde Uygulama Araştırmaları. İstanbul.

- Ertaş, N., 2013. Baklagil ve Baklagil Ürünlerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Konya, 275-281.
- Erginkaya, Z., Güven, M., Kavas, C., Var, I., Kabak, B., Karaca, O.B., 2003. Farklı Laktik Asit Kültürleriyle Üretilen Yoğurtlarda Laktik Asit Bakterilerinin *Aspergillus flavus* Üzerine Antifungal Etkisi. Gıda Mühendisliği Dergisi, 31-36.
- Franck, A., 2002. Technological Functionality of Inulin and Oligofructose. British Journal of Nutrition, 87:287.
- Furrie, E., Macfarlane, S., Kennedy, A., Cummings, J.H., Walsh, S.V., O'Neil, D.A., Macfarlane, G.T., 2005. Synbiotic Therapy (*Bifidobacterium longum* / Synergy I) Initiates Resolution of Inflammation in Patients with Active Ulcerative Colitis: A Randomized Controlled Pilot Trial. Gut, 54(2):242-249.
- Goldin, B.R., Gorbach, S.L., Saxelin, M., Barakat, S., Gualtieri, L., Salminen, S., 1992. Survival of *Lactobacillus* Species in Human Gastrointestinal Tract. Digestive Diseases and Sciences, 37(1):121-128.
- Goulas, A. K., Fisher, D. A., Grimble, G. K., Grandison, A. S., Rastall, R. A., 2004. Synthesis of Isomaltooligosaccharides and Oligodextrans by the Combined Use of Dextranucrase and Dextranase. Enzyme and Microbial Technology, 35:327-338.
- Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Butikofer, U., Eberhard, P., 2008. Rheological, Microstructural and Sensory Characterization of Low-fat and Whole Milk Set Yoghurt as Influenced by Inulin Addition. International Dairy Journal, 19(2):107-115.
- Gül, O., 2015. *Lactobacillus casei* Shirota'nın Çeşitli Yöntemlerle Mikroenkapsülasyonu. Doktora Tezi, T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, 203s.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö., Gönen, İ., 2005. Probiyotikler ve Gastrointestinal Sağlığa Etkileri, Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 35:136-148.

- Gürsoy, O., Kınık, Ö., 2006. Probiyotik Bakterilerin Klinik Uygulamalarında Yeni Gelişmeler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43:189-196.
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A., 2005. The Effect of Inulin as a Fat Replacer on the Quality of Set-type Low-fat Yogurt Manufacture. International Journal of Dairy Technology, 8:180-184.
- Haddain, M.S.Y., Awaisheh, S.S., Robinson, R.K., 2004. The Production of Yoghurt with Probiotic Bacteria Isolated from Infants in Jordan. Pakistan Journal of Nutrition, 3(5):290-293.
- Haris, P.J., Ferguson, L.R., 1999. Dietary Fibre May Protect or Enhance Carcinogenesis. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 443(1-2):95-110.
- Hayaloğlu, A.A., Erginkaya, Z., 2001. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Laktik Asit Bakterileri. Gıda Teknolojileri Derneği, 23.
- Heidebach, T., Forst, P., Kulozik, U., 2012. Microencapsulation of Probiotic Cells for Food Applications. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 52:291-311.
- Hekmat, S., Reid, G., 2006. Sensory Properties of Probiotic Yogurt is Comparable to Standard Yogurt. Nutrition research, 26:163-166.
- Hemeda, H. M., Mohamed, E. F., 2012. Functional Attribute of Chickpea and Defatted Soybean Flour Blends on Quality Characteristics of Shortening Cake. European Journal of Applied Science, 2(2):44-50.
- Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O'Sullivan M., O'Riordan E.D., 2006. Textural, Rheological and Microstructural Properties of Imitation Cheese Containing Inulin. Journal of Food Engineering, 75(3):388-395.
- Holzapfel, W.H., Schillinger, U., 2002. Introduction to Pre- and Probiotics. Food Research International, 35(2-3):109-116.

- Indrani, D., Swetha, P., Soumya, C., Rajiv, J., Rao, G.V., 2011. ‘Effect of Multigrains on Rheological, Microstructural and Quality Characteristics of North Indian Parotta-An Indian Flat Bread.’LWT-Food Science and Technology, 44:719-724.
- Kalender, M., 2014. Farklı Oranlarda İnülin İlavesinin Yağı Azaltılmış Süzme Yoğurt Üretimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 75s.
- Kalliomaki, M., Salminen, S., Poussa, T., 2003. Probiotics and Prevention of Atopic Disease: 4-Year Follow of a Randomised Placebo-controlled Trial. The Lancet, 361:1869-1871.
- Kaur, N., Gupta. A. K., 2002. Applications of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition. Journal of Bioscience, 27:703.
- Kaur, M., Singh, N., 2004. Studies on Functional, Thermal and Pasting Properties of Flours from Different Chickpea (*Cicer arietinum L*) Cultivars. Food Chemistry, 10:1-5.
- Kavas, G., 2011. Metabolizma İçin Önemli Bir Prebiyotik: İnülin. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Bornova-İzmir.
- Keser, O., Bilal, T., 2010. İnülinin Kanatlı Beslemede Kullanılması. Review, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16(4):685-695.
- Kesler, Y., 2008. Tereyağına Probiyotik Kültür ve Lif İlavesiyle Fonksiyonel Özellik Kazandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 56 s.
- Kıran, F., Osmanağaoğlu, Ö., 2016. Ağız ve Diş Sağlığında Probiyotiklerin Etkisi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1):56-62.
- Kolida, S., Tuohy, K., Gibson, GR., 2002. Prebiotic Effects of Inulin and Oligofructose. British Journal of Nutrition, 87(2):193–197.

- Kontula, P., Wright, A., Sandholm, T.M., 1998. Oat Bran β -gluco-and Xylo-oligosaccharides as Fermentative Substrates for Lactic Acid Bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 45:163-169.
- Krasaekoopt, W., Watcharapoka, S., 2014. Effect of Addition of Inulin and Galactooligosaccharide on the Survival of Microencapsulated Probiotics in Alginate Beads Coated with Chitosan in Simulated Digestive System, Yogurt and Fruit Juice. *Food Science and Technology*, 57(2):761-766.
- Krishnakumar, V., Gordon, I.R., 2001. Probiotics: Challenges and Opportunities. *Dairy Industries International*, 66(2):38-40.
- Kruse, H., Kleessen, P., Blaut, M., 1999. Effect of Inulin on Faecal *Bifidobacteria* in Human Subjects. *British Journal of Nutrition*, 82:375-382.
- Levent H., Bilgiçli N., 2012. Bazı Baklagil Unlarının Geleneksel Düz Ekmekğin (Bazlama) Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay, 603.
- Li, D., Kim, J.M., Jin, Z., Zhou, J., 2007. Prebiotic Effectiveness of Inulin Extracted from Edible Burdock. *Anaerobe*, 14:29-34.
- Majamaa, H., Isolauri, E., 1997. Probiotics: A Novel Approach in the Management of Food Allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 99(2):179-185.
- Manning, T.S., Gibson, G.R., 2004. Probiotics. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology*, 18:287-298.
- Meyer, D., Bayarri, S., Tarrega, A., Costel, E., 2011. Inuline as Texture Modifier in Dairy Products. *Elsevier Food Hydrocolloids*, 25:1881-1890.
- Minarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M., 2012. Effect of Legume Flours on Baking Characteristics of Gluten-free Bread. *Journal of Cereal Science*, 56:476-481.
- Mohammed, I., Ahmed, A. R., Senge, B., 2012. Dough Rheology and Bread Quality of Wheat-Chickpea Flour Blends. *Industrial Crops and Products*, 36:196-202.

- Monteagudo-Mera, A., Caro, I., Rodríguez-Aparicio, L.B., Rúa, J., Ferrero, M.A., 2011. Characterization of Certain Bacterial Strains for Potential Use as Starter or Probiotic Cultures in Dairy Products. *Journal of Food Protection*, 74(8):1379-86.
- Mussatto, S.I., Mancilha, I.M., 2007. Non-digestible Oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 68:587-597.
- Nabarlatz, D., Ebringerova, A., Montane, D., 2007. Autohydrolysis of Agricultural by-products for the Production of Xylo-oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 69:20-28.
- Nacos, M.K., Katapodis, P., Pappas, C., Daferera, D., Tarantilis, P.A., Christakopoulos, P., 2006. Kenaf xylan-A Source of Biologically Active Acidic Oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 66:126-134.
- Näse, L., Hatakka, K., Savilahti, E., Saxelin, M., Pönkä, A., Poussa, T., 2001. Effect of Long-term Consumption of a Probiotic Bacterium, *Lactobacillus rhamnosus* GG, in Milk on Dental Caries and Caries Risk in Children. *Caries Research*, 35:412-420.
- Nayir, S.M., 2008. Sütün Yoğurda Dönüşümü Sırasında İçerdiği Fenolik Antioksidan Maddelere Probiyotik Bakteri Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Edirne, 63s.
- Noorfarahzilah, M., Lee, J. S., Sharifudin, M. S., Mohd Fadzelly, A. B., Hasmadi, M., 2014. Applications of Composite Flour in Development of Food Products. *International Food Research Journal*, 21(6):2061-2074.
- Novik, G.I., Samartsev, A.A., Astapovich, N.I., Kavrus, M.A., Mikhalyuk, A.N., 2006. Biological Activity of Probiotic Microorganisms. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 42(2):166-172.

- Ogawa, M., Shimizu, K., Nomoto, K., Tanaka, R., Hamabata, T., Yamasaki, S., Takeda, T., Takeda, Y., 2001. Inhibition of In Vitro Growth of Shiga Toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 by Probiotic *Lactobacillus* Strains due to Production of Lactic Acid. *International Journal of Food Microbiology*, 68:135-140.
- Okan Bakır, B., 2012. Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklere Genel Bakış. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 40(2):178-182.
- Olson, A., Gray, G. M., Chui, M.C., 1987. Chemistry and Analysis of Soluble Dietary Fiber. *Food Technology*, 4:71-75.
- Özer, D., Akin, S., Özer, B., 2005. Effect of Inulin and Lactulose on Survival of *Lactobacillus Acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium Bifidum* Bb-02 in Acidophilus-Bifidus Yoghurt. *Food Science and Technology Internationaly*, 11(1):19-24.
- Özer, E.A., Erginkaya, Z., Özer, M.S., 2009. Nohut Mayalı Ekmeğin Yapılışı ve Fermantasyonunda Rol Alan Mikroorganizmalar. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 47-51.
- Özyurt, H., Ötleş, S., 2014. Prebiyotikler: Metabolizma İçin Önemli Bir Gıda Bileşeni. *Akademik Gıda*, 12(1):115-123.
- Palamutoğlu, R., Kasnak, C., 2014. Fermente Et Ürünleri Üretiminde Probiyotik Kullanımı. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(5):208-213.
- Palframan, R. J., Gibson, G. R., Rastall, R. A., 2002. Effect of pH and Dose on the Growth of Gut Bacteria on Prebiotic Carbonhydrates In Vitro. *Anaerobe*, 8(5):287-292.
- Patel, H.M., Pandiella, S.S., Wang, R.H., Webb, C., 2004. Influence of Malt, Wheat, and Barley Extracts on the Bile Tolerance of Selected Strains of *Lactobacilli*. *Food Microbiology*, 21:83-89.

- Perrin, S., Warchol, M., Grill, J.P., Schneider, F., 2001. Fermentations of Fructooligosaccharides and Their Components by *Bifidobacterium infantis* ATCC 15697 on Batch Culture in Semi-synthetic Medium. *Journal of Applied Microbiology*, 90:859-865.
- Plockova, M., Stiles, J., Chumchalova, J., Halfarova, R., 2001. Control of Mould Growth by *L.rhamnosus* VT1 and *L. reuteri* CCM 3625 on Milk Agar Plates. *Czech J. Food Science*, 19(2):46-50.
- Prado, F.C., Parada, J.L., Padney, A., Soccol, C.R., 2008. Trends in Non-dairy Probiotic Beverages. *Food Research International*, 41:111–123.
- Reddy, N.R., Pierson, M.D., Sathe, S. K., Salukhe, D.K., 1984. Chemical Nutritional and Physiological Aspects of Dry Bean Carbohydrates. *Food Chemistry*, 13(1):25-68.
- Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A.E., Gibson G.R., 1998. The Bifidogenic Nature of the Colonic Mucosa in Man. *Gut*, 21:793-798.
- Roberfroid, M.B., 2000. Prebiotics and Probiotics; Are They Functional Foods? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71:16825-16875.
- Robinson, R. K., 1995. The Potential of Inulin-A Functional Ingredient. *British Food Journal*, 97:30–32.
- Poltronieri, F., Arêas, J. A. G., 2000. Extrusion and Iron Bioavailability in Chickpea (*Cicer arietinum* L). *Food Chemistry*, 70:175-180.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.M., Bressollier, P., 2013. An Overview of the Last Advances in Probiotic and Prebiotic Field. *LWT - Food Science and Technology*, 50:1-16.
- Sabanis, D., Makri, E., Doxastakis, G., 2006. Effect of Durum Flour Enrichment with Chickpea Flour on the Characteristics of Dough and Lasagne. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:1938–1944.
- Sadeq, H.A-S., Amin, I., Mohd, Y.M., Shuhaimi, M., Rokiah, M.Y., Fouad, A.H., 2013. Prebiotics as Functional Foods. *Journal of Functional Foods*, 5(4):1542-1553.

- Sağdıç, O., 2004. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Fonksiyonel Özellikleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(3-4):221-228.
- Sakin, Y.S., Tanoglu, A., 2016. Prebiotics and Their Effects on Human Health (Prebiyotikler ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri). Medicine Science, 5:210-223.
- Salman, T., 2011. Deneysel Peritonit Modelinde Doku Plazminojen Aktivatörlerinin ve Probiyotiklerin Etkisi. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, 92s.
- Sayar, S., Çalışkantürk Karataş, S., 2017. Nohutta Tane (Tohum) Kabuğunun Tüm Tanenin Fiziksel, Kimyasal ve Beslenme Özellikleri Üzerine Etkisi. Gıda The Journal of Food, 42(4):468-476.
- Saxelin, M., 1997. *Lactobacillus* GG-a Human Probiotic Strain with Thorough Clinical Documentation. Food Reviews International, 13:293-313.
- Sevilmiş, G., 2008. Bazı Fonksiyonel Gıdalarda Tüketici Kararları ve Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir, 107s.
- Sezen, A., 2013. Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 8(3):248-258.
- Shah, N.P., 2001. Functional Foods from Probiotics and Prebiotics. Food Technology, 55(11):46-53.
- Sharp, R., Fishbain, S., Macfarlane, G.T., 2001. Effect of Short-chain Carbohydrates on Human Intestinal *Bifidobacteria* and *Escherichia coli* in vitro. Journal of Medical Microbiology, 50:152-160.
- Shin, HS., Lee H., Pestka JJ., Ustunol Z., 2000. Growth and Viability of Commercial *Bifidobacterium* spp. in Skim Milk Containing Oligosaccharides and Inulin. Journal of Food Science, 65:884-887.

- Songun, E.G., 2016. İnülin Takviyesi ile Üretilmiş İnek-Keçi Sütü Kefirinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Balıkesir, 56s.
- Soukolis, C., Lebesi, D., Tzia, C., 2008. Enrichment of Ice Cream with Dietary Fibre: Effects on Rheological Properties, Ice Crystallisation and Glass Transition Phenomena. Laboratory of Food Science and Technology, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Food Chemistry, 115(2):665-671.
- Succi, M., Tremonte, P., Reale, A., Sorrentino, E., Grazia, L., Pacifico, S., Coppola, R., 2005. Bile Salt and Acid Tolerance of *Lactobacillus rhamnosus* Strains Isolated from Parmigiano Reggiano Cheese. FEMS Microbiology Letters, 244(1):129-137.
- Seçkin, A.K., Baladura, E., 2011. Süt ve Süt Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,7(1):27-38.
- Şehirli, S., 1988. Yemelik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1089, Ankara, 314-435.
- Şener, A., Temiz, A., Toğay, S. Ö., Bağcı, U., 2008. Çeşitli Prebiyotiklerin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12'nin Gelişimi ve Asitlik Geliştirme Özelliği Üzerine in Vitro Etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 889-892.
- Şimşekli, N., Doğan, i. S., 2015. Geleneksel ve Fonksiyonel Ürün Olarak Maraş Tarhanası. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(4): 33-40.
- Tangüler, H., 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 367s.
- Tannock, G.W.,1997. Probiotic Properties of Lactic-Acid Bacteria: Plenty of Scope for Fundamental R & D. Trends in Biotechnology, 15(7):270-274.

- Tuohy, K.M., Finlay, R.K., Wynne, A.G., Gibson, G.R., 2001. A Human Volunteer Study on the Prebiotic Effects of HP-Inulin-Faecal Bacteria Enumerated Using Fluorescent in Situ Hybridisation (FISH). *Anaerobe*, 7(3):113-118.
- Ulukut, A.G.K., 2010. Çerezlik Mısır Hamuruna Nohut Unu, Yerfıstığı Unu ve Kırmızıbiber Tohum Unu Eklenmesi Sonucu Isıl ve Reolojik Özelliklerde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 66s.
- Uymaz, B., 2010. Probiyotikler ve Kullanım Alanları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1):95-104.
- Uzun, A., Özçelik, H., Yılmaz, S., 2012. Seçilmiş Bazı Nohut (*Cicer arietinum L.*) Hatlarının Agronomik ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1):29-36.
- Üney, M.H., 2016. *Lactobacillus casei* Shirota ve *Lactobacillus rhamnosus'* un Biyofilm Üretimlerinin Prebiyotik Katkılarla Optimizasyonu ve *Listeria monocytogenes* Üzerine Antibakteriyel Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 59s.
- Vinderola, C.G., Reinheimer, J.A., 2003. Lactic Acid Starter and Probiotic Bacteria: A Comparative "In Vitro" Study of Probiotic Characteristic and Biological Barrier Resistance. *Food Research International*, 36:895-904.
- Vural, A., 2004. Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*, 6:51-58.
- Waitzberg, D.L., Loquillo, L.C., Bittencourt, A.F., Torrinhas, R.S., Shiroma, G.M., Paulino, N.P., Teixeira-da-Silva, M.L., 2013. Effect of Synbiotic in Constipated Adult women– A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled Study of Clinical Response. *Clinical Nutrition*, 32(1):27-33.

- Wang, J., Rosell, C.M., Barber, C.B., 2002. Effect of the Addition of Different Fibres on Wheat Dough Performance and Bread Quality. *Food Chemistry*, 79(2):221-226.
- Wargovich, M.J., Uda, N., Woods, C., Velasco, M., MC. Kee, K., 1996. Allium Vegetables: Their Role in the Prevention of Cancer. *Biochemical Society Transaction*, 24(3):811-4.
- Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., Rastall, R.A., 2010. Oligosaccharides of Pitaya (dragon fruit) Flesh and Their Prebiotic Properties. *Food Chemistry*, 120:850-857.
- Williams, C.H., Witherly, S.A., Buddington, R.K., 1993. Influence of Dietary Neosugar on Selected Bacterial Groups of the Fecal Microbiota. *Journal Microbial Ecology in Health and Disease*, 7(2):91-97.
- Wood, J.A., 2008. Texture, Processing and Organoleptic Properties of Chickpea-fortified Spaghetti with Insights to the Underlying Mechanisms of Traditional Durum Pasta Quality. *Journal of Cereal Science*, 49:128-133.
- Xanthopoulos, V., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis. N., 2000. Characterization of *Lactobacillus* Isolates from Infant Faeces as Dietary Adjuncts. *Food Microbiology*, 17:205-215.
- Xiaoli, X., Liyi, Y., Shuang, H., Wei, L., Yi, S., Hao, M., Jusong, Z., Xiaoxiong, Z., 2008. Determination of Oligosaccharide Contents in 19 Cultivars of Chickpea (*Cicer arietinum* L) Seeds by High Performance Liquid Chromatography. *Food Chemistry*, 111:215-219.
- Yabancı, N., 2010. İnülin ve Oligofruktozların İnsan Sağlığı ve Beslenmesi Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 8(1):49-54.
- Yerlikaya, O., Karagözlü, C., 2009. Prebiyotik Ürünlerin İnsan Sağlığına Etkileri. *Akademik Gıda*, 7(5):51-55.
- Yılmaz, M., 2013. Prebiyotikler, Probiyotikler ve İnsan Sağlığı Açısından Kullanım Alanları. Bitirme Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Kayseri, 71s.

- Yıldız, G.G., Öztürk, M., Aslım, B., 2011. Identification of *Lactobacillus* Strains from Breast-fed Infant and Investigation of their Cholesterol-reducing Effects. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27:2397-2406.
- Ziemer, C.J., Gibson, G.R., 1998. An Overview of Probiotics, Prebiotics and Symbiotic in the Functional Food Concept: Perspectives and Future Strategies. *International Dairy Journal*, 8:473-479.



ÖZGEÇMİŞ

27.02.1991 yılında Adana'da doğdu. 2010 yılında Lisans eğitimine başladığı Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

