

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MUZ VE KARPUZ KABUKLARININ
ANTİMİKROBİYAL, ANTİOKSİDAN VE PREBİYOTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samin TOUPAL

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR

Nisan 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUZ VE KARPUZ KABUKLARININ
ANTİMİKROBİYAL, ANTİOKSİDAN VE PREBİYOTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samin TOUPAL

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 27.04.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Samin TOUPAL

27.04.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanması ve yazılması dahil olmak üzere tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez için yapmış olduğum laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarıyla büyük katkıda bulunan, bilgisi ve tecrübeleriyle her zaman beni destekleyen, ne zaman ihtiyaç duysam yanımda olan, kıymetli arkadaşım Arş. Gör. F. Alev AKÇAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere ulaşmamda maddi manevi beni destekleyen kıymetli ailem; annem Leyli TORABI'ye, babam Mahmoudreza TOUPAL'a ve bu uzun süreçte bana karşı sabrını ve desteğini yitirmeyen eşim Seyit TABATABAI'ye şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM 2.

LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1. Muz Kabuğunun Özellikleri.....	5
2.1.1. Muz kabuğunun antimikrobiyal aktivitesi.....	6
2.1.2. Muz kabuğunun antioksidan aktivitesi.....	7
2.1.3. Muz kabuğunun prebiyotik özellikleri.....	9
2.2. Karpuz Kabuğunun Özellikleri.....	11
2.2.1. Karpuz kabuğunun antimikrobiyal aktivitesi.....	12
2.2.2. Karpuz kabuğunun antioksidan aktivitesi.....	13
2.2.3. Karpuz kabuğunun prebiyotik özellikleri.....	15

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1 Kullanılan mikroorganizmalar.....	17

3.2.2. Kullanılan araç-gereçler.....	18
3.2.3. Muz ve karpuz kabuğu örneklerinin hazırlanması.....	18
3.2.4. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının hazırlanması.....	19
3.3. Analizler.....	19
3.3.1. Muz ve karpuz kabuk tozlarının kimyasal bileşimi.....	19
3.3.1.1. Kül tayini.....	19
3.3.1.2. Nem tayini.....	20
3.3.1.3. Ham yağ tayini.....	20
3.3.1.4. Protein tayini.....	21
3.3.1.5. Ham lif tayini.....	22
3.3.1.6. Karbonhidrat tayini.....	23
3.3.1.7. Su aktivitesi ölçümü.....	23
3.3.2. Su tutma kapasitesi.....	24
3.3.3. Yağ tutma kapasitesi.....	24
3.3.4. Antimikrobiyal aktivite tayini.....	24
3.3.5. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini giderme aktivitesi.....	25
3.3.6. Toplam fenolik madde tayini.....	26
3.3.7. Muz ve karpuz kabuklarının probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine etkisi.....	26
3.3.8. Veri analiz.....	27
3.3.9. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C depolama süresince probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisi.....	28
3.3.10. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının probiyotik bakterilerinin safra tuzu direnci üzerine etkisi.....	28
3.3.11. İstatiksel değerlendirme.....	29

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	30
4.1. Muz ve Karpuz Kabuk Tozlarının Kimyasal Bileşimi.....	30
4.2. Su ve Yağ Tutma Kapasite Sonuçları.....	35
4.3. Muz ve Karpuz Kabuğu Ekstraktlarının Antimikrobiyal	

Aktivite Sonuçları.....	37
4.4. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Radikalini Giderme	
Aktivitesi.....	40
4.5. Toplam Fenolik Madde İçeriği.....	42
4.6. Muz ve Karpuz Kabuklarının Prebiyotik Etkisi.....	44
4.6.1 Muz ve karpuz kabuğu tozlarının <i>L. plantarum</i> 'un gelişimine etkisi.....	44
4.6.2. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının <i>L. acidophilus</i> 'un gelişimine etkisi.....	52
4.6.3. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C sıcaklıkta <i>L. plantarum</i> 'un canlılığı üzerine etkisi.....	59
4.6.4. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C Sıcaklıkta <i>L. acidophilus</i> 'un canlılığı üzerine etkisi.....	61
4.7. Probiyotik Bakterilerin Safra Tuzuna Direnci.....	63
4.7.1. <i>L. plantarum</i> 'un safra tuzuna direnci.....	63
4.7.2. <i>L. acidophilus</i> 'un safra tuzuna direnci.....	65
BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABTS	: 2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic asit
BHA	: Bütillendirilmiş hidroksi anisol
BHT	: Bütillendirilmiş hidroksi tolüen
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil
EGR	: Üstel büyüme hızı
FAO	: Gıda ve tarım örgütü
FCR	: Folin-Ciocalteau reaktifi
FOS	: Fruktooligosakkaritler
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GT	: Jenerasyon süresi
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
HCl	: Hidroklorik asit
KK	: Karpuz kabuğu
KKA	: Karpuz kabuğu aseton
KKE	: Karpuz kabuğu etanol
KKM	: Karpuz kabuğu metanol
KKS	: Karpuz kabuğu su
LPD	: Lag faz süresi
MİK	: Minimum inhibisyon konsantrasyon
MK	: Muz kabuğu
MKA	: Muz kabuğu aseton
MKE	: Muz kabuğu etanol
MKM	: Muz kabuğu metanol
MKS	: Muz kabuğu su
MPD	: Maksimum popülasyon yoğunluğu

Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat
NAOH	: Sodyum hidroksit
TE	: Troloks eşdeğeri
TEAK	: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi
TSA	: Tyriptic Soy Agar
TSB	: Tyriptic Soy Broth
UHT	: Ultra yüksek ısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Muz meyve bileşimi.....	5
Şekil 2.2. Karpuz meyve bileşimi	11
Şekil 4.1. Dondurularak kurutulmuş muz kabuğu ve tozu.....	30
Şekil 4.2. Dondurularak kurutulmuş karpuz kabuğu ve tozu.....	33
Şekil 4.3. Muz ve karpuz kabuklarından elde edilen ekstraktlar	37
Şekil 4.4. Muz ve karpuz kabuk ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri (%).....	41
Şekil 4.5. Gallik asit standart eğrisi	42
Şekil 4.6. <i>L. plantarum</i> 'un 37°C sıcaklıkta muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte gelişme eğrisi.....	45
Şekil 4.7. <i>L. plantarum</i> 'un muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte 37°C inkübasyonda pH değerleri.....	46
Şekil 4.8. <i>L. plantarum</i> 'un kontrol örneğinde doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması	47
Şekil 4.9. <i>L. plantarum</i> 'un muz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması.....	48
Şekil 4.10. <i>L. plantarum</i> 'un karpuz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması	49
Şekil 4.11. <i>L. acidophilus</i> 'un 37°C sıcaklıkta muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte gelişme eğrisi	52
Şekil 4.12. <i>L. acidophilus</i> muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte 37°C inkübasyonda pH değerleri.....	53
Şekil 4.13. <i>L. acidophilus</i> 'un kontrol örneğinde doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması	54
Şekil 4.14. <i>L. acidophilus</i> 'un muz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması.....	55

Şekil 4.15. <i>L. acidophilus</i> 'un karpuz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması.....	56
Şekil 4.16. 4°C depolama sıcaklığında bekletilen MK + süt, KK + süt örnekleri	59
Şekil 4.17. <i>L. plantarum</i> 'un 4°C depolama sıcaklığında canlı kalma eğrisi.....	60
Şekil 4.18. <i>L. acidophilus</i> 'un 4°C depolama sıcaklığında canlı kalma eğrisi.....	62
Şekil 4.19. <i>L. plantarum</i> 'un % 0,5 ve % 1 konsantrasyonda safra tuzuna toleransı..	63
Şekil 4.20. <i>L. acidophilus</i> 'un % 0,5 konsantrasyonda safra tuzuna toleransı.....	65

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Muz ve karpuz kabuğunun kimyasal analiz sonuçları	30
Tablo 4.2. Muz ve karpuz kabuk tozlarının kuru madde üzerinden su ve yağ tutma kapasiteleri	35
Tablo 4.3. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının Gram negatif, Gram pozitif ve probiyotik bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesi (mm).....	39
Tablo 4.4. Muz kabuğu ve karpuz kabuğu ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri (%)	41
Tablo 4.5. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g)	43
Tablo 4.6. <i>L. plantarum</i> 'un 37°C'de muz ve karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte gelişme parametreleri.....	50
Tablo 4.7. <i>L. acidophilus</i> 'un 37°C'de muz ve karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte gelişme parametreleri.....	57

ÖZET

Anahtar kelimeler: Muz kabuğu, karpuz kabuğu, antimikrobiyal aktivite, antioksidan aktivite, probiyotik, prebiyotik

Bu çalışmada, dondurularak kurutulmuş muz (*Musa acuminata*) ve karpuz (*Citrillus lanatus*) kabuğu tozlarının kimyasal bileşimleri, antioksidan, antimikrobiyal ve prebiyotik özellikleri araştırılmıştır. Kül, nem, ham yağ, ham protein, ham lif ve karbonhidrat içerikleri muz kabuğu tozunda sırasıyla %13,49; %10,98; %6,27; %8,19; %7,28 ve %53,79, karpuz kabuğunda ise %12,37; %15,97; %5,52; %11,46; %15,72 ve %38,93 olarak saptanmıştır. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının su aktivitesi değerleri sırasıyla 0,12 ve 0,19 olarak ölçülmüştür. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının su tutma kapasiteleri sırasıyla 5,59 ve 5,72 g su/g; yağ tutma kapasiteleri ise 2,78 ve 2,60 g yağ/g olarak belirlenmiştir. Farklı çözümlerle elde edilen ekstraktların DPPH radikalini giderme aktivitesi muz kabuğunda %34,78-50,00, karpuz kabuğunda ise %30,53-50,89 aralığında bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde içeriği hem muz hem de karpuz kabuğunda metanol ekstraktında belirlenmiştir ($p<0,05$). Muz kabuğu ekstraktları *Listeria monocytogenes* hariç test edilen diğer bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Karpuz kabuğu ekstraktları ise *Salmonella* Enteritidis ve *Salmonella* Typhimurium hariç diğer bakterileri inhibe etmiştir. Karpuz kabuğunun aseton ve etanol ekstraktı *Lactobacillus acidophilus*'u, aseton ve metanol ekstraktı *Lactobacillus plantarum*'u inhibe etmiştir. Buna karşın muz kabuğunun sadece etanol ekstraktı her iki probiyotik bakteri üzerine antimikrobiyal etki göstermiştir. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının *L. acidophilus* ve *L. plantarum* gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla %5 kabuk tozu ilave edilmiş süte probiyotik bakteri aşılandıktan sonra 37°C'de 40 saat inkübe edilmiştir. *L. acidophilus* kabuk tozu ilave edilmiş sütte kabuk tozu içermeyen sütteki benzer gelişme kinetiği göstermiştir ($p>0,05$). Buna karşın *L. plantarum*'un ikilenme süresi önemli oranda kısalmış, ekspanensiyel gelişme hızı ve maksimum popülasyon yoğunluğu artmıştır ($p<0,05$). Muz ve karpuz tozlarının probiyotik bakterilerin safra tuzu direnci üzerine etkisi %0,5-1 safra tuzu ilave edilmiş De Man Ragosa Sharp Broth besiyerinde test edilmiş olup, her iki kabuk tozu da *L. acidophilus* ve *L. plantarum*'un safra tuzu direncini artırmıştır. Süte muz ve karpuz kabuğu tozu (%5) ilavesi 4°C'de 42 günlük depolama süresince *L. acidophilus*'un canlı kalmasına katkıda bulunmuştur. Buna karşın kabuk tozu ilave edilmiş sütte *L. plantarum* sayısı azalma göstermekle birlikte, 7 log kob/ml seviyesinin üzerinde kalmıştır.

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL, ANTIOXIDANT AND PREBIOTIC PROPERTIES OF BANANA AND WATERMELON PEELS

SUMMARY

Keywords: Banana peel, watermelon peel, antimicrobial activity, antioxidant activity, probiotic, prebiotic

In this study, the chemical composition, antioxidant, antimicrobial, and prebiotic properties of freeze-dried banana (*Musa acuminata*) and watermelon (*Citrillus lanatus*) peel powders were investigated. While ash, moisture, crude fat, crude protein, crude fiber, and carbohydrate contents of banana peel powder were 13.49%; 10.98%; 6.27%; 8.19%; 7.28% and 53.79%, respectively; watermelon peel powders were found as 12.37%; 15.97%; 5.52%; 11.46%; 15.72%; 38.93%. The water activity values of banana and watermelon peel powders were measured as 0.12 and 0.19, respectively. The water holding capacities of banana and watermelon peel powders were 5.59 and 5.72g water/g, respectively; The oil holding capacities were determined as 2.78 and 2.60g oil/g. The DPPH radical scavenging activity of the banana peel and watermelon peel extracts were ranged from 34.78% to 50.00% and 30.53% to 50.89%, respectively. The highest total phenolic content was investigated in both banana and watermelon peel methanol extracts ($p < 0.05$). Banana peel extracts illustrated antimicrobial activity against all tested bacteria, except *Listeria monocytogenes*. Likewise, watermelon peel extracts inhibited all tested bacteria except *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium. Acetone and ethanol extracts of watermelon peel inhibited *Lactobacillus acidophilus*, while acetone and methanol extracts inhibited *Lactobacillus plantarum*. However, only ethanol extract of banana peel showed the antimicrobial effect on both probiotic bacteria. The prebiotic effect of banana and watermelon peel powders (5%) in milk samples were tested on *L. acidophilus* and *L. plantarum* at 37°C for 40 hours incubation period. *L. acidophilus*, both in fortified and unfortified milk samples, showed similar growth kinetics ($p > 0.05$). However, the generation time of *L. plantarum* was significantly shortened, exponential growth rate and maximum population density increased ($p < 0.05$). The effect of banana and watermelon peel powders on the bile salt tolerance of the probiotic bacteria was tested in De Man Ragosa Sharp Broth medium with added 0.5-1% bile salt; the results showed that both peel powders increased the bile salt tolerance of *L. acidophilus* and *L. plantarum*. The addition of banana and watermelon peel powder (5%) to milk has supported the survival of *L. acidophilus* during 42 days of storage at 4°C. On the other hand, although the number of *L. plantarum* decreased in fortified milk samples, the total cell number remained above 7 log CFU/ml.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ve insanların meyve ve sebze tüketiminin sağlığa faydaları hakkında bilinçlenmesi nedeniyle meyve ve sebzelere olan talep önemli ölçüde artmıştır. Meyve ve sebzenin tüketilmesi dengeli beslenmenin önemli bir parçası olarak kabul edilmekte ve lezzetlerinin yanı sıra, birçok kronik hastalık riskini azalttığı bilinmektedir. Ancak meyve ve sebze tüketimindeki artış, özellikle kabuk ve çekirdek gibi tarımsal atıkların artmasına yol açmaktadır (Gowe, 2015). Meyveler çeşidine bağlı olarak fenolik bileşikler, karotenoidler, vitaminler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir ve çoğu zaman, endüstriyel işlem sırasında meydana gelen yan ürünler, nihai üründen daha fazla antioksidan ve antimikrobiyal bileşikler içermektedir (Ayala-Zavala ve ark., 2010). Buna dayanarak tarımsal atıkların yeniden değerlendirilmesi, halihazırda kullanılmakta olan kimyasal gıda katkı maddelerine alternatif doğal katkı maddelerinin üretiminde kullanılabilir kaynak olarak örnek gösterilebilmektedir. Tarımsal atıklar polisakkaritler, organik asitler, proteinler ve diğer organik bileşikler açısından zengin olup, gıda endüstrisi için ek üretim maliyeti gerektirmeden doğal gıda katkı maddesi üretimini desteklemektedir (Dilas ve ark., 2009).

Meyve atıkları gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Çeşitli meyve atıklarından elde edilen doğal bir bileşik olan C vitamini, gıda endüstrisinde doğal katkı maddesi olarak kullanımının en iyi örneğidir (Ayala-Zavala ve González-Aguilar, 2011). Bitki ve bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi yüzyıllardır bilinmekte ve çoğunlukla bitkisel ilaç üretiminde kullanılmaktadır, ancak günümüzde bu bileşiklerin gıdalarda koruyucu madde olarak değerlendirilmesi ile ilgili eğilimler artmaktadır. Buna ek olarak, tarım atıklarının diyet lifi açısından zengin olduğu iyi bilinmektedir. Bilinen sağlık etkilerinin yanı sıra diyet lifler, su tutma kapasitesi, viskoziteyi artırma veya jel

oluşumu gibi bazı gıda ürünlerinin formüle edilmesinde gerekli olan gıda katkı maddeleri olarak fonksiyonel özellikler göstermektedirler (Ajila ve ark., 2010).

Diyet lifi gıdalarda bulunan doğal takviye edici bir bileşen olup, düzenli tüketilmesi durumunda bağırsakta bulunan probiyotik bakterilerin sayısını arttırmakta, kabızlık, kolon kanseri gibi çeşitli hastalıkların önlenmesinde yardımcı olmaktadır (Garcia-Amezquita ve ark., 2018). Bu nedenle bazı diyet lifler prebiyotik kaynağı olarak sınıflandırılmaktadır (Holscher, 2017). Prebiyotikler, bağırsaktaki bakterilerin gelişmesini destekleyen, insan vücudunu faydalı bir şekilde etkileyen sindirilemeyen bir gıda bileşeni olarak tanımlanmaktadır (Gibson ve Roberfroid, 1995). Prebiyotik diyet lifleri, konakçının sağlığına fayda sağlayan *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi bağırsaktaki faydalı bakteriler için seçici bir substrat görevi görmektedirler (Fuller ve ark., 2016; Lordan ve ark., 2020). Gıda endüstrisinde kullanılan diyet lifler en çok tahıllardan elde edilse de meyve kabuklarında bulunan selüloz, hemiselüloz ve pektin başlıca diyet lifi kaynağı olarak kabul edilmektedir (Stephen ve ark., 2017; Holscher, 2017).

Gıdalarda oluşan mikrobiyal gelişme, duyuşal özelliklerin bozulması, besin kaybı gıda ürünlerinin kalite ve güvenliğini tehlikeye atan başlıca nedenler arasında görülmektedir (Janevska ve ark., 2010). Kimyasal katkı maddeleri gıdalarda meydana gelen bozulmaları önlemektedir, ancak tüketiciler işlem sonrası ürünlerde kimyasal kalıntıların kalmasından endişe duymaktadırlar. Bu sebeple, son zamanlarda gıda güvenliğini yakından ilgilendiren en önemli konulardan biri gıdalarda doğal katkı maddeleri kullanımının artmasıdır. Meyve atıklarında bulunan yüksek biyoaktif bileşenlerin doğal gıda katkı maddeleri olarak kimyasal katkı maddelerine alternatif olarak kullanılabilirliği bilim insanları tarafından dikkate alınmalıdır (Ayala-Zavala ve González-Aguilar, 2011). Bu yaklaşım gerçekleştirilirse, tüketicilerin doğal ve sağlıklı gıda gereksinimlerinin karşılanması mümkün olacaktır.

Musaceae familyasından olan muz (*Musa sapientum*) tropik ve subtropik iklim kuşağına ait besleyici değeri yüksek önemli bir meyvedir (Vu ve ark., 2018). Muz tropik iklim meyvesi olmasına karşın, İspanya (Kanarya adaları), İsrail, Fas, Portekiz,

Mısır, Portekiz, Güney Afrika, Avustralya, gibi ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de subtropik iklim koşullarına sahip ve mikro klima özelliği gösteren bazı bölgelerde uzun yıllardan bu yana ekonomik olarak yetiştirilmektedir (Güven, 2016). Muzun dünya çapındaki üretimi artış eğiliminde olup 2010 yılı içinde üretim miktarı 102 milyon ton iken, FAO yarı-resmi tahmini verilerine göre 2013 yılı için yaklaşık 107 milyon tondur (Türker, 2016). Ülkemizde muz yetiştiricilik alanları ve verim oranı yıldan yıla artmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’nün (TAGEM) verdiği bilgiye göre 2016 yılında 305.926 ton olan muz üretimimiz, 2020 yılında 728.133 tona yükselmiştir (Anonim, 2021).

Bilimsel adı ile *Citrullus lanatus var lanatus* olarak bilinen karpuz *Cucurbitaceae* familyasına bağlı tek yıllık bir kültür bitkisidir. Afrika’nın kuzeydoğu bölgelerinde 5000 yıl öncesine ait karpuz çekirdeklerinin arkeolojik kalıntılarının bulunması karpuzun anavatanının Afrika’ya ait olduğunu göstermektedir (Paris, 2015). FAO verilerine göre 2019 yılında karpuz dünyada en çok yetiştirilen yaş meyve sıralamasında muzdan sonra ikinci sırada gelmektedir (FAO, 2020). Çin yaklaşık 104 milyon ton karpuz üretimi ile dünyada en büyük karpuz üreticisi olarak başta yer almaktadır. Öte yandan, 53.500 kg/hektar verimle dünyada 4. sırada ve yılda yaklaşık 1 milyon ton üretimi ile Avrupa’nın en büyük üreticileri arasındadır (FAO, 2020). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri’ne göre; 2020 yılında Türkiye’de 740 bin ha alanda yaklaşık 3,9 milyon ton karpuz üretilmiştir. İklim koşullarının uygun olmasının etkisiyle de karpuz üretiminin en fazla yapıldığı il Adana olup, üretimin % 23’ü bu ilde gerçekleşirken, % 12’lik üretim oranıyla Antalya ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2020).

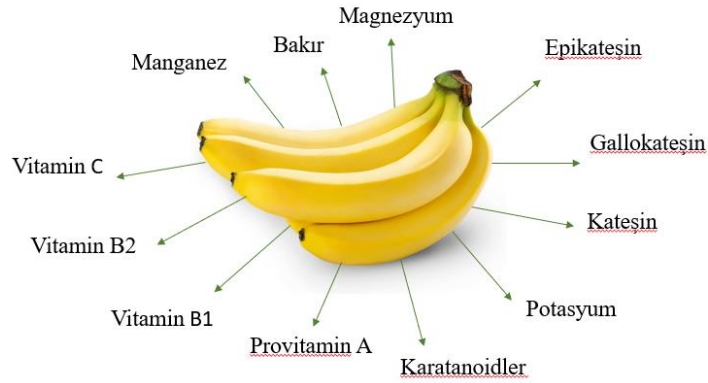
Bu çalışmada, dondurarak kurutulmuş muz ve karpuz kabuk tozlarının kimyasal, antimikrobiyal, antioksidan ve prebiyotik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla muz kabuğu (MK) ve karpuz kabuk (KK) tozlarının nem, kül, ham protein, ham yağ, ham lif ve su aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca MK ve KK ekstraktlarının, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikalini giderme aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı ve disk difüzyon yöntemiyle sekiz patojen bakteriye (*Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes*, *Esherichia coli* O157:H7,

Staphylococcus aureus, *E. coli* biyotip 1, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*) ve iki probiyotik kültüre (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*) karşı antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir. Bunlara ek olarak, MK ve KK tozlarının prebiyotik aktiviteleri incelenmiş ve bu tozların *L. acidophilus* ve *L. plantarum* probiyotik kültürleriyle süt ortamında oluşabilecek sinbiyotik etkinin sonuçları değerlendirilmiştir. Muz ve karpuz kabuk tozlarının *L. acidophilus* ve *L. plantarum* bakterilerinin safra tuzu direnci üzerine etkisi De Man Ragosa Sharp Broth besiyerinde test edilmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Muz Kabuğunun Özellikleri

Muz (*Musa sapientum*) tropikal iklim koşullarında yetişen ve 1000 çeşidi bulunan bir bitki türü olup gerek pişirilerek sebze olarak gerekse meyve olarak tüketilmektedir (Stover ve Simmonds, 1987). Muzun üretim alanı genellikle Ekvatorun 30° güney ve 30° kuzey enlem dereceleri arasına yayılmış olup anavatanı Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır (Öztürk, 2014). Ülkemizde muz üretimi yoğun olarak Anamur, Bozyazı, Alanya, Gazipaşa ve çevresinde, Toros Dağlarının koruduğu mikro iklimlerde ve sınırlı alanlarda yetiştirilmektedir (Öztürk, 2014). Muz, epikateşin, gallokateşin ve kateşin gibi birçok antioksidan, potasyum ve karotenoidleri, pro-vitamin A, B1, B2 ve C vitaminleri yüksek miktarlarda içermektedir. Bunlara ek olarak, manganez, bakır ve magnezyum kaynakları açısından zengin bir meyve olarak da bilinmektedir (Vijayakumar ve ark., 2008) (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Muz meyve bileşimi

Muz kabuğu bir meyve atığı olmasına rağmen toplam meyve ağırlığının yaklaşık % 30-40'ını oluşturmaktadır ve önemli miktarlarda karbonhidrat, protein ve lif içermektedir (Anhwange ve ark., 2009). Muz kabuğunda bulunan flavonoidler,

glikozitler, alkaloidler ve tanenler gibi biyoaktif bileşikler antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelere sahiptir (Alkarkhi ve ark., 2011). Biyoaktif bileşikler, bitkilerde ve gıdalarda küçük miktarlarda doğal olarak bulunan, gıdaların besleyici özelliklerinin zenginleşmesini sağlayan bileşenlerdir. Bunlara ek olarak, biyoaktif bileşikler probiyotik bakterilerin gelişmesini desteklemekte, ayrıca kardiyovasküler ve kanser gibi hastalıkların oluşmasını da önlemektedir (González-Montelongo ve ark., 2010a). Sonuç olarak, muz kabuğunda bulunan bu bileşikler onu antioksidan açıdan zengin ve fonksiyonel gıdalarda kullanılmak üzere iyi bir kaynak yapmaktadır.

Bankar ve ark. (2010) muz kabuğunun gümüş nanopartikül sentezi için gerekli olan lignin, hemiselüloz ve pektin gibi polimer bileşikler bakımından zengin olduğunu saptamışlardır. Günümüzde antimikrobiyal ajan olarak da görev yapmakta olan gümüş nanopartikül üretimi için muz kabuğu kullanımının elverişli olduğunu bildirmiştir. Buna ek olarak yapılan diğer çalışmalarda muz kabuğunun anyonik boya ve ağır metal adsorbanları (Mahindrakar ve Rathod, 2018; Munagapatiet ve ark., 2018; Oyewo ve ark., 2018; Singh ve ark., 2018; Vilardi ve ark., 2018), fenolik bileşikler (Vu ve ark., 2018), selüloz nanolif (Costa ve ark., 2018; Harini ve ark., 2018; Tibolla ve ark., 2018), biyoetanol (Berawi ve Bimandama, 2018; Prakash ve ark., 2018) ve pektin ekstraktı (Khamsucharit ve ark., 2018) üretimi için düşük maliyetli bir kaynak olabileceği gösterilmiştir.

2.1.1. Muz kabuğunun antimikrobiyal aktivitesi

Muz kabuğu insan sağlığına faydalı flavanoidler, glikozitler, alkaloidler ve taninler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler içermekte ve çeşitli çözenler ile ekstrakte edilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (Mordi ve ark., 2016). Muz kabuğunda bulunan bu bileşenler onu iyi bir antimikrobiyal ajan yapmakta ve gıdalarda kullanılmak üzere kimyasal koruyuculara alternatif olarak sunmaktadır.

Muz kabuğunun antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu gösteren birkaç çalışma yapılmıştır. Ighodaro (2012) tarafından yapılan çalışmada, muz kabuğu su ve etanol ekstraktlarını insan kaynaklı patojen bakterilerin üzerinde denemiş ve sonuç olarak her

iki ekstraktın *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ve *Proteus mirabilis* üzerinde inhibitör etki yarattığını gözlemlemiştir.

Chabuck ve ark. (2013), klinik kaynaklı iki Gram pozitif (*S. aureus* ve *Streptococcus pyogenes*), dört Gram negatif (*Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *E. coli* ve *Moraxella catarrhalis*) ve bir maya (*Candida albicans*) üzerinde muz kabuğu su ekstraktının antimikrobiyal aktivitesini incelemiştir. Sonuç olarak, muz kabuğu su ekstraktına karşı *M. catarrhalis* ve *S. aureus* duyarlı iken, *S. pyogenes*, *E. aerogenes*, *K. pneumoniae*, *E. coli* ve *C. albicans* direnç göstermişlerdir.

Singh ve ark. (2013), kırmızı, yeşil ve sarı renkli muz kabuklarından elde edilen metanol:kloroform (8:2) ekstraktlarının klinik kaynaklı on patojen bakteriye karşı antimikrobiyal aktivitelerini incelemiştir. Kırmızı muz kabuğu ekstraktına karşı en fazla duyarlı olan bakteriler, *Planococcus citri* ve *S. aureus*, yeşil muz kabuğunda ise, *Salmonella Typhi* ve *Aeromonas hydrophila* olmuştur. Sarı muz kabuğundan elde edilen ekstrakta karşı en fazla duyarlı *A. hydrophila*, en az direnç gösteren ise *S. aureus* olmuştur.

Subramaniam ve ark. (2020), muz kabuğu etanol ekstraktının antimikrobiyal etkisini Gram pozitif bakteriler üzerinde incelemiş ve herhangi bir inhibitör etki saptamamıştır. Bir diğer çalışmada Ehiowemwenguan ve ark. (2014), muz kabuğundan etanol ile hazırladıkları ekstraktlarda en duyarlı olan bakterinin 16 mg/mL MİK değeri ile *Salmonella Typhi*, en dirençli olan bakterilerin ise 512 mg/mL MİK değeri ile *Bacillus subtilis* ve *S. aureus* olduğunu belirlemiştir. Su ekstraktına ise en duyarlı ve en dirençli bakterilerin sırasıyla *E. coli* (64 mg/mL) ve *Bacillus subtilis* (1025 mg/mL) olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer yandan su ekstraktı *S. Typhi*, *Micrococcus luteus* ve *S. aureus* karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir.

2.1.2. Muz kabuğunun antioksidan aktivitesi

Muz kabuğu içerdiği fitokimyasal bileşiklerden kaynaklanan serbest radikalleri giderici aktivitesi nedeniyle doğal antioksidan kaynağı olarak bilim insanlarının

dikkatini çekmiştir (Baskar ve ark., 2011). Muz kabuğu gallokateşin, dopamin, delfinidin ve siyanidin gibi antosiyaninler ve katalaminler gibi bileşenler açısından zengin olmasına rağmen yeterince değerlendirilmeyen doğal antioksidan kaynağıdır. Bu bileşenler, yaşlanma ve çeşitli hastalıkların oluşmasında rol oynayan oksijen kaynaklı serbest radikallere ve reaktiflere karşı koruyucu görev yapmaktadırlar (Kurahde ve ark., 2016). Muz kabuğunun bu özelliklerine dayanarak, ABD Ulusal Kanser Enstitüsü, muz kabuğundan elde edilen ekstraktların insan hücreleri için toksik bir etki oluşturmadığını ve bu nedenle doğal kaynaklı antioksidan olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Lee ve ark., 2010).

Yapılan birçok çalışmada muz kabuğundan elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitesinin meyvenin yenen kısmından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Someya ve ark., 2002; Sulaiman ve ark., 2011). Muz kabuğu ekstraktları, DPPH ve ABTS (2,2'-Azino-bis3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) serbest radikalleri giderme aktivitesi yüksek ve aynı zamanda iyi bir lipid peroksidasyon inhibitörleridir (González-Montelongo ve ark., 2010a).

Babbar ve ark. (2011), muz kabuğu ekstraktlarının toplam Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) ve DPPH radikalini giderme aktivitelerini incelemişlerdir. Troloks eşdeğeri (TE) sonucu 5,67 mg (TE)/g, DPPH radikalini giderme aktivitesi ise % 83 olarak bulunmuştur.

Alothman ve ark. (2009), FRAP ve DPPH serbest radikalini giderme yöntemlerini uygulayarak farklı çözücülerde elde edilen muz kabuğu ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini değerlendirmişlerdir. FRAP değerleri 0,59 ve 5,26 mol Fe (II)/g ve DPPH radikalini giderme aktiviteleri ise su ve aseton ekstraktlarında sırasıyla % 36,8 ve % 68,0 olarak bulunmuştur.

Bir diğer çalışmada ise González-Montelongo ve ark. (2010b), muz kabuğu metanol ekstraktının serbest radikalleri ve lipid peroksidasyonunu giderme sebebinin sahip olduğu yüksek fenolik bileşikler (2.2 ± 0.1 g GAE/100 g) olduğunu bildirmişlerdir.

2.1.3. Muz kabuğunun prebiyotik özellikleri

Meyve kabuklarında bulunan toplam diyet lifi miktarı kuru ağırlıklarının yaklaşık % 40-90 oranını kapsamaktadır. Muz kabuğu meyvenin yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır ve kabuğun % 43,2-49,7'i toplam diyet lifi içermektedir (Oguntoyinbo ve ark., 2020). Zahid ve ark. (2021), muz kabuklarının yüksek miktarlarda diyet lifi içermesinden dolayı insan bağırsak florasında bulunan laktik asit bakterilerinin gelişimini ve hayatta kalmasını sağlamak amacı ile prebiyotik kaynaklara alternatif olarak kullanılabilceğini bildirmiştir.

Muz kabuğundan pektin ekstraksiyonu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Qiu ve ark., 2010; Kamble ve ark., 2017; Khamsucharit ve ark., 2018). Muz kabuğundan elde edilen pektin oligosakkaritlerin prebiyotik aktiviteleri Doan ve ark. (2021) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, muz kabuğundan üretilen hidrolizat, ticari pektin hidrolizatı olan pektinaz ile kıyaslanmış, hidroliz sonrası açığa çıkan karbonhidratların prebiyotik etkileri dört laktik asit bakterisi (*Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BCRC14023, *Lactobacillus rhamnosus* BCRC16000 ve BCRC10494 ve *Lactobacillus lactis* BCRC10791) üzerinde denenmiştir. Her iki numunede de laktik asit bakterilerinin gelişimi olumlu yönde etkilemiştir. Muz kabuğu hidrolizatı ticari pektin hidrolizatına benzer sonuçlar göstermiş ve her iki numune de laktik asit bakterilerinin gelişimi için kontrol olarak kullanılan glikozdan daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Powthong ve ark. (2020), farklı muz kabuğu çeşitlerinin *L. casei*, *L. fermentum*, *Streptococcus thermophilus* ve *L. acidophilus* üzerinde 0-72 saat arasında gelişimlerine etkisini incelemiş, ilk saatte hücre sayıları 7,31 log kob/mL iken inkübasyonun sonuna doğru kademeli artış göstererek 8,25 log kob/mL'ye ulaştığını bildirmişlerdir. Powthong ve ark. (2020) muz kabuğunun prebiyotik bakterilerin gelişimini desteklemesini yüksek miktarda karbonhidrat miktarına sahip olmasıyla açıklamışlardır.

Farees ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada *Lactobacillus* suşlarının gelişmesinde kullanılan De Man Rogosa (MRS) Broth besiyerine muz kabuğu ilave ederek besiyeri pH'sını 6 olarak ayarlamış ve 37°C inkübasyondan sonra *Lactobacillus* suşlarının kontrol olarak kullanılan MRS Broth ile aynı sonuç gösterdiğini tespit etmişlerdir. Muz kabuğunun probiyotik bakterilerin gelişmesi için bir besiyeri olarak kullanılması bakteri kültürlerinin gelişmesi için kullanılan pahalı besiyerlerine alternatif olarak ve ayrıca kontrolsüz bir şekilde doğaya atılan muz kabuklarının yeniden değerlendirilmesi ve çevre kirliliğini önlemek açısından önemli bulunmuştur.

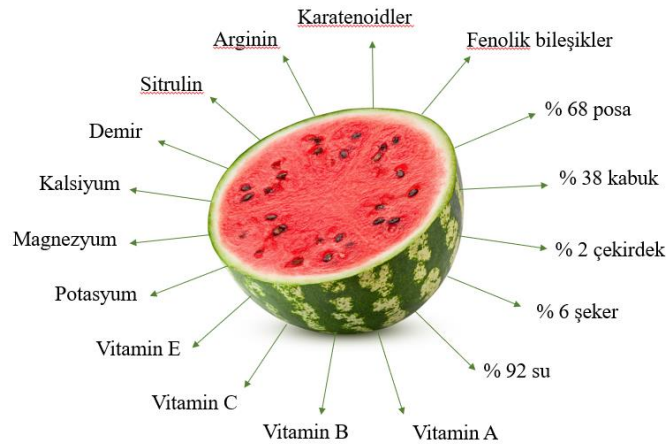
Esivan ve ark. (2016) tarafından, *Lactobacillus casei*'nin karbon kaynağı olarak muz kabuğu (MK) ve pirinç kepeği (PK) ilave edilmiş MRS Broth besiyerlerinde canlı kalması incelenmiştir. Bununla birlikte, MK besiyerinin (8,78 g/L), PK besiyerine (3,42 g/L) kıyasla daha yüksek şeker oranına sahip olduğu belirlenirken, *Lactobacillus casei*'nin gelişmesi ve canlılığını sürdürmesi MK'ya kıyasla PK'da daha iyi bir performans gösterdiği tespit edilmiştir.

do Espírito Santo ve ark. (2012) elma, muz ve çarkıfelek meyvelerinden elde ettikleri lifleri yoğurda ilave ederek, *Lactobacillus acidophilus* L10, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BL04, HN019 ve B94 suşlarının 28 gün 4°C depolama sıcaklığında canlılığı üzerine etkisini araştırmışlardır. Depolama süresinin sonunda probiyotik bakteri suşları en çok muz örneklerinde direnç göstermiş ve hücre sayıları 10 log kob/mL üzerine çıkmıştır. Bazzocco ve ark. (2008) liflerin sahip oldukları polimerizasyon derecesinin prebiyotik özellikleriyle ilişkili olduğunu, polimerizasyon derecesi düşük olduğunda daha kolay fermente olabildiklerini ve prebiyotik aktivitelerinin de o kadar yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Mahore ve ark. (2018) fareleri 4 hafta boyunca muz kabuğu tozu (2 g/gün) ile besleyerek, kör bağırsaklarında bulunan *Lactobacilli* spp. hücre sayılarının 8,04 log kob/mL'den 8,57 log kob/mL'ye ulaştığını tespit etmiş ve istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır.

2.2. Karpuz Kabuğunun Özellikleri

Karpuz (*Citrullus lanatus*) dünyada ılıman bölgelerde yetiştirilen, 1200'den fazla çeşidi bulunan bir bitkidir (Wehner ve ark., 2001). Türkiye'de karpuzun en çok yetiştirildiği iller; Adana, Antalya, Diyarbakır, Şanlıurfa ve İzmir'dir (Taşkaya ve Keskin, 2004). Karpuz biokütlesi posa, çekirdek ve kabuk olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Karpuz posası toplam ağırlığının % 68'ini, kabuğu % 38'ini ve çekirdeği ise % 2'sini kapsamaktadır. Karpuz ağırlıkça yaklaşık % 6 şeker ve % 92 su içermekte olup, vitamin (A, B, C ve E), mineral tuzlar (K, Mg, Ca ve Fe), serbest aminoasitler (sitrülin ve arginin), karotenoidler ve fenolik bileşikler açısından zengin bir meyvedir (Tlili ve ark., 2011) (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Karpuz meyve bileşimi

Karpuz kabuğu meyvenin yaklaşık üçte birini kapsamaktadır ve tüketebilir bir kısım olmasına rağmen genellikle çöp olarak atılmaktadır. Karpuz kabuğu mineral tuzlar, yağ, protein, karbonhidratlar, vitaminler, fitokimyasallar ve sitrülin açısından zengin bir yan üründür (Al-Sayed ve Ahmed, 2013).

Karpuz kabukları biyoaktif bileşen içeriği yüksek bir atık olduğundan, araştırmacıların ilgisini çekmiş ve farklı alanlarda aktiviteleri incelenmiştir. Al-Sayed ve Ahmed (2013) ve Tlili ve ark. (2011) karpuz kabuğunun kafeik, vanilik, sirinijik, klorojenik ve sinapik asit gibi fenolik antioksidanlar içerdiğini bildirmişlerdir.

Kolawole ve Dapper (2016), karpuz kabuğu metanol ekstraktının farelerde anti-inflamatuar ve ateş düşürücü etkisini incelemiş, farelerde rektal sıcaklığı $38,16 \pm 0,67^{\circ}\text{C}$ 'den $36,33 \pm 0,06$ 'ya düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Araştırmacıları karpuz kabuğunun farelerde iltihaplanmadan kaynaklı rektal sıcaklığı düşürmesinin sebebini, sahip olduğu saponin, alkaloid, flavonoid, steroid ve terpenoid gibi fitokimyasalları içermesi ile yorumlamışlardır.

Hanan ve Abdelrahman (2013), % 5 oranda karpuz kabuğu tozu ilavesinin kekin hacmini arttırdığını, depolama sırasında lipid oksidasyonu ve serbest yağ asitlerin oluşumunu engelleyerek bayatlama süresini geciktirdiğini bildirmişlerdir.

2.2.1. Karpuz kabuğunun antimikrobiyal aktivitesi

Karpuz kabuğu saponinler, tanenler, alkaloidler, flavonoidler, steroidler, triterpenoidler ve serbest indirgeyici şekerler açısından zengin bir bileşime sahiptir. Bu bileşenler karpuz kabuğunun iyi bir antimikrobiyal ajan olduğunu göstermektedir (Neglo ve ark. 2021).

Patil ve Jain (2020), karpuz kabuğu etanol ekstraktının antimikrobiyal aktivitesini *Bacillus* spp., *S. aureus*, *E. coli* ve *P. aeruginosa* bakterileri üzerinde incelemiştir. Bunlardan en yüksek inhibisyon zonu *E. coli* (14 mm) ve *Bacillus* spp. (13 mm) bakterilerinde görülürken, *P. aeruginosa* direnç gösteren bakteri olmuştur.

Cemaluk (2015) tarafından, karpuz kabuğunun su ve etanol ekstraktlarının antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri 10 patojene karşı incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre etanol ekstraktı su ekstraktına kıyasla daha yüksek antimikrobiyal ve antifungal aktivite göstermiş, incelenen bakteriler arasında *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *B. subtilis* en fazla duyarlı olan bakteriler olmuştur.

Bir diğer çalışmada Mohammad ve ark. (2020), karpuz kabuğu ve karpuz çekirdeğinin etanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini Gram pozitif ve Gram negatif bakterileri üzerinde incelemişlerdir. Araştırmada karpuz çekirdeği ve kabuğu etanol

ekstraktları su ekstraktına göre daha yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir. *Streptococcus pneumoniae* ve *E. coli*'nin etanol ekstraktına daha duyarlı oldukları belirlenmiş, bu durum etanolün karpuz kabuğunda bulunan fenolik bileşikleri daha iyi ekstrakte etmesi ile yorumlanmıştır.

Karpuz kabuğunun bakteriler üzerinde oluşturduğu antimikrobiyal aktivitenin yanı sıra funguslar üzerinde yapılan çalışmalar da mevcuttur. Barbero-López (2021), karpuz kabuğu su ekstraktının antifungal aktivitesini *Rhodonía placenta* (BAM suşu 113), *Gloeophyllum trabeum* (BAM 115 suşu) ve *Tinea versicolor* (BAM 116 suşu) üzerinde incelemiştir. Çalışma sonucunda karpuz kabuğunun *R. placenta* ve *G. Trabeum*'u sırasıyla % 59,4 ve % 39,3'ünü inhibe ettiğini, ancak *T. versicolor* üzerinde antifungal aktivite görülmediği belirlenmiştir.

Kumar ve ark. (2018) karpuz kabuğu etanol ekstraktının % 0,1 oranda domuz etinden hazırlanmış köftelere aşılama ve aerobik ambalajda paketleyerek 28 gün boyunca $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de saklayarak koliform ve psikrofil bakterilerinin gelişmeleri üzerine etkisini incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre, pozitif kontrol olarak % 0,02 BHT ile aşılama köftelerinde psikrofil ve koliform bakterilerin gelişmesi sırasıyla 14. gün ve 21. günde başlarken, % 0,1 karpuz kabuğu ekstraktı ile aşılama köftelerinde psikrofil bakteri gelişimi 21. günde ve koliform gelişimi ise son depolama günü olan 28. günde görülmüştür. Sonuçlar, karpuz kabuğu etanol ekstraktının koliform ve psikrofil bakterilerinin gelişmesini 7 gün geciktirdiğini göstermiştir.

2.2.2. Karpuz kabuğunun antioksidan aktivitesi

Yapılan araştırmalarda karpuz kabuğunun sağlık üzerine faydaları onun antioksidan aktivitesi ile bağdaştırılmıştır (Lewinsohn ve ark., 2005). Karpuz kabuğunda yüksek miktarlarda bulunan sitrülün ve likopen kanser ve kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, sitrülün, esansiyel olmayan aminoasit kaynağı olup hidroksil radikalleri yakalar ve güçlü antioksidan özelliğe sahiptir (Rimando ve Perkins – Veazie, 2005).

Neglo ve ark. (2021) karpuz kabuğu ve meyvesinin antioksidan aktivitesini DPPH serbest radikalini giderme aktivitesi yöntemi ile incelemiştir. Sonuç olarak, karpuz kabuğu % 55,75 serbest radikal temizleyici aktivite gösterirken, % 33,05 oranla karpuz meyvesi daha düşük antioksidan aktivite göstermiştir. Bu değerler kontrol olarak kullanılan C vitamini değerinden (% 97,42) düşük bulunmuştur.

Choudhary ve ark. (2015) birbirinden farklı çeşitlere ait karpuz kabuklarının fitokimyasal ve antioksidan potansiyellerini bakır indirgeme analizi ile araştırmışlardır. Analiz sonucuna göre, farklı cinsten olan karpuz kabuklarının antioksidan aktiviteleri 40,13-84,05 μmol Trolox eşdeğeri (TE)/100 g aralığında bulunmuştur. Buna ek olarak, karpuz kabuklarının yüksek antioksidan aktivite göstermelerini etkileyen toplam fenolik maddeleri (16,77-21,41 mg/g kuru madde), toplam flavonoidler (55,60-100,93 mg/100 g kuru madde), tanen (35,07-60,83 mg/100 g kuru madde) ve karotenoidler gibi fitokimyasalları da incelemiştir.

Bir diğer çalışmada, Feizy ve ark. (2020) karpuz kabuğunda bulunan polifenollerin serbest radikalleri indirgediğini, doğal antioksidan olarak gıdaların raf ömrünü ve stabilitesini artırmak amacıyla, Bütillenmiş Hidroksianizol (BHA) ve Bütillenmiş Hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik kaynaklı antioksidanlara alternatif olarak gösterilebileceğini bildirmişlerdir.

Morais ve ark. (2015) tarafından, muz ve karpuz kabuklarının antioksidan aktivitelerinin kuru hava ve dondurarak kurutma yöntemlerinden nasıl etkilendiği incelenmiştir. Yapılan çalışmada, dondurarak kurutma yönteminde, muz kabuklarının DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri 200,86 $\mu\text{g/mL}$ 'den 391,75 $\mu\text{g/mL}$ 'e, karpuz kabuklarının ise 700,03 $\mu\text{g/mL}$ 'den 750,99 $\mu\text{g/mL}$ 'e artış göstermiştir. Öte yandan, kuru hava kurutma yönteminde muz kabuğunun DPPH serbest radikal giderme aktivite değerlerinde (200,86 $\mu\text{g/mL}$ -163,66 $\mu\text{g/mL}$) düşüş görülürken, karpuz kabuğu değerlerinde (700,03 $\mu\text{g/mL}$ -718,27 $\mu\text{g/mL}$) az miktarda artış görülmüştür.

2.2.3. Karpuz kabuğunun prebiyotik özellikleri

Bağırsak florasında bulunan laktik asit bakterileri insan sağlığını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bakterilerin sayısı belirli bir gıda veya gıda grubunun alımı ile artmaktadır. Karpuz kabuğu içerdiği doğal bileşenler sayesinde bağırsak dostu probiyotik bakterilerin gelişimini desteklemekte ve bu nedenle potansiyel bir prebiyotik kaynağı olarak görülmektedir. Örneğin, karpuz kabuğunda oligosakkarit olarak bulunan mannitol ve l-kestoz, probiyotik bakterilerin gelişmesini olumlu yönde etkilemektedir (Jovanovic-Malinovska ve ark., 2014).

Hao ve ark. (2021) karpuz kabuğu tozunun prebiyotik aktivitesini *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterileri üzerinde incelemiş, MRS Broth besiyerine karbon kaynağı olarak ilave edildiğinde 37°C'de 48 saatlik inkübasyon sonunda probiyotik kültürlerin hücre sayıları 0,90-1,08 log kob/mL yükselmiştir.

Sivudu ve ark. (2014) probiyotik karışımli meyve suyu üretmek amacıyla domates ve karpuz sularında *Lactobacillus fermentum* ve *Lactobacillus casei* bakterilerinin gelişmelerini incelemişlerdir. Hazırlanan meyve sularında probiyotik kültürlerin hücre sayılarında ilk 24 saat 30°C inkübasyon sıcaklığında 1,8 log kob/mL'lik artış görülürken, 72 saat sonunda 30°C ve 37°C'de inkübe edilen örneklerin hücre sayıları arasında bir fark bulunamamıştır.

Van Doan ve ark. (2021) karpuz kabuğu ve *L. plantarum*'u ayrı ayrı ve kombinasyon şeklinde 8 hafta boyunca Nil tilapyası balıklarının yemlerine karıştırarak, balıkların bağışıklık sistemine, hastalıklara direncine ve gelişme hızlarına olan etkisini araştırmışlardır. Balıkların büyüme parametreleri, serum bağışıklığı, deri mukus değişikliği ve *Streptococcus agalactiae*'ye direnci 4 hafta sonunda analiz edilmiştir. Sonuca göre, en iyi değerler karpuz kabuğu ve *L. plantarum*'un ayrı ayrı uygulamasının aksine kombinasyon şeklinde kullanılmasıyla elde edilmiştir. Karpuz kabuğunun prebiyotik özelliği ile laktik asit bakterilerinin sinerji içinde olması, balıkların beslenme sırasında suda doğal olarak bulunan probiyotik bakterileri

bağırsaklarına alarak sayılarını arttırmakta ve böylece bağışıklık sistemlerini güçlendirmektedirler.

Moura Rolim ve ark. (2018) karpuz kabuğu tozu ve karpuz çekirdeğinin 37°C sıcaklıkta 24 saat inkübasyon boyunca *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* DSM15954 suşunun gelişmesine etkisini ve % 0,3 safra tuzuna karşı direncini incelemişlerdir. Karpuz çekirdeği örneklerinde probiyotik bakteri hücreleri canlılığını 20 saate kadar korurken, karpuz kabuğu tozu eklenen örneklerde 16 saat sonunda canlı hücre kalmamıştır. Benzer durum % 0,3 safra tuzuna direnç analizinde görülmüş olup, karpuz çekirdeği örneklerinde *B. lactis* canlı hücre oranı inkübasyonun 8. saatinde % 67 iken, karpuz kabuğu tozu örneklerinde *B. lactis* hücreleri safra tuzuna karşı direnç gösterememiştir. Chung ve ark. (2015) tarafından, *B. lactis*'in karpuz kabuğu tozunda gelişmemesi içerdiği yüksek miktarda lignin miktarına atfedilmiş, yüksek miktarda ligninin bifidobakterilerin selüloz ve hemiselüloza erişimini sınırlayan bir faktör olabileceği düşünülmüştür.

Bir diğer çalışmada Alavi ve ark. (2012), pastörize edilmiş kapuz suyunda *L. plantarum*, *L. acidophilus* ve *L. casei*'nin 37°C 48 saat fermantasyon süresince gelişmelerine etkisini incelemişlerdir. Fermantasyon sonunda kırmızı karpuz suyunda *L. acidophilus*, *L. casei* ve *L. plantarum* hücre sayıları sırasıyla $8,16 \pm 0,27$; $8,29 \pm 0,2$; $6,98 \pm 0,24$ log kob/mL olarak bulunmuş, *L. plantarum* en az direnç gösteren bakteri olmuştur.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan muz (*Musa acuminata*) Cavendish çeşidi, karpuz (*Citrillus lanatus*) ise Alakarpuz (Crimson Sweet) çeşidi olup Ağustos 2020-Şubat 2021 tarihleri arasında Sakarya ilindeki yerel marketlerinden temin edilmiştir.

Probiyotik kültürlerin gelişmesi için ortam olarak kullanılan tam yağlı UHT süt, muz ve karpuz kabuk tozlarının yağ tutma kapasitesini belirlemek amacıyla kullanılan zeytinyağı Sakarya ilindeki yerel marketlerden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kullanılan mikroorganizmalar

Bu çalışmada muz ve karpuz kabukları ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin saptanması amacıyla kullanılan *Salmonella* Enteritidis (ATCC 13076), *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644), *Escherichia coli* O157:H7, *Escherichia coli* Biyotip 1, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* saf kültürleri Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan, *Lactobacillus acidophilus* LA5 suşu Chr. Hansen firmasından (İstanbul, Türkiye), *Lactobacillus plantarum* (ATCC 14917) kültürü ise Prof. Dr. Kamuran Ayhan'dan (Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Proje No: 16L0443011) temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *E. coli* biyotip 1, *S. auerus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa* kültürleri Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerine, *L. acidophilus* ve *L. plantarum* probiyotik kültürleri ise De Man Ragosa Sharpe Broth (MRS) besiyerine % 15 (v/v) gliserol ilave edilerek -18°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Kullanılan araç-gereçler

Bu çalışmada, etüv (Elektro-Mag M 6040 BP), liyofilizatör (Freezone 6 Liter Benchstope model no:7753027), Hettich Universal 320R soğutmalı santrifüj, otoklav (WiseClave WAC-80), distile su cihazı (Nüve ND8), su banyosu (WiseBath WSB-30), çalkalamalı inkübatör (İldam Marka İL-Çİ 55), inkübatör (MIN-120 D), ısıtıcılı manyetik karıştırıcı (IKA C- MAG-HS7), Eppendorf Research plus mikropipet, hassas terazi (Radwag AS 220.R2), vortex (IKA MS3 Basic), pH metre (Mettler-Toledo Seven Compact S210), su aktivitesi tayini cihazı (Aqualab Series 3TE), rotary evaporatör (Buchi Rotavapor R-215), Kahve Öğütücü (Premier PRG-259), UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu UVmini-1240), protein yakma ünitesi (Behr Labor Technik, Inkjel 625 p), kül fırını (NÜVE-MF120) kullanılmıştır.

3.2.3. Muz ve karpuz kabuğu örneklerinin hazırlanması

Muz ve karpuz meyveleri kesilmeden önce dış yüzeyleri bulaşık deterjanı ve su ile yıkanmıştır. Daha sonra muz ve karpuzların içi alınmış çalışmaya kabuklar ile devam edilmiştir. Kabukların dış yüzeyi alkol ile silinmiş ve saf su ile durulanmıştır. Durulanan kabuklar kağıt havlu ile kurulanmış ve küçük parçalar halinde doğranmıştır. Doğranan kabuklar her biri ayrı-ayrı eşit miktarlarda kilitli buzdolabı poşetlerine doldurulmuş ve liyofilizatörde kurutma işlemi yapılana kadar -45°C dondurucuda saklanmıştır (Cemaluk, 2015).

Kurutma işlemi liyofilizatörde 48 saat devam etmiş, kurutulan kabuklar kahve öğütücü makinesinde tamamen toz haline gelene kadar öğütülmüştür. Öğütülen

kabuklar ekstrakt hazırlama işleminde kullanılana kadar vakum poşetlerinde havası tamamen alınmış bir şekilde -18°C’de saklanmıştır.

3.2.4. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının hazırlanması

Toz haline getirilmiş muz kabuğu (MK) örneğinden 10’ar g tartılarak 250 mL hacimdeki dört adet erlene aktarılmış ve her bir erlen ayrı-ayrı saf su, % 80’lik metanol, etanol ve aseton (Merck, Almanya) çözeltileri ile 100 mL’ye tamamlanmıştır. Erlenler 130 devir/dakika hızında 22°C’de 24 saat çalkalayıcı inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda hazırlanan örnekler kaba filtre kağıdından geçirilerek, metanol, etanol ve aseton çözeltisi rotary evaporatörde 40°C’de uçurulmuştur. Saf su ile hazırlanan örnek ise 95°C su banyosunda 30 dakika bekletilerek konsantre hale getirilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar analizlerde kullanılıncaya kadar 4°C’de muhafaza edilmiştir (Aboul-Enein ve ark., 2016).

Karpuz kabuğu (KK) ekstraktının hazırlanması için toz haline getirilmiş karpuz kabuğu örneğinden 3’er g tartılarak 250 mL erlenlere aktarılmış ve her bir erlen saf su ve % 70’lik metanol, etanol, aseton (Merck, Almanya) çözeltileri ile 50 mL’ye tamamlanmıştır. Geri kalan işlemler MK ekstraktının hazırlanmasında olduğu gibi devam etmiştir (Cemaluk, 2015).

3.3. Analizler

3.3.1. Muz ve karpuz kabuk tozlarının kimyasal bileşimi

3.3.1.1. Kül tayini

Muz ve Karpuz kabuğu örneklerinin kül tayini analizi AOAC 942.05’de yazılan metoda göre uygulanmıştır (AOAC, 2012). Deneyde sabit tartıma getirilen porselen krozelere örneklerden 3’er g tartılmıştır. Kül fırını sıcaklığı 700°C ve süresi ise 2 saat olacak şekilde ayarlanmış, içerisinde örnek bulunan porselen krozeler kül fırınına bırakılarak beyaz-gri bir kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Yakma işleminden sonra

porselen krozeler oda sıcaklığına gelinceye kadar desikatörde bekletilmiş ve her örneğin tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda muz ve karpuz kabuğuna ait % kül miktarı 3.1'deki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{Kül} = \frac{M2-M1}{m} \times 100 \quad (3.1)$$

M2: Yakmadan sonraki kurutma kabı +kül ağırlığı (g)

M1: Kurutma kabının ağırlığı (g)

m: Numune ağırlığı (g)

3.3.1.2. Nem tayini

Muz ve Karpuz kabuğu örneklerinin nem tayini analizi AOAC 930.15'de yazılan metoda göre uygulanmıştır (AOAC, 2012). Deneyde sabit tartıma getirilen cam petri kaplarına örneklerden 3'er g tartılmıştır. Etüvde 135°C'de 2 saat bekletildikten sonra desikatöre soğuması için bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelen örneklerin son tartım işlemi yapılmış ve % nem miktarı 3.2'deki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{Nem} = \frac{m-(M2-M1)}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

M1= Kurutma kabının ağırlığı + numune ağırlığı (g)

M2= Kurutma kabının ağırlığı + kurutulmuş numune (g)

m= Numune ağırlığı (g)

3.3.1.3. Ham yağ tayini

Muz ve karpuz kabuğu örneklerinin ham yağ analizi AOAC 2003.05'de yazılan metoda göre uygulanmıştır. Kabukların toplan yağ miktarı soxhelet ekstraksiyon düzeneği ile tayin edilmiştir (AOAC, 2012).

Öncelikle oda sıcaklığında olan 250 mL hacmindeki cam balonların daraları alınmıştır. Ardından toz halinde olan kabuklar kaba filtre kağıdı üzerinde yaklaşık 3 g olacak

şekilde tartılmış ve soxhlet düzeneğine yerleştirilmiştir. Solvent olarak n-heksan (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmış, düzeneğe yerleştirilmiş her örneğin üzerine 200 mL ilave edilmiştir. Analize 6 saat süreyle devam edilmiş ve işlem sonucunda solvent bir rotary evaporatör kullanılarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Balonlar 80°C'de etüvde 30 dakika bekletilerek desikatöre alınmış ve daha sonra son tartım işlemi yapılmıştır.

Analiz sonucunda muz ve karpuz kabuğu örneğine ait % yağ oranı 3.3'deki eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır. Yağı uzaklaştırılmış örnekler, kapaklı saklama kaplarında +4 C° 'deki buzdolabında diğer analizlerde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir.

$$\% Yağ = \frac{M2-M1}{m} \times 100 \quad (3.3)$$

M1 = Yağ + sabit tartıma getirilen balonun ağırlığı (g)

M2 = Sabit tartıma gelen balonun ağırlığı (g)

m = Numune ağırlığı (g)

3.3.1.4. Protein tayini

Araştırmada kullanılan kabuk örneklerinin protein tayini AOAC 2001.11 metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2012).

Filtre kağıt üzerine homojen hale getirilmiş örneklerden 2 g tartılmış ve örnekler Kjeldahl tüpü içerisine yerleştirilmiştir. Üzerine 20 ml % 95-98'lik sülfürik asit (Tekkim, Bursa, Türkiye) ilave edilmiş ve katalizör olarak 2 adet Kjeldahl tableti katılmıştır. Tüpler tüp standına dizilerek yakma işlemi çeker ocağın altında yapılmıştır. Yakma işlemi yaklaşık 380°C sıcaklıkta 1-2 saat sürmüştür. İlk yanma işlemi başladığında siyah olan ortam rengi kahverengi olmuş, yakma süresinin sonuna doğru karbonlu parçaların oksitlenmesi ile karışımın rengi berraklaşmış ve renk tamamen açık yeşile döndüğü zaman yanma işlemine son verilmiştir.

Tüpler oda sıcaklığında soğutulduktan sonra distilasyon işlemi için bir erlene 30 mL % 4'lük borik asit (Merck, Darmstadt, Almanya) konulmuş ve üzerine 4-5 damla protein indikatörü (Norateks, Türkiye) eklenmiştir. Protein indikatörünün eklenmesiyle mor renk gözlemlenmiştir. Distilasyon işlemi % 40'luk NaOH (Tekkim, Bursa, Türkiye) çözeltisinin eklenmesi ile başlamış ve yaklaşık 5 dakika sürmüştür. Distilasyon işlemi erlende toplanan yeşil renkli distilatların görünmesi ile sona ermiştir. Distilasyon işleminden sonra distilat 0,1 N HCl (Merck, Darmstadt, Germany) ile titre edilerek harcanan miktar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda muz ve karpuz kabuğu örneğine ait % azot ve % ham protein oranı sırasıyla 3.4 ve 3.5'deki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\% Azot = \frac{w_2 \times n \times 14}{w_1} \times 100 \quad (3.4)$$

W1= örnek miktarı (g)

W2= HCl hacmi (mL)

n= HCl çözeltisinin gerçek normalitesi (N)

14= Azot molekül ağırlığı

$$\% Protein = \% Azot \times 6,25 \% \quad (3.5)$$

*Atık ürünler için dönüşüm faktörü 6,25 olarak kabul edilmiştir (Kazimierowicz ve ark. 2021).

3.3.1.5. Ham lif tayini

Muz ve karpuz kabuğu örneklerinin ham lif analizi AOAC 978.10'de yazılan metoda göre uygulanmıştır (AOAC, 2012). Bu analize yağı uzaklaştırılmış örnekler ile devam edilmiştir. Önceden hazırlanan 0,128 M'luk H₂SO₄'den bir erlene 200 mL aktarılmış, daha sonra örnekten 3 g tartılarak erlene ilave edilmiştir. Ardından erlen çeker ocak altında 30 dakika boyunca bir manyetik karıştırıcı üzerinde kaynatılmıştır. Sürenin bitiminde örnekler süzme bezinden süzölmüş ve asit etkisini kaybedene kadar sıcak su ile yıkanmıştır. Süzme bezi üzerinde kalan örneğin üzerine 200 mL 0,313 M'luk NaOH

(Tekkim, Bursa, Türkiye) ilave edilmiş ve 30 dakika boyunca karıştırıldıktan sonra sıcak su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra örnekler önceden darası alınmış porselen kroze aktarılarak 230°C'deki etüvde 2 saat süreyle kurutulmuştur. Sürenin bitiminde örnekler desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tartılmıştır. Ardından örnekler kül fırınında 550°C 2 saat bekletildikten sonra tekrar desikatöre alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve son tartısı alınmıştır. Analiz sonucunda muz ve karpuz kabuğuna ait % ham lif oranı 3.6'deki denklem yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham lif} = \frac{M_1 - M_2}{m} \times 100 \quad (3.6)$$

M1= lif ağırlığı+ sabit tartıma getirilen porselen kroze ağırlığı (g)

M2 = kül ağırlığı + sabit tartıma gelen porselen kroze ağırlığı (g)

m = Numune ağırlığı (g)

3.3.1.6. Karbonhidrat tayini

Dondurularak kurutulan muz ve karpuz kabuk tozlarının karbonhidrat miktarı eşitlik 3.7'deki gibi hesaplanmıştır (FAO, 1982).

$$\text{Karbonhidrat \%} = 100 - (\text{nem \%} + \text{kül \%} + \text{ham protein \%} + \text{ham yağ \%} + \text{ham lif \%}) \quad (3.7)$$

3.3.1.7. Su aktivitesi ölçümü

Muz ve karpuz kabuklarına ait su aktivitesi değerleri Aqualab series 3TE ölçme cihazı kullanılarak ortam sıcaklığında (20-25°C) belirlenmiştir. Örnekler cihazın ölçüm kabının yarısını geçmeyecek şekilde doldurulmuş ve denge nem değerine ulaşınca cihazın dijital ekranından sonuçlar okunarak kayıt altına alınmıştır.

3.3.2. Su tutma kapasitesi

Muz ve karpuz kabuklarının su tutma kapasitesi Protonotariou ve ark. (2014) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlenmiştir. 0,5 g örnek santrifüj tüpüne alınmış ve tartımı kaydedilmiştir. Daha sonra örnekler 5 mL distile su ile karıştırılmış ve 5 dakika aralıklarla 15'er saniye olmak üzere 6 kez vortekslenmiştir. Karıştırma işlemi sonunda örnekler 3500 devir/dakika hızında 10°C'de 30 dakika santrifüj uygulanmıştır. Süpernatant ve çökelti kısımları ayrılmış ve tüpteki yağ çökelti tartılmıştır. Örneklerin su tutma kapasitesi 3.8 eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Su/Yağ\ tutma\ kapasitesi = \frac{\text{Çökelti ağırlığı (g)} - \text{Kuru örneğin ağırlığı (g)}}{\text{Kuru örneğin ağırlığı (g)}} \quad (3.8)$$

3.3.3. Yağ tutma kapasitesi

Muz ve karpuz kabuklarının yağ tutma kapasitesi Protonotariou ve ark. (2014) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre santrifüj tüplerine tartılan 0,5 g örnek üzerine, 5 mL ticari zeytin yağı ilave edilerek 30 saniye vortekslenmiştir. Daha sonra örnek 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler 3500 devir/dakika hızında 10°C'de 30 dakika santrifüjlenmiş ve süpernatantlar toplandıktan sonra tüplerde kalan kısım tartılmıştır. Örneklerin yağ tutma kapasitesi 3.8'deki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

3.3.4. Antimikrobiyal aktivite tayini

Antimikrobiyal aktivite tayini için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Bauer ve ark., 1966). Çalışma öncesinde standart inokülüm hazırlamak amacıyla *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *E. coli* biyotip 1, *S. auerus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa* bakterileri 5 mL Tryptic Soy Broth (TSB) (Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerine, *L. acidophilus* ve *L. plantarum* probiyotik kültürleri ise 5 mL De Man Ragosa Sharpe Broth (MRS) (Merck, Darmstadt, Almanya) besiyerine 0,1 mL aşılanmış ve 37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyondan sonra, patojen bakteri kültürlerinden Tryptic Soy Agar'a (TSA) (Merck, Darmstadt, Almanya) ve laktik asit bakteri kültüründen ise MRS agar'a (Merck, Darmstadt, Almanya) 50 µL aktarılmış ve drigalski spatülü ile yayılmıştır. Altı mm çapında steril boş kağıt diskler (Hi-Media) besiyerlerinin üzerine yerleştirilmiş ve disklerin üzerine 50 µL ekstrakt aktarılmıştır. Ekim işlemi biten petri kutuları 37°C sıcaklıkta 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında 7 mm veya daha geniş zon çapı ekstraktın antimikrobiyal etkisini göstermiştir. Pozitif kontrol diskine ekstrakt yerine 10 µL antibiyotik (Deposilin Benzatin G) ilave edilmiştir.

3.3.5. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini giderme aktivitesi

Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının antioksidan aktivitesi Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından uygulanan DPPH giderim yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Mor renkli DPPH radikali ortamda antioksidan varlığında antioksidan tarafından yakalanmakta ve DPPH çözeltisinin rengi sarıya dönmektedir. Ortamdaki antioksidanın hidrojen kaybetme (yükseltgenme) yeteneği reaksiyonun etkinliğini belirlemektedir.

Çalışmada 2,95 mg DPPH (Sigma-Aldrich, Almanya) tartılarak 50 mL'lik balon jojeye aktarılmış ve balon joje metanol ile (Merck, Almanya) çizgisine kadar tamamlanarak DPPH çözeltisi hazırlanmıştır. Analiz için hazırlanan ekstraktlardan 200 µL alınıp, deney tüplerine aktarılmıştır. Taze olarak hazırlanan DPPH çözeltisinden 3 mL eklenmiş ve 30 saniye vortekslenildikten sonra oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin ardından UV-VIS spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları okunmuştur. Cihazın sıfırlanması metanol ile yapılmış olup kontrol olarak örnek ekstraktı yerine % 70'lik metanol çözeltisi kullanılmıştır. Örneklerin antioksidan aktivitesi, aşağıdaki denklem 3.9 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH giderme aktivitesi} = \frac{A(\text{kontrol}) - A(\text{örnek})}{A(\text{kontrol})} \times 100 \quad (3.9)$$

$A_{(\text{kontrol})}$ =kontrolün absorbansını,

$A_{(\text{örnek})}$ =ekstraktın absorbansını göstermektedir.

3.3.6. Toplam fenolik madde tayini

Muz ve karpuz kabukları ekstraktlarında var olan toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu reaktifi ile tayin edilmiştir (Gao ve ark., 2000). Hazırlanan ekstraktlardan 100 µL alınarak 0,2 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (Merck, Almanya) ve 2 mL distile su eklenmiştir. Üç dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra % 20'lik Na₂CO₃ (Sigma-Aldrich, Almanya) çözeltisinden 1 mL ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saatlik inkübasyonun ardından 765 nm'de absorbanslar okunmuştur. 0-1000 ppm Gallik asitin (Sigma-Aldrich, Amerika) 765 nm'de absorbans değerleri ölçülerek gallik asit standart eğri denklemi elde edilmiş ve ekstraktlara ait absorbans değerleri standart eğri denklemi ve aşağıda belirtilen formül yardımıyla gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak belirlenmiştir (Gao ve ark., 2000). Muz ve karpuz kabuklarının toplam fenolik madde tayini aşağıdaki denklem 3.10 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{GAE (mg gallik asit/g örnek)} = c \times \frac{V}{m} \quad (3.10)$$

c: Grafikten okunan değer

m: Analiz edilen ekstraktın içerdiği örnek miktarı (g)

V: Analizde kullanılan ekstrakt miktarı (mL)

3.3.7. Muz ve karpuz kabuklarının probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine etkisi

Önceden sterilize edilmiş tüplere tam yağlı UHT sütler 5'er mL olacak şekilde dağıtılmış ve toz haline getirilen muz ve karpuz kabukları % 5 oranda tartılarak tüplere ilave edilmiştir. Tüpler iyice vortekslendikten sonra, MK ve KK'dan oluşabilecek mikrobiyal gelişmeyi önlemek amacıyla su banyosunda 90°C sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. Tüpler 24 saati aşmayacak şekilde analizde kullanılmak üzere 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Analiz için stoktan *L. acidophilus* ve *L. plantarum* kültürleri 5 mL MRS Broth besiyerlerine 0,1 mL aşılanmış ve 37°C'de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. Bu işlem iki kez tekrarlanmıştır. MRS Broth besiyerinde gelişen aktif kültürler steril peptonlu

su (1,0 g/L) (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak seyreltilmiştir. Önceden hazırlanmış toz karışimli sütlere uygun seyreltilerden aşılama düzeyi 10^4 kob/mL olacak şekilde 0,1'er mL aşılanmıştır. Daha sonra toz karışimli sütler vortekslenmiş ve 37°C 'de 40 saate kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince önceden belirlenen sürelerde (0., 2., 4., 6., 8., 10., 14., 16., 18., 20., 22., 24., 30., ve 40) her bir gruptan birer tüp alınarak ekim işlemi ve pH ölçümü yapılmıştır.

L. plantarum aşılanmış tüplerin ekim işlemi dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmıştır (Swanson ve ark., 1992). *L. plantarum* ile aşılanmış tüpler, uygun dilüsyonlarda seyreltilerek 1'er mL steril boş petri plakaların içine aktarılmıştır. Su banyosunda (50°C) bekletilen MRS agar besiyeri 15 mL olacak şekilde petrideki örneğin üzerine ilave edilmiştir. Agar oda sıcaklığında katılaşıncaya kadar bekletilmiş ve 37°C 'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. *L. acidophilus* aşılanmış tüplerden önceden belirlenmiş dilüsyonlarda seyreltme yapılarak 0,1 mL MRS agar besiyerine aktarılmış ve drigalski spatülü ile yayılmıştır. *L. acidophilus* mikroaerofilik bir mikroorganizma olduğu için ekim işlemi yapılmış petripler içine anaerocult C konulmuş (Merck, Almanya) 2,5 L hacminde anaerobik kavanozlara yerleştirilmiş, 37°C 'de 48-72 saat inkübe edilmiştir.

3.3.8. Veri analizi

L. plantarum ve *L. acidophilus*'un muz ve karpuz kabuğu tozlarında gelişme kinetiği deneysel verilerin DataFit (DataFit Windows sürüm 9.1.32, Oakdale Engineering, Oakdale, PA, ABD) yazılımı kullanılarak Gompertz eşitliğine uygulanmasıyla hesaplanmıştır. Gompertz eşitliği denklem 3.11'de verilmiştir.

$$L(t)=A + C \times \exp \{-\exp[-B \times (t-M)]\} \quad (3.11)$$

$L(t)$ = t zamanda logaritmik sayı

A = zaman sınırsız olarak azaldıkça bakterilerin asimptotik log sayısı [\log (kob/ml)]

C = t sınırsız olarak arttıkça ortaya çıkan asimptotik gelişme sayısı [\log (kob/ml)]

$B = M$ [\log (kob/ml) /M]'de nispi büyüme oranı.

Lag fazı süresi (LPD), jenerasyon süresi (GT), üstel büyüme hızı (EGR) ve maksimum popülasyon yoğunluğu (MPD) aşağıda verilen Gompertz parametre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LPD = M - (1/B) \quad (3.12)$$

$$GT = [\log(2)] e / B \times C \quad (3.13)$$

$$EGR = (B \times C) / e \quad (3.14)$$

$$MPD = A + C \quad (3.15)$$

3.3.9. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C depolama süresince probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisi

Önceden steril edilmiş erlenlere tam yağlı UHT sütler 50'er mL olacak şekilde dağıtılmış ve üzerine % 5 oranda muz ve karpuz kabuğu tozları ilave edilmiştir. Hazırlanan örnekler manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 90°C sıcaklıkta 15 dakika su banyosunda bekletilmiş, oda sıcaklığına gelen örnekler 24 saat süreyi aşmayacak şekilde 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Analiz için önceden stoktan *L. plantarum* ve *L. acidophilus* 2 kez aktifleştirilmiştir. Aktifleşen kültürlerden % 2 oranda toz karışımlı sütlere aşılanmış ve iyice vortekslelendikten sonra 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda örnekler 4°C'de 42 gün boyunca depolanmış ve 0., 7., 14., 28., 35., 42. günlerde ekimleri yapılmıştır.

3.3.10. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının probiyotik bakterinin safra tuzu direnci üzerine etkisi

MRS Broth'da 37°C'de 18 saat süreyle geliştirilen *L. plantarum*, içerisinde safra tuzu, MK ve KK tozları (% 5) bulunan önceden steril edilmiş 5 mL MRS Broth'a 1 mL

aşılınıp 37°C’de 3 saat inkübe edilmiştir. Kontrol olarak MK ve KK tozları MRS Broth’a katılmamış sadece safra tuzu aşılınıştır. İnkübasyonun 0. ve 3. saatinde tüplerden 1’er mL alınarak 9 mL peptonlu suyla uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve MRS Agara dökme plak kültürel sayım yöntemiyle ekim yapılmıştır. Sonuçlar 37°C 72 saatlik inkübasyonun ardından kolonilerin sayımı ile elde edilmiştir (Xanthopoulos ve ark., 2000).

L. acidophilus 24 saat boyunca 37°C’de MRS Broth’da geliştirilmiştir. İnkübasyondan sonra gelişen *L. acidophilus* santrifüj (9000 devir/10 dakika 4°C) edilmiş ve çöken pellet 2 kez peptonlu su ile yıkanmıştır. Son yıkama işleminden sonra supernatant boşaltılıp pellet ile analize devam edilmiştir. Pellet, içerisinde safra tuzu, MK ve KK tozları (% 5) bulunan önceden steril edilmiş 5 mL MRS Broth tüplerine aktararak 37°C’de 3 saat inkübe edilmiştir. Kontrol olarak MK ve KK tozları MRS Broth’a katılmamış sadece safra tuzu aşılınıştır. İnkübasyonun 0. ve 3. saatinde tüplerden 1’er mL alınarak 9 mL peptonlu suda uygun dilüsyonlar hazırlanmış ve MRS Agara 0,1 mL aşılınıarak yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler, içine anaerocult C (Merck, Almanya) konulmuş 2,5 L’lik anaerobik kavanozlara yerleştirilmiş, 37°C’de 72 saat inkübe edilmiştir. Ekim sonuçları kolonilerin sayımı ile elde edilmiştir (Kotsou ve ark., 2008).

3.3.11. İstatiksel değerlendirme

Sonuçların istatiksel değerlendirmeleri SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, version 28.0) paket programı ile varyans analizi yapılmış, gruplar arası farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir ($p<0,05$).

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Muz ve Karpuz Kabuk Tozlarının Kimyasal Bileşimi

Dondurularak kurutulan muz ve karpuz kabuğu tozlarının (Şekil 4.1.; Şekil 4.2.) kül, nem, ham yağ, ham protein, ham lif, karbonhidrat ve su aktivitesi analizleri yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden hesaplanarak Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Muz ve karpuz kabuğunun kimyasal analiz sonuçları

Bileşenler	MK	KK
Kül (%)	13,49 ± 0,11 ^a	12,37 ± 0,13 ^b
Nem (%)	10,98 ± 0,28 ^a	15,97 ± 0,65 ^b
Ham yağ (%)	6,27 ± 0,23	5,52 ± 0,71
Ham protein (%)	8,19 ± 0,26 ^a	11,46 ± 0,10 ^b
Ham lif (%)	7,28 ± 0,36 ^a	15,71 ± 0,80 ^b
Karbonhidrat (%)	53,79 ± 0,37 ^a	38,93 ± 1,87 ^b
Su aktivitesi	0,12 ± 0,00 ^a	0,19 ± 0,00 ^b

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.1. Dondurularak kurutulan muz kabuğu ve tozu

Gıdanın kül miktarı mikrobiyal gelişmeyi önleyen en önemli faktörlerden biri olup, gıdada bulunan inorganik bileşenlerin mineral maddelere bağlılığını göstermektedir

(Oyeyinka ve Afolayan, 2019). Çalışmada MK tozunun kül miktarı % 13,49 olarak tespit edilmiş, bu sonuç Essien ve ark. (2005) (% 13,44) bulduğu sonuca benzerlik gösterirken, Sodchit ve ark. (2013) (% 12,62), Romelle ve ark. (2016) (% 12,45) ve Puraikalan (2018) (% 12,95) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Araştırmada dondurarak kurutma işlemi uygulanan MK tozlarında gözlemlenen kül içeriğindeki artış, nemin uzaklaşması sonucunda besleyici öğelerin konsantrasyonunda meydana gelen artış olarak yorumlanmaktadır (Morris ve ark., 2004).

Nem içeriği, gıdaların raf ömrünü belirleyen bir indeks olup, düşük nem oranı olan gıdaların daha uzun raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir (Nwofia ve ark., 2012; Uyoh ve ark., 2013). Literatür verilerine göre MK tozunun nem içeriği % 6,90-9,52 arasında değişmektedir (Vu ve ark., 2017; Ighodaro, 2012; Sodchit ve ark., 2013). Buna göre bu çalışmada elde edilen MK tozunun nem içeriği % 10,98 olarak bulunmuş ve bu sonuç, Morais ve ark. (2017) (% 14,5) ve Oyeyinka ve Afolayan (2019) (% 20,87) tarafından yapılan çalışmaların sonucundan düşük bulunmuştur. Muz kabuğu tozunun yüksek miktarda nem içermesi depolama stabilitesini olumsuz etkilemektedir (Ogbonna ve ark., 2016).

Literatür verilerine göre muz kabuğu tozunun yağ miktarı % 4,34-8,40 arasında değişmektedir (Sodchit ve ark., 2013; Puraikalan, 2018; Morais ve ark., 2017; Ighodaro, 2012; Romelle ve ark., 2016). Bu çalışmada MK tozunun yağ miktarı % 6,27 olarak tespit edilmiş, bu sonuç Puraikalan (2018) (% 6,65) ve Ighodaro (2012) (% 6,22) yaptıkları çalışma sonuçlarına benzerlik göstermiş, Morais ve ark. (2017)'nin elde ettiği sonuçtan (% 5,9) yüksek bulunmuştur.

Bunlara ek olarak, dondurarak kurutulan muz kabuğu tozunun ham protein miktarı incelenmiş ve % 8,19 olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz sonuç (% 8,19), Ighodaro (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonucundan (% 7,18) yüksek, Romelle ve ark. (2016) tespit ettiği sonuçtan (% 10,44) ise düşük bulunmuştur. Wiriya ve ark. (2009) gıdaların protein içeriklerinin azalmasını, gıdaların uzun süre veya yüksek sıcaklıkta ısıtılma maruz kalması sonucunda meydana gelen mailard reaksiyonu ile

açıklamışlardır. Akpan ve Umoh (2004) tarafından yapılan bir diğer açıklamaya göre, ısıl işlem sırasında gıdalarda bulunan tanenler proteinler ile kompleks yapılar oluşturarak protein miktarının azalmasına neden olmaktadır.

Muz kabuğu tozlarının yüksek miktarda karbonhidrat ve diyet lifi içermesi birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Ugwuona ve ark., 2012, Okorie ve Onyeneke, 2012; Sharoba ve ark., 2013; Seleem ve Omran, 2014). Oyeyinka ve Afolayan (2019) ve Anhwange ve ark. (2009) tarafından yapılan araştırmalarda, muz kabuğunda bulunan diyet lifin bağırsak bakterilerinin gelişmesini desteklediği ve sindirim sistemi ile ilgili rahatsızlıkların tedavisinde kullanılabilir bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada MK tozunun ham lif miktarı % 7,28 olarak tespit edilmiş, bu sonuç Puraikalani (2018) (%11,51), Ighodaro (2012) (% 14,31) ve Romelle ve ark. (2016) (% 11,81) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından düşük bulunmuştur. Sonuçların farklı çıkma nedeninin, muzun yetiştiği iklim koşulları ve cinsi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Muz kabuğu tozunda yüksek oranda bulunan diğer en önemli bileşen karbonhidrat miktarıdır. Karbonhidratlar vücudun enerji kaynağını sağlayan başlıca besin ögesidir. Çalışmada dondurarak kurutulan muz kabuğu tozunun karbonhidrat miktarı % 53,79 olarak bulunmuş, bu sonuç Romelle ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmanın sonucundan (% 43,40) yüksek, Oyeyinka ve Afolayan (2019) (% 67,29) ve Sodchit ve ark. (2013) (% 56,35) sonuçlarından düşük bulunmuştur.

Su aktivitesi (aw), gıdada bulunan suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmaktadır. Su aktivitesi, bir gıda ürününün işlenmesi ve depolanması sırasında meydana gelebilecek fiziksel-kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalardan sorumlu olup, gıdanın raf ömrünü etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Çalışmada muz kabuğu tozunun su aktivitesi değeri 0,12 olarak bulunmuş olup, bu sonuç Vu ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucundan (0,20) daha düşüktür. Quek ve ark. (2007) muz kabuğu tozunun düşük su aktivitesi sayesinde işleme ve depolama sırasında mikrobiyal faaliyet ve oksidatif reaksiyonlara karşı kararlı olacağını belirtmiştir.



Şekil 4.2. Dondurularak kurutulmuş karpuz kabuğu ve tozu

Dondurularak kurutulmuş karpuz kabuk tozlarına (Şekil 4.2.) ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Çalışmada KK tozunun kül miktarı (% 12,37), Hoque ve Iqbal (2015) (% 12,61) ve El-Badry ve ark. (2014) (% 12,93) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile kıyaslanabilir düzeyde bulunurken, Romelle ve ark. (2016) tespit ettiği sonuçtan (% 5,03) yüksek bulunmuştur. Agoreyo ve ark. (2011) kül miktarının, kurutma işlemi sırasında uygulanan sıcaklık derecesiyle doğrudan bağlantılı olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada dondurularak kurutulmuş KK’ları vakum altında çok düşük sıcaklıklarda kurutulmuş ve bu süreçte kabukta bulunan ısıya duyarlı minerallerin kaybı en aza indirgenmiştir.

Nem miktarı KK’nın kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Çalışmada dondurularak kurutulmuş KK tozunun nem miktarı % 15,97 olarak bulunmuş, bu sonuç Hoque ve Iqbal (2015) tarafından kuru hava uygulayarak kurutulmuş KK tozunun nem miktarından (% 10,72) yüksek, Ho ve ark. (2016) çalışmasında dondurularak kurutulmuş KK tozunun sonucundan (% 18,86) ise düşük bulunmuştur. Morris ve ark. (2004), KK tozunun nem içeriğini düşürmede dondurularak kurutma işleminin en az etkili yöntem olduğunu, böylece kabukta bulunan bileşenlerin en az hasara uğrayacak şekilde kurutulduğunu bildirmişlerdir.

Bunlara ek olarak, KK tozunun ham yağ miktarı % 5,52 olarak bulunmuş, bu sonuç Hoque ve Iqbal (2015) (% 2,38), Mohan ve Shanmugam (2016) (% 2,9) ve El-Badry ve ark. (2014) (% 2,21) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Ho ve ark. (2016), KK tozunun düşük ham yağ içeriği sayesinde ransiditeye daha az duyarlı olabileceğini belirtmişlerdir.

KK tozunun ham protein miktarı çalışmada % 11,46 olarak tespit edilmiş, bu sonuç Hoque ve Iqbal (2015) (% 11,21) ve Ho ve ark. (2016) (% 11,82) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına benzerlik gösterirken, El-Badry ve ark. (2014) tarafından bulunan sonuçtan (% 8,70) yüksek olmuştur. Suarni ve Firmansyah (2008) düşük protein miktarını, kabukların kurutma işlemi sırasında maruz kaldıkları yüksek sıcaklık derecesiyle bağlantılı olduğunu bildirmiş, yüksek sıcaklıkta kabuklarda bulunan azot bileşiklerinin parçalanması sonucunda kabuğun daha düşük protein içeriği gösterdiğini açıklamışlardır.

Literatür verilerine göre KK tozunun ham lif miktarı % 15,79-26,31 arasında bulunmuştur (Sanwiriya ve Suleiman, 2019; El-Badry ve ark., 2014; Hoque ve Iqbal, 2015; Ho ve ark., 2016; Romelle ve ark., 2016). Çalışmada dondurarak kurutulan KK tozunun ham lif miktarı (% 15,71), El-Badry ve ark. (2014) çalışmasında bulunan sonuçtan (% 16,8) düşük bulunmuştur. Ho ve ark. (2016) lif içeriği yüksek KK tozlarının gıda ürünlerinin lif içeriğini zenginleştirmek amacıyla değerlendirilebilir bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada KK tozlarının karbonhidrat değeri % 38,93 olarak bulunmuş, bu sonuç Romelle ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmanın sonucundan (% 32,16) yüksek, Ho ve ark. (2016) çalışmasının sonucundan (% 47,77) ise düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak, Ho ve ark. (2016) KK tozunun karbonhidrat miktarının düşük olmasını sahip olduğu yüksek ham lif miktarı ile bağdaştırmışlardır.

Dondurarak kurutma işlemi sonucunda KK tozunun su aktivitesi değeri 0,19 olarak bulunmuş, bu sonuç Ho ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucundan (0,49) daha düşük bulunmuştur. Quek ve ark. (2007), karpuz kabuğu tozunun yüksek su aktivitesini, biyokimyasal reaksiyonlar için gerekli olan yüksek miktarda serbest su içermesine ve dolayısıyla tozun daha kısa raf ömrüne sahip olması ile açıklamışlardır. Genellikle, su aktivitesi (a_w)<0,6 olan gıdaların mikrobiyolojik bozulmalara karşı dayanıklı oldukları kabul edilmiş olsa da kimyasal bozulmalara karşı kolayca indüklendiği kanıtlanmıştır (Quek ve ark., 2007).

4.2. Su ve Yağ Tutma Kapasitesi Sonuçları

Karpuz ve muz kabuğu tozlarının su tutma ve yağ tutma kapasiteleri, fizyolojik ve teknolojik açıdan diyet lifin önemini göstermektedir (Wachirasiri ve ark., 2009). Çalışmada dondurarak kurutulan muz ve karpuz kabuk tozlarının su ve yağ tutma kapasiteleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Muz ve karpuz kabuk tozlarının kuru madde üzerinden su ve yağ tutma kapasiteleri

Örnek	MK	KK
Su tutma kapasitesi (g su/g)	5,59 ± 0,01	5,72 ± 0,07
Yağ tutma kapasitesi (g yağ/g)	2,78 ± 0,10 ^a	2,60 ± 0,10 ^b

a-b: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Su tutma kapasitesi, kurutulmuş tozun birim kütlesi başına absorbe ettiği su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Literatür verilerine göre MK tozunun su tutma kapasitesi 3,83-6,57 g su/g arasında değişmektedir (Salih ve ark., 2017; Savlak ve ark., 2016; Wachirasiri ve ark., 2009). Bu çalışmada MK tozunun su tutma kapasitesi 5,59 g su/g olarak bulunmuş olup, bu sonuç Wachirasiri ve ark. (2009) çalışmasında bulunduğu sonuçtan (6,57 g su/g) düşük, Salih ve ark. (2017) tespit ettiği sonuçtan (3,83 g su/g) ise yüksektir. Mohd Dom ve ark. (2021) MK tozunun gözenekli yapısının su tutma kapasitesini etkilediğini tespit etmiş, kabuk tozlarının partikül boyutu arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada dondurularak kurutulan muz kabuğunda oluşan gözenek yapısının su tutma kapasitesini arttırdığı düşünülmektedir. Buna ek olarak, Savlak ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada MK tozunun yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasını, meyve lifinde bulunan pektin ve hemiselüloz konsantrasyonu ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Ramli ve ark. (2001) MK tozlarının yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasını, toz taneciklerin şişmesine atfetmiş ve kabukların bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde sarı erişte üretiminde kullanıldığını bildirmişlerdir. Eshak (2016) çalışmasında, MK tozunu (% 10) buğday unu ile karıştırarak Mısır'a özel olan balady ekmeğinin su tutma

kapasitesini 7,9 ml/g'dan 10,2 ml/g'a yükseldiğini tespit etmiştir. Buna dayanarak, Eshak (2016) MK tozunun su tutma kapasitesini yüksek lif içeriğine sahip olması ile açıklamıştır. Bir diğer çalışmada, Zaini ve ark. (2021) MK tozunu (% 6) piliç sosisi üretimi sırasında ilave ederek, sosisin su tutma kapasitesinin % 6,54'den % 9,28 yükseldiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada dondurarak kurutulan karpuz kabuğu tozlarının su tutma kapasitesi 5,72 g su/g olarak tespit edilmiş (Tablo 4.2.), bu sonuç Al-sayed ve Ahmed (2013) (7,13 g su/g), Mohan ve Shanmugam (2016) (11,40 g su/g) ve Ho ve ark. (2017) (7,36 g su/g) çalışmalarında buldukları sonuçlardan düşük bulunmuştur. Su tutma kapasitesi gıdanın diyet lifi içeriği hakkında bize bilgi verdiği kadar, jelatinize olan nişastanın da göstergesidir. Mohan ve Shanmugam (2016) kurutma yönteminin KK tozunun su tutma kapasitesini etkilediğini, kuru hava ile kurutulan kabukların dokuları hasara uğrayıp daha yüksek su tutma kapasitesi sergilerken, dondurarak kurutma işleminde daha düşük su tutma kapasitesine sahip olduklarını açıklamışlardır. Hoque ve Iqbal (2015), KK tozunun (% 10) kekin hacmini ve su tutma kapasitesini arttırdığını tespit etmiş, bunu KK tozunda bulunan yağ, selüloz, hemiselüloz, lignin ve diyet lifi bileşenlerinin mevcudiyeti ile açıklamışlardır. Buna dayanarak, Obatolu ve ark. (2007) KK tozu gibi yüksek su tutma kapasitesine sahip tozların, unlu mamullerde nem kaybından kaynaklanan bayatlamayı gidermek amacıyla ürün formülasyonuna katılabileceğini bildirmişlerdir.

Yağ tutma kapasitesi, formüle edilmiş gıdalarda kullanılan bazı bileşenlerin bir başka fonksiyonel özelliğidir (Kuntz, 1994). Wachirasiri ve ark. (2009) yağ tutma kapasitesi yüksek olan bileşenlerin, yağ oranı yüksek gıdaların yağını absorbe etmek amacıyla emülgatör olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Çalışmada dondurarak kurutulan MK tozlarının yağ tutma kapasitesi 2,78 g yağ/g olarak tespit edilmiş olup, bu sonuç Rodríguez-Ambriz ve ark. (2008) (2,0 g yağ/g) ve Mohd Dom ve ark. (2021) (0,99 g yağ/g) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın kurutma yönteminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Literatür verilerine göre karpuz kabuğu tozunun yağ tutma kapasitesi 1,65-3,08 g yağ/g arasında değişmektedir (Al-sayed ve Ahmed, 2013; Egbonu, 2015; Ho ve ark., 2017). Bu çalışmada KK tozunun yağ tutma kapasitesi 2,60 g yağ/g olarak tespit edilmiş ve bu sonuç, Al-sayed ve Ahmed (2013) (1,65 g yağ/g) ve Egbonu (2015) (1,65 g yağ/g) çalışmalarında buldukları sonuçtan yüksek, Ho ve ark. (2017) bulduğu sonuçtan ise (3,08 g yağ/g) düşük bulunmuştur. Ho ve ark. (2017) gıdada bulunan proteinlerin, kapiler etki yoluyla polar olmayan amino asitlerin sayısını artırarak gıdanın yağ tutma kapasitesini etkilediğini belirtmişlerdir. Buna dayanarak, Obasi ve ark. (2014) ısıtılmış gıdaların düşük yağ tutma kapasitesini, yüksek sıcaklık sonucunda sayısı artan polar olmayan amino asitlerin hidrofobik yapıya sahip olması ile açıklamışlardır. Bir diğer çalışmada Imoisi ve ark. (2020), KK tozunun (% 30) ekmeğin yağ tutma kapasitesini 1,791'den 2,150 g yağ/g'a çıkardığını tespit etmişlerdir. Kaushal ve ark. (2012), unlu mamullerde kullanılacak unun yüksek yağ tutma kapasitesine sahip olmasının, gıdanın lezzetini ve raf ömrünü arttırmada kolaylık sağladığını bildirmişlerdir.

4.3. Muz ve Karpuz Kabuğu Ekstraktlarının Antimikrobiyal Aktivite Analiz Sonuçları

Muz ve karpuz kabuklarından elde edilen ekstraktların (Şekil 4.3.) antimikrobiyal aktivitesi Gram negatif, Gram pozitif ve probiyotik bakterilere karşı disk difüzyon yöntemi ile test edilmiş, Benzatin penisilin G pozitif kontrol olarak kullanılmıştır (Tablo 4.3.).



Şekil 4.3. Muz ve karpuz kabuklarından elde edilen ekstraktlar

Tablo 4.3.'de verilen muz kabuğu (MK) ekstrakt sonuçlarına göre, muz kabuğu etanol ekstraktı (MKE), *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* hariç tüm bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterirken, muz kabuğu metanol ekstraktı (MKM), en yüksek aktiviteyi *B.cereus*'a (20 mm) ve en düşük aktiviteyi ise *E. coli* O157:H7'e (8 mm) karşı göstermiştir. Muz ve karpuz kabuk ekstraktları arasında muz kabuğu aseton ekstraktı (MKA), *S. Typhimurium*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösteren ve 16 mm'lik zon çapı ile kontrol örneği ile aynı aktiviteyi gösteren tek ekstrakt olmuştur. Bunlara ek olarak, *L. monocytogenes*'e karşı hiçbir MK ekstraktı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. Benzer sonuç Hanafy ve ark. (2021) tarafından bulunmuş, *L. monocytogenes*'e karşı MKM ve MKE ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada Kavitha ve ark. (2019) MKE ekstraktının *S. aureus* (9,53 mm), *P. aeruginosa* (12,26 mm) ve *E. coli*'ye (11,49 mm) karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişler ve saptanan değerler bizim sonuçlarımıza benzerlik göstermiştir. Sirajudin ve ark. (2014) MKE ekstraktının 1000 mg/ml konsantrasyonda *B. cereus*'u (10 mm) inhibe ettiğini rapor etmişler ve aynı sonuç bu çalışmada da bulunmuştur.

Muz kabuğu ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi *L. plantarum* ve *L. acidophilus* üzerinde denenmiş olup, ekstraktlar arasında sadece MKE ekstraktı probiyotik bakteriler üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Tablo 4.3.).

Govindappa ve ark. (2011)'nin açıklamasına göre, muz kabuğu çeşidinin içerdiği biyoaktif bileşen konsantrasyonu değişmekte ve kullanılan çözücünün polaritesi muz kabuğu ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite göstermesini doğrudan etkilemektedir.

Tablo 4.3. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının Gram negatif, Gram pozitif ve probiyotik bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesi (mm)

	Muz kabuğu ekstraktları			Karpuz kabuğu ekstraktları				Benzatin Penisilin G (Kontrol)
	MKA	MKM	MKE	KKA	KKM	KKE	KKS	
<i>S. Enteritidis</i>	15	12	9	-	-	-	-	17
<i>S. Typhimurium</i>	16	-	-	-	-	-	-	16
<i>E. coli</i> O157:H7	8	8	14	-	20	20	-	13
<i>P. aeruginosa</i>	15	-	13	-	13	16	-	30
<i>E. coli</i>	-	-	12	8	23	-	12	13
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	-	14	-	20	-	40
<i>B. cereus</i>	10	20	10	13	19	14	10	40
<i>S. aureus</i>	8	-	10	-	-	15	-	30
<i>L. plantarum</i>	-	-	12	11	9	-	-	30
<i>L. acidophilus</i>	-	-	15	10	-	11	-	60

MKA: muz kabuğu aseton; MKM: muz kabuğu metanol; MKE: muz kabuğu etanol; KKA: karpuz kabuğu aseton; KKM: karpuz kabuğu metanol; KKE: karpuz kabuğu etanol; KKS: karpuz kabuğu su

Öte yandan karpuz kabuğu (KK) ekstraktları arasında karpuz kabuğu metanol ekstraktı (KKM), 23 mm'lik zon çapı ile en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi *E.coli*'ye karşı gösterirken, pozitif kontrol olarak kullanılan antibiyotik (13 mm), KKM ekstraktından daha düşük antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Buna karşın, karpuz kabuğu aseton ekstraktı (KKA), karpuz kabuğu ekstraktları arasında 8 mm zon çapı ile en düşük aktiviteyi *E.coli*'ye karşı sergilemiştir. Bunu takiben, karpuz kabuğu etanol ekstraktı (KKE) en yüksek aktiviteyi (20 mm) *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes*'e karşı sergilemiştir. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktları arasında karpuz kabuğu su ekstraktı (KKS), en az sayıda bakteriyi inhibe eden ekstrakt olup sadece *E. coli* ve *B. cereus*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Ehiowemwenguan ve ark. (2014) bitki tozlarında bulunan biyoaktif bileşenlerin etanol, metanol ve aseton gibi organik çözücülerde hızla çözüldüğünü rapor etmişlerdir. Bener şekilde, çalışmada hazırlanan KKS ekstraktı diğer ekstraktlara kıyasla daha zayıf antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Yapılan önceki çalışmalar, KKM ve KKE ekstraktlarının, bizim çalışmada kullanılan mikroorganizmalar dahil olmak üzere Gram negatif ve Gram pozitif bakterileri inhibe ettiğini göstermiştir (Cemaluk, 2015; El Zawawy, 2015; Neglo ve ark., 2021).

Bunlara ek olarak, KK ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi *L. plantarum* ve *L. acidophilus*'a karşı denenmiş ve elde edilen sonuçlar, *L. acidophilus*'un KKM ve KKS, *L. plantarum*'un ise KKE ve KKS ekstraktlarına karşı dirençli olduğunu göstermiştir.

4.4. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) Radikalini Giderme Aktivitesi

Muz ve karpuz kabuk ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri Tablo 4.4. ve Şekil 4.4.'de gösterilmiştir. Antioksidan analizlerinde kullanılmak üzere hazırlanan ekstraktlardan muz kabuğu su ekstraktı filtre kağıdından süzülmediği için çalışmaya diğer ekstraktlar ile devam edilmiştir.

Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri sırasıyla % 34,78-50,00 ve % 30,53-50,88 aralıklarında bulunmuştur. Her iki kabuk tozunun metanol ve etanol ekstraktları benzer DPPH radikal giderme aktiviteleri sergilemiştir. Buna karşılık, KKA ekstraktı MKA ekstraktından daha yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi göstermiştir ($p<0,05$).

MK ve KK ekstraktlarından elde edilen DPPH sonuçları, ekstraktlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). MK ekstraktlarında en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi metanol ekstraktında (% 50,00), bunu takiben aseton (% 35,97) ve etanol (% 34,78) ekstraktlarında saptanmıştır.

Muz kabuğu, yapısında bulundurduğu yüksek miktardaki fenolik bileşikler sayesinde doğal bir antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedir (Alkarkhi ve ark., 2010). Aboul-Enein (2016) çalışmasında MK metanol ekstraktının (% 45.76), etanol ekstraktından (% 40.45) daha yüksek oranda DPPH radikal giderme aktivitesi sergilediğini belirtmiştir. Benzer durum Babbar ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada görülmüş, MK metanol ekstraktının (% 43) yüksek serbest radikal giderici aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonucun aksine, Majid ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada MKE ekstraktının, yüksek DPPH

radikal giderici aktiviteye (% 56,34) sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmadaki Bazı sonuçların literatürden farklılık göstermesi, kullanılan meyvelerin çeşidi ve uygulanan ekstraksiyon yöntemi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

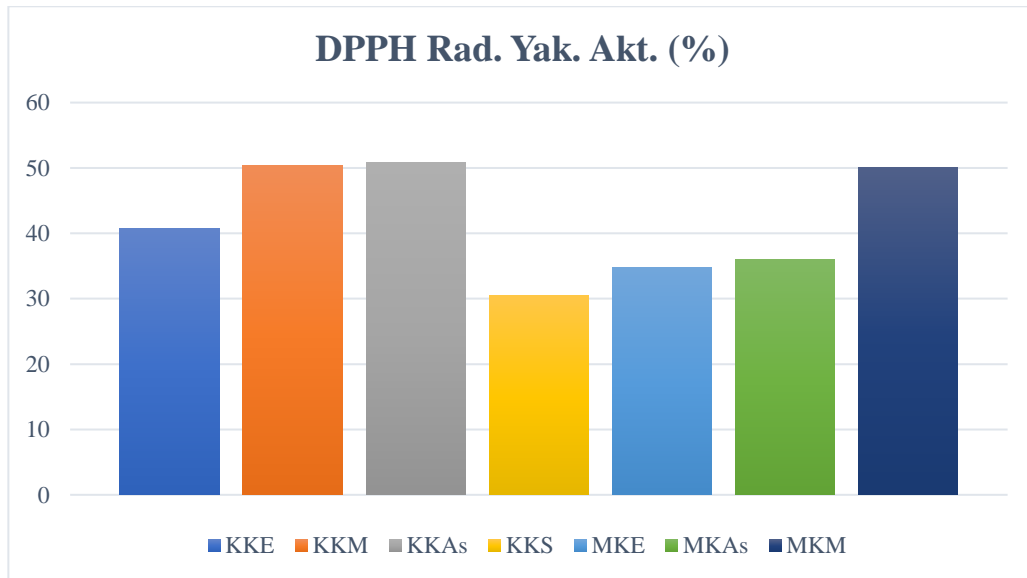
Tablo 4.4. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri (%)

Ekstrakt	MK	KK
Etanol	34,78 ± 1,68 ^a	40,81 ± 0,21 ^a
Metanol	50,00 ± 0,00 ^b	50,40 ± 0,42 ^b
Aseton	35,97 ± 0,14 ^{a,x}	50,89 ± 0,49 ^{b,y}
Su	-	30,53 ± 0,21 ^c

MK: Muz kabuğu, KK: Karpuz kabuğu

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

x-y: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 4.4. Muz kabuğu ve karpuz kabuğu ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri (%)

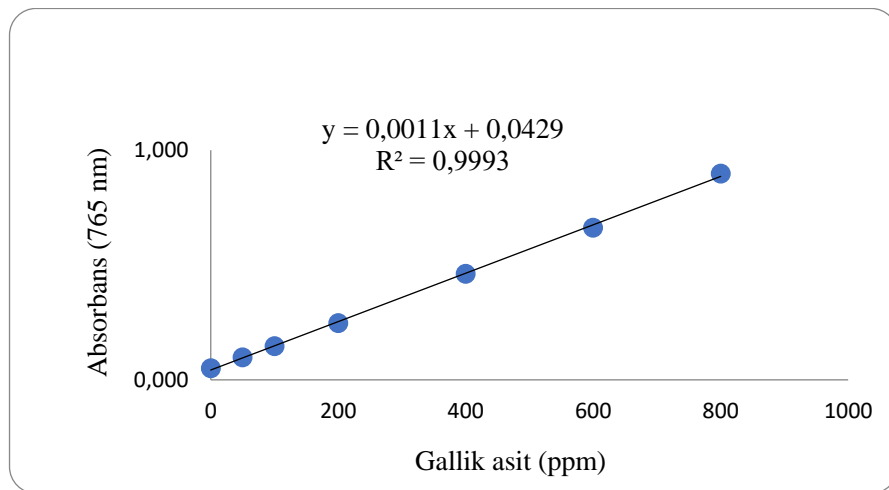
Karpuz kabuğu ekstraktlarının DPPH radikal giderme aktiviteleri Tablo 4.4.'de verilmiştir. Sonuçlara göre, KKM (% 50,40) ve KKA (% 50,89) ekstraktları benzer DPPH radikal giderme aktivitesi gösterirken, KKE (% 40,81) ve KKS (% 30,53)

ekstraktlarından daha yüksek antioksidan aktivite sergilemişlerdir ($p<0,05$). Bu çalışmada elde edilen KKM ekstraktının (% 50.40) antioksidan aktivitesi, Wakid ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonucu ile (%50.1) benzer bulunmuştur.

Karpuz kabuğunun sitrülün bakımından zengin olması, antioksidan aktivite göstermesinin en önemli nedenidir. Sitrülün esansiyel olmayan amino asit olup, ilk kez karpuz suyunda tespit edilmiştir (Rimando ve Perkins – Veazie, 2005). El zawawy (2015) yaptığı çalışmada, KKE ve MKE ekstraktlarının DPPH radikalini giderme aktivitelerini sırasıyla % 89,16 ve % 69,56 olarak saptamış ve mevcut çalışmanın sonuçlarından oldukça yüksek bulunmuştur. Çalışmadaki sonuçların literatür verileri ile farklılık göstermesi meyvenin yetiştiği coğrafi iklim veya ekstraksiyon yöntemi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Aboul-Enein ve ark. (2016) kabuk ekstraktlarının yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi göstermelerini yapısında bulunan yüksek miktarda toplam fenolik ve flavonoid maddelere atfetmişlerdir.

4.5. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Muz ve karpuz kabuklarından elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Şekil 4.5.'de gösterilen gallik asit kalibrasyon eğrisi ile hesaplanmış, sonuçlar mg GAE/g üzerinden ifade edilerek Tablo 4.5.'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Gallik asit standart eğrisi

Muz kabuğu ve karpuz kabuğu ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 5,85-49,21 mg GAE/g ve 3,25-12,48 mg GAE/g arasında değişkenlik göstermiştir. MK ve KK ekstraktları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). MK metanol (49,21 mg GAE/g) ekstraktının toplam fenolik madde miktarı KK'dan yüksek bulunurken, KK aseton (12,48 mg GAE/g) ve etanol (7,27 mg GAE/g) ekstraktları MK'dan daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.5. Muz ve karpuz kabuğu ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE /g)

Ekstrakt	MK	KK
Etanol	5,85 ± 0,30 ^{a, x}	7,27 ± 0,20 ^{a, y}
Metanol	49,21 ± 2,93 ^{b, x}	10,64 ± 0,26 ^{b, y}
Aseton	10,71 ± 0,17 ^{a, x}	12,48 ± 0,25 ^{c, y}
Su	-	3,25 ± 0,37 ^d

MK: Muz kabuğu, KK: Karpuz kabuğu

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

x-y: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Araştırmada elde edilen MK metanol ekstraktının toplam fenolik madde değeri (49,24 mg GAE/g), Fatemeh ve ark. (2012) (5,85 mg GAE/g) ve Aboul-Enein ve ark. (2016) (17,89 mg GAE/g) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarından farklı bulunmuştur. MPharm ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise etanol (% 95 v/v) ile ekstrakte edilen muz kabuğu için en yüksek toplam fenolik madde değeri 55,48 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçtan (5,85 mg GAE/g) oldukça yüksek bulunmasının ekstrakt hazırlama yöntemi ile alakadar olabileceği düşünülmektedir.

Someya ve ark. (2002) muz kabuğunda bulunan toplam fenolik madde miktarının (9,07 mg GAE/g), muz meyvesinin toplam fenolik madde miktarından (2,32 mg/g) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

KK ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla en yüksek aseton, metanol, etanol ve su ekstraktlarında bulunmuştur (Tablo 4.5.). Feizy ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, KK etanol ekstraktının toplam fenolik madde miktarı 24,73,03 mg GAE/g olarak bulunmuş, bu sonuç bizim çalışmamızda 7,27 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada, Neglo ve ark. (2021) tarafından güneşte kurutulmuş KK tozlarından elde edilen metanol ekstraktının toplam fenolik madde miktarı (0,087 mg GAE/g) mevcut çalışmanın sonucundan (10,64 mg GAE/g) düşük bulunmuştur. Çalışmada elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriklerinin literatür ile farklılık göstermesinin sebebi kullanılan çözgen çeşidi, kurutma yöntemi ve meyvenin çeşidi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

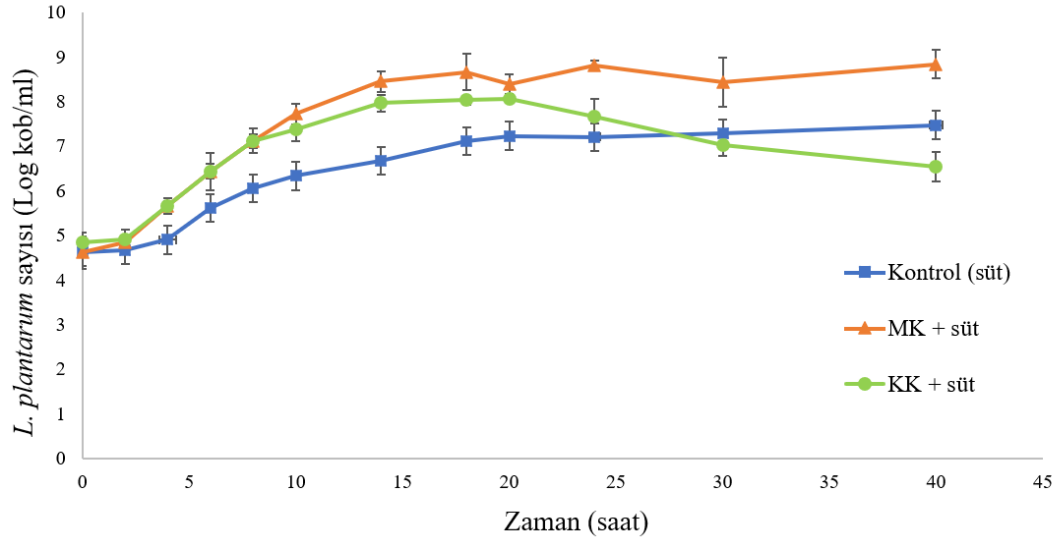
Aboul-Enein ve ark. (2016) ekstraksiyon işlemi sırasında kullanılan çözücünün polaritesinin kabuktaki toplam fenol, flavonoid ve tanen miktarlarını etkilediğini bildirmişlerdir. Türkmen ve ark. (2016) bitkilerin toplam fenolik madde miktarının antioksidan aktivite ile bağlantılı olduğunu ve kullanılan çözücü çeşidinin fenolik madde miktarını etkilediğini rapor etmişler, buna ek olarak, bitki kabuklarının en yüksek fenolik bileşenlere sahip olduğunu açıklamışlardır.

4.6. Muz ve Karpuz Kabuklarının Prebiyotik Etkisi

4.6.1. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının *L. plantarum*'un gelişimine etkisi

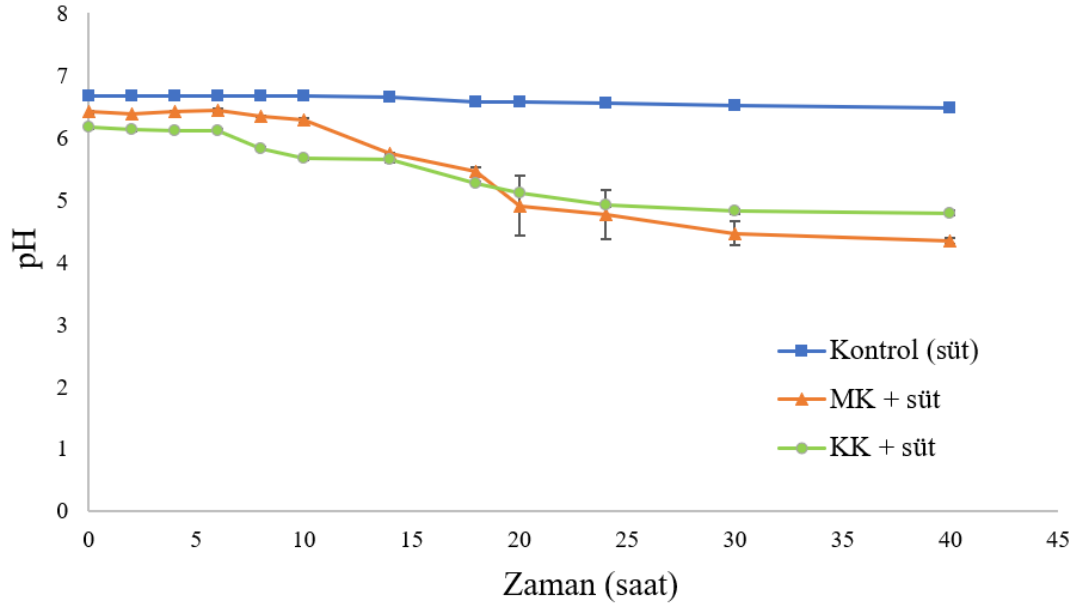
Muz ve karpuz kabuğu tozlarının *L. plantarum*'un gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla % 5 oranında kabuk tozu ilave edilmiş tam yağlı süte 10^3 - 10^4 kob/mL düzeyinde *L. plantarum* aşılansmış ve 37°C'de 40 saat süreyle inkübe edilmiştir. Kontrol olarak kabuk tozu ilave edilmemiş süte aynı işlemler uygulanmıştır. *L. plantarum*'un bu üç farklı ortamdaki gelişme eğrileri Şekil 4.6.'daki grafikte gösterilmiştir. Kabuk tozu ilave edilmemiş sütte (kontrol) *L. plantarum* sayısı 20. saatte 7,22 log kob/mL düzeyine ulaşmıştır. Sonraki 20 saatte popülasyonda hafif bir artış gözlenmiş ve inkübasyon periyodunun sonunda 7,47 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Karpuz kabuğu ilave edilmiş sütte (KK) en yüksek sayıya 20. saatte ulaşmış (8,06 log kob/mL), ancak daha sonra *L. plantarum* sayısı yaklaşık 1,5 log

kob/mL azalmıştır. Muz kabuğu ilave edilmiş sütte (MK) ise 24. saatte 8,81 log kob/mL düzeyine ulaşmış ve inkübasyon süresinin sonuna kadar yaklaşık aynı düzeyde kalmıştır.



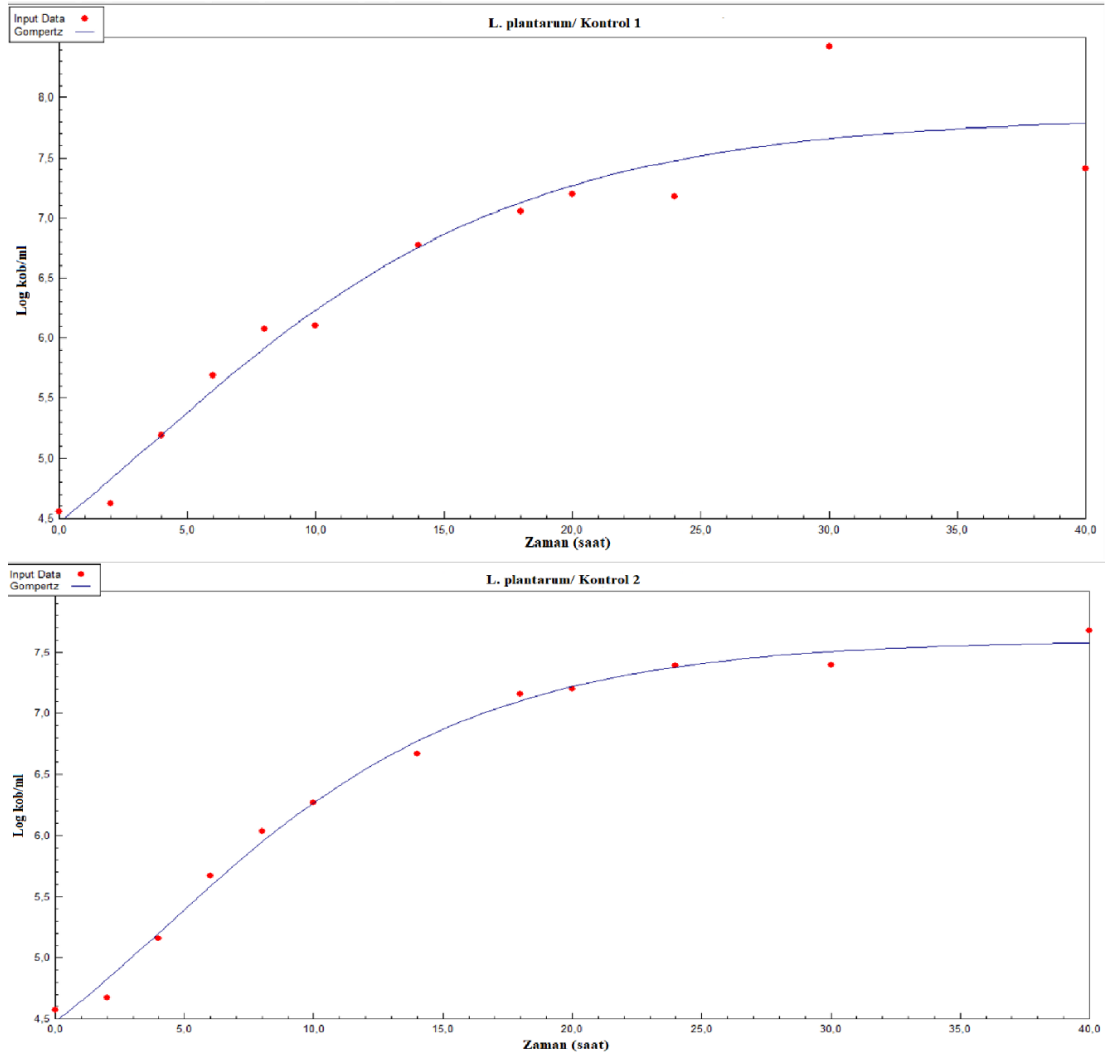
Şekil 4.6. *L. plantarum*'un 37 °C sıcaklıkta muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte gelişme eğrisi

KK, MK ve süt örneklerinin başlangıç pH'ları sırasıyla 6,17; 6,41 ve 6,67 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.7.). İnkübasyonun ilk 10 saatinde MK örneklerinin pH'sında önemli bir değişiklik gözlenmemiş ($p>0,05$), ancak 10. ve 24. saatler arasında yaklaşık 1,5 birim azalmıştır. Son pH değeri 40 saatlik inkübasyon sonunda 4,31 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). KK örneklerinin pH değerlerinde ilk 6 saat inkübasyonda önemli değişiklik görülmemiş, 6. ve 24. saatler arasında 1,2 birim azalmıştır. MK örneğinin başlangıç pH'sı KK örneklerinin başlangıç pH değerinden yüksek olsa da inkübasyon sonunda MK'in pH'sı daha fazla düşüş göstermiştir. Öte yandan, kontrol örneğinin pH değerlerinde kayda değer bir değişim görülmemiştir ($p>0,05$). *L. plantarum* inoküle edilmiş süt, KK ve MK örneklerinde 40 saatlik inkübasyondan sonra Δ pH değerleri sırasıyla 0,19; 1,38 ve 2,07 olarak hesaplanmıştır.

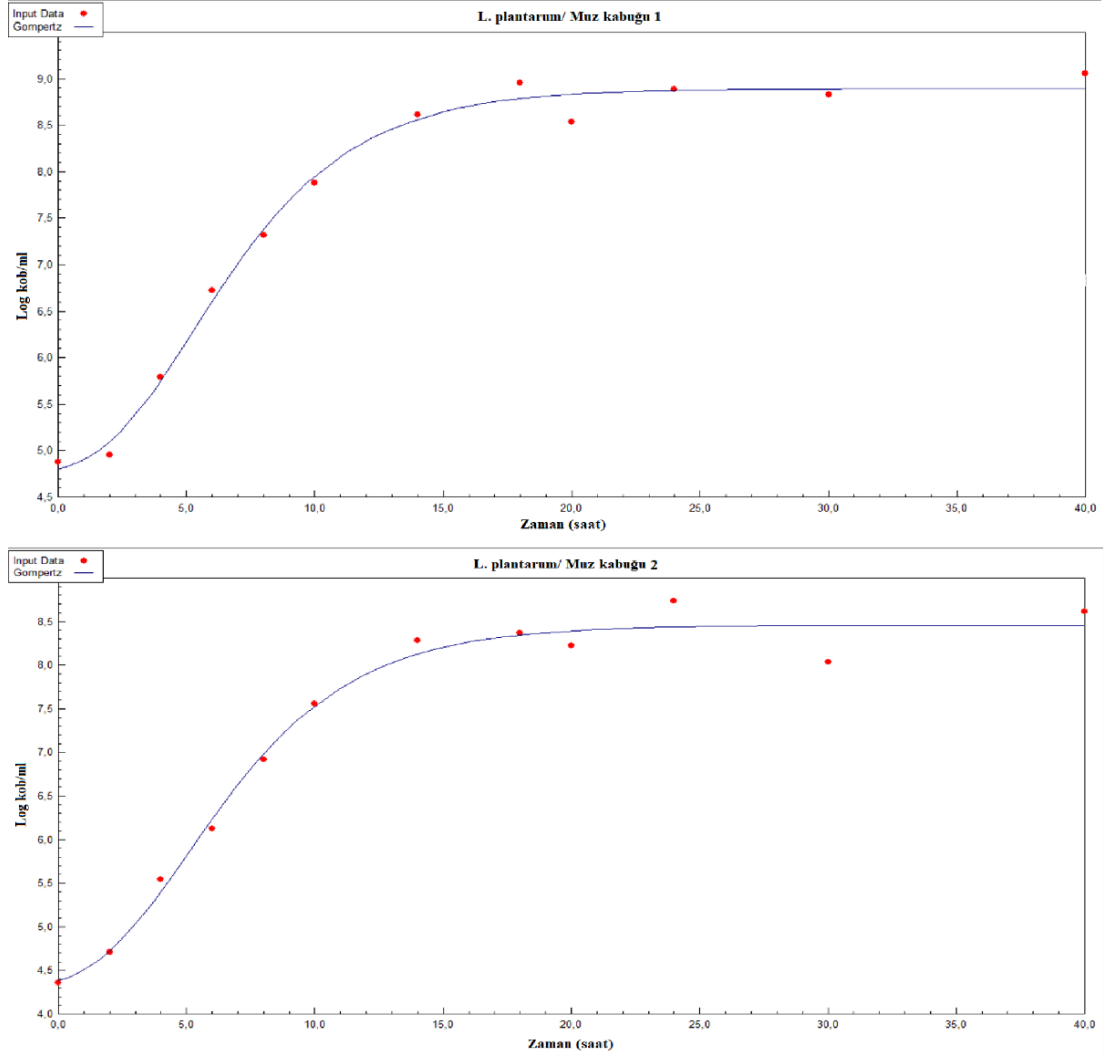


Şekil 4.7. *L. plantarum*'un muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte 37°C inkübasyonda pH değerleri.

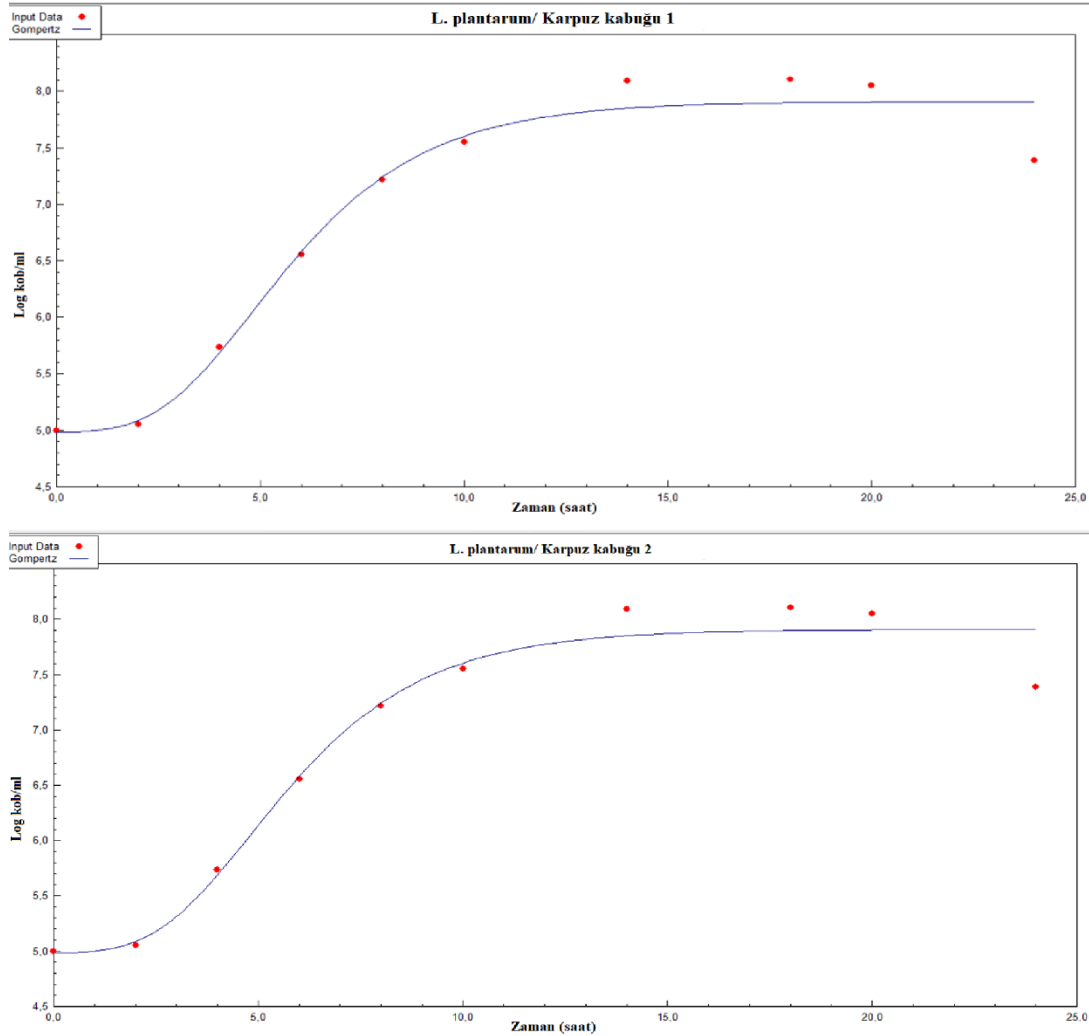
L. plantarum'un kabuk tozu ilave edilmiş sütte gelişme kinetiğini hesaplamak amacıyla deneysel veriler DataFit yazılımı kullanılarak Gompertz büyüme modeline uyumlanmıştır. Şekil 4.8., 4.9. ve 4.10.'da DataFit programında elde edilen Gompertz büyüme modeline uyumlama ile ilgili grafikler gösterilmiştir.



Şekil 4.8. *L. plantarum* 'un kontrol örneğinde doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması



Şekil 4.9. *L. plantarum*'un muz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması



Şekil 4.10. *L. plantarum*'un karpuz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması

Her bir tekerrür için lag faz süresi, ikilenme süresi, üstel büyüme hızı ve maksimum popülasyon yoğunluğu hesaplanmış, iki tekerrür ortalaması Tablo 4.6.'da verilmiştir. Regresyon katsayısı (r^2) kontrol, MK ve KK örnekleri için sırasıyla 0,97; 0,99 ve 0,98 olarak hesaplanmıştır. Gompertz denklemi kullanılarak kabuk tozu ilave edilmemiş sütte (kontrol) lag fazı süresi için hesaplanan değer negatiftir (-3,93 saat). Negatif değerler lag fazı olmadığını, diğer bir deyişle *L. plantarum*'un ortama hemen adapte olduğunu ve yavaş da olsa çoğalmaya başladığını göstermektedir. Gompertz büyüme modelinin kullanıldığı bazı çalışmalarda da lag fazı için negatif değerler elde edilmiş olup, bu durum modelin "0" (sıfır) değerini tahmin etmede yetersiz olduğu şeklinde açıklanmıştır (Morales ve ark., 2017; Stuckey ve Oh, 2018; Özön ve Erdinçler, 2019).

Tablo 4.6. *L. plantarum*'un 37°C'de muz ve karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte gelişme parametreleri

Gelişme Ortamı	Lag Faz Süresi (saat)	İkilenme Süresi (saat)	Üstel Büyüme Hızı (log ((kob/mL) /saat)	Maksimum Popülasyon Yoğunluğu (log kob/mL)	Regresyon Katsayısı (r^2)
Süt	-3,93 ± 1,40 ^a	1,58 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,00 ^a	7,72 ± 0,17 ^a	0,97 ± 0,04
Süt + MK	1,55 ± 0,21 ^b	0,71 ± 0,01 ^b	0,43 ± 0,01 ^b	8,68 ± 0,31 ^b	0,99 ± 0,00
Süt + KK	2,01 ± 0,67 ^b	0,72 ± 0,09 ^b	0,42 ± 0,05 ^b	7,96 ± 0,07 ^{ab}	0,98 ± 0,01

a-b aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Muz kabuğu ve karpuz kabuğu ilave edilmiş sütte *L. plantarum*'un lag fazı süresi sırasıyla 1,55 ve 2,01 saattir. Bu sonuç *L. plantarum*'un muz veya karpuz kabuğu tozu varlığında ortama adapte olabilmesi için zamana ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Diğer yandan ikilenme süresi sütte 1,58 saat iken MK ve KK örneklerinde sırasıyla 0,71 ve 0,72 saat olarak hesaplanmıştır. Buna göre her iki kabuk tozunun ilavesi de lag fazı süresini uzatmakla birlikte ikilenme süresini önemli düzeyde kısaltmıştır (p<0,05). Benzer şekilde MK ve KK örneklerinde üstel büyüme hızı kontrol örneğindeki üstel büyüme hızının iki katından fazladır (p<0,05). Diğer yandan maksimum popülasyon yoğunluğu MK örneklerinde 8,68 log kob/mL olup, kontrol örneğinden önemli düzeyde yüksektir (p<0,05). Buna göre ikilenme süresi, üstel büyüme hızı ve maksimum popülasyon yoğunluğu dikkate alındığında muz kabuğu ve karpuz kabuğu ilavesinin *L. plantarum*'un sütte gelişimine olumlu katkıda bulunduğu söylenebilir.

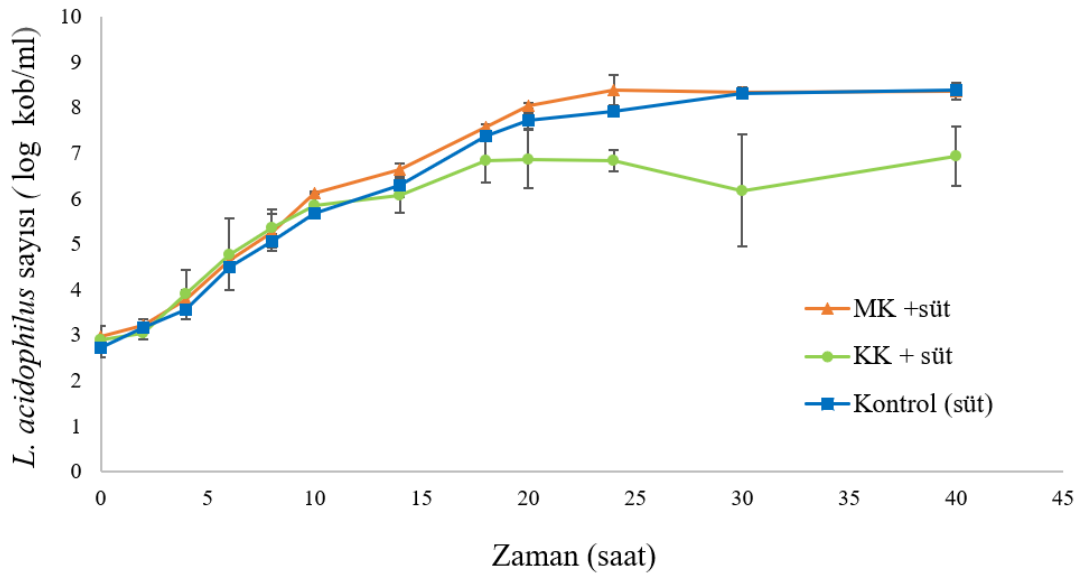
Zhou ve ark. (2009) *Lactobacillus casei* ile fermente edilmiş sütte 40 saat inkübasyon süresince pH'da meydana gelen düşüşün, ortamda oluşan titre edilebilir asidin artmasına ve laktik asit bakterilerinin karbonhidratları parçalayarak sayılarını artırmasıyla açıklamaktadır. Ancak bu çalışmada kabuk tozu ilave edilmemiş sütte 40 saatlik inkübasyon süresince *L. plantarum* sayısı yaklaşık 3 log birimi artmasına rağmen pH değerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Δ pH = 0,16; Şekil 4.6, 4.6). Benzer sonuç Matejčková ve ark. (2016) tarafından da gözlenmiş olup *L. plantarum* inoküle edilmiş sütte 37°C'de 24 saatlik inkübasyon sonrası pH değerinde 0,13 birim azalma kaydedilmiştir. Araştırmacılar bu sonucu *L. plantarum*'un laktoz kullanımının ve prüvatı laktik aside çevirme yeteneğinin zayıf olmasına bağlamışlardır. *L. plantarum*'un sütte maksimum popülasyon yoğunluğu 7,72 log kob/mL olarak bulunmuş ve yaklaşık 24 saatte durağan faza girdiği gözlenmiştir

(Tablo 4.6.; Şekil 4.6.). Benzer şekilde Matejčková ve ark. (2016) da 37°C’de 24 saatte durağan faza ulaşıldığını ve maksimum popülasyon yoğunluğunun 7,62 log kob/mL olduğunu rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada, Matejčková ve ark. (2019) *L. plantarum*’un maksimum popülasyon yoğunluğunun MRS broth’da $9,60 \pm 0,38$ log kob/mL, sütte $7,58 \pm 0,33$ log kob/mL ve laktozsuz sütte ise $7,72 \pm 0,20$ log kob/mL olduğunu bildirmiştir.

L. plantarum muz veya karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte kontrol örneğine göre daha kısa ikilenme süresi ve daha yüksek maksimum popülasyon yoğunluğu ile gelişmiş ve daha düşük pH değerine ulaşılmıştır (Tablo 4.6.; Şekil 4.7.). Bu durum *L. plantarum*’un sütte gelişebilmesine rağmen laktozu yeterince kullanmadığını, buna karşın muz ve karpuz kabuğu tozu ilavesinin probiyotik bakterinin gelişimini teşvik edecek fermente olabilir karbonhidrat kaynağı sağladığı ve böylece kabuk tozu ilave edilmiş sütte *L. plantarum*’un gelişebildiği şeklinde açıklanabilir. Kabuk tozu ilave edilmiş MK ve KK örneklerindeki pH düşüşü bu olguyu desteklemektedir. *L. plantarum* dahil bazı laktobasil türlerinin selülaz ve hemiselülaz gibi enzimleri ürettikleri bilinmektedir (Sharp ve ark., 1992; Zabidi ve ark., 2020). Powthong ve ark. (2020) muz meyvesinden elde edilen tozun MRS Broth besiyerine ilavesinin probiyotik bakterilerin gelişimlerini teşvik ettiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bazı probiyotik bakterilerin muzdaki sindirilemeyen karbonhidratları metabolize ederek kendi gelişimlerini destekleyen kısa zincirli yağ asitlerini ürettiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Sah ve ark. (2016) da probiyotik yoğurda ananas tozu ilavesinin fermantasyon süresini kısalttığını ve kabuk tozunun ilave karbonhidrat kaynağı sağladığından pH değerinin daha çabuk düştüğünü gözlemlemişlerdir. Zahid ve ark. (2021) dondurularak kurutulmuş muz, elma ve mango kabuğunun probiyotik bakterilerin gelişimini desteklediğini ve MRS Broth besiyerine ilave edildiğinde 24 saatlik inkübasyonda *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* ve *Bifidobacterium lactis* sayısının 10 log kob/mL’nin üzerine çıktığını rapor etmişlerdir. Farees ve ark. (2017) olgun muzların kabuklarından hazırladıkları sıvı ortamı besiyeri olarak kullanmışlar ve probiyotik laktobasillerin gelişimini desteklediğini belirlemişlerdir.

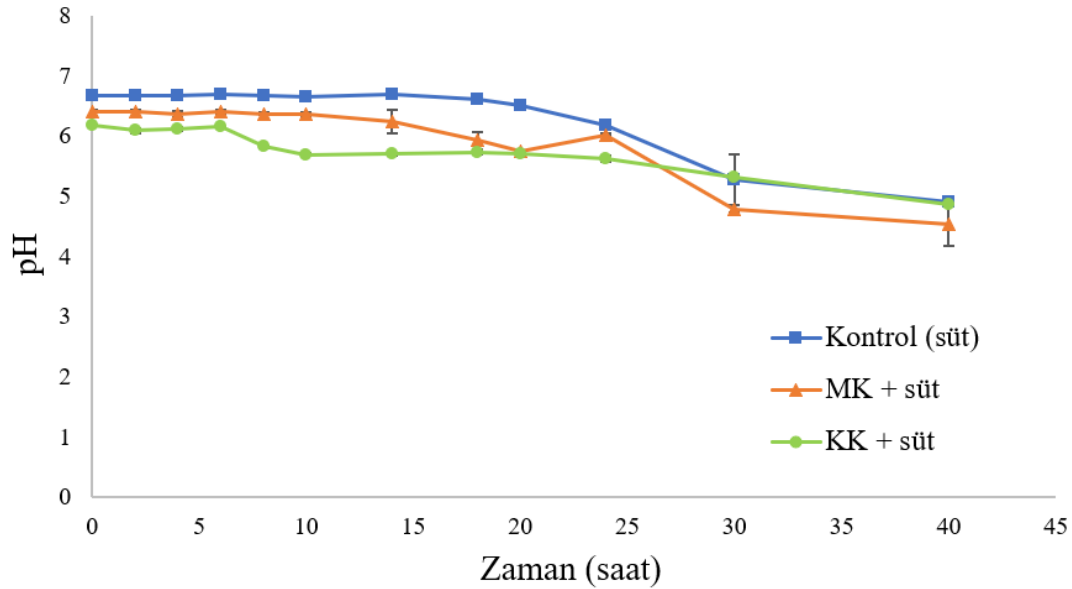
4.6.2. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının *L. acidophilus*'un gelişimine etkisi

L. plantarum'da uygulandığı gibi MK ve KK tozlarının *L. acidophilus*'un gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla % 5 oranında kabuk tozu ilave edilmiş ve kabuk tozu ilave edilmemiş (kontrol) tam yağlı sütlere 10^3 - 10^4 kob/mL düzeyinde *L. acidophilus* aşılanmış ve 37°C'de 40 saat süreyle inkübe edilmiştir. *L. acidophilus*'un bu üç farklı ortamdaki gelişme eğrileri Şekil 4.11.'deki grafikte gösterilmiştir. Kabuk tozu ilave edilmemiş sütte (kontrol) *L. acidophilus* sayısı 20. saatte 7,71 log kob/mL düzeyine ulaşmıştır. Sonraki 10 saatte popülasyonda artış gözlenmiş ve inkübasyon periyodunun sonuna doğru durağan faza geçiş yaparak hücre sayısı 8,38 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte (KK) ise ilk 20 saatte *L. acidophilus* sayısı 6,85 log kob/mL düzeyine ulaşmış, sonraki 10 saatte popülasyonda düşüş gözlenmiş (6,17 log kob/mL) ve inkübasyon periyodunun sonunda 6,92 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Muz kabuğu ilave edilmiş sütte (MK) ise *L. acidophilus* en yüksek sayıya 24. saatte ulaşmış (8,38 log kob/mL) ve inkübasyon süresinin sonuna kadar yaklaşık aynı düzeyde kalmıştır.



Şekil 4.11. *L. acidophilus*'un 37 °C sıcaklıkta muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte gelişme eğrisi sütte gelişme eğrisi

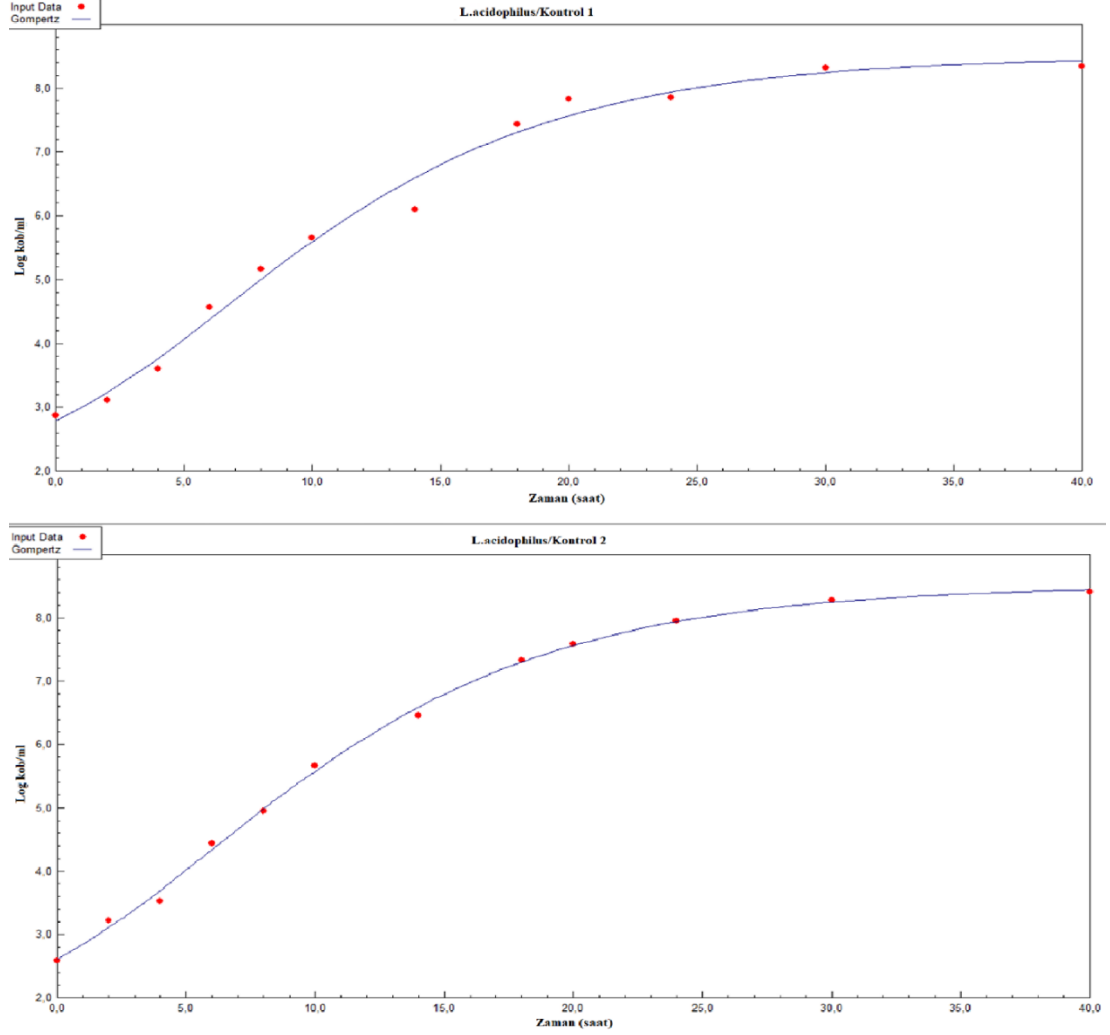
KK, MK ve süt örneklerinin başlangıç pH'ları sırasıyla 6,16; 6,42 ve 6,66 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.12.). İnkübasyonun ilk 14 saatinde MK örneklerinin pH'sında önemli bir değişiklik gözlenmemiş ($p>0,05$), ancak 14. ve 30. saatler arasında yaklaşık 1,4 birim azalmıştır. Son pH değeri 40 saatlik inkübasyon sonunda 4,53 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). KK örneklerinin pH değerlerinde ilk 6 saat inkübasyonda önemli değişiklik görülmemiş ($p>0,05$), ancak inkübasyonun 6. ve 30. saatleri arasında 0,84 birim azalmıştır. KK örneklerinin nihai pH değeri, 40 saatlik inkübasyon sonunda 4,86 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). *L. plantarum*'da görüldüğü gibi MK örneğinin başlangıç pH'sı KK örneklerinin başlangıç pH değerinden yüksek olsa da inkübasyon sonunda MK'ın pH'sı daha fazla düşüş göstermiştir. Öte yandan, *L. plantarum* kontrol örneğinin pH değerlerinde kayda değer bir değişim görülmezken, *L. acidophilus* kontrol örneğinin pH değerleri ilk 24 saate kadar hafif düşüşler göstermiş ($p>0,05$) ve inkübasyon sonunda pH değeri 40. saatte 4,91 olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). *L. acidophilus* inoküle edilmiş süt, KK ve MK örneklerinde 40 saatlik inkübasyondan sonra Δ pH değerleri sırasıyla 1,76; 1,31 ve 1,88 olarak hesaplanmıştır.



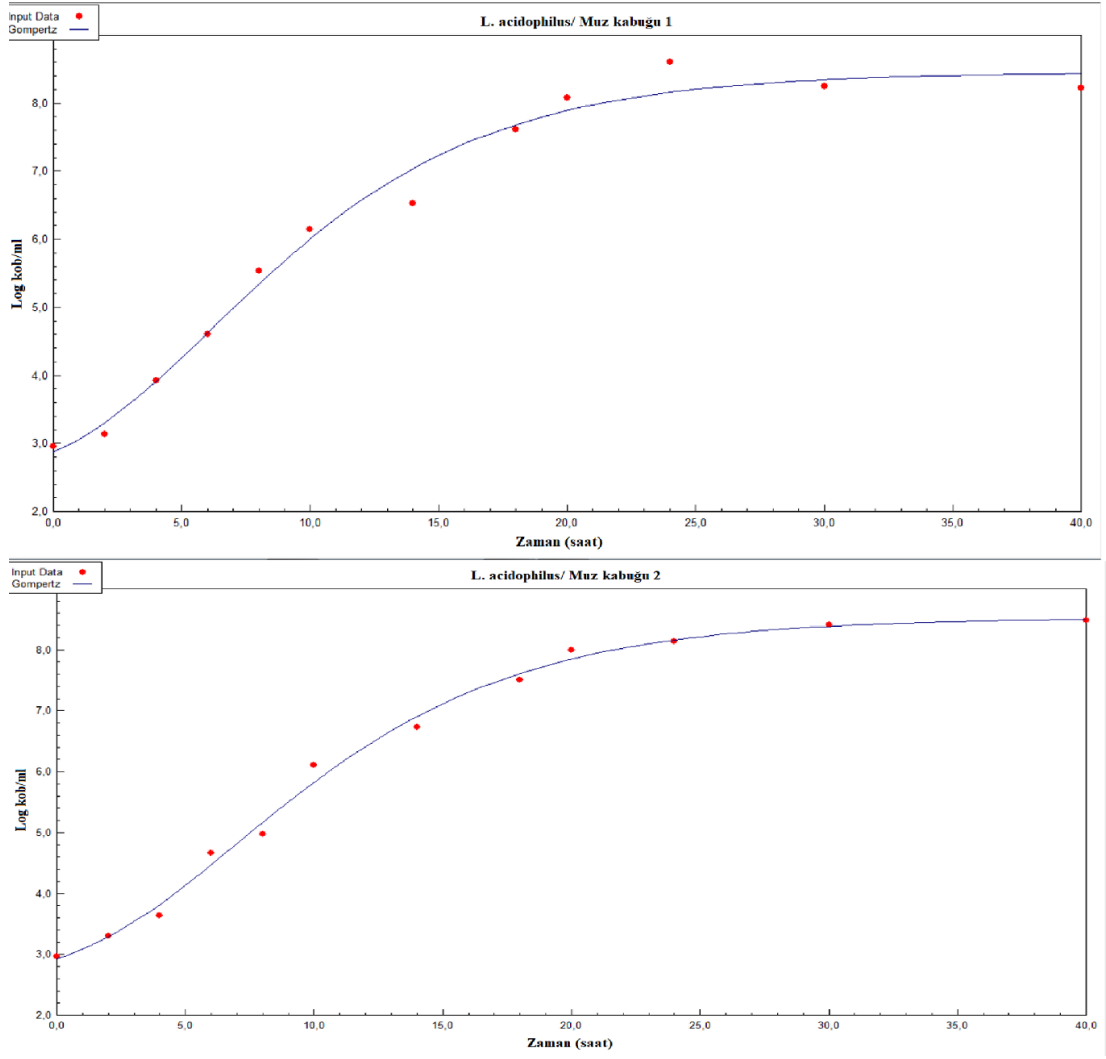
Şekil 4.12. *L. acidophilus* muz kabuğu, karpuz kabuğu ve sütte 37°C inkübasyonda pH değerleri.

L. acidophilus'un kabuk tozu ilave edilmiş sütte gelişme kinetiğini hesaplamak amacıyla deneysel veriler DataFit yazılımı kullanılarak Gompertz büyüme modeline

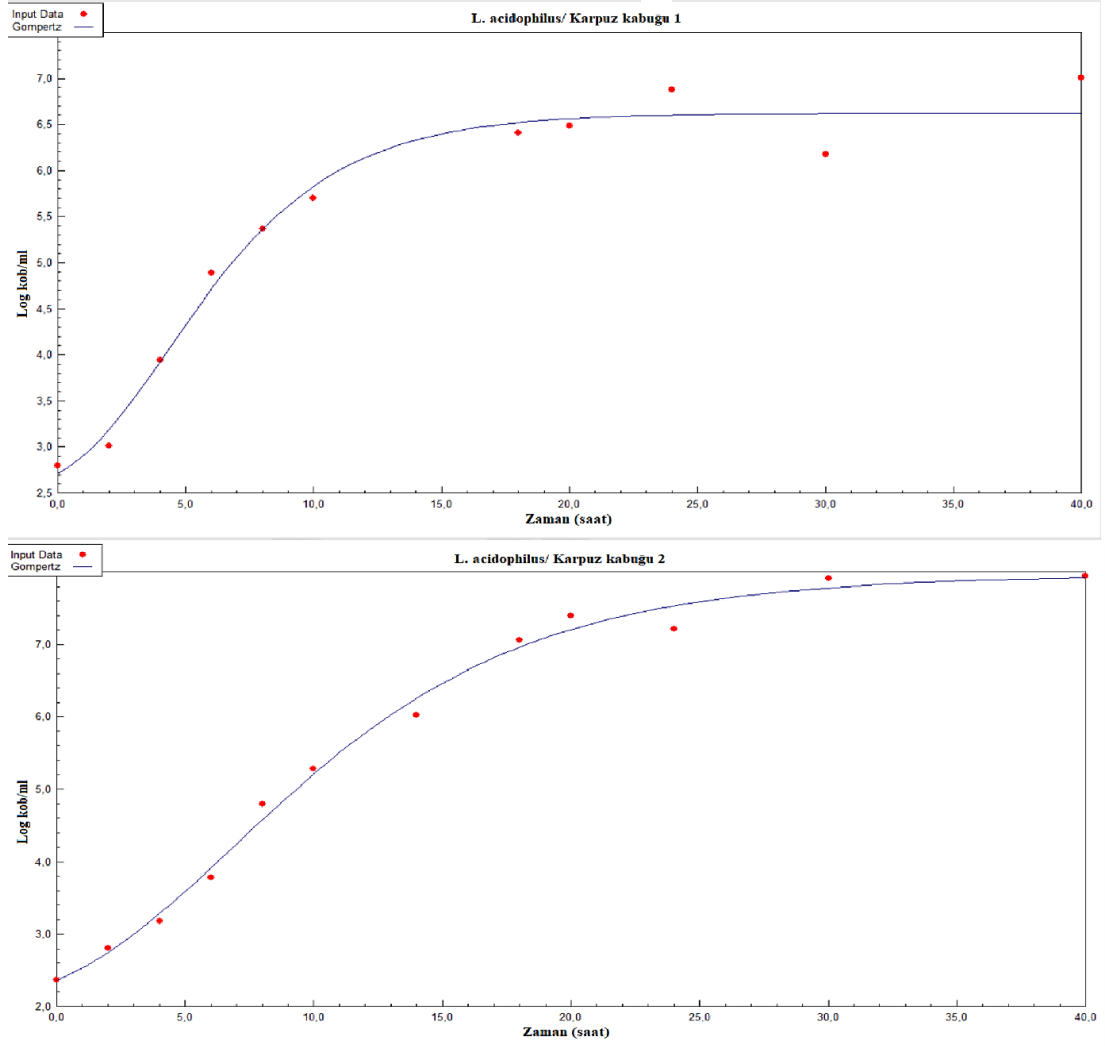
uyumlanmıştır. Şekil 4.13., 4.14. ve 4.15.'de DataFit programında elde edilen Gompertz büyüme modeline uyumlama ile ilgili grafikler gösterilmiştir.



Şekil 4.13. *L. acidophilus*'un kontrol örneğinde doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması



Şekil 4.14. *L. acidophilus*'un muz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması



Şekil 4.15. *L. acidophilus*'un karpuz kabuğunda doğrusal olmayan gelişme eğrilerinin Gompertz büyüme modeline uyumlanması

Her bir tekerrür için lag faz süresi, ikilenme süresi, üstel büyüme hızı ve maksimum popülasyon yoğunluğu hesaplanmış, iki tekerrür ortalaması Tablo 4.7.'de verilmiştir. Regresyon katsayısı (r^2) kontrol, MK ve KK örnekleri için sırasıyla 1,00; 0,99 ve 0,99 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7. *L. acidophilus*'un 37°C'de muz ve karpuz kabuğu tozu ilave edilmiş sütte gelişme parametreleri.

Gelişme Ortamı	Lag Faz Süresi (saat)	İkilenme Süresi (saat)	Üstel Büyüme Hızı (log ((kob/mL) /saat)	Maksimum Popülasyon Yoğunluğu (log kob/mL)	Regresyon Katsayısı (r^2)
Süt	-1,27 ± 0,54 ^a	0,95 ± 0,02	0,32 ± 0,01	8,51 ± 0,01	1,00 ± 0,01
Süt + MK	0,51 ± 0,38 ^b	0,84 ± 0,03	0,36 ± 0,01	8,49 ± 0,05	0,99 ± 0,00
Süt + KK	0,42 ± 0,19 ^b	0,83 ± 0,11	0,37 ± 0,05	7,29 ± 0,94	0,99 ± 0,01

a-b aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Gompertz denklemi kullanılarak *L. acidophilus*'un kabuk tozu ilave edilmeyen sütte lag faz süresi -1,27 saat, MK ve KK ilave edilmiş sütlerde ise sırasıyla 0,51 ve 0,42 saat olarak hesaplanmıştır. Bu değerler *L. acidophilus*'un MK ve KK varlığında ortama adapte olması için zaman gerektirirken, kabuk tozu ilave edilmemiş sütte adaptasyon süresine gerek duymadığını göstermektedir. Öte yandan ikilenme süresi sütte 0,95 saat iken MK ve KK örneklerinde sırasıyla 0,84 ve 0,83 saat olarak hesaplanmıştır ($p > 0,05$). Buna göre her iki kabuk tozunun ilavesi *L. acidophilus*'un ortama adaptasyon süresini önemli düzeyde kısalttığı gibi ($p < 0,05$) ikilenme süresini de kısaltmıştır ($p > 0,05$). *L. acidophilus*'un üstel büyüme hızı MK ve KK örneklerinde neredeyse aynı değerdeyken, kontrol örneği çok az farkla daha düşük üstel büyüme hızı göstermiştir ($p > 0,05$). Diğer yandan maksimum popülasyon yoğunluğu kontrol ve MK örneklerinde benzer sonuçlar gösterirken, KK örneğinde *L. acidophilus* sayısı yaklaşık 1,20 log kob/mL düzeyde düşük sonuç göstermiştir ($p > 0,05$). Bu sonuçlara dayanarak, muz ve karpuz kabuğu tozu ilavesinin *L. acidophilus*'un sütte gelişmesini olumlu veya olumsuz etkilemediği anlaşılmaktadır.

Chan ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *L. acidophilus* ve yabani kirazdan elde edilen lif (% 3) ile fermente edilen koyun sütününün 10 saat inkübasyon süresince pH'sında 0,33-0,34 birim düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durum Szopa ve ark. (2017) tarafından, yabani kirazda bulunan fenolik asit, organik asit ve C vitamini miktarlarının yüksek olmasına ve laktik asit bakterilerinin karbonhidratları parçalayarak sayılarını artırmasıyla açıklanmaktadır. Benzer durum bu çalışmada da görülmüş olup, 10 saat inkübasyon sonunda karpuz kabuğu tozu aşılansız sütlerin pH'sı 0,48 birim düşüş göstermiştir (Şekil 4.12.).

L. acidophilus'un sütte maksimum popülasyon yoğunluğu 8,51 log kob/mL olarak bulunmuş ve 24 saatten sonra durağan faza girdiği gözlenmiştir (Tablo 4.7.; Şekil 4.12.). Benzer sonuç Ostlie ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada bulunmuş, *L. acidophilus* sayısı 24 saatte durağan faza ulaşmış ve maksimum popülasyon yoğunluğunun 8,50 log kob/mL ulaştığını rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada, Coşansu ve ark. (2021) *L. acidophilus*'un maksimum popülasyon yoğunluğunun MRS Broth'da 6,46 log kob/mL, beyaz pirinç sütünde 6,64 log kob/mL ve siyah pirinç sütünde 7,48 log kob/mL olduğunu bildirmişlerdir.

L. plantarum'da olduğu gibi *L. acidophilus* MK ve KK tozu ilave edilmiş sütte kontrol örneğine göre daha kısa ikilenme süresi ve daha düşük pH değerine ulaşmıştır (Tablo 4.7.; Şekil 4.12.). Bu durum MK ve KK'da bulunan yüksek miktarda karbonhidratların *L. acidophilus*'un hızlı bir şekilde gelişmesini desteklemesiyle açıklanabilir. Kherade ve ark. (2021) yeşil ve sarı muz kabuklarından elde ettikleri fruktooligosakkarit (FOS)'in MRS Broth besiyerine ilavesinin *Bifidobacterium bifidum* gelişmesini desteklediğini ve 37°C 24 saat inkübasyon sonunda hücre sayısını yaklaşık 8,90 log kob/mL çıkardığını tespit etmişlerdir. FOS, muz kabuğunda bulunan polisakkaritlerin enzimatik reaksiyon veya hidroliz yoluyla parçalanması sonucunda elde edilmektedir. Laktik asit bakterilerinin gelişmesi bileşiminde sukroz, rafinoz ve maltoz bulunan besiyerinde güç olurken, FOS gibi glikoz ve früktozdan oluşan glikozit bağları bulunmayan basit şekerlerde kolaylıkla geliştikleri belirlenmiştir (Suryadjaja, 2005). Bir diğer çalışmada Hao ve ark. (2021), karpuz kabuğundan ekstrakte edilen polisakkaritin MRS Broth besiyerinde *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium bifidum* sayılarını 37°C 48 saat inkübasyon sonunda yaklaşık 1 log kob/mL artırdığını tespit etmişlerdir. Bunlara ek olarak, Diaz-Vela ve ark. (2013) ananas kabuğu tozunun probiyotik bakterilerin gelişimini desteklediğini ve MRS Broth besiyerine ilave edildiğinde 10 saatlik inkübasyon sonunda *Pediococcus pentosaceus*, *Aerococcus viridans* ve *Lactobacillus rhamnosus* bakteri hücre sayılarının 9 log kob/mL'nin üzerine çıktığını rapor etmişlerdir.

4.6.3. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C sıcaklıkta *L. plantarum*'un canlılığı üzerine etkisi

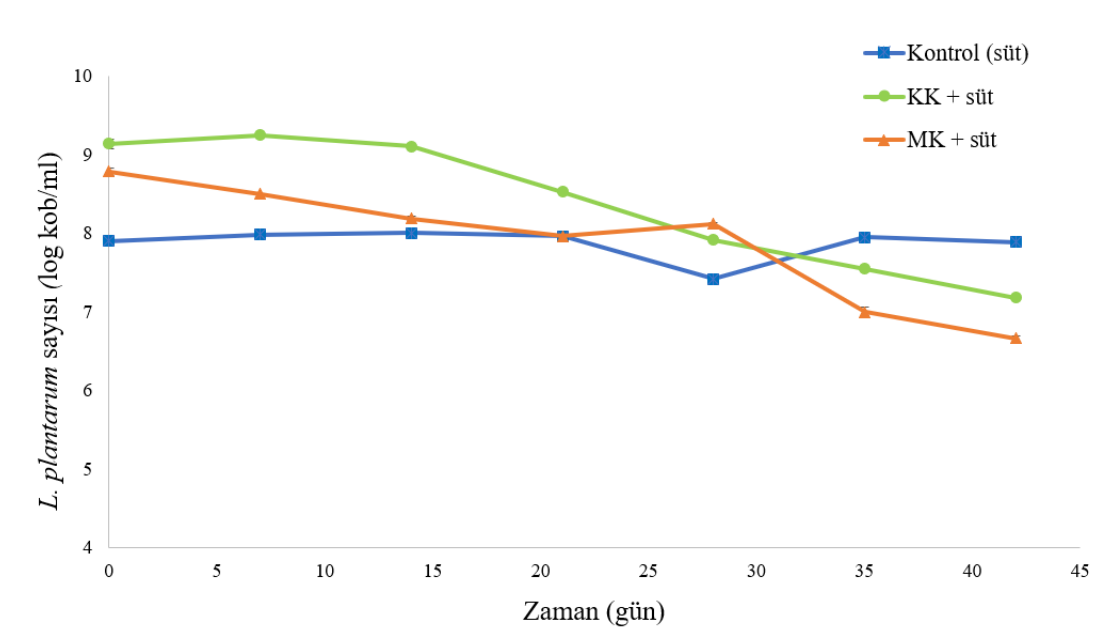
L. plantarum'un 4°C buzdolabı sıcaklığında % 5 oranında Muz ve karpuz kabuğu tozları ilave edilmiş ve kabuk tozları ilave edilmemiş sütte canlı kalması süresini belirlemek amacıyla, süt örneklerine *L. plantarum* aşılansmış ve 37°C'de 24 saatlik inkübasyon süresini takiben 4°C'de 42 gün boyunca buzdolabında depolanmıştır (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. 4°C depolama sıcaklığında bekletilen MK + süt, KK + süt örnekleri

L. plantarum'un MK, KK ve süt örneklerinde canlı kalma süreleri Şekil 4.17.'deki grafikte gösterilmiştir. Kabuk tozu ilave edilmemiş sütte (kontrol) ilk 21 gün boyunca önemli düşüşler gözlenmemiş hücre sayısı 7,96 log kob/mL düzeyine ulaşmış ($p>0,05$), ancak hücre sayısı 28. gün hafif azalma göstererek 7,42 log kob/mL'ye düşmüştür. Depolamanın 42. gününe kadar *L. plantarum*'un hücre sayısı yaklaşık aynı düzeyde kalarak 7,89 log kob/mL olmuştur ($p>0,05$) (Şekil.17.). Muz kabuğu ilave edilmiş sütte ise depolamanın ilk 21 gününde, *L. plantarum*'un hücre sayısında yaklaşık 1 log kob/mL düzeyde azalma gözlenmiş ve hücre sayısı 7,97 log kob/mL'ye düşmüştür. Bunu takiben, 28. gününde popülasyonda hafif bir artış gözlenmiş ve depolamanın 42. gününe kadar kademeli azalma göstererek son hücre sayısı 6,66 log kob/ mL olmuştur ($p<0,05$). Öte yandan, karpuz kabuğu ilave edilmiş süt örneğinde *L. plantarum* hücre sayısında ilk 14 gün boyunca önemli değişiklik görülmemiş ($p>0,05$), depolamanın 42. gününe kadar kademeli azalma göstererek son hücre sayısı 7,19 log

kob/mL'ye ulaşmıştır ($p < 0,05$). Sonuç olarak, kabuk tozu içermeyen (kontrol), muz kabuğu ve karpuz kabuğu içeren süt örneklerinde *L. plantarum* hücre sayısındaki azalmalar sırasıyla 0,01; 1,96 ve 2,12 log kob/mL olmuştur.



Şekil 4.17. *L. plantarum*'un 4°C depolama sıcaklığında canlı kalma eğrisi

Al-Hindi ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, nar kabuğu tozu (300 mg/mL) ile zenginleştirilmiş sütte *L. plantarum*'un hücre sayısının 4°C 30 gün depolama sonunda 9,33 log kob/mL'den 8,02 log kob/mL düzeyine düştüğünü bildirmişlerdir. Nualkaekul ve Charalampopoulos (2011) tarafından probiyotik bakterilerin vücutta etkili olabilmesi ve olası hastalıklara karşı direnç gösterebilmesi için probiyotik ürünlerde en az 10^6 - 10^7 log kob/mL düzeyinde bulunması gerektiğini açıklanmıştır. Bu çalışmada *L. plantarum*'un hücre sayısı her üç ortamda depolamanın 42. gününe kadar 10^6 log kob/mL'in altına düşmemiştir. Yoon ve ark. (2004) tarafından 4°C depolama süresince probiyotik bakteri hücre sayılarında azalmanın görülmemesini ortamdaki pH'ın sabit kalmasına atfetmişlerdir. Hussein ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada nohut ununun probiyotik bakterilerin gelişimini desteklediğini ve probiyotik yoğurda % 3 oranında ilave edildiğinde 4°C 21 gün depolama süresince *B. bifidum*, *B. animalis* subsp.lactic ve *L. acidophilus* sayısını 8,5 log kob/mL üzerine çıkardığını rapor etmişlerdir. Bu durum araştırmacılar tarafından nohutta oligosakkarit olarak bulunan rafinozun bulunmasıyla açıklanmış, oligosakkaritlerin probiyotik

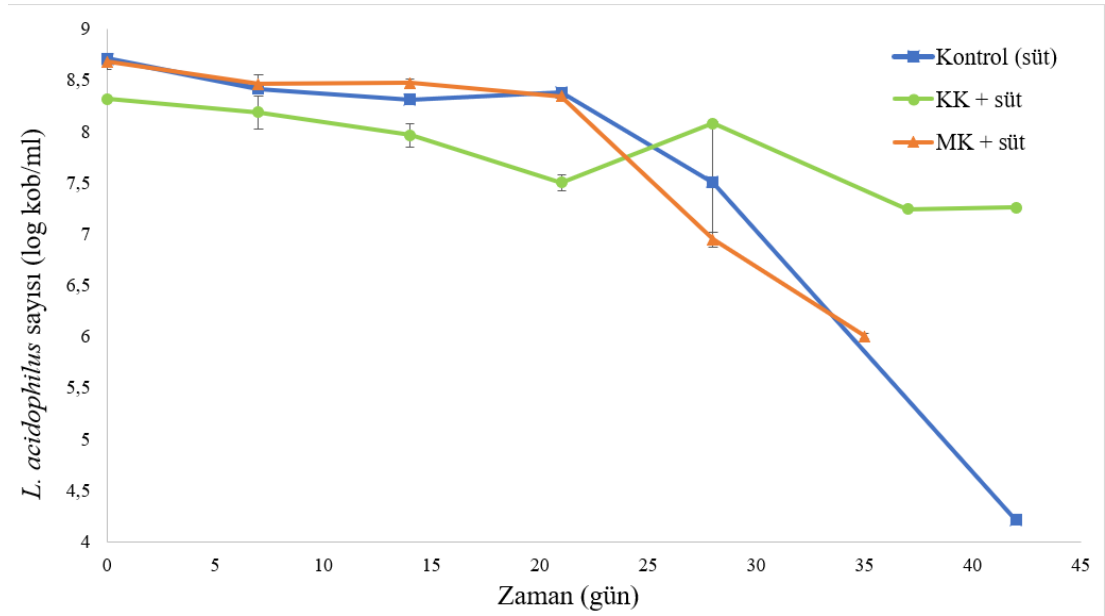
bakterilerin gelişimini ve dirençlerini arttırdığı belirtilmiştir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2006; Hernandez-Hernandez ve ark., 2012).

Hayayumi-Valdivia ve ark. (2021) probiyotik yoğurda % 3 oranda mango kabuğu tozu ilave edildiğinde -20°C’de 180 gün depolama süresince *L. acidophilus* ve *B. lactis* bakterilerinin direnç getiremediklerini rapor etmişlerdir. Probiyotik dondurma yapımı sırasında, buz kristallerinin karıştırma işlemi sırasında meydana gelmesi bakterilerin hücre zarına fiziksel olarak zarar vermiş ve ortam sıcaklığının düşük olması probiyotik bakterilerin metabolik hareketlerini yavaşlatmıştır (Abghari ve ark., 2011; Caicedo, 2010). Bir diğer araştırmada Mohammadi ve ark. (2021) yonca, akdari ve çavdar karışımından elde ettikleri içeceği *L. plantarum* ve *L. casei* ile fermente etmiş ve 4°C 28 gün depolama süresince *L. plantarum* hücre sayısında yaklaşık 4,5 log kob/mL, *L. casei*’de ise 3 log kob/mL düzeyde azalma gördüğünü tespit etmişlerdir. Ebrahimi ve ark. (2018) tarafından probiyotik bakterilerin direnç göstermemesi fermentasyon sırasında ortamdaki pH’ın düşmesi ve organik asit miktarının artmasıyla açıklanmaktadır.

4.6.4. Muz ve karpuz kabuğu tozlarının 4°C Sıcaklıkta *L. acidophilus*’un canlılığı üzerine etkisi

L. acidophilus’un kabuk tozu ilave edilmemiş (kontrol) ve % 5 oranda kabuk tozları ilave edilmiş süt örneklerinde 42 gün 4°C depolama sıcaklığında canlı kalma süresi Şekil 4.18.’de gösterilmiştir. Depolama süresinin ilk 21 günü kontrol örneğindeki *L. acidophilus* sayısı küçük düşüşler göstermiş ($p>0,05$), ancak 28. günde yaklaşık 1 log kob/mL azalma göstererek hücre sayısı 7,51 log kob/mL’ye ulaşmıştır (Şekil 4.18.). Depolamanın 42. günde *L. acidophilus*’un hücre sayısı 4,22 log kob/mL’ye düşmüş, toplam 4,50 log kob/mL azalma göstermiştir. Öte yandan, muz kabuğu ilave edilmiş örneklerde depolamanın ilk 21 günü *L. acidophilus* hücre sayısında önemli bir azalma gözlenmemiş ($p>0,05$); ancak 28.günde 1,64 log kob/mL azalarak ($p<0,05$) depolama süresinin sonunda hücre sayısı 6,01 log kob/mL’ye ulaşmıştır. Karpuz kabuğu örnekleri de kontrol ve muz kabuğu örneklerinde olduğu gibi ilk 21 gün depolamada *L. acidophilus* hücre sayısında hafif azalmalar görülmüş ($p>0,05$) daha sonra hafif bir

artışla hücre sayısı 8,03 log kob/mL'ye ulaşırken ($p>0,05$), depolamanın 42. gününde *L. acidophilus* hücre sayısı 7,26 log kob/mL'ye düşerek, toplam 2,68 log kob/mL azalma göstermiştir. Genel olarak sonuçlar, karpuz kabuğu ilavesinin 4°C depolama sıcaklığında *L. acidophilus*'un hayatta kalmasını önemli ölçüde desteklediğini, muz kabuğunun koruyucu etkisinin karpuz kabuğundan daha düşük olduğunu göstermiştir. Bunlara ek olarak, her üç örnekte de *L. acidophilus*'un hücre sayısı ilk 21 gün depolama süresinde sabit kaldığı gözlenmiştir.



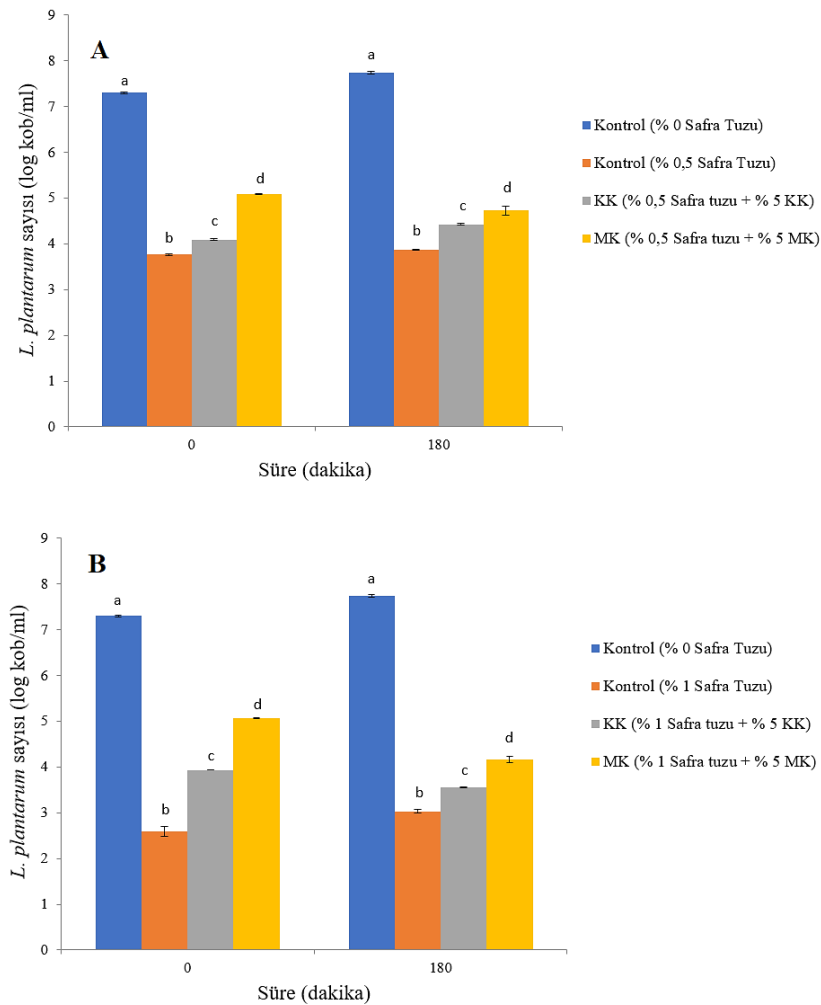
Şekil 4.18. *L. acidophilus*'un 4°C depolama sıcaklığında canlı kalma eğrisi

Benzer sonuç Daneshi ve ark. (2013) tarafından görülmüş, *L. acidophilus*'un havuç suyu ve süt karışımı içecekte hücre sayısında 20 gün soğuk depolama süresince değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Buna karşılık, Abdollahzadeh ve ark. (2018), 14 gün boyunca 4°C'de saklanan hurma özü ile zenginleştirilen sütte *L. acidophilus* hücre sayısında yaklaşık 1,72 log kob/mL azalma gördüklerini rapor etmişlerdir. Frumento ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada % 4,13 konsantrasyon üzüm posası ile zenginleştirilmiş sütte *L. acidophilus* hücre sayısı 24 saat soğuk depolama sonunda, 0,34 log kob/mL artarak 10,81 log kob/mL'ye ulaştığını tespit etmişlerdir.

4.7. Probiyotik Bakterilerin Safra Tuzuna Direnci

4.7.1. *L. plantarum*'un safra tuzuna direnci

Muz ve karpuz kabuk tozlarının *L. plantarum*'un safra tuzuna karşı dirençlerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla, *L. plantarum* % 0,5 ve % 1 safra tuzu ve % 5 oranında MK, KK tozları içeren MRS Broth besiyerine aşılınmış, 37°C 180 dakika inkübasyon sonunda *L. plantarum*'un gelişmesi Şekil 4.19.'da sunulmuştur.



Şekil 4.19. *L. plantarum*'un % 0,5 (A) ve % 1 (B) konsantrasyonda safra tuzuna toleransı

İnkübasyonun ilk saatinde *L. plantarum* hücre sayısı % 0,5 oranda safra tuzu içeren besiyerinde toplam 3,53 log kob/mL azalma gösterirken, hücre sayısı MK ve KK tozlarının bulunduğu besiyerlerinde sırasıyla 2,20 ve 3,21 log kob/mL olacak şekilde

azalma göstermiştir ($p < 0,05$) (Şekil 4.19A.). İnkübasyon süresinin 180. dakikasında *L. plantarum* hücre sayısı MK ve KK tozları ilave edilen besiyerlerinde sırasıyla 0,86 ve 0,55 log kob/mL kontrol örneğinden (% 0,5 safra tuzu) daha yüksek gelişme göstermiştir ($p < 0,05$).

Benzer durum % 1 oranda safra tuzu ilave edilen örneklerde görülmüş olup, inkübasyonun ilk saatinde, *L. plantarum* hücre sayısı kontrol örneğinde (% 1 safra tuzu) 4,7 log kob/mL azalma gösterirken, MK ve KK ilavesi ile hücre sayısındaki azalmalar sırasıyla 2,23 ve 3,36 log kob/mL olmuştur (Şekil 4.19B.). İnkübasyon süresinin 180. dakikasında ise *L. plantarum*'un hücre sayısı kabuk tozu ilave edilen besiyerlerinde 1,13-0,52 log kob/mL kontrol örneğinden (% 1 safra tuzu) istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Safra tuzu, yağların çözünmesinde ve bazı vitaminlerin oluşmasında görev yapan doğal bir emülgatör olup, deterjan özelliği sayesinde mikroorganizmaların hücre duvarını parçalayarak güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Begley ve ark., 2005). Kumar ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, *L. plantarum*'un % 0,3; % 1 ve % 2 'lük safra tuzunda dirençlerini incelemişler, ve 14 saat inkübasyon sonunda hücre sayısında sırasıyla 10^5 log kob/mL, 10^4 log kob/mL ve 10^3 log kob/mL'lik düşüş görüldüğünü bildirmişlerdir.

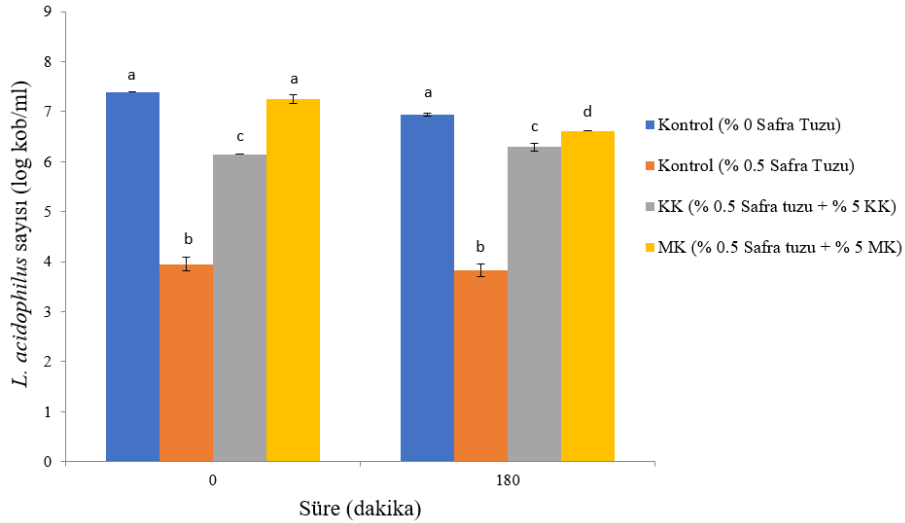
Probiyotik bakterilerin safra tuzunda gelişmesi, bağırsak florasında canlı kalabilmeleri için gerekli olan en önemli özelliklerden biridir (Kumar ve ark., 2015). Nath ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, fermente süttten izole edilen *L. plantarum*'un % 0,3'lük safra tuzu içeren ortamda 3 saat inkübasyon sonunda canlı kalma oranının % 83,70 olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada Ng ve ark. (2015), mangodan izole edilen *L. plantarum*'un % 2 oranda safra tuzunda 1 saat inkübasyon sonunda hücre sayısının 0,57 log kob/mL'den 0,47 log kob/mL düştüğünü tespit etmişlerdir. Noriega ve ark. (2004) % 2 konsantrasyonda safra tuzunun sindirim sisteminde sadece 1 saat dayandığını, ilerleyen saatlerde kademeli düşüş göstererek % 0,3 oranına düştüğünü rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada Michida ve ark. (2006) *L. plantarum*'un % 4,5'lük safra tuzu çözeltisinde 4 saat inkübasyon sonunda hücre sayısının 7,29 log

kob/mL'den 7,26 log kob/mL düştüğünü, aynı çözeltiliye % 2 malt ekstraktı eklediklerinde ise hücresi sayısının 7,30 log kob/mL'ye yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Balcázar ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada alabalığın sindirim sisteminden izole ettikleri *L. plantarum*'un % 10 oranda safra tuzu çözeltisinde 1.5 saat inkübasyonda hücre sayısının 7,18 log kob/mL'den 6,18 log kob/mL'ye düştüğünü belirtmişlerdir. Schillinger ve ark. (2005) tarafından bazı probiyotik kültürlerin yüksek oranda safra tuzlarına karşı direnç göstermeleri, probiyotik kültürlerin hidrolaz enzimi oluşturarak safranın toksik etkisine karşı kendilerini korumasıyla açıklanmıştır.

4.7.2. *L. acidophilus*'un safra tuzuna direnci

L. plantarum da olduğu gibi *L. acidophilus*'un da % 5 oranda MK, KK tozları içeren MRS Broth besiyerinde % 0,5 ve % 1 oranda safra tuzlarına karşı dirençleri incelenmiş ve 180 dakika inkübasyon sonunda % 1 oranda safra tuzuna karşı direnç göstermeyip analize % 0,5 safra tuzu ile devam edilmiş ve sonuçlar Şekil 4.20.'de verilmiştir.



Şekil 4.20. *L. acidophilus*'un % 0,5 konsantrasyonda safra tuzuna toleransı

İnkübasyon süresinin ilk saatinde % 0,5 safra tuzu içeren kontrol örneğinde *L. acidophilus* hücre sayısı 3,44 log kob/mL azalma göstermiştir. Buna karşılık, % 5 MK ve KK tozların içeren örneklerde *L. acidophilus* hücre sayısında meydana gelen azalmalar sırasıyla 0,14 ve 1,24 log kob/mL olmuştur. İnkübasyon süresinin 180.

dakikasında ise *L. acidophilus* hücre sayısı MK ve KK örneklerinde sırasıyla 6,31 ve 6,29 log kob/mL iken, bu sayı kontrol örneğinde (% 0,5 safra tuzu) yarı düşerek 3,82 log kob/mL olarak bulunmuştur ($p < 0,05$).

Lactobacillus probiyotik bakteri türlerinin safra tuzlarına karşı dirençleri daha önce araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Walker ve Gilliland, 1993; Vinderola ve Reinheimer, 2003). Ibrahim ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada nar kabuğu tozu (% 1) ve % 3 oranında safra tuzu içeren yoğurtta *L. acidophilus* hücre sayısı 240 dakika inkübasyon sonunda 8 log kob/mL'den daha fazla gelişirken, nar kabuğu ilave edilmemiş yoğurtta hücre sayısı 5 log kob/mL'den fazla gelişemediğini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada Kaur Sidhu ve ark. (2020), % 0,3 oranda safra tuzu ve % 5 nohut unu ilave edilmiş yoğurtta, *L. acidophilus* hücre sayısı ilk 60 dakika inkübasyon sonunda 4 log kob/mL üzerine çıktığını bildirirken, nohut unu ilave edilmemiş kontrol örneklerinde 1 log kob/mL altında gelişme gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada Patel ve ark. (2004), % 2 oranda safra tuzu, 5 mL malt, arpa ve buğday ekstraktları içeren çözeltide *L. acidophilus*'un, 4 saat inkübasyon sonunda hücre sayısının 7,42 log kob/mL'den 5,46 log kob/mL düştüğünü bildirmişlerdir.

Ryan ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, *L. acidophilus*'un % 10, % 20 konsantrasyonda mango meyve suyu ve % 0,3 oranda safra tuzu içeren tam yağlı sütte gelişmesini incelemişlerdir. İnkübasyonun 3. saatinde, % 10 oranda mango meyve suyu içeren sütte *L. acidophilus* hücre sayısı 4,15 log kob/mL bulunurken, % 20 oranda mango meyve suyunda hücre sayısı 1 log kob/mL altında olmuştur. Yağ oranı yüksek olan süt ürünlerinin probiyotik bakterilerin sindirim sisteminde gelişmesini desteklediği ve safra tuzuna karşı dirençlerini arttırdığı bilinmektedir (Ranadheeraet ve ark., 2017). Buna dayanarak, *L. acidophilus*'un yüksek konsantrasyon mango meyve suyu içeren tam yağlı sütlerde safra tuzuna karşı direnç göstermemesi, meyve suyunun süütün yağ oranını düşürmesi ve süt yağının safra tuzuna karşı koruyuculuğunun azalmasıyla açıklanmaktadır (Ranadheeraet ve ark., 2017).

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dondurularak kurutulan muz ve karpuz kabuk tozlarının kimyasal bileşimi, su ve yağ tutma kapasiteleri, antioksidan, antimikrobiyal aktiviteleri ve prebiyotik özellikleri incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan MK ve KK tozlarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivite sonuçları değerlendirildiğinde, test edilen bakterilerden çoğuna özellikle metanol, etanol ve aseton ekstraktlarının antimikrobiyal etki gösterdiği görülmektedir. Bu değerlendirmeden yola çıkarak KKE'in özellikle *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes*'e karşı, MKM'in ise *B. cereus*'a karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. MK ve KK ekstraktlarının patojen bakterilere karşı inhibitör etkilerinin olması nedeniyle, gıdalarda doğal koruyucu olarak kullanılacakları ve patojenlerin kontrol altına alınmasında fayda sağlayacakları düşünülmektedir.

DPPH radikalini giderme bakımından muz kabuğunda en yüksek aktivite metanol, karpuz kabuğunda ise metanol ve aseton ekstraktlarında belirlenmiştir. Diğer yandan en yüksek fenolik madde içeriği her iki kabuk tozunda da metanol ekstraktında elde edilmiştir. Buna göre muz ve karpuz kabuğu yüksek fenolik madde içeriği ve DPPH radikalini giderme aktiviteleri nedeniyle BHT gibi sentetik antioksidanlara alternatif olabilir.

MK ve KK tozu ilave edilmiş sütte probiyotik bakterilerin gelişimi incelendiğinde, kabuk tozu ilavesinin *L. plantarum*'un ikilenme süresini kısaltarak gelişimini desteklediği ve böylece daha yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmasını sağladığı görülmektedir. Diğer yandan, kabuk tozu ilavesi *L. acidophilus*'un sütte gelişimini olumlu ya da olumsuz yönde etkilememiştir. Ayrıca, muz ve karpuz kabuğu tozu *L. plantarum* ve *L. acidophilus*'un safra tuzu direncini önemli düzeyde arttırmıştır.

Muz ve karpuz kabuk tozu ilave edilen sütte 4°C’de 42 günlük depolama süresince *L. plantarum* sayısı bir miktar azalmakla birlikte probiyotik ürünler için önerilen düzeyin (10^6 kob/ml) üzerinde kalmıştır. Diğer yandan, kabuk tozu ilavesi *L. acidophilus*’un canlılığını desteklemiş ve depolama sonunda canlı hücre sayısının kontrol örneğine kıyasla önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen MK ve KK tozlarının su ve yağ tutma kapasitelerinin yüksek bulunması, yüksek diyet lifi içeriğine sahip olmalarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle, MK ve KK tozlarının prebiyotik katkı olarak fonksiyonel gıdaların formülasyonlarına dahil edilebileceği öngörülmektedir.

Günümüzde insanların devamlı sentetik antimikrobiyal ve antioksidan maddeler içeren gıdalara maruz kalması ve bunun sonucunda beslenmeye dayalı hastalıkların artması, insanların sentetik katkı maddesi içermeyen gıdalara yönelimini arttırmaktadır. Diğer yandan, sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle probiyotik gıdaların tüketimi pek çok sağlık otoritesi tarafından önerilmektedir. Ancak, probiyotik bakterilerin gıdalarda hem sayıları hem de canlılıkları bu ürünlerden beklenen faydanın elde edilmesi açısından önemlidir. Meyvenin önemli bir kısmını oluşturan ancak değerlendirilmeyen muz ve karpuz kabukları, özellikle yüksek karbonhidrat ve diyet lifi içerikleri nedeniyle fonksiyonel gıda üretiminde kullanılma potansiyeline sahiptirler. Bu nedenle, bu çalışmada muz ve karpuz kabuklarının kimyasal bileşimleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri, teknolojik özellikleri, probiyotik bakterilerin gelişimleri ve canlılıkları üzerine etkileri araştırılmış olup, elde edilen sonuçların fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh, S. M., Zahedani, M. R., Rahmdel, S., Hemmati, F., Mazloomi, S. M. 2018. Development of *Lactobacillus acidophilus*-fermented milk fortified with date extract. *LWT*, 98: 577-582.
- Abghari, A., Sheikh-Zeinoddin, M., Soleimani-Zad, S. 2011. Nonfermented ice cream as a carrier for *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. *International journal of food science & technology*, 46(1): 84-92.
- Aboul-Enein, A. M., Salama, Z. A., Gaafar, A. A., Aly, H. F., Abou-Ellella, F., Ahmed, H. A. 2016. Identification of phenolic compounds from banana peel (*Musa paradisiaca* L.) as antioxidant and antimicrobial agents. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(4): 46-55.
- Agoreyo, B. O., Akpiroroh, O., Orukpe, O. A., Osaweren, O. R., Owabor, C. N. 2011. The effects of various drying methods on the nutritional composition of *Musa paradisiaca*, *Dioscorea rotundata* and *Colocasia esculenta*. *Asian Journal of Biochemistry*, 6(6): 458-464.
- Ajila, C. M., Aalami, M., Leelavathi, K., Rao, U. P. 2010. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1): 219-224.
- Akdemir, S. C., Toupal, S., Aslan, Ö. 2021. Growth kinetics and survival of *Lactobacillus acidophilus* in black rice milk. *Gıda/The Journal of Food*, 46(6): 1440-1449.
- Akpan, E. J., Umoh, I. B. 2004. Effect of heat and tetracycline treatments on the food quality and acidity factors in cocoyam [*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott]. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(4): 240-243.
- Alavi, Z., Razavi, S. H., Pourahmad, R. E. Z. V. A. N. 2012. Comparative of fermentation in red and yellow watermelon juice by lactic acid bacteria. *International Journal of Food Science and Technology*, 1:1-5.
- Al-Hindi, R. R., Abd El Ghani, S. 2020. Production of functional fermented milk beverages supplemented with pomegranate peel extract and probiotic lactic acid bacteria. *Journal of Food Quality*, 2020.
- Alkarkhi, A. F., bin Ramli, S., Yong, Y. S., Easa, A. M. 2011. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, 129(2): 312-318.

- Alkarkhi, A. F., Saifullah, R., Yong, Y., Azhar, M. E. 2010. Physicochemical properties of banana peel flour as influenced by variety and stage of ripeness: multivariate statistical analysis. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(3): 349-362.
- Alothman, M., Bhat, R., Karim, A. A. 2009. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food chemistry*, 115(3): 785-788.
- Al-Sayed, H. M., Ahmed, A. R. 2013. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1): 83-95.
- Anhwange, B. A., Ugye, T. J., Nyiaatagher, T. D. 2009. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8(6): 437-442.
- Anhwange, B. A., Ugye, T. J., Nyiaatagher, T. D. 2009. Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8(6): 437-442.
- Anonim, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>. Erişim Tarihi: 7.12.2021
- Anonim, 2021. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyenin-muz-uretimi-gecen-yil-yuzde-32-8-artarak-728-bin-tona-ulasti/2155199>., Erişim Tarihi: 1.12.2021
- Ayala-Zavala, J. F., González-Aguilar, G. A. 2011. Use of additives to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables. *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing*, 231-254.
- Ayala-Zavala, J. F., Rosas-Domínguez, C., Vega-Vega, V., González-Aguilar, G. A. 2010. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts: Looking for integral exploitation. *Journal of food science*, 75(8): R175-R181.
- Babbar, N., Oberoi, H. S., Uppal, D. S., Patil, R. T. 2011. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food research international*, 44(1): 391-396.
- Balcázar, J. L., Vendrell, D., de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Muzquiz, J. L., Girones, O. 2008. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, 278(1-4): 188-191.
- Bankar, A., Joshi, B., Kumar, A. R., Zinjarde, S. 2010. Banana peel extract mediated novel route for the synthesis of silver nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 368(1-3): 58-63.
- Barbero-López, A. 2021. Antifungal activity of several vegetable origin household waste extracts against wood-decaying fungi in vitro. *Waste and Biomass Valorization*, 12(3): 1237-1241.
- Baskar, R., Shrisakthi, S., Sathyapriya, B., Shyampriya, R., Nithya, R., Poongodi, P. 2011. Antioxidant potential of peel extracts of banana varieties (*Musa sapientum*). *Food and Nutrition Sciences*, 2(10): 1128-1133.

- Baur, A. W., Kirby, W. M. M., Sherris, J. C. T., Turch, M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J clin pathol*, 45(4): 493-496.
- Bazzocco, S., Mattila, I., Guyot, S., Renard, C. M., Aura, A. M. 2008. Factors affecting the conversion of apple polyphenols to phenolic acids and fruit matrix to short-chain fatty acids by human faecal microbiota in vitro. *European journal of nutrition*, 47(8): 442-452.
- Begley, M., Gahan, C. G., Hill, C. 2005. The interaction between bacteria and bile. *FEMS microbiology reviews*, 29(4): 625-651.
- Berawi, K. N., Bimandama, M. A. 2018. The effect of giving extract etanol of kepok banana peel (*Musa Acuminata*) toward total cholesterol level on male mice (*Mus Musculus L.*) strain deutschland-denken-yoken (ddy) Obese. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 11(2): 769-774.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. L. W. T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Cemaluk, C. E. A. 2015. Comparative investigation of the antibacterial and antifungal potentials of the extracts of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind and seed. *European Journal of Medicinal Plants*, 9(4): 1-7.
- Chabuck, Z. A. G., Al-Charrakh, A. H., Hindi, N. K. K., Hindi, S. K. K. 2013. Antimicrobial effect of aqueous banana peel extract, Iraq. *Research Gate: Pharmaceutical Sciences*, 1: 73-75.
- Chan, C. L., Gan, R. Y., Shah, N. P., Corke, H. 2018. Enhancing antioxidant capacity of *Lactobacillus acidophilus*-fermented milk fortified with pomegranate peel extracts. *Food bioscience*, 26, 185-192.
- Choudhary, B. R., Haldhar, S. M., Maheshwari, S. K., Bhargava, R., Sharma, S. K. 2015. Phytochemicals and antioxidants in watermelon (*Citrullus lanatus*) genotypes under hot arid region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85 (3): 414-7.
- Chung, S. O., Kim, Y. J., Park, S. U. 2015. An updated review of cucurbitacins and their biological and pharmacological activities. *EXCLI journal*, 14, 562.
- Costa, A. L. R., Gomes, A., Tibolla, H., Menegalli, F. C., Cunha, R. L. 2018. Cellulose nanofibers from banana peels as a Pickering emulsifier: High-energy emulsification processes. *Carbohydrate polymers*, 194: 122-131.
- Daneshi, M., Ehsani, M. R., Razavi, S. H., Labbafi, M. 2013. Effect of refrigerated storage on the probiotic survival and sensory properties of milk/carrot juice mix drink. *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(5): 5-5.
- Diaz-Vela, J., Totosaus, A., Cruz-Guerrero, A. E., de Lourdes Pérez-Chabela, M. 2013. In vitro evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: cactus pear (*O punctia ficus-indica L.*) peel and pineapple (*A nanas comosus*) peel as functional ingredients. *International journal of food science & technology*, 48(7): 1460-1467.

- Dilas, S., Čanadanović-Brunet, J., Četković, G. 2009. By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ*, 15(4):191-202.
- do Espírito Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A., Gioielli, L. A., Perego, P., Oliveira, M. N. 2012. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154(3): 135-144.
- Doan, C. T., Chen, C. L., Nguyen, V. B., Tran, T. N., Nguyen, A. D., Wang, S. L. 2021. Conversion of pectin-containing by-products to pectinases by *Bacillus amyloliquefaciens* and its applications on hydrolyzing banana peels for prebiotics production. *Polymers*, 13(9): 1483.
- Ebrahimi, B., Mohammadi, R., Rouhi, M., Mortazavian, A. M., Shojaee-Aliabadi, S., Koushki, M. R. 2018. Survival of probiotic bacteria in carboxymethyl cellulose-based edible film and assessment of quality parameters. *LWT*, 87: 54-60.
- Egbuonu, A. C. C. 2015. Comparative investigation of the proximate and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind and seed. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 9(3): 160-167.
- Ehiowemwenguan, G., Emoghene, A. O., Inetianbor, J. E. 2014. Antibacterial and phytochemical analysis of Banana fruit peel. *IOSR Journal of Pharmacy*, 4(8): 18-25.
- El Zawawy, N. A. 2015. Antioxidant, antitumor, antimicrobial studies and quantitative phytochemical estimation of ethanolic extracts of selected fruit peels. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(5): 298-309.
- El-Aidie, S., Elsayed, N., Hashem, M., Elkashef, H. 2021. Development of fermented skimmed milk fortified with yellow sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) with prebiotic and antioxidant activity. *Journal of Food & Nutrition Research*, 60(1): 66-75.
- El-Badry, N., El-Waseif, M. A., Badr, S. A., Ali, H. E. 2014. Effect of addition watermelon rind powder on the rheological, physiochemical and sensory quality attributes of pan bread. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4(4): 1051-1046.
- Eshak, N. S. 2016. Sensory evaluation and nutritional value of balady flat bread supplemented with banana peels as a natural source of dietary fiber. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(2): 229-235.
- Esivan, S. M. M., Rashid, R., Zaharudin, N. A., Mahmood, N. A. N. 2016. Growth and survival of *Lactobacillus casei* in rice bran and banana peel medium. *International Journal of Nano and Biomaterials*, 6(3-4): 151-161.
- Essien, J. P., Akpan, E. J., Essien, E. P. 2005. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. *Bioresource Technology*, 96(13): 1451-1456.
- FAO, (1982). Natural additives from industrial wastes, *Research Continues*, Ain Chams University, 31(1): 567- 577.

- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division). 2020. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Organization of The United Nations. Erişim Tarihi: 1.12.2021.
- Farees, N., Abateneh, D. D., Geneto, M., Naidu, N. V. 2017. Evaluation of banana peel waste as growth medium for probiotic lactobacillus species. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 8(4): 19-23.
- Fateme, S. R., Saifullah, R., Abbas, F. M. A., Azhar, M. E. 2012. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness. *International Food Research Journal*, 19(3): 1041-1046.
- Feizy, J., Jahani, M., Ahmadi, S. 2020. Antioxidant activity and mineral content of watermelon peel. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 3(1): 35-40.
- Frumento, D., do Espirito Santo, A. P., Aliakbarian, B., Casazza, A. A., Gallo, M., Converti, A., Perego, P. 2013. Development of milk fermented with *Lactobacillus acidophilus* fortified with *Vitis vinifera* marc flour. *Food Technology and Biotechnology*, 51(3): 370-375.
- Fuller, S., Beck, E., Salman, H., Tapsell, L. 2016. New horizons for the study of dietary fiber and health: a review. *Plant foods for human nutrition*, 71(1): 1-12.
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Björk, L., Trajkovski, V. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(5): 1485-1490.
- Garcia-Amezquita, L. E., Tejada-Ortigoza, V., Serna-Saldivar, S. O., Welti-Chanes, J. 2018. Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: Processing, modification, and application as functional ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11(8): 1439-1463.
- Gibson, G. R., Roberfroid, M. B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, 125(6):1401-1412.
- González-Montelongo, R., Lobo, M. G., González, M. 2010a. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. *Food Chemistry*, 119(3):1030-1039.
- González-Montelongo, R., Lobo, M. G., González, M. 2010b. The effect of extraction temperature, time and number of steps on the antioxidant capacity of methanolic banana peel extracts. *Separation and Purification Technology*, 71(3): 347-355.
- Govindappa, M., Poojashri, M. N. 2011. Antimicrobial, antioxidant and in vitro anti-inflammatory activity of ethanol extract and active phytochemical screening of *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 3(3): 43-51.
- Gowe, C. 2015. Review on potential use of fruit and vegetables by-products as a valuable source of natural food additives. *Food Science and Quality Management*, 45, 47-61.

- Güven, A. 2016. Elma, ayva ve muz meyvelerine uygulanan ozmotik dehidrasyon ön-işleminin bu meyvelerin kalite parametreleri üzerine etkisi ve kinetik modellemesi. Tunceli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- Hanafy, S. M., Abd El-Shafea, Y. M., Saleh, W. D., Fathy, H. M. 2021. Chemical profiling, in vitro antimicrobial and antioxidant activities of pomegranate, orange and banana peel-extracts against pathogenic microorganisms. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19(1): 1-10.
- Hao, C. L., Esah, E. M., Tajarudin, H. A., Akter, B., Salleh, R. M. 2021. Effect of potential prebiotics from selected fruits peel on the growth of probiotics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15581.
- Harini, K., Ramya, K., Sukumar, M. 2018. Extraction of nano cellulose fibers from the banana peel and bract for production of acetyl and lauroyl cellulose. *Carbohydrate polymers*, 201: 329-339.
- Hayayumi-Valdivia, M., Márquez-Villacorta, L. F., Pretell-Vásquez, C. C. 2021. Effect of microencapsulation and mango peel powder on probiotics survival in ice cream. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, e2019309.
- Hernández-Hernández, O., Muthaiyan, A., Moreno, F. J., Montilla, A., Sanz, M. L., Ricke, S. C. 2012. Effect of prebiotic carbohydrates on the growth and tolerance of *Lactobacillus*. *Food microbiology*, 30(2): 355-361.
- Ho, L. H., Suhaimi, M. A., Ismail, I., Mustafa, K. A. 2016. Effect of different drying conditions on proximate compositions of red-and yellow-fleshed watermelon rind powders. *Journal of Agrobiotechnology*, 7: 1-12.
- Ho, Y. Y., Lin, C. M., Wu, M. C. 2017. Evaluation of the prebiotic effects of citrus pectin hydrolysate. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(3): 550-558.
- Holscher, H. D. 2017. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut microbes*, 8(2): 172-184.
- Hoque, M. M., Iqbal, A. 2015. Drying of watermelon rind and development of cakes from rind powder. *International journal of novel research in life sciences*, 2(1): 14-21.
- Hussein, H., Awad, S., El-Sayed, I., Ibrahim, A. 2020. Impact of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agent of stirred bio-yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(1): 49-58.
- Ibrahim, A., Awad, S., El-Sayed, M. 2020. Impact of pomegranate peel as prebiotic in bio-yoghurt. *British Food Journal*, 122(9), 2911-2926.
- Ighodaro, O. M. 2012. Evaluation study on Nigerian species of *Musa paradisiaca* peels. *Researcher*, 4(8): 17-20.
- Imoisi, C., Iyasele, J. U., Michael, U. C., Imhontu, E. E. 2020. The Effects of Watermelon Rind Flour on the Functional and Proximate Properties of Wheat Bread. *Journal of Chemical Society of Nigeria*, 45(5): 978-986.

- Janevska, D. P., Gospavic, R., Pacholewicz, E., Popov, V. 2010. Application of a HACCP–QMRA approach for managing the impact of climate change on food quality and safety. *Food research international*, 43(7): 1915-1924.
- Jovanovic-Malinovska, R., Kuzmanova, S., Winkelhausen, E. 2014. Oligosaccharide profile in fruits and vegetables as sources of prebiotics and functional foods. *International journal of food properties*, 17(5): 949-965.
- Kamble, P. B., Gawande, S., Patil, T. S. 2017. Extraction of pectin from unripe banana peel. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(7): 2259-2264.
- Kaur Sidhu, M., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S., Ranadheera, C. S. 2020. Probiotic yogurt fortified with chickpea flour: physico-chemical properties and probiotic survival during storage and simulated gastrointestinal transit. *Foods*, 9(9): 1144.
- Kaushal, P., Kumar, V., Sharma, H. K. 2012. Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT-Food Science and Technology*, 48(1): 59-68.
- Kavitha, V., Manonmani, G., Devakumar, J. 2019. Antimicrobial efficacy of fresh and dried banana peel extracts: An in vitro study. *Drug Invention Today*, 11(5).
- Kazimierowicz, J., Dzienis, L., Dębowski, M., Zieliński, M. 2021. Optimisation of methane fermentation as a valorisation method for food waste products. *Biomass and Bioenergy*, 144, 105913
- Khamsucharit, P., Laohaphatanalert, K., Gavinlertvatana, P., Sriroth, K., Sangseethong, K. 2018. Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties. *Food science and biotechnology*, 27(3): 623-629.
- Kherade, M., Solanke, S., Tawar, M., Wankhede, S. 2021. Fructooligosaccharides: A comprehensive review. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 7(3): 193-200.
- Kolawole, T., Dapper, V. 2016. Anti-pyretic and anti-inflammatory effects of the methanolic extract of the rind of *Citrullus lanatus* on albino Wistar rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(9): 108-112.
- Kotsou, M. G., Mitsou, E. K., Oikonomou, I. G., Kyriacou, A. A. 2008. In vitro assessment of probiotic properties of *Lactobacillus* strains from infant gut microflora. *Food biotechnology*, 22(1): 1-17.
- Kumar, B. V., Sreedharamurthy, M., Reddy, O. V. S. 2015. Probiotication of mango and sapota juices using *Lactobacillus plantarum* NCDC LP 20. *Nutrafoods*, 14(2): 97-106.
- Kumar, P., Mehta, N., Malav, O. P., Kumar Chatli, M., Rathour, M., Kumar Verma, A. 2018. Antioxidant and antimicrobial efficacy of watermelon rind extract (WMRE) in aerobically packaged pork patties stored under refrigeration temperature (4±1 C). *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(10), e13757.
- Kuntz, L. A. 1994. Fiber: from frustration to functionality. *Food Product Design*, 2: 91-108.

- Kurhade, A., Patil, S., Sonawane, S. K., Waghmare, J. S., Arya, S. S. 2016. Effect of banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti: unleavened Indian flat bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10(1): 32-41.
- Lapornik, B., Prošek, M., Wondra, A. G. 2005. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of food engineering*, 71(2): 214-222.
- Lee, E. H., Yeom, H. J., Ha, M. S., Bae, D. H. 2010. Development of banana peel jelly and its antioxidant and textural properties. *Food Science and Biotechnology*, 19(2): 449-455.
- Lewinsohn, E., Sitrit, Y., Bar, E., Azulay, Y., Ibdah, M., Meir, A., Tadmor, Y. 2005. Not just colors—carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit. *Trends in Food Science & Technology*, 16(9): 407-415.
- Lordan, C., Thapa, D., Ross, R. P., Cotter, P. D. 2020. Potential for enriching next-generation health-promoting gut bacteria through prebiotics and other dietary components. *Gut microbes*, 11(1):1-20.
- Mahindrakar, K. V., Rathod, V. K. 2018. Utilization of banana peels for removal of strontium (II) from water. *Environmental technology & innovation*, 11: 371-383.
- Mahore, J. G., Shirolkar, S. V. 2018. Investigation of effect of ripening and processing on prebiotic potential of banana. *Journal of Young Pharmacists*, 10(4): 409.
- Majid, M. H. A., Bakar, H. A., Ismail, S. N. 2021. Optimization of Antioxidant Extraction on Banana Peels Using Response Surface Methodology. *Transactions on Science and Technology*, 8(3-2): 245-251.
- Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., Gómez, R., Vidal-Valverde, C. 2006. Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotic survival in fermented milk during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 16(7): 768-774.
- Matejčková, Z., Liptáková, D., Spodniaková, S., Valík, E. 2016. Characterization of the growth of *Lactobacillus plantarum* in milk in dependence on temperature. *Acta Chimica Slovaca*, 9(2): 104-108.
- Matejčková, Z., Spodniakova, S., DUJMIĆ, E., Liptakova, D., VALÍK, E. 2019. Modelling growth of *Lactobacillus plantarum* as a function of temperature: Effects of media. *Journal of Food & Nutrition Research*, 58(2): 125-134.
- Michida, H., Tamalampudi, S., Pandiella, S. S., Webb, C., Fukuda, H., Kondo, A. 2006. Effect of cereal extracts and cereal fiber on viability of *Lactobacillus plantarum* under gastrointestinal tract conditions. *Biochemical engineering journal*, 28(1): 73-78.
- Mohamad Zabidi, N. A., Foo, H. L., Loh, T. C., Mohamad, R., Abdul Rahim, R. 2020. Enhancement of versatile extracellular cellulolytic and hemicellulolytic enzyme productions by *Lactobacillus plantarum* RI 11 isolated from Malaysian food using renewable natural polymers. *Molecules*, 25(11): 2607.

- Mohammadi, M., Nouri, L., Mortazavian, A. M. 2021. Development of a functional synbiotic beverage fortified with different cereal sprouts and prebiotics. *Journal of food science and technology*, 58(11): 4185-4193.
- Mohammed, M. F., Kannan, H. B., Abdalqader, M., Rahman, M., Alwan, M. A. A., Ghazi, H. F. 2020. Antibacterial activities of watermelon (*Citrullus lanatus*) rind and seed extracts against selected gram-positive and gram-negative bacteria. *International Journal of Medical Toxicology & Legal Medicine*, 23(3-4): 95-100.
- Mohan, A., Shanmugam, S. 2016. Comparison of the nutritional, physico-chemical and anti-nutrient properties of freeze and hot air dried watermelon (*Citrullus Lanatus*) rind. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 13(2): 1113-1119.
- Mohd Dom, Z., Mujianto, L. Azhar, A., Masaudin, S. and Samsudin, R. 2021. Physicochemical properties of banana peel powder in functional food products. *Food Research* 5 (Suppl. 1): 209 – 215.
- Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Bonafe, E. G., Suzuki, R. M., Souza, N.E., Visentainer, J. V. 2017. Proximate composition, mineral contents and fatty acid composition of the different parts and dried peels of tropical fruits cultivated in Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28(2): 308-318.
- Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Schmidt, E. M., Bonafe, E. G., Eberlin, M. N., Visentainer, J. V. 2015. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI (–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Research International*, 77: 392-399.
- Morales, G., Llorente, I., Montesinos, E., Moragrega, C. 2017. A model for predicting *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* growth as a function of temperature. *PLoS One*, 12(5), e0177583.
- Mordi, R. C., Fadiaro, A. E., Owoeye, T. F., Olanrewaju, I. O., Uzoamaka, G. C., Olorunshola, S. J. 2016. Identification by GC-MS of the components of oils of banana peels extract, phytochemical and antimicrobial analyses. *Research Journal of Phytochemistry*, 10(1): 39-44.
- Morris, A., Barnett, A., Burrows, O. 2004. Effect of processing on nutrient content of foods. *Cajanus*, 37(3): 160-164.
- MPharm, S. R. (2012). Anti-inflammatory and antioxidant activities of extracts from *Musa sapientum* peel. *Journal of Medical Association of Thailand*, 95(1): S142-S146.
- Munagapati, V. S., Yarramuthi, V., Kim, Y., Lee, K. M., Kim, D. S. 2018. Removal of anionic dyes (Reactive Black 5 and Congo Red) from aqueous solutions using Banana Peel Powder as an adsorbent. *Ecotoxicology and environmental safety*, 148: 601-607.
- Nath, S., Sikidar, J., Roy, M., Deb, B. 2020. In vitro screening of probiotic properties of *Lactobacillus plantarum* isolated from fermented milk product. *Food Quality and Safety*, 4(4): 213-223.

- Neglo, D., Tettey, C. O., Essuman, E. K., Kortei, N. K., Boakye, A. A., Hunkpe, G., Devi, W. S. 2021. Comparative antioxidant and antimicrobial activities of the peels, rind, pulp and seeds of watermelon (*Citrullus lanatus*) fruit. *Scientific African*, 11, e00582.
- Ng, S. Y., Koon, S. S., Padam, B. S., Chye, F. Y. 2015. Evaluation of probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from traditional Malaysian fermented Bambang (Mangifera pajang). *Cyta-Journal of food*, 13(4): 563-572.
- Noriega, L., Gueimonde, M., Sánchez, B., Margolles, A., de los Reyes-Gavilán, C. G. 2004. Effect of the adaptation to high bile salts concentrations on glycosidic activity, survival at low pH and cross-resistance to bile salts in *Bifidobacterium*. *International journal of food microbiology*, 94(1): 79-86.
- Nualkaekul, S., Charalampopoulos, D. 2011. Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices. *International Journal of Food Microbiology*, 146(2): 111-117.
- Nwofia, G. E., Ojimekwe, P., Eji, C. 2012. Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *Carica papaya* (L) morphotypes. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 2(1): 200-206.
- Obasi, N. E., Unamma, N. C., Nwofia, G. E. 2014. Effect of dry heat pre-treatment (toasting) on the cooking time of cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Nigerian Food Journal*, 32(2): 16-24.
- Obatolu, V. A., Fasoyiro, S. B., Ogunsunmi, L. 2007. Processing and functional properties of yam beans (*Sphenostylis stenocarpa*). *Journal of food processing and preservation*, 31(2): 240-249.
- Ogbonna, O.A., Izundu, A.I., Okoye, N.H., Ikeyi, A.P. 2016. Phytochemical compositions of fruits of three *Musa* species at three stages of development. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 11(3): 48-59.
- Oguntoyinbo, O. O., Olumurewa, J. A. V., Omoba, O. S. 2020. Chemical composition, dietary fiber and antioxidant activity of fermented ripe banana peel flour. *Journal of Food. Stability*, 3(2): 27-42.
- Okorie, S. U., Onyeneke, E. N. 2012. Production and quality evaluation of baked cake from blend of sweet potatoes and wheat flour. *Academic Research International*, 3(2): 171-177.
- Østlie, H. M., Treimo, J., Narvhus, J. A. 2005. Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. *International Dairy Journal*, 15(10): 989-997.
- Oyewo, O. A., Onyango, M. S., Wolkersdorfer, C. 2018. Lanthanides removal from mine water using banana peels nanosorbent. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(6): 1265-1274.
- Oyeyinka, B. O., Afolayan, A. J. 2019. Comparative evaluation of the nutritive, mineral, and antinutritive composition of *Musa sinensis* L. (Banana) and *Musa paradisiaca* L. (Plantain) fruit compartments. *Plants*, 8(12): 598.

- Özön, E., Erdinçler, A. 2019. Effects of microwave, H₂O₂/MW and H₂O₂/heat pre-treatments on the methane production from wastewater sludges: experimental and modeling approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(35): 35411-35421.
- Öztürk, S. 2014. Muz ve Kivinin Dielektrik Özelliklerinin Mikrodalga ve Kızılötesi-Mikrodalga Kombinasyonu ile Kurutma Karakteristikleri Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Paris, H. S. 2015. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Annals of botany*, 116(2): 133-148.
- Patel, H. M., Pandiella, S. S., Wang, R. H., Webb, C. 2004. Influence of malt, wheat, and barley extracts on the bile tolerance of selected strains of lactobacilli. *Food microbiology*, 21(1): 83-89.
- Patil, T. and Jain, L. 2020. Natural Preservatives from Fruit Peels. *Acta Scientific Microbiology*, 3(6): 152-157.
- Powthong, P., Jantrapanukorn, B., Suntornthiticharoen, P., Laohaphatanalert, K. 2020. Study of prebiotic properties of selected banana species in Thailand. *Journal of food science and technology*, 57(7): 2490-2500.
- Prakash, H., Chauhan, P. S., General, T., Sharma, A. K. 2018. Development of eco-friendly process for the production of bioethanol from banana peel using inhouse developed cocktail of thermo-alkali-stable depolymerizing enzymes. *Bioprocess and biosystems engineering*, 41(7): 1003-1016.
- Protonotariou, S., Drakos, A., Evageliou, V., Ritzoulis, C., Mandala, I. 2014. Sieving fractionation and jet mill micronization affect the functional properties of wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 134: 24-29.
- Puraikalan, Y. 2018. Characterization of proximate, phytochemical and antioxidant analysis of banana (*Musa sapientum*) peels/skins and objective evaluation of ready to eat/cook product made with banana peels. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 6(2): 382-391.
- Qiu, L. P., Zhao, G. L., Wu, H., Jiang, L., Li, X. F., Liu, J. J. 2010. Investigation of combined effects of independent variables on extraction of pectin from banana peel using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers*, 80(2): 326-331.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., Swedlund, P. 2007. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5): 386-392.
- Ramli, S., Alkarkhi, A. F., Yong, Y. S., Easa, A. M. 2001. Utilization of green and ripe banana peel as a functional ingredient in yellow noodle. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(3): 302-310.
- Ranadheera, C. S., Vidanarachchi, J. K., Rocha, R. S., Cruz, A. G., Ajlouni, S. 2017. Probiotic delivery through fermentation: Dairy vs. non-dairy beverages. *Fermentation*, 3(4): 67.
- Rimando, A. M., Perkins-Veazie, P. M. 2005. Determination of citrulline in watermelon rind. *Journal of Chromatography A*, 1078(1-2): 196-200.

- Rodríguez-Ambriz, S. L., Islas-Hernández, J. J., Agama-Acevedo, E., Tovar, J., Bello-Pérez, L. A. 2008. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 107(4): 1515-1521.
- Rolim, P. M., de Oliveira Junior, S. D., De oliveira, A. N. A., Mendes, C., Dos santos, E. S., De macedo, G. R. 2018. Nutritional value, cellulase activity and prebiotic effect of melon residues (*Cucumis melo* L. *reticulatus* group) as a fermentative substrate. *Journal of Food & Nutrition Research*, 57(4): 315-327.
- Romelle, F. D., Rani, A., Manohar, R. S. 2016. Chemical composition of some selected fruit peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4(4): 12-21.
- Ryan, J., Hutchings, S. C., Fang, Z., Bandara, N., Gamlath, S., Ajlouni, S., Ranadheera, C. S. 2020. Microbial, physico-chemical and sensory characteristics of mango juice-enriched probiotic dairy drinks. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1): 182-190.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., Donkor, O. N. 2016. Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. *Journal Food Science and Technology*, 53(3): 1698-1708.
- Salih, Z. A., Siddeeg, A., Taha, R. T., Bushra, M., Ammar, A. F., Ali, A. O. 2017. Physicochemical and functional properties of pulp and peel flour of dried green and ripe banana (*Cavendish*). *International Journal of Research in Agricultural Sciences* 4(6): 2348-3997.
- Sanwiriya, P., Suleiman, N. 2019. The effects of drying method and temperature on the nutritional quality of watermelon rinds. *International Food Research Journal*, 26(3): 953-958.
- Savlak, N., Türker, B., Yeşilkanat, N. 2016. Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 213: 180-186.
- Schillinger, U., Guigas, C., Holzapfel, W. H. 2005. In vitro adherence and other properties of lactobacilli used in probiotic yoghurt-like products. *International Dairy Journal*, 15(12): 1289-1297.
- Seleem, H. A., Omran, A. A. 2014. Evaluation quality of one layer flat bread supplemented with beans and sorghum baked on hot metal surface. *Food and Nutrition Sciences*, 5(22): 2246-2256.
- Shahbandeh, M. 2019. Major apple producing countries worldwide. Global fruit production. Erişim Tarihi: 1.12.2021 <https://www.statista.com/statistics/279555/global-top-apple-producing-countries/>.
- Sharoba, A. M., Farrag, M. A., El-Salam, A. 2013. Utilization of some fruits and vegetables wastes as a source of dietary fibers in cake making. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 4(9): 433-453.
- Sharp, R., O'donnell, A. G., Gilbert, H. G., Hazlewood, G. P. 1992. Growth and survival of genetically manipulated *Lactobacillus plantarum* in silage. *Applied and Environmental Microbiology*, 58(8): 2517-2522.

- Singh, C. R., Kathiresan, K., Boopathy, N. S., Anandhan, S., Govindan, T. 2013. Evaluation of microbial potential of different coloured banana peels. *International Journal of Preclinical & Pharmaceutical Research*, 4(2): 62-4.
- Singh, S., Parveen, N., Gupta, H. 2018. Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: a biosorbent. *Environmental Technology & Innovation*, 12: 189-195.
- Sirajudin, Z. N. M., Ahmed, Q. U., Chowdhury, A. J. K., Kamarudin, E. Z., Khan, A. V., Uddin, A. B. M. H. 2014. Antimicrobial activity of banana (*Musa paradisiaca* L.) peels against food borne pathogenic microbes. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8: 3627-3639.
- Sivudu, S. N., Umamahesh, K., Reddy, O. V. S. 2014. A Comparative study on Probiotication of mixed Watermelon and Tomato juice by using Probiotic strains of Lactobacilli. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(11): 977-984.
- Sodchit, C., Tochampa, W., Kongbangkerd, T., Singanusong, R. 2013. Effect of banana peel cellulose as a dietary fiber supplement on baking and sensory qualities of butter cake. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 35(6): 641-646.
- Someya, S., Yoshiki, Y., Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food chemistry*, 79(3): 351-354.
- Stephen, A. M., Champ, M. M. J., Cloran, S. J., Fleith, M., Van Lieshout, L., Mejbourn, H., Burley, V. J. 2017. Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition research reviews*, 30(2): 149-190.
- Stover, R.H. and Simmonds, N.W. 1987. Classification of banana cultivars. In: Stover RH and Simmonds NW (ed.) *Bananas*, 3rd edition. Wiley, New York, 97-103.
- Stuckey, D. C., Oh, S. 2018. Effect of ciprofloxacin on methane production and anaerobic microbial community. *Bioresource technology*, 261: 240-248.
- Suarni, M. A., Firmansyah, I. U. 2008. Effect of drying temperature on nutritional quality of protein maize. In *Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop, CIMMYT, Indonesia*, 80-82.
- Subramaniam, Y., Mazlan, N., Hassan, H., Jaafar, J. N., Anua, S. M., Young, T. T., Al-Humairi, S. N. S. 2020. Antimicrobial activity of *Musa acuminata* peel extract against gram-positive bacteria. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(2): 191-196.
- Swanson, K. M. J., Busta, F. F., Peterson, E. H., Johnson, M. G. 1992. Colony count methods. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 3: 75-95.
- Szajnar, K., Pawlos, M., Znamirowska, A. 2021. The Effect of the Addition of Chokeberry Fiber on the Quality of Sheep's Milk Fermented by *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus acidophilus*. *International Journal of Food Science*, 2021.

- Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Kubica, P., Banaszczak, P., Wojtanowska-Krośniak, A., Krośniak, M., Ekiert, H. 2017. Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of *Aronia* sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. × prunifolia* and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*, 243(9): 1645-1657.
- Taşkaya, B., Keskin, G. 2004. Kavun-Karpuz. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, TEAE Bakış, Sayı: 6, Nüsha: 9. <http://www.tepge.gov.tr>. Erişim Tarihi: 8.12.2021
- Tibolla, H., Pelissari FM., Martins JT., Vicente AA., Menegalli FC. 2018. Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and mechanical treatments: characterization and cytotoxicity assessment. *Food Hydrocoll*, 75: 192–201.
- Tlili, I., Hdider, C., Lenucci, M. S., Riadh, I., Jebari, H., Dalessandro, G. 2011. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(3): 307-314.
- Türker, B. 2016. Glütensiz kek üretimi ve bazı fiziksel, kimyasal, fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ugwuona, F. U., Ogara, J. I., Awogbenja, M. D. 2012. Chemical and sensory quality of cakes formulated with wheat, soybean and cassava flours. *Indian Journal of Life Sciences*, 1(2): 1-6.
- Uyoh, E. A., Chukwurah, P. N., David, I. A., Bassey, A. C. 2013. Evaluation of antioxidant capacity of two *Ocimum* species consumed locally as spices in Nigeria as a justification for increased domestication. *American Journal of Plant Sciences*, 4(2): 221-229
- Van Doan, H., Hoseinifar, S. H., Naraballobh, W., Paolucci, M., Wongmaneeprateep, S., Charoenwattanasak, S., Abdel-Tawwab, M. 2021. Dietary inclusion of watermelon rind powder and *Lactobacillus plantarum*: Effects on Nile tilapia's growth, skin mucus and serum immunities, and disease resistance. *Fish & Shellfish Immunology*, 116: 107-114.
- Vijayakumar, S., Presannakumar, G., Vijayalakshmi, N. R. 2008. Antioxidant activity of banana flavonoids. *Fitoterapia*, 79(4): 279-282.
- Vilardi, G., Di Palma, L., Verdone, N. 2018. Heavy metals adsorption by banana peels micro-powder: Equilibrium modeling by non-linear models. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 26(3): 455-464.
- Vinderola, C. G., Reinheimer, J. A. 2003. Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative “in vitro” study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Research International*, 36(9-10): 895-904.
- Vu, H. T., Scarlett, C. J., Vuong, Q. V. 2017. Effects of drying conditions on physicochemical and antioxidant properties of banana (*Musa cavendish*) peels. *Drying technology*, 35(9): 1141-1151.
- Vu, H. T., Scarlett, C. J., Vuong, Q. V. 2018. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: A review. *Journal of Functional Foods*, 40, 238-248.

- Wachirasiri, P., Julakarangka, S., Wanlapa, S. 2009. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 31(6): 605-611.
- Wakid, S. A., Harun, H. A. 2020. Antioxidant activity of melon fruit peel extracts. *Journal of Academia*, 8(1): 53-57.
- Walker, D. K., Gilliland, S. E. 1993. Relationships among bile tolerance, bile salt deconjugation, and assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of dairy science*, 76(4): 956-961.
- Wehner, T.C., N.V. Shetty, and G.W. Elmstrom. 2001. Breeding and seed production. In: D.N. Maynard (ed.). *Watermelons: Characteristics, production, and marketing*. 2nd edition ASHS Press, Alexandria, Virginia, 27-73.
- Wiriya, P., Paiboon, T., Somchart, S. 2009. Effect of drying air temperature and chemical pretreatments on quality of dried chilli. *International Food Research Journal*, 16(3): 441-454.
- Xanthopoulos, V., Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N. 2000. Characterization of *Lactobacillus* isolates from infant faeces as dietary adjuncts. *Food Microbiology*, 17(2): 205-215.
- Yoon, K. Y., Woodams, E. E., Hang, Y. D. 2004. Probiotication of tomato juice by lactic acid bacteria. *Journal of microbiology*, 42(4): 315-318.
- Zahid, H. F., Ranadheera, C. S., Fang, Z., Ajlouni, S. 2021. Utilization of Mango, Apple and Banana Fruit Peels as Prebiotics and Functional Ingredients. *Agriculture*, 11(7): 584.
- Zaini, H. B. M., Sintang, M. D. B., Pindi, W. 2020. The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. *Food science & nutrition*, 8(10): 5497-5507.
- Zhou, Q., Wang, J., Guo, Z., Yan, L., Zhang, Q., Chen, W., Zhang, H. P. 2009. Fermentation characteristics and transit tolerance of *Lactobacillus casei* Zhang in reconstituted mare milk during storage. *International journal of dairy technology*, 62(2): 249-254

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Samin Toupal

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Ankara Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Gıda Mühendisliği	2018
Lise	Rüstem Aliyev No:3	2012

YABANCI DİL

İngilizce

Farsça

Azerice

ESERLER

Görev aldığı projeler

Limon Otu Yağının Meyve Suyunda Koruyucu Olarak Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje no: 2020-9-33-92 (GAP-B), Araştırmacı, (2021-Devam ediyor)

Makaleler

Coşansu, S., Toupal, S., Aslan, Ö. (2021). Growth kinetics and survival of *Lactobacillus acidophilus* in black rice milk. GIDA/THE JOURNAL OF FOOD, 46(6).

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulmuş Bildiriler

Toupal, S., Coşansu, S. (2021). Antimicrobial and antioxidant activities of banana and watermelon peels 4th International Eurasian Conference on Biological and

Chemical Sciences (EurasianBioChem 2021) November 24-26, 2021.
Ankara/TÜRKİYE (Sözlü Bildiri)

Toupal, S., Coşansu, S. (2021). Effect of black rice milk on growth and survival of *Lactobacillus acidophilus* 1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences. Konya/TÜRKİYE (Sözlü Bildiri).

Toupal, S., Ay, A., Coşansu, S. (2021). Thermal destruction of Salmonella Enteritidis in ground chicken by a mixture of yarrow, ribwort and garden sorrel extracts. 4th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2021) November 24-26, 2021. Ankara/TÜRKİYE (Poster Bildiri)