



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



VAKUM İMPREGNASYON UYGULAMASI İLE PROBİYOTİK İLAVELİ ORTA NEMLİ KAYISI ÜRETİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİNİN VE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Fahriye AYRIÇ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir

2021

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**VAKUM İMPREGNASYON UYGULAMASI İLE
PROBİYOTİK İLAVELİ ORTA NEMLİ KAYISI
ÜRETİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİNİN VE RAF
ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ**

Fahriye AYRIÇ

Danışman: Prof. Dr. Taner BAYSAL

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

İzmir
2021

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Vakum impregnasyon uygulaması ile probiyotik ilaveli orta nemli kayısı üretimi, kalite özelliklerinin ve raf ömrünün belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

26 / 10 / 2021

Adı-Soyadı

Fahriye Ayriç

ÖZET

VAKUM İMPREGNASYON UYGULAMASI İLE PROBİYOTİK İLAVELİ ORTA NEMLİ KAYISI ÜRETİMİ, KALİTE ÖZELLİKLERİNİN VE RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ

AYRIÇ, Fahriye

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Taner BAYSAL

Ekim 2021, 128 sayfa

Bu tez çalışması kapsamında, vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak probiyotik ve prebiyotik ilaveli orta nemli organik kuru kayısı ürünlerinin elde edilmesi, bu ürünlerin depolanma süreleri boyunca mikrobiyolojik özellikleri ve kalite özelliklerinin incelenmesi ve ürünün raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında kullanılan probiyotik kültür *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 (GanedenBC30) Işık Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. tarafından Kerry (USA) firmasından satın alınmıştır. İmpregnasyon çözeltisi olarak probiyotik özellikteki *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 bakterisi, inülin ve saf su kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde liyofilize formda temin edilen probiyotik kültür uygun koşullarda (37 °C, 48 saat inkübasyon) canlandırılmıştır. Canlandırma işleminin sonunda mikroorganizmanın büyüme eğrisi çizilmiştir. Daha sonra literatürdeki bilgiler ve diğer çalışmalar incelenmiş ve ön denemeler sonucunda vakum impregnasyon (Vİ) uygulamasında kullanılacak vakum değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak sabit sıcaklık (37 °C) ve sürede (10 dakika) vakum impregnasyon işlemi uygulanmış ve optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon

sonucunda optimum nokta parametreleri 760 mbar vakum miktarı, 10 dakikalık vakum süresi ve 37 °C proses sıcaklığı olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın devamında belirlenen bu optimum koşullarda kontrol grubu (vakum impregnasyon işlemi uygulanmamış, atmosferik koşullarda probiyotik çözelti ile muamele edilmiş örnek) ve deney grubu (belirlenen optimum koşullarda VI uygulaması ile probiyotik ilave edilmiş örnek) olacak şekilde iki grup üretim yapılmıştır.

Son ürün olarak, orta nemli kuru kayısılar (nem içeriği %35, su aktivitesi 0,86) elde edilmiştir. Orta nemli kuru kayısı meyve ürünleri polipropilen torbalarda (100 g) paketlenerek +4 °C'de 42 gün depolanmıştır. Depolama öncesi ürünlerde yapılan analizler sonucunda kontrol grubunun $7,06 \pm 0,390$ log kob/g, deney grubunun (760 mbar) ise $7,13 \pm 0,450$ log kob/g probiyotik mikroorganizma içerdiği saptanmıştır.

Depolama süresi boyunca 0., 7., 14., 21., 28. ve 42. günlerde ürünlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilerek vakum impregnasyon işleminin probiyotik orta nemli kayısı üretiminde kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, her iki grupta da probiyotik mikroorganizma sayısının istenilen düzeyde olduğu (>7 log kob g⁻¹), duyu özelliklerinin tüketici beğenisine uygun olduğu, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde tüketimi engelleyecek seviyede değişim olmadığı tespit edilmiştir. Fakat işlemler kendi aralarında kıyaslandığında deney grubu örneklerinin analiz sonuçlarının kontrol grubu örneklerine göre hammaddeye daha yakın özelliklerde olduğu gözlemlenmiştir.

Depolamanın ilk günü ve son günü analiz sonuçları incelendiğinde probiyotik mikroorganizma sayısının kontrol grubunda 7.01 ± 0.306 log kob/g 'ye deney grubunda ise 7.10 ± 0.276 log kob/g'ye düştüğü saptanmıştır. Her iki grupta da *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 bakteri sayısında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Kalite özellikleri açısından incelendiğinde ise depolama boyunca suda çözünür kuru madde (°Bx), pH değeri, % titre edilebilir asitlik, toplam fenolik miktarı (mg GAE 100g kuru madde⁻¹) ve sertlik değerleri (N) dikkate alındığında, kontrol

grubu sonuçları ve deney grubu sonuçları arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Her iki grupta da nem miktarları ise %32-36 değerleri arasındadır.

Depolama sırasında 72. günde yapılması planlanan analizler ürünlerde küflenme gözlenmesi sebebiyle yapılamamış ve depolama sonlandırılmıştır. Bütün bulgular doğrultusunda vakum imregnasyon işleminin probiyotik ilaveli meyve üretiminde başarılı bir şekilde kullanılabilecek bir yöntem olduğu, taze meyveler dışında kuru meyvelerin de bu yöntemle işlenebileceği, +4 °C’de depolamanın özellikle mikrobiyolojik açıdan daha faydalı olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar sözcükler: Probiyotik, Vakum imregnasyon, *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, Orta nemli meyve, Raf ömrü

ABSTRACT**DEVELOPMENT OF PROBIOTIC ADDED INTERMEDIATE
MOISTURE APRICOT WITH VACUUM IMPREGNATION,
DETERMINATION OF ITS QUALITY CHARACTERISTICS AND
SHELF LIFE**

AYRIC, Fahriye

MSc in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Taner BAYSAL

October 2021, 128 pages

In this study, it was aimed to obtain probiotic and prebiotic added intermediate moisture organic dried apricot products using vacuum impregnation technology and to examine the microbiological properties and quality characteristics during the storage period and to examine the shelf life of the product.

The probiotic culture (*Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 (GanedenBC30)) used in this study was obtained from Işık Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., which was purchased from Kerry (USA). Probiotic bacteria (*Bacillus coagulans* GBI-30 6086), inulin and water were used as the impregnation solution.

In the first part of the study, the probiotic culture supplied in lyophilized form was resuscitated under appropriate conditions (37 °C, 48 hours incubation). At the end of the resuscitation process, the growth curve of the microorganism was drawn. Then, the information in the literature and other studies were examined and the vacuum values were determined as a result of preliminary trials. Using these values, the vacuum impregnation process was applied at the constant temperature (37 °C) and time (10 minutes), and optimization process was carried out. As a result of the optimization, the

optimum point parameters were determined as 760 mbar vacuum amount, 10 minutes vacuum time, and 37 °C process temperature.

Two groups were produced as the control group (sample treated with the probiotic solution under atmospheric conditions) and the experimental group (sample added with probiotic by VI application in specified optimum conditions) in these optimum conditions.

As the final product, intermediate moisture dried apricots (moisture content average 35%, water activity average 0.86) were obtained. Intermediate moisture dried apricot products were packaged in polypropylene bags (100 g) and stored at +4 °C for 42 days. As a result of the analyzes, it was determined that the control group contained 7.06 ± 0.390 log cfu/g and the experimental group (760 mbar) contained 7.13 ± 0.450 log cfu/g probiotic microorganisms.

During the storage time, physical, chemical, and microbiological analyzes of the products were carried out on the 0th, 7th, 14th, 21st, 28th, and 42nd days, and the potential for use of vacuum impregnation in probiotic medium moisture apricot production was investigated. When the results were examined, it was determined that the number of probiotic microorganisms in both groups was at the desired level (>7 log cfu g⁻¹), the sensory properties were suitable for consumer taste, and there was no change in physical and chemical properties to prevent consumption. However, when the procedures were compared among themselves, it was observed that the samples in the experimental group were at better levels than the samples in the control group.

When the results of the analysis on the first and last day of storage were examined, it was observed that the number of probiotic microorganisms decreased to 7.01 ± 0.306 log cfu/g in the control group and to 7.10 ± 0.276 log cfu/g in the experimental group. No statistical difference was observed in the number of *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 bacteria in both groups. When the quality characteristics were examined such as water-soluble dry matter (°Bx), pH value, % titratable acidity, total phenolic content (mg GAE 100g dry matter⁻¹), and hardness values (N) , the results of

the control group and the experiment group there was no significant difference was observed between the results of the group. The moisture content in both groups was between 32-36%.

The analyzes planned to be carried out on the 72nd day during storage could not performed due to mold growth in the products and the storage was terminated. In line with all the findings, it can be concluded that vacuum imregnation is a method that can be used successfully in the production of probiotic added fruit, that dried fruits can be processed with this method, except fresh fruits, and that storage at +4 °C is particularly beneficial in terms of microbiology.

Keywords: Probiotic, Vacuum impregnation, *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, Intermediate moisture fruit, Shelf life



ÖNSÖZ

“Vakum impregnasyon uygulaması ile probiyotik ilaveli orta nemli kayısı üretimi, kalite özelliklerinin ve raf ömrünün belirlenmesi” başlıklı bu tez çalışması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı Meyve ve Sebze İşleme Teknolojileri Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu tez çalışması Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından Üniversite-Sanayi Gündümlü Projeler kapsamında FBG-2020-22500 nolu proje ile desteklenmiştir.

Vakum impregnasyon uygulaması istenilen sabit bir hızla örneklerin ve impregnasyon çözeltisinin karışımının sağlanabildiği, vakum miktarı ve sıcaklığı ayarlanabilen kapalı devre bir sistem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön denemeler sonucunda optimum işlem koşulları belirlenmiştir. Optimum koşullarda (760 mbar, 37 °C, 10 dak) probiyotik ilaveli orta nemli organik kuru kayısı ürünleri elde edilmiş ve laboratuvarında yer alan buzdolaplarında +4 °C’de depolanmıştır. Depolama süresi boyunca ürünlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda vakum uygulamasının probiyotik ilaveli ürün geliştirmede faydalı bir teknik olduğu, düşük işlem sıcaklığı (37 °C) ve düşük depolama sıcaklığının (4 °C), *B. coagulans* GBI-30, 6086 sayısını maksimum seviyelerde tutmak konusunda başarılı olduğu ve bu tez çalışmasının meyve ve sebzelerin farklı şekillerde veya koşullarda işlenmesi ile ilgili yapılacak birçok yeni çalışmaya ışık tutabileceği düşünülmektedir.

İZMİR

26/10/2021

Adı-Soyadı

Fahriye Ayırcı



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	(vii)
ABSTRACT	(xi)
ÖNSÖZ	(xv)
ŞEKİLLER DİZİNİ	(xxi)
TABLOLAR DİZİNİ.....	(xxiii)
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	(xxv)
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	11
2.1 Kayısı Meyvesi	11
2.2 Probiyotikler ve Prebiyotikler.....	16
2.3 <i>Bacillus coagulans</i> GBI-30 6086.....	24
2.4 Vakum İmpregnasyon Teknolojisi	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	38
3.1 Gereç.....	38

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2 Yöntem.....	38
3.2.1 İşleme Yöntemleri.....	38
3.2.2 Probiyotik Kültürün Canlandırılması.....	39
3.2.3 Pastörizasyon İşlemi	40
3.2.4 Vakum İmpregnasyon Çözeltilisinin Hazırlanması	41
3.2.5 Vakum İmpregnasyon İşlemi	41
3.2.6 Orta Nemli Kayısıların Paketlenmesi ve Depolanması.....	43
3.2.7 Analiz Yöntemleri.....	44
3.2.7.1 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	44
3.2.7.2 pH ve Titrasyon Asitliği Tayini	45
3.2.7.3 Nem Tayini	45
3.2.7.4 Su Aktivitesi Tayini	46
3.2.7.5 Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	46
3.2.7.6 Tekstür Analizi.....	47
3.2.7.7 Renk Analizi	47

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.7.8 Probiyotik Bakteri Sayımı	48
3.2.7.9 Toplam Canlı Bakteri Sayımı	48
3.2.7.10 Toplam Maya-Küf Sayımı	49
3.2.8 Duyusal Analiz	49
3.2.9 İstatistiksel Analizler	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	51
4.1 <i>B. coagulans</i> GBI-30 6086 'nın Canlandırılması ve Gelişim Eğrisi	51
4.2 Vakum İmpregnasyon İşlemi İçin Yapılan Ön Denemeler ve Optimum Koşullarda VI İşleminin Uygulanması.....	53
4.3 Probiyotik İlaveli Orta Nemli Kuru Kayısı Ürünlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri- nin İncelenmesi ve Raf Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi	56
4.4 Probiyotik İlaveli Orta Nemli Kuru Kayısı Ürünlerinin Kalite Özelliklerinin İnce- lenmesi ve Raf Ömrünün Belirlenmesi.....	61
4.4.1 Nem Miktarı.....	61
4.4.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler Sonuçları	64

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.4.3 Renk Analizleri	67
4.4.4 Duyusal Analizler	69
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR DİZİNİ	74
TEŞEKKÜR.....	99
ÖZGEÇMİŞ	100
EKLER.....	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Türkiye’de illere göre kayısı üretim yüzdeleri	7
3.1 Vİ ile probiyotik ilaveli orta nemli meyve üretimi.....	39
3.2 Pastörize edilmiş organik kuru kayısı.....	41
3.3 Vakum impregnasyon sistemi.....	42
4.1 <i>B. coagulans</i> gelişim eğrisi.....	52
4.2 Optimum koşullarda üretilen kontrol grubu	54
4.3 Optimum koşullarda üretilen deney grubu	54
4.4 72. Günde deney ve kontrol gruplarında gözlenen küf gelişimi.....	56
4.5 Çözelti miktarını hesaplamak için yapılan ön denemeler sonucunda elde edilen ürünler	61

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Kayısı meyvesinde bulunan bileşenler ve miktarları.....	12
3.1 Vakum impregnasyon sisteminin optimizasyonunda incelenen paramet- reler ve seviyeleri.....	43
3.2 Tez çalışması kapsamında yapılan analizler.....	44
3.3 Duyusal analizde kullanılan olan puanlama kriterleri	49
4.1 <i>B. coagulans</i> kültürünün zamana bağlı optik yoğunluk (OD) değerleri...	52
4.2 Ön deneme parametreleri ve değerleri.....	53
4.3 Optimum koşullardaki işlem parametreleri ve değerleri	53
4.4 Optimum koşullarda yapılan üretim sonrasında yapılan mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analiz sonuçları.....	55
4.5 Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait <i>B. coagulans</i> , toplam canlı bakteri ve toplam küf-maya mikroorganizma sayıları	57
4.6 Ön denemeler sonucu üretilen farklı nem miktarlarındaki örneklerin bazı değerleri	62
4.7 Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait nem içerikleri (%)	63

TABLolar DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.8 Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları	64
4.9 Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait L^* , a^* , b^* , ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri	67
4.10 Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait duyuşal analiz sonuçları.....	70

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
L*	Renk Skalasında Parlaklık
a*	Renk Skalasında Kırmızılık/Yeşillik
b*	Renk Skalasında Sarılık/Mavilik
ΔE	Toplam Renk Farkı
ΔC	Doygunluk Farkı
ANOVA	Varyans Analizi
<u>Kısaltmalar</u>	
AOAC	Resmi Analitik Kimyacılar Derneği
<i>B.</i>	<i>Bacillus</i>
BC	<i>Bacillus coagulans</i>
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi
FOS	Fruktooligosakkarit
Gİ	Gastrointestinal
GOS	Galaktooligosakkarit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ(devam)

GRAS	Genel Olarak Güvenilir Kabul Edilen
GYE	Glikoz Yeast Extract
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
kob	Koloni Oluşturan Birim
<i>L.</i>	<i>Lactobacillus</i>
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
OD	Optik Yoğunluk
QPS	Nitelikli Güvenlik Varsayımı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VI	Vakum İmpregnasyon

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, insanların beslenmesinde yer alan kaynakların daha verimli kullanılmasını da zorunlu hale getirmiştir. Yapılan çalışmalar sindirim sistemindeki bakteri dengesi ile sağlıklı beslenme ve sağlıklı yaşam arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermiştir. (Kaya, 2015). Bu nedenle, sağlığı teşvik eden gıda ürünlerinin geliştirilmesi gıda endüstrisi için bir öncelik olmuştur (Borges et al., 2016). Sağlığı ve refahı destekleyen gıdaların geliştirilmesi, gıda endüstrisinin en önemli öncelikleri arasındadır. Bu durum, prebiyotikler, probiyotikler, vitaminler ve mineraller, diyet lifi, balık yağları ve bitki steroller gibi fizyolojik olarak aktif bileşenler ilave edilerek zenginleştirilen gıdaların tüketimini artırmıştır (Betoret et al., 2003; de Oliveira et al., 2017).

Son yıllarda, tüketicilerin gıda-sağlık ilişkisi konusundaki farkındalıklarının artması, probiyotik ürünlerinin tüketimini de arttırmıştır (Rasco'n et al., 2018). Günümüzde probiyotik taşıyıcısı olarak tahıl bazlı (boza vb), süt bazlı (yoğurt, kefir, peynir vb) ve meyve/sebze bazlı (meyve barları, şalgam, turşu vb.) birçok gıda ürünü üretilmektedir (Akan ve Kınık, 2015). Ayrıca, probiyotik ürünler bir tür fonksiyonel gıdadır ve toplam fonksiyonel gıda pazarının % 60-70 'ini probiyotik ürünlerin oluşturduğu belirtilmektedir (Moghadam et al., 2019).

Probiyotik mikroorganizma içeren ürünlerin düzenli tüketiminin bağışıklık sistemini güçlendirdiği, anti-alerjik etki gösterdiği, kanser riskini azalttığı, kolesterolü düşürdüğü, sindirim sorunlarını önlediği ve gastrointestinal sistem enfeksiyonlarını azalttığı bildirilmektedir (Göçer vd., 2016).

Probiyotik ürünlerden beklenen yararların sağlanabilmesi, öncelikle içerdikleri probiyotik özellik taşıyan mikroorganizmaların canlılıklarını korumasına ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olmasına bağlıdır. Probiyotik mikroorganizmaların ürünlerde en az 10^6 kob/g düzeyinde bulunması gerektiği; bununla birlikte bazı türlerin 10^7 - 10^8 kob/g düzeyinde aktif, bazı türlerin ise 10^6 kob/g gibi daha düşük miktarlarda etkili olabildiği belirtilmektedir (Kılıç vd., 2001; Anonim, 2011;). Fakat ticari ürünler

her zaman önerilen probiyotik mikroorganizma seviyesinde üretilememektedir. Bunun nedenleri; üretim, işleme ve depolama sırasında gıda ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların hayatta kalma sürecini etkileyen asitlik, pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, su aktivitesi ve diğer kültürlerin varlığı olarak sıralanabilir (Krasaekoopt and Suthanwong, 2008).

Çoğu probiyotik mikroorganizmanın en iyi gelişim sıcaklığının 37- 43 °C aralığında olduğu bildirilmiştir (Akan ve Kınık, 2015). Probiyotiklerin canlı kalmalarını sağlamak için yüksek sıcaklığa maruz kalma sürelerinin azaltılması gerekmektedir. Isıtma, pişirme ve pastörizasyon işlemlerinde probiyotiklerin gıdaya işlem sonrasında eklenmesi önerilmektedir (Lee and Salminen, 2009).

Laktik asit bakterileri (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve bazı *Saccharomyces* türleri) probiyotik gıda üretiminde en çok kullanılan mikroorganizmalardır (Makarova et al., 2006; McFarland, 2007; Ruiz et al., 2011; Konuray ve Erginkaya, 2018). Bununla birlikte, bu mikroorganizmalar yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlemlerde canlılığını kolay bir şekilde yitirmektedir (Ruiz et al., 2011). Yapılan araştırmalar, patojen olmayan ve spor oluşturan bazı *Bacillus* türlerinin probiyotik olarak kullanılmasıyla bu sorunun çözülebileceğini göstermiştir (Hyronimus et al., 2000).

Genellikle probiyotik *Bacillus* içeren gıdalar ve yemler; insanlar için gıda takviyeleri, hayvanlar için büyüme ve gelişmeyi arttırıcı, su ürünleri yetiştiriciliğinde ise hastalıklara karşı koruyucu olarak kullanılmaktadır (Cutting, 2011). *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* probiyotikleri kadar yaygın kullanılsa da, farklı probiyotik *Bacillus* suşlarının (*B. clausii*, *B. coagulans* ve *B. subtilis*), antibiyotikle ilişkili ishalin tedavisinde lipit miktarını düşürücü, alerjik rinit hastalarında ve çocuklarda solunum yolu enfeksiyonlarının süresini azaltıcı etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Paik et al., 2005; Marsegia et al., 2007; Doron et al., 2008; Honda et al., 2011; Konuray ve Erginkaya, 2018). Ek olarak, *in vitro* analiz sonuçları probiyotik basillerin genotoksik ajanlardan kaynaklı gastrointestinal hastalıkların iyileştirilmesinde yararlı olabileceğini göstermektedir (Honda et al., 2011).

Yaygın olarak incelenen *Bacillus* türleri; *Bacillus cereus*, *Bacillus clausii*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus subtilis*'tir (Cutting, 2011). *Bacillus* türlerinin, gelişimi veya canlı kalması için uygun koşullar sağlanmadığında spor oluşturma yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Yani ortam koşulları (spesifik besinler, pH, sıcaklık ve nem vb.) elverişli olduğunda, sporlar vejetatif hale geçerek mikroorganizma canlılık göstermektedir (Nicholson et al., 2000; Setlow, 2014). Bu bakterilerin spor oluşturma yetenekleri ile son ürünlerdeki canlılığını ve stabilitesini, diğer probiyotik mikroorganizmalara kıyasla önemli ölçüde koruduğu bildirilmiştir. Özellikle yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda canlılıklarını koruyabilmesi, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanımları iyi bir seçenek olarak belirtilmektedir (Fares et al., 2015 ; Pilevar and Hosseini, 2017).

B. coagulans'ın gastrointestinal (GI) bozukluklar, hiperkolesterolemi, laktoz intoleransı, hepatik koma üzerindeki etkisinin araştırıldığı diğer klinik çalışmalarda, *B. coagulans*'ın toz, tablet ve kapsül formlarındaki çeşitli suşlarının gastrointestinal sistem üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Majeed and Prakash, 1998; Monograph, 2002; Jurenka, 2012).

Ayrıca *B. coagulans*, Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) ile Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından güvenli olarak rapor edilmiştir (EFSA, 2013).

GanedenBC30™ (BC30) ismi ile ticari olarak pazarlanan *Bacillus coagulans* GBI-30 6086, gastrointestinal sisteme özgü sert koşullara (özellikle mide asidi ve safranin olumsuz koşullarına) dayanma kapasitesine sahip, spor oluşturan, laktik asit üreten ve mutajenik veya genotoksik etkiler göstermeyen bir bakteridir (Maathuis et al., 2010; Honda et al., 2011; Nyangale et al., 2014). Ayrıca, raf ömrü boyunca iyi bir stabilite gösterdiği bildirilmiştir (Maathuis et al., 2010; Endres et al., 2009; Hyronimus et al., 2000).

Bacillus coagulans GBI-30 6086'nın bağırsak duvarındaki hücrelerin sağlığını iyileştirerek, iltihabı azaltarak ve villusun emici alanının optimum gelişimini

sağlayarak; mineraller, peptitler ve aminoasitler de dahil olmak üzere besin emilimini artırdığı bildirilmiştir (Jäger et al., 2016).

Literatürde yapılan bazı çalışmalarda; prebiyotik (inülin, fruktooligosakkarit) ilavesinin probiyotik mikroorganizmaların canlılık düzeyini desteklediği belirtilmiştir (Rodríguez-Barona et al., 2015; Valero-Cases and Frutos, 2017; Moghadam et al., 2019; Bernal-Castro et al., 2019).

Probiyotik spor oluşturan bakteriler, fonksiyonel gıda üretimi için umut verici olarak görünse de; literatürde gıda işleme, ürünün raf ömrü ve bu süre boyunca mikroorganizmanın canlılığını korumasına ilişkin veri eksikliği vardır (Sorokulova, 2008).

Üretim ve depolama sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen bu faktörlerin en az düzeye indirilmesi ve probiyotik özellikteki canlı mikroorganizma miktarını tüketicilerin sağlığına yararlı etkiyi gösterebilecek düzeyde tutmak için, gıdalara uygulamada farklı yöntemler (mikroenkapsülasyon tekniği kullanımı, hücre koruyucu ajanlar, gelişimi teşvik eden gıda bileşenleri ilavesi, oksijen bariyerli ambalaj materyalleri, antioksidanlar ve depolama ortamının modifikasyonu vb.) kullanımının yanı sıra; ozmotik dehidrasyon, aktif ve akıllı paketlenme gibi çeşitli işlem ve ambalajlama teknolojileri de kullanılmaktadır (Akan ve Kınık, 2015).

Son yıllarda, tüketicilerin ihtiyaçları daha uzun raf ömrüne ve yüksek besin değerine sahip probiyotik katkılı gıdaların geliştirilmesine yol açmış ve mikroorganizmanın gıdalara uygulanabilirliğini geliştirmek için yeni yaklaşımlar gerektiği bildirilmiştir (Flores-Andrade et al, 2017). Bu doğrultuda probiyotik taşıyıcısı olarak meyve ve sebzelerin kullanılması amacıyla vakum impregnasyon (Vİ) teknolojisi ve kaplama teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır (Fito et al., 2001).

Vakum impregnasyon işlemi, belli bir basınç uygulaması ile ürünlerin yapısını önemli ölçüde değiştirmeden, dokulara sıkışan doğal sıvıları ve gazları uzaklaştırarak, onları istenen bir harici çözelti ile impregne edilmesini, istenilen bileşenlerin gıda

maddelerinin yapısal matriksine eklenmesini sağlayan bir teknolojidir (Betoret et al., 2012). Bu yöntem, çözünen maddelerin yapısal gıda matriksine katılması, böylece bileşiminin değiştirilmesi için faydalı bir teknoloji olarak kabul edilebilir. Genellikle gıdaları biyoaktif bileşiklerle zenginleştirmek için kullanılır, bu da gıdanın fonksiyonel özelliğinin artmasını sağlar (Zhao et al., 2004).

Vİ teknolojisi, hem gıdanın zenginleştirilmesini sağlamakta hem su aktivitesini düşürmesi nedeniyle mikrobiyal gelişimi sınırlandırarak raf ömrünü artırmaktadır; bu sebeple ozmotik dehidrasyon işlemini hızlandırmak ve yeni ürün geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Zhao et al., 2004). Taze meyveler bu teknoloji kullanılarak probiyotiklerle başarıyla zenginleştirilmiştir (Betoret et al., 2012).

Vİ işlemi ardından kurutma, yüksek fonksiyonel özelliklere sahip kurutulmuş gıdalar elde etmek için iyi bir kombinasyon olarak görülmektedir. Literatürde bu konuda yapılan birçok çalışma mevcuttur (Ribeiro et al., 2014; Akman vd., 2019; Zura-Bravo et al., 2019).

Kurutma işlemi probiyotiklerin depolanması, işlenmesi, taşınması ve fonksiyonel gıda uygulamalarında sonradan kullanımları açısından kolaylık sağlamaktadır, fakat probiyotiklerin canlılığını kaybetmelerine neden olabileceğinden riskli bir uygulamadır (Santivarangkna et al., 2006).

Bugüne kadar en fazla talep gören probiyotik ürünler, çoğunlukla soğuk depolama koşullarında muhafaza edilmesi gereken ve laktoz intoleransı olan kişiler tarafından tüketilemeyen süt ürünleri olmuştur (Zura-Bravo et al., 2019). Taze, orta nemli veya kurutulmuş meyvelerin probiyotik taşıyıcısı olarak kullanılması nispeten yeni bir eğilimdir (Bosnea et al., 2017).

Meyve ve sebzeler insan diyetinde iyi birer vitamin, mineral ve lif kaynağı olmalarının yanı sıra, biyolojik olarak aktif bileşiklerin de zengin bir kaynağıdır (Palafox-Carlos et al., 2011). Meyveler içerdiği şekerler ve organik asitler arasında güçlü ve zengin bir aroma ile birlikte mükemmel bir denge sergilediği için tüketiciler

tarafından çok tercih edilmektedir. Meyvelerin tadı, çözünür şekerlerin ve organik asitlerin içeriği ve türleri ile ilişkili tatlılık ve asitlikten kaynaklanmaktadır (Naryal et al., 2019).

Yapılan birçok çalışmada, meyve ve sebze tüketiminin kanser veya kardiyovasküler bazı hastalıkların riskini azalttığı, aynı zamanda anti-mikrobiyal, anti-alerjik, anti-mutajenik ve anti-enflamatuar olarak işlev gördüğü bildirilmiştir (Kim et al., 2003; Čanadanović-Brunet et al., 2013; Bartolini et al., 2018). İçerdikleri C vitamini ve fenolik bileşikler gibi antioksidan özellikteki bileşikler sayesinde insan vücudundaki lipidlerin veya bazı diğer moleküllerin oksidasyonunu geciktirmekte veya inhibe etmektedir (Karabulut vd., 2018). Ayrıca fenoliklerin, LDL-lipoprotein metabolizması, trombosit agregasyonu ve kırmızı kan hücrelerinin hasar görmesini önlediği bildirilmiştir (Cheynier., 2005; Čanadanović-Brunet et al., 2013).

Ayrıca, süt ürünlerine alerjisi veya laktoz intoleransı olan insanlar için alternatif olarak probiyotik meyve ürünleri önerilmektedir (Akman vd., 2019). Probiyotikler hem yüksek su aktivitesine (a_w) sahip taze gıdalara, hem de düşük a_w 'li kuru gıdalara eklenebilmektedir (Ribeiro et al., 2014).

Son yıllarda, tüketicilerin sağlıklı ve güvenli gıdalara ulaşma konusundaki farkındalıklarının artması; fitokimyasalların ve antioksidan bileşiklerin zararlı serbest radikallere karşı koyabildiğini vurgulayan çalışmaların artmasına sebep olmuştur (Liu, 2003). Yapılan birçok çalışmada, meyve ve sebze tüketiminin kanser veya kardiyovasküler bazı hastalıkların ve kronik bazı sağlık problemlerinin riskini azalttığı da bildirilmiştir (Igual et al., 2012; Bartolini et al., 2018). Ayrıca fenoliklerin, trombosit agregasyonu ve kırmızı kan hücrelerinin hasar görmesini önlediği bildirilmiştir (Cheynier, 2005).

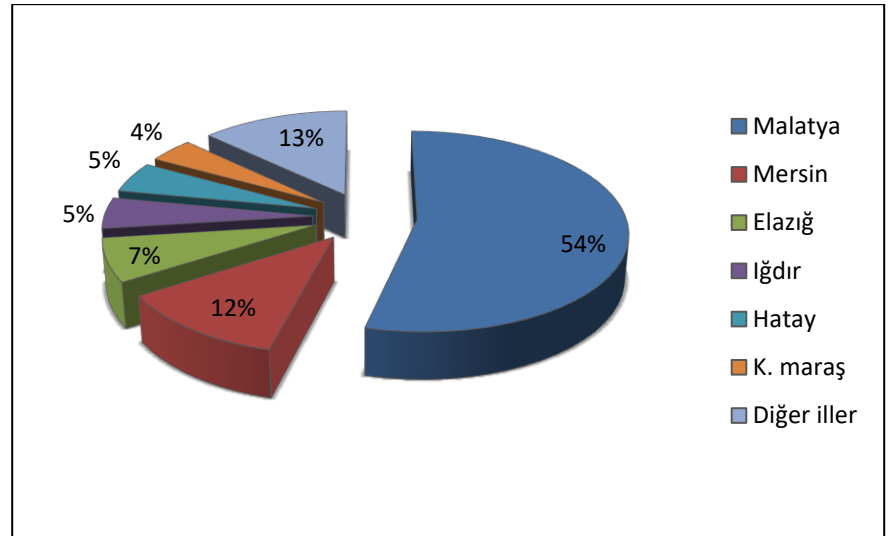
Kayısı meyveleri, bu bağlamda, fitokimyasalların, polifenollerin ve karotenoidlerin zengin bir kaynağıdır. Özellikle içeriğindeki fenoliklerin, antioksidan, anti-kanserojen, anti-mikrobiyal, anti-alerjik, anti-mutajenik ve anti-enflamatuar

olduğu ve kardiyovasküler hastalıkları önemli ölçüde azalttığı düşünülmektedir (Madrau et al., 2009).

Ülkemiz, konumu nedeniyle birçok meyve türü için oldukça elverişli coğrafi iklim koşullarına sahiptir ve dünya genelinde yetişen birçok meyve türünün yetiştirilmesinde ev sahibi konumundadır (Durmuş ve Yiğit, 2003; Akça ve Aslan, 2017).

Köken itibariyle Türkistan, Orta Asya ve Çin'i kapsayan oldukça geniş bir coğrafyaya sahip ve dünyanın birçok yerinde yetiştirilmekte olan kayısı en fazla Akdeniz çevresindeki ülkelerde (Türkiye, İspanya, İtalya, Fransa vb.) yetişmektedir (Drogoudi et al., 2008).

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nun 2018 yılı verilerine göre Türkiye %23,1'lik bir pay ile dünya genelinde kayısı üretiminde söz sahibi ülkelerin en başında yer almaktadır (FAO, 2019). Türkiye 2018 yılı toplam kayısı üretim miktarı bakımından değerlendirildiğinde Malatya %54 ile 1. sırada, Mersin %12 ile 2. sırada ve Elazığ ise %7 ile 3. sırada yer almaktadır. Üretimin yapıldığı diğer iller ise toplam üretim %13'lük kısmını oluşturmaktadır (TÜİK, 2019) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Türkiye'de illere göre kayısı üretim yüzdeleri (TÜİK, 2019)

Meyve kalitesi çevre koşullarından ve genotipten çok fazla etkilenmektedir. Meyve özellikleri farklı çeşitler arasında ve hatta farklı coğrafi bölgelerde yetiştirilen aynı çeşitler arasında önemli ölçüde değişmektedir (Karabulut vd., 2018). Ayrıca, toprak yapısı göz önünde bulundurularak sofralık kayısı veya kurutmalık kayısı olarak farklı şekillerde üretimi yapılmaktadır (Karabacak, 2020). Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Fırat Nehri boyunca yer alan Malatya ili, kaliteli kayısı üretimi için elverişli iklimi nedeniyle Türkiye'nin en büyük kayısı üretim bölgesidir (Karabulut vd., 2018). Malatya bölgesinde en çok yetiştirilen kayısı çeşitleri Hacıhaliloğlu, Kabaası, Hasanbey, Soğancı, Çataloğlu ve Çöloğlu'dur (Akın vd., 2008).

Malatya haricindeki illerde üretim genellikle sofralık olarak yapılmaktadır. Kayısı üretiminde önemli bir üretim merkezi olan Malatya ilinin, Türkiye'nin kuru kayısı ihracatında da çok önemli bir yeri vardır. Aynı durum yaş kayısı için de geçerli olup, yaş kayısı üretiminin yarıdan fazlası yine Malatya ilinde gerçekleştirilmektedir. Ancak üretim, yoğun olarak kuru kayısıya yönelik olup, üretilen kayısının büyük bir kısmı kurutulmakta ve kurutulan kayısının yaklaşık %90'lık kısmı ihraç edilmektedir (Çatı ve Yıldız, 2007).

Dünya genelinde üretilen kayısıların yaklaşık %40-45 'i işlenmektedir (Madrau et al., 2009). Günümüzde, ABD, İngiltere, Almanya ve Avustralya gibi dünyanın çeşitli yerlerinde insan sağlığına faydalı olduğu bilinen kuru kayılara artan bir talep vardır ve kuru kayısı dünya ticaretinde önemli bir konuma sahiptir (Igual et al., 2012). Türkiye'de ise Malatya ili ve komşu şehirlerde en çok yetiştirilen Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitleri içerdiği yüksek düzeyde kuru madde nedeniyle kurutulmuş olarak tüketilirken; Hasanbey ve Soğancı çeşitleri ağırlıklı olarak taze olarak tüketilmektedir. Hacıhaliloğlu'nun yüksek çözünür katı içeriği ve hızlı kuruma özellikleri onu kuru kayısı üretimi için en iyi seçenek haline getirmektedir (Türkyılmaz vd., 2014; Karabulut vd., 2018).

Bu kapsamda meyve kalitesi ve insan sağlığı ile ilgili olarak karşımıza bir diğer tarımsal kavram olan organik tarım da çıkmaktadır. Organik tarım “ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik insana ve

çevreye dost üretim sistemlerini içermekte olup, esas itibarıyla sentetik kimyasal ilaçlar ve gübrelerin kullanılmasının yerine organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini arttırma, parazit ve predatörlerden yararlanmayı tavsiye eden ve üretimde miktar artışını değil ürünün kalitesinin yükselmesini ilke edinen bir üretim şekli” olarak tanımlanabilmektedir (Turhan, 2005).

Ülkemizde 2000’li yıllardan sonra devlet desteği ile organik tarım yapan işletme sayısı artmış ve özellikle kurutmalık kayısı çeşitlerinde kükürt uygulaması olmadan güneş altında kurutularak yapılan “gün kurusu” kayısılar büyük talep görmeye başlamıştır (Bilgin vd., 2019). Uzun yıllar yapılan uygulamaların sonuçları dikkate alındığında, organik tarımın ürünlerin besin miktarı ve kalitesi üzerinde önemli ve pozitif bir etkisi olduğu düşünülmektedir (Kısmalı, 1998; Bostan ve Kan, 2013).

Genellikle organik olarak yetiştirilen meyvelerin geleneksel olarak yetiştirilen meyvelerden daha güvenli, daha temiz, daha besleyici ve daha sağlıklı olduğu kabul edilmektedir. Fakat organik gıdaların sağlık ve beslenme açısından potansiyelini belirlemek basit bir iş değildir. Organik tarımın en önemli hedefi insan sağlığını korumak olduğundan; üretim sırasında gerçek anlamda organik yöntemler kullanılıp kullanılmadığının tespiti çok önemlidir (Bilgin vd., 2019). Çünkü bazı çevresel koşullar da dahil olmak üzere fenoller, flavonoidler, karotenoidler gibi fitokimyasallar ve bazı vitaminler açısından meyve kalitesini önemli ölçüde etkileyen birçok faktör vardır (Gastol et al., 2011; Bartolini et al., 2018).

Tarımsal ürünlerin kalite özellikleri genellikle entegre tarım uygulamaları kullanılarak belirlenmiştir ancak tüketicilerin daha sağlıklı ve güvenilir meyveler için artan istekleri, araştırmacıları geleneksel tarım uygulamalarına alternatif olarak organik tarım ile üretilen kayısıların kalite profiline dikkat etmeye yöneltmiştir (Bartolini et al., 2018).

Bu tez çalışmasında, organik kuru kayısının vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak probiyotik özellikteki *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 ve inülin ilave edilmiş impregnasyon çözeltisi ile işlenmesiyle son ürün olarak orta nemli kuru kayısı

elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen orta nemli kuru kayısı atıştırmalıkları +4 °C’de depolanmıştır. Depolama süresi boyunca ürünlerin mikrobiyolojik ve kalite özellikleri analiz edilmiş ve ürünün raf ömrü de incelenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde; tez kapsamında hammadde olarak kullanılan kayısı ile ilgili özellikler, kuru meyvelerin genel özellikleri ve tüketimi, probiyotik ve prebiyotik özellikteki mikroorganizmalar ve özellikleri, vakum impregnasyon işlemi ve meyve-sebzelerde uygulamaları, *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 bakterisi ve karakterizasyonu ile ilgili araştırmalara ve yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1 Kayısı Meyvesi

Ülkemiz, bulunduğu konum nedeniyle tropik bitkiler dışında birçok meyve türü için oldukça elverişli coğrafi iklim koşullarına sahiptir. Dünya genelinde yetişen birçok meyve türünün ana vatanı konumunda olmasının yanında, Türkiye’de yetiştirilmekte olan meyve türlerinin önemli bir kısmını üzüm, elma, fındık, armut, şeftali, kaysı, erik vb. meyveler oluşturmaktadır (Gül ve Akpınar, 2006).

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) *Rosales* grubunun *Rosaceae* familyasındaki *Prunoidae* alt familyasındaki en popüler ılıman meyve ağacı türlerinden biridir (Naryal et al., 2019). Doğal olarak zengin bir şeker, organik asit, karotenoid, fenolik bileşik ve mineral kaynağı olduğu için oldukça değerli bir meyvedir (Karabulut vd., 2018). Kayısı meyvesi spesifik olarak hem hidrofilik hem de lipofilik bileşenleri, lipitte çözünen karotenoidleri ve suda çözünür C vitamini olmak üzere antioksidan özellikte 3 tip ana molekül içerir. Ayrıca kayısıya özel bir renk veren bileşenin β -karoten olduğu ve yapısında bol miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Babic et al., 2007).

İyi bir asit-şeker dengesine sahip olmasının yanında güçlü bir aroması olması nedeniyle tüketiciler tarafından fazlaca tercih edilen kayısı meyvesi, içerdiği fitokimyasallar sayesinde nütresötik özellikleri açısından oldukça zengindir (Schmitzer et al., 2010; Demir, 2016). Kayısı meyvesinde bulunan bileşenler ve ortalama miktarları Tablo 2.1 ‘de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Kayısı meyvesinde bulunan bileşenler ve miktarları (Demir, 2016)

Bileşenler	Miktar (100 g'da)
Su	86,35 g
Enerji	201 kJ (48 kkal)
Karbonhidrat	11 g
Şekerler	9,24 g
Diyet lif	2 g
Yağ	0,4 g
Protein	1,4 g
Kül	0,75 g
Mineraller	46,39 mg
Potasyum	259 mg
Vitamin A eşdeğeri	1926 IU
β -karoten	1,09 mg
Vitamin C	10 mg

İşlendiği takdirde yıl boyunca tüketilebilen ve endüstride farklı alanlarda yaygın olarak kullanılabilen bir meyve çeşidi olan kayısının hasat dönemi oldukça kısadır (Karabacak, 2020). Dünya genelinde özellikle taze kayısı tüketimine eğilim oldukça fazladır (Koçal, 2011). Ayrıca kayısının kullanım alanının çok çeşitli olması onun ticari ürün olarak önem kazanmasına neden olmuş ve kayısıyı yaygın tüketilen ve oldukça talep gören bir ürün haline getirmiştir (Atış ve Çelikoğlu, 2017; Karabacak, 2020).

Meyveler oldukça çabuk bozulabilen gıda ürünleri olduğundan özellikle hasat sonrasında meydana gelen fiziksel yaralanmalar, fizyolojik ve mikrobiyolojik bozulmalar nedeniyle meyvelerin tazelikleri oldukça kısa sürebilmektedir (Demir, 2016).

Dalından koparıldıktan sonra da olgunlaşmaya devam eden bir meyve olan kayısının taze olarak tüketilme süresi oldukça kısadır. Kayısı meyveleri doğal ortam şartlarında 4-5 günlük, düşük sıcaklıkta depolama koşulları ve yüksek bağıl nem (% 90-95) altında ise 2-3 haftalık bir raf ömrüne sahiptir (Wu et al., 2015; Wani et al., 2018). Ayrıca kayısı meyveleri, kısmen yüksek bir solunum hızına sahip olmaları ve

hızlı bir olgunlaşma süreci geçirmeleri nedeniyle de çok kısa depolama ömrüne sahip iklimsel bir meyvedir (García-Martínez et al., 2013).

Tüketiciye ulaşma süresi göz önüne alınarak daha erken hasat edilen kayısı meyveleri istenilen olgunluğa erişememektedir. Bu sorunun önüne geçebilmek için kayısıların katma değerinin artırılarak ya da kontrollü ortamlarda konserve, dondurma, kurutma ve paketlenme gibi farklı koruma yöntemleri kullanılarak kayısının raf ömrünün uzatılabileceği ve bu sayede yıl boyu tüketilebileceği bildirilmiştir (Jiménez et al., 2008; Igual et al., 2012; Campbell, 2013a).

Bilindiği gibi kayısı meyvesi sadece taze olarak değil aynı zamanda kuru kayısı, donmuş kayısı, reçel, jöle, marmelat, meyve suyu, nektar, püre, konserve gibi ürünlere işlenebilmektedir (Schmitzer et al., 2010; Wani et al., 2018). Ancak işleme sırasında proses tipi ve koşullarına bağlı olarak kayısıların biyoaktif bileşenleri etkilenmekte ve kayısıların besin değeri düşmektedir (Rickman et al., 2007).

Meyvelerin işlenmesi sırasında fitokimyasal reaksiyonlar, beslenme ve antioksidan değerinde çeşitli değişiklikler meydana gelmekte ve meyve veya sebzelerin işlenmesi özellikle fitokimyasal içeriğin önemli ölçüde azalmasına neden olabilmektedir (Wani et al., 2018). Fakat bunun aksine bazı durumlarda ise uygulanan işlem ile gıdadaki fitokimyasalların stabilitesini arttığı bilinmektedir (Tiwari and Cummins, 2013). Özellikle ısıtma veya dondurma gibi gıda işleme yöntemleri, hücre zarının yapısını bozabilmekte bu durum da hücre zarına bağlı fitokimyasalların salınmasına yol açarak daha yüksek biyo-erişilebilirlik sağlamaktadır (Leong and Oey, 2012; Wani et al., 2018).

Kayısılarda, fruktoz ve sükroz tatlılıkta önemli rol oynamakta, duyu kalite ve tüketici memnuniyetine katkıda bulunmaktadır (Fan et al., 2017). Şeker yapısındaki bileşiklerin probiyotiklerin gelişimini desteklediği belirtilmiştir (White and Hekmat, 2018).

Bütün bunlarla birlikte meyve ve sebzelerdeki besin kaybının ve fitokimyasalların korunmasının, gıda türüne, uygulanan işlem süresine, işlem sıcaklığına ve ürünü depolama koşullarına da bağlı olduğu bildirilmiştir (Murcia et al., 2001).

Bilindiği üzere kayısı meyvelerinin raf ömrünü uzatmak amacıyla kontrollü ortamlarda konserve, dondurma, kurutma ve paketlenme gibi farklı muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır (Jiménez et al., 2008). Kurutma, meyvelerin muhafazasında uygulanan en eski ve en yaygın tekniklerden biri olmasının yanında kayısının başarılı bir şekilde depolanmasında çok büyük önem taşımaktadır (Madrau et al., 2009; Bostan ve Kan, 2013).

Kayısının kurutulmasındaki temel amaç, uzun süre güvenli bir şekilde depolanmasına izin verecek seviyede nem içeriğini ayarlamaktır (Göğüş vd., 2007; Inserra et al., 2017). Genel olarak kurutulmuş meyvelerin depolanmasında gerekli özen gösterilmemektedir. Düşük nem içeriği sayesinde meyveler daha dayanıklı hale gelirler ancak uygun olmayan koşullarda uzun süreli depolanan kayılarda mikrobiyolojik bozulmalar olabilmektedir. (Şen vd., 2015). Ek olarak, kurutma işlemi sonucunda nem miktarındaki oransal azalma nedeniyle, kuru madde miktarı artmaktadır. Bu durumda, kurutulmuş kayısı meyvelerinin enerji, vitamin ve mineral düzeyleri başta olmak üzere lif içeriği ve antioksidan aktivitesi taze kayılardaki değerlerinden daha yüksektir (Čanadanović-Brunet et al., 2013; Bostan ve Kan, 2013).

Kuru kayısı elde etmek için en yaygın olarak kullanılan yöntem, az sermaye, basit ekipman ve düşük enerji girdisi gerektiren açık havada güneşte kurutmadır (Madrau et al., 2009; Igual et al., 2012; García-Martínez et al., 2013; Inserra et al., 2017). Genellikle meyvelere herhangi bir ön işlem uygulanmadan veya suyla yıkanmadan çatılara dizilerek kurutulur (Mir et al., 2009). Bu yöntemle, yoğun turuncu bir renge sahip, görünüşte yarı saydam ve arzu edilen bir sakızlı dokuya sahip bir ürün elde edilebilir (Doymaz, 2004; Madrau et al., 2009).

Kayısı kurutmada güneşte kurutma yönteminin bazı dezavantajlarına karşın, sahip olduğu avantajlardan dolayı sıcak hava kurutması önem kazanmıştır (Piga et al., 2004; Karabulut vd., 2007; García-Martínez et al., 2013; Karabulut vd., 2018). En önemli avantajları arasında, bu yöntemin daha hızlı işlem süresine sahip olması, ürünün çevre ile teması engellenerek mikrobiyal kontaminasyon ve bozulmanın azaltılması, hava koşullarına bağlı olmaması ve kontrol edilebilir bir süreç izlenerek daha homojen bir ürün elde edilmesi sayılabilmektedir (García-Martínez et al., 2013).

Tarımsal ürünler arasında kayısı, depolama sırasında rengi en çok değişen meyvelerden biridir. Genel olarak kurutulmuş meyvelerde fiziksel değişimler, kimyasal değişimler ve mikrobiyolojik değişimler olmak üzere üç temel problem görülmektedir (Bostan ve Kan, 2013). Bozulma reaksiyonlarının etkisini azaltmak, kurutma sürecini kolaylaştırmak, kahverengileşmeyi önlemek, renk kararlılığını sağlamak ve genel ürün kalitesini iyileştirmek için bazı ön işlemler önerilmektedir (Inserra et al., 2017).

Kurutma ve depolama sırasında hem enzimatik hem de enzimatik olmayan esmerleşmeyi, kalite kaybını ve mikrobiyal aktiviteyi önlemek, kurutma işlemini kolaylaştırmak ve uzun süreli bir depolama sağlamak için, düşük konsantrasyonda kükürtdioksit uygulaması en yaygın kullanılan düşük maliyetli bir ön işlemdir (Igual et al, 2012; García-Martínez et al., 2013; Öztürk ve Karakaş, 2017; Karabulut vd., 2018). Bu yöntem genellikle kayısı üreticileri tarafından uygulanır, kayısı meyveleri kapalı odalarda kükürt dioksit (SO_2) ile muamele edilir. Taze kayısı tarafından kükürt dioksitin (SO_2) emilimini ve tutulmasını, çeşitlilik, olgunluk, kayısıların şekli ve biçimleri, uygulanan SO_2 konsantrasyonu, uygulanma süresi vb. faktörler etkilemektedir (Özkan ve Cemeroğlu, 2002; Karabulut vd., 2018). Kuru kayısılarda SO_2 için maksimum konsantrasyon kalıntı değeri 2000 ppm'dir ve bu sınır Türkiye dahil birçok ülke tarafından kabul edilmektedir (Codex Alimentarius Commission, 1989; Anonim, 2013).

Bütün bunların yanında, hassas bireylerde yüksek kükürt konsantrasyonlarının astım gibi bazı alerjik reaksiyonlara neden olabileceği bilindiğinden kükürt içermeyen

kuru kayısılarla karşı talep her geçen gün artmaktadır (Madrau et al., 2009; Igual et al., 2012; García-Martínez et al., 2013; Şen vd., 2015; Inserra et al., 2017).

Türkiye'de bu durum göz önünde bulundurularak alternatif olarak kükürtlenmemiş güneşte kurutulmuş (doğal) gün kurusu kayısılar üretilmektedir (Karabulut vd., 2007; Bilgin vd., 2019). Bu kayısılar koyu kahverengi bir renge sahiptir ve tüketicilerin özellikle dikkatini çeken belirgin bir kükürt tadı yoktur (Karabulut vd., 2007; Inserra et al., 2017). Uygulanan bu yöntemler ve olumlu-olumsuz bütün etkileri düşünüldüğünde düşük sıcaklıklarda ve nem kontrollü depolamalar kayısıların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin istenilen düzeylerde tutulmasında faydalı olabilmektedir (Şen vd., 2015).

2.2 Probiyotikler ve Prebiyotikler

Günümüzde fonksiyonel gıdalar, vücutta hastalık risklerinin azaltılması, bazı enzimatik aktivitelerin arttırılması ve aynı zamanda birçok farklı alanda yarar sağlaması gibi etkileri nedeniyle dünya genelindeki tüketiciler tarafından büyük ilgi görmektedir (Bosnea et al., 2017; Guimaraes et al., 2018; Campos et al., 2019; Poletto et al., 2019; Moghadam et al., 2019;).

Probiyotikler bir çeşit fonksiyonel gıdadır ve yeterli miktarda alındıklarında, sağlığa olumlu etki yapan, bağırsak florasını dengelemek ve bağışıklık sistemini güçlendirmek de dahil olmak üzere vücutta birçok sağlıklı eylem gerçekleştiren canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanır (Betoret et al., 2019; Flores-Andrade et al, 2017; Rodríguez-Barona et al., 2015; FAO, 2006). Probiyotik maddeler içeren gıda ürünlerinin toplam fonksiyonel gıda pazarının %60-70 'ini oluşturduğu bildirilmiştir (Bosnea et al., 2017; Kareb and Av, 2018).

Probiyotiklerin bağırsak mikroflorasını patojenlere karşı koruma, bağışıklık sistemini güçlendirme, serum kolesterol seviyesini ve kan basıncını düşürme, antikarsinojenik etki gösterme, diyareyi azaltma, diş çürümelerini önleme, koroner kalp rahatsızlıklarını azaltma, besin maddelerinden biyo-yararlılığını ve gıdaların besin

değerinin artırma gibi çok sayıda faydası olduğu bilinmektedir (Akan ve Kınık, 2015; Kaya, 2015; Konuray ve Erginkaya, 2018; Iglesias et al., 2018).

Son on yılda, tüketicilerin gıdalar ve sağlık etkileri konusundaki endişelerinin artması, probiyotik tüketimini de artırmıştır (Riberio et al., 2014; Rasco'n et al. 2018). Günümüzde en yaygın uygulama probiyotiklerin gıdalar yoluyla vücuda alınmasıdır. Probiyotik mikroorganizmalar, kurutulmuş ya da dondurulmuş kültür konsantratları ile zenginleştirilmiş probiyotik gıdalar (fermente ya da fermente olmamış) ile beraber veya diyet takviyeleri (toz, kapsül ve ya tablet şeklinde) şeklinde vücuda alınabilmektedir (Akan ve Kınık, 2015).

Genel olarak gıdalarda vejetatif form ve spor formu olmak üzere iki temel probiyotik mikroorganizma formu kullanılmaktadır. Vejetatif yani bitkisel form, yüksek sıcaklıklara, neme, asitliğe, ürünün raf ömrüne ve üretimi sırasında olumsuz çevresel koşullara, spor formundan daha duyarlıdır (Konuray ve Erginkaya, 2018). Bununla birlikte, bazı probiyotik mikroorganizmaların spor formları yoktur (Özüsağlam, 2010; Konuray ve Erginkaya, 2018).

Probiyotik mikroorganizmalar, patojenik ve toksijenik olmama, insan kaynaklı olma, mide asidi ve safraya karşı dirençli olma, bağırsak hücre epiteline tutunabilme, gastrointestinal sistemde yeterince kolonize olabilme ve doğal flora ya adapte olabilme, konakçının sağlığına olumlu katkı yapabilme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Coşkun, 2005; Kaya, 2015; Borges et al., 2016; Taşdemir, 2017;).

Probiyotiklerin sağlık üzerindeki etkileri çok sayıda parametreye bağlı olmasına rağmen, en önemli kriterler inokulum miktarı ve sağlanan mikroorganizma sayısıdır (Bosnea et al., 2017; Poletto et al., 2019). Probiyotik mikroorganizma ilave edilmiş fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde, formülasyon, işleme ve depolama, mikroorganizmaların canlı kalımını etkileyen en önemli faktörlerdir. Hem teknolojiler hem de gıda matrisi, mikroorganizmaları dış faktörlere karşı korumayı amaçlamalıdır (Betoret et al., 2019).

Literatürde bilinen pek çok türde probiyotik mikroorganizma vardır fakat probiyotik gıdalarda ticari olarak en yaygın kullanılanlar *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleridir (Chaikham et al., 2013; Akan ve Kınık, 2015; Kaya, 2015; Konuray ve Erginkaya, 2018; White and Hekmat, 2018; Bambace et al., 2019; Valerio et al, 2020;). Bu durumun temel nedeni bilinen en eski probiyotik özellik gösteren bakteriler olmaları, yıllardır ürünlerde güvenle kullanılmaları ve GRAS (genel olarak güvenilir kabul edilen) listesine dahil olmalarıdır (Akan ve Kınık, 2015).

Ayrıca *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri insan bağırsağında baskın olan bakterilerdir (Akan ve Kınık, 2015; Taşdemir, 2017). Bunların dışında *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Propionibacteri*, ve *Sacchromyces* türü mayalar ile *Aspergillus oryzae* gibi bazı ipliksi funguslar de sağlığa etkileri sebebiyle probiyotik olarak kullanılmaktadır (Kaya, 2015).

Probiyotik mikroorganizmaların içsel ve çevresel faktörlerden etkilenme oranları dikkate alındığında *Lactobacillus* türleri *Bifidobacterium* türlerine kıyasla daha dayanıklı ve teknolojik işlemlere daha uygundur (Rada and Petr, 2002; Kaya, 2015). Geleneksel fermente gıdalarda doğal olarak bünyelerinde bulunurlar. *Lactobacillus* türleri düşük pH değerlerine daha dirençlidirler, süt ve benzeri gıda ürünlerine daha fazla adaptasyon gösterirler (Akan ve Kınık, 2015).

Yakın bir zamana kadar, probiyotik ile zenginleştirilmiş gıdalar genellikle soğuk depolama koşullarına ihtiyaç duyan süt ürünleri olmuştur (Mattila-Sandholm et al., 2002; Betoret et al., 2012; Zura-Bravo et al., 2019). Taze süt, fermente süt, yoğurt ve peynir gibi süt ürünlerinin, probiyotik mikroorganizmalar için iyi taşıyıcı gıdalar olduğu bildirilmiştir. Çünkü birçok *Lactobacillus* türü bakteri süt kökenlidir ve bu nedenle süt ürünlerinde sağ kalımları daha fazladır. Ayrıca tüketimleri uzun yıllardır yaygın olduğundan, probiyotikleri tüketiciye ulaştırmak için iyi bir araç olarak düşünülmektedir (Fonden et al., 2003; de Fernando, 2016; Bosnea et al., 2017).

Veganizme olan ilginin artması, tüketicilerde sıkça rastlanan laktoz intoleransı ve süt proteinlerine alerjisi gibi diyet kısıtlamaları nedeniyle, süt ürünü olmayan

probiyotik ürünler (özellikle meyve ve sebze ürünleri), dikkat çekmiş ve süt ve ürünlerine iyi bir alternatif olmuşlardır (Betoret et al., 2003; Röble et al., 2010; Gupta and Abu-Ghannam, 2012; de Oliveira et al., 2017; Iglesias et al., 2018; Bambace et al., 2019; Akman vd., 2019). Meyve ve sebzeler, iyi birer vitamin, mineral ve lif kaynağı olmalarından dolayı insan beslenmesinde yer alan temel bileşenlerdendir (Palafox-Carlos et al., 2011).

Son yıllarda, püreler, sofralık zeytin, kimchi ve fermente meyve suları dahil olmak üzere probiyotik bakterilerin ilave edilebileceği birçok bitkisel kökenli ürün önerilmiştir (Bambace et al., 2019). Meyve ve sebzelerin probiyotiklerle zenginleştirilmesi ile tüketici sağlığı açısından için daha uygun ve güvenilir ürünlerin meydana getirilebileceği bildirilmiştir (Fito et al., 2001; Betoret et al., 2003; de Oliveira et al., 2017; Campos et al., 2019).

Bazı probiyotik bakterilerin taze kesilmiş meyvelerdeki gıda kaynaklı patojenlerin seviyesini azaltma potansiyelinin de iyi olduğu bildirilmiştir (Iglesias vd., 2018). Ek olarak probiyotikler hem yüksek su aktivitesine (a_w) sahip taze yiyeceklerle, hem de düşük su aktivitesine (a_w) sahip kuru yiyeceklerle eklenebilir, ancak kuru yiyecekler normal şartlar altında taze yiyeceklerden daha uzun raf ömrüne sahiptir (Weinbreck et al., 2010; Ribeiro et al., 2014).

Probiyotik içeren gıdalarda sağlık açısından istenilen faydanın sağlanabilmesi için, probiyotik miktarının tüketim anında en az 10^6 kob ml^{-1} / kob gr^{-1} olması tavsiye edilmektedir (Anonim, 2011). Sindirim sisteminin ve depolama gibi faktörlerin canlı mikroorganizma sayısına etkisi dikkate alındığında, probiyotik ürünün sağlık üzerinde istenilen faydayı sağlaması için tüketilen ürünün en az 10^7 - 10^9 kob ml^{-1} / kob gr^{-1} mikroorganizma içermesinin biyoyararlılık açısından önemli olduğu da belirtilmiştir (Akan ve Kınık, 2015; Kaya, 2015; Flores-Andrade et al., 2017; White and Hekmat, 2018; Poletto et al., 2019; Valerio et al, 2020).

Bununla birlikte, önerilen bu probiyotik bakteri seviyesi her zaman ticari ürünlerde sağlanamamaktadır (Flores-Andrade et al., 2017). Ticari olarak temin

edilebilen bazı ürünler üzerinde yapılan araştırmalar, tüketim sırasında probiyotik mikroorganizma canlılığının düşük seviyelerde olduğunu göstermiştir (Shah, 2000; Poletto et al., 2019). Bu duruma sebep olarak üretim, işleme ve depolama sırasında gıda ürünlerinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığını etkileyen; gıdanın özellikleri (pH, titre edilebilir asitlik, moleküler oksijen, su aktivitesi, tuz, şeker, hidrojen peroksit benzeri kimyasal maddeler, bakteriyosinler, yapay lezzet vericiler ve renk maddeleri), gıda işleme parametreleri (ısı uygulaması, inkübasyon sıcaklığı, ürünün soğutma oranı, paketlenme materyalleri, depolama yöntemleri) ve mikrobiyal faktörler (probiyotik suşları, inokülasyon miktarı ve oranı) olmak üzere çok sayıda faktör belirtilmiştir (Konuray ve Erginkaya, 2018).

Probiyotik gıdalardaki probiyotik mikroorganizmaların canlılığı içsel ve çevresel birçok faktöre bağlı olduğundan, yiyecekleri probiyotiklerle zenginleştirmek önemli olmasının yanında zor bir uygulamadır (Mattila-Sandholm et al., 2002; Ribeiro et al., 2014; Betoret et al., 2017; Zura-Bravo et al., 2019; Poletto et al., 2019). Bu nedenle, probiyotik canlılığının tüketim anına kadar sürdürülmesi ve istenilen düzeyde tutulması için uygun teknolojilerin geliştirilmesi ve yeni ürünler geliştirilmesi, fonksiyonel gıda endüstrisi için önemli bir araştırma alanıdır (Noorbakhsh et al., 2013; Tripathi and Giri, 2014; Bosnea et al., 2017; Sarao and Arora, 2017; Bambace et al., 2019).

Gıdanın bileşimi, paketlenme materyalinin çeşidi ve depolama koşulları (depolama sıcaklığı, nispi nem, oksijen içeriği, ışığa maruziyet vb.) probiyotiklerin canlılıklarını önemli ölçüde etkilemektedir (Mattila-Sandholm et al. 2002; Akan ve Kınık, 2015). Çoğu probiyotik mikroorganizmanın en iyi gelişim sıcaklığının 37-43 °C aralığında olduğu bilinmektedir (Lee ve Salminen, 2009; Karimi et al., 2011). Probiyotiklerin uzun süre canlı kalmalarını sağlamak için yüksek sıcaklığa maruz kalma sürelerinin minimum olması gerekmektedir (Akan ve Kınık, 2015).

Probiyotik mikroorganizmalar sıcaklığa duyarlı olmalarından dolayı genellikle sıcaklığının yaklaşık 75 °C olduğu ısıtılma işleme dayanamazlar (Ruiz et al, 2011). Bu sebeple ticari probiyotik mikroorganizmalar içeren probiyotik yiyeceklerin çoğunda uzun süreli veya yüksek sıcaklıklarda ısıtılma işlem uygulanamaz (Konuray ve Erginkaya,

2018). Isıtma, pişirme ve pastörizasyon işlemlerinde probiyotik mikroorganizmaların gıdaya işlem sonrasında eklenmesi önerilmektedir (Lee and Salminen, 2009).

Kurutma işlemi bilinen en eski gıda muhafaza yöntemlerinden biridir (Akman, 2019). Probiyotik gıdalar raf ömürlerinin uzatılması, dondurularak saklamadan oluşan maliyeti ve hasarı azaltmak için uygun sıcaklıklarda kurutulmaktadır. Kurutma işlemi probiyotiklerin depolanması, işlenmesi, taşınması ve fonksiyonel gıda uygulamalarında kullanımları açısından kolaylık sağlamaktadır (Borges et al., 2016; Konuray ve Erginkaya; 2018; Betoret et al, 2019). Bununla birlikte probiyotik gıdaların 4-5 °C’de depolanmaları tavsiye edilmektedir (Akan ve Kınık, 2015).

Yapılan bir çalışmada depolama sıcaklığı 20 °C olduğunda kurutulmuş ürünlerde canlı probiyotik sayısında önemli azalmalar gözlemlenmiştir (Bruno and Shah, 2003).

Probiyotik gıdaların geliştirilmesinde suş seçimi de büyük önem taşımaktadır. Seçilen suşlar ürünün raf ömrü boyunca canlı kalması ve tüketicinin sağlığına faydalı etkiyi göstermesi temel amaçlardır. Safraya ve asite duyarlılık probiyotik gıdalara ilave edilen suşların performansını etkilemektedir (Tripathi and Giri, 2014). Özellikle çok düşük pH değerleri, fermente ürünlerde çözünmeyen organik asit konsantrasyonunu arttırdığından ortamdaki bakterisidal etkiyi de artırmaktadır. Meyve suları gibi düşük pH’ya sahip içeceklerde probiyotiklerin gelişimi ve canlı kalması oldukça zordur (Akan ve Kınık, 2015).

Probiyotik ürünlerin ambalajlanmasında ambalaj materyalinin çeşidi, kalınlığı, gazlar (O₂, CO₂ ve su buharı), ambalaj materyalinin geçirgenliği, ambalajlama tekniği (vakum, modifiye, aktif/akıllı ambalajlama sistemleri) çok önemlidir ve probiyotiklerin canlı kalmalarını doğrudan etkilemektedir. Probiyotik süt ürünleri ve diğer ürünlerin çoğunun yüksek oksijen geçirgenliğine sahip plastik ambalajlarda depolanması probiyotiklerin gelişimi ve canlı kalmaları açısından büyük bir problem oluşturmaktadır. Yüksek oksijen bariyeri özelliğine sahip ve oksijeni absorbe eden aktif paketlerin kullanımı alternatif olarak değerlendirilmiş ve pek çok çalışma için

araştırma konusu olmuştur (da Cruz et al., 2007; Korkbekandi et al., 2011; Bosnea et al., 2017; Paletto et al., 2019).

Probiyotik bakterilerin oksijen ve nem varlığında canlı kalmaları zorlaşmakta ve gelişimleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Özellikle anaerobik türler oksijenden en çok etkilenen türlerdir. Farklı bakteri türlerinin ve suşlarının oksijene duyarlılık seviyesi de birbirinden farklıdır. *Bifidobacterium* türleri *Lactobacillus* türlerine göre oksijene daha duyarlıdır çünkü anaerobik özelliktedirler (Holzapfel et al., 2001; Talwalkar and Kailasapathy, 2004; Betoret et al., 2019).

Düşük oksijen geçirgenliğine sahip cam ambalajlar, probiyotik kültürlerin canlılığını korumak için çok önemlidir. Fakat camın yüksek maliyetli ve işlemede kolay kırılabilir bir ürün olmasından dolayı fermente probiyotik ürünler çoğunlukla plastik materyallerde depolanmaktadır. Bunların ek olarak vakum paketlenme, ambalaj materyaline oksijen absorbe edici bileşenler ilavesi, oksijen bariyerli aktif ambalajlar gibi alternatif yaklaşımlardan probiyotik gıdaların ambalajlanmasında yararlanılması gerekmektedir (Akan ve Kınık, 2015).

Yapılan bir çalışmada cam ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) şişelerde depolanan yoğurtlarda *L. acidophilus*'un canlılığı değerlendirilmiştir. HDPE ambalajlarda çözünmüş oksijen seviyesi önemli derecede artarken cam şişelerde oksijen seviyeleri 35 gün depolama boyunca düşük düzeylerde kalmıştır. Bu durum *L. acidophilus*'un depolama boyunca canlı kalma seviyesini doğrudan etkilemiştir (Dave and Shah, 1997).

Başka bir çalışmada çömlekte, plastik kaplarda ve cam şişelerde fermente ettikleri ve 29 °C depoladıkları manda sütünde bulunan *Bifidobacterium* türü bakterilerin sırasıyla en fazla cam şişede, plastik kapta ve en düşük çömlekte geliştiğini saptamışlardır. Bakterilerin gelişimleri arasındaki bu farklılığa ambalaj materyallerinin oksijen geçirgenlik seviyesinin sebep olduğunu bildirmişlerdir (Javamanne and Adams, 2004).

Üretim ve depolama sırasında probiyotiklerin canlılıklarının birçok farklı faktörlerden etkilenmesi, probiyotik ürünlerde tüketicilerin sağlığına yararlı etkiyi sağlayabilecek probiyotik miktarını sağlamayı zorlaştırmaktadır. Bu duruma çözüm olarak mikroenkapsülasyon tekniği kullanımı, hücre koruyucu ajanlar, gelişimi teşvik eden gıda bileşenleri ilavesi, oksijen bariyerli ambalaj materyalleri, antioksidanlar ve depolama ortamının modifikasyonu gibi yöntemler uygulanmaktadır. Böylelikle probiyotik mikroorganizmaların canlılıklarını önemli ölçüde geliştirilmekte ve seviyelerinin istenilen düzeyde korunması sağlanmaktadır (Akan ve Kınık, 2015).

Ayrıca günümüzde sinbiyotik ürün kullanımına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Sinbiyotik ifadesi probiyotik bakterilerin prebiyotik özellikteki maddelerin varlığında gelişiminin artması ve sağlığa faydalı sinerjik aksiyon gösterilmesi durumudur (Buran, 2020). Probiyotik gıdaların prebiyotik bileşikler olarak bilinen sindirilemeyen gıda katkı maddeleri ile desteklenmesinin, bakterilerin canlılığını koruyarak sindirim kanalından geçişine yardımcı olabileceği ve bu şekilde insan sağlığı üzerinde faydalı bir etki gösterdiği belirtilmiştir (Romano et al., 2014).

Prebiyotikler, sindirilemeyen gıda içerikleri olup, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen ve probiyotik bakterilerinin gelişmesini teşvik eden bileşiklerdir (Sezen, 2013). Tanımlanmış prebiyotiklerin çoğu, insan diyetlerinde doğal olarak oluşan çeşitli moleküler yapıların karbonhidratlarıdır (Torun ve Konuklugil, 2020).

En yaygın olarak bilinen prebiyotik maddeler oligosakkaritlerdir (Shin ve ark., 2000). Oligosakkaritler, glikozit bağla bağlı 3-10 şeker ünitesinden oluşan sindirilemeyen polisakkaritlerdir. Prebiyotik olarak kullanılan oligosakkaritler; patojen mikroorganizmaların bağırsak yüzeyinde tutunmasını sağlayan fimbrialara bağlanma yeteneğine sahip olduğu için patojen mikroorganizmaların kolonizasyonunun engellenmesine ve dışkı yoluyla atılmasına neden olurlar (Spring, 1998).

Probiyotik bakterilerin aktivitesini teşvik eden en önemli prebiyotiklerden biri inülinidir. Yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde inülinin de Fruktooligosakkarit (FOS) ve Galaktooligosakkarit (GOS) gibi *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve

Faecalibacterium bakterilerinin gelişimini olumlu etkilediği ve desteklediği görülmektedir (Mahboubi et al., 2016; Kleniewska et al., 2016; Akal ve Yetişemiyen, 2020).

2.3 *Bacillus coagulans* GBI-30 6086

Probiyotik mikroorganizma içeren ürünlerin düzenli tüketiminin bağışıklık sistemini güçlendirdiği, anti-alerjik etkisi gösterdiği, kanser riskini azalttığı, kolesterolü düşürdüğü, sindirim sorunlarını önlediği ve gastrointestinal sistem enfeksiyonlarını azalttığı bildirilmektedir (Göçer vd., 2016).

Laktik asit bakterileri (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve bazı *Saccharomyces* türleri) probiyotik gıda üretiminde en çok kullanılan mikroorganizmalardır (Makarova et al., 2006; McFarland, 2007; Ruiz et al., 2011; Konuray ve Erginkaya, 2018). Bununla birlikte, bu mikroorganizmalar yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısıtıl işlemlerde canlılığını kolay bir şekilde yitirmektedir (Ruiz et al., 2011). Yapılan araştırmalar, patojenik olmayan ve spor oluşturan bazı *Bacillus* türlerinin probiyotik olarak kullanılmasıyla bu sorunun çözülebileceğini göstermiştir (Hyronimus et al., 2000).

Genellikle probiyotik *Bacillus* içeren gıdalar ve yemler; insanlar için gıda takviyeleri, hayvanlar için büyüme ve gelişmeyi arttırıcı, su ürünleri yetiştiriciliğinde ise hastalıklara karşı koruyucu olarak kullanılmaktadır (Cutting, 2011). *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* probiyotikleri kadar yaygın kullanılsa da, farklı probiyotik *Bacillus* suşlarının (*B. clausii*, *B. coagulans* ve *B. subtilis*), antibiyotikle ilişkili ishalin tedavisinde lipit düşürücü, alerjik rinit hastalarında ve çocuklarda solunum yolu enfeksiyonlarının süresini azaltıcı gibi etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Paik et al., 2005; Marseglia et al., 2007; Doron et al., 2008; Honda et al., 2011; Konuray ve Erginkaya, 2018).

Ek olarak, *in vitro* veriler, probiyotik basillerin genotoksik ajanlardan kaynaklı gastrointestinal hastalıkların iyileştirilmesinde yararlı olabileceğini bildirilmektedir (Cenci et al., 2008; Honda et al., 2011).

Yaygın olarak incelenen *Bacillus* türleri; *Bacillus cereus*, *Bacillus clausii*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus licheniformis* ve *Bacillus subtilis*'tir (Cutting, 2011). *Bacillus* türlerinin, uygun koşullar olmadığında spor oluşturma yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Yani ortam koşulları (spesifik besinler, pH, sıcaklık ve nem vb.) elverişli olduğunda, sporlar vejetatif hale geçerek mikroorganizma canlılık göstermektedir (Nicholson et al., 2000; Setlow, 2014; Majeed et al., 2016).

Bu bakterilerin spor oluşturma yetenekleri ile son ürünlerdeki canlılığını ve stabilitesini, diğer probiyotik mikroorganizmalara kıyasla önemli ölçüde koruduğu bildirilmiştir. Özellikle yüksek sıcaklıktaki uygulamalarda canlılıklarını koruyabilmesi, fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanımları iyi bir seçenek olarak belirtilmektedir (Fares et al., 2015; Pilevar and Hosseini, 2017).

Bacillus coagulans ilk olarak süttten izole edilmiştir. 1933 yılında Horowitz-Wlassowa ve Nowotelnow tarafından *Lactobacillus sporogenes* olarak tanımlanmış, daha sonra *B. coagulans* olarak sınıflandırılmıştır. *B. coagulans* Gram pozitif, fakültatif anaerobik, patojenik olmayan, spor oluşturan, laktik asit üreten bakterilerdir ve ısıya dayanıklıdır. *B. coagulans* için optimum büyüme sıcaklığı 35-50 °C ve optimum büyüme pH değeri ise 5.5-6.5'tir (Özüsağlam, 2010; Majeed et al., 2016; Konuray ve Erginkaya, 2018).

B. coagulans'ın spor oluşturma kabiliyeti ile yüksek sıcaklıkta hayatta kalabildiği ve insan mide ortamına karşı direnç gösterebildiği bildirilmiştir (Majeed and Prakash, 1998).

Endres et al. (2009), *B. coagulans*'ın toksikolojik özelliklerini belirlemek için bir bakteriyel ters mutasyon testi, kromozomal anormallik testi, mikronükleus testi, akut

ve 90 günlük sub-kronik tekrarlayan toksisite testi, akut göz ve cilt tahrişi testi yapmışlar ve *B. coagulans*'ın insan tüketimine uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Endres et al. (2011) yaptıkları başka bir çalışmada ise GanedenBC30™ 'un tescilli *B. coagulans* preparatının güvenli kullanımını bir yıllık kronik oral toksisite çalışması ile desteklenmiştir. Ayrıca, Ganeden Biotech suşun, bilinen protein toksinlerini ve hemolizini kodlayan homolog genler içermediğini gösteren (yayınlanmamış) PCR (Polimeraz Zincirleme Reaksiyonları) sonuçlarını FDA (Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi)'ya rapor etmiştir (Ganeden Biotech Inc., 2011).

Honda et al. (2011) yaptıkları *in vitro* çalışmalarda, *B. coagulans*'ın insan bağırsak mikrobiyotasındaki patojen bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisini araştırmış ve bu türün çeşitli patojenleri içeren bir ortamda geçici patojenleri rekabetçi bir şekilde dışlayabildiğini bildirmiştir.

B. coagulans MTCC 5856'nın ishal tedavisinde güvenli ve etkili kullanımının araştırıldığı klinik bir çalışmada, şişkinlik, kusma, ishal, karın ağrısı ve dışkı sıklığı gibi klinik semptomları azalttığı bulunmuştur (Majeed et al., 2016).

B. coagulans'ın gastrointestinal (GI) bozukluklar, vajinal enfeksiyonlar, hiperkolesterolemi, laktoz intoleransı, hepatik koma üzerindeki etkisinin araştırıldığı diğer klinik çalışmalarda, *B. coagulans*'ın toz, tablet ve kapsül formlarındaki çeşitli suşlarının GI sistem üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Majeed and Prakash, 1998; Monograph, 2002; Jurenka, 2012).

Ayrıca, gıda endüstrisinde kullanılan ve *B. coagulans* tarafından üretilen ürünler (laktik asit, galaksidaz, lipaz, amilaz), düşük maliyetleri ve diğer kimyasal kaynaklara alternatif olmaları ile dikkat çekmektedir (Konuray ve Erginkaya, 2018).

Majeed et al. (2016)'nın yaptığı bir çalışmada pişmiş gıda, içecek ve meyve konservelerinin üretim süreci ve saklama koşullarının probiyotik *B. coagulans* MTCC 5856'nın canlılığı üzerindeki etkisini incelenmiştir. Fıstık ezmesi ve çilek

konservelerindeki *B. coagulans* MTCC 5856'nın canlılığının, oda sıcaklığında 12 ay depolama boyunca %97'nin üzerinde korunduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, simüle edilmiş gastrointestinal koşullar altında ve meyve suyunda 5 haftalık saklama sırasında, probiyotik *B. coagulans* sporlarının mikrokapsülasyonunun etkisi değerlendirilmiştir. En düşük pH (3,6) değerine sahip şeftali suyunda 5 haftalık saklama süresinin sonunda, en yüksek canlılık seviyesinin yaklaşık % 68 olduğu bildirilmiştir (Chackoshian and Shojaosadati, 2017).

Ayrıca *B. coagulans*, Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) ile Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından güvenli olarak rapor edilmiştir. Bununla birlikte Genel Olarak Güvenli Kabul Edilir (GRAS) ve Nitelikli Güvenlik Varsayımı (QPS) listesinde yer almaktadır (EFSA, 2013; Konuray ve Erginkaya, 2018).

B. coagulans ve *Bacillus subtilis* var. *natto* da dahil olmak üzere bilinen 100 adet *Bacillus* spp. arasından patojenik olmayan suşların insan tüketimi için güvenli olduğu ifade edilmiştir (Urdaci et al., 2004; Nithya and Halami, 2013). *B. coagulans* GBI-30 6086, *B. coagulans* SNZ1969 ve *B. coagulans* SBC37- 01 gibi belirli probiyotik *Bacillus* suşlarının güvenliği rapor edilmiştir (FDA, 2016a; 2016b; FDA, 2017).

GanedenBC30™ (BC30) ismi ile ticari olarak pazarlanan *Bacillus coagulans* GBI-30 6086, gastrointestinal sisteme özgü sert koşullara (özellikle mide asidi ve safranin olumsuz koşullarına) dayanma kapasitesine sahip, spor oluşturan, laktik asit üreten ve mutajenik veya genotoksik etkiler göstermeyen bir bakteridir (Maathuis et al., 2010; Honda et al., 2011; Nyangale et al, 2014). Ayrıca, raf ömrü boyunca iyi bir stabilite gösterdiği bildirilmiştir (Hyronimus et al., 2000; Endres et al., 2009; Maathuis et al., 2010).

Bacillus coagulans GBI-30 6086 'nın bağırsak duvarındaki hücrelerin sağlığını iyileştirerek, iltihabı azaltarak ve villusun emici alanının optimum gelişimini sağlayarak; mineraller, peptitler ve aminoasitler de dahil olmak üzere besin emilimini artırdığı bildirilmiştir (Jäger et al., 2016).

Literatürdeki veriler, bu suşun immünomodülatör özelliklerini, diğer yararlı bakteri türleri üzerindeki uyarıcı etkilerini ve yaşlılarda organik asit üretimini araştıran çalışmalarla da zenginleştirilmiş ve *B. coagulans* GBI-30 6086'nın insan uygulamaları için bilimsel ve ticari olarak uygunluğu desteklenmiştir (Jensen et al., 2010; Benson et al., 2012; Nyangale et al., 2014). Bu çalışmalar ışığında, 2012 yılında *B. coagulans* GBI-30 6086 'nın, FDA tarafından GRAS kategorisine alındığı bildirilmiştir (Salvetti vd., 2016). Ayrıca, 2016 yılında FDA'ya, *B. coagulans* GBI-30 6086 ile ilgili detaylı bir rapor sunulmuştur (Anonim, 2016).

Orrù et al. (2014) yaptıkları çalışmada, *B. coagulans* GBI-30 6086'nın taslak genom dizisini ve genetik temelini ortaya çıkarmaya yardımcı olacak biyolojik bilgiler içeren bir rapor sunmuşlardır.

Probiyotik spor oluşturan bakteriler, fonksiyonel gıda üretiminde için umut verici olarak görünse de; gıda işleme, ürünün raf ömrü ve bu süre boyunca mikroorganizmanın canlılığını korumasına ilişkin veri eksikliği vardır (Sorokulova, 2008).

Literatür incelendiğinde *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 ile yapılan çalışmaların çok sınırlı olduğu görülmektedir. Çalışmaların çoğu *in vitro*, *in vivo* veya laboratuvar ölçekli araştırma ve tanımlama çalışmalarıdır (Jensen et al., 2010; Honda et al., 2011; Endres et al., 2011; Benson et al., 2012; Nyangale et al., 2014; Georges et al., 2014; Nyangale et al., 2015; Salvetti, 2016; Jäger et al., 2016; Jäger et al., 2018).

Bunlar dışında gıda ürünlerine uygulandığı çalışmalar da çok azdır. Bir çalışmada, *B. coagulans* GBI-30 6086 içeren ve içermeyen tam tahıllı makarna ürünleri üzerinde *in vitro* değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada, β -glukan ve *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 eklenmiş ve polifenoller açısından zengin bir durum buğday unundan üretilen yeni bir fonksiyonel makarna geliştirilmiştir. Sonuç olarak pişmiş üründe probiyotik özelliğin istenilen düzeyde korunduğu ve yeni geliştirilen fonksiyonel makarnanın besin değeri açısından yüksek kaliteli bir ürün olabileceği belirtilmiştir (Fares vd., 2015).

Yapılan bir çalışmada, içlerinde *B. coagulans* GBI-30 6086' nın da bulunduğu beş farklı *Bacillus* suşu içeren işlenmiş bir peynir olan “requeijão cremoso” nın üretimi ve raf ömrü boyunca, bakterilerin canlılıkları dirençleri değerlendirilmiştir. Ayrıca raf ömrü boyunca ürünlerin kimyasal bileşimi, proteoliz düzeyi ve yağ asidi profili izlenmiştir. 6 °C'de 45 gün boyunca yapılan depolama sonucu hem peynir üretimindeki teknolojik süreci kolaylaştırması açısından hem de probiyotik özelliği açısından *B. coagulans* GBI-30 6086'nın en uygun suş olduğu belirtilmiştir (Soares et al., 2019).

Soares et al. (2019) yaptıkları diğer bir çalışmada, önceki çalışmalarını *in vivo* testlerle desteklemişlerdir. Çalışma sonucunda bu probiyotik suşun, peynir üretiminde homojenleşmeyi arttırdığını ve Wistar sıçanlarının metabolik homeostazının korunmasını etkilemediği için teknolojik süreci kolaylaştırdığını bildirmişlerdir.

Konuray ve Erginkaya (2020) yaptıkları bir çalışmada irmiğe *Bacillus coagulans* GBI-30 sporlarını ekleyerek probiyotik makarna üretmişlerdir. Ürünler oda sıcaklığında 6 ay saklanmış; . makarna örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri, pişirme davranışları, doku, renk ve duyuşal özellikleri depolamanın 0 ve 6. aylarında incelenmiştir. Sonuçlar, makarna örneklerindeki *B. coagulans* GBI-30 sayısının, pişirme ve depolama sırasında 7.20 log kob/g değerinden 6.08 log kob/g 'a düştüğünü göstermiş, *B. coagulans* GBI-30 sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmıştır. Çalışma sonucunda *B. coagulans* GBI-30 sayısının 6 log kob/g 'nin üzerinde olması nedeniyle, probiyotik özellikteki makarnanın oda sıcaklığında 6 aylık depolama sonrasında da probiyotik bir ürün olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada probiyotik *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 bakterisi ilave edilerek juçara ve çarkıfelek meyvesi aromalı jelatin şekerlemeler geliştirilmiştir. Ürünler, 90 günlük raf ömrü boyunca, simüle edilmiş gastrointestinal sistemde (GI) fizikokimyasal özellikleri, antioksidan kapasiteleri, mikrobiyolojik özellikleri, probiyotik mikroorganizmanın sayısı ve duyuşal özellikleri bakımından *in vitro* olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, şekerlemelerdeki *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 sayısının 90 gün boyunca 6.4 log kob/g 'den daha yüksek düzeylerde olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda juçara ve çarkıfelek meyveli jöle şekerlerinin iyi bir

B. coagulans taşıyıcısı olduğu, 30 g 'lık probiyotik şekerleme tüketiminin, yaklaşık 7.82 log kob/g probiyotik bakteri için kaynak olduğu ve tüketicilere yeterli faydayı sağlayacağı bildirilmiştir (Miranda et al., 2020).

Bir başka çalışmada ise yoğurt ve portakal suyuna katılan *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 bakterisinin Gİ sistemdeki dayanıklılığını değerlendirmek amacıyla gastrointestinal sistem koşullarını (sıvılar, pH, sıcaklık ve kalma süresi) taklit eden *in vitro* bir sistem kullanılmıştır. *In vitro* sindirimden önce, mide sıvıları ile ilk temastan sonra, midedeki statik ve dinamik sindirim aşamalarında bütün örneklerde BC sayımları yapılmıştır. *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 sayısındaki simüle edilmiş Gİ sistem koşullarının bir miktar azalmaya neden olduğu fakat bu değişimin istatistiksel olarak bir anlamının olmadığı bildirilmiştir. Sindirimden sonra, *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 sayıları ≥ 7 log CFU/mL veya g olduğu saptanmıştır. Bütün bu sonuçlar değerlendirilerek, Gİ sistem koşulları altında *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 'nın canlı kalabilirliğinin yüksek olduğu ve hem meyve suyu hem de yoğurdun bu probiyotik mikroorganizma için uygun birer taşıyıcı olduğu bildirilmiştir (Almada-Érix et al., 2021).

2.4 Vakum İmpregnasyon Teknolojisi

İmpregnasyon (infüzyon, emdirim, nüfuz etme) işlemi, katı ve sıvı fazların etkileşimleri sonucu gıdayı oluşturan bileşenlerin değiştirilmesi ve impregnasyon çözeltisi ile meyve dokusu arasındaki ozmotik basınç farkından kaynaklı meydana gelen madde transferi temeline dayanan bir uygulamadır (Demir, 2016). İnfüzyon etkinliğini belirleyen ana faktör ise meyvelerde bulunan hücreler arası boşluklardır (Bellary and Rastogi, 2014).

İnfüzyon işlemi geleneksel olarak atmosfer basıncında gerçekleştirilmektedir. Bu proses sırasında kütle transferinin yavaş gerçekleşmesinden dolayı işlemi hızlandırmak amacıyla farklı yöntemler araştırılmış ve araştırmacılar alternatif bir yöntem olan vakum impregnasyon (infüzyon) işlemi üzerine çalışmışlardır (Zhao and Xie, 2004; Betoret et al., 2012; Betoret et al., 2015a; Zura-Bravo et al., 2019; Mejía-Águila et al.,

2020; Guz et al., 2020). Ayrıca, yeni yöntemler geliştirirken temel amaçlardan biri; kullanılan kaynakları optimize ederek, gıdaların besin değerini ve fonksiyonel özelliklerini en az etkileyen veya artıran, gıda ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini sağlayan çevre dostu teknolojiler geliştirmektir (Betoret et al., 2015b; Tylewicz et al., 2019).

Dehidrasyon işlemleri, gıdaların su aktivitesini azaltarak enzimatik veya mikrobiyal etki ile oluşabilecek istenmeyen reaksiyonların önlenmesini sağlar (Ibarz and Barbosa-Cánovas, 2002; Duarte-Correa et al., 2020). Kurutulmuş ve rehidre edilmiş meyveler, süt ürünlerinde, kahvaltılık gevreklerde, pudingler, tatlılar, kekler ve bisküvilerin temel bileşenlerdir (Contreras et al., 2005).

Ozmotik dehidrasyon, gıdaların ozmotik (hipertonik) bir çözeltiye daldırılmasıyla veya çözeltinin doğrudan gıdaya uygulanmasıyla dokulardaki suyun belli bir kısmının kontrollü olarak uzaklaştırılması, çözeltideki katıların da gıda içerisine geçmesi olayıdır (Çınar, 2008; Evgin, 2012).

Mevcut tüketicilerin ihtiyaçları, daha uzun raf ömrüne ve artan beslenme özelliklerine sahip yeni probiyotik zenginleştirilmiş gıdaların geliştirilmesine yol açmıştır. Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların üretimi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi büyük önem kazanmıştır ve vakum impregnasyon (Vİ) tekniği bu alandaki en önemli teknolojilerden biridir. Literatürde farklı meyvelerin vakum impregnasyon uygulamasıyla probiyotik bakterilerle zenginleştirildiği çalışmalar mevcuttur (Betoret et al., 2012a; 2012b ; Radziejewska-Kubzdela et al., 2014; Verma, 2017; Tylewicz et al., 2019; Zura-Bravo et al., 2019; Mejía-Águila et al., 2020).

Vakum impregnasyon (Vİ) tekniği, ozmotik dehidrasyon işlemini daha hızlı hale getiren bir teknolojidir. Vakum impregnasyon işlemi, gözenekli yapıdaki bitki ve hayvan dokularının içine kontrollü ve hızlı bir şekilde sıvı aktarımını sağlamak amacıyla kullanılan, böylece gıdanın bileşiminin değiştirilmesi sağlayan bir tekniktir (Fito et al., 2001; Betoret et al., 2003; Flores-Andrade et al., 2017; Zura-Bravo et al., 2019; Tylewicz et al., 2019; Mejía-Águila et al., 2020). Bu yöntemde, ürünlerin yapısal

bütünlüğünü etkilemeden, kısmi bir su giderme işlemiyle birlikte çözünmüş maddelerin gıda içerisindeki boşluklara taşınarak gıda ürünlerinin içeriğini değiştirmek amaçlanmaktadır (de Oliveira et al., 2017).

Vİ, gıdalarda bulunan doğal sıvıları ve gazları dokulardan uzaklaştırarak, istenen maddeleri bir impregnasyon çözeltisi ile gıdaya infüze etme esasına dayanan kısmi bir vakum basıncı uygulanması işlemidir (Derossi et al., 2012; de Oliveira et al., 2017). Vİ tekniğinde, gözenekli ürünler çözelti ile muamele edildikten sonra iki aşamalı bir basınç uygulanması gerçekleştirilmektedir (Tylewicz et al., 2013). Birinci aşamada kapalı sistemde gıda ürününe kısa süre vakum basıncı uygulanır ve böylelikle gıda içerisindeki gazlar uzaklaştırılmış olur. İkinci aşamada ise kapalı kaptaki bulunan sebze ve meyvelerin üzerine vakum impregnasyon çözeltisi eklenir ve uygun sistem elemanları kullanılarak örneklerin çözelti ile işlem görmesi sağlanır (Fito et al, 1994).

Bu teknik düşük işlem sıcaklıklarına sahip olmasından dolayı, gıdaların gözenekli dokularında meydana gelebilecek hasarı azaltmak, meyvenin doğal lezzetini, aromasını ve rengini muhafaza etmek gibi avantajlarla ürünün kalitesini geliştirme yanında, ısıya duyarlı gıda bileşenlerini koruması için de önemli bir tekniktir. Yeni ürün geliştirirken ürünün gözenekli dokusundan faydalanarak katkı maddelerinin gıdaya nüfuz etmesiyle gıdanın raf ömrünü uzatma ve ürün kalitesini artırma gibi avantajlar sağlanabilmektedir (Perez-Cabrera et al., 2011; Karacaoğlu vd., 2016; Guz et al., 2020).

Vakum impregnasyon işlemini etkileyen faktörler iç ve dış faktörler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İç faktörler; meyve ve sebzenin dokusu, şekli ve büyüklüğü ile meyve ve sebzenin çeşidi ve türüdür. Dış faktörler ise, vakum impregnasyon çözeltisinin türü, konsantrasyonu, bileşimi ve sıcaklığı, vakum impregnasyon çözeltisinde kullanılan çözgenin çeşidi ve molekül ağırlığı, vakum süresi ve basıncı atmosferik basıncın süresi, karıştırma işlemi ve vakum impregnasyon çözeltisi ile örnek oranıdır (Radziejewska-Kubzdela et al., 2014; Verma, 2017; Yılmaz ve Bilek, 2017; Guz et al., 2020; Mejía-Águila et al., 2020).

Yapılan çalışmalar Vİ işleminin, ürünün antioksidanlar, koruyucular, vitamin ve mineraller, probiyotikler ve prebiyotikler ile zenginleştirilerek istenen duyusal, besinsel ve kimyasal içeriğe ulaşmasını sağlamak amacıyla uygulandığını bildirmiştir (Fito et al, 1994; Betoret et al., 2003; Torreggiani et al., 2004; Us, 2006; Derossi et al., 2012; Betoret et al, 2012b; Silva et al., 2014; de Oliveira et al., 2017; Flores- Andrade et al., 2017; Zura-Bravo et al., 2019). Bu teknoloji sayesinde gıdalar biyoaktif bileşikler açısından zenginleştirilir ve bu durum gıdanın fonksiyonelliğinin artmasına neden olur (Zhao and Xie 2004; Guz et al., 2020).

Geleneksel olmayan işlemlerin arasında, gıda mikro yapısının özelliklerine dayanan en önemli ve en yeni tekniklerden biri vakum impregnasyon teknolojisidir (Derossi et al., 2012). Meyve ve sebzelerde vakum impregnasyon uygulamasının meydana getirdiği mikro yapıdaki değişimler, fizikokimyasal değişimler ve termal (ısı) değişimler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Taş, 2020).

Vakum impregnasyon işlemi genellikle taze gıdalarda uygulandığı için, impregnasyon işleminden sonra meyve ve sebzeler yüksek su aktiviteleri (a_w) nedeniyle oldukça kararsızdır. Raf ömrünü arttırmak için çabuk bozulabilen gıdalara kurutma işlemi uygulanabilir (Betoret et al., 2012a; 2012b). Bu nedenle, Vİ ve ardından kurutma, yüksek fonksiyonel özelliklere sahip stabil ve zenginleştirilmiş kurutulmuş gıdalar elde etmek için iyi bir kombinasyon olarak görünmektedir (Zura-Bravo et al., 2019).

Literatürde bu konularla ilgili olan çalışmalar incelenmiş, yapılan bazı çalışmalar ve sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

Bruno and Shah (2003) yaptıkları bir çalışmada, probiyotik ilaveli gıda ürünlerinin 4-5 ° C'de saklanmasını önermişler ve depolama sıcaklığı +20 °C olduğunda kurutulmuş ürünlerde canlı probiyotik mikroorganizma sayısında önemli bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir.

Betoret et al. (2003) yaptıkları bir çalışmada, vakum impregnasyon tekniği kullanarak taze elma meyvelerine *Saccharomyces cerevisiae* CECT 1347 ve *Lactobacillus casei* (spp. *Rhamnosus*) CECT 245 ilave etmişler ve örneklerle kurutma işlemi uygulamışlardır. Depolama boyunca yaptıkları mikrobiyolojik değerlendirmeler sonucunda *Lactobacillus casei rhamnosus* suşunun canlılığının 10^6 - 10^7 kob g^{-1} arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Bir diğer çalışmada, taze meyvelerin vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak *Lactobacillus casei* ile zenginleştirilmesi ve probiyotik ilaveli gıda ürünü üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmada 10^9 kob ml^{-1} probiyotik içeren bir impregnasyon çözeltisi kullanılmış ve 50 mbar vakum altında meyvelere infüze edilmiştir. Sonuç olarak, +4 °C'de 4 hafta depolanan ürünlerin probiyotik canlı mikroorganizma düzeyinin 10^7 kob g^{-1} 'e düştüğü bildirilmiştir (Krasaekoopt and Suthanwong, 2008).

İmpregnasyon çözeltisi olarak mandalina suyu (Betoret et al., 2012b) ve yabanmersini suyu (Castagnini et al., 2015) gibi meyve sularının kullanıldığı iki çalışmada, vakum impregnasyon işlemi ile elma meyvesi biyoaktif bileşenlerce zenginleştirilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda, vakum impregnasyon işlemi sıcak hava ile kurutma gibi tekniklerle birleştirilmiş ve sonuç olarak düşük nemli bir ürün elde edildiği ve gıdaların yararlı biyoaktif bileşiklerle Vİ tekniği ile başarılı bir şekilde zenginleştirilebildiği bildirilmiştir (Betoret et al., 2012b; Castagnini et al., 2015).

Noorbakhsh et al. (2013)'nin yaptıkları bir diğer çalışmada, elma dilimleri vakum impregnasyon tekniğini kullanarak *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 7469) ile zenginleştirilmiş ve ürünler üç farklı kurutma yöntemi (hava ile kurutma, dondurarak kurutma ve hava ile kurutma + kızılötesi kurutma kombinasyonu) kullanarak kurutulmuştur. Ürünler +4 °C'de saklanmış ve tüm ürünlerde 180 güne kadar probiyotik bakteri popülasyonunda anlamlı bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada, taze kivi, mango, çilek, ananas ve muz meyvelerine probiyotik bir *Lactobacillus Plantarum* suşu içeren bir çözelti infüze edilmiş, ardından

ürünler bir tepsili kurutucuda kurutulup +20 °C ve +4 °C'de saklanmıştır. 37 günlük depolamanın sonunda +20 °C'de depolanan ürünlerde hiçbir canlı probiyotik mikroorganizma gözlenmezken, +4 °C'de saklanan ürünler arasında yalnızca çileklerde yeterli canlılık düzeyinin saptandığı bildirilmiştir (10^6 kob g⁻¹) (Ribeiro et al., 2014).

Wirjantoro et al. (2015) yaptıkları bir çalışmada, taze elma ve kavun dilimlerine *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338 içeren bir sükröz çözeltisi ile vakum impregnasyon işlemi uygulamışlardır. Daha sonra vakum destekli kurutma ile probiyotik mikroorganizma ile zenginleştirilmiş ürünleri orta nemli hale getirmişler ve örnekleri + 30 °C ve + 4 °C'de 8 hafta boyunca depolamışlardır. Depolama boyunca yapılan analizler sonucunda buzdolabında (+ 4 °C) depolamanın probiyotik mikroorganizmaların canlılığını koruması açısından daha verimli olduğunu bildirmişlerdir. Canlılık seviyelerinin elma ürünlerinde yaklaşık 10^7 kob g⁻¹ ve kavun ürünlerinde 10^9 kob g⁻¹ olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, atmosferik basınçta impregnasyon ve vakum impregnasyon tekniklerini kullanarak kavun örnekleri *Lactobacillus acidophilus* LA-3 ile zenginleştirilmiştir. Ürünler 25 °C'de 8 gün süreyle depolanmış ve iki işlemin etkilerini karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemde de depolama sırasında probiyotik mikroorganizma canlılığı yaklaşık 7-8 log kob g⁻¹ düzeyinde korunurken, Vİ tekniğinin daha fazla çözelti absorbe etme ve fizikokimyasal özellikleri koruma açısından daha başarılı bir yöntem olduğu bildirilmiştir (de Oliveira et al., 2017).

Yılmaz (2017) yaptığı bir çalışmada ultrases destekli vakum impregnasyon işlemi ile taze elma dilimlerini, kalsiyum ve siyah havuç suyu kullanarak zenginleştirmişlerdir. Depolama süresi boyunca ürünlerin kalitesi incelemiş ve ultrasesin sürekli çalışır şekilde uygulanmasının Vİ işlemini olumlu etkilediğini ve en yüksek madde geçişine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada, vakum impregnasyon yöntemi kullanılarak inülin ve oligofruktoz ile zenginleştirilmiş taze yaban mersini üzerine probiyotik (*Lactobacillus rhamnosus* CECT 8361) ilaveli aljinat kaplama uygulanmıştır. Prebiyotik içeren

ürünlerin, depolama sırasında probiyotik canlılığın $6,2 \log \text{ kob g}^{-1}$ 'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, depolamanın 14. gününe kadar ürünlerde görsel kalite, koku ve tadın tüketici tarafından kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir (Bambace et al., 2019).

Akman vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada; vakum impregnasyon tekniği kullanarak *L. paracasei* ile zenginleştirilmiş ve iki farklı yöntem kullanılarak kurutulmuş elma meyvelerinden yeni bir atıştırmalık üretmişlerdir. Ürünlerini 28 gün boyunca $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolamışlardır. Çalışma sonucunda, probiyotik mikroorganizmaların canlılık düzeyinin, depolama sonuna kadar istenilen seviyede ($6-7 \log \text{ kob g}^{-1}$) kaldığını ve geleneksel kurutma uygulanan ürünlerde vakumlu kurutma uygulanan ürünlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Zura-Bravo et al. (2019) yaptıkları bir çalışmada, vakum impregnasyon tekniği (basınç 50, 150 ve 300 mbar; süre 5, 10 ve 15 dakika; sıcaklık $20 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$) kullanarak, murt (hambeles) meyvelerine probiyotik *Lactobacillus casei* var. *Rhamnosus* bakterileri ilave etmişler ve elde ettikleri meyve ürünlerini 40°C 'de iki farklı kurutma yöntemi (vakum destekli kurutma ve konvektif kurutma) ile kurutmuşlardır. İmpregnasyon işleminden sonra murta meyvelerinin 10^7 kob g^{-1} probiyotik mikroorganizma içerdiği, kurutma işleminden sonra ise *L. casei* sayısının bir miktar düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda 150 mbar, 15 dak ve 20°C 'de uygulanan vakum impregnasyon işleminin ve işlem sonrasında yapılan kurutmanın probiyotikle zenginleştirilmiş murta üretmek için faydalı bir yöntem olduğu, ayrıca bu işlemle üretilen meyve atıştırmalıklarının ticari değerinin de yüksek olduğu bildirilmiştir.

Caballero et al. (2021) yaptıkları bir çalışmada, probiyotik özellikte bir *Bacillus coagulans* suşu kullanılarak vakum impregnasyon teknolojisi ile elma dilimlerini zenginleştirmişlerdir. Elma dilimlerine, farklı vakum miktarı ve sürelerinde işlem uygulanarak $10^{10} \text{ kob g}^{-1}$ *B. coagulans* içeren 14°Bx 'lik bir izotonik sükroz solüsyonu infüze edilmiştir. Son ürünlerin ortalama 10^7 kob g^{-1} probiyotik mikroorganizma içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, *B. coagulans* miktarının istenilen düzeylerde

olduğu ve bu sebeple vakum impregnasyon uygulamasının meyvelere probiyotik özellikte mikroorganizma ilave etmek için uygun bir teknik olduğu bildirilmiştir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

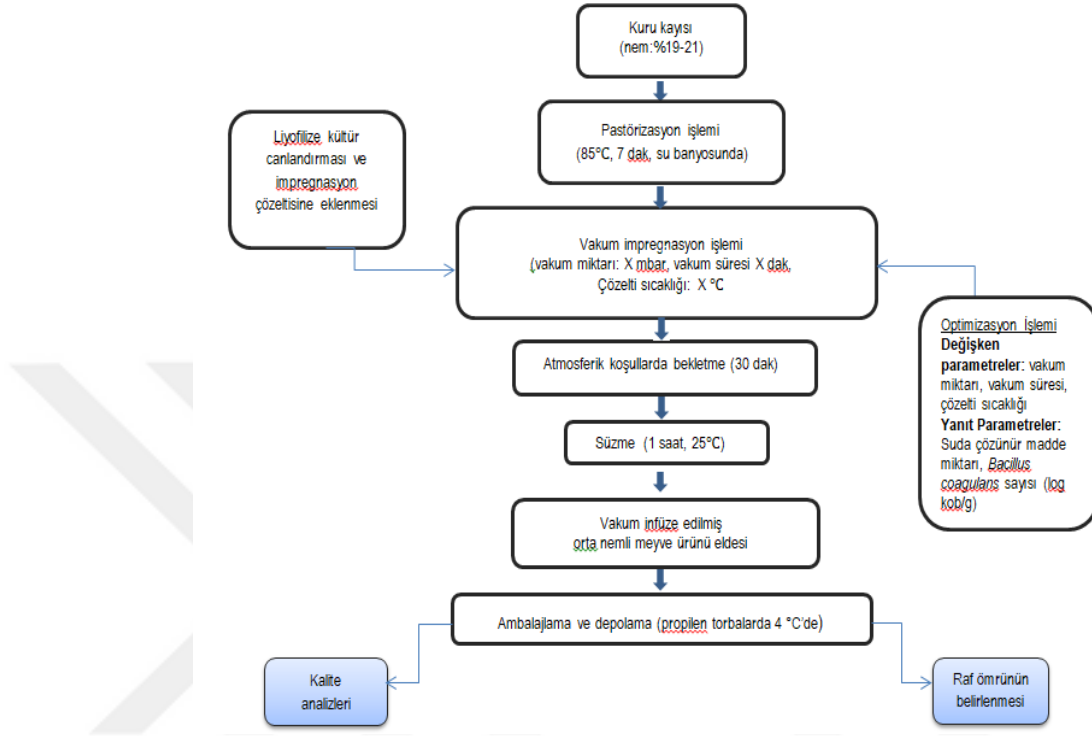
Tez kapsamında kullanılan organik kuru kayısı meyveleri, *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 (GanedenBC30™, Ganeden Biotech) ticari probiyotik suşu ve inülin (yer elmasından elde edilmiş, %90 inülin içeren, Kingherbs, Çin) Işık Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Kemalpaşa, İzmir)'den temin edilmiştir. *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 (GanedenBC30) Işık Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. tarafından Kerry (USA) firmasından satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 İşleme Yöntemleri

Liyofilize probiyotik kültür kullanılarak Fares et. al. (2015) 'de belirtilen metoda göre canlandırma işlemi yapılmıştır. Mikroorganizma süspansiyonunun belirli zaman aralıklarında OD değerleri okunmuş ve okunan absorbans değerlerinde yapılan mikrobiyolojik sayım sonuçları kullanılarak gelişim eğrisi çizilmiştir. Daha sonra ön denemelerle optimizasyon değişken aralıkları saptanmış, optimizasyon deneme deseni oluşturulmuş, bu denemelerin gerçekleştirilmesiyle de optimum nokta belirlenmiştir. Belirlenen optimum koşullarda kontrol grubu (vakum impregnasyon işlemi uygulanmamış, atmosferik koşullarda probiyotik çözelti ile muamele edilmiş örnek) ve deney grubu (belirlenen optimum koşullarda Vİ uygulaması ile probiyotik ilave edilmiş örnek) olacak şekilde iki grup orta nemli organik kuru kayısı üretimi yapılmıştır. Son üründe depolamadan önce ve depolama boyunca belirtilen analizler yapılmıştır.

Tez kapsamında yapılan işlemlerin akım şeması Şekil 3.1. 'de verilmiştir.



Şekil 3.1. VI ile probiyotik ilaveli orta nemli meyve üretimi

3.2.2 Probiyotik Kültürün Canlandırılması

Canlandırma işlemi Fares et. al. (2015) 'in çalışmalarında belirttiği yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Liyofilize kültürden 1 g alınarak, 199 mL steril peptonlu su ile 150-200 rpm'de 5 dak boyunca karıştırılmış ve karışımın pH değeri steril çözeltiler yardımı ile pH=8,5'e ayarlanmıştır. Gerekli ayarlamalardan sonra karışım steril falkon tüplere alınarak 80 °C'de 10 dak ısıtılmıştır. Daha sonra 45°C'ye kadar soğutulan homojen karışımdan 1'er mL alınarak dört farklı sıvı besiyerine (GYE (Glucose Yeast Extact) (Merck, Almanya), MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) Broth (Merck, Almanya), BAT Broth (Merck, Almanya), Nutrient Broth (Merck, Almanya) aktarılmış ve 37 °C'de bir çalkalamalı inkübatörde ((ES-20, Orbital Shaker-Incubator, Latvia) 48 saat

inkübasyona bırakılarak geliştirilmiştir. İnkübasyon süresi boyunca farklı zamanlarda *B. coagulans* GBI-30 6086 sayısının belirlenmesi amacıyla, spektrofotometre cihazında (Hettich Universal 320, Almanya) 600 nm’de OD okumaları yapılmış ve her okumada karışımdan alınıp dondurulmuştur. Alınan bu karışımlardan %0,1 peptonlu su kullanılarak seri seyreltme yöntemiyle dilüsyonlar hazırlanmış, uygun dilüsyonlardan 0,1’er ml alınarak yayma plak yöntemiyle GYE Agar, MRS Agar, BAT Agar ve Nutrient Agara ekimler yapılmıştır. Petriler aerobik olarak 37 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonrasında sayımlar yapılarak sonuçlar ‘kob/ml’ olarak ifade edilmiştir. Elde edilen sayım sonuçları ile mikroorganizmanın gelişim eğrisi çizilmiş ve optimum gelişme gösterdiği besiyeri belirlenmiştir.

Canlandırma işleminde inkübasyon süresi sonunda, optimum gelişme gösteren sıvı besiyerinde gelişen mikroorganizma sayımını yapmak için karışım 5000 rpm’de 20 dak santrifüjlendikten (Hettich, Universal 200R, Almanya) sonra üst faz atılarak çöken kısım üzerine 15 mL su eklenip iyice karıştırılmıştır. Daha sonra, 5000 rpm’de 10 dak santrifüj işlemi uygulandıktan sonra üst faz atılarak çöken kısım üzerine 15 mL su eklenmiş ve aynı işlemler bir kez daha tekrarlanmıştır. Farklı besiyerlerinde gelişen mikroorganizma süspansiyonları ilgili besiyerlerine ekim yapılarak başlangıç probiyotik mikroorganizma yükü belirlenmiş ve mikroorganizmanın en iyi gelişim gösterdiği besiyeri seçilerek tez boyunca bütün aşamalarda bu besiyeri kullanılmıştır.

3.2.3 Pastörizasyon İşlemi

Hammadde olarak kullanılan organik kuru kayıslara vakum impregnasyon işleminden önce 85 °C’de, 7 dak pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Pastörizasyon işlem koşulları, hedef mikroorganizmanın (bir osmofilik maya olan *Zygosaccharomyces rouxii*) D ve z değerleri dikkate alınarak, toplam canlı mikroorganizma sayısında 5 log azalma olacak şekilde belirlenmiştir (Çağlar, 2021).

Örnekler eşit miktarlarda tartılarak sıcaklığa dayanıklı vakum ambalajlara koyulmuş ve ısı kapatıldıktan sonra su banyosunda (Nüve ST30, Türkiye) pastörize edilmiştir. İşlem öncesinde bir kontrol grubunun merkez sıcaklığı değişimi

termokapılar ile ölçülerek, oda sıcaklığındaki örnekleri pastörize etmek için gerekli süre hesaplanmış ve o süre boyunca işlem uygulanmıştır. İşlem sonrası ürünler kalite analizleri, mikrobiyolojik analizler ve duyu analizi yapılmak üzere +4°C’de muhafaza edilmiştir. Pastörize edilmiş organik kuru kayısı örnekleri Şekil 3.2. ’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Pastörize edilmiş organik kuru kayısı

3.2.4 Vakum İmpregnasyon Çözeltisinin Hazırlanması

İmpregnasyon çözeltisi olarak; mikroorganizma süspansiyonu (10^8 kob/ml) ve minimum oranda inülin (%1 g/g) (Kingherbs, Çin) içeren, steril saf su ile hazırlanmış çözelti kullanılmıştır. Su miktarı yapılan ön denemeler ile belirlenmiş olup, son ürün çözeltinin tamamını emecek ve orta nemli kayısının %35 nem içerecek şekilde üretilmesi için hesaplanmıştır. Su miktarı ve son üründe beklenen probiyotik özellikteki mikroorganizma sayısı dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış, inülin eklenmiştir.

3.2.5 Vakum İmpregnasyon İşlemi

Vakum impregnasyon işlemi; örneklerin istenilen hızla karışımının sağlanabildiği, vakum miktarı ve sıcaklığı ayarlanabilen kapalı bir sistem (Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Vakum impregnasyon sistemi

Vakum impregnasyon işleminin değişken parametreleri; vakum miktarı, vakum süresi ve impregnasyon çözelti sıcaklığı; yanıt parametreleri ise suda çözünür madde miktarı ve *B. coagulans* sayısı (log kob/g) olarak belirlenmiştir. Literatürde yer alan, meyvelere probiyotik ilavesi için kullanılan vakum impregnasyon işleminin işlem koşulları incelenmiş olup, ön denemelerde kullanılacak parametre değer aralıkları belirlenmiştir.

Değer aralıkları belirlenirken kullanılan mikroorganizmanın gelişmesine elverişli optimum koşulları sağlamak amacıyla vakum süresi ve çözelti sıcaklığı sabit tutulmuştur, uygulanan vakum miktarı değiştirilmiştir. Bu aralıklarda restorasyon süresini 60 dakikada sabit tutarak üretimler yapılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda parametrelerin seviyeleri belirlenmiş ve optimizasyon yapılmıştır.

Optimizasyon için kullanılacak parametreler (bağımsız değişkenler) ve bu parametrelerin seviyeleri ön denemeler sonucunda tespit edilmiştir. Ön denemelerde kullanılan değişkenler ve seviyeleri Tablo 3.1. 'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Vakum impregnasyon sisteminin optimizasyonunda incelenen parametreler ve seviyeleri

Bağımsız Değişkenler	Değişkenler ve seviyeleri				
Vakum miktarı (mbar)	200	340	480	620	760
Vakum süresi (dak)	10	10	10	10	10
Çözelti sıcaklığı (°C)	37	37	37	37	37

Yapılan ön denemeler sonunda son ürünlerdeki suda çözünür kuru madde değeri (°Bx), ağırlık artışı, *B. coagulans* sayısı, nem miktarı ve renk değişimi incelenmiş ve yapılan optimizasyon işlemi sonunda optimum koşullar belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak vakum impregnasyon işlemi uygulanmış ve probiyotik ilaveli iki farklı orta nemli meyve grubu üretimi gerçekleştirilmiştir;

1- Kontrol grubu (vakum impregnasyon işlemi uygulanmamış, atmosferik koşullarda probiyotik çözelti ile muamele edilmiş örnek)

2- Deney grubu (belirlenen optimum koşullarda Vİ uygulaması ile probiyotik ilave edilmiş örnek)

3.2.6 Orta Nemli Kayısların Paketlenmesi ve Depolanması

Son ürün olan probiyotik orta nemli kayıslar buzdolabında 1 gün bekletilerek denge nemine ulaştıktan sonra kodlanarak paketlenmiş ve ısıt kapatıcı ile kapatılmıştır. Paket materyali olarak su buharı ve oksijen geçirgenliği olmayan, steril ve kokusuz polipropilen paketler (Interlab, Türkiye) kullanılmıştır. Kayıslar +4 °C'deki buzdolabında 3 ay boyunca depolanması planlanmıştır. Depolama boyunca ilk gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün, 28. gün; ilk aydan sonra ayda bir analizler yapılmış ve kalite değişimi incelenmiştir.

Üretim sırasında, üretim sonrasında ve depolama süresince yapılan analizler; suda çözünür kuru madde miktarı, pH ve titrasyon asitliği, nem tayini, su aktivitesi tayini, toplam fenolik madde miktarı, tekstür, renk değişimi analizi, mikrobiyolojik

analizler (probiyotik bakteri sayımı, toplam canlı bakteri ve maya-küf sayımı) ve duyusal analizlerdir.

3.2.7 Analiz Yöntemleri

Tez çalışması kapsamında yapılan analizler Tablo 3.2. 'de verilmiş ve analizlerin metotları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 3.2. Tez çalışması kapsamında yapılan analizler

Analizler	VI öncesinde	VI sonrasında	Depolama
Suda Çözünür Kuru Madde	+	+	+
pH Ölçümü	+	+	+
Titrasyon Asitliği Tayini	+	+	+
Nem Tayini	+	+	+
Su Aktivitesi Tayini	+	+	+
Toplam Fenolik Madde Tayini	+	+	+
Renk Tayini	+	+	+
Tekstür Analizi	+	+	+
Probiyotik Bakteri Sayımı	-	+	+
Toplam Canlı Bakteri Sayımı	+	+	+
Toplam Maya-Küf sayımı	+	+	+
Duyusal Analiz	-	+	-
İstatistiksel Analizler	-	+	+

3.2.7.1 Suda çözünür kuru madde tayini

Hammaddenin ve probiyotik orta nemli meyve ürününün suda çözünür kuru madde değerleri ($^{\circ}\text{Bx}$), Krasaekoopt and Suthanwong, (2008) de belirtildiği gibi dijital bir refraktometre (HI 96801, Romanya) kullanılarak $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de belirlenmiştir. 5 g örnek 25 mL saf su ile karıştırılmış ve Ultra Turrax'ta (IKA, T25, Almanya) homojenize edilmiştir. 2 paralel olacak şekilde ölçümler yapılmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

3.2.7.2 pH ve titrasyon asitliği tayini

Ekstraksiyon işlemi:

5 g örnek üzerine 250 mL su eklenerek Ultra Turrax'ta (IKA, T25, Almanya) karıştırılmıştır. Homojen karışım filtre kağıtlarından geçirilmiş, pH ve titrasyon asitliği ölçümü için aynı ekstrakt kullanılmıştır.

pH değerleri Noorbakhsh et al. (2013) 'te belirtildiği gibi pH metre (Thermo Scientific, ABD) ile 2 paralel olacak şekilde ölçülmüş ve sonuçlar ortalama olarak belirtilmiştir.

Titrasyon asitliği ise AOAC (2000)'de belirtilen yöntem ile karışımların pH değerleri 8,1'e gelene kadar 0,1 N NaOH ayarlanarak ölçülmüştür. Sonuçlar 2 paralel olacak şekilde Eşitlik 1. kullanılarak hesaplanmış ve sitrik asit cinsinden % olarak belirtilmiştir.

$$TTA(\%) = \frac{V \times 0,006404 \times 100}{M} \quad (1)$$

V=Harcanan 0,1 N NaOH (mL)

M= titre edilen örneğin gerçek miktarı (g)

3.2.7.3 Nem tayini

Hammaddenin ve probiyotik orta nemli meyve ürününün nem tayini Cemeroğlu, (2010) 'a göre yapılmıştır. Örnekler 2'şer paralel olacak şekilde sabit 65 °C 'de vakumlu etüvde (Nüve, EV 018, Türkiye) sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sonuçlar % nem olarak Eşitlik 2. kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (2)$$

m_1 : Kurutulmuş boş kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)

m_2 : Analiz örneği + kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)

m_3 : İçinde analiz örneği bulunan kurutma kabı ve kapağının kurutma işleminden sonraki ağırlığı (g)

3.2.7.4 Su aktivitesi tayini

Hammaddenin ve probiyotik orta nemli meyve ürününün su aktivitesi AOAC (2007) 'de belirtildiği gibi bir dijital su aktivitesi cihazı (Tesco 645, Almanya) kullanılarak 20 °C sıcaklıkta ölçülmüştür.

3.2.7.5 Toplam fenolik madde miktarı

Hammaddenin ve probiyotik orta nemli meyve ürününün toplam fenolik madde miktarı analizi, Singleton and Rossi (1965)'te belirtilen yöntemle göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Ekstraksiyon işlemi:

3 g örnek tartılmış ve üzerine 50 mL %80 metanol (TEKKİM Kimya, Türkiye) eklenmiştir. Ultra Turrax'ta (IKA, T25, Almanya) 5 dak homojenize edildikten sonra; bir santrifüj cihazında (Hettich, Universal 200R, Almanya) 11500 rpm, 15 dak, 4 °C'de santrifüjlenmiştir. Üst faz filtre edilerek (0,45 µm) analiz için süzüntüler toplanmıştır.

Analiz için 0,5 mL ekstrakt üzerine 2,5 mL 0,2M Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, Almanya) eklenmiştir. Karışım 3 dakika bekletildikten sonra üzerine 2 mL %7,5 Na₂CO₃ (Supelco, Almanya) eklenmiş ve karanlıkta 30 dak inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda karışımların absorbans değerleri 760 nm'de kör örneğe

karşı okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi için farklı konsantrasyonlarda (50-500 ppm) gallik asit (Sigma-Aldrich, Almanya) çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler analiz edilerek absorbens değerleri okunmuş ve gallik asit konsantrasyonuna karşı absorbens değerleri grafiği oluşturulup standart eğri denklemi belirlenmiştir. Bu denklem kullanılarak, örneklerin “mg GAE 100 g kuru madde⁻¹” cinsinden değerleri hesaplanmıştır.

3.2.7.6 Tekstür analizi

Hammaddenin ve probiyotik orta nemli meyve ürününün tekstürel özelliklerinin değerlendirilmesi, 30 N yükleme hücresine sahip tekstür analiz cihazı (TA.XT,Stable Micro Systems Ltd., Godalming, İngiltere) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz için paslanmaz çelik kesme probu (Extended Craft knife) kullanılmıştır. Maksimum kesme kuvveti (N) sertlik olarak ifade edilmiştir (Kilcast, 2013).

3.2.7.7 Renk analizi

Örneklerin renk değerleri Minolta renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, CR-400, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. L*, a*, b* değerlerinden toplam renk farkı (ΔE), kroma farkı (ΔC) ve hue açısı değerleri aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010). Referans örnek olarak pastörize edilmiş kuru kayısı alınmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2} \quad (3)$$

$$\Delta C = \sqrt{[(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]} \quad (4)$$

$$\text{Hue}^\circ = (\tan^{-1})^{b^*/a^*} \quad (5)$$

3.2.7.8 Probiyotik bakteri sayımı

Mikroorganizma yükleri impregne edilmiş tüm orta nemli meyvelerde analiz edilmiş ve analizler Fares et al. (2015)'de belirttiği yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kayısı ürünü tartılıp üzerine (1:10) oranında steril peptonlu su (%0,1) eklenmiş ve 5 dak boyunca stomacher cihazında (Interscience, BagMixer 400®, Fransa) homojenize edilmiştir.

Homojenizasyon sonrası örnekler cam tüplere aktararak gerekli seyreltmeler yapılmış ve pH değeri steril 5M NaOH ile 8,5'e ayarlanmış, dilüsyonlara 10 dak boyunca 80 °C 'de ısıtma işlemi uygulanmıştır. 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dilüsyonlarından GYE agar besiyerlerine (Merck, Almanya) yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon süresi sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar kob/g şeklinde belirtilmiştir.

3.2.7.9 Toplam canlı bakteri sayımı

Orta nemli kayısı örneklerinden 10'ar g alınarak üzerine 90 mL steril peptonlu su (Merck, Almanya) eklenmiş ve 2 dak boyunca stomacher cihazı (Interscience, BagMixer 400®, Fransa) ile homojenize edilmiştir. Gerekli miktarlarda seyreltme yapılarak dilüsyonlar hazırlanmış, paralel petri kaplarına aktarılmış ve üzerlerine Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) eklenerek dökme plak yöntemiyle ekim yapıldıktan sonra 37 °C'de 24±2 saat inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon süresi sonunda sayım yapılmış ve sonuçlar Eşitlik 6. kullanılarak

“kob/g” şeklinde belirtilmiştir (AOAC, 2000).

$$N = C/[V(n_1 + 0,1 * n_2) * d] \quad (6)$$

N = Gıda örneğinin 1 gram ya da 1 mL'sinde mikroorganizma sayısı

C = Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki koloni sayısı toplamı

V = Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (mL) (100 µl)

n₁ = İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

n₂ = İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

d= Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranıdır.

3.2.7.10 Toplam maya-küf sayımı

Orta nemli kayısı örneklerinden 10'ar g alınarak üzerine 90 mL steril peptonlu su (Merck, Almanya) eklenmiş ve 1 dak boyunca stomacher cihazı (Interscience, BagMixer 400®, Fransa) ile homojenize edilmiştir. Gerekli miktarlarda seyreltme yapılarak dilüsyonlar hazırlanmış, 100 µl dilüsyon alınarak Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Almanya) besiyerlerine yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 25 °C'de 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon süresi sonunda 30-300 adet arasında gelişen kolonilerin sayımı yapılmış ve sonuçlar Eşitlik 6 kullanılarak “kob/g” şeklinde hesaplanmıştır (FDA, 2006).

3.2.8 Duyusal Analiz

Duyusal analizleri gerçekleştiren panelistler 18-60 yaş arası, üniversite mezunu ve farklı meslek gruplarından kişiler arasından seçilmiştir. Panelistler örnekleri renk, görünüş, tekstür, tat ve aroma özelliklerine göre puanlamıştır. Puanlama testi Elmacı vd. (2008)'de verilen yöntemle göre yapılmış ve değerlendirmede kullanılan puanlama kriterleri Tablo 3.3. 'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Duyusal analizde kullanılan olan puanlama kriterleri

Puan	Görünüş	Tekstür	Tat-Koku
9-10 (çok iyi)	Parlak renk, düzgün yüzey, homojen renk dağılımı	Yumuşak, çiğnenebilir, özlü	Çok lezzetli, asit-şeker dengesi
7-8 (iyi)	Daha az parlak renk, düzgün yüzey, hafif kurumuşluk hissi	Hafif yumuşak veya sert, hafif sakızimsı, özlü	Bilinen meyve tadı, asit-şeker dengesi
5-6 (orta)	Hafif donuk renk, hafif kuru yüzey	Orta derece yumuşak veya sert, sakızimsı, hafif özlü	Hafif azalmış meyve lezzeti, hafif azalmış şekerlilik, hafif yabancı madde kokusu
3-4 (kötü)	Donuk renk, kuru yüzey, kötü renk dağılımı	Yumuşak veya sert, hafif katı, çok kuru	Azalmış meyve lezzeti, azalmış şekerlilik, yabancı madde kokusu
1-2 (çok kötü)	Kabul edilemez koyu renk, çok kuru yüzey	Çok yumuşak veya çok sert, katı, çok kuru	Tatsız veya yabancı tat, aşırı yabancı madde kokusu

3.2.9 İstatistiksel Analizler

Yapılan tüm analizler tekrarlı ve paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarındaki farklılıkların istatistiksel olarak belirlenebilmesi için SPSS 24.0 paket programı kullanılmıştır. Üretim sonrasında ürünler arasındaki farklılıklar %95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Depolama sırasında ise belirlenen parametrelerin dağılımı incelenmiş ve depolama süresince değişim Tukey testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar $p < 0,05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir ve raporlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik orta nemli kayısı meyvelerinin raf ömrü, depolama sırasında probiyotik mikroorganizmanın canlılığı ve ürünün kalite özelliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla optimum koşullarda probiyotik organik orta nemli meyve ürünü elde edilmiştir. Optimum koşullar belirlenirken, literatürde yer alan, meyvelere probiyotik ilavesi için kullanılan vakum impregnasyon işleminin işlem koşulları incelenmiş ve ön denemelerde kullanılacak parametre değer aralıkları belirlenmiştir. Bu aralıklarda üretimler yapılmış ve yapılan ön denemeler sonucunda hedef olarak seçilen parametrelerin seviyeleri belirlenerek optimizasyon çalışması yapılmıştır. Optimizasyon işlemi sonunda belirlenen koşullarda vakum impregnasyon işlemi uygulanmış ve probiyotik ilaveli iki farklı orta nemli meyve grubu (kontrol grubu ve deney grubu) üretimi gerçekleştirilmiştir.

Üretilen kontrol grubu ve deney grubu örnekleri depolanmış ve depolama boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilerek vakum impregnasyon işleminin probiyotik orta nemli kayısı meyveleri üretimindeki etkisi kıyaslanmıştır.

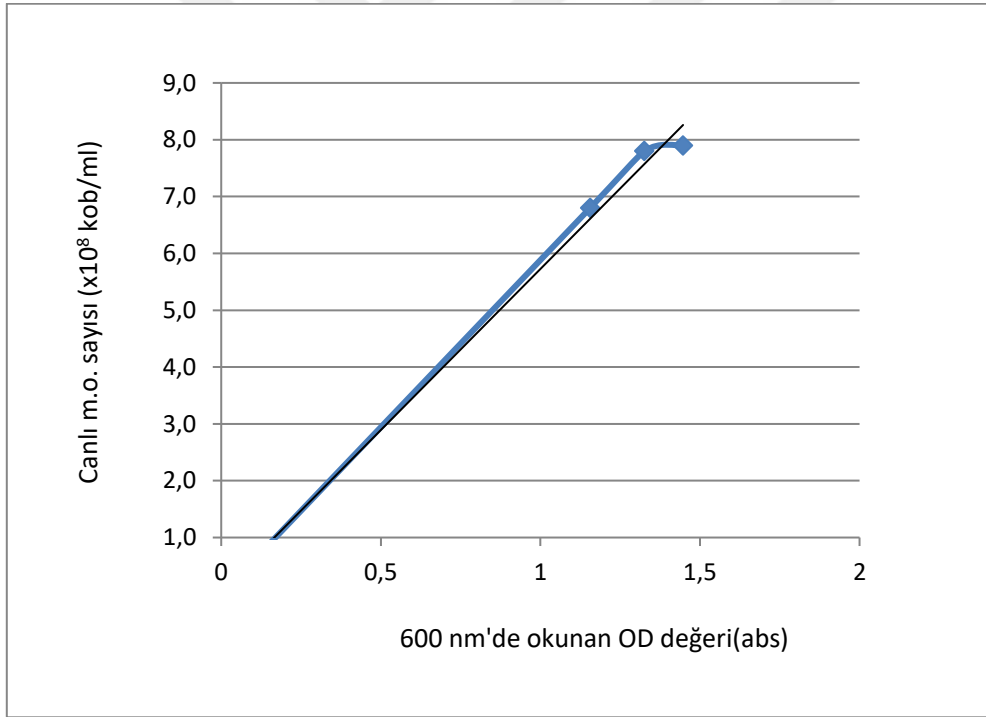
4.1 *B. coagulans* GBI-30 6086 'nın Canlandırılması ve Gelişim Eğrisi

Tez çalışmasının ilk aşamasında, kayılara infüze edilecek probiyotik mikroorganizma olan *B. coagulans* GBI-30 6086 kültürünün 4 farklı sıvı besiyerinde [GYE (Glucose Yeast Extact) Broth, MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) Broth, BAT Broth, Nutrient Broth] geliştirilmesi denenmiş ve optimum gelişme gösterdiği besiyerinin GYE Broth besiyeri olduğu belirlenmiştir. GYE besiyeri kullanılarak geliştirilen kültürün belirli aralıklarla 600 nm'de okunan absorbans değerleri Tablo 4.1. 'de yer almaktadır.

Tablo 4.1. *B. coagulans* kültürünün zamana bağlı optik yoğunluk (OD) değerleri

Süre (saat)	Optik yoğunluk (OD) (600 nm)
0	0
24	1,223
26	1,260
28	1,477
46	1,326
48	1,316

Katı besiyerinde sayımları yapılan *B. coagulans* kültürünün okunan absorbanans değerlerine karşılık gelen mikrobiyal yük değerleri Şekil 4. 1. 'de yer almaktadır.

Şekil 4. 1. *B. coagulans* gelişim eğrisi

Tez çalışması boyunca bu değerler baz alınarak canlandırma işlemleri yapılmıştır ve impregnasyon çözeltisine ilave edilerek kullanılmıştır.

4.2 Vakum İmpregnasyon İşlemi İçin Yapılan Ön Denemeler ve Optimum Koşullarda Vİ İşleminin Uygulanması

Tez çalışması kapsamında yapılacak üretimlerin gerçekleştirileceği optimum koşulların belirlenmesi amacıyla optimizasyon yapılmıştır. Ön deneme koşulları literatürdeki çalışmalar incelenerek belirlenmiştir. Kullanılan bakterinin gelişim koşulları ve süreleri dikkate alındığında optimum sıcaklık ve süre belirlenmiş olup, uygulanan vakum miktarı değiştirilerek beş adet ön deneme planlanmıştır. Yapılan ön denemelerin işlem koşulları Tablo 4.2. 'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Ön deneme parametreleri ve değerleri

Vakum miktarı (mbar)	Sıcaklık (°C)	Vakum süresi (dak)
200	37	10
340	37	10
480	37	10
620	37	10
760	37	10

Yapılan ön denemelerden sonra üretilen probiyotik ilaveli orta nemli organik kuru kayısı ürünlerinin ağırlık artışları, nem miktarları, su aktiviteleri, briks değerleri analiz edilmiş, probiyotik mikroorganizma sayıları belirlenmiş ve bu sonuçlar değerlendirilerek optimum koşullar belirlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarının üretildikleri optimum işlem koşulları Tablo 4.3. 'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Optimum koşullardaki işlem parametreleri ve değerleri

İşlem parametreleri	Parametre değerleri	
	Kontrol grubu	Deney grubu
Vakum miktarı (mbar)	vakum uygulaması yok	760
Vakum süresi (dak)	10	10
Sıcaklık (°C)	37	37
Dönme hızı (rpm)	50	50
Restorasyon süresi (dak)	155	40
Oda sıcaklığında bekletilme süresi (dak)	60	60

Çözeltiyi hazırlama aşamasında son üründe beklenen nem (%35) ve meyve/çözelti (1/1) oranı dikkate alınmıştır. Kayısların ilk kuru madde değerleri kullanılarak, uygun kütle denklilikleri ile impregnasyon çözeltisine eklenecek su miktarı ve bakteri süspansiyonu miktarı hesaplanmıştır.

Optimum koşullarda yapılan üretim sonucu elde edilen ürün gruplarının resimleri Şekil 4. 2. 'de ve Şekil 4. 3. 'te ve üretim sonrasında yapılan analiz sonuçları Tablo 4.4. 'de verilmiştir.



Şekil 4. 2. Optimum koşullarda üretilen kontrol grubu

Şekil 4. 3. Optimum koşullarda üretilen deney grubu

Tablo 4.4. Optimum koşullarda yapılan üretim sonrasında mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analiz sonuçları

Analiz adı	Kontrol grubu	Deney grubu (760 mbar)
Probiyotik bakteri sayısı (log kob g ⁻¹)	7,06±0,390 ^a	7,13±0,450 ^a
Toplam canlı bakteri sayısı (log kob g ⁻¹)	3,32±0,330 ^b	3,42±0,420 ^a
Toplam küf-maya sayısı (log kob g ⁻¹)	Gelişim gözlenmedi	Gelişim gözlenmedi
Nem içeriği (%)	36,39	36,90
L*	31,25±1,515 ^a	29,15±1,377 ^a
a*	10,18±0,665 ^a	9,19±0,868 ^a
b*	17,37±1,003 ^a	13,60±0,894 ^b
ΔE	2,96±0,531 ^b	3,99±0,607 ^a
ΔC	8,12±1,450 ^a	6,79±1,199 ^a
Hue açısı (°Hue)	1,04±0,023 ^a	0,98±0,063 ^a
Suda çözünür kuru madde (°Bx)	54,60±0,600 ^a	57,20±0,346 ^a
pH	5,75±0,026 ^a	5,75±0,021 ^a
% Asitlik	1,22±0,006 ^a	1,23±0,014 ^a
Su aktivitesi (a _w)	0,86±0,012 ^a	0,85±0,012 ^a
Toplam fenolik miktarı (mg GAE 100g kuru madde ⁻¹)	427,73±7,393 ^a	414,82±7,517 ^a
Kesme kuvveti (N)	20,93±2,577 ^a	22,96±1,795 ^a

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır (P<0,05). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır

Tablo 4.4. 'te belirtilen analiz sonuçlarının tezin gelecek başlıklarında detaylı olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

4.3 Probiyotik İlaveli Orta Nemli Kuru Kayısı Ürünlerinin Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi ve Raf Ömrüne Etkisinin Belirlenmesi

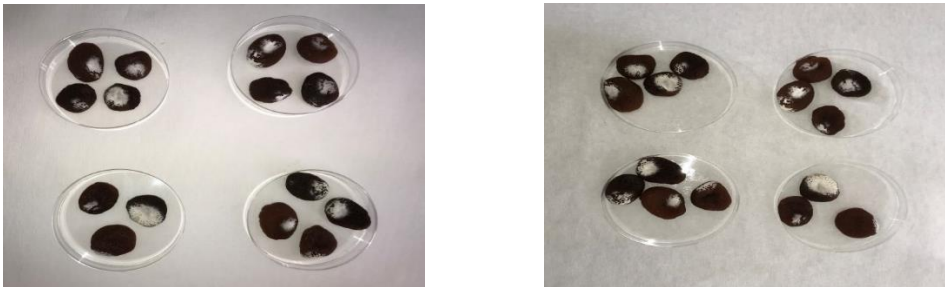
Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik ilaveli organik orta nemli kayısı meyvelerinde işlemiden hemen sonra ve depolama boyunca (7. Gün, 14. Gün, 21. Gün, 28. Gün, 42. Gün) mikrobiyolojik analizler yapılmış; ürün gruplarındaki toplam probiyotik bakteri sayısı, toplam canlı bakteri sayısı ve toplam maya-küf sayısındaki değişim incelenmiştir.

Sonuçlar ürün grupları içinde ve ürün grupları arasında istatistiksel olarak analiz edilmiş olup tablolar şeklinde verilmiştir.

Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerinde depolama boyunca saptanan *B.coagulans* ve toplam canlı sayısındaki değişimler Tablo 4.5 'te verilmiştir.

Grafiklerde görüldüğü gibi her iki ürün grubunda da probiyotik *B. coagulans* sayısı ve toplam canlı bakteri sayısı 0. günden 42. güne kadar anlamlı bir değişim göstermemiştir. 42. gün sonuna kadar maya- küf gelişimi olmamıştır.

72. gün yapılması planlanan analizler sırasında ürünlerde gözle görülür bir şekilde küf oluşması sebebiyle depolama sonlandırılmış ve istatistiksel olarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Örneklerde maya-küf sayımı yapılmış ve mikroorganizma yükü $3,54 \log \text{ kob g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. 72. Günde deney ve kontrol gruplarında gözlenen küf gelişimi

0. – 42. günler arasında kontrol grubu ve deney grubu orta nemli organik kayısı ürünlerinde yapılan mikrobiyolojik analizler ve bu analizlerin sonuçları Tablo 4.5. 'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait *B. coagulans*, toplam canlı bakteri ve toplam küf-maya mikroorganizma sayıları

Gün	Ürün grubu	Probiyotik bakteri sayısı (log kob g ⁻¹)	Toplam canlı bakteri sayısı (log kob g ⁻¹)	Toplam küf-maya sayısı (log kob g ⁻¹)
0	Kontrol grubu	7.06 ± 0.39 ^a	3.32 ± 0.33 ^b	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.13 ± 0.45 ^a	3.42 ± 0.42 ^a	-
7	Kontrol grubu	7.15 ± 0.32 ^a	3.23 ± 0.29 ^b	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.13 ± 0.43 ^a	3.38 ± 0.40 ^a	-
14	Kontrol grubu	7.17 ± 0.33 ^a	3.40 ± 0.40 ^a	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.05 ± 0.321 ^a	3.40 ± 0.346 ^a	-
21	Kontrol grubu	7.15 ± 0.288 ^a	3.42 ± 0.349 ^a	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.20 ± 0.390 ^a	3.33 ± 0.361 ^a	-
28	Kontrol grubu	7.15 ± 0.351 ^a	3.42 ± 0.376 ^a	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.10 ± 0.303 ^a	3.45 ± 0.373 ^a	-
42	Kontrol grubu	7.01 ± 0.306 ^a	3.48 ± 0.412 ^a	-
	Deney grubu (760 mbar)	7.10 ± 0.276 ^a	3.47 ± 0.393 ^a	-

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır (P<0,05). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en yüksekten en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır.

Tablo 4.5. 'te gösterildiği gibi, *B. coagulans*'ın canlı hücre sayıları, 42 günlük depolama boyunca her iki grupta da yüksek ve sabit bir seviyede tutulmuştur. İki ürün grubunda da depolama süresi boyunca hücre konsantrasyonu ve canlılığı, probiyotik mikroorganizmanın gıdaya eklenme verimini etkileyen önemli faktörlerdir (Khodaei

and Hamidi-Esfahani, 2019). Probiyotik mikroorganizma değerleri, kontrol grubu ve deney grupları karşılaştırıldığında hiçbir günde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Vakum uygulaması, son ürünü mikrobiyolojik özellikleri açısından önemli ölçüde etkilememiş yalnızca işlemleri süresini kısaltmıştır.

Probiyotik ürünlerden beklenen faydaların sağlanması için içerdikleri probiyotik mikroorganizmaların depolama süresi boyunca canlılığının korunması ve ürünler tüketildikten sonra bağırsak hücrelerine bağlanarak iyi bir şekilde kolonize olmalarına bağlıdır (Kılıç, 2001). Probiyotik mikroorganizmalar, ürünlerde en az 10^6 kob g^{-1} düzeyinde bulunmalıdır. Ancak bazı türlerin 10^7 - 10^8 kob g^{-1} düzeyinde aktif olabileceği, bazı türlerin ise 10^6 kob g^{-1} gibi daha düşük miktarlarda etkili olabileceği belirtilmektedir (Kılıç, 2001).

Bu tez çalışmasında depolama süresi boyunca her iki ürün grubunda da canlı probiyotik mikroorganizma sayısı 7 log kob g^{-1} 'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Bruno and Shah, (2003) yaptıkları bir çalışmada probiyotik ilaveli gıda ürünlerinin 4-5 °C'de saklanması önermişlerdir.

Betoret et al. (2003) yaptıkları bir çalışmada, vakum impregnasyon tekniği kullanarak taze elma meyvelerine *Saccharomyces cerevisiae* CECT 1347 ve *Lactobacillus casei* (spp. *Rhamnosus*) CECT 245 ilave edilmiştir. Depolama sonucunda *Lactobacillus casei rhamnosus* suşunun canlılığının 10^6 - 10^7 kob g^{-1} arasında olduğu bildirilmiştir.

Bir diğer çalışmada, taze meyvelerin vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak *Lactobacillus casei* ile zenginleştirilmesi ve probiyotik ilaveli gıda ürünü üretilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak +4 °C'de 4 hafta depolanan ürünlerin probiyotik canlı mikroorganizma düzeyinin 10^7 kob g^{-1} seviyesine düştüğü bildirilmiştir (Krasaekoopt and Suthanwong, 2008).

Noorbakhsh et al. (2013)'nin yaptıkları bir diğer çalışmada, elma dilimleri vakum impregnasyon tekniğini kullanılarak *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 7469) ile zenginleştirilmiştir. +4 °C'de depolanan ürünlerde 180 gün boyunca probiyotik bakteri sayısında anlamlı bir değişiklik olmadığı saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338 ile zenginleştirilen taze elma ve kavun parçaları depolandığı süre boyunca incelenmiştir. Depolama boyunca yapılan analizler sonucunda buzdolabında (+4 °C) depolamanın probiyotik mikroorganizmaların canlılığını koruması açısından daha verimli olduğunu bildirilmiştir (Elma ürünlerinde yaklaşık 10^7 kob g⁻¹ ve kavun ürünlerinde 10^9 kob g⁻¹ canlı mikroorganizma) (Wirjantoro et al., 2015).

İki farklı impregnasyon yöntemi kullanılarak *Lactobacillus acidophilus* LA-3 ilave edilen ve depolanan kavun örneklerinin incelendiği başka bir çalışmada, probiyotik mikroorganizma canlılığının yaklaşık 7.0-8.0 log kob g⁻¹ olduğu, VI tekniğinin bu mikroorganizma sayısını sağlamada başarılı bir yöntem olduğu bildirilmiştir (de Oliveira et al., 2017).

Akman vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada vakum impregnasyon tekniği kullanarak *L. paracasei* ile zenginleştirilmiş ve iki farklı yöntem kullanarak kurutulmuş elma meyvelerinden ürettikleri ürünü depolamışlardır. Depolama sonunda, probiyotik mikroorganizmaların sayısının 6-7 log kob g⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

VI teknolojisi, su aktivitesinin azaltılması nedeniyle mikrobiyal büyümeyi sınırlandırarak raf ömrünü uzatır; bu nedenle ozmotik dehidrasyon sürecini hızlandırmak ve yeni ürünler geliştirmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Zhao et al., 2004). Bu teknoloji kullanılarak taze meyveler probiyotiklerle başarılı bir şekilde zenginleştirilmiştir.

Literatürdeki bazı çalışmalarda; prebiyotiklerin (inulin, FOS) eklenmesinin probiyotik mikroorganizmaların canlılık düzeyini istenilen seviyede tutmayı

desteklediği belirtilmektedir (Moghadam et al., 2019; Bernal-Castro et al. al., 2019; Valero-Cases et al Frutos, 2017; Rodríguez-Barona et al., 2015).

Bir çalışmada, taze böğürtlen dilimlerine, 10^9 kob ml^{-1} *Lactobacillus casei* ATCC 393 içeren çözelti infüze edilmiştir. Daha sonra izotonik inülin, meyve fruktooligosakkarit (FOS) ve inülin-FOS kontrol solüsyonları ile vakum impregnasyon işlemi uygulanmıştır. Örnekler daha sonra liyofilize edilerek muhafaza edilmiştir. Yalnızca probiyotik mikroorganizma ilave edilen ürünlerin 25 gün boyunca 10^6 kob g^{-1} canlı mikroorganizma içerdiği, hem probiyotik hem prebiyotik eklenen ürünlerin ise 40 güne kadar 10^6 kob g^{-1} canlı mikroorganizma içerdiği bildirilmiştir (Rodríguez-Barona et al., 2015).

Ayrıca Tablo 4.5. 'da görüldüğü üzere 42 günlük depolama süresince toplam canlı bakteri sayısı iki grupta sabit seviyede olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, saklama süresi boyunca maya ve küf gözlenmemiştir. Toplam canlı bakteri sayısının bu değerde olmasının nedeni, vakum impregnasyon uygulamasının tamamen kapalı ve steril bir laboratuvar ortamında yapılmamış olmasıdır.

Probiyotik mikroorganizmaların gıdaları ve güvenliğini korumadaki temel rolü, patojenik mikroorganizmaların gelişmelerini önleyici etkileridir (Khodaei and Hamidi-Esfahani, 2019). Bu durumla ilgili birçok araştırmada bazı sonuçlar bildirilmiştir. de Oliveira et al. (2014), probiyotik *Lactobacillus*'un istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini ve aktivitesini engellediğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada, probiyotik ilaveli yeni kesilmiş kavunların, probiyotik içermeyen örneklerle göre daha az maya ve küf sayısına sahip olduğunu bildirilmiştir (Russo et al., 2015).

4.4 Probiyotik İlaveli Orta Nemli Kuru Kayısı Ürünlerinin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi ve Raf Ömrünün Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik ilaveli organik orta nemli kuru kayısı meyvelerinde depolama süresi boyunca kalite özelliklerinin incelenmesi amacıyla fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve tablolarla ifade edilmiştir. Sonuçlar depolamanın aynı günlerinde ürün grupları arasındaki değerler kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

4.4.1 Nem Miktarı

Tez çalışması kapsamında yapılacak olan ön denemelerle son ürünün %25-30-35 nem içermesi için gerekli olan çözelti miktarı belirlenmiştir. Bu işlem için kuru madde denklilikleri kullanılmış, belirlenen örnek miktarlarının üzerine hesaplanan miktarlarda su eklenmiş ve ürün suyun tamamını çekene kadar çalkalamalı inkübatörde sabit devirde çalkalanmıştır. Son ürüne ait görseller Şekil 4.5.'da verilmiştir.



Şekil 4.5. Çözelti miktarını hesaplamak için yapılan ön denemeler sonucunda elde edilen ürünler (Sırasıyla % 25 nemli organik kuru kayısı, % 30 nemli organik kuru kayısı ve % 35 nemli organik kuru kayısı)

Su ürün tarafından tamamen emildiğinde oluşan son üründe nem, suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$), pH ve su aktivitesi (a_w) değerlerine bakılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.6. 'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Ön denemeler sonucu üretilen farklı nem miktarlarındaki örneklerin bazı analiz sonuçları

Parametre	%25 nemli	%30 nemli	%35 nemli
pH	5,33±0,11	5,47±0,07	5,53±0,1
Briks (°Bx)	64±1,41	57±1,41	53,5±0,71
Su aktivitesi (a_w)	0,79±0,001	0,80±0,01	0,82±0,01

Yapılan ön denemeler sonrasında elde edilen ürünlerde pH, suda çözünür kuru madde (Briks) ve su aktivitesi tayinleri yapılmıştır. Analiz sonuçları incelenip literatür verileriyle kıyaslandığında ürünün pH, briks ve su aktivitesi değerleri açısından en uygun sonuçların %35 nem içeriğinde olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilecek probiyotik ilaveli organik orta nemli kayısı meyvelerinin nem içeriğinin %35 olması uygun görülmüş ve işlem sırasında kullanılacak malzemelerin miktarları buna göre hesaplanmıştır. Vakum impregnasyon işleminden hemen sonra ve depolama boyunca (7. Gün, 14. Gün, 21. Gün, 28. Gün, 42. Gün) kontrol grubu ile deney grubunda nem miktarı ölçülmüş; sonuçlar ürün grupları içinde ve ürün grupları arasında istatistiksel olarak analiz edilmiş olup tablo şeklinde verilmiştir.

Probiyotik ilaveli orta nemli kuru kayısıların depolanması sırasında farklı zamanlarda bakılan nem miktarlarının değerleri Tablo 4.7. 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait nem içerikleri (%)

Gün	Ürün grubu	Nem miktarı (%)
0	Kontrol grubu	36,53±0.669 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	35,82±0.112 ^a
7	Kontrol grubu	38,06±0.982 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	37,69±0.185 ^a
14	Kontrol grubu	33,02±0.107 ^b
	Deney grubu (760 mbar)	34,27±0.153 ^a
21	Kontrol grubu	32,27±0.425 ^b
	Deney grubu (760 mbar)	33,72±0.365 ^a
28	Kontrol grubu	31,61±0.506 ^b
	Deney grubu (760 mbar)	36,94±0.216 ^a
42	Kontrol grubu	32,48±0.265 ^b
	Deney grubu (760 mbar)	34,31±0.253 ^a

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır (P<0,05). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır.

Tablo 4.7 ‘de görüldüğü gibi her iki ürün grubunda da nem miktarları depolama boyunca orta nemli sayılabilecek seviyelerde korunmuştur.

Tablo 4.7. ‘de görüldüğü gibi nem seviyeleri her iki grupta da sabit bir artış ya da düşüş göstermemiş ve 42 günlük depolama süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir değişkenlik göstermiştir (p<0,05). Bununla birlikte, tüm değerler orta nemli kurutulmuş meyve özelliklerini sağlamak için gerekli değer aralığındadır. Nem içeriği % 26 ile % 60 arasında olan meyveler orta nemli meyve olarak adlandırılmaktadır (Seckin ve Taşeri, 2015).

42. günden 72. güne kadar geçen sürede ürünlerin nem içeriğinin azaldığı, ortamın nem içeriğinin arttığı düşünülmektedir. Artan nem içeriği nedeniyle probiyotik ilaveli organik orta nemli kuru kayısı meyvelerinin, depolama sırasında fiziksel ve kimyasal bozulmaya karşı hassas bir hale gelmiş olduğu ve 72. gün analizleri için

ayırılan ve küflenme gözlenen örneklerdeki mikrobiyolojik bozulmaya bu durumun neden olduğu düşünülmektedir.

4.4.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler Sonuçları

Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik ilaveli organik orta nemli kayısı meyvelerinde işlemiden hemen sonra ve depolama boyunca (7. Gün, 14. Gün, 21. Gün, 28. Gün, 42. Gün) fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış; ürün gruplarındaki suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$), pH değeri, % titre edilebilir asitlik, su aktivitesi (a_w), toplam fenolik miktarı (mg GAE 100g kuru madde⁻¹) ve kesme kuvveti (N) takip edilmiştir. Bütün analizlerin sonuçları ürün grupları içinde ve ürün grupları arasında istatistiksel olarak analiz edilmiş olup Tablo 4.8. 'da verilmiştir.

Tablo 4.8. Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

G ün	Ürün grubu	Suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$)	pH	% Asitlik	Su aktivitesi (a_w)	Toplam fenolik miktarı (mg GAE 100g kuru madde-1)	Kesme Kuvveti (N)
0	Kontrol grubu	56.40 $\pm$ 0.600 ^a	5.75 $\pm$ 0.026 ^a	1.22 $\pm$ 0.006 ^a	0.86 $\pm$ 0.012 ^a	427.73 $\pm$ 7.393 ^a	20.93 $\pm$ 2.577 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	57.20 $\pm$ 0.346 ^a	5.75 $\pm$ 0.021 ^a	1.23 $\pm$ 0.014 ^a	0.85 $\pm$ 0.012 ^a	414.82 $\pm$ 7.517 ^a	22.96 $\pm$ 1.795 ^a
7	Kontrol grubu	56.20 $\pm$ 0.346 ^a	5.91 $\pm$ 0.031 ^a	1.21 $\pm$ 0.031 ^a	0.85 $\pm$ 0.006 ^a	422.81 $\pm$ 7.887 ^a	22.15 $\pm$ 2.019 ^b
	Deney grubu (760 mbar)	56.80 $\pm$ 0.346 ^a	5.85 $\pm$ 0.015 ^a	1.17 $\pm$ 0.007 ^a	0.84 $\pm$ 0.006 ^a	406.38 $\pm$ 5.341 ^b	25.14 $\pm$ 1.744 ^a
14	Kontrol grubu	60.40 $\pm$ 0.346 ^a	5.92 $\pm$ 0.006 ^a	1.36 $\pm$ 0.028 ^a	0.84 $\pm$ 0.006 ^a	391.69 $\pm$ 2.304 ^a	22.79 $\pm$ 1.969 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	59.83 $\pm$ 0.379 ^a	5.93 $\pm$ 0.010 ^a	1.38 $\pm$ 0.054 ^a	0.85 $\pm$ 0.006 ^a	400.86 $\pm$ 7.773 ^a	24.14 $\pm$ 1.804 ^a
21	Kontrol grubu	60.80 $\pm$ 0.693 ^a	5.97 $\pm$ 0.025 ^a	1.37 $\pm$ 0.027 ^a	0.83 $\pm$ 0.006 ^b	385.99 $\pm$ 2.271 ^a	21.66 $\pm$ 1.799 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	60.57 $\pm$ 0.603 ^a	6.01 $\pm$ 0.078 ^a	1.35 $\pm$ 0.020 ^a	0.85 $\pm$ 0.006 ^a	395.04 $\pm$ 8.646 ^a	22.07 $\pm$ 2.412 ^a
28	Kontrol grubu	61.00 $\pm$ 0.346 ^a	6.02 $\pm$ 0.015 ^a	1.11 $\pm$ 0.006 ^b	0.83 $\pm$ 0.006 ^b	331.97 $\pm$ 3.791 ^a	21.37 $\pm$ 1.316 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	60.20 $\pm$ 0.346 ^b	6.01 $\pm$ 0.010 ^a	1.15 $\pm$ 0.021 ^a	0.86 $\pm$ 0.012 ^a	327.66 $\pm$ 4.381 ^a	21.79 $\pm$ 0.990 ^a
42	Kontrol grubu	60.00 $\pm$ 1.039 ^a	6.06 $\pm$ 0.006 ^a	1.17 $\pm$ 0.011 ^b	0.82 $\pm$ 0.006 ^b	242.49 $\pm$ 4.849 ^b	21.91 $\pm$ 1.262 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	61.40 $\pm$ 0.693 ^a	6.02 $\pm$ 0.006 ^b	1.26 $\pm$ 0.012 ^a	0.84 $\pm$ 0.006 ^a	268.33 $\pm$ 4.318 ^a	19.08 $\pm$ 1.842 ^b

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır (P<0,05). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en yüksekten en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır.

Tablo 4.8 'da verilen sonuçlar genel olarak değerlendirilecek olursa; suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$), pH değeri, % titre edilebilir asitlik, toplam fenolik miktarı (mg GAE 100g kuru madde⁻¹) ve sertlik değerleri (N) dikkate alındığında, kontrol grubu sonuçları ve deney grubu sonuçları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Ancak su aktivitesi (a_w) değerleri incelendiğinde kontrol grubu ve deney grubu arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiş ve deney grubu için su aktivitesi (a_w) değerleri kontrol grubu su aktivitesi (a_w) değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır.

Suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$) analiz sonuçları incelendiğinde yalnızca depolamanın 28. gününde anlamlı bir farklılık vardır. 28. günde kontrol grubunun $^{\circ}\text{Bx}$ değerleri deney grubunun $^{\circ}\text{Bx}$ değerlerinden daha yüksektir. Depolamanın diğer günlerinde anlamlı bir fark yoktur.

Her iki grubun pH değerleri depolama süresi boyunca incelendiğinde 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerde anlamlı bir farklılık belirlenememiştir. Ancak 42. güne bakıldığında kontrol grubunun pH değerlerinin deney grubu pH değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde asitlik değerlerinin yüzdesi incelendiğinde 0, 7, 14 ve 21. günlerde önemli bir fark bulunmamaktadır. Deney grubunun 28. ve 42. gün asitlik değerleri, kontrol grubunun asitlik değerlerinden yüksektir. Nem miktarının azalması yüzde olarak asitliğin artmasına sebep olmuştur.

Yapılan bir çalışmada, Vİ teknolojisi kullanılarak *Lactobacillus acidophilus* LA-3 ile zenginleştirilmiş kavun ürünlerinin pH, titre edilebilir asitlik ve $^{\circ}\text{Bx}$ değerlerini analiz etmişler ve 8 günlük depolama süresince bu değerlerde anlamlı bir fark bildirmemişlerdir (de Olivera et al., 2017).

Benzer bir çalışmada Röşle et al., (2010), *Lactobacillus rhamnosus* GG ile zenginleştirilen ve 2 ve 4 $^{\circ}\text{C}$ 'de 10 gün boyunca depolanan elmaların pH, % asitlik ve $^{\circ}\text{Bx}$ değerlerinde önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Gıdaların kalitesi açısından önemli bir diğer değer olan su aktivitesi (a_w) incelendiğinde her iki ürün grubunda da depolama süresi boyunca su aktivitesi (a_w)

değerlerinde genel olarak bir azalma gözlemlenmiştir. a_w değerlerini ürün grupları içinde ayrı ayrı değerlendirdiğimizde 0, 7 ve 14 günler arasında anlamlı bir fark yoktur. 21., 28. ve 42. günlerde ise deney grubunun a_w değerleri, kontrol grubunun a_w değerlerinden daha yüksektir.

Su aktivitesinin, düşük nemli gıda ürünlerinde mikrobiyal ve fizikokimyasal değişikliklere neden olduğu bilinmektedir (Akman vd., 2019). Yapılan bir çalışmada, vakum impregnasyon tekniği kullanılarak *L. paracasei* ile zenginleştirilmiş elma meyvelerinden üretilen atıştırılmalıkların 28 günlük depolama süresi boyunca su aktivitesi (a_w) değerlerinde miktarlarda azalma gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, probiyotik ile zenginleştirme sürecinin ürünlerin su aktivitesini önemli ölçüde etkilemediği de bildirilmiştir (Akman vd., 2019).

Depolama sonunda tüm sonuçlar değerlendirildiğinde depolama süresi boyunca hem kontrol grubunda hem de deney grubunda toplam fenolik madde içeriği (mg GAE 100g kuru madde⁻¹) azalmıştır. Kontrol grubu ve deney grubu sonuçlarını kıyasladığımızda, 7. günde kontrol grubunun fenolik madde içeriğinin deney grubu fenolik madde içeriğinden; 42. günde ise deney grubunun fenolik madde içeriği kontrol grubu fenolik madde içeriğinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolamanın diğer günlerinde ise değerler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Gıda kalitesi açısından önemli diğer bir analiz olan tekstür analizi de depolama boyunca her iki ürün grubunda uygulanmıştır. Analizler sonunda bulunan sertlik değeri (N) incelendiğinde depolamanın 7. gününde deney grubunun sertlik değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu, 42. günde kontrol grubunun kesme değerlerinin deney grubunun sertlik değerlerinden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Depolamanın diğer günlerinde ise anlamlı bir fark yoktur. Yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus rhamnosus* GG zenginleştirilmiş elma dilimlerinin sertlik değerinin, 10 günlük depolama süresince sabit bir artış veya azalma göstermediği ve belirli değerler arasında değiştiği bildirilmiştir (Röble et al., 2010).

Akman vd. (2019) yaptıkları bir çalışmada *L. paracasei* ile zenginleştirilmiş ve kurutulmuş elma dilimlerinde 28 günlük depolama süresi boyunca fenolik madde miktarının kısmen arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol numunelerinde fenolik madde miktarında bir miktar azalma olduğunu da gözlemlemişlerdir.

4.4.3 Renk Analizleri

Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik ilaveli organik orta nemli kayısı meyvelerinde işlemiden hemen sonra ve depolama boyunca (7. Gün, 14. Gün, 21. Gün, 28. Gün, 42. Gün) renk analizleri yapılmış; ürün gruplarındaki L^* , a^* , b^* değerleri okunmuş ve bu değerler kullanılarak ΔE , ΔC ve Hue açısı hesaplanmıştır. Sonuçlar ürün grupları içinde ve ürün grupları arasında istatistiksel olarak analiz edilmiş olup tablo olarak verilmiştir.

Tablo 4.9. Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait L^* , a^* , b^* , ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri

Gün	Ürün Grubu	L^*	a^*	b^*	ΔE	ΔC	Hue°
0	Kontrol grubu	31.25 ± 1.515 ^a	10.18 ± 0.665 ^a	17.37 ± 1.003 ^a	2.96 ± 0.531 ^b	8.12 ± 1.450 ^a	1.04 ± 0.223 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	29.15 ± 1.377 ^a	9.19 ± 0.868 ^a	13.60 ± 0.894 ^b	3.99 ± 0.607 ^a	6.79 ± 1.199 ^a	0.98 ± 0.063 ^a
7	Kontrol grubu	31.92 ± 1.060 ^a	9.21 ± 0.272 ^a	18.31 ± 0.982 ^a	4.22 ± 0.593 ^a	9.25 ± 0.924 ^a	1.10 ± 0.021 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	29.84 ± 0.625 ^b	9.47 ± 0.963 ^a	13.64 ± 1.274 ^b	3.81 ± 0.841 ^a	7.26 ± 0.392 ^b	0.96 ± 0.075 ^b
14	Kontrol grubu	31.21 ± 0.546 ^a	9.09 ± 1.419 ^a	15.17 ± 1.044 ^a	3.57 ± 1.242 ^a	8.35 ± 0.757 ^a	1.03 ± 0.078 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	29.21 ± 0.968 ^b	9.08 ± 1.417 ^a	14.01 ± 0.538 ^a	3.82 ± 1.330 ^a	6.72 ± 1.404 ^a	1.00 ± 0.071 ^a
21	Kontrol grubu	30.63 ± 0.773 ^a	9.07 ± 0.993 ^a	14.90 ± 0.569 ^a	3.53 ± 0.865 ^a	7.79 ± 0.862 ^a	1.02 ± 0.061 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	29.36 ± 0.874 ^a	9.54 ± 0.446 ^a	13.71 ± 1.339 ^a	3.68 ± 0.685 ^a	6.77 ± 0.868 ^a	0.96 ± 0.059 ^a
28	Kontrol grubu	30.11 ± 0.816 ^a	8.19 ± 0.330 ^a	13.96 ± 0.848 ^a	4.64 ± 0.612 ^b	7.93 ± 0.672 ^a	1.04 ± 0.019 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	28.01 ± 0.406 ^b	7.61 ± 0.192 ^b	13.06 ± 0.251 ^a	5.51 ± 0.245 ^a	6.99 ± 0.177 ^b	1.04 ± 0.010 ^a
42	Kontrol grubu	28.93 ± 0.596 ^a	7.82 ± 0.667 ^a	13.45 ± 0.476 ^a	5.19 ± 0.443 ^b	7.37 ± 0.492 ^a	1.04 ± 0.051 ^a
	Deney grubu (760 mbar)	28.04 ± 0.835 ^a	6.47 ± 0.133 ^b	11.91 ± 0.787 ^b	7.10 ± 0.512 ^a	8.32 ± 0.715 ^a	1.07 ± 0.021 ^a

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır ($P < 0,05$). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en yüksekten en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır.

Depolama sonunda renk ile ilgili değerler (L^* , a^* , b^* , ΔE , ΔC , Hue açısı) değerlendirildiğinde kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca kontrol grubu renk değerlerinin çoğunlukla deney grubu değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Her iki grupta da renk değerlerinin tüketime ve tüketici beğenisine uygun aralıklarda olduğu belirlenmiştir. Ürünlerin ilk renk değerleri (yani işlem görmemiş organik kuru kayıslara ait değerlerden) ile depolama sonundaki değerleri arasında fark olması doğallığının kaybolacağı algısı oluşturabileceğinden deney grubunun tercih edilebilirliğinin daha fazla olacağı düşünülmektedir.

Gıdalarda renk, doğrudan algılanan rengin unsurlarını belirleyen değerler olarak (açıklık, siyahtan beyaza doğru), kroma (griden saf kromatik renge doğru sapma derecesi) ve ton (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil vb.) olarak ele alınır (McGuire, 1992). Genellikle gıdaların rengi L^* a^* b^* cinsinden ölçülür. CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) renk uzayında, açıklık katsayısı (L^*), siyah = 0 ile beyaz = 100 arasında değişir. a^* (yeşilden kırmızıya) ve b^* (maviden sarıya) parametreleri, -120 ile 120 arasında değişen iki kromatik bileşendir (McGuire, 1992; Leon et al, 2006). CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) değerleri açıklık hakkında bilgi sağlar, ancak kroma (C) ve ton açısı ölçümlerini elde etmek için ayrıntılı bir hesaplama gereklidir (Hunter and Harold, 1987).

Tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçları genel olarak değerlendirdiğimizde, her iki örnek için de L^* değerlerinin koyu kabul edilebilecek aralıkta olduğu fakat deney grubunun kontrol grubuna göre daha koyu olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, ürünlerin organik kuru kayısı olmasından dolayı renklerinin homojen dağılmamasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. a^* ve b^* değerleri incelendiğinde ise ürünün olması gereken organik kuru kayısı renk aralığında olduğu ve depolama süresince turuncu-kahverengi rengini koruduğu görülmüştür. Bu durumun düşük sıcaklıkta depolamayla ilgili olduğu da düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada vakum impregnasyon tekniği kullanarak *L. paracasei* ile zenginleştirilen ve iki farklı yöntem kullanarak kurutulup 4 °C'de depolanan elma dilimi atıştırmalıklarının, depolama boyunca L^* , a^* , b^* değerlerindeki değişimin

önemsiz olduğu bildirilmiş ve bunun 4 °C'de depolamaya bağlı olduğu düşünülmüştür (Akman vd., 2019).

Ölçülen L^* , a^* , b^* değerleri kullanılarak, ΔE değeri (toplam renk farkı), ΔC değeri (doymunluk farkı) ve hue açısı (renk canlılığı) değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerden Hue açısı 0° ile 360° arasında değişmekte ve 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° mavimsi-yeşil ve 270° maviyi temsil etmektedir. Hesaplanan sonuçlar incelendiğinde vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak üretilen probiyotik orta nemli kuru kayısı ürünlerinde ΔE değeri depolama süresince artmış ve değerler 3'ün üzerinde saptanmıştır. Bu durum ürünlerde gözle görülebilir bir renk değişimi olduğunu göstermektedir. Fakat bu değişimin tüketici beğenisini ve damak tadına uygunluğunu olumsuz etkilemeyecek seviyede olduğu düşünülmektedir. Ayrıca vakum impregnasyon işlemi uygulanarak gözeneklerdeki oksijenin uzaklaştırılması nedeniyle, meyve parçalarının enzimatik ve oksidatif sebeplerle esmerleşmesinden dolayı ürünün tüketimi olumsuz olarak etkileyecek seviyede meydana gelebilecek renk değişiminin antioksidan bir madde kullanılmadan da etkili bir şekilde önlenilebileceği görülmüştür. Literatürdeki bazı çalışmalar da bu görüşü desteklemektedir (Zhao and Xie, 2004).

4.4.4 Duyusal Analizler

Tez çalışması kapsamında vakum impregnasyon teknolojisi kullanılarak elde edilen probiyotik ilaveli organik orta nemli kayısı meyvelerinde işlemiden hemen sonra (0. günde) duyusal analizler de yapılarak ürünler görünüş, tekstür ve tat-koku özellikleri açısından değerlendirilmiştir. 18-60 yaş arası, üniversite mezunu ve farklı meslek gruplarından seçilen panelistler örnekleri istenen özelliklere göre puanlamış ve ürünlerin genel kabul edilebilirliğini değerlendirmişlerdir. Analiz sırasında yapılan puanlamalar istatistiksel olarak analiz edilmiş, iki bağımsız grubun sonuçlarını karşılaştırmak için "t-testi" kullanılmıştır.

Orta nemli kuru kayısılarda depolamanın son gününde de duyusal analiz yapılması planlanmış fakat ürünlerdeki küf gelişimi sebebiyle depolama sonlandırıldığı için gerçekleştirilememiştir. Duyusal analiz sonuçları Tablo 4.10. 'da gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Kontrol grubu ve deney grubu ürünlerine ait duyusal analiz sonuçları

Ürün grubu	Renk ve Görünüş	Tekstür	Tat-Koku
Kontrol grubu	4.53 ± 0.639 ^a	3.87 ± 0.639 ^b	3.80 ± 0.561 ^b
Deney grubu (760 mbar)	4.73 ± 0.458 ^a	4.67 ± 0.516 ^a	4.40 ± 0.632 ^a

a-b-c-d: Farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları fark istatistiksel olarak 95% güven düzeyinde anlamlıdır (P<0,05). Grup ortalaması en yüksek olana a harfi atanmıştır. Grup ortalaması en yüksekte en düşüğe doğru sıralanarak harf atamaları alfabetik sıraya göre yapılmıştır.

Her iki ürün grubuna ait analiz sonuçları değerlendirildiğinde, gruplar arasında renk ve görünüş açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Tekstür ve tat-koku açısından değerlendirildiğinde vakum uygulaması ile elde edilen ürünün tercih edilebilirliğinin daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun impregnasyon çözeltisi ile işleme sürelerinin farklı olmasından veya çalışma kapsamında işlenen kayısıların işlemlerden önceki duyusal farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Vakum impregnasyon teknolojisinde, işlemin gıdalara düşük işlem sıcaklığında uygulanması; meyve dokularına daha az ısı hasarı vererek meyvenin doğal renk, tat ve aromasının korunmasını sağlamaktadır (Zhao and Xie, 2004). Yapılan bir çalışmada, vakum impregnasyon işlemiyle zenginleştirilmiş elmaların duyusal olarak daha kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir (Li et al., 2018).

Bambace et al. (2019) yaptıkları çalışmada, depolamanın 14. gününe kadar ürünlerde görsel kalite, koku ve tadın tüketici tarafından kabul edilebilir olduğu bildirmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya geneline bakıldığında gıda tüketicilerinin mevcut ihtiyaçları ve gıda ile sağlık arasındaki ilişki açısından farkındalıklarının artması, daha uzun raf ömrü ve artan beslenme özelliklerine sahip, probiyotik ilave edilmiş yeni gıdaların geliştirilmesini desteklemiştir.

Bu tez çalışması kapsamında organik kuru kayısılar vakum impregnasyon tekniği kullanılarak *B. coagulans* GBI-30, 6086 ve inülin ile zenginleştirilmiştir. Son ürün olarak hem probiyotik hem de prebiyotik özelliklere sahip orta nemli kuru kayısı ürünleri elde edilmiştir.

Çalışmaya liyofilize kültürün uygun şartlarda canlandırılmasıyla başlanmış ve daha sonra ön denemelere geçilmiştir. Kültürün maksimum seviyede gelişim gösterdiği besiyeri GYE Agar (Glucose Yeast Extract Agar) olarak belirlenmiş ve tez çalışması boyunca bu besiyeri kullanılmıştır. Ön denemelere başlamadan önce bir optimizasyon şeması oluşturulmuş ve işleme uygun değer aralıkları tespit edilmiştir. Optimizasyon işleminde sıcaklık ve restorasyon süresi bakteri gelişimine en uygun değerler (37 °C ve 10 dak) seçilerek sabit tutulmuştur. Farklı miktarlarda vakum uygulaması ile yapılan işlemler sonunda ürünler analiz edilmiş ve optimum vakum miktarı 760 mbar olarak belirlenmiştir.

Yapılan bu ön denemeler ile belirlenen optimum işlem koşullarında (760 mbar, 10 dak, 37 °C) kontrol grubu (vakum impregnasyon işlemi uygulanmamış, atmosferik koşullarda probiyotik çözelti ile muamele edilmiş örnek) ve deney grubu (belirlenen optimum koşullarda Vİ uygulaması ile probiyotik ilave edilmiş örnek) olmak üzere iki farklı ürün grubu işlenmiştir. İşlem sırasında kullanılan hammaddeler (organik kuru kayısı), işlem öncesinde pastörize edilmiştir.

Çalışmanın devamında üretilen kayısı ürünleri polipropilen torbalarda ambalajlanmış ve +4 °C 'de depolanmak üzere buzdolaplarında muhafaza edilmiştir. Depolama boyunca belirli aralıklarla (0. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün, 28. gün, 42. gün)

mikrobiyolojik özellikleri ve kalite özellikleri analiz edilmiştir. Çalışmanın 72. gününde yapılması planlanan analizler, ürünlerde küf oluşumu gözlenmesi sebebiyle yapılamamış ve depolama sonlandırılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ürünlerin depolama boyunca mikrobiyolojik özellikleri, kalite özellikleri ve duyu özellikleri açısından değerlerin kabul edilebilir seviyelerde oldukları saptanmıştır. Mikrobiyolojik olarak toplam canlı bakteri sayısı ve maya- küf sayısı miktarları açısından tüketime uygun olduğu ayrıca probiyotik *B. coagulans* GBI-30 6086 sayısı depolama süresi boyunca ortalama 7 log kob/g değerinin üstündedir. Çalışma sonucunda orta nemli kuru kayısı ürününün iyi bir probiyotik taşıyıcısı olduğu gözlenmiştir.

Depolama süresi boyunca kalite özellikleri açısından değerlendirildiğinde ürünlerde suda çözünür kuru madde ($^{\circ}\text{Bx}$) miktarının deney grubunda 57.20 ile 61.40 değerleri arasında ve kontrol grubunda 56.40 ile 60.00 değerleri arasında , pH değerinin deney grubunda 5.75 ile 6.02 değerleri arasında ve kontrol grubunda 5.75 ile 6.06 değerleri arasında olduğu saptanmıştır. Her iki grupta da bu değerler paralellik göstermiş ve anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir. Ancak su aktivitesi (a_w) deney grubunda 0.85 ile 0.84 değerleri arasında ve kontrol grubunda 0.86 ile 0.82 değerleri arasında olarak saptanmış ve kontrol grubu su aktivitesi (a_w) değerlerinin deney grubu su aktivitesi (a_w) değerlerine göre daha fazla düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

Diğer özellikler incelendiğinde % titre edilebilir asitlikte, toplam fenolik miktarında ve sertlik değerlerinde sonuçlar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Renk değerleri (L^* , a^* , b^* , ΔE , ΔC , Hue açısı) incelendiğinde ise her iki grubun da tüketici beğenisine uygun olduğu düşünülmektedir.

Duyu analiz sonuçları değerlendirildiğinde ürünler arasında renk ve görünüş özellikleri açısından anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermiştir. Ancak tekstür, tat ve koku özellikleri dikkate alındığında deney grubu (760 mbar) örneklerinin daha olumlu değerlendirmeler aldığı görülmüştür.

Sonuçlar dikkatle değerlendirildiğinde, bu çalışma kapsamında üretilen probiyotik ve prebiyotik ilaveli meyve ürünü biyoaktif açıdan, fiziksel ve duyuşal özellikleri bakımından oldukça iyi değerlere sahiptir ve fonksiyonel gıda pazarında da iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir. Vakum impregnasyon işleminin sonunda teknolojik olarak herhangi bir kurutma işlemi uygulanmaması, *B. coagulans* GBI-30 6086 sayısı açısından daha olumlu bir etki göstermiştir. Ayrıca vakum impregnasyon işlemini bakteri açısından optimum sıcaklıkta uygulamanın (37 °C) ve ürünleri düşük sıcaklıkta (+4 °C) depolamanın da probiyotik mikroorganizmanın canlılığının korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bunların yanında, kurutma işlemi uygulanmamasından dolayı geliştirilen ürünlerin özellikle nem açısından kararsız bir halde olması, ürünün mikrobiyolojik özelliklerinin, kalite özelliklerinin öngörülen süre boyunca korunamamasına ve ürünün raf ömrünün kısalmasına neden olmuştur. Sonuç olarak, hem probiyotik mikroorganizma miktarı bakımından zengin hem de kalite ve duyuşal özellikler açısından daha iyi bir ürün elde etmek için tüm etkileri detaylı bir şekilde inceleyen farklı çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akal, C. ve Yetişemiyen, A.**, 2020, Probiyotik ve prebiyotik tüketiminin laktoz intoleransı üzerine etkileri, *GIDA/The Journal of FOOD*, 45(2):380-389 s.
- Akan, E. ve Kınık, Ö.**, 2015, Gıda üretimi ve depolanması sırasında probiyotiklerin canlılıklarını etkileyen faktörler, *CBÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2):155-166 s.
- Akça, E. ve Aslan, B.G.**, 2017, TR81 illerinde meyve türleri sektörünün mevcut durumu ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma, *Ziraat Mühendisliği*, 364:40-46 s.
- Akın, E.B., Karabulut, I. and Topcu, A.**, 2008, Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry*, 107(2):939-948 pp.
- Akman, P.K., Uysal, E., Ozkaya, G.U., Tornuk, F. and Durak, M.Z.**, 2019, Development of probiotic carrier dried apples for consumption as snack food with the impregnation of *Lactobacillus paracasei*, *LWT*, 103:60-68 pp.
- Alzamora, S.M., Salvatori, D., Tapia, M.S., López-Malo, A., Welti-Chanes, J., and Fito, P.**, 2005, Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds, *Journal of Food Engineering*, 67(1-2):205-214 pp.
- Anonim**, 2000. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. Volume I, II, 17th Edition, USA 25.
- Anonim**, 2006. FDA. Bacteriological Analytical Manual Online. www.cfsan.fda.gov (Erişim tarihi 11.09.2019).
- Anonim**, 2006. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome , FAO. Probiotics in food. Food and Nutritional Paper No. 85.
- Anonim**, 2007. A.O.A.C. Official methods of analysis.of A.O.A.C. *International*. Volume I, II, 17th Edition USA 25.
- Anonim**, 2011, Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği (Erişim Tarihi: 17.05.2121)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim**, 2013. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm>. Erişim tarihi: 10.08.2021.
- Anonim**, 2016, Notice to US Food and Drug Administration that *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 is Generally Recognized as Safe for use in Nonexempt Term Infant Formula. AIBMR Life Sciences. Seattle, Washington: Ganeden Biotech, Inc.
- Atış, E. ve Çelikoğlu, Ş.**, 2017, Kağızman ilçesinde kayısı üretimi ve yöre ekonomisine katkıları, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 36:191-205 s.
- Babić, L., Babić, M. and Pavkov, I.**, 2007, The quality indicators of osmotic dried apricot (*Prunus armeniaca*), *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(4):335-341 pp.
- Bambace, M.F., Alvarez, M.V. and del Rosario Moreira, M.**, 2019, Novel functional blueberries: Fructo-oligosaccharides and probiotic lactobacilli incorporated into alginate edible coatings, *Food Research International*, 122:653-660 pp.
- Bartolini, S., Leccese, A., Remorini, D., Iacona, C. and Viti, R.**, 2018, Quality and antioxidant traits of organic apricots (*Prunus armeniaca* L.) at harvest and after storage, *European Journal of Horticultural Science*, 83(1):12-17 pp.
- Bellary, A.N. and Rastogi, N.K.**, 2014, Effect of selected pretreatments on impregnation of curcuminoids and their influence on physico-chemical properties of raw banana slices, *Food and Bioprocess Technology*, 7:2803–2812 pp.
- Benson, K.F., Redman, K.A., Carter, S.G., Keller, D., Farmer, S., Endres, J.R. and Jensen, G.S.**, 2012, Probiotic metabolites from *Bacillus coagulans* GanedenBC30™ support maturation of antigen-presenting cells in vitro, *World Journal of Gastroenterology*, 18(16):1875-1883 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bernal-Castro, C.A., Díaz-Moreno, C. and Gutiérrez-Cortés, C.,** 2019, Inclusion of prebiotics on the viability of a commercial *Lactobacillus casei* subsp. rhamnosus culture in a tropical fruit beverage, *Journal of Food Science and Technology*, 56(2):987-994 pp.
- Betoret, E., Betoret, N., Arilla, A., Bennár, M., Barrera, C., Codoñer, P. and Fito, P.,** 2012, No invasive methodology to produce a probiotic low humid apple snack with potential effect against *Helicobacter pylori*, *Journal of Food Engineering*, 110(2), 289-293.
- Betoret, E., Betoret, N., Castagnini, J.M., Rocculi, P., Dalla Rosa, M. and Fito, P.,** 2015, Analysis by non-linear irreversible thermodynamics of compositional and structural changes occurred during air drying of vacuum impregnated apple (cv. Granny smith): Calcium and trehalose effects, *Journal of Food Engineering*, 147:95-101 pp.
- Betoret, E., Betoret, N., Rocculi, P. and Dalla Rosa, M.,** 2015, Strategies to improve food functionality: Structure–property relationships on high pressures homogenization, vacuum impregnation and drying technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1):1-12 pp.
- Betoret, E., Calabuig-Jiménez, L.A.U.R.A., Patrignani, F., Lanciotti, R., and Dalla Rosa, M.,** 2017. Effect of high pressure processing and trehalose addition on functional properties of mandarin juice enriched with probiotic microorganisms. *LWT-Food Science and Technology*, 85:418-422 pp.
- Betoret, E., Sentandreu, E., Betoret, N., Codoñer-Franch, P., Valls-Bellés, V. and Fito, P.,** 2012, Technological development and functional properties of an apple snack rich in flavonoid from mandarin juice, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16:298-304 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Betoret, N., Puente, L., Diaz, M.J., Pagan, M.J., Garcia, M.J., Gras, M.L. and Fito, P.,** 2003, Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation, *Journal of Food Engineering*, 56(2-3):273-277 pp.
- Bilgin, N.A., Kart, M.Ç.Ö., Mısırlı, A. ve Toraman, E.,** 2019, Malatya ilinde organik ve konvansiyonel kayısı yetiştiriciliği yapan işletmelerin ekonomik açıdan karşılaştırılması, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(10):136-147 s.
- Borges, S., Barbosa, J., Silva, J., Gomes, A.M., Pintado, M., Silva, C.L., Morais, A.M.M.B. and Teixeira, P.,** 2016, A feasibility study of *Lactobacillus plantarum* in fruit powders after processing and storage, *International Journal of Food Science & Technology*, 51(2):381-388 pp.
- Bosnea, L.A., Kopsahelis, N., Kokkali, V., Terpou, A. and Kanellaki, M.,** 2017, Production of a novel probiotic yogurt by incorporation of *L. casei* enriched fresh apple pieces, dried raisins and wheat grains, *Food and Bioproducts Processing*, 102:62-71 pp.
- Bostan, S.Z. and Kan, T.,** 2013, Correlations among chemical properties of conventional and organic dried apricot fruits, *Chemistry of Natural Compounds*, 49(3):516-519 pp.
- Boylston, T.D., Vinderola, C.G., Ghoddusi, H.B. and Reinheimer, J.A.,** 2004, Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards, *International Dairy Journal*, 14(5):375-387 pp.
- Bruno, F.A. and Shah, N.P.,** 2003, Viability of two freeze-dried strains of Bifidobacterium and of commercial preparations at various temperatures during prolonged storage, *Journal of food science*, 68(7):2336-2339 pp.
- Buran, İ.,** 2020, Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sinbiyotik Kullanımının İnekve Keçi Sütünden Üretilen Kefirlerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 175s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Caballero, M. C. S., Muñiz, C. H. A., Leal, V. C., Aguilar, G. G., Hernández, C. G. S., Quezada, G. D. A.,** 2021, Enrichment of sliced apple fruit with *Bacillus coagulans*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 12-19 pp.
- Campbell, O.E.,** 2013, Quality Assessment of Northeast Peach and Apricot Varieties and Their Value-Added Products, PhD Thesis, Cornell University, 236p.
- Campos, P.A., Martins, E.M.F., Martins, M.L., de Oliveira Martins, A.D., Júnior, B.R.D.C.L., da Silva, R.R. and Trevizano, L.M.,** 2019, In vitro resistance of *Lactobacillus plantarum* LP299v or *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by vegetable appetizer, *LWT*, 116,
- Čanadanović-Brunet, J.M., Vulić, J.J., Četković, G.S., Đilas, S.M. and Tumbas-Šaponjac, V.T.,** 2013, Bioactive compounds and antioxidant properties of dried apricot, *Acta Periodica Technologica*, 44:193-205.
- Castagnini, J.M., Betoret, N., Betoret, E. and Fito, P.,** 2015, Vacuum impregnation and air drying temperature effect on individual anthocyanins and antiradical capacity of blueberry juice included into an apple matrix, *LWT-Food Science and Technology*, 64(2):1289-1296 pp.
- Cemeroğlu, B.,** 2010, Gıda Analizleri, Seçkin Kitabevi, Ankara, 480s.
- Cenci, G., Caldini, G., Trotta, F. and Bosi, P.,** 2008, In vitro inhibitory activity of probiotic spore-forming bacilli against genotoxins, *Letters in Applied Microbiology*, 46(3):331-337 pp.
- Chackoshian, K.A. and Shojaosadati, S.A.,** 2017, Improvement of probiotic survival in fruit juice and under gastrointestinal conditions using pectin-nanochitin-nanolignocellulose as a novel prebiotic gastrointestinal-resistant matrix, *Applied Food Biotechnology*, 4(3):179-191 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chaikham, P., Apichartsrangkoon, A., George, T. and Jirarattanarangsri, W.,** 2013, Efficacy of polymer coating of probiotic beads suspended in pressurized and pasteurized longan juices on the exposure to simulated gastrointestinal environment, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(7):862-869 pp.
- Cheyrier, V.,** 2005, Polyphenols in foods are more complex than often thought, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1):223-229 pp.
- Codex Alimentarius Commission.** 1989. Food Additives. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Rome, Italy.
- Contreras, C., Martín, M.E., Martinez-Navarrete, N. and Chiralt, A.,** 2005, Effect of vacuum impregnation and microwave application on structural changes which occurred during air-drying of apple, *LWT*, 38(5):471–477 pp.
- Coşkun, T.,** 2005, Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48:69-84 s.
- Cutting, S.M.,** 2011, *Bacillus* probiotics, *Food microbiology*, 28(2):214-220 pp.
- Çağlar, D.,** 2021, Mikrodalga Pastörizatör Sistemi ile Organik Orta Nemli Meyvelerin Isıl İşlem Koşullarının ve Kalitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 121s.
- Çatı, K., ve Yıldız, S.,** 2007, Türkiye’de kuru kayısı üretim ve pazarlama problemleri ve çözüm önerileri, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1):113-125 s.
- Çınar, İ.,** 2009, Ozmotik dehidrasyon, mekanizması ve uygulamaları, *Gıda*, 34(5):325-329 s.
- da Cruz, A.G., de AF Faria, J. and Van Dender, A.G.,** 2007, Packaging system and probiotic dairy foods, *Food research international*, 40(8):951-956 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dave, R.I. and Shah, N.P.**, 1997, Effect of cysteine on the viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7(8-9):537-545 pp.
- de Fernando, G.G.**, 2016, Lactic Acid Bacteria: Enterococcus in Milk and Dairy Products. Reference Module in Food Science.
- de Oliveira, P.M., Ramos, A.M., Martins, E.M.F., Vieira, É.N.R., Soares, A.D.S. and de Noronha, M.C.**, 2017, Comparison of vacuum impregnation and soaking techniques for addition of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* to minimally processed melon, *International Journal of Food Science & Technology*, 52(12):2547-2554 pp.
- Demir, N.**, 2016, Malatya Kayısılarından Vakum İnfüzyon Tekniği Kullanılarak Katma Değeri Artırılmış Yeni Ürün Geliştirme, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 171s.
- Derossi, A., De Pilli, T. and Severini, C.**, 2012, The application of vacuum impregnation techniques in food industry, *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*, 25-56.
- Doron, S.I., Hibberd, P.L. and Gorbach, S.L.**, 2008, Probiotics for prevention of antibiotic-associated diarrhea, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 42(2):58-63 pp.
- Doymaz, İ.**, 2004, Effect of pre-treatments using potassium metabisulphide and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics of apricots, *Biosystems Engineering*, 89(3):281-287 pp.
- Drogoudi, P.D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C. and Karayiannis, I.**, 2008, Physical characters and antioxidant, sugar, and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22):10754-10760 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Duarte-Correa, Y., Granda-Restrepo, D., Cortés, M. and Vega-Castro, O.,** 2020, Potato snacks added with active components: effects of the vacuum impregnation and drying processes, *Journal of Food Science and Technology*, 57(4):1523-1534 pp.
- Duc, L.H., Fraser, P.D., Tam, N.K. and Cutting, S.M.,** 2006, Carotenoids present in halotolerant *Bacillus* spore formers, *FEMS Microbiology Letters*, 255(2):215-224 pp.
- Durmuş, E. ve Yiğit, A.,** 2003, Türkiye'nin meyve üretim yöreleri, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2):23-54 s.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ),** 2013. Scientific Opinion on the maintenance of the list of QPS biological agents intentionally added to food and feed (2013 update). *EFSA Journal*, 11(11), 3449. doi:10.2903/j.efsa.2013.3449.
- Elmaci, Y., Altug, T. and Pazir, F.,** 2008, Quality changes in unsulfured sun dried apricots during storage, *International Journal of Food Properties*, 11(1):146-157 pp.
- Endres, J.R., Clewell, A., Jade, K.A., Farber, T., Hauswirth, J. and Schauss, A.G.,** 2009, Safety assessment of a proprietary preparation of a novel Probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient, *Food and Chemical Toxicology*, 47(6):1231-1238 pp.
- Endres, J.R., Qureshi, I., Farber, T., Hauswirth, J., Hirka, G., Pasics, I. and Schauss, A.G.,** 2011, One-year chronic oral toxicity with combined reproduction toxicity study of a novel probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient, *Food and Chemical Toxicology*, 49(5):1174-1182 pp.
- Esmailnejad Moghadam, B., Keivaninahr, F., Fouladi, M., Rezaei Mokarram, R. and Nazemi, A.,** 2019, Inulin addition to yoghurt: Prebiotic activity, health effects and sensory properties, *International Journal of Dairy Technology*, 72(2):183-198 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ester, B., Noelia, B., Laura, C.J., Francesca, P., Cristina, B. and Rosalba, L.,** 2019, Probiotic survival and in vitro digestion of *L. salivarius* spp. *salivarius* encapsulated by high homogenization pressures and incorporated into a fruit matrix, *LWT*, 111:883-888 pp.
- Evgin, T.,** 2012, Ozmotik İşleme Kısmi Kurutulmuş Kavun Dilimlerinin Dondurulmasının Deneysel ve Kuramsal Olarak İncelenmesi, Enerji Verimliliğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 262s.
- Fan, X., Zhao, H., Wang, X., Cao, J. and Jiang, W.,** 2017, Sugar and organic acid composition of apricot and their contribution to sensory quality and consumer satisfaction, *Scientia Horticulturae*, 225:553-560 pp.
- FAO.,** 2019., FAOSTAT. www.faostat.fao.org. Erişim tarihi: 06.03.2021
- Fares, C., Menga, V., Martina, A., Pellegrini, N., Scazzina, F. and Torriani, S.,** 2015, Nutritional profile and cooking quality of a new functional pasta naturally enriched in phenolic acids, added with β -glucan and *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, *Journal of Cereal Science*, 65:260-266 pp.
- Fito, P.,** 1994, Modelling of vacuum osmotic dehydration of food, *Journal of Food Engineering*, 22(1-4):313-328 pp.
- Fito, P., Chiralt, A., Betoret, N., Gras, M., Cháfer, M., Martínez-Monzó, J. and Vidal, D.,** 2001, Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering: Application in functional fresh food development, *Journal of Food Engineering*, 49(2-3):175-183 pp.
- Flores-Andrade, E., Pascual-Pineda, L.A., Alarcón-Elvira, F.G., Rascón-Díaz, M.P., Pimentel-González, D.J. and Beristain, C.I.,** 2017, Effect of vacuum on the impregnation of *Lactobacillus rhamnosus* microcapsules in apple slices using double emulsion, *Journal of Food Engineering*, 202:18-24 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fonden, R., Saarela, M., Matto, J. and Mattila-Sandholm, T.**, 2003, Lactic acid bacteria (LAB) in functional dairy products, *Functional Dairy Products*, 1:244-257 pp.
- Food and Drug Administration (FDA)**, 2016a, Food and Drug Administration (FDA), GRAS Notice No. GRN 000597. <https://www.fda.gov/food/gras-notice-inventory/agency-response-letter-gras-notice-no-grn-000597>. Erişim tarihi: 10.02.2020.
- Food and Drug Administration (FDA)**, 2016b, Food and Drug Administration (FDA), GRAS notice no. GRN 000601. <https://www.fda.gov/food/gras-notice-inventory/agency-response-letter-gras-notice-no-grn-000601>, Erişim tarihi: 10.02.2020.
- Food and Drug Administration (FDA)**, 2017, Food and Drug Administration (FDA), GRAS Notice No. GRN 000660. <https://www.fda.gov/media/104471/download>, Erişim tarihi: 10.02.2020.
- Ganeden Biotech, Inc.**, 2011. Notice to US Food and Drug Administration that *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, a Novel Probiotic, is generally recognized as safe for use in Foods <http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/UCM277775>
- García-Martínez, E., Igual, M., Martín-Esparza, M.E. and Martínez-Navarrete, N.**, 2013, Assessment of the bioactive compounds, color, and mechanical properties of apricots as affected by drying treatment, *Food and Bioprocess Technology*, 6(11):3247-3255 pp.
- Gąstol, M., Domagała-Świątkiewicz, I. and Krośniak, M.**, 2011, Organic versus conventional—a comparative study on quality and nutritional value of fruit and vegetable juices, *Biological Agriculture & Horticulture*, 27(3-4):310-319 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Georges, J., Lowery, R.P., Yaman, G., Kerio, C., Ormes, J., McCleary, S.A., Sharp, M., Shields, K., Rauch, J., Silva, J., Arick, N., Purpura, M., Jäger, R. and Wilson, J.M.**, 2014, The effects of probiotic supplementation on lean body mass, strength, and power, and health indicators in resistance trained males: a pilot study, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11:P38.
- Göçer, E.M.Ç., Ergin, F., Arslan, A.A. ve Küçükçetin, A.**, 2016, Farklı inkübasyon sıcaklığı ile inkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurdun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi, *Akademik Gıda*, 14(4):341:350 s.
- Göğüş, F., Özel, M.Z. and Lewis, A.C.**, 2007, The effect of various drying techniques on apricot volatiles analysed using direct thermal desorption-GC-TOF/MS, *Talanta*, 73(2):321-325 s.
- Guimarães, J.T., Silva, E.K., Costa, A.L.R., Cunha, R.L., Freitas, M.Q., Meireles, M.A.A. and Cruz, A.G.**, 2018, Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization, *Food Hydrocolloids*, 77:787-795 pp.
- Gupta, S. and Abu-Ghannam, N.**, 2012, Probiotic fermentation of plant based products: possibilities and opportunities, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(2):183-199 pp.
- Guz, T., Rydzak, L. and Domin, M.**, 2020, Influence of selected parameters and different methods of implementing vacuum impregnation of apple tissue on its effectiveness, *Processes*, 8(4):428.
- Gül, M. ve Akpınar, M.G.**, 2006, Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1):15-27 s.
- Holzappel, W.H., Haberer, P., Geisen, R., Björkroth, J. and Schillinger, U.**, 2001, Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(2):365-373 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Honda, H., Hoyles, L., Gibson, G.R. and Farmer, S.**, 2011, Impact of GanedenBC30 (Bacillus coagulans GBI-30, 6086) on population dynamics of the human gut microbiota in a continuous culture fermentation system, *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, 6(1):65-72 pp.
- Hunter, R. S., Harold, R. W.**, 1987, The measurement of appearance. John Wiley & Sons.
- Hyronimus, B., Le Marrec, C., Sassi, A.H. and Deschamps, A.**, 2000, Acid and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria, *International Journal of Food Microbiology*, 61(2-3):193-197 pp.
- Ibarz, A. and Barbosa-Cánovas, G.V.**, 2002, Unit operations in food engineering. CRC press, The USA, 920p.
- Iglesias, M.B., Echeverría, G., Viñas, I., López, M.L. and Abadias, M.**, 2018, Biopreservation of fresh-cut pear using Lactobacillus rhamnosus GG and effect on quality and volatile compounds, *LWT*, 87:581-588 pp.
- Igual, M., García-Martínez, E., Martín-Esparza, M.E. and Martínez-Navarrete, N.**, 2012, Effect of processing on the drying kinetics and functional value of dried apricot, *Food Research International*, 47(2):284-290 pp.
- Inserra, L., Cabaroğlu, T., Şen, K., Arena, E., Ballistreri, G. and Fallico, B.**, 2017, Effect of sulphuring on physicochemical characteristics and aroma of dried Alkaya apricot: a new Turkish variety, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(1):59-68 pp.
- Jäger, R., Purpura, M., Farmer, S., Cash, H.A. and Keller, D.**, 2018, Probiotic Bacillus coagulans GBI-30, 6086 improves protein absorption and utilization, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10(4):611-615 pp.
- Jäger, R., Shields, K.A., Lowery, R.P., De Souza, E.O., Partl, J.M., Hollmer, C. and Wilson, J.M.**, 2016, Probiotic Bacillus coagulans GBI-30, 6086 reduces exercise-induced muscle damage and increases recovery, *PeerJ*, 4:e2276.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jayamanne, V.S. and Adams, M.R.**, 2004, Survival of probiotic bifidobacteria in buffalo curd and their effect on sensory properties, *International Journal of Food Science & Technology*, 39(7):719-725 pp.
- Jensen, G.S., Benson, K.F., Carter, S.G. and Endres, J.R.**, 2010, GanedenBC 30™ cell wall and metabolites: anti-inflammatory and immune modulating effects in vitro, *BMC Immunology*, 11(1):1-14 pp.
- Jiménez, A.M., Martínez-Tomé, M., Egea, I., Romojaro, F. and Murcia, M.A.**, 2008, Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca* v. *bulida*), *European Food Research and Technology*, 227(1):125-134 pp.
- Jurenka, J.S.**, 2012, *Bacillus coagulans*, *Alternative Medicine Review*, 17(1):76-82 pp.
- Karabacak, T. ve Uzundumlu, A.**, 2020, Kayısı üretiminde önde gelen illerin 2019-2025 üretim tahminleri, *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 561-573 s.
- Karabulut, I., Bilenler, T., Sislioglu, K., Gokbulut, I., Ozdemir, I.S., Seyhan, F. and Ozturk, K.**, 2018, Chemical composition of apricots affected by fruit size and drying methods, *Drying Technology*, 36(16):1937-1948 pp.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S. and Ozturk, B.**, 2007, Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armeniaca* L.), *LWT-Food Science and Technology*, 40(5):753-758 pp.
- Kareb, O. and Aider, M.**, 2019, Whey and its derivatives for probiotics, prebiotics, synbiotics, and functional foods: a critical review, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(2):348–369 pp.
- Karimi, R., Mortazavian, A.M. and Da Cruz, A.G.**, 2011, Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review, *Dairy Science & Technology*, 91(3):283-308 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaya, M.**, 2015, Sinbiyotik Yoğurt Üretimi ve Reolojik, Fonksiyonel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96s.
- Keller, D., Farmer, S., McCartney, A. and Gibson, G.**, 2010, *Bacillus coagulans* as a probiotic, *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 7(7):103-109 pp.
- Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z.**, 2019, Influence of bioactive edible coatings loaded with *Lactobacillus plantarum* on physicochemical properties of fresh strawberries, *Postharvest Biology and Technology*, 156:110944.
- Kılıç, S.**, 2001, Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 451s.
- Kısmalı, İ.**, 1998, Ekolojik tarım organizasyonu derneği (ETO). Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, Bornova-İzmir, 123-125s.
- Kilcast, D.**, 2013, Measurement of the sensory quality of food: an introduction, *Instrumental Assessment Of Food Sensory Quality*, 1:1-26 pp.
- Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y.**, 2003, Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums, *Food Chemistry*, 81(3):321-326 pp.
- Kleniewska, P., Hoffmann, A., Pniewska, E. and Pawliczak, R.**, 2016, The influence of probiotic *Lactobacillus casei* in combination with prebiotic inulin on the antioxidant capacity of human plasma, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016:1340903.
- Koçal, H.**, 2011, Kayısı Yetiştiriciliği, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya, 8s.
- Konuray, G., Erginkaya, Z.**, 2018. Potential use of *Bacillus coagulans* in the food industry. *Foods*, 7(6), 92.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Korbekandi, H., Mortazavian, A.M. and Iravani, S.**, 2011, Technology and stability of probiotic in fermented milks, *Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to the Human Health*, 1:131-169 pp.
- Krasaekoopt, W., Suthanwong, B.**, 2008, Vacuum impregnation of probiotics in fruit pieces and their survival during refrigerated storage, *Kasetsart Journal – Natural Science*, 42(4):723-731 pp.
- Lee, Y.K. and Salminen, S.**, 2009, Handbook of Probiotics and Prebiotics, John Wiley & Sons, New Jersey, 616p.
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., Leon, J.**, 2006, Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images. *Food research international*, 39(10), 1084-1091 pp.
- Leong, S.Y. and Oey, I.**, 2012, Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables, *Food chemistry*, 133(4):1577-1587 pp.
- Liu, R.H.**, 2003, Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3):517-520 pp.
- Maathuis, A., Keller, D. and Farmer, S.**, 2010, Survival and metabolic activity of the GanedenBC30 strain of *Bacillus coagulans* in a dynamic in vitro model of the stomach and small intestine, *Beneficial Microbes*, 1(1):31-36 pp.
- Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinetti, A.M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F.V. and Piga, A.**, 2009, Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots, *European Food Research and Technology*, 228(3):441-448 pp.
- Mahboubi, M. and Kazempour, N.**, 2016, The effects of inulin on characteristics of *Lactobacillus paracasei* TD3 (IBRC-M 10784) as probiotic bacteria in vitro, *Archives of Iranian Medicine*, 19(2):92-95 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Majeed, M. and Prakash, L.**, 1998, Lactospore®: The Effective Probiotic, Piscataway: Nutri Science Publishing, Incorporated.
- Majeed, M., Majeed, S., Nagabhushanam, K., Natarajan, S., Sivakumar, A. and Ali, F.**, 2016, Evaluation of the stability of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 during processing and storage of functional foods, *International Journal of Food Science & Technology*, 51(4):894-901 pp.
- Makarova, K., Slesarev, A., Wolf, Y., Sorokin, A., Mirkin, B., Koonin, E. and Shakhova, V.**, 2006, Comparative genomics of the lactic acid bacteria, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(42):15611-15616 pp.
- Marseglia, G.L., Tosca, M., Cirillo, I., Licari, A., Leone, M., Marseglia, A. and Ciprandi, G.**, 2007, Efficacy of *Bacillus clausii* spores in the prevention of recurrent respiratory infections in children: a pilot study, *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 3(1), 13.
- Mattila-Sandholm, T., Myllärinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R. and Saarela, M.**, 2002, Technological challenges for future probiotic foods, *International Dairy Journal*, 12(2-3):173–182 pp.
- McFarland, L.V.**, 2007, Meta-analysis of probiotics for the prevention of traveler's diarrhea, *Travel Medicine and Infectious Disease*, 5(2):97-105 pp.
- McGuire, R. G.**, 1992, Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255 pp.
- Mejía-Águila, R.A., Aguilar-Galvez, A., Chirinos, R., Pedreschi, R. and Campos, D.**, 2021, Vacuum impregnation of apple slices with Yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl) fructooligosaccharides to enhance the functional properties of the fruit snack, *International Journal of Food Science & Technology*, 56(1):392-401 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mir, M.A., Hussain, P.R., Fouzia, S. and Rather, A.H.**, 2009, Effect of sulphiting and drying methods on physico-chemical and sensorial quality of dried apricots during ambient storage, *International Journal of Food Science & Technology*, 44(6):1157-1166 pp.
- Monograph**, 2002, *Lactobacillus sporogenes*, *Alternative Medicine Review*, 7(4):340– 342 pp.
- Murcia, M.A., López-Ayerra, B., Martínez-Tomé, M. and García-Carmona, F.**, 2001, Effect of industrial processing on amino acid content of broccoli, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(14):1299-1305 pp.
- Naryal, A., Acharya, S., Bhardwaj, A.K., Kant, A., Chaurasia, O.P. and Stobdan, T.**, 2019, Altitudinal effect on sugar contents and sugar profiles in dried apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit, *Journal of Food Composition and Analysis*, 76:27-32 pp.
- Nicholson, W.L., Munakata, N., Horneck, G., Melosh, H.J. and Setlow, P.**, 2000, Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(3):548-572 pp.
- Nithya, V. and Halami, P.M.**, 2013, Evaluation of the probiotic characteristics of *Bacillus* species isolated from different food sources, *Annals of Microbiology*, 63(1):129-137 pp.
- Noorbakhsh, R., Yaghmaee, P. and Durance, T.**, 2013, Radiant energy under vacuum (REV) technology: A novel approach for producing probiotic enriched apple snacks, *Journal of Functional Foods*, 5(3):1049-1056 pp.
- Nyangale, E.P., Farmer, S., Cash, H.A., Keller, D., Chernoff, D. and Gibson, G.R.**, 2015, *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 modulates *Faecalibacterium prausnitzii* in older men and women, *The Journal of Nutrition*, 145(7):1446-1452 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nyangale, E.P., Farmer, S., Keller, D., Chernoff, D. and Gibson, R.G.**, 2014, Effect of prebiotics on the fecal microbiota of elderly volunteers after dietary supplementation of *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, *Anaerobe*, 30:75–81 pp.
- Orrù, L., Salvetti, E., Cattivelli, L., Lamontanara, A., Michelotti, V., Capozzi, V. and Torriani, S.**, 2014, Draft genome sequence of *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086, a widely used spore-forming probiotic strain, *Genome Announcements*, 2(6), e01080-14.
- Özkan, M. and Cemeroglu, B.**, 2002, Desulfiting dried apricots by hydrogen peroxide, *Journal of Food Science*, 67(5):1631-1635 pp.
- Öztürk, D. ve Karakaş, G.**, 2017, Kayısı üretimi ve pazarlama sorunları; Malatya ili örneği, *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 2(4):113-125 s.
- Özüsağlam, M.A.**, 2010, Importance of *Bacillus coagulans* bacterium as probiotic in animal nutrition, *Süleyman Demirel University Journal of Agriculture*, 5(1):50-57 pp.
- Paik, H.D., Park, J.S. and Park, E.**, 2005, Effects of *Bacillus polyfermenticus* SCD on lipid and antioxidant metabolisms in rats fed a high-fat and high-cholesterol diet, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(7):1270-1274 pp.
- Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J.F. and Gonzalez-Aguilar, G.A.**, 2011, The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants, *Journal of Food Science*, 76(1):6-15 pp.
- Perez-Cabrera, L., Chafer, M., Chiralt, A. and Gonzalez-Martinez, C.**, 2011, Effectiveness of antibrowning agents applied by vacuum impregnation on minimally processed pear, *LWT-Food Science and Technology*, 44(10):2273-2280 pp.
- Piga, A., Poiana, M., Pinna, I., Agabbio, M. and Mincione, A.**, 2004, Drying performance of five Italian apricot cultivars, *Sciences des Aliments*, 24(3):247-259 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pilevar, Z. and Hosseini, H.**, 2017, Effects of starter cultures on the properties of meat products: A review, *Annual Research & Review in Biology*, 17(6):1-17 pp.
- Poletto, G., Raddatz, G.C., Cichoski, A.J., Zepka, L.Q., Lopes, E.J., Barin, J.S., Wagner, R. and de Menezes, C.R.**, 2019, Study of viability and storage stability of *Lactobacillus acidophilus* when encapsulated with the prebiotics rice bran, inulin and Hi-maize, *Food Hydrocolloids*, 95:238-244 pp.
- Rada, V. and Petr, J.**, 2002, Enumeration of *Bifidobacteria* in animal intestinal samples, *Veterinarni Medicina - UZPI*, 47(1):1-4 pp.
- Radziejewska-Kubzdela, E., Biegańska-Marecik, R. and Kidoń, M.**, 2014, Applicability of vacuum impregnation to modify physico-chemical, sensory and nutritive characteristics of plant origin products--a review, *International Journal of Molecular Sciences*, 15(9):16577-16610 pp.
- Rascón, M.P., Huerta-Vera, K., Pascual-Pineda, L.A., Contreras-Oliva, A., Flores-Andrade, E., Castillo-Morales, M. and González-Morales, I.**, 2018, Osmotic dehydration assisted impregnation of *Lactobacillus rhamnosus* in banana and effect of water activity on the storage stability of probiotic in the freeze-dried product, *LWT*, 92:490-496 pp.
- Ribeiro, C., Freixo, R., Silva, J., Gibbs, P., Morais, A.M. and Teixeira, P.**, 2014, Dried fruit matrices incorporated with a probiotic strain of *Lactobacillus plantarum*, *International Journal of Food Studies*, 3(1):69–73 pp.
- Rickman, J.C., Bruhn, C.M. and Barrett, D.M.**, 2007, Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6):930–944 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rodríguez-Barona, S., Giraldo, G.I. and Zuluaga, Y.P.**, 2015, Evaluation of the incorporation of prebiotic fiber on the viability of *Lactobacillus casei* impregnated in matrices of andean blackberry (*Rubus glaucus*), *Información Tecnológica*, 26(5):25-34 pp.
- Rößle, C., Auty, M.A., Brunton, N., Gormley, R.T. and Butler, F.**, 2010, Evaluation of fresh-cut apple slices enriched with probiotic bacteria, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1):203-209 pp.
- Ruiz, L., Ruas-Madiedo, P., Gueimonde, M., Clara, G.D.L.R., Margolles, A. and Sánchez, B.**, 2011, How do bifidobacteria counteract environmental challenges? Mechanisms involved and physiological consequences, *Genes & nutrition*, 6(3):307-318 pp.
- Russo, P., Peña, N., de Chiara, M.L.V., Amodio, M.L., Colelli, G. and Spano, G.**, 2015, Probiotic lactic acid bacteria for the production of multifunctional fresh-cut cantaloupe, *Food Research International*, 77(4):762-772 pp.
- Salveti, E., Orrù, L., Capozzi, V., Martina, A., Lamontanara, A., Keller, D. and Spano, G.**, 2016, Integrate genome-based assessment of safety for probiotic strains: *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 as a case study, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(10):4595-4605 pp.
- Santivarangkna, C., Kulozik, U., Foerst, P.**, 2006, Effect of carbohydrates on the survival of *Lactobacillus helveticus* during vacuum drying, *Letters in Applied Microbiology*, 42(3):271-276 pp.
- Sarao, L.K. and Arora, M.**, 2017, Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(2):344-371 pp.
- Schmitzer, V., Slatnar, A., Mikulic-Petkovsek, M., Veberic, R., Krska, B. and Stampar, F.**, 2011, Comparative study of primary and secondary metabolites in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(5):860-866 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Setlow, P.**, 2014, Germination of spores of *Bacillus* species: what we know and do not know, *Journal of Bacteriology*, 196(7):1297-1305 pp.
- Sezen, A. G.**, 2013, Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri . Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi , 8 (3) , 248-258 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunivbd/issue/2919/40422>
- Shah, N.P.**, 2000, Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods, *Journal of Dairy Science*, 83(4):894-907 pp.
- Silva, K.S., Fernandes, M.A. and Mauro, M.A.**, 2014, Effect of calcium on the osmotic dehydration kinetics and quality of pineapple, *Journal of Food Engineering*, 134:37-44 pp.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A.**, 1965, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3):144-158 pp.
- Soares, M.B., Almada, C.N., Almada, C.N., Martinez, R.C., Pereira, E.P., Balthazar, C.F. and Sant’Ana, A.S.**, 2019, Behavior of different *Bacillus* strains with claimed probiotic properties throughout processed cheese (“requeijão cremoso”) manufacturing and storage, *International Journal of Food Microbiology*, 307, 108288.
- Soares, M.B., Santos-Junior, V.A., Tavares Filho, E.R., Lollo, P.C., Morato, P.N., Amaya-Farfan, J., Pereira, E.P.R., Balthazar, C.F., Cruz, A.G., Martinez, R.C.R. and Sant’Ana, A.S.**, 2019, The step of incorporation of *Bacillus coagulans* gbi-30 6086 into “requeijão cremoso” processed cheese does not affect metabolic homeostasis of rats, *Frontiers in Microbiology*, 10, 2332.
- Sorokulova, I.**, 2008, Preclinical testing in the development of probiotics: a regulatory perspective with *Bacillus* strains as an example, *Clinical Infectious Diseases*, 46:92-95 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Şen, F., Karaçalı, İ. and Eroğul, D.,** 2015, Effects of storage conditions and packaging on moisture content, water activity and tissue hardness of dried apricots, *Meyve Bilimi*, 2(2):45-49 pp.
- Talwalkar, A. and Kailasapathy, K.,** 2004, A review of oxygen toxicity in probiotic yogurts: influence on the survival of probiotic bacteria and protective techniques, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(3):117-124 pp.
- Taş, E.B.,** 2020, Vakum Emdirim Tekniğinin Kabak Tatlısı Yapımında Kalsiyum Emdirimi Amacıyla Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 120s.
- Taşdemir, A.,** 2017, Probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 2(1):71-88 s.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G. and Kaur, H.,** 2011, Phytochemical screening and extraction: a review, *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 1(1):98-106 pp.
- Torreggiani, D. and Bertolo, G.,** 2001, Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects, *Journal of Food Engineering*, 49(2-3):247-253 pp.
- Torun, Z., Konuklugil, B.,** 2020, Makroalglerin prebiyotik etkileri. *Su Ürünleri Dergisi*, 37(1), 103-112.
- Tripathi, M.K. and Giri, S.K.,** 2014, Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage, *Journal of Functional Foods*, 9:225-241 pp.
- Turhan, Ş.,** 2005, Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1-2):13-24 s.
- Türkiye İstatistik Kurumu,** 2019, “Türkiye ve onun illerinin kayısı üretim verileri”, http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 6 Mart 2021)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Türkyılmaz, M., Özkan, M. and Güzel, N.**, 2014, Loss of sulfur dioxide and changes in some chemical properties of Malatya apricots (*Prunus armeniaca* L.) during sulfuring and drying, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(12):2488-2496 pp.
- Tylewicz, U., Mannozi, C., Romani, S., Castagnini, J.M., Samborska, K., Rocculi, P. and Dalla Rosa, M.**, 2019, Chemical and physicochemical properties of semi-dried organic strawberries enriched with bilberry juice-based solution. *LWT*, 114, 108377.
- Tylewicz, U., Romani, S., Widell, S. and Galindo, F.G.**, 2013, Induction of vesicle formation by exposing apple tissue to vacuum impregnation, *Food and Bioprocess Technology*, 6(4):1099-1104 pp.
- Urdaci, M.C., Bressollier, P. and Pinchuk, I.**, 2004, *Bacillus clausii* probiotic strains: antimicrobial and immunomodulatory activities, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38:86-90 pp.
- Us, F.**, 2006. Ozmotik Kurutma, Türkiye 9. Gıda Kongresi:24-26 Mayıs, Bolu.
- Uysal Seçkin, G., Taşeri, L.**, 2015, YARI-KURUTULMUŞ MEYVE VE SEBZELER. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(9), 414-420 s.
- Vadivambal, R. and Jayas, D.S.**, 2007, Changes in quality of microwave-treated agricultural products—a review, *Biosystems Engineering*, 98(1):1-16 pp.
- Valerio, F., Volpe, M.G., Santagata, G., Boscaino, F., Barbarisi, C., Di Biase, M., Bavaro, A.R., Lonigro, S.L. and Lavermicocca, P.**, 2020, The viability of probiotic *Lactobacillus paracasei* IMPC2.1 coating on apple slices during dehydration and simulated gastro-intestinal digestion, *Food Bioscience*, 34, 100533.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Valero-Cases, E. and Frutos, M.J.**, 2017, Development of prebiotic nectars and juices as potential substrates for *Lactobacillus acidophilus*: Special reference to physicochemical characterization and consumer acceptability during storage, *LWT-Food Science and Technology*, 81:136-143 pp.
- Verma, V.C.**, 2017, Vacuum impregnation: Emerging technology for osmotic dehydration and value addition in fruits and vegetables products, *Journal of Postharvest Technology*, 5(4):1-9 pp.
- Wani, S.M., Masoodi, F.A., Ahmad, M. and Mir, S.A.**, 2018, Processing and storage of apricots: effect on physicochemical and antioxidant properties, *Journal of Food Science and Technology*, 55(11):4505-4514 pp.
- Weinbreck, F., Bodnár, I. and Marco, M.L.**, 2010, Can encapsulation lengthen the shelf-life of probiotic bacteria in dry products?, *International Journal of Food Microbiology*, 136(3):364–367 pp.
- White, J. and Hekmat, S.**, 2018., Development of probiotic fruit juices using *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 fortified with short chain and long chain inulin fiber, *Fermentation*, 4(2), 27.
- Wirjantoro, T.I., Phianmongkhon, A. and Rongkom, H.**, 2015, *Lactobacillus* enriched intermediate-moisture fruit products, *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 14(2):1-10 pp.
- Wu, B., Guo, Q., Wang, G.X., Peng, X.Y. and Che, F.B.**, 2015, Effects of different postharvest treatments on the physiology and quality of ‘Xiaobai’ apricots at room temperature, *Journal of Food Science and Technology*, 52(4):2247-2255 pp.
- Yılmaz, F. M.**, 2017, Vakumlu Emdirim Tekniğinin Tüketime Hazır Taze Elmanın Doğal Renk Maddesi ve Bazı Katkı Maddeleri ile Zenginleştirilmesi Amacıyla Kullanılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90s.

- Yılmaz, F.M. ve Bilek, S.E.**, 2017, Vakumlu emdirim (impregnasyon) teknolojisinin fonksiyonel meyve ve sebze ürünlerinin geliştirilmesinde kullanımı, *Akademik Gıda*, 15(2):163-171 s.
- Zhao, Y. and Xie, J.**, 2004, Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing, *Trends in Food Science & Technology*, 15(9):434-451 pp.
- Zura-Bravo, L., Rodriguez, A., Stucken, K. and Vega-Gálvez, A.**, 2019, Drying kinetics of probiotic-impregnated murta (*Ugni molinae* T.) berries, *Journal of Food Science and Technology*, 56(1):103-113 pp.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalıştığım her konuda bilgi ve katkıları ile beni yönlendiren, tez çalışmamla ilgili her aşamasında bana destek olan danışman hocam Sn. Prof. Dr. Taner BAYSAL’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda kullandığım ürün, bakteri kültürü ve gerekli bazı malzemeler konusunda maddi desteğini esirgemeyen Işık Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ‘ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimi ve önerilerini benimle paylaşan, özellikle tez çalışmamda bana çok yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Sn. Özge TAŞTAN’a, ihtiyaç duyduğumda yardımlarını benden esirgemeyen Dr. Ahsen RAYMAN ERGÜN’e teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatıma girdiği ilk günden beri her zaman yanımda olan, hayatımın her bölümünde beni hep destekleyen ve teşvik eden, varlığından her zaman güç alacağım hayat arkadaşım Özgür DANIŞMAN’a sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Hayattaki en büyük şansım, benim maddi ve manevi ellerinden gelenin en fazlasını yapan, bana her zaman güvenen ve benimle ilgili her zaman gururlanan babam Hasan AYRIÇ’a, annem Nuran AYRIÇ’a, kardeşlerim Tuğçe AYRIÇ ve Berkutay AYRIÇ’a teşekkür ederim.

Son olarak üniversite hayatımıza başladığımız ilk günden beri hep yanımda olan, bu zorlu yüksek lisans yolculuğuna da benimle birlikte çıkan ve benim İzmir’deki ailem olan Gizem GÜLHAN’a çok teşekkür ediyorum.

Fahriye AYRIÇ

ÖZGEÇMİŞ

Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Fahriye Ayriç ilkokul ve ortaokul eğitimini babasının mesleği sebebiyle farklı şehirlerde; lise eğitimini Ankara’da tamamladı. Lisans eğitimini Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde tamamladı. Daha sonra Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve ve Sebze İşleme Teknolojileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.



EK 1. Duyusal Analiz Formu Örneği

Probiyotik İlaveli Orta Nemli Kuru Kayısı Örnekleri İçin

Duyusal Değerlendirme Analizi

Panelistin;

Adı Soyadı:

Mesleği

Tarih:

Örnek kodu	Görünüş	Tekstür	Tat/Koku
119			
390			
515			
760			

Not: Örnekler değerlendirilirken aşağıdaki tabloda belirtilen kriterler dikkate alınacaktır.

Puan	Görünüş	Tekstür	Tat-Koku
5 (çok iyi)	Parlak renk, düzgün yüzey, homojen renk dağılımı	Yumuşak, çiğnenebilir, özlü	Çok lezzetli, asit-şeker dengesi
4 (iyi)	Daha az parlak renk, düzgün yüzey, hafif kurumuşluk hissi	Hafif yumuşak veya sert, hafif sakızimsı, özlü	Bilinen meyve tadı, asit-şeker dengesi
3 (orta)	Hafif donuk renk, hafif kuru yüzey	Orta derece yumuşak veya sert, sakızimsı, hafif özlü	Hafif azalmış meyve lezzeti, hafif azalmış şekerlilik, hafif yabancı madde kokusu
2 (kötü)	Donuk renk, kuru yüzey, kötü renk dağılımı	Yumuşak veya sert, hafif katı, çok kuru	Azalmış meyve lezzeti, azalmış şekerlilik, yabancı madde kokusu
1 (çok kötü)	Kabul edilemez koyu renk, çok kuru yüzey	Çok yumuşak veya çok sert, katı, çok kuru	Tatsız veya yabancı tat, aşırı yabancı madde kokusu

EK 1. Fenolik madde tayininde kullanılan gallik asit standardı