

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI**

**HİNT İNCİRİ (*Opuntia ficus-indica*) MEYVESİNİN
FONKSİYONEL AMAÇLI GIDA ÜRÜNLERİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yazar
Ebru ERBAY**

**Danışman
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU**



Manisa-2024

EBRU
ERBAY

HİNT İNCİRİ (*Opuntia ficus-indica*) MEYVESİNİN
FONKSİYONEL AMAÇLI GIDA ÜRÜNLERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

2024

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek projede yer aldığını beyan ederiz.

Ebru ERBAY



İÇİNDEKİLER

TAAHHÜTNAME	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
TEŞEKKÜR.....	X
ÖZET	XII
ABSTRACT.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. <i>Opuntia ficus-indica</i>	4
2.2. Hint İnciri Meyvesi Kurutma Çalışmaları.....	13
2.3. Pestil.....	16
2.4. Pestil Üretimi Alanında Yapılan Çalışmalar.....	18
2.5. Probiyotikler	24
2.6. Probiyotik Dondurma Üretimi	26
2.7. Probiyotik Dondurma Çalışmaları	28
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	32
3.1. Materyal	32
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Pestil Üretimi	32
3.2.2. Dondurma Üretimi	36
3.2.3. Hint inciri, pestil ve dondurma örneklerine uygulanan fiziksel ve kimyasal analizler.....	40
3.2.3.1. Boyut-Ağırlık Ölçümü.....	42
3.2.3.2. Nem (%) Tayini	42
3.2.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Tayini.....	42
3.2.3.4. pH Tayini.....	43
3.2.3.5. Titrasyon Asitliği (%) Tayini.....	43
3.2.3.6. Su Aktivitesi (a_w) Tayini.....	43
3.2.3.7. Kül (%) Tayini.....	44
3.2.3.8. Askorbik Asit (mg/100 g) Tayini	44
3.2.3.9. Toplam Fenolik Madde Tayini	46
3.2.3.10. Toplam Flavonoid Madde Tayini	46
3.2.3.11. Serbest Radikalleri Süpürme Gücü Aktivitesi Değeri	47
3.2.3.12. Renk (L^* , a^* , b^* , ΔE) Tayini.....	48
3.2.3.13. Toplam ve İndirgen Şeker, Glikoz, Fruktoz, Sakaroz Tayini	49

3.2.3.14.	Betalain Tayini	54
3.2.3.15.	Tekstür Analizi	55
3.2.3.16.	Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini	55
3.2.3.17.	Pestil Kalınlık Ölçümleri	57
3.2.3.18.	Viskozite Tayini	57
3.2.3.19.	Sertlik Tayini	57
3.2.3.20.	Hacim Artışı (over-run)	57
3.2.3.21.	İlk Damlama Süresi- Tam Erime Süresi	58
3.2.3.22.	Erime Oranı	58
3.2.3.23.	Mikrobiyolojik Analizler	58
3.2.3.24.	Duyusal Analizler	59
3.2.3.25.	İstatistiksel Analiz	60
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	61
4.1.	Hint İnciri Analizleri	61
4.1.1.	Hint incirinin boyut ve ağırlık değerleri	62
4.1.2.	Hint inciri nem (%) miktarı	62
4.1.3.	Hint inciri suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarı	62
4.1.4.	Hint inciri pH değeri	63
4.1.5.	Hint inciri titrasyon asitliği (% sitrik asit) değeri	63
4.1.6.	Hint inciri su aktivitesi (a_w) değerleri	63
4.1.7.	Hint inciri kül (%) miktarı	64
4.1.8.	Hint inciri askorbik asit (mg/100 g) miktarı	64
4.1.9.	Hint inciri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı	64
4.1.10.	Hint inciri toplam flavonoid madde (mg kateşin-eşdeğeri /100 g) miktarı	65
4.1.11.	Hint inciri betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarı	65
4.1.12.	Hint inciri serbest radikal süpürme gücü aktivite değeri (%)	66
4.1.13.	Hint inciri renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	66
4.1.14.	Hint inciri toplam şeker ve indirgen şeker (g/100 mL) miktarı	67
4.2.	Farklı Yöntemlerle Üretilen Pestillere Ait Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	68
4.2.1.	Pestil örnekleri nem (%) miktarı	68
4.2.2.	Pestil örnekleri pH değeri	69
4.2.3.	Pestil örnekleri su aktivitesi (a_w) değeri	70
4.2.4.	Pestil örnekleri kül (%) miktarı	70
4.2.5.	Pestil örnekleri kalınlık (mm) ölçümü	71
4.2.6.	Pestil örnekleri renk (L^* , a^* , b^* , ΔE) değerleri	71
4.2.7.	Pestil örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı	74

4.2.8. Pestil örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri /100 g) miktarı.....	75
4.2.9. Pestil örnekleri betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarı	76
4.2.10. Pestil örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değeri.....	77
4.2.11. Pestil örnekleri glikoz, fruktoz, sakaroz (g/100 g KM) değerleri	78
4.2.12. Pestil örnekleri sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri ...	79
4.2.13. Pestil örnekleri duyuusal analiz puanları	80
4.3. Farklı Yöntemler ile Üretilen Pestillerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Depolamanın Etkisi	82
4.3.1. Depolamanın pestillerin nem (%) miktarı üzerine etkisi	82
4.3.2. Depolamanın pestillerin su aktivitesi (a_w) değeri üzerine etkisi	83
4.3.3. Depolamanın pestillerin kül (%) miktarı üzerine etkisi	84
4.3.4. Depolamanın pestillerin pH değeri üzerine etkisi	85
4.3.5. Depolamanın pestil kalınlık (mm) değerine etkisi	86
4.3.6. Depolamanın pestil renk değerine (L^* , a^* , b^* , ΔE) etkisi	86
4.3.7. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarına etkisi.....	90
4.3.8. Depolamanın pestillerin toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarına etkisi	91
4.3.9. Depolamanın pestil betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarına etkisi	92
4.3.10. Depolamanın pestillerin serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değerine etkisi	93
4.3.11. Depolamanın pestillerin HMF (mg/kg) miktarına etkisi.....	94
4.3.12. Depolamanın pestillerin sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri üzerine etkisi.....	95
4.3.13. Depolamanın pestillerin duyuusal analiz puanları üzerine etkisi	97
4.4. Hint İnciri Meyvesi Pulpu ve Pestili Kullanılarak Üretilen Probiyotik Dondurmaların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	101
4.4.1. Dondurma mikslarına ait bazı fizikokimyasal özellikler	101
4.4.2. Dondurma mikslarının mikrobiyolojik özellikleri	103
4.4.3. Dondurma örnekleri kuru madde (%) ve kül (%) miktarı.....	104
4.4.4. Dondurma örnekleri pH değerleri	105
4.4.5. Dondurma örnekleri titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) değerleri	106
4.4.6. Dondurma örnekleri renk (L^* , a^* , b^*) değerleri	107
4.4.7. Dondurma örnekleri sertlik (N) değeri.....	109
4.4.8. Dondurma örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı.....	110
4.4.9. Dondurma örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı.....	111
4.4.10. Dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değeri	111

4.4.11.	Dondurma örnekleri hacim artışı (%) oranı	112
4.4.12.	Dondurma örnekleri ilk damlama süresi (s).....	113
4.4.13.	Dondurma örnekleri tam erime süresi (s).....	113
4.4.14.	Dondurma örnekleri erime oranı (%).....	114
4.4.15.	Dondurma örnekleri mikrobiyolojik özellikleri	115
4.4.16.	Dondurma örnekleri duyu analizi puanları	117
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	120
KAYNAKLAR		124
EKLER.....		136
ÖZGEÇMİŞ		138



SİMGELER VE KISALTMALAR

BN	% 5 buğday nişastası ile üretilen pestil
BN100W	% 5 buğday nişastası ile, 100W mikrodalga uygulanarak üretilen pestil
BN180W	% 5 buğday nişastası ile 180 W mikrodalga uygulanarak üretilen pestil
MD	% 5 maltodekstrin ile üretilen pestil
MD100W	% 5 maltodekstrin ile 100 W mikrodalga uygulanarak üretilen pestil
MD180W	% 5 maltodekstrin ile 180 W mikrodalga uygulanarak üretilen pestil
<i>B. lactis</i> BB-12	<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12
<i>L. rhamnosus</i>	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>
%	yüzde
°C	santigrat derece
cP	Centi poise
dk	dakika
s	saniye
kob	koloni oluşturan birim
log	10 tabanında logaritma
kg	kilogram
g	gram
mg	miligram
µg	mikrogram
L	litre
mL	mililitre
µL	mikrolitre
rpm	dakikadaki devir sayısı
GAE	Gallik asit eş değeri
HMF	Hidroksimetil furfural
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
TKM	Toplam kuru madde
SÇKM	suda çözünür kuru madde
TTA	toplam titre edilebilir asitlik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Opuntia ficus-indica</i> türüne ait iki farklı renkte hint inciri meyvesi örneği	11
Şekil 3.1. Kurutma işlemi tamamlanmış maltodekstrin ilaveli pestil örnekleri	33
Şekil 3.2. Buğday nişastası jelatinizasyonu sonucu tepsili kurutucuya bırakılmış herle	34
Şekil 3.3. Buğday nişastası ilaveli pestil örneği	34
Şekil 3.4. Pestil üretimi akış şeması	35
Şekil 3.5. Dondurma üretimi akış şeması	38
Şekil 3.6. Gallik asit kalibrasyon grafiği	46
Şekil 3.7. Kateşin kalibrasyon grafiği	47
Şekil 3.8. Troloks kalibrasyon eğrisi	48
Şekil 3.9. Glikoz kalibrasyon eğrisi	50
Şekil 3.10. Fruktoz kalibrasyon eğrisi	50
Şekil 3.11. Sakaroz kalibrasyon eğrisi	50
Şekil 3.12. Doğal halde bulunan invert şeker tayini için meyve ve pestil örneği ekstraksiyon işlemi	52
Şekil 3.13. Örneklerin toplam indirgen şeker tayini için yüksek sıcaklıkta inversiyon akış şeması	52
Şekil 3.14. Betalain tayini örnek ekstraksiyonu	54
Şekil 3.15. HMF kalibrasyon eğrisi	56
Şekil 3.16. HMF kromatogramı	57
Şekil 4.1. Depolamanın pestillerin nem (%) miktarına etkisi	83
Şekil 4.2. Depolamanın pestillerin su aktivitesi (a_w) değerine etkisi	84
Şekil 4.3. Depolamanın pestillerin kül (%) miktarı üzerine etkisi	85
Şekil 4.4. Depolamanın pestillerin pH değerine etkisi	85
Şekil 4.5. Depolamanın pestil kalınlık (mm) değerine etkisi	86
Şekil 4.6. Depolamanın pestillerin a^* değerine etkisi	87
Şekil 4.7. Depolamanın pestillerin b^* değerine etkisi	88
Şekil 4.8. Depolamanın pestillerin L^* değerine etkisi	89
Şekil 4.9. Depolamanın pestillerin ΔE değerine etkisi	90
Şekil 4.10. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarına etkisi	91
Şekil 4.11. Depolamanın toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100g) miktarına etkisi	92
Şekil 4.12. Depolamanın pestillerin betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarına etkisi	93
Şekil 4.13. Depolamanın pestillerin serbest radikal süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{M TE/g KM}$) değerine etkisi	93
Şekil 4.14. Depolamanın pestil örnekleri sertlik (g) değerine etkisi	95
Şekil 4.15. Depolamanın pestillerin elastikiyet değerine etkisi	96
Şekil 4.16. Depolamanın pestillerin çignenebilirlik (g.mm) değerine etkisi	97
Şekil 4.17. Depolamanın pestillerin duyu analizi renk puanına etkisi	98
Şekil 4.18. Depolamanın pestillerin duyu analizi görünüm puanına etkisi	99
Şekil 4.19. Depolamanın pestillerin duyu analizi tat ve koku puanına etkisi	99
Şekil 4.20. Depolamanın pestillerin duyu analizi tekstür puanına etkisi	100
Şekil 4.21. Depolamanın pestillerin duyu analizi genel beğeni puanına etkisi	101

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. <i>Opuntia dillenii</i> ve <i>Opuntia ficus-indica</i> (yeşil ve turuncu renkli) hint inciri bitkileri kimyasal kompozisyonu	6
Tablo 2.2. İspanya ve Meksika’da yetişen hint inciri (<i>Opuntia ficus-indica</i> L. Mill) dokularındaki betalain, fenolik ve flavonoid bileşimleri	7
Tablo 2.3. Hint inciri meyvelerinden dört farklı renkteki <i>Opuntia</i> türünün toplam flavonoid (kaempferol, quercetin, isorhamnetin) madde içeriği ve antioksidan kapasitesi (ORAC değerleri)	8
Tablo 2.4. <i>Opuntia microdasys</i> ve <i>Opuntia macrorhiza</i> türleri şeker içeriği	9
Tablo 3.1. Dondurma üretiminde kullanılan yağlı UHT sütün özellikleri	36
Tablo 3.2. Dondurma örneklerinin üretim reçetesi	39
Tablo 3.3. Hint inciri, pestil ve dondurma örneklerine uygulanan fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizler	41
Tablo 3.4. Pestil örnekleri duyuşal analiz puanlama formu	60
Tablo 4.1. Hint incirinin (<i>Opuntia ficus-indica</i>) bazı fizikokimyasal özelliklerine ait ortalama değerler	61
Tablo 4.2. Hint inciri (<i>Opuntia ficus-indica</i>) pulpu renk değerleri	66
Tablo 4.3. Hint incirine ait renk değerleri ile ilgili literatür verileri	67
Tablo 4.4. Hint inciri pulbu fruktoz, glikoz, sakaroz (g/100g KM) değerleri.....	67
Tablo 4.5. İki farklı jelleştirici ajan ve 3 farklı kurutma koşulu ile üretilen pestillere ait kodlar	68
Tablo 4.6. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri nem (%) miktarı	69
Tablo 4.7. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri pH değeri	69
Tablo 4.8. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri su aktivitesi (aw) değeri	70
Tablo 4.9. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri kül (%) miktarı	70
Tablo 4.10. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri kalınlık (mm) ölçümü	71
Tablo 4.11. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri renk değerleri.....	72
Tablo 4.12. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı	74
Tablo 4.13. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı	75
Tablo 4.14. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri betalain (µg/g) miktarı.....	76
Tablo 4.15. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (µm TE/g KM) değeri	77
Tablo 4.16. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri glikoz, fruktoz ve sakaroz değerleri (g/100g KM)	78
Tablo 4.17. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri	79
Tablo 4.18. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri duyuşal analiz puanları	81
Tablo 4.19. Depolamanın pestillerin HMF (mg/kg) miktarına etkisi	95
Tablo 4.20. Dondurma mikslerine ait bazı fizikokimyasal değerler	102
Tablo 4.21. Dondurma miksine eklenen liyofilize starter kültürde canlı probiyotik bakteri sayısı (log kob/g) (n: 3).....	103
Tablo 4.22. Dondurma mikslerinde <i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> sayısı (log kob/g) ve <i>Bifidobacterium</i> BB-12 sayısı (log kob/g)	103
Tablo 4.23. Dondurma örnekleri kuru madde (%) ve kül (%) miktarı.....	104
Tablo 4.24. Dondurma örnekleri pH değerleri.....	105
Tablo 4.25. Dondurma örnekleri titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) değerleri.....	106
Tablo 4.26. Dondurma örnekleri L* değeri	107
Tablo 4.27. Dondurma örnekleri a* değeri	108

Tablo 4.28. Dondurma örnekleri b* değeri.....	108
Tablo 4.29. Dondurma örnekleri sertlik değeri (N)	109
Tablo 4.30. Dondurma örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı	110
Tablo 4.31. Dondurma örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı.....	111
Tablo 4.32. Dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değeri.....	112
Tablo 4.33. Dondurma örnekleri hacim artışı (%) oranı	112
Tablo 4.34. Dondurma örnekleri ilk damlama süresi (s)	113
Tablo 4.35. Dondurma örnekleri tam erime süresi (s)	114
Tablo 4.36. Dondurma örnekleri erime oranı (%).....	114
Tablo 4.37. Dondurma örnekleri <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> sayısı (log kob/g)	115
Tablo 4.38. Dondurma örnekleri <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayısı (log kob/g)	116
Tablo 4.39. Dondurma örnekleri maya-küf sayısı (log kob/g).....	116
Tablo 4.40. Dondurma örnekleri duyuşsal analiz renk ve görünüş puanı	117
Tablo 4.41. Dondurma örnekleri duyuşsal analiz yapı ve kıvam puanı	118
Tablo 4.42. Dondurma örnekleri duyuşsal analiz tat ve koku puanı	118

TEŞEKKÜR

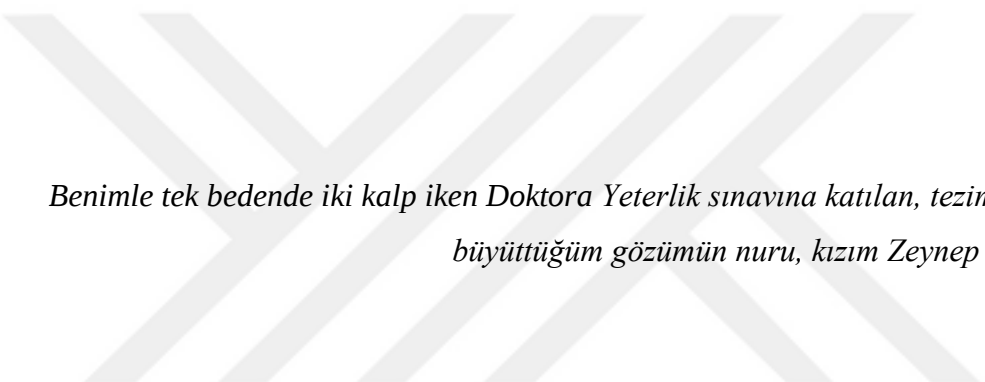
Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi birikimi ve deneyimleri ile yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU'na, çalışmanın probiyotik dondurma kısmında üretim ve analizlerim konusunda yardım ve desteğini hiç esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Aslı AKPINAR'a, tez izleme komitesi toplantılarında bana kazandırdığı bakış açısı, yol göstericiliği ve katkılarından dolayı sayın Doç. Dr. Seda ERSUS'a,, HMF analizi sırasında destek aldığım Sayın Doç. Dr. Özlem ÇAĞINDI'ya, uzun yıllar birlikte çalışma fırsatı bulduğum Sayın Doç. Dr. Hasan YILDIZ'a ve çalışmalarımın yürütülmesi için bana maddi destekte bulunan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (BAP 2020-086) teşekkür ederim.

Çalışmamın deneysel aşamalarında yardım ve desteğini hep hissettiğim arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Zeynep AKSOYLU ÖZBEK, Dr. Öğr. Üyesi Ceyda SÖBELİ, Dr. Öğr. Üyesi Müge UYARCAN, Arş. Gör. Dilay YILDIZ, Tekniker Gülşen GÖDE'ye ve tekstür analizinde yardım aldığım Arş. Gör. Emine AKÇA'ya teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca desteğini, ilgisini, sabrını, fedakarlığını hep hissettiğim eşim Mehmet ERBAY'a, hayat boyu maddi manevi desteklerini üzerimden eksik etmeyen, yaşadığım her zorlukta benimle üzülüp mutluluğumda yüzleri gülen, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim canım annem Hülya EROĞLU ve canım babam Ziya EROĞLU'na uzak da olsak bana olan inancını ve desteğini her daim hissettiren kardeşim Onur EROĞLU'na ve bana da anne-baba olan, çalışmalarımda çokça desteği bulunan eşimin annesi Gülten ERBAY ve babası Mesut ERBAY'a çok teşekkür ederim.

Ebru ERBAY

Manisa, 2024



*Benimle tek bedende iki kalp iken Doktora Yeterlik sınavına katılan, tezimle beraber
büyüttüğüm gözümün nuru, kızım Zeynep'e ithafen...*

ÖZET

Doktora Tezi

Ebru ERBAY
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU

Bu çalışmada hint incirinin (*Opuntia ficus-indica*) pestil ve probiyotik dondurma üretiminde kullanılması ile elde edilen fonksiyonel gıda ürünlerinin fizikokimyasal, tekstürel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Pestil üretimi iki farklı jelleştirici ajan (%5 buğday nişastası ve %5 maltodekstrin) ve üç farklı kurutma yöntemi (sıcak hava 60°C, 100 W mikrodalga+60°C sıcak hava, 180 W mikrodalga+60°C sıcak hava) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kurutulan pestiller üç ay boyunca +4°C'de depolanmış ve depolama süresince pestillerin bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Depolama süresince pestillerin nem, su aktivitesi, kül, pH değeri ve kalınlık değeri sırasıyla %10,09-13,57; 0,46-0,61; %3,57-4,57; 5,89-6,00 ve 0,53-0,65 mm aralığında tespit edilmiştir. Depolamanın pestillerin nem (%), su aktivitesi, toplam kül (%), pH değeri ve pestil kalınlık değerlerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamada pestil örnekleri betalain miktarı 0,43-0,59 µg/g, toplam fenolik madde miktarı 18,29-35,79 mg GAE/100 g, toplam flavonoid madde miktarı 10,47-20,54 mg kateşin eşdeğeri /100 g, serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri 2,36-2,89 µm TE/g KM aralığında değişim göstermiştir. Pestillerin depolanması sırasında toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, betalain miktarı ve serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Toplam fenolik madde miktarı, betalain miktarı ve serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri en yüksek olan pestillerin 180W mikrodalga güç seviyesinde 90 s kurutma sonrası 60°C sıcaklıkta 90 dk kurutulan örnekler olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ve betalain miktarı en yüksek olan pestilde jelleştirici ajan olarak buğday nişastası, serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri en yüksek olan pestilde maltodekstrin kullanıldığı belirlenmiştir. 100W ve 180W güç seviyelerinde mikrodalgada 90 s kurutma pestilin 60°C sıcak havada 180 dk olan kurutma süresini yarıya (90 dk) düşürmüştür.

Probiyotik dondurma üretiminde, probiyotik starter kültür (*Lactocaseibacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) bunun yanı sıra meyve pulpu ve pestil parçaları eklenerek dondurmanın fonksiyonel özellikleri geliştirilmiştir. Probiyotik bakteri %2 (1:1 oranında), meyve pulpu %15, pestil parçaları ise 1cmx1cm boyutlarında %10 oranında eklenerek kontrol, meyveli, pestil parçalı olmak üzere üç çeşit dondurma iki tekerrürlü olarak üretilmiştir. Üretilen dondurmaların 60 günlük depolama süresince 0, 15, 30 ve 60. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal analizleri yapılmış; sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Dondurmaların kuru madde, toplam kül, titrasyon asitliği (% laktik asit) ve pH değeri sırasıyla %27,45-34,05; %0,72-0,79; %0,31-0,35 ve 6,46-6,48 arasında tespit edilmiştir. Örneklerin kuru madde, kül ve titrasyon asitliği değeri üzerine çeşit farkı etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0,05$), pH değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Çalışmada meyveli ve pestil parçalı dondurmaların L^* değerinde azalma, a^* ve b^* değerlerinde (meyve renginden dolayı) artış gözlenmiştir. 60 günlük depolama boyunca örneklerde probiyotik etki seviyesinin korunduğu belirlenmiştir ($>10^7$ log kob/g). Duyusal değerlendirmede panelistlerce renk ve görünüş bakımından en yüksek puanı meyveli dondurma almıştır. Yapı ve kıvam, tat ve koku değerlendirmelerinde yine en yüksek puanı alan meyveli dondurma ile kontrol grubu dondurma örneği puanları arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir ($p<0,05$).

Tez çalışmasını genel olarak değerlendirdiğimizde, besin değeri yüksek hint incirinden fonksiyonel bileşenlerce zengin pestil ve probiyotik dondurma üretimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ürünler hem gıda endüstrisine sağlıklı ve lezzetli alternatif ürünler açısından fikir oluşturmuş hem de hint inciriyle üretilen fonksiyonel gıdalarla ilgili yeni veriler literatüre kazandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: hint inciri, pestil, probiyotik dondurma, fonksiyonel gıda

2024, 139 sayfa

ABSTRACT
PhD Thesis

Ebru ERBAY

Manisa Celal Bayar University
Graduate Education
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU

The study aims to evaluate the physicochemical, textural, sensory, and microbiological properties of functional food products, namely pestil and probiotic ice cream including *Opuntia ficus-indica*. Pestil production was carried out using two different gelling agents (5% wheat starch and 5% maltodextrin) and three different drying methods (hot air at 60°C, 100 W microwave + hot air at 60°C, 180 W microwave + hot air 60°C). Dried pestils were stored at +4°C for three months, and changes that occurred in the pestils' physicochemical, textural, and sensory properties during storage were investigated.

During storage, the moisture, water activity, ash, pH, and thickness values of the pestils were in the range of 10,09-13,57%; 0,46-0,61; 3,57-4,57%; 5,89-6,00; and 0,53-0,65 mm, respectively. The storage had no statistically significant ($p>0,05$) effect on the moisture (%), water activity, total ash (%), pH, or pestil thickness values. The betalain, total phenolics, total flavonoids contents and free radical scavenging activities of pestil samples ranged from 0,43 to 0,59 µg/g, 18,29 to 35,79 mg GAE/100 g, 10,47 to 20,54 mg catechin/100 g, and 2,36 to 2,89 µm TE/g (d.w.b.), respectively. Changes in total phenolics contents, total flavonoids contents, betalain contents, and free radical scavenging activities of pestils during storage were statistically significant ($p<0,05$).

It was determined that the pestil dried at 60°C for 90 minutes after drying at a 180W microwave power level for 90 seconds had the highest total phenolic and betalain contents as well as the greatest free radical scavenging activity. It has been found that pestil with wheat starch had the highest total phenolic and betalain contents, while pestil containing maltodextrin had the highest free radical scavenging activity. Drying using microwave oven for 90 s at 100W and 180W reduced the drying time by 50% (90 min), which was 180 min for hot- air drying at 60°C.

Probiotic ice cream was produced by adding fruit pulp and pestil pieces along with probiotic starter cultures (*Lactocaseibacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) to improve the functional properties of ice cream. Three types of ice cream, namely control, fruit-added, and pestil pieces-added, were produced in two replicates by adding 2% probiotic bacteria (1:1 ratio), 15% fruit pulp, and 10% pestil pieces, each measuring 1 cm by 1 cm. Chemical, microbiological, and sensory analyses of the ice creams were carried out on days 0, 15, 30, and 60 during a 60-day storage period. The results were evaluated statistically.

Dry matter, total ash, titratable acidity (lactic acid%), and pH values of the ice creams were 27,45–34,05%, 0,72–0,79%, 0,31–0,35%, and 6,46–6,48, respectively. The effects of ice cream type on dry matter, ash, and titratable acidity values were found to be statistically significant ($p < 0,05$), while it was insignificant ($p > 0,05$) for pH. In the study, a decrease in the L^* value and an increase in the a^* and b^* values (due to fruit color) of ice creams containing fruit pulp and pestil pieces were observed. It was determined that the probiotic effect level was maintained in the samples during 60 days ($>10^7$ log cfu/g). In sensory evaluation, fruit ice cream received the highest score in terms of color and appearance from the panelists. No statistical difference ($p > 0,05$) was observed between the sensory scores of the control group and fruit ice cream samples, which received the highest score in texture and consistency, taste, and odor attributes.

In conclusion, the production of pestil and probiotic ice cream rich in functional ingredients from the nutritious prickly pear has been successfully carried out. The obtained products have created ideas for the food industry for development of healthy and delicious alternative products. Additionally, new data about functional foods produced with prickly pear has been introduced to the literature.

Key Words: prickly pear, fruit leather, probiotic ice-cream, functional food product

2024, 139 pages

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca toplumlar beslenme biçimleri, fiziksel aktiviteleri ve hastalık kalıplarını ekolojik ilişkilerde değiştirmeyi denemişlerdir. İlk çağlarda besin yetersizliği ve açlıkla savaşılan insanoğlu, günümüzde aşırı ve sağlıklı beslenme sonucu birçok hastalıkla mücadele etmektedir. Bugüne dek yaşanan sanayi devrimleri, gıda üretim, işleme, depolama, dağıtım yöntemlerindeki köklü değişiklikler ile modern pazarlama teknikleri beslenme tercihinde büyük değişikliklere yol açmıştır.

Teknolojik gelişmeler ile tüketilen gıdalar sayesinde yağ ve karbonhidrat tüketiminin yüksek, lifli gıda tüketiminin oldukça düşük olduğu bir beslenme tarzına geçiş bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu son iki yüz yılda İngiltere’ de kişi başına düşen karbonhidrat ve yağ tüketiminin 5-10 kat arttığı, lif açısından zengin gıda tüketiminin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir [1].

Yeme bozuklukları, yetersiz ve dengesiz beslenme alışkanlıkları (atıştırıcılık - fast food eğilimi) vücutta çeşitli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bunlardan diyabet, hipertansiyon ve hiperlipidemi diyetle ilişkilendirilen hastalıklar olarak tanımlanmaktadır. Sağlıklı beslenmenin daha fazla meyve-sebze ve süt ürünleri tüketimi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir [2].

Amerika’daki yetişkinlerin %15’inden daha az bir kısmı günlük tüketmesi gereken meyve-sebze miktarını tüketmektedir. Obezitenin salgın bir hastalık olduğu bu ülkede insanların sağlıklı beslenmesinin sigaradan bile önemli bir risk faktörü olduğu belirtilmektedir. Bu durumun kalp-damar hastalıkları ile yakından ilgili olduğu bilinmektedir [3].

Beslenme-sağlık ilişkileri göz önünde bulundurularak diyetle özellikle son 20-30 yılda kalori kısıtlamasına ve tüketimi sağlık açısından faydalı olabilecek gıdalara yönelik başlamıştır. Kalori hesaplaması ile belli ürünleri diyetle eklemeyen hazırlanan listelerde; bulunmayan bir ürünü tüketmenin verdiği suçluluk duygusu ya da diyet yapmayı bıraktıklarında hızla kilo almaları, insanların potansiyel bir sağlık riskinden daha az etkilenmelerine sebep olmaktadır [4].

Yararlı besinlere fonksiyonellik kazandırarak sağlıklı atıştırma şekilleri haline getirebilir ve daha sağlıklı beslenebiliriz. Fonksiyonel gıdalar, geleneksel gıdalara benzeyen ancak kanıtlanmış fizyolojik etkilere sahip ürünler olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte nutrasötikler yine fizyolojik fayda sağlayan gıda kaynaklı ürünler olup hap, kapsül ya da sıvı formda tıbbi amaçlı kullanılmaktadır [5].

Gıdaların tıbbi gücüne olan inanç yeni bir düşünce akımı değildir. Nesiller boyu yaygın kabul gören bir felsefe olmuştur. Hipokrat fonksiyonel gıda hareketini başlatan kişi olmasa da 2500 yıl önce “Besinler ilacınız, ilacınız besininiz olsun” ifadesini kullanarak bu düşüncenin temelini oluşturmuştur.

Fonksiyonel gıdalara olan yaygın ilginin nedenlerinden biri de artan meyve sebze tüketiminin kalp hastalığı ve kanser riskinde azalma olduğuna dair bulgulardan kaynaklanmaktadır. Birçoğunun antioksidan olarak işlev gördüğü belirtilmiş olsa da bitkisel ürünlerde bulunan fitokimyasallar (fenolik bileşikler, flavonoidler, tanenler, karotenoidler, tokoferoller, alkaloidler, organosülfür bileşikler...) anti-inflamatuvar, antifungal, antidiyabetik, antikanserojen gibi etki mekanizmalarını da sahiptirler [6].

Gıdalara fonksiyonel özellik kazandıran fitokimyasallar meyve, sebze, tahıl ve diğer bitki bazlı ürünlerin ikincil metabolit faaliyetleri sonucu oluşan ve bulunduğu ürünün rengi, tadı, kokusu ve duyu özelliklerinden sorumlu olan, beslenme amaçlı değil ancak sağlığımıza olumlu etkileri sebebiyle tükettiğimiz biyoaktif bileşenlerdir [7].

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinin yapısında bulunan çözünür lifler, fenolik bileşikler, flavonoidler (gallik asit; kateşin; rutin, 3,4-dihidroksibenzoik asit; kuersetin; kaempferol; isorhamnetin; narsisin; kafeik asit; 1,2-dihidroksibenzen; rezveratrol; naringenin; dihidrokaempferol-aromadendrin,6; dihidrokuersetin, eriodictyol), askorbik asit, betalainler, karotenoidler, aminoasitler (prolin, taurin ve serin), beta-sitosteroller gibi bileşenleri sayesinde tip-2 diyabet, hipoglisemi, kanser, kolesterol, yara ve yanık tedavilerinde olumlu etkileri çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir [8, 9, 10].

Bu veriler doğrultusunda hint inciri fonksiyonel ürün geliştirmede kullanılmış, geleneksel ürünümüz olan pestile işlenmesinin yanı sıra pestil parçaları ve meyve pulpu probiyotik dondurmaya eklenmiştir.

Hint inciri pestili üretiminde iki farklı jelleştirici ajan (maltodekstrin ve nişasta) kullanımı ve iki farklı kurutma yöntemi (mikrodalga ve tepsili kurutucu) ve kombinasyonları kullanılarak elde edilen pestiller ile hem bu meyvenin değerlendirilmesi hem de enerji veren sağlıklı fonksiyonel bir ürün eldesi amaçlanmıştır. Hint inciri meyvesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirildiği ikinci ürün ise; meyve pulpunun ve pestilin bileşen olarak yer aldığı “probiyotik dondurma” ürünüdür. Böylece hint inciri meyvesinin içerdigi vitamin, mineral, antioksidan, flavonoid, pigment ve yüksek lif içeriğinden bu iki üründe en yüksek oranda faydalanılması beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. *Opuntia ficus-indica*

Kaktüs (*Cactaceae*), 130 cins içinde *Pereskioideae*, *Opuntioideae* ve *Cactoideae* olarak üç alt familyaya ayrılmış, yaklaşık 1600 türü kapsamakta olan bir terimdir. *Opuntioideae* alt familyasından en yaygın olanı *Opuntia* cinsidir [10]. *Opuntia* cinsi Kuzey Amerika'ya özgü bir bitki olup ve eski Mezoamerikan uygarlıkları ile özellikle Aztek kültürü ile yakından ilişkilidir. Arkeolojik kanıtlar, ekimin Mezoamerika'nın yarı kurak bölgelerine yerleşmiş yerliler tarafından başlatıldığını doğrulamaktadır [11].

Kuzey Amerika kökenli ve Meksika merkezli, çok sıcak, kurak (yıllık alansal yağış miktarı 250 mm'den az) ve yarı kurak (250- 400 mm) bölgelerde yetişebilen; *Cactaceae* (kaktüsgiller) familyası *Opuntioideae* alt familyasına ait *Opuntia* cinsinin üç yüzden fazla türü bulunmaktadır. *Opuntia* cinsi Kuzey Amerika'dan, Afrika'ya, Avrupa'ya (özellikle Akdeniz ülkeleri) ve Orta Doğu'nun birçok ülkesine yayılmıştır [11, 12, 13].

Opuntia cinsi yenilebilir yeşil bir gövde ve meyvelerden oluşan tropikal ve yarı tropikal bitkilerdir. Düz, yassı ve yuvarlak büyük parçalı sukulentlerin birbirlerine eklemelendiği; üzerinde kabarcıklar bulunan gövde kladot olarak adlandırılmaktadır. Genellikle yaprak yoktur veya çok nadir rastlanır. Kaktüs meyvesi; dikenli incir, dikenli armut, kaktüs armutu, hint inciri, frenk inciri, berberi inciri, eşek inciri, tuna, kara incir, lap inciri ve halk arasında kaynana dili olarak da bilinmektedir [14, 15].

Sicilya, Akdeniz Havzası, Batı Asya'nın dağlık bölgeleri, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneybatısı gibi birçok farklı alanda giderek ekonomik önem kazanan *Opuntia* cinsi yenilebilir meyve türleri arasında en çok önem taşıyanları *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia robusta*, *Opuntia streptocantha*, *Opuntia amyclaea*, *Opuntia megacantha* ve *Opuntia hiptiacantha* olarak belirtilmektedir [11].

300'den fazla türü bulunan *Opuntia* cinsi beslenme, sağlık, kozmetik sektörü ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. *Opuntia* kurak ve yarı kurak iklimlerde yetiştirilip aynı zamanda toprağı çölleşme ve erozyona karşı korumaktadır. Ticari olarak yetiştirilmesinin bir diğer sebebi de karmin boyasının elde edildiğı böceğı (koşnil) ev sahipliğı yapmasıdır. Farklı kaynaklara göre değışiklik göstermekle beraber, sadece 10-12 türü meyve, yem veya koşnil amaçlı yetiştirilmektedir. Çeşitli *Opuntia* türleri ile beslenen, kabuklu bit, koşnil veya kırmızı böcek isimleri verilen böcekten, kumaş boyamada kullanılan doğal kırmızı karmin boyası elde edilmektedir [9].

Meyve günümüzde Amerika ve Güney Afrika'da kaktüs armudu anlamına gelen 'cactus pear' olarak adlandırılmaktadır. Yıllar önce FAO-CactusNet üyeleri 'prickly pear' yani dikenli armut olarak adlandırılan meyve isminde geçen 'prickly' (dikenli) kelimesinin insanlarda oluşturduğu olumsuz çağrışımı ayırmak adına bu şekilde değıştirilmesini önermişlerdir [16, 17].

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesi Şekil 2.1'de görüldüğü üzere şekil, boyut ve renk (sarı, kırmızı, turuncu ve mor) bakımından farklılık gösteren, çok sayıda küçük taşı çekirdeğı ve dikenli kalın bir perikarpa sahip, etli bir meyvedir. Meyve ağırlığı 100-200 g arasında değışiklik göstermekte olup yenilebilir kısım meyvenin ortalama %45-67'sini oluşturmaktadır [18]. Genellikle şekli ovaldir ve meyvenin %33-55'lik kısmını oluşturan çok kalın bir kabuğı sahiptir. Meyvenin kalan %2-10'luk kısmı ise çekirdeklerden oluşmaktadır. Meyvenin raf ömrünün 3-4 hafta ile sınırlı olması, uzun süreli depolamayı ve dünya çapında dağıtımını kısıtlamaktadır [19].

Raf ömrünün kısa olması araştırmacıları meyvenin daha uzun süreli depolanması ve tüketilebilmesi çalışmalarına yönlendirmiştir. Yalnız meyvesi değıl kladot bölümü de kullanılarak; gıda sanayiinde (taze meyve, reçel, serinletici içecek), ilaç sektöründe (antidiyabetik ajan) ve diğer endüstriyel ürünlerin (alkol, sabun, ticari renklendirici, pektin eldesi, vb) kullanılmaktadır [20].

Meyvenin kimyasal bileşimi; tür, kültürel uygulamalar, iklim koşulları, bitkinin yaşı, hasat zamanı ve meyve olgunluğu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Tablo 2.1 ve Tablo 2.4’te görüldüğü gibi meyvenin yüksek şeker içeriği (%12-17) ve düşük asitlik (0,03-0,12) oranı karakteristik özellikleridir. Meyvede bulunan indirgen şekerin %53’ü glukoz, geri kalan kısmı ise fruktozdan oluşmaktadır. Ayrıca meyvenin yenilebilir kısmı olgunlaşma aşamalarının tamamında çok düşük asit içeriğine sahiptir. Bu özellikler meyveyi çok tatlı ve lezzetli kılmaktadır [11, 19].

Tablo 2.1. *Opuntia dillenii* ve *Opuntia ficus-indica* (yeşil ve turuncu renkli) hint inciri bitkileri kimyasal kompozisyonu [21]

	<i>Opuntia dillenii</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>		
	Kabuğu soyulmuş bütün meyve	Kabuğu soyulmuş bütün meyve	Çekirdeklerinden ayrılmış yeşil meyve pulpu	Çekirdeklerinden ayrılmış turuncu meyve pulpu
Nem (%)	81,68 ± 2,42	82,27 ± 2,22	82,01 ± 2,55	82,61 ± 1,68
SÇKM (°Bx)	10,35 ± 1,13	14,58 ± 2,39	14,98 ± 2,68	14,05 ± 1,87
Refraktif indeks	1,3482 ± 0,0017	1,3546 ± 0,0036	1,3552 ± 0,0040	1,3538 ± 0,0028
Toplam lif (%)	9,49 ± 1,51	5,37 ± 0,87	5,65 ± 0,94	4,86 ± 0,42
Protein (%)	0,52 ± 0,12	0,90 ± 0,26	0,87 ± 0,24	0,94 ± 0,29
Yağ (%)	0,71 ± 0,19	0,50 ± 0,13	0,48 ± 0,14	0,53 ± 0,11
Kül (%)	0,437 ± 0,062	0,392 ± 0,085	0,409 ± 0,092	0,370 ± 0,071
pH	3,34 ± 0,11	6,32 ± 0,17	6,39 ± 0,13	6,22 ± 0,17
Toplam Asitlik (g/100 g)	1,23 ± 0,272	0,078 ± 0,034	0,072 ± 0,032	0,086 ± 0,035
Askorbik asit (mg/100 g)	29,7 ± 2,95	17,2 ± 4,43	17,1 ± 4,46	17,2 ± 4,48
Toplam fenolik (mg/100 g)	117 ± 10	45,2 ± 7,4	45,0 ± 6,3	45,4 ± 8,7
Na (mg/kg)	153 ± 162	6,25 ± 8,22	5,24 ± 7,09	7,58 ± 9,49
K (mg/kg)	908 ± 251	1583 ± 328	1595 ± 305	1567 ± 362
Ca (mg/kg)	535 ± 187	263 ± 76	244 ± 73	288 ± 75
Mg (mg/kg)	454 ± 102	251 ± 57	267 ± 55	231 ± 54
Fe (mg/kg)	1,53 ± 0,31	1,98 ± 0,57	2,00 ± 0,50	1,95 ± 0,67
Cu (mg/kg)	0,334 ± 0,054	0,389 ± 0,095	0,384 ± 0,106	0,396 ± 0,080
Zn (mg/kg)	1,29 ± 0,49	2,05 ± 0,51	2,04 ± 0,53	2,07 ± 0,49
Mn (mg/kg)	5,09 ± 3,80	3,03 ± 1,58	3,01 ± 1,56	3,06 ± 1,65
Ni (mg/kg)	0,204 ± 0,082	0,285 ± 0,105	0,298 ± 0,121	0,268 ± 0,079
Cr (mg/kg)	0,144 ± 0,036	0,109 ± 0,036	0,115 ± 0,043	0,102 ± 0,041

Tablo 2.2. İspanya ve Meksika’da yetişen hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) dokularındaki betalain, fenolik ve flavonoid bileşimleri [22]

Hint inciri		İspanyol çeşidi			Meksika çeşidi		
		<i>Morada</i> (mor)	<i>Sanguinos</i> (kırmızı)	<i>Verdal</i> (sarı)	<i>Pelota</i> (mor)	<i>Vigor</i> (kırmızı)	<i>Diamante</i> (sarı)
Betasiyanin ($\mu\text{g/g KM}$)	Meyvenin bütünü	1175,0 $\pm$ 33,4	380,0 $\pm$ 8,8	130,0 $\pm$ 6,7	1830,0 $\pm$ 30,0	290,0 $\pm$ 0,0	150,0 $\pm$ 7,5
	Pulp	1011,1 $\pm$ 19,6	290,0 $\pm$ 11,3	190,0 $\pm$ 3,3	1670,0 $\pm$ 65,0	450,0 $\pm$ 10,0	150,0 $\pm$ 2,5
	Kabuk	1297,2 $\pm$ 41,2	400,0 $\pm$ 13,8	140,0 $\pm$ 3,3	1350,0 $\pm$ 45,0	300,0 $\pm$ 0,0	110,0 $\pm$ 2,5
Betaksantin ($\mu\text{g/g KM}$)	Meyvenin bütünü	646,1 $\pm$ 24,7	530,0 $\pm$ 11,3	530,0 $\pm$ 11,3	760,0 $\pm$ 25,0	230,0 $\pm$ 10,0	430,0 $\pm$ 7,5
	Pulp	547,2 $\pm$ 13,7	450,0 $\pm$ 12,5	320,0 $\pm$ 1,7	730,0 $\pm$ 35,0	370,0 $\pm$ 10,0	370,0 $\pm$ 5,0
	Kabuk	697,2 $\pm$ 21,6	390,0 $\pm$ 12,5	170,0 $\pm$ 5,0	570,0 $\pm$ 15,0	200,0 $\pm$ 0,0	280,0 $\pm$ 2,5
Toplam Betalain ($\mu\text{g/g KM}$)	Meyvenin bütünü	1821,1 $\pm$ 51,1	900,0 $\pm$ 25,0	310,0 $\pm$ 13,3	2580,0 $\pm$ 65,0	510,0 $\pm$ 0,0	580,0 $\pm$ 17,5
	Pulp	1558,3 $\pm$ 29,5	740,0 $\pm$ 28,8	510,0 $\pm$ 6,7	2400,0 $\pm$ 125,0	810,0 $\pm$ 20,0	380,0 $\pm$ 7,5
	Kabuk	1994,4 $\pm$ 39,3	790,0 $\pm$ 31,3	310,0 $\pm$ 10,0	1920,0 $\pm$ 70,0	490,0 $\pm$ 10,0	900,0 $\pm$ 40,0
Toplam Fenolik ($\mu\text{g GAE/g KM}$)	Meyvenin bütünü	3031,7 $\pm$ 148,6	2685,8 $\pm$ 92,0	3619,0 $\pm$ 120,6	3241,3 $\pm$ 70,9	2572,5 $\pm$ 29,9	2387,1 $\pm$ 99,4
	Pulp	2621,6 $\pm$ 23,8	1944,6 $\pm$ 64,2	2442,1 $\pm$ 16,7	2852,8 $\pm$ 76,3	2067,6 $\pm$ 4,0	1889,1 $\pm$ 88,0
	Kabuk	4098,0 $\pm$ 118,8	3561,8 $\pm$ 158,6	4459,9 $\pm$ 188,9	3830,2 $\pm$ 167,4	3501,7 $\pm$ 127,4	3610,1 $\pm$ 167,8
Toplam Flavonoid ($\mu\text{g kuersetin eşdeğeri/g KM}$)	Meyvenin bütünü	1077,8 $\pm$ 23,1	983,5 $\pm$ 32,7	1302,9 $\pm$ 5,7	1250,3 $\pm$ 61,8	1447,8 $\pm$ 95,0	1355,7 $\pm$ 24,7
	Pulp	628,7 $\pm$ 17,8	556,2 $\pm$ 27,3	470,8 $\pm$ 39,2	749,9 $\pm$ 79,0	611,1 $\pm$ 13,9	652,6 $\pm$ 45,6
	Kabuk	3227,7 $\pm$ 167,3	3961,8 $\pm$ 167,5	3458,2 $\pm$ 221,8	3304,8 $\pm$ 98,9	3270,5 $\pm$ 150,2	3011,0 $\pm$ 93,6

Tablo 2.3. Hint inciri meyvelerinden dört farklı renkteki *Opuntia* türünün toplam flavonoid (kaempferol, quercetin, isorhamnetin) madde içeriği ve antioksidan kapasitesi (ORAC değerleri) [23]

Tür ve meyve kabuğu rengi	Kaempferol (µg/g taze meyve)	Quercetin (µg/g taze meyve)	Isorhamnetin (µg/g taze meyve)	Toplam flavonoid (µg/g taze meyve)	ORAC (µmol TE/g)
<i>O. ficus-indica</i> (yeşil)	2,2 ± 0,3	43,2 ± 2,5	24,1 ± 1,0	69,5 ± 3,8	26,3 ± 1,8
<i>O. lindheimeri</i> (mor)	1,1 ± 0,4	90,5 ± 11,5	1,9 ± 0,5	93,5 ± 12,4	49,2 ± 1,7
<i>O. strephtacantha</i> (kırmızı)	3,8 ± 0,5	51,0 ± 4,6	te	54,8 ± 5,1	25,2 ± 2,1
<i>O. stricta</i> (sarı)	te	9,8 ± 3,0	te	9,8 ± 3,0	15,8 ± 1,6
<i>O. lindheimeri</i> (mor)	1,1 ± 0,4	90,5 ± 11,5	1,9 ± 0,5	93,5 ± 12,4	49,2 ± 1,7

te: tespit edilemedi

Tablo 2.1’de belirtildiği gibi *Opuntia ficus-indica*, %19,6 sı minerallerden (çoğunluğu K, Ca, P gibi), yaklaşık %70 i polisakkaritlerden (içerdiği polisakkaritin %21,6 sı selüloz olan), %3,6 ligninden oluşan kimyasal kompozisyonundan oluşan bir kaktüstür [24].

Tablo 2.4’te verildiği üzere, meyve pulpu şeker içeriği glukoz, fruktoz ve sakarozdan oluşmaktadır. Bazı *Opuntia* cinsine ait türlerin meyve pulpunda yapılan şeker analizinde tespit edilen sonuçlar araştırmacıları oldukça şaşırtmıştır. *Opuntia microdasys* pulpunda en çok bulunan şeker olan sakaroz (50 g/100 g) iken *Opuntia macrorhiza* pulpunda sakaroz tespit edilememiştir [25]. Pulpta düşük sakaroz içeriği yüksek invertaz aktivitesi ile ilişkilendirilmektedir. İnvertaz enzimi aktivitesi sakarozu absorbe edilebilir şekerlere dönüştürmektedir. Bazı araştırmacılar hint inciri meyve sularında yaptıkları çalışmalarında galaktoz ve maltoz saptadıklarını belirtmişlerdir [26]. Bununla birlikte, *O. microdasys*, *O. macrorhiza* her iki türün meyveleri de içeriğindeki toplam şeker sebebiyle (*O. macrorhiza* 76 g/100 g KM ve *O. microdasys* 82 g/100 g KM) benzer tatlılığa sahiptir. Meyvenin içerdiği toplam şeker içeriğinin çoğunluğu glukoz ve fruktozdan oluşmakta olup farklı çalışmalarda *Opuntia* cinsine ait türlerin meyve pulpundaki oranın (1:1) olduğu belirtilmiştir [9, 25, 27].

Tablo 2.4. *Opuntia microdasys* ve *Opuntia macrorhiza* türleri şeker içeriği [25]

Parametre	<i>Opuntia microdasys</i>		<i>Opuntia macrorhiza</i>	
Şeker (g/100 g KM)	Kabuk	Meyve pulpu	Kabuk	Meyve pulpu
Fruktoz	5,5±0,2	14,9±0,3	10,3±0,5	41,0±1,0
Glukoz	6,4±0,4	16,9±0,4	4,6±0,2	35,0±1,0
Sakaroz	3,6±0,2	50,0±1,0	1,0±0,1	-
Toplam Şeker	15,5±0,4	82±1,0	16,0±0,5	76,0±2,0

Hint inciri meyve pulpu organik asit miktarının esas olarak içeriğinde yüksek miktarda bulunan sitrik asit ile ilgili olduğu bildirilmektedir. Chahdoura ve ark. (2019) *O. microdasys* ve *O. macrorhiza* türlerinin içerdiği toplam organik asit miktarlarını sırasıyla 2.7 g/100 g KM, 2.3 g/100 g KM şeklinde bulmuşlardır [25]. *Opuntia* cinsine ait meyvelerin kabuklarında bulunan organik asitlerden yine en yüksek miktarda bulunan sitrik asidi, malik asit ve okzalik asidin takip ettiğini bildirmişlerdir [25, 28].

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere *Opuntia dillenii* ve *Opuntia ficus-indica* meyvelerinin potasyum (908-1595 mg/kg), kalsiyum (244-535 mg/kg) açısından yüksek; sodyum (5,24-153 mg/kg) açısından düşük mineral madde içeriğine sahip olduğu saptanmıştır [21]. Yine farklı bir çalışmada meyvenin yenilebilir kısmının potasyum (19,6-217,0 mg/100 g), kalsiyum (12,8-35,8 mg/100 g) ve fosfor (4,9-32,8 mg/100 g) açısından yüksek; sodyum (0,5-0,9 mg/100 g) açısından düşük mineral madde içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Yapısında bulunan kalsiyum okalat kristalleri açısından meyve tüketimiyle alınan kalsiyumun biyoerişilebilirliği açısından daha fazla araştırma yapılması gerektiğini belirtmişlerdir [11]. Potasyum, vücutta sıvı dengesine ve sinir iletimine yardımcı olan mineraldir. Pek çok gıdada bulunmaz, bu nedenle normal bir diyetle vücutta eksikliği görülebilmektedir [15].

Yine tablo 2.1’deki çalışmada belirtildiği gibi farklı *Opuntia* türü meyvelerin yüksek miktarda askorbik asit (10-410 mg/kg) içerdiği, *Opuntia ficus-indica* türüne ait meyvelerde ise değerin 180-300 mg/kg aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Piga (2004) *Opuntia ficus-indica* meyvesinin nutrasötik ve fonksiyonel önemini araştırdığı çalışmasında bu meyvenin elma, armut, üzüm ve muz gibi meyvelerden daha fazla C vitamini içerdiğini belirtmiştir. C vitamini, tokoferol açısından zengin

meyvenin tiamin, riboflavin ve niasini iz miktarda içerdğini bildirmiştir [19]. Cano ve ark. (2017) *Sanguinos* ve *Verdal* çeşidi hint inciri meyve pulplarında askorbik asit miktarları sırasıyla $47,19 \pm 2,54$ (mg /100 g taze meyve) ve 62.09 ± 6.57 (mg /100 g taze meyve) aralığında tespit edilmiştir [13].

Hint inciri meyvesinin başlıca vitaminlerden olan C vitamininin antioksidan özelliği nedeni ile oldukça önem taşıdığı ve miktarının meyve olgunluğuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Başka bir çalışmada, hint incirinde bulunan C vitamininin antioksidan aktivitenin %68'ine katkıda bulunduğu rapor edilmiştir [13].

Hint inciri meyvesinin suda çözünebilir pigmentleri bitki vakuolünde bulunmaktadır. Betalainler *Caryophyllales* takımı bitkileri çiçek ve meyvelerinde fazla, kök ve gövdesinde az miktarda bulunan azotlu kromo alkaloidlerdir. Görünür ışık spektrumunda antosiyaninlere göre daha yüksek molar absorpsiyon katsayılarına sahiptirler. Yaralanmalarda antiviral ve antimikrobiyal etkileri sebebiyle kullanılmaktadırlar. Betalainler potansiyel bir nitrojen rezervi (azot kaynağı) olarak kabul edilebilir [26].

Betalainler suda çözünürler ve bitki hücrelerinin vakuollerinde bulunurlar. Betalain stabilitesi ile su aktivitesi arasında ters orantı bulunmaktadır. Aynı zamanda betalainlerin oksidatif yolla ve sıcaklık etkisiyle de parçalanması söz konusudur [29].

Meyve renginin Şekil 2.1'de görüldüğü gibi yeşilden sarı-turuncuya, kırmızıdan mora çeşitlilik gösteren çekiciliği yapısında bulunan betalainlerden kaynaklanmaktadır. Betalainlerin kırmızı-mor rengini betasiyaninler, sarı-turuncu rengini betaksantinler oluşturmaktadır. Antosiyaninlerin aksine, bu renk maddeleri 4 ila 7 arasındaki geniş bir pH aralığında görünüm özelliklerini korumaktadırlar. Bu özellikleri onları özellikle süt ürünleri gibi düşük asitli gıdaları renklendirmek için ideal pigment yapmaktadır [30].



Şekil 2.1. *Opuntia ficus-indica* türüne ait iki farklı renkte hint inciri meyvesi örneği

Castellanos-Santiago ve ark. (2008) hint inciri meyvesi betalain içeriğinin bitkinin türü, çeşidi ve coğrafi koşullara göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir [31]. Ayrıca betalainlerin antioksidan, anti-inflamatuar, anti-diyabetik ve anti-kanserojen aktivitesi olduğu belirtilmiştir [22]. Diyabet tedavisinde kullanılan bitkisel ürünler üzerine yapılan bir çalışmada, Batı Teksas'ın sağlık hizmetinin yeterince ulaşmadığı bölgelerinde, hint inciri meyvesinin en sık kullanılan bitkisel ilaç olduğunu belirtmişlerdir [32]. Hint inciri meyvesinin çeşitli türleri, hipoglisemik özellikleri ile tip-2 diyabet için güvenli ve etkili tedavi yöntemlerinde kullanılmıştır. Meyvenin kan şekeri seviyeleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalara bakıldığında, tip-2 diyabeti tedavi edici değere sahip olduğu görülmektedir [33].

Opuntia ficus-indica meyvesi ve çekirdeklerinde, tokoferoller ve β -karoten bulunmaktadır. Bunun yanı sıra meyve iyi bir amino asit (prolin, taurin ve serin) ve mineral (kalsiyum, potasyum ve magnezyum) kaynağıdır. Meyve yapısında bulunan Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te belirtildiği gibi çoğunluğunu kuersetinin oluşturduğu flavonoidler sayesinde antioksidatif etkiye sahiptir. Yine Tablo 2.2'de görüldüğü gibi toplam fenolik bakımından da oldukça zengin olan meyve yapısındaki fenolik bileşikler sayesinde kararlı radikal üretimi ile proteinler, DNA ve lipidler üzerindeki prooksidatif etkiyi geciktirebilmektedirler [10].

Hint inciri gövde ekstraktlarının kullanıldığı çalışmalar hipoglisemik aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Diyabet tedavilerinde geleneksel olarak

hint inciri bitkisi gövde (sap) kısımları kullanılmaktadır. Fareler üzerindeki bir çalışmada insülin ile kombine edilerek birlikte verilen saf ekstraktın (*Opuntia fuliginosa* Griffiths) kandaki glukoz seviyesini düşürdüğü bulunmuştur. Çalışmada ekstrakttan alınan günlük dozun (1 mg/kg vücut ağırlığı) gösterdiği hipoglisemik etkinin yüksek miktarda eşdeğer insülin alımını gerektirdiği belirtilmiştir . Farelerde diyetle 25 g/kg meyve çekirdeği yağı eklenmesi iskelet kasları ve karaciğerde glikojen oluşumu ile glukoz konsantrasyonunu düşürmüştür. Bu gözlemler glukozun glikojene dönüştüğü insülin salınımını başlatma potansiyeli ile açıklanmaktadır [8].

Benzer bir çalışmada kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, obezite, kanser gibi farklı kronik hastalıklara *Opuntia* türlerinin yararı olduğu belirtilmiştir. *Opuntia* ürünlerinin düzenli kullanımı sonucunda vücuda alınan sterollerin etkisi sayesinde HDL ve LDL kolesterol seviyelerinin düştüğü, antihiperglisemik ve antihiper insülinemik cevaplarla lipid birikiminin bastırıldığı veya adipojenezi inhibe ettiği, farklı kanser hücre dizilerine karşı sitotoksik aktivite gösterdiği, oksidatif stresi önlediği, sağlıklı insanlarda redoks durumunu iyileştirdiği ve farelerde tümör büyümesini baskıladığı bildirilmiştir [34]. Bu etkiler *Opuntia* cinsinin sahip olduğu biyoaktif bileşenler (fenolik asitler, flavonoidler ve betalainler gibi) ve diyet lifleri ile ilişkilendirilmektedir. Diyet lifi selüloz, β -glukan, hemiselüloz, gamlar, müsilaaj, pektin, dirençli nişasta ve oligosakkaritler gibi sindirilemeyen karbonhidratlardan oluşmaktadır. Diyet liflerinin kolon kanseri gibi bazı kanser türlerinin oluşma riskini azalttığı bilinmektedir [35].

Kaktüs bitkisi polifenollerini endoplazmik retikulumdan kalsiyum iyonlarının hücre içi havuzda artışını sağlamaktadır. Hücre içi kalsiyum artışı da insandaki Jurkat T hücrelerini aktive ederek S fazı geçişiyle bağışıklık cevabını düzenleyen hücre büyümesi ve farklılaşmasını uyaran en önemli sitokin olan interleukin-2'yi bozmaktadır [10].

Opuntia ficus-indica çiçekleri geniş bir farmakolojik aktiviteye sahiptir. Antioksidan, antimikrobiyal ve anti-ülserojen etkileri sayesinde, yaraları iyileştirme tedavisinde iltihap söktürücü etkisi sebebiyle kullanılmaktadır. Fitokimyasal çalışmalar, bu çiçeklerdeki bazı kimyasal bileşenlerin varlığını ortaya koymuştur. İtalya ve Tunus'dan toplanan *O. ficus indica* çiçeklerinin metanolik ve sulu

ekstraktlarında majör fenolik bileşikler olarak isorhamnetin glukozitlerini, takiben kuersetin ve kampferol glukozitlerini tespit etmişlerdir [36].

Opuntia ficus-indica çiçekleri biyolojik özlerinin antioksidan ve antibakteriyel etkilerinin, yara iyileşmesini artırma yeteneklerinin araştırıldığı farklı bir çalışmada çiçeklerin müsilajlı ve metanollü ekstraktların yara iyileştirme aktivitesi, sıçanlarda “eksizyon yara modeli-ekstraktın yaraya sürülmesi gelişimin fotoğraflanması” kullanılarak değerlendirilmiştir. Her iki ekstrakt ile on üç günlük tedavi sonrasında, yara kontraksiyonunun ve yeniden şekillenme fazlarının hızlanması ile değerlendirildiğinde kutanöz onarım üzerinde yararlı bir etki gözlenmiştir. Müsilaj ekstraktı, metanol ekstraktından daha etkili bulunmuştur ancak her ikisi de kontrole kıyasla yaranın iyileşmesinde önemli etki göstermiştir. Ekstraktlar DPPH radikal süpürme gücü aktivitesi, troloks eşdeğeri cinsinden antioksidan kapasite, indirgeme gücü, metal şelat aktivitesi, şelatlama aktivitesi ile tüm test edilen bakterilere karşı potansiyel bir antioksidan aktivite kararlılığı göstermiştir [37].

2.2.Hint İnciri Meyvesi Kurutma Çalışmaları

Hint inciri meyvesi kabuğunun kurutma kinetiğinin incelendiği bir çalışmada cebri konveksiyonlu dolaylı tip güneş enerjisi kurutucusu kullanmışlardır. Örnekler $1\pm0,01$ g ağırlığında parçalar halinde kesilip, tepsi ile kabin içerisine yerleştirilmiştir. Isıtılan havanın kabin altından girip örneklerin bulunduğu üst raflara doğru aktığı kurutucuda hava sıcaklığının sabit tutulabilmesi önem taşımaktadır. Çünkü güneşte kurutma sistemlerinde güneş ışıını büyüklüğüne bağlı olarak kurutma sıcaklığı değişiklik göstermektedir. Kaktüs meyvesi kabuğunun kurutma kinetiğini etkileyen ana faktörün hava sıcaklığı olduğu belirtilmiştir. Kurutma denemelerinde kurutucu sistemin yanı sıra, yardımcı ısıtıcı, sirkülasyon fanı ve kurutma kabini kullanmışlardır. Meyve kabuğunun kuruması için kurutucu sıcaklığı 32-36°C'a ayarlanmış olup, hava sıcaklığının 50/60°C, bağıl nemin %23-34, hava akış debisinin 0,0277-0,0833 m³/s ve günlük güneş radyasyonunun 200-950 W/m² ayarlandığı şartlarda yeterli bir kurumanın sağlandığını gözlemişlerdir. Deneysel kuruma eğrileri azalan bir kuruma oranı periyodu göstermiştir. Hint inciri meyvesi kabuğunun kuruma tavrını açıklamak ve matematiksel modellemesini

geliştirmek için, ince tabaka cebri konveksiyonlu güneşte kurutma işlemlerine 13 matematiksel model uygulamışlardır. Bunlar arasında Midilli- Küçük kurutma modelinin en iyi sonuçları verdiği ve deneysel verilerle uyum içerisinde olduğunu gözlemişlerdir [20].

‘Taifi’ çeşidi kurutulmuş kaktüs meyvesinden pestil üretilen bir çalışmada, sakaroz, sitrik asit, zeytinyağı ve sodyum metabisülfiti farklı oranlarda kullanarak üretim yöntemlerini birbiriyle kıyaslanmıştır. Pestil formülasyonunda sakaroz (%2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0), sitrik asit (%0,5; 0,9; 1,1; 1,3), sodyum metabisülfid (%0,10; 0,12; 0,15; 0,20), zeytinyağı (%0,2; 0,5; 0,8; 1,1) şeklinde farklı oranlar kullanmışlardır. Aynı zamanda formülasyonda oranları değişmemekle birlikte %1,4 zencefil, %0,6 vanilya, %1,0 karanfil, %0,6 kakule ve %1,8 ise tarçın kullanmışlar ve çalışmada elde edilen pestil örneklerini fiziksel, kimyasal ve duyuşal açıdan değerlendirmişlerdir. Duyusal değerlendirmede panelistler tarafından en çok beğenilen formülasyonunun %10 sakaroz, %1,1 sitrik asit, %0,15 sodyum metabisülfid, %0,5 zeytinyağı içeren pestil örneğı olduğunu ve örneğın 60°C sıcaklıkta 40-48 saat kurutulduğunu belirtmişlerdir. Sodyum metabisülfidin rengi koruduğı, zeytinyağının tekstürde istenen elastikiyeti sağladığı, sitrik asidin ise geleneksel kayısı pestiline benzer bir asitlik sağladığı tespit edilmiştir [38].

Farklı oranlarda kaktüs meyvesi ve ayva pulpları kullanılarak geliştirilen pestil formülasyon çalışmasında kontrol grubunda (F1) hiç ayva pulpu kullanılmadan sadece hint inciri meyvesi pulpu kullanmış ve %1,1 oranında sitrik asit ilave etmişlerdir. Diğer formülasyonlarda %75 hint inciri pulpu + %25 ayva pulpu + %0,7 sitrik asit (F2); %50-hint inciri / %50-ayva pulpu (F3). Karışımları nem seviyesi %15-16’a ulaşınca kadar tabaka halinde bir basınçlı hava tüneline 57±3°C sıcaklıkta 6-8 saat süresince kurutmuşlardır Pestil örnekleri pH değerlerini F1, F2 ve F3 formülasyonlarında sırasıyla 3,7; 3,8; 4,2 olarak tespit etmişlerdir. Örneklerin asit içeriğini formülasyonlarda hazırlanan karışımların asitlik değerlerinden daha yüksek bulmuşlardır. F1, F2, F3 formülasyonu ile üretilmiş pestil örnekleri asitlik değerlerini sitrik asit cinsinden sırasıyla %3,4; %2,8; %1,3 şeklinde bildirmişlerdir. C vitamini içeriğı en yüksek (32,65 mg/ 100 g) F1 örneğı olarak belirtilirken, su aktivitesi değerleri depolama boyunca tüm örneklerde 0,55-0,60 arasında değişiklik göstermektedir. Ürünlerin nem ve tekstür bakımından doğrudan tüketilebilir

özelliklere sahip olduğunu ve bu ürünlerin çocuklar tarafından sevilerek tüketildiğini, kalori değerinin de 319-327 cal/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Her üç formülasyonla üretilmiş örneklerin duyuşal değerlendirmeleri sonucu görünüş, tatlılık, tekstür ve tat sonuçları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır [39].

Farklı oranlarda (% 0, 1, 2, 3, 4, 5 ve 10) hint inciri meyve pulpu ve sakaroz içeren pestil miksleri kalıplara farklı kalınlıklarda (5, 10, 15 mm) dökülerek kurutma işlemi iki farklı sıcaklıkta (60 ve 70°C) gerçekleştirmiştir. Pestil boyutları 20x15 cm şeklinde dökülmüştür ve kurutma 4,0 m/s hava hızında gerçekleştirilmiştir. Pestil formülasyonundaki toplam çözünebilir kuru madde değerleri sırasıyla 13,5; 14,5; 15,5; 16,5; 17,5; 18,5 ve 23,5 °Bx şeklinde bulunmuş olup, 10 mm kalınlıktaki pestil örneğinde, 60°C sıcaklıkta kurutma işleminin 44 sa boyunca sürdüğünü bildirmiştir. %2 ve %3 sakaroz içeren pestiller kabul edilebilirliğin en iyi skorlarına ulaşmıştır. %1, %2 ve %3 oranında sakaroz içeren pestillerle kontrol grubu arasında aroma, renk ve tekstür bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır ($p<0.05$). Kuruma oranları pestil kalınlığının arttırılmasıyla azalmış ve 70°C’de 60°C’de olduğundan daha hızlı kuruma işlemi tamamlanmıştır [40].

Farklı bir çalışmada ise hint inciri meyvesi pulpu lif içeriğini de arttırmak amaçlı elma özü, sükraloz ve keten tohumu ile karıştırılarak renkli kaktüs armudu çubukları hazırlanmıştır. Güneşte kurutma ile hazırlanabilen bu çubuklar sağlıklı atıştırmalıklar olarak adlandırılmakta, çocuklar tarafından sıkça tercih edilmekte ve oldukça düşük maliyetli teknolojiler kullanılarak hazırlanabilmektedir [41].

Türkiye’de üç farklı bölgeden toplanan dikenli incir meyvesinin ülkemiz geleneksel ürünlerinden olan pestil ve fıstıklı sucuğa işlenmesinde farklı kurutma yöntemlerini (fırın tipi, endüstriyel tip) denediği çalışmada pestil ve fıstıklı sucuk üretimi için kabuğu soyulmuş meyveleri blenderde parçalamış; çekirdek ve lifli kısımlarını ayırmıştır. Elde edilen pulpu 25°Bx’e kadar 60 W’lık ısı ile konsantre etmiş kavanozlara sıcak halde doldurmuş, soğutma işlemi sonrasında üretimde kullanıncaya kadar bu şekilde saklamıştır. Üretim aşamasında açılan kavanozdan alınan 1/4 pulp 14°Bx’e gelene kadar saf su eklemiş ve bu oranın %4’ü kadar nişasta ilave etmiştir. Hazırladığı miksini konsantre kısma (3/4’lük kısma) ilavesini yavaş ve etkin bir karıştırma işlemiyle gerçekleştirmiştir. Karıştırma ile aynı zamanda

uygulanan ısıtmaya kaynama gözlemlendikten sonra 5 dk daha devam etmiştir. Herle saten kumaşlara 2 mm kalınlıkta dökmüş, iki farklı kurutucuda (fırın tipi ve endüstriyel tip tepsili kurutucu) 50°C’de ürün son nem içeriği %12 olana kadar kurutmuştur. Elde edilen pestil örneklerini +4°C’de kilitli buzdolabı poşetlerinde saklamıştır. Üç farklı bölgeden toplanan meyve örnekleri arasında değerler birbirine yakın olmakla birlikte antioksidan aktivite değerleri Akdere Beldesi dikenli incirinde diğer iki bölge meyvelerine göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Mineral madde açısından Akdere Beldesi örneklerinin Na, K ve Ca açısından diğerlerinden daha yüksek olduğu; Seydikemer örnekleri Mg, Gökçe Köyü, örneklerinin Fe bakımından daha yüksek mineral içeriklerine sahip olduğunu bildirmiştir ($p<0,05$). Tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesinin fırında kurutulan örneklere kıyasla daha yüksek olduğu, HMF içeriğinin daha düşük bulunduğunu belirtmiştir. Bu durumu tepsili kurutucuda kurutma işlemi süresinin fırında kurutma süresinden daha kısa olması ile açıklamıştır [42].

2.3.Pestil

Ülkemizde sevilerek tüketilen “bastık” adıyla da bilinen “pestil”, Türkiye’nin belli bölgelerinde konsantre taze meyve püresi, suyu ya da karışımının buğday nişastası ile karıştırılıp ince bir tabaka halinde (1,00-5,00 mm kalınlığında) serilip güneşte kurutulması ile elde edilen, lezzetli ve çiğnenebilir formda, bir tür kurutulmuş meyve atıştırmasıdır. Hemen hemen her türlü meyveden yapılabildiği gibi üzüm, dut, kayısı ve erik suyu ile hazırlanan pestillere daha sık rastlanmaktadır [43].

Sağlıklı beslenme trendleri arasında meyve tüketiminin artırılması gayet popüler bir eylemdir. Bu noktada; vitamin ve mineral deposu, çeşitli besin elementlerinin kaynağı olan meyvelerden üretilmiş pestil sağlıklı bir atıştırma arayanların dikkatini çekmektedir. Üstelik pestil, meyve kullanılarak üretilen birçok atıştırmağa kıyasla daha az kaloriye sahiptir (porsiyon başına <100 kcal). 200 yıl önce Malatya’da yaşayan Ermeniler tarafından keşfedilmiş olup ilk ismi “orjik” olarak bilinmektedir [44].

Yabancı literatürde bilinen adıyla “fruit leather” pestili tanımlamak için kullanılan en yaygın isimdir. Bununla birlikte “fruit roll-up” veya “fruit sheet” sıklıkla kullanılan terimlerdir [45].

Pestil, yapısında önemli miktarda bulunan karbonhidrat ve mineral içeriği dolayısıyla besin değeri yüksek, uzun süre bozulmadan saklanabilen, iyi bir enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Kuru meyveye oranla daha tatlı bir tada sahiptir. Şekerleme veya atıştırmalık olarak tüketilen, şerit ya da yaprak formda kurutulmuş pestil aynı zamanda meyve çerezi olarak tanımlanabilmektedir [46]. Tadı ve tekstürü dolayısıyla çocuklar tarafından tercih edilen sağlıklı bir atıştırmalık olarak değerlendirilmektedir [47, 48].

Pestil üretiminde birçok formülasyon kullanılmakta olup, bu formülasyonlarda, pestil tadının iyileştirilmesi, sertliğin sağlanması, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının önlenmesi gibi amaçlar bulunmaktadır. Meyve püresine mısır şurubu, bal, sitrik asit, pektin, maltodekstrin, lesitin, bitkisel yağlar ve askorbik asit gibi maddelerden biri veya birkaçının bir arada kullanıldığı çeşitli formülasyon çalışmaları denenmiştir [49].

Pestil üretimi meyvelerin yıkama ve ayıklama işlemleri ile başlamakta olup, yıkama işlemiyle meyve üzerinde bulunan kir, toz ve ilaç kalıntıları giderilmekte, aynı zamanda hammadde kaynaklı mikrobiyal yük azaltılmaktadır. Kabuk soyma, çekirdek çıkarma gibi işlemlerin ardından meyve suyu/püresinin konsantrasyonu (en fazla 50°Bx) arttırılmaktadır. Buğday nişastası veya un ilavesi (yaklaşık 5-15 g/100 g kuru madde) ile pestilde arzu edilen sertlik eldesi hedeflenmektedir. Nişastanın jelatinizasyonu amacıyla ısı uygulanmakta (100-110°C) ve son aşamada herle bezine ince bir tabaka halinde yayılarak kurumaya bırakılmaktadır [50].

Pestilin kurutulması işlemi geleneksel yöntemde yaklaşık 48 saat güneşte kurutma, devamında ipe asma suretiyle arka yüzeyin de birkaç saat kurutulması ile sonlandırılmaktadır. Kuruyan pestillerin bezlerinin hafif nemlendirilmesi ile “soyma” adı verilen pestilin bezden ayrılması gerçekleştirilir. Bu aşamadan sonra istenilen boyutlarda kesimi tamamlanan pestil katmanları arasına yapışmayı önlemek amacıyla nişasta (veya un) serpilmiştir.

Üretim tekniğine göre kurutulmuş, kesilmiş pestil şeritleri arasına öğütülmüş halde ceviz, fıstık, badem, fındık serpilip muska şeklinde katlanabilir ya da pestil beze yayılmadan önce bu kuruyemiş parçaları (%1-2 oranında) herleye ilave edilip karıştırılmakta ve sonra bezlere yayılmaktadır [47].

Pestil üretiminde, kullanılan meyve çeşidine bağlı olarak meyve suyunun asitliğini gidermek ve durultmayı sağlamak amacıyla 7 g/L doğal beyaz toprak (pekmez toprağı) eklenebilmektedir. Bu toprak yaklaşık %70 oranında CaCO₃ içermektedir. Pestil üretim aşamasında kullanılan meyve suyu 3-5 dk kaynatılarak enzim inaktivasyonu sağlanmakta, yüzeyde oluşan köpük uzaklaştırıldıktan sonra şıra filtre edilmektedir. Tüm bu aşamalar kurutma ve depolama sırasında meydana gelebilecek renkte istenmeyen koyulaşmaya sebep olan enzimatik esmerleşme reaksiyonlarının önlenmesini sağlamaktadır [46].

Pestil nem içeriğı, Türk Standartları Enstitüsü'ne göre 20 g/100 g'dan düşük olmalıdır [51]. Fakat pestil nem içeriğinin 15 g/100 g altında olmasının yalnızca mikrobiyal gelişimi durdurmakla kalmayacağı aynı zamanda şekerlerin kristalizasyonu, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ve aroma kayıpları gibi diğer bozulmaların da önlenebileceğini bildirilmiştir [52].

2.4.Pestil Üretimi Alanında Yapılan Çalışmalar

Elma, erik ve elma-erik (%50-%50) karışımlarından üretilen pestillerin güneşte kurutma ve konvektif kurutma sonrası bazı kalite parametreleri test edilmiştir. Pestillerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini kızılötesi spektroskopik yöntemle değerlendirmişlerdir. L* değeri elma pestilinde (31,54) erik pestiline (20,08) ve karışım pestiline (19,51) oranla oldukça yüksek kaydedilmiştir. Kroma-“doygunluk”(15,32) elma pestilinde erik (1,50) ve karışım (4,47) pestili örneğine göre yine yüksek bulmuşlardır. Sebep olarak elmanın saf renk tonunda, diğerlerinin daha karışık tonlar içeriyor olması göstermişlerdir. Duyuşal değerlendirmede tüm örnekler yüksek puanlarla kabul görürken elma pestili dokusu daha çok tercih edilmiştir. Konvektif kurutma yöntemi erik pestili örneğinde kuru madde (95,84-93,40), briks (77,76-74,25), pH (3,997-3,992) önemli derecede azalmaya sebep olurken, su aktivitesi (0,494-0,500), toplam fenolik madde miktarı

(2565,24- 2672,95), toplam antioksidan aktivite kapasitesi (44,40-48,80) değerlerinde artış sağlamıştır ($p<0,05$). Genel olarak antioksidan aktivite kapasitesinde %10-25'lik bir artış gözlemlenmiştir. Kızılötesi spektrumlarında 1800 ila 800 cm^{-1} bandındaki pik absorbans değerleri titrasyon asitliği, pH, toplam fenolik ve toplam antioksidan içerikleri ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. Kimyasal yöntemlerle karşılaştırıldığında, kızılötesi spektroskopik yöntem daha yüksek belirlilik katsayısına, kesinliğe ve tahmin belirleme oranına sahip bulunmuştur. Kızılötesi spektroskopik yöntemin daha düşük sapmalar ve RMSEP yöntemiyle pestil üretiminde fizikokimyasal özelliklerin daha hızlı ve güvenli belirlenebilmesi için birlikte kullanımı önerilmiştir. Absorbans alanı hesaplayıp fonksiyonel bir grupla (kimyasal parametreler-kuru madde, su aktivitesi, briks, pH...gibi) Pearson Korelasyon testi ile karşılaştırmışlardır [53].

Farklı konsantrasyonlarda buğday, mısır ve patates unları kullanılarak kurutulmuş pestil örneklerinde en iyi miksin belirlenebilmesi amacıyla simpleks kafes karışım tasarım tekniği uygulamışlardır. Mikslerde un harici bileşenler su (%70), süt (%6), çiçek balı (%1), sakaroz (%8) ve (%3) dut pekmezi olarak belirtilmiştir. Pestil kurutma işlemi tepsili kurutucuda 50°C sıcaklıkta 24 saat sürmüştür. En yüksek HMF içeriği 6,60 mg/kg ile %12 patates unu içeren örnekte, en düşük HMF içeriği 1,42 mg/kg ile %6 buğday unu %6 patates unu içeren örnekte tespit edilmiştir. Numunelerin toplam fenolik içeriğinin 783,0 ve 2154,8 mg GAE/kg arasında değiştiği ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlemlendi ($p<0,05$). Pestil örnekleri antioksidan aktivite değerlerinde (toplam antioksidan ve DPPH) önemli artışlar saptanmıştır. Genel olarak pestil örneklerinin duyusal analizi sonucu beğeniler karışımında patates ununun artmasıyla önemli ölçüde azalmış, mısır ve buğday unları ilaveli pestil örnekleri benzer duyusal özellikler sergilemiştir. Optimum un miksi duyusal analize göre belirlenmiştir. En iyi pestil formülasyonunun %4,69 buğday unu %7,39 mısır unu karışımıyla üretilebileceği öngörülmüştür [38].

Mango meyvesinden pestil üretimi yapılan çalışmada, nişasta ilave edilmiş (5 g nişasta/100 g pulp) ve edilmemiş pestil örneklerinin kurutma eğrileri değerlendirilmiştir. Şerit döküm kurutma (CTD-cast tape drying) yöntemi ile kurutulan mango pestillerinin fiziksel özellikleri ve kabul edilebilirlikleri

araştırılmıştır. Mango pestilleri farklı bağıl nemde (RH) şartlandırılmış ve tekstürü mekanik-akustik ölçümlerle değerlendirilip duyu analizlerle ilişkilendirilmiştir. Nişasta ilavesinin kuruma süresini (18 dk) etkilemediğini kaydetmişlerdir. %22,5 bağıl nemde koşullandırılmış mango pestillerinin gevrek (kıtır) dokusunun ve nişasta ilavesinden bağımsız olarak tüketiciler tarafından çok beğenildiğini belirtmişlerdir. Doku, tüketici seçimini en fazla etkileyen özellik kabul edilmiş, ses basınç seviyesinde olduğu kadar, kuvvet miktarı ve ses pikleri ile uyum içinde ilişkilendirmişlerdir. Şerit döküm kurutma (CTD) yönteminin oldukça kısa sürede mango pestili üretmek için yeterli kurutmayı sağlayan bir yöntem olduğu tespit edilmiştir [54].

Farklı kurutma yöntemlerinin nar pestilinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada sıcak havada kurutma (50, 60 ve 70°C); mikrodalga (90W-180W) destekli sıcak havada kurutma ve kırım pencere kurutma (90-95-98°C) işlemleri uygulanmıştır. Çalışmada belirlenen pestil nem içeriği %10-12, su aktivitesi değeri 0,552-0,570, pH 3,61-3,68, sertlik 8,37-27,06 N, elastikiyet 0,87-0,93, çiğnenebilirlik değeri 5,60-23,67 N.s aralığında tespit edilmiştir. Çalışmada nar pestillerinde belirlenen en düşük antioksidan aktivite değerine sıcak hava kurutma (1,82±0,08 g TE/100 g KM) yöntemi ile kırım pencere kurutma (1,87±0,56 g TE/100 g KM) yönteminde karşılaşılmıştır. En yüksek antioksidan aktivite değeri ise mikrodalga destekli (180W) sıcak havada kurutulan (2,42±0,30-2,37±0,08 g TE/100 g KM) nar pestili örneklerinde belirlenmiştir. Mikrodalga destekli kurutulan (MWD) örneklerde daha yüksek fenolik içerik bulmuşlar (1056,10-1327,02 mg GAE/100 g KM), kırım pencere kurutma uygulanan örneklerde daha yüksek askorbik asit (244,76-267,88 mg/100 g) ve daha düşük 5-hidroksimetilfurfural (142,80-162,98 mg/kg KM) tespit etmişlerdir [50].

Elma ve ayva pestilleri antioksidan kapasitelerini doğal yolla zenginleştirmenin; yeni, fonksiyonel bir atıştırmalık geliştirmenin hedeflendiği bir çalışmada pestil karışımlarına *maqui* (Güney Amerika'da yetişen mor renkli meyve) ekstraktı ilave etmişlerdir. Meyve püreleri 60°C'de 20 sa kurutmuş ve hemen depolamaya almışlardır. Meyve ve pestil örneklerinde çözünebilir kuru madde, asitlik, pH, su aktivitesi, toplam fenolik, antioksidan aktivite ve renk değişimi

(esmerleşme indeksi, BI) araştırmışlardır. Tüketici kabul edilebilirliğini değerlendirmek için eğitimsiz panelistler kullanmışlardır. Pestillerin orta seviyede bir su aktivitesi (0,56-0,69) değerine, nem miktarına (%17) ve suda çözünür kuru madde içeriğine 70°Bx sahip oldukları kaydetmişlerdir. *Maqui* ilavesinin pestillerin rengi ve esmerleşme indeksini değiştirdiğini bildirmişlerdir. Toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitesinin ayva pestillerinde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Elma pürelere *maqui* ilavesi yapıldığında örneklerin toplam fenolik içeriği ve antioksidan kapasitelerinin sırasıyla %40 ve %45 artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Meyve püresine kıyasla pestillerde antioksidan kapasitesinin %59 azaldığı bulunmuştur. Depolamada örneklerin toplam fenolik içeriği bir miktar azalırken, antioksidan kapasitelerinde değişiklik gözlemlenmemişlerdir. Esmerleşme indeksinin *maqui* ilavesi olduğunda ve olmadığında elma pestillerinde sırasıyla günde 0,1-0,3 ünite arttığını, antioksidan kapasitenin günde 0,002 ve 0,008 mg CAE/100 g azaldığını belirtmişlerdir. Panelistler tarafından *maqui* ilaveli ya da ilavesiz elma pestilleri tercih edilmiştir [49].

Kayısı pestilini farklı yöntemlerle kurutmanın pestilin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerine etkilerinin değerlendirildiği çalışmada güneşte kurutma, vakum kurutma (55°C), mikrodalga kurutma (90W) yöntemlerini denemişlerdir. Örneklerde nem, suda çözünür kuru madde, toplam ve indirgen şeker, HMF, toplam fenolik, antioksidan aktivite, mineral (K, Ca, Mg, Zn), renk (L^* , a^* , b^*) ve duyuşal analizler yapmışlardır. Kayısı pestilleri nem içeriğini 13,12±1,35 – 14,39±0,41 (%) aralığında bulmuşlardır. Örneklerin HMF içeriğinin kurutma yönteminden etkilendiğini bildirmişlerdir. Mikrodalgada kurutulmuş örneğin 13,62±0,78 mg/kg, vakumlu etüvde kurutulmuş örneğin 19,39±0,26 mg/kg, güneşte kurutulmuş örneğin 45,64±1,29 mg/kg HMF içerdiğini bildirmişlerdir. Pestil örnekleri toplam fenolik madde miktarlarını 110,03±0,72–121,24±6,19 mg GAE/100 g olarak saptamışlardır. Antioksidan aktivite kapasitesini güneşte kurutulmuş, mikrodalga fırında kurutulmuş ve vakumlu etüvde kurutulmuş örneklerde sırasıyla %59,80, %39,23 ve %19,15 şeklinde tespit etmişlerdir. Pestillerin mineral içeriği kuru madde oranı artışından dolayı arttığını bulmuşlardır. Kurutma süresini en kısa mikrodalga kurutmada (55 dk), sonra güneşte kurutmada (345 dk), en uzun ise vakumlu etüvde (450 dk) olduğunu bildirmişlerdir. L^* , a^* , b^* , ΔE^* ve C^* kromatik parametrelerinin

mikroalgada kurutulmuş örneklerde daha yüksek olduğunu, tüm örneklerin duyuşal olarak panelistler tarafından kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir [52].

Ananas ve mango meyve pulplarından kabin tipi bir kurutucuda pestil üretimi esnasında; farklı oranlarda sakaroz (%0, 5, 10), pektin (%0, 1, 2) ve maltodekstrin (%0; 2,5; 5) ilavesinin nem difüzyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hem ananas hem mango pestillerinin kuruma hızının sakaroz, pektin ve maltodekstrin ilavesiyle azaldığı belirlenmiştir. Kurutma hızı sabiti her iki pestil örneğinde en fazla sakaroz ilavesinden etkilenmiştir. Kurutma hızı sabitinin (k) 0,214 - 0,116 1/sa ile her iki pestil örneğinde en düşük %10 sakaroz, %2 pektin ve %5 maltodekstrin ilavesi yapılan örnekte olduğu saptanmıştır [55].

Katkı ve koruyucu ilave etmeden mango meyvesi püresini ince bir tabaka halinde yayarak pestil üretiminin yapıldığı çalışmada kurutma zamanını en aza indirmeyi hedeflemişlerdir. Mango pürelerini petri kaplarına yaymışlar ve sıcak havada kurutma işlemi (nem içeriğı %15-18 e kadar) yapmışlardır: kurutma sıcaklığı (60-80°C) ve püre yığıını (yükü) (0,4-0,6 g/cm²). Minimum kurutma süresini 80°C sıcaklıkta, 0,5 g/cm² püre yükü ile 120 dk olarak bulmuşlardır. Ürün, özellikle lezzet açısından çok beğenilmiştir. Mango pestillerini polipropilen kovalarda ağzı kapaklı şekilde 25°C’de depolamışlardır. Düşük su aktivitesi (0,62) ve düşük pH (3,8) değeri ürünün mikrobiyolojik olarak 6 ay boyunca kimyasal koruyuculara ihtiyaç duymadan korunmasına yardımcı olmuştur [56].

Üzüm pestilinin farklı kurutma yöntemleri (güneşte, sıcak havada) ile kurutulmasının kurutma kinetiğı matematiksel modellemesinin yapıldığı bir araştırmada, sıcak hava ile kurutma yönteminde farklı sıcaklıklar (55, 65, 75°C), farklı hava hızları (0,86, 1,27, 1,82 m/s) ve farklı kalınlıkta (0,71, 1,53, 2,20, 2,86 mm) dökülen pestiller ile çalışmışlardır. Örneklerin kurutma süresi, kurutma sıcaklığı ve pestil kalınlıklarının nem içeriğıne etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken (p<0,05) farklı hava hızının etkisini önemsiz bulmuşlardır (p>0,05). Sıcak hava yöntemiyle örneklerin %12 nem içeriğıne kadar kuruma süresi kalınlık ve sıcaklığa bağılı olarak değışmekle birlikte 50-140 dk arasında değıştiğini belirtmişlerdir. Bu sürenin güneşte kurutma yöntemiyle 180-1500 dk bulunduğunu bildirmişlerdir. Sıcak havada kurutmada 55°C’de 2,86 mm kalınlığındaki örnek haricindeki tüm örnekler

ile güneşte kurutma uygulanan 0,71 mm kalınlığındaki örnekleri azalan hız periyodunda kurutmuşlardır. Efektif nem difüzyon değerlerini Fick's difüzyon modeline göre hesaplamışlardır. Değerler sıcak havada kurutma için 3,00-37,6x10¹¹ m²/s ve güneşte kurutma için 1,93-9,16x10¹¹ m²/s şeklinde bildirmişlerdir [57].

Japon çeşidi (*Prunus domestica*) eriklere pulp haline getirilmeden önce ön ısıtma uygulanmış bir çalışmada pestil üretimi aşamasında (I) mısır nişastası ve şeker ilavesi; (II) yalnızca mısır nişastası ilavesiyle hazırlanan pulpları sıcak hava ve mikrodalgada iki farklı yöntem ile kurutmuşlardır. Enzim inaktivasyonu ve tekstürel olarak yumuşatma amaçlı uygulanan ön ısıtma işleminin pulp eldesi miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Bu amaçla çekirdeklerinden ayrılan erik dilimleri üzerine %10 su ilave edilmiş ve ısıtma işlemini ocakta gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen pulpa (I) %1,5 mısır nişastası ve %18 şeker, (II) %1,5 mısır nişastası şeklinde hazırlanan miksler ilave edilmiş daha sonra nişasta jelatinizasyonu amacıyla yaklaşık 15 dk ısıtmışlardır. Yağlı kâğıt üzerine serilen herleyi %15-20 nem içeriğine kadar kurutmuşlardır. Sıcak havada kurutmayı 65°C'de 7 saatte tepsili kurutucuda, mikrodalga kurutma 100 W güç seviyesi 165 dakikada gerçekleştirmişlerdir. Pestil örneklerini 9 ay boyunca oda sıcaklığında depolamışlardır. Her üç ayda bazı fizikokimyasal ve duyusal özellikleri değerlendirmişlerdir. Depolama boyunca örneklerin antosiyanin miktarında, toplam fenolik madde miktarında, L*, a*, b* ve C (kroma) değerlerinde istatistiksel olarak önem taşıyan bir düşüş meydana gelmiştir (p<0,05). Mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinin antioksidan aktivite değerlerindeki (baş. %82-son %84) değişim depolama boyunca istatistiksel olarak önemsiz bulunurken diğer örneklerdeki (baş. %82-son %76) değişim önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama boyunca pestillerdeki toplam fenolik madde miktarı üzerine kurutma yöntemi etkisi de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolamada beklendiği üzere örneklerin HMF miktarında artış söz konusudur [48].

Dut pestilinde açık kazanda pişirme süresinin (10-20 dk), pestil miksine ilave edilen buğday unu miktarının (%6, 8 ve 10), sakaroz şurubu (%0, 20 ve 40) ve glukoz şurubu (%0, 20 ve 40) oranlarının pestilin bazı kimyasal, duyusal ve tekstürel özelliklerine etkilerini araştırmıştır. Pestil üretiminde un, sakaroz şurubu, glukoz şurubu ilavesinin örneklerin pH'sını, L, a ve b değerlerini artırdığı, titrasyon

asitliğini, toplam fenolik madde içeriğini azalttığını saptamıştır. En yüksek pH değerini 6,11; en düşük titrasyon asitliğini %0,14 ile (%10 un, %40 sakaroz şurubu, %40 glukoz şurubu ilaveli, 10 dk pişirme) örneğinde bulmuştur. En yüksek toplam fenolik miktarını 33,46 (µg GAE/mg) ile (%10 un, şurup ilavesi bulunmayan, 10 dk pişirme) örnekte, en düşük 7,31 (µg GAE/mg) (%10 un, %40 sakaroz, %40 glukoz şurubu ilaveli, 20 dk pişirme) örnekte belirlemiştir. Pestil miksine ilave edilen maddelerin artışı pestil örneklerinin sertlik değerini artırdığı yapışkanlık değerini azalttığını gözlemlemiştir. Duyusal değerlendirmede genel kabul edilebilirlik değerlerine bakıldığında en yüksek değer (%6 un, şurup ilavesi bulunmayan ve 10-20 dk pişirme) örneklerinde sırasıyla 7,63-7,10 olarak puanlandığını bildirmiştir [58].

2.5.Probiyotikler

Gıda katkı maddeleri kullanımının son yıllarda artan sağlık sorunları ile ilişkisinin fark edilmesi ve tüketicilerin “doğal”, “organik” ve “sentetik katkı maddesi içermeyen” gıdalara talebinin artışı araştırmacıları biyoaktif bileşenler ve kullanımlarını incelemeye yöneltmiştir. Bu sebeple fonksiyonel gıdalara olan talep tüm dünyada hızla artmaktadır.

Fonksiyonel gıdalar, tasarım gıdalar, farmasötik gıdalar, nutrasötikler hastalıkları önleyici ve tedavi edici içeriğe sahip gıdaların eş anlamlılarıdır [59, 60].

Süt ürünlerinde besleyici ve sağlığı destekleyici özelliklerin iyileştirmesi amacıyla fonksiyonel gıda eldesi amaçlı probiyotik mikroorganizmaların ilavesi üzerine yapılan çalışmalar artmıştır [61].

FAO/WHO probiyotikleri, “gıdalarla birlikte yeterli miktarlarda tüketildiğinde konakçı sağlığına fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlamaktadır [1]. Oelschlaeger ve ark. (2010), ifadesine göre probiyotiklerin etki mekanizması arasında şu üç amaç bulunmaktadır: (1) bağışıklık sisteminin düzenlenmesi, (2) patojenik mikrofloranın baskılanması; (3) toksinlerin inaktivasyonu [62]. Bilinen en temel sağlık yararları; anti-mikrobiyal aktivite, ishalin önlenmesi ve tedavisi, laktoz intoleransının neden olduğu semptomların

hafifletilmesi, anti-mutajenik ve anti-kanserojen aktiviteler ve bağışıklık sisteminin uyarılması şeklinde sayılabilir [63].

Laktik asit bakterileri probiyotiklerin en önemli grubunu oluşturmaktadır. *Bifidobacterium* ve *Lactocaseibacillus* türleri en yaygın kullanılan bakterilerdir. Ayrıca, çeşitli *Saccharomyces* türleri de probiyotik olarak kullanılmaktadır [60]. Probiyotik bakterilerin terapötik değeri normalde bu bakterilerin sindirim sisteminde canlı kalabilmesine bağlıdır. Bu nedenle Uluslararası Süt Ürünleri Federasyonu (IDF), ürünün gramı başına tüketim anında en az 10^7 probiyotik bakteri hücresinin canlı olması gerektiğini önermiştir [64]. Bu oran çeşitli kaynaklarda değişiklik göstermekle birlikte genel olarak kabul edilen seviye 10^6 – 10^8 kob/g'dır [62].

Probiyotiklerin en iyi hangi yöntemle vücuda alınabileceği sorusunun ucu açık kalmaktadır. Araştırmacılar tarafından tıbbi ve gıda formülasyonları karşılaştırması yapılabilmesi için yeterince çalışma bulunmamaktadır. Probiyotiklerin ilaçlardan ziyade gıdalarla alınmasının, gıda ürününün prebiyotik etkisinden ve daha iyi matriks özelliklerinden kaynaklanabileceği kabul edilmektedir. Ayrıca tüketiciler gıda ürünlerini ilaçlar ya da kapsül forma tercih etmektedirler [64].

Mikroorganizmaların canlılığını etkileyen faktörler arasında sıcaklık, nem, su aktivitesi, ozmotik basınç, pH, ürünün besin bileşimi ve rekabetçi mikroflora yer almaktadır. Düşük sıcaklıkta depolama, mikroorganizma canlılığı açısından önem taşımaktadır [65].

Probiyotiklerin vücuda alımı sonrası gastrointestinal sistemde toplam canlılık seviyesinin %10-40'ını sürdürebildiği dikkate alındığında; probiyotik aktivite için ince bağırsakta en az 10^8 - 10^9 canlı bakteri bulunmalı ve günlük doz olarak da 10^9 - 10^{10} canlı bakteri alınmalıdır [66].

Probiyotik kültürler genellikle mikroaerofilik veya anaerobiktir, donmaya karşı direnci söz konusudur. Bu nedenle, oksijene ve aşırı düşük sıcaklıklara maruz kaldıklarında canlılıklarını koruyamayabilirler. Dondurma işleminde depolama adımları, probiyotiklerin hayatta kalması için kritik öneme sahiptir. Daha önce yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde sığır sütü, keçi sütü, koyun sütü ile

gerçekleştirilmiş üretimlerde probiyotik canlılığının devam ettiği veya bir miktar azaldığı bildirilmektedir. Ancak ürünlerin depolama süresi sonunda probiyotik aktivite için gerekli sayılarını hala koruduğu belirtilmektedir [62].

2.6.Probiyotik Dondurma Üretimi

Dondurma besleyici, lezzetli hatta sağlıklı bir süt ürünü olarak dünyanın pek çok yerinde yaygın bir biçimde tüketilmektedir. Ancak dondurmanın hastalıkları önleyici veya tedavi edici bir özelliği yoktur. Tüketicinin terapötik ürünlere artan ilgisi nedeni ile probiyotiklerin dondurmaya ilave edilme uygulamaları yapılmaktadır [60].

Dondurma, tüketiciye enerji sağlayan, besleyici özelliği bulunan dondurulmuş sütlü bir tatlıdır. Genellikle dondurma miksinde süt, emülgatör, kıvam verici, tatlandırıcı ve aroma verici bileşenler bulunmaktadır. Dondurmanın yapısı hava kabarcıkları, yağ globülleri, buz kristalleri ve diğer süt bileşenlerinden oluşan kompleks bir kolloidal kombinasyona sahiptir. Protein ve yağ içeriği sayesinde besleyici değeri ve kalorisı yüksek bir gıda maddesidir. Ancak antioksidan, mineral ve diyet lifi içeriği bakımından oldukça zayıftır. Sağlık için daha faydalı hale getirmek amacıyla dondurmaya meyve, proteince zengin bileşenler, probiyotik ve prebiyotikler eklenebilir [67, 68].

En popüler süt ürünlerinden biri olan dondurmanın her yaş grubu (çocuklar, yetişkinler, yaşlılar) tarafından severek tüketilen, besin değeri (yağ, protein, şekerler) oldukça zengin, fizikokimyasal (yüksek pH değerleri) özellikleri bakımından da iyi bir probiyotik taşıyıcı olmaya elverişli bir ürün olduğu vurgulanmaktadır [69]. Dondurma protein, karbonhidrat, yağ, A, C, D, E ve B grubu vitaminleri, kalsiyum, magnezyum, fosfor, sodyum, potasyum gibi mineralleri içeren besin değeri yüksek bir süt ürünü olarak dikkat çekmektedir [70].

Süt ürünlerini geliştirmede, probiyotik mikroorganizma olarak çeşitli bakteriler kullanılmakla birlikte en sık kullanılanlar *Lactisacibacillus* ve *Bifidobacterium* cinsine ait bakterilerdir [71].

Lactocaseibacillus suşları gram pozitif mikroorganizmalar olup spor oluşturmayan koklar, çubuklar veya glukoz fermantasyonu ileten basillerdir. Ek olarak, diğer laktik asit bakterileri gibi çinko içeren metal iyonlarıyla birleşebilmekte, onları yapılarına dahil edebilmektedir. Bu iyonlar pasif olarak hücre duvarına veya hücre içine bağlanabilmektedir. Çinko insan vücudunda birçok önemli işleve hizmet eder; örneğin, enzimleri, yapısal proteinleri ve hormonları içeren biyokimyasal reaksiyonlara katılır. Gen ekspresyonunu düzenler ve DNA sentezine katılır. İmmün sistemi düzenler, eksikliği çocuklarda büyüme ve gelişmeyi yavaşlatırken yetişkinlerde psikolojik rahatsızlıklara sebep olabilir [72].

2014'e kadar yapılan 130'dan fazla klinik çalışma ve 300'den fazla bilimsel çalışmayla üzerinde en fazla kanıtlanan çalışma bulunan probiyotik bakteri türü *Bifidobacterium* BB-12'dir. *Bifidobacterium* BB-12 katalaz negatif ve çubuk şeklinde bir bakteridir. Bakteri mide asidi ve safra tuzlarına karşı fazla toleranslıdır. Patojen bakteriler üzerinde inhibitör etki oluşturmaması, mide ve bağırsak sağlığını koruyup hatta bazen iyileştirmesi ve bağışıklık sistemini daha güçlü hale getirmesi önemli etkilerinden birkaçıdır [73].

Probiyotikler dondurma üretiminde farklı şekilde mikse ilave edilebilir. Pastörizasyon sonrası mikse ilave ederek fermantasyon yapılması veya pastörizasyondan sonra olgunlaştırılan mikse dondurma işlemi öncesi ilave edilebilmektedir. En yaygın olanı, sütün bir kısmını (%10-30) probiyotik kültür (37°C, 1–12 sa, anaerobik veya aerobik inkübasyon) kullanarak bir fermantasyon sürecine tabi tutmak ve fermente sütü diğer bileşenlere dondurma işlemi öncesi eklemektir. Fermentasyon, probiyotik kültürü aktive eder, donmaya ve donma aşamalarına karşı stabilitesini artırır ve ürün özelliklerini önemli ölçüde korur. Biyokütle (taze probiyotik kültür) ilavesi, liyofilize edilmiş probiyotik kültür ilavesi gibi farklı şekillerde de kültür eklemek mümkündür. Tüm sütler (sığır, koyun, keçi sütü gibi) probiyotik kültür ile fermente edilebilir ve fermente süt, dondurma aşamasından önce eklenir. Bu ekleme şekli, probiyotik kültürü aktive eder, nihai ürün daha asidik bir özelliğe sahip olabilir ve genellikle donmuş yoğurt olarak adlandırılır. Seçilecek ekleme formu, endüstriyel işlemeye ve ayrıca ürünündeki probiyotik canlılığına ve bunun teknolojik ve duyuşal yönler üzerindeki etkisine bağlıdır [69].

2.7.Probiyotik Dondurma Çalışmaları

Yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* sp. probiyotik starter kültürleriyle desteklenmiş meyve soslu dondurma örneklerinin 120 gün boyunca probiyotik özelliğinin korunduğu ve probiyotik mikroorganizma sayılarının 10^7 'den yüksek olduğu kaydedilmiştir [74].

Lactobacillus acidophilus ve *Bifidobacterium bifidum* bakterilerinin hem ayrı ayrı hem de farklı karışım oranlarda kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, bu iki bakteri sayılarının depolama süresince azalmaya devam ettiği, ancak tüm dondurma çeşitlerinde 90 gün sonra bile probiyotik özelliğın korunduğu görülmüştür [75].

Probiyotik dondurma üretiminde bazı bitkisel yağlar (susam, nar çekirdeğı ve üzüm çekirdeğı) ve bunlara ait posaların kullanıldığı bir çalışmada, posa içeren örneklerde kuru madde ve yağ miktarı istatistiksel olarak farklı bulunurken ($p<0,05$), protein ve kül miktarı farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Tüm örneklerin pH değerleri ve toplam asitlik değerlerinin depolama boyunca uyum içinde olduğu kaydedilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip örneğın üzüm çekirdeğı yağı ve posası içeren örnekler olduğu kaydedilmiştir [76].

Özellikle çocukların çok severek tüketmediğı ve/veya sert bir sebze olması nedeniyle tüketiminde güçlüklerin yaşandığı havucun probiyotik dondurma üretiminde değerlendirilmesinin amaçlandığı bir çalışmada, farklı oranda havuç püresi dondurmaya katılmıştır. Havucun β - karoten nedeniyle hem doğal turuncu renk kaynağı olması hem de sağlık ve beslenme üzerine üstün özellikleri probiyotik dondurmada bir araya getirilerek fonksiyonel yeni dondurma çeşidi ortaya konulmuştur. Probiyotik dondurma örneklerinde havuç püresi ve *Bifidobacterium* BB-12 ilavesinin pH ve titrasyon asitliği değerlerini önemli derecede etkilediğı saptanmıştır ($p<0.01$). Dondurmaların renk özellikleri depolama süresince stabilitesini korumuştur. Probiyotik dondurma örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12 sayısı 7,80-8,09 log kob/g aralığında değişim göstermiş olup, depolamanın 15. günden sonra probiyotik sayısında nispi miktarda (0,11-0,30 kob/g aralığında) bir azalma görüldüğü belirtilmiştir. %10 havuç püresi ilavesinin probiyotik sayısını

etkilemediği, %20 ve %30 havuç püresi ilavesinin probiyotik sayısını nispi miktarda düşürdüğü tespit edilmiştir [77].

Lactobacillus acidophilus ATCC 4356 suşunun enkapsüle ederek ve serbest formda dondurmalarla ilave edildiği bir çalışmada, üç ay boyunca probiyotik canlılık seviyesi kontrol edilmiş ve her iki örnekte üç ay boyunca korunduğu tespit edilmiştir ($>10^7$ log kob/g). Serbest ve enkapsüle formda probiyotik içeren dondurma örneklerinin duyuşal değerdendirmesinde örneklerin renk, görünüş, tat ve koku puanları arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). Ancak enkapsüle formda probiyotik içeren örneklerin yapı-kıvam ve genel beğeni puanlarının diğerdörneğegöre daha az olduğu belirtilmiştir ($p<0,05$) [78].

Lactobacillus acidophilus, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus gasseri* ve *Lacticaseibacillus rhamnosus* kullanarak probiyotik dondurmalar üretimi yapılan çalışmada örnekler 12 hafta boyunca -26°C 'de depolanmış, kimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Dondurma miksi titrasyon asitliğı pH 6,26-6,60 aralığında %0,22-%0,27 olarak kaydedilmiştir. Dondurma mikslerinin donma noktası tüm probiyotik ilaveli örneklerde ($<-2,35^{\circ}\text{C}$) kontrol mikse ($-2,14^{\circ}\text{C}$) göre daha düşük bulunmuştur. Dondurma örneklerinin probiyotik ilavesiyle hem özgül ağırlıkları hem de galon başına ağırlık değerdlerinde artış gözlenmiştir. Hacim artışı yüzdeleri probiyotik ilavesinden etkilenmiş olup, kontrol örneğinde %68,24, diğerdörneklere %59,72-64,07 arasında değışiklik göstermiştir. Probiyotik ilave edilmiş tüm dondurma örnekleri kontrol örneğinden daha hızlı erime göstermiştir. Miksin dondurulması ve sertleştirilmesi aşamasından hemen sonra yapılan ekimlerde probiyotik canlılık seviyesi mikse oranla 1 log seviyesinden daha az bir azalma göstermiştir. 12 haftalık depolama süresince probiyotik mikroorganizmalardan *Lactobacillus acidophilus* 2,23 kob/g, *Bifidobacterium bifidum* 1,68 kob/g, *Limosilactobacillus reuteri* 1,54 kob/g, *Lactobacillus gasseri* 1,23 kob/g *Lacticaseibacillus rhamnosus* 1,77 kob/g azalma göstermiştir. Tüm örneklerin 12 hafta sonunda probiyotik canlılık seviyeleri 10^6 log kob/g'dan daha yüksek kaydedilmiştir. Tüm dondurma örnekleri duyuşal değerdlendirmede panelistlerden yüksek puanlar almıştır. *Limosilactobacillus reuteri* içeren dondurma örneğinin daha ekşı bir tada sahip olduğu ve probiyotik lezzet arayanlar için daha yüksek puan aldığını bildirmişlerdir [59].

Lactobacillus acidophilus LA-5, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12, *Propionibacterium jensenii* 702 kullanarak keçi sütünden çikolatalı probiyotik dondurma ürettikleri çalışmada örnekleri üç farklı ambalaj materyalinde (polipropilen, polietilen ve cam) depolamışlardır. Depolama boyunca fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyal analizler ile örneklerin kalitesi ve probiyotik canlılık seviyelerini kontrol etmişlerdir. Ambalaj türünden bağımsız olarak tüm örnekler -20°C’de 52 hafta boyunca, probiyotik canlılık seviyesinde (10^7 - 10^8 log kob/g) kalmıştır. Ambalaj malzemelerinin, dondurma örneklerinin tam erime süresi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Tam erime zamanı değerlerini; polietilen ambalajda 110,03; camda 104,58; polipropilen ambalajda ise 98,92 dk bulmuşlardır [79].

Pirinç ve susam-pirinç sütü kullanarak inülin destekli ve *Lactobacillus paracasei* 01 ve *Lactobacillus acidophilus* LA5 ilave ederek probiyotik dondurma üretimin yapıldığı çalışmada örnekler 60 gün -25°C’de depolanmışlardır. Depolama boyunca kimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve duyuusal değerlendirmesi yapılmıştır. Depolama süresince simüle edilmiş gastorintestinal ortamda canlı hücre erişilebilirlik seviyesini de kontrol etmişlerdir. Çevresel ve mekanik stresi takiben susam sütü ve inülin ilavesinin örneklerde canlı hücre kaybını minimize ettiği bildirilmiştir. Araştırma bulgularına bakılarak *Lactobacillus paracasei* 01’in *L. acidophilus* LA5 ile karşılaştırıldığında dondurularak saklamaya daha dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Tüm dondurma örneklerinde 60 günlük depolama sonunda probiyotik canlı seviyesinde 2,78-3,04 kob/g azalma gözlenirken, simüle ortamda canlı hücre erişimi seviyelerinde 2,81-3,05 kob/g azalma tespit edilmiştir. Ancak tüm numunelerdeki seviyenin belirtilen minimum değerin (10^6 log kob/g) üzerinde olduğu belirtilmiştir [80].

6-12 yaşındaki çocuklarda 7 gün boyunca günlük 54 g vanilyalı probiyotik dondurma tüketiminin (*L. acidophilus* La-5 ve *B. lactis* BB-12, 6 log kob/g) önemli ölçüde *S. mutans* bakteri sayısında azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca diş çürük oluşumuna karşı koruyucu etkilerinin 30 gün daha devam ettiğini belirtmişlerdir. Probiyotik dondurmanın ağız sağlığı ile ilgili tek koruyucu etkisi çocuklarla sınırlı değildir. *B. infantis* 35624 (10^6 log kob/g) kullanılarak üretilmiş çikolatalı probiyotik dondurmalarla yapılan çalışmada 18-22 yaş arası gençlerin 18

gün boyunca günlük 42 g tüketmesi sonucu *S. mutans* bakteri sayılarında önemli bir azalma görülmüştür. Probiyotik kültürlerin besinlerin yapışma bölgelerinde patojen mikroorganizmalarla mücadele etmek için aynı zamanda organik asit, hidrojen peroksit ve bakteriyosinler gibi antimikrobiyal maddeler üretebildiklerini saptamışlardır. Aynı vanilyalı probiyotik dondurmaların bağırsak mikrobiyotasına pozitif etkileri değerlendirildiğinde şöyle sonuçlar göze çarpmaktadır. Yetişkinler tarafından 14 gün boyunca tüketildiğinde bağırsakta *Coriobacteriales*, *Burkholderiales*, *Selenomonadales* ve *Lactobacillus* gibi yararlı mikroorganizma sayısında artış, zararlı mikroorganizma içerme olasılığı olan *Bacteroidetes* mikroorganizma sayısında düşüş gözlemlenmiştir. Aynı zamanda probiyotik dondurma tüketiminin probiyotik suşları içeren herhangi farklı bir besin takviyesinden daha yüksek metabolik aktivite gösterdiği ve daha yüksek seviyelerde propiyonat, asetat ve bütirat ürettiği tespit edilmiştir [81].

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada İzmir'in Çeşme ilçesinde yetişen hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyveleri kullanılmıştır. Çalışmanın birinci yılında (2020 Ağustos) 500 adet meyve, ikinci yılında da (2021 Ağustos) 500 adet meyve temin edilmiştir.

Hint incirleri kabuk soyma işlemi öncesi bir gece +4°C'de depolanmıştır. Her iki tekerrürde 50 adet hint inciri analizleri için ayrılmış kalan 450 tanesi ise kabuk soyma işlemi sonrası derin dondurucuda (-18°C) depolanmıştır.

Pestil üretiminde buğday nişastası (Kenton, İstanbul, Türkiye) ve maltodekstrin (Tito, İzmir, Türkiye) ile dondurma üretiminde şeker (Türk Şeker, Konya, Türkiye), yağsız süt tozu (Süt Çiftliği, İstanbul, Türkiye), sahlep (Danisco Cremadon DCT, Danimarka) ve yağlı UHT süt (Pınar Süt, İzmir, Türkiye) çeşitli marketlerden temin edilmiştir. Pestil örneklerinin depolanması sırasında her bir pestil yağlı kâğıda sarılıp, buzdolabı poşetine konulmuştur. Probiyotik dondurma üretiminde, fermentasyon sırasında kullanılan starter kültür *Lactocaseibacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 (Chr.Hansen, Danimarka) liyofilize formda toz kültür olarak sağlanmıştır.

3.2. Yöntem

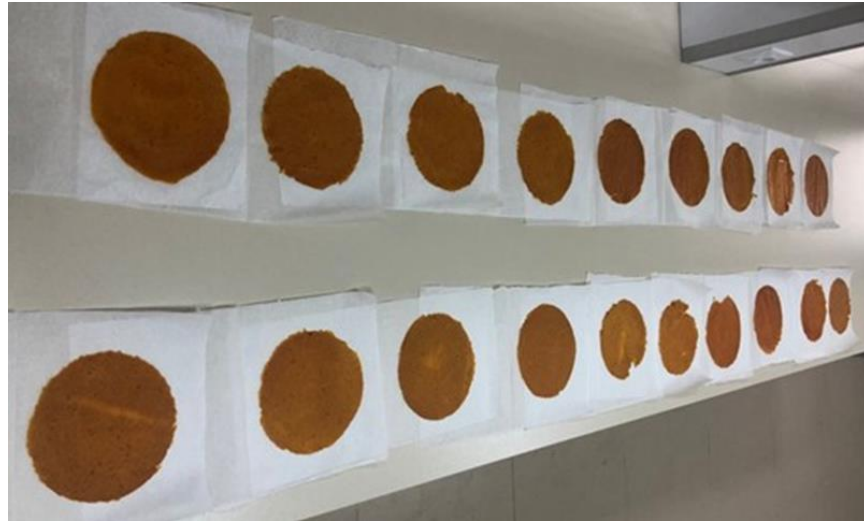
3.2.1. Pestil Üretimi

Pestil üretimi Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Üretim-I laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Daha önce -18°C'de depolanan meyveler +4°C'ye alınıp yaklaşık 24 saat buzdolabı şartlarında çözündürmek üzere bekletilmiştir. Çözünme işlemi tamamlanmış meyveler bir bıçak yardımıyla dört eşit parçaya bölünmüş ve 5 sn süre ile blenderden (Waring, HGB2WTS3, ABD) geçirildikten sonra çekirdeklerinden ayrılmak amacıyla pulp bir elekten geçirilmiştir. Pestil üretimine hazır hale gelen çekirdeksiz pulpa %5 oranında jelleştirici ajan eklenmiştir.

Çalışmada jelleştirici ajan olarak %5 oranında nişasta ve maltodekstrin kullanılmıştır. Maltodekstrin pulpa doğrudan eklenmiş ve iyice karıştırıldıktan sonra pestil bezi üzerine dökülmüştür. Buğday nişastası pulpa ilave edildikten sonra nişastanın jelleşmesi amacıyla sıcaklık $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşmaya kadar karışım ısıtılmıştır ve 5 dk süreyle nişasta jelatinizasyonu sağlandıktan sonra herle beze dökülmüştür.

Jelleştirici ajanlar pulp ile karıştırıldıktan sonra karışımlar bir pestil bezi üzerine konulan 15 cm çapında ve 4 mm kalınlığında cam kalıp ortasına dökülmüştür. Karışım cam kalıbın şeklini aldıktan yaklaşık bir dakika sonra sonra kalıp pestil bezi üzerinden kaldırılmıştır. İki farklı jelleştirici ajan (%5 oranında buğday nişastası ve %5 oranında maltodekstrin) ile hazırlanan örnekler üç farklı kurutma yöntemi uygulanmıştır:

- 1) sıcak hava (60°C , 180 dk)
- 2) mikrodalga (100 W güç seviyesi, 90 s) + sıcak hava (60°C , 90 dk)
- 3) mikrodalga (180 W güç seviyesi, 90 s) + sıcak hava (60°C , 90 dk)



Şekil 3.1. Kurutma işlemi tamamlanmış maltodekstrin ilaveli pestil örnekleri



Şekil 3.2. Buğday nişastası jelatinizasyonu sonucu tepsili kurutucuya bırakılmış herle

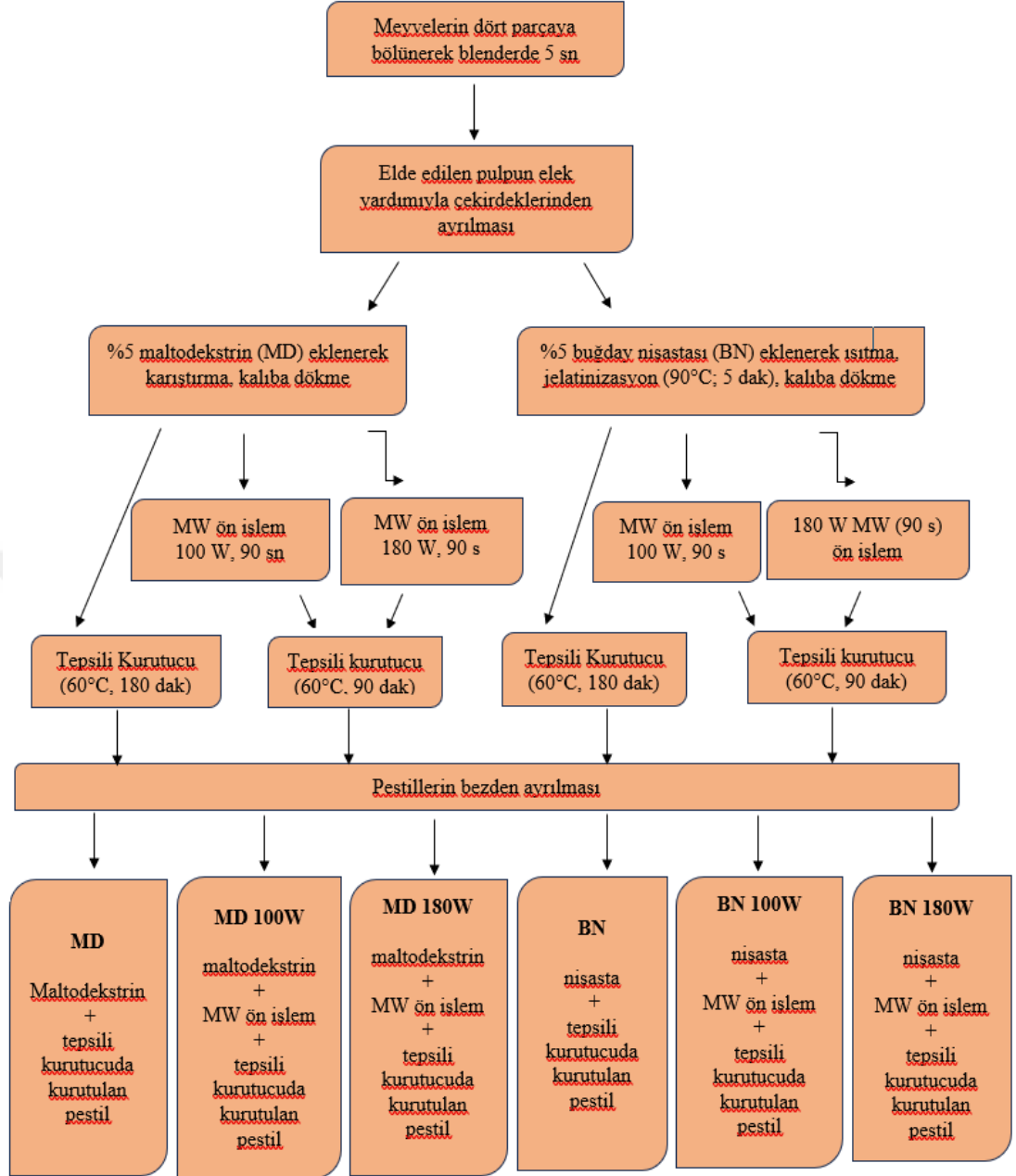


Şekil 3.3. Buğday nişastası ilaveli pestil örneği

Sıcak hava ile kurutma 60°C sıcaklıkta uygulanmıştır. Maltodekstrin ve nişasta ile hazırlanan örnekler, önceden 60±3°C'a ısıtılmış tepsili kurutucuda kurutulmuştur.

Mikrodalga+sıcak hava ile kurutma işleminde, önce mikrodalga fırında (Samsung, ME732K model, Selangor, Malezya) 100 veya 180 W güç seviyelerinde 90 s ön kurutma yapıldıktan sonra örnekler tepsili kurutucuda sıcak hava ile 90 dk kurutulmaya devam edilmiştir.

Kurutulan pestiller 3 ay boyunca buzdolabında (+4°C) depolanmış ve depolama süresince boyunca hint inciri pestillerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.



Şekil 3.4. Pestil üretimi akış şeması

3.2.2. Dondurma Üretimi

Dondurma üretiminde kullanılan süt

Projede üretimde kullanılacak malzemelerin tek seferde alınacak olması ve çiğ sütün iki tekerrür arası analizler için ayrılan sürede bozulma riskine karşı dondurma üretiminde UHT yağlı süt kullanılmasının uygun olduğu ön denemelerle belirlenmiş olup, kullanılan sütün özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Dondurma üretiminde kullanılan yağlı UHT sütün özellikleri

Özellikler	UHT Süt (100 mL)
Yağ (%)	3,3
Karbonhidrat (g)	4,5
Protein (g)	3,0
Kalsiyum (mg)	120
Enerji (kJ/kcal)	250/60

Dondurma miksi üretimi

Dondurma üretiminde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Laboratuvarı kullanılmıştır. Dondurma üretimi için öncelikle dondurma miksi hazırlanmıştır. Bu amaçla her tekerrürde 5’er L süte 30°C’de %11,3 oranında süt tozu ve %0,5 sahlep eklenmiş ve benmari yöntemi ile (su banyosunda) miks ısıtılmıştır. Termometre ile sıcaklık kontrol edilirken bir yandan da etkin bir karıştırma işlemi pastörizasyon sonuna kadar devam ettirilmiştir. Miks 50°C sıcaklığa ulaştığında şeker eklenmiş, 90°C’a ulaştığında 5 dk beklenerek miksin pastörize olması sağlanmıştır. Miks üretiminde toplam 35 litre UHT süt kullanılmıştır. Pastörizasyon sonrasında miks hızla 37-38°C’a soğutulmuştur.

Dondurma mikslerinin özellikleri

Öncelikle her üç formülasyon için ayrı dondurma miksleri hazırlanmış ve bunların fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

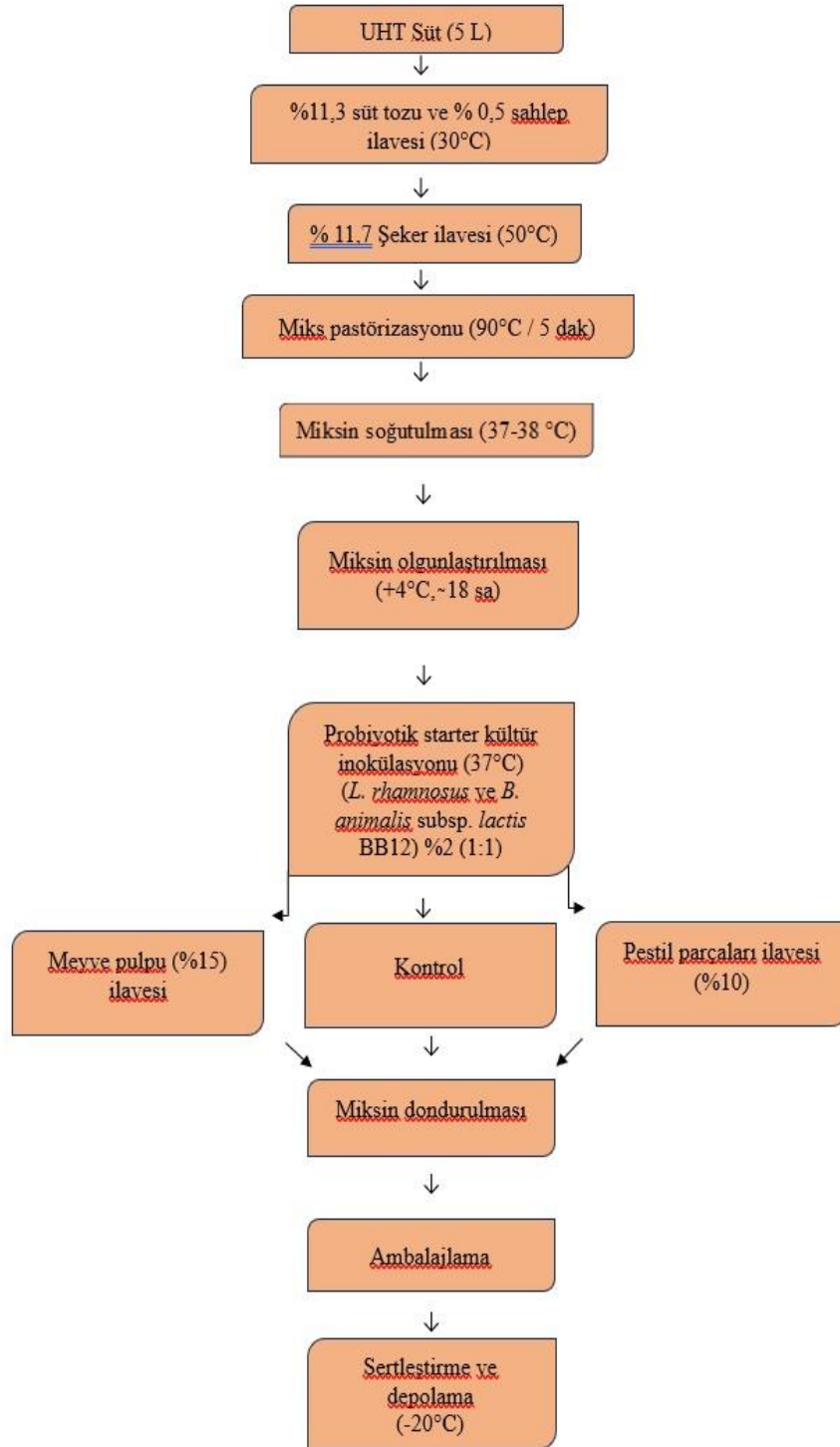
- **K:** Kontrol Grubu (meyve içermeyen probiyotik dondurma),
- **M:** %15 oranında meyve pulpu içeren probiyotik dondurma ve
- **P:** %10 oranında pestil parçaları içeren probiyotik dondurma

Kültür hazırlama

Kültürler hazırlanırken miks üretiminde olduğu gibi UHT süt kullanılmış olup üretici firmanın önerdiği miktarda kültür ilave edilmiştir. 0,5 g kültür 120 mL süte ilave edilerek iyice karıştırılmış ve 37°C’da inkübasyona bırakılmıştır. pH 5,0’a ulaştığında inkübasyon sona erdirilmiştir.

Dondurma retimi

Olgunlaşması tamamlanan miks üç eşit hacme bölünerek kontrol (K), meyveli (M) ve pestil parçalı (P) olmak üzere üç farklı dondurma üretimi yapılmıştır. Dondurma üretimleri iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Depolamanın 1., 15., 30. ve 60. günlerinde tüm örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri yapılmıştır. Dondurma retimi akış şeması şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5. Dondurma üretimi akış şeması

Dondurma miks reçetesi; Türk Gıda Kodeksi (2022) Dondurma Tebliği “yağlı dondurma” bileşimine uygun olarak oluşturulmuştur. Dondurma örneklerine ait miks reçeteleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Dondurma örneklerinin üretim reçetesi

	Dondurma çeşitlerinin % bileşimi		
	Kontrol	Meyve pulpu ilaveli	Pestil parçası ilaveli
UHT Süt	76,5	61,5	66,5
Yağsız süt tozu	11,3	11,3	11,3
Şeker	11,7	11,7	11,3
Sahlep	0,5	0,5	0,5
Meyve Pulpu	0	15	0
Pestil Parçaları	0	0	10
Probiyotik Kültür	2(1:1)	2(1:1)	2(1:1)

Tablo 3.2’de belirtilen oranlar kullanılarak hazırlanan, olgunlaşması tamamlanan mikslerden meyveli dondurmanın üretimi için %15 oranında çekirdeklerinden arındırılmış hint inciri pulpu eklenmiştir. Pestil parçalı dondurma üretiminde ise olgunlaşmış mikse %10 oranında 1x1 cm boyutunda kesilmiş pestil parçaları eklenmiştir. Kontrol, meyveli ve pestil parçalı olmak üzere hazırlanan dondurma mikslerine, önceden hazır hale getirilmiş *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Lactocaseibacillus rhamnosus* ile hazırlanmış süt ilaveleri yapılmıştır. Dondurma miksine probiyotik kültür ilavesi sonrası steril bir karıştırıcı ile etkin bir karıştırma işlemi uygulanmıştır.

Miksler probiyotik ilavesi sonrası bekletilmeden dondurma makinesine aktarılmış ve 5-10 dakikada dondurmaya işlenmiştir. Dondurmalar ambalajlanarak iki ay süreyle -18°C’de depolanmıştır. Depolama boyunca 0, 15, 30 ve 60. günlerde fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır.

3.2.3. Hint inciri, pestil ve dondurma örneklerine uygulanan fiziksel ve kimyasal analizler

İzmir-Çeşme'den temin edilen hint inciri analizleri için, tüm kitleyi temsil edebilmesi adına 50 adet meyve seçilmiş ve bu meyvelerin boyut ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Diğer fizikokimyasal analizler için ise, en az 20 adet meyvenin 1/8'i kullanılarak meyve pulpu elde edilmiş ve örnekler bu karışımdan alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan hint incirine ve hint incirinden elde edilen pestil ve dondurma örneklerine uygulanan fiziksel, kimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik analizler Tablo 3.3'te özetlenmiştir. Tabloda belirtilen yöntemler kullanılarak analizler en az üç paralelli yürütülmüştür.

Analiz sonuçları çalışmanın dördüncü bölümü Araştırma Bulguları ve Tartışma kısmında tablo ve şekiller halinde verilmiştir.

Tablo 3.3. Hint inciri, pestil ve dondurma örneklerine uygulanan fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik analizler

No	Analiz adı	Yöntem	Ürün
1	Boyut ve Ağırlık Ölçümü	Mikrometre-Hassas Terazı	Meyve
2	Pestil Kalınlık Ölçümleri	Kumpas (Anon., 1992)	Pestil
3	Nem (%) Tayini	Gravimetrik yöntem (AOAC, 2023)	Meyve, pestil, dondurma
4	Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Tayini	Refraktometre (AOAC, 2023)	Meyve
5	pH Tayini	Tontul ve Topuz, 2017	Meyve, pestil, dondurma
6	Titrasyon Asitliği Tayini	Titrimetrik metot (Cemeroğlu, 2010)	Meyve
7	Su Aktivitesi (a _w)	Veri kaydedici/su aktivitesi ölçüm probu (Testo 400, Almanya)	Meyve, pestil
8	Kül (%) Tayini	Ağırlık farkı (AOAC, 2023)	Meyve, pestil, dondurma
9	Askorbik Asit (mg/100 g) Tayini	Titrimetrik metot (Cemeroğlu, 2010)	Meyve, pestil
10	Toplam Fenolik Madde Tayini	Spektrofotometrik yöntem (Cemeroğlu, 2010)	Meyve, pestil, dondurma
11	Toplam Flavonoid Madde Tayini	Spektrofotometrik yöntem (Zhishen, Mengchen ve Jianming, 1999)	Meyve, pestil, dondurma
12	Serbest Radikalleri Süpürme Gücü Aktivitesi	DPPH ile radikal süpürme gücü (Brand-Williams et al. 1995; Singh et al. 2002)	Meyve, pestil, dondurma
13	Renk Tayini	Konica Minolta Chromometer /L,a,b değerleri	Meyve, pestil, dondurma
14	Toplam şeker ve indirgen şeker, glikoz, fruktoz, sakaroz tayini	Lane-Eynon Metodu (Cemeroğlu, 2010) HPLC	Meyve, pestil
15	Betalain Tayini	Spektrofotometrik yöntem (Cai, Sun ve Corke, 1998)	Meyve, pestil
16	Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini	HPLC	Pestil
17	Tekstür Analizi	TA-XT (Stable Microsystems, Surrey, UK)	Pestil, dondurma
18	Viskozite Tayini	Brookfield DV I viskozimetre (Abd El-Rahman ve ark., 1997)	Miks
19	Hacim artışı-overrun (%)	Metin, 2012	Dondurma
20	İlk Damlama ve Tam Erime Süresi	Güven ve Karaca, 2002	Dondurma
21	Erime Oranı (%)	Gürsel ve Karacabey, 1998	Dondurma
22	Mikrobiyolojik Analizler (<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> Sayımı, <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 Sayımı, maya-küf sayımı)	Philips ve ark., 2006 ISO ve IDF, 2006, 2010 Deak ve Beuchat, 1996	Dondurma, miks
23	Duyuşal Analizler	Puanlama testi (TS 4265)- Dondurma için Puanlama testi (TS12677- revize)	Pestil, dondurma
24	İstatistik	SPSS Paket Program (SPSS Institute Inc.)	

3.2.3.1. Boyut-Ağırlık Ölçümü

Boyut ölçme işlemi mikrometre (Digital Caliper, Mitutoyo 2129, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. Meyve boyutları apikal çap olarak kaydedilmiştir. Değerler elli adet meyvenin bağımsız ölçüm ortalaması±standart sapma şeklinde verilmiştir.

Meyve ağırlığı ölçümü analitik terazide (Sartorius CP225 D, Almanya) gerçekleştirilmiş olup sonuçlar “gram” cinsinden kaydedilmiştir. Değerler elli adet meyvenin bağımsız ölçüm ortalaması±standart sapma şeklinde verilmiştir.

3.2.3.2. Nem (%) Tayini

Tüm örneklerde nem tayini gravimetrik yöntemle gerçekleştirilmiştir [82]. Analiz meyve ve pestil örneklerinde vakumlu etüvde, dondurma örneklerinde ise deniz kumu kullanılarak etüvde gerçekleştirilmiştir. Vakumlu etüvde 70°C sıcaklık ve yaklaşık 0,1 MPa vakumda (-0,1 MPa basınç) çalışılmıştır. Dondurma örneklerinde tartım kabına yaklaşık 25 g deniz kumu tartılmış (tabanı tamamen kaplayıncaya kadar) ve kaplar 105°C’de 3 saat sabit tartıma getirilmiştir. Dara kaydedildikten sonra tartım kaplarına homojen haldeki dondurma örneklerinden 5’er g tartılmıştır. Örnekler 105°C’de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş, sonuçlar belirtilen denklemlerle hesaplanmıştır. (Sabit tartım: 0,001 düzeyinde fark olması demektir).

$$\text{Toplam Kuru Madde (\%) Miktarı} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Kurutma kabı dara}}{\text{Örnek miktarı}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Nem (\%) miktarı} = 100 - \text{Toplam kuru madde miktarı (\%)} \quad (2)$$

3.2.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx) Tayini

Meyvede suda çözünür kuru madde tayini dijital Abbe refraktometresi (Soif WYA 2S, Çin) kullanılarak ölçülmüştür [82]. Analizde tüm kitleyi temsil edecek şekilde en az 20 örnekten parça kesilerek Waring blenderde (Waring, HGB2WTS3, ABD) parçalama yapılmıştır. Elde edilen pulp çift katlı bir tülbent bezi içerisine alınıp ilk bir iki damlası süzüldükten sonra refraktometre prizma üzerine damlatılan süzüntüden meyvenin suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarı not edilmiştir.

3.2.3.4. pH Tayini

Meyve, pestil, dondurma miksi ve dondurma örneklerinde pH değerleri WTW marka 7110 model pH metre probunun direk örnek içine daldırılması ile ölçümler yapılmıştır. Pestil örneklerinde pH ölçümü Tontul ve Topuz, (2017)'de belirtilen yöntemle gerçekleştirilmiştir [50]. Bu amaçla 2 g pestil örneği bir behere tartılmış üzerine 18 mL saf su eklenmiştir. Homojenizasyon işlemi sonucu pH probu örnek içine daldırılarak yapılan ölçümler kaydedilmiştir.

3.2.3.5. Titrasyon Asitliği (%) Tayini

Titration asitliği meyvede susuz sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır [83]. 10 mL meyve pulpu pH 8,1'e kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda okunan sarfiyat kaydedilmiştir. Titrasyon asitliği değeri %sitrik asit cinsinden belirtilmiştir.

Dondurma ve miks örneklerinde asitlik değeri % laktik asit cinsinden Kurt ve ark. (2012)'de belirtilen metoda göre belirlenmiştir [84]. Bunun için 9 g dondurma örneği 9 mL saf suyla 1:1(ağırlık/hacim, w/v) oranında seyreltilmiştir. Daha sonra örnekler %1-2'lik fenolfitalein indikatörlüğünde 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiş ve örneklerin laktik asit cinsinden asitliği belirtilen formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Titration asitliği}(\% \text{ laktik asit cinsinden}) = \frac{V \times 0,09 \times 100}{m} \quad (3)$$

V: harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi miktarı (mL)

m: örnek miktarı (g)

3.2.3.6. Su Aktivitesi (a_w) Tayini

Su aktivitesi (a_w) değerlerinin saptanmasında su aktivitesi ölçüm seti (Rotronic Hygropalm, Bassersdorf, Swiss) kullanılmıştır. Bu sistemde su aktivitesi ölçülecek olan ürün ile hava neminin dengeye gelmesiyle ölçülen değer kaydedilmektedir. Su aktivitesi tayin cihazında bulunan şeffaf plastik hazneye örnekler arasında boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Haznenin 2/3 doluluk oranına dikkat edilmiştir.

3.2.3.7. Kül (%) Tayini

Kül (%) tayini gravimetrik yöntemle yapılmıştır [82]. Bu amaçla sabit tartıma getirilmiş porselen krozeler içine 3 g örnek tartılmıştır. Krozelerdeki örneklerin çeker ocakta bir elektrikli ısıtıcı üzerinde etanolle ön yakma işlemi (duman çıkışı bitene kadar) tamamlanmıştır. Daha sonra 550°C’de kül fırında hiç siyah nokta kalmayana kadar yakma işlemine devam edilmiştir.

3.2.3.8. Askorbik Asit (mg/100 g) Tayini

Meyvenin bir blender yardımıyla %6 metafosforik asit ve %3 okzalik asit ile parçalanıp elde edilen filtratın boya çözeltisi ile titre edilmesi prensibine dayanır [83].

Tüm meyveleri temsil etmesi açısından en az yirmi meyvenin her birinin yaklaşık 1/8’i kısmı alınarak birleştirilmiştir. Buradan 250 g ($\pm 0,100$ g) meyve (W) doğrudan blender haznesine tartılmıştır. Askorbik asidin enzimatik yolla parçalanma olasılığını ortadan kaldırmak amacıyla blender (Waring, HGB2WTS3, ABD) haznesine konulan 250 g meyve parçaları üzerine aynı miktarda %6 metafosforik asit çözeltisi tartılmıştır. Blenderde yaklaşık 5’er saniyeden iki seferde etkin bir parçalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında bu homojen kitleden 25 g ($\pm 0,001$ g) örnek (E) 100 mL’lik bir balon jojeye (V) tartılmış ve %3’lük okzalik asit ile çizgisine kadar blender ile yaklaşık 5’er saniyeden iki seferde etkin bir parçalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tüm bu aşamada 0,1 g hassasiyette bir terazi kullanılmıştır. Sonrasında bu homojen kitleden daha duyarlı bir terazide (0,001 g duyarlılıkta) 25 g 100 mL’lik bir balona tartılıp %3’lük okzalik asit ile çizgisine kadar tamamlanmıştır. Örnek çözeltisi iyice çalkalandıktan sonra filtre edilmiş ve bu filtrattan 10 mL (V_t) alınarak 2,6-diklorofenolindofenol (boya) çözeltisiyle titre edilmiştir. Hesaplamalar belirtilen formüllerle gerçekleştirilmiştir.

$$m_1 = \frac{(W) \times (E)}{W + A} \quad (4)$$

m_1 : Tartılan (E) g ezmedeki orijinal örnek miktarı, g

W: Blendere tartılan örnek miktarı, g

A: Örnek üzerine konulan %6 metafosforik asit çözeltisi miktarı, g

E: Blenderde oluşan ezmeden 1-5 mg askorbik asit içerecek miktarda tartılan ezme, g

$$\text{Askorbik asit miktarı, } \frac{\text{mg}}{100 \text{ g}} = \frac{(V) \times (f)}{m_2} \quad (5)$$

V: Titrasyonda harcanan boya çözeltisi miktarı, mL

f: Boya çözeltisi faktörü, yani bu çözeltinin 1 mL'sinin eşdeğeri askorbik asit miktarı, mg

m₂: Titre edilen filtratta bulunan orijinal örnek miktarı, g

$$m_2 = \frac{(m_1) \times (V_t)}{V} \quad (6)$$

m₁: Ezmede bulunan orijinal örnek miktarı, g

V: Ezmenin tamamlandığı balon hacmi, mL

V_t: Titrasyon için alınan filtrat miktarı, mL

Örneklerin Ekstraksiyonu

Meyve ve pestil örneklerinde ekstraksiyon işlemi Rodríguez ve ark., 2015 [85] yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Santrifüj tüplerine tartılan 2 g örnek üzerine 10 mL metanol:su:asetik asit (300:100:10) eklenerek 21°C'de %100 güç seviyesinde 15 dk ultrasonik su banyosunda bekletilmiştir. Ardından santrifüj tüpleri oda sıcaklığında 4100 rpm devirde 15 dk santrifüj edilmiş ve üst faz 50 mL'lik balon jojeye aktarılmıştır. Kalıntıya iki kez daha aynı işlem uygulandıktan sonra üst fazlar toplanmış ve 50 mL hacme metanol:su:asetik asit çözeltisi ile tamamlanmıştır. Ekstraktlar amber şişelerde -20°C'de depolanarak toplam fenolik madde, flavonoid ve antioksidan madde analizlerinde kullanılmıştır.

Dondurma örneklerinde ekstraksiyon işlemi ise, Selçuk ve Yılmaz (2009) metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir [86]. Dondurma örnekleri oda sıcaklığında eritildikten sonra 10 g tartılarak 1:1 (a:h) oranında metanol ile seyreltilmiştir. 1 dk homojenizasyon (IKA T18 dijital Ultra-turrax, Almanya) ve 5 dk ultrasonik su banyosunda (24°C) bekletme sonrası 4100 rpm'de 15 dk oda sıcaklığında santrifüjlenmiştir.

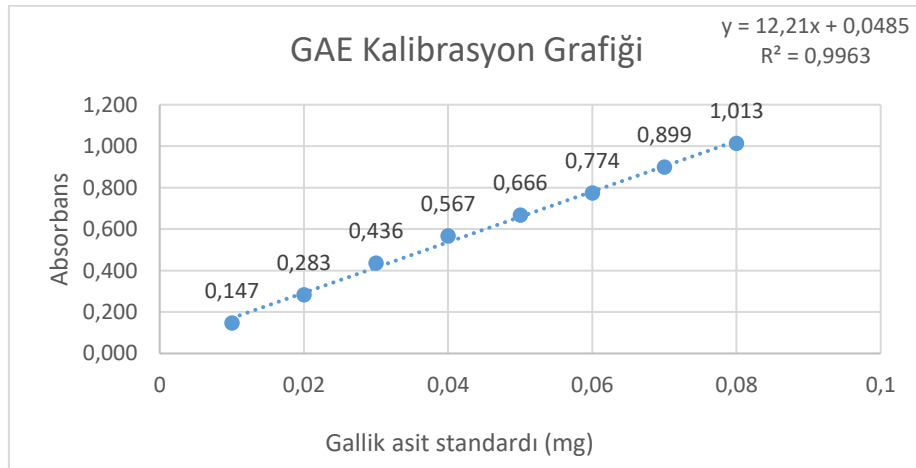
Santrifüj sonrası üstte kalan berrak süpernatant kısmı alınmış ve bu işlemler tüpte kalan kısma iki kez daha uygulanmıştır. Ekstraktlar toplam fenolik madde tayini ve toplam antioksidan madde tayini için koyu renkli şişelerde -18°C sıcaklıkta saklanmıştır.

3.2.3.9. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Rodríguez ve ark., (2015) belirtilen yöntem modifiye edilerek Folin-Ciocalteu yöntemine göre yapılmıştır [85]. Absorbans değerleri Multiskan Go Mikroplaka Spektrofotometre okuyucusunda (Thermo Scientific, ABD) 760 nm’de okunmuştur. Toplam fenolik madde içeriği Şekil 3.6’daki gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir.

Pestil örneklerinde toplam fenolik maddenin belirlenebilmesi amacıyla 100 µL ekstrakt tüpe alınmış üzerine 250 µL 1 N Folin- Ciocalteu reaktifi eklenerek 20 s vorteksle karıştırma yapılmıştır. Tüpteki karışım üzerine 1250 µL (%7,5) doymuş Na₂CO₃ eklenerek tekrar vorteksle karıştırma yapılmıştır. Karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 2 sa bekletildikten sonra absorbanslar okunmuştur.

Dondurma örneklerinde toplam fenolik madde analizi için 200 µL ekstrakt tüpe alınmış üzerine 1 mL 1 N Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek vorteks ile 20 s karıştırma yapılmıştır. Karışım üzerine 800 µL (%7,5) doymuş Na₂CO₃ eklenerek tekrar vorteksle 20 s kadar karıştırma yapılmıştır. Karışım oda sıcaklığında karanlık ortamda 2 sa bekletilip absorbanslar okunmuştur.



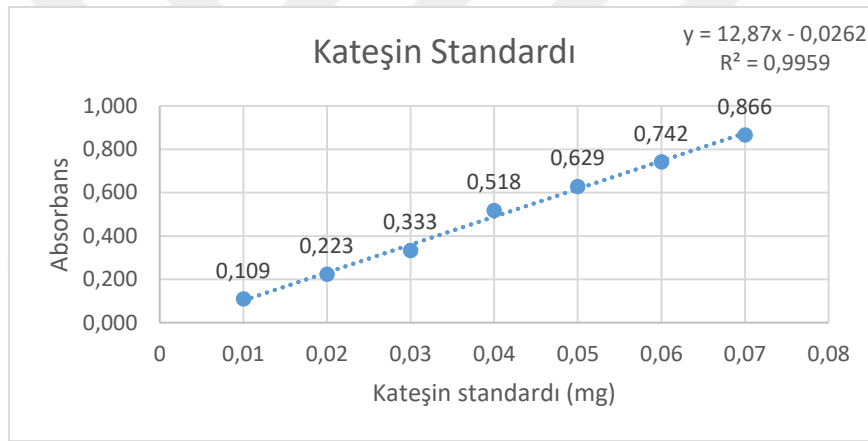
Şekil 3.6. Gallik asit kalibrasyon grafiği

3.2.3.10. Toplam Flavonoid Madde Tayini

Toplam flavonoid madde tayini, Rodríguez ve ark., (2015) tarafından önerilen yöntemin modifiye edilmesiyle gerçekleştirilmiştir [85]. Absorbans Multiskan Go

Mikroplaka Spektrofotometre okuyucusunda (Thermo Scientific, ABD) 510 nm’de okunmuştur. Toplam flavonoid madde içeriği Şekil 3.7’deki kateşin kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak kateşin eşdeğeri olarak verilmiştir.

Pestil ve dondurma örneklerinde toplam flavonoid maddenin belirlenebilmesi amacıyla 1000 µL ekstrakt tüpe alınmış üzerine sırasıyla önce 750 µL distile su eklenip vorteks ile 10 s karıştırılmış ardından 75 µL (%5) NaNO₂ eklenmiş yine 10 s karıştırma yapılmış ve karışım 5-6 dk kadar bekletilmiştir. Daha sonra tüpteki karışıma 150 µL (%10) AlCl₃ ilave edilmiş yine 5 dk bekletilmiştir. En son tüpe 500 µL 1 N NaOH eklenmiş ve nihai karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dk bekletildikten sonra absorbanslar 510 nm’de okunarak sonuçlar kateşin eşdeğeri cinsinden verilmiştir (mg/g).



Şekil 3.7. Kateşin kalibrasyon grafiği

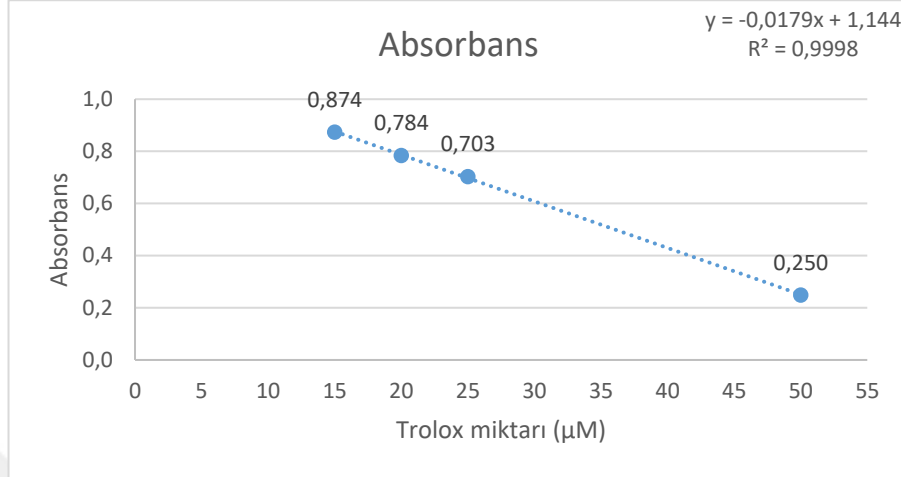
3.2.3.11. Serbest Radikalleri Süpürme Gücü Aktivitesi Değeri

Meyve, pestil ve dondurma örnekleri serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değerinin saptanması 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metodu ile gerçekleştirilmiştir [87, 88]. Bu amaçla 200 µL ekstrakt üzerine 3,8 mL seyreltilmiş DPPH eklenerek 15 s vorteks ile karıştırma yapılmıştır. 1 sa oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletildikten sonra absorbans değerleri 515 nm’de Multiskan Go Mikroplaka Spektrofotometre okuyucusunda (Thermo Scientific, ABD) metanole karşı okunan değer not edilmiştir. Sonuçlar %inhibisyon şeklinde verilmiştir. Kalibrasyon eğrisi 0-50 µmol aralığında hazırlanan Trolox çözeltileri kullanılarak elde edilmiştir. (Şekil 3.8) Elde edilen sonuçlar (µmol TE/g KM) cinsinden verilmiştir.

$$Serbest\ Radikalleri\ S\ddot{u}p\ddot{u}rme\ G\ddot{u}c\ddot{u}\ A.(\%) = \left(1 - \frac{A_{\ddot{o}rnek}}{A_{kontrol}}\right) \times 100 \quad (7)$$

$A_{\ddot{o}rnek}$: 515 nm’de kaydedilen örnek absorbansı

$A_{kontrol}$: 515 nm’de kaydedilen kontrol (metanol) absorbansı



Şekil 3.8. Trolox kalibrasyon eğrisi

3.2.3.12. Renk (L^* , a^* , b^* , ΔE) Tayini

Meyve (çekirdeksiz meyve pulpu), pestil ve dondurmada renk ölçümü için (Konica Minolta Chromometer CR-5, Japonya) model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu sistemde yaygın olarak kullanılan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin CIE L^* , a^* , b^* değerleri saptanmıştır.

L^* değeri, parlaklığı ifade etmektedir. Değer 0’a yaklaştıkça siyahı 100’e yaklaştıkça beyazı; a^* değeri (+) iken kırmızılığı, (-) iken yeşilliği; b^* değeri (+) iken sarılığı, (-) iken maviliği belirtmektedir.

Örneklerde kaydedilen L^* , a^* , b^* renk değerleri meyveye ait değerler referans kabul edilerek ΔE (toplam renk farkı) belirtilen denkleme göre hesaplanabilmektedir.

$$\Delta E = \sqrt{[(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]} \quad (8)$$

L^* , a^* , b^* : Örnek (pestil) renk değerleri,

L^*_{ref} , a^*_{ref} , b^*_{ref} : Referans alınan hammaddeye (meyve) ait renk değerleridir.

3.2.3.13. Toplam ve İndirgen Şeker, Glikoz, Fruktoz, Sakaroz Tayini

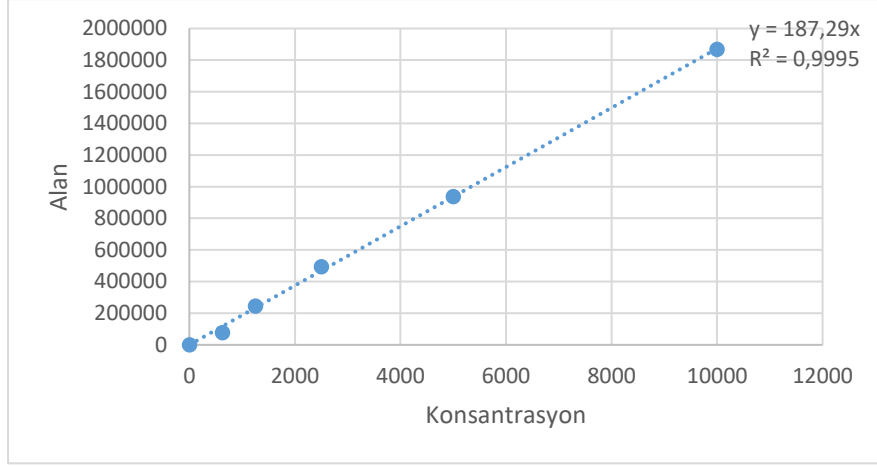
Şeker analizleri hem glikoz, fruktoz, sakaroz tayinleri HPLC- UV- RID (Agilent 1260 Series, ABD) cihazında hem de Lane Eynon Metodu ile toplam ve indirgen şeker cinsinden hesaplanmıştır [83].

HPLC’de glikoz, fruktoz ve sakaroz analizi koşulları

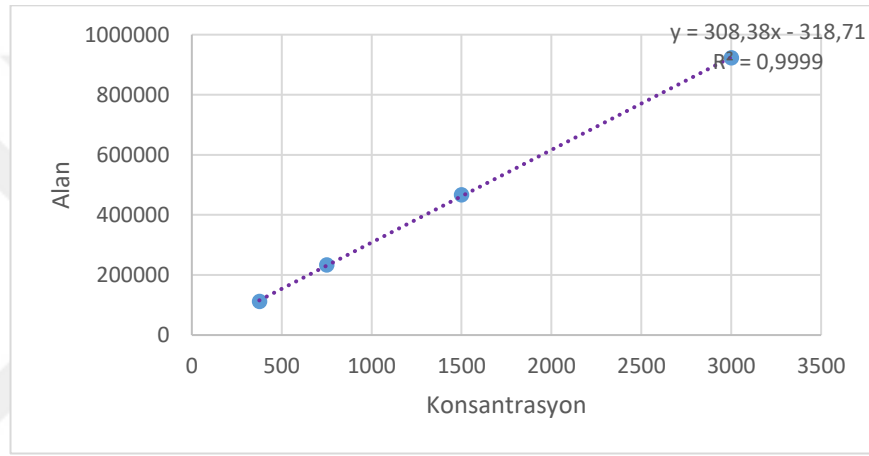
Marka/Model	Agilent/1260 (USA)
Kolon	Aminex HPX-87P kolon, 300x7,8 mm
Kolon Sıcaklığı	60°C
Mobil Faz	Ultra saf su
Akış Hızı	0,6 mL/dk
Dedektör	Diode Array, 280 nm
Enjeksiyon Hacmi	20 µL

Glikoz, fruktoz ve sakaroz analizleri için pestil örneklerinden 3 g behere tartılıp üzerine 10 mL ultra saf su ilave edilmiştir. Homojenizatörde parçalanmış örnekler 50 mL’lik santrifüj tüpüne alınmış, 4100 rpm’de 15 dk santrifüj sonrası üst fazlar 50 mL’lik balona toplanmıştır. İşlem üç kez tekrarlandıktan sonra numune 0,45 µm membran filtreden geçirilip viallere aktarılmıştır.

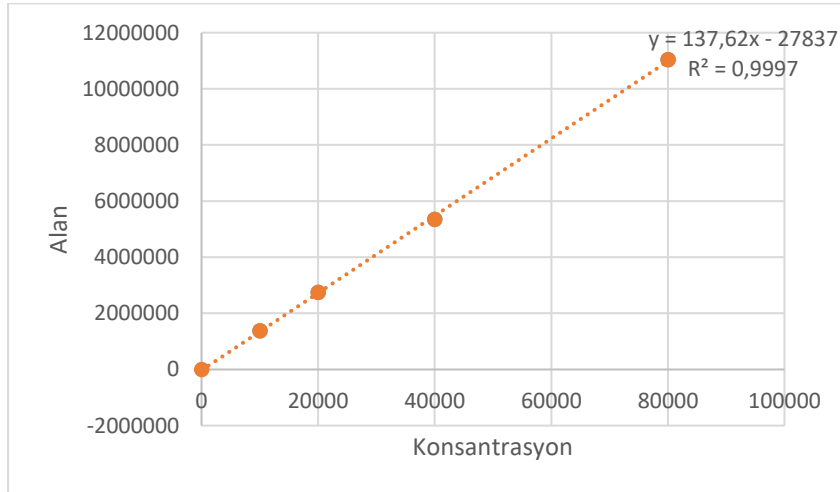
Örnekler belirtilen şartlarda HPLC cihazında RID (refraktif indeks dedektöründe) okutulmuş, geliş zamanına göre verdikleri piklerle kalibrasyon grafikleri (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11) oluşturulmuştur. Pik alanları ve standart çözelti konsantrasyonları ile hazırlanan kalibrasyon eğrileri ile g/100g KM’de meyve ve pestil örneklerinde glikoz, fruktoz ve sakaroz miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 3.9. Glikoz kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.10. Fruktöz kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.11. Sakaroz kalibrasyon eğrisi

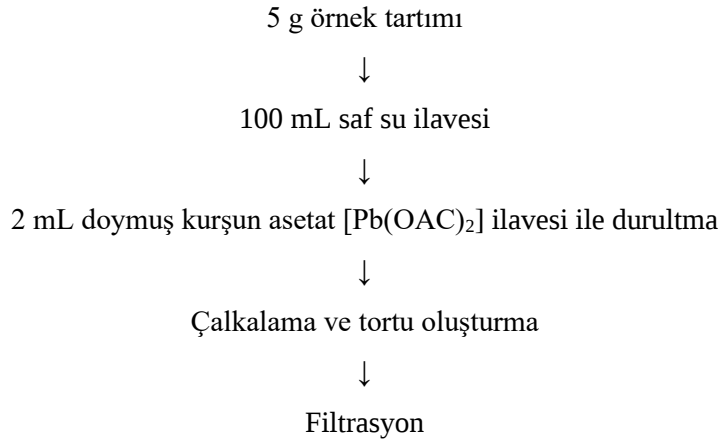
Lane Eynon yöntemi ile şeker tayini için analizde tüm kitleyi temsil etmesi bakımından en az yirmi örnekten 1/8 kısmı meyve parçaları kesilmiş olup örneğin homojen hale getirilmesi işlemleri bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Meyveler blendere

atılıp direk parçalanmıştır. Bu ezmeden Şekil 3.12’de belirtildiği gibi 5 g alınıp 250 mL’lik ölçü balonuna alınmıştır. Örnek üzerine 100 mL kadar saf su eklenmiş ve örnek bir miktar seyreltilmiştir. Üzerine durultma amaçlı 2 mL doymuş kurşun asetat [$\text{Pb}(\text{OAC})_2$] ilave edilmiştir. Balon iyice çalkalanıp tortunun oturması için kendi haline bırakılmıştır. Üstte oluşan berrak tabaka dikkatle gözlenmiş ve 1-2 damla daha kurşun asetat ilave edilerek önceden eklenen kurşun asetatın yeterli gelip gelmediği kontrol edilmiştir. Bulanma gözlenmediği için kurşun asetatın yeterli miktarda geldiği tespit edilmiştir. Bulanma olması durumunda kurşun asetat ilavesine devam edilecektir. Balon 250 mL çizgisine kadar saf su ile tamamlanıp tekrar iyice çalkalanmış ve filtre kağıdından filtre edilmiştir.

Pestil örneğinde ise öncelikle tüm kitleyi temsil edecek şekilde en az 20 pestil örneğinden 0,5 g olacak şekilde tamamı toplamda 10 g pestil numunesi 500 mL’lik ölçü balonuna tartılmıştır. Üstüne rehidrasyon amaçlı 60 ± 5 °C’ye kadar ısıtılmış saf su eklenmiştir. Çalkalamalı inkübatörde 30 dk kadar çalkalama gerçekleştirilmiştir. Sonra oda sıcaklığına soğutulup blenderde ezme haline getirilmiştir. Buradan 5 g ezme alınıp 250 mL’lik ölçü balonuna tartıldıktan sonra meyveye uygulanan işlemler gerçekleştirilmiştir.

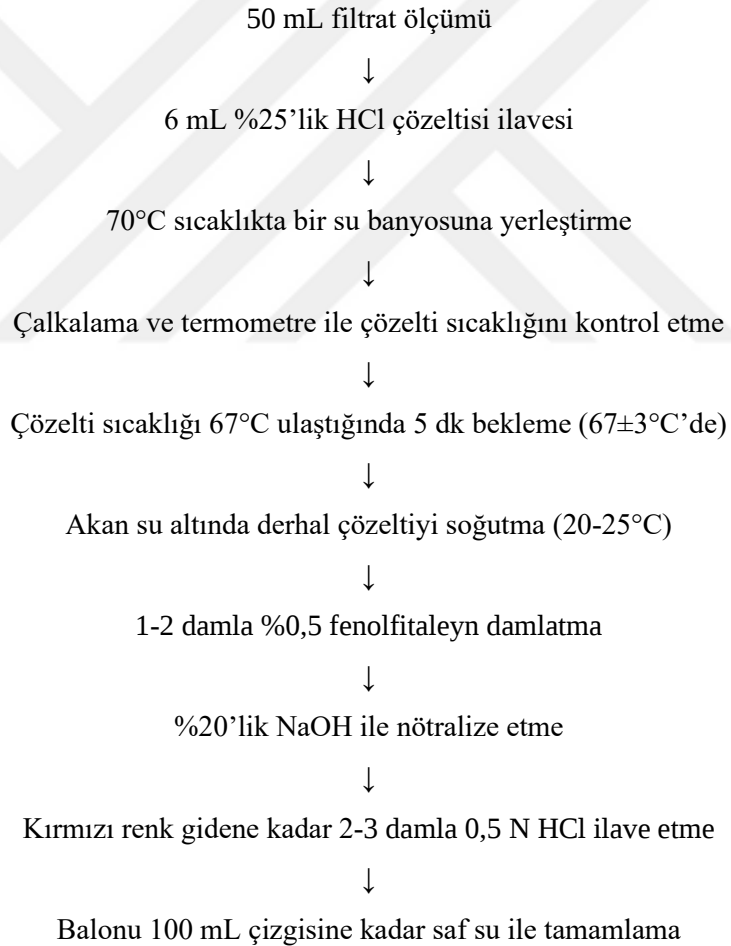
Bu yöntemle hem meyve hem de pestil örneğinden elde edilen çözeltiler “doğal halde bulunan” invert şeker tayininde doğrudan titrasyonda kullanılmıştır.

Yüksek sıcaklıkta inversiyon: Durultma işlemi tamamlanmış berrak filtrattan Şekil 3.13’te belirtildiği gibi 50 mL alınıp 100 mL’lik balona aktarılmıştır. Üzerine %25’lik HCl çözeltisinden 6 mL eklenmiştir. Balon içerisine bir termometre sarkıtılarak 70°C’ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Balon sık sık çalkalanarak bu sırada termometre ile sıcaklık sürekli takip edilmek suretiyle filtrat sıcaklığının 2-3 dk sürede 67°C’ye erişmesi sağlanmıştır. 67 ± 3 °C’ de 5 dk tutulmuş sonra musluktan akan su altında hızla soğutulup termometre balon içine yıkanmış kayıp vermektan kaçınılmıştır. 1-2 damla %0,5’lik etanolde hazırlanmış fenolfitaleyn eklenerek %20’lik NaOH çözeltisiyle nötralize edilmiştir. Sonrasında fenolfitaleyn sebebiyle oluşan kırmızı renk gidene kadar birkaç damla 0,5 N HCl eklenmiştir. Balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış ve bu yolla elde edilen çözelti de toplam indirgen şeker tayininde kullanılmıştır.



Şekil 3.12. Doğal halde bulunan invert şeker tayini için meyve ve pestil örneği ekstraksiyon işlemi

Doğal halde bulunan invert şeker tayini amaçlı elde edilen filtrattan;



Şekil 3.13. Örneklerin toplam indirgen şeker tayini için yüksek sıcaklıkta inversiyon akış şeması

Invert şeker “stok” ve “ayarlama standart” çözeltileri: 9.500 g analitik saflıkta sakaroz tartılarak bir miktar saf suda çözülmüş ve kayıpsız bir şekilde 100 mL'lik balona aktarılmıştır. Üzerine 5 mL yoğun HCl eklenmiş 100 mL'ye saf su ile

tamamlanmıştır. Balon oda sıcaklığında 3 gün bekletilmiştir. Süre sonunda balon içeriği kayıpsız olarak yıkanarak 1 L'lik balona aktarılmıştır. Bu şekilde hazırlanmış olan *invert şeker stok çözeltisi* buzdolabına konularak analizler için saklanmıştır.

Fehling çözeltisi ayarlama stok çözeltiden 5 mL (0,5 g invert şeker) alınıp 250 mL'lik balona aktarılmış üzerine 1-2 damla fenolfitaleyn eklenip %20'lik NaOH ile nötralize edildikten sonra balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Böylece mL'sinde 2 mg invert şeker içeren *invert şeker standart çözeltisi* hazırlanmıştır. (Ayarlamada günlük olarak hazırlanır).

250 mL erlen içine 5mL Fehling I ve 5 mL Fehling II eklenmiş dikkatle karıştırılmıştır. Üzerine 25 mL saf su ilave edilmiştir. Sonra bürete doldurulmuş bulunan ayarlama standart invert şeker çözeltisinden yaklaşık 25 mL eklenmiştir. İyice çalkalandıktan sonra elektrikli ısıtıcı üzerine konulmuş birkaç dk içerisinde kaynaması sağlanmıştır. Kaynama başladıktan 2 dk sonra 1mL %0,2'lik metilen mavisi eklenmiştir. Titrasyon işlemi yaklaşık 1 dk içinde son bulacak şekilde büretten damla damla standart çözelti ilave edilmiştir. Parlak bir portakal kırmızı renk elde edene kadar titrasyon sürdürülmüştür. Harcanan tüm miktar kaydedilmiştir. Böylece faktör bulunmuş olup (5 mL Fehling I, 5mL Fehling II çözeltisi faktörü) standardizasyon titrasyonu çok kez tekrarlanmış birbirine 0,1 mL yakın değerlerden 3 tanesi seçilip ortalamaları kaydedilmiştir.

Örnek filtratları aynen ayarlama yapıldığı gibi bürete doldurulur ve filtrasyon bu şekilde yapılır. Hazırlanan çözeltilerdeki şeker miktarları tam bilinmediğinden ilk titrasyona ön titrasyon denir ve ne kadar çözelti harcanacağı burada belirlenmiş olur. Ön titrasyonda kaydedilen sarfiyattaki çözelti miktarından 1 mL kadar eksiği duyarlı titrasyonda Fehling karışımına eklenmiş titrasyon sonunda tüm sarfiyat kaydedilmiştir.

Örneklerdeki doğal indirgen şeker miktarı ve toplam indirgen şeker miktarı belirtilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$\text{Doğal indirgen şeker miktarı, g/100g} = \frac{f}{M_1} \times 100 \quad (9)$$

$$\text{Toplam indirgen şeker miktarı, g/100g} = \frac{f}{M_2} \times 100 \quad (10)$$

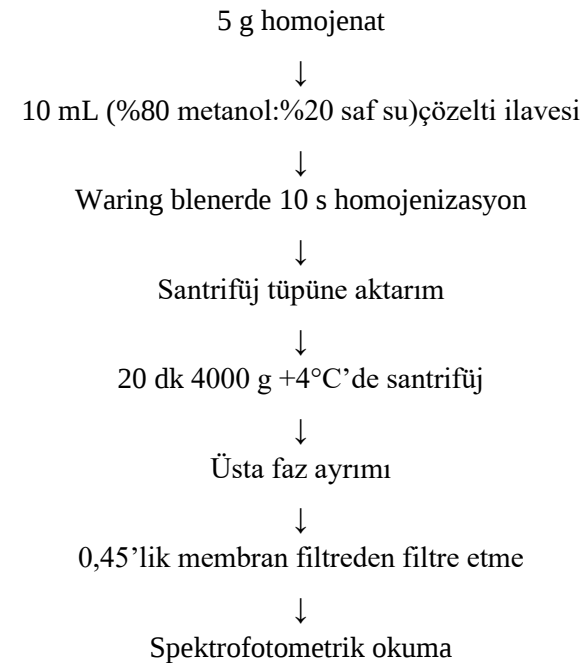
f: Ayarlama da belirlenen 10 mL Fehling çözeltisi karışımına eşdeğer invert şeker miktarı, g
M1: İnversiyon öncesi titrasyonda harcanmış örnek çözeltisinin içerdiği gerçek örnek miktarı, g
M2: Örneğin inversiyondan sonraki titrasyonunda harcanan miktardaki örnek çözeltisinin içerdiği gerçek örnek miktarı, g

$$\text{Sakaro z miktar ı, g/100g} = (\text{top. in. ş ek.} - \text{doğ. in. ş ek.}) \times 0,95 \quad (11)$$

3.2.3.14. Betalain Tayini

Meyvede betalain miktar ı tayini Cai ve ark., 2003'te belirtilen yöntem kullanılarak spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir [87].

Bu amaçla tüm kitleyi temsil etmesi açısından 20 meyveden 1/8 kısm ı alınıp homojenize edildikten sonra bu homojenattan Ş ekil 3.14'te belirtildiği gibi 5 g alınmıştır. 10 mL %80 metanol:%20 saf su karış ım ı ilave edilmiştir. Waring blenderde 10 s homojenize edilmiştir. Santrifü j tüpüne alınıp 4000 g'de 20 dk +4°C'de santrifü j edilmiştir. Üst faz ayrılmış 0,45'lik membran filtreden filtre edilmiştir. Toplanan üst fazlar betasiyanın tespiti için 535 nm dalga boyu, betaksantin tayini için 483 nm dalga boyunda Multiskan Go Mikroplaka Spektrofotometre okuyucusunda (Thermo Scientific, ABD) elde edilen absorbanslar kaydedilmiştir.



Ş ekil 3.14. Betalain tayini örnek ekstraksiyonu

3.2.3.15. Tekstür Analizi

Pestil örneklerinde tekstür analizi [58] tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek TA.XT 2 Plus (Stable Micro Systems, Surrey, BK) marka tekstür analiz cihazı ile gerçekleştirilmiştir. İki sıkıştırımlı TPA (Tekstür Profil Analizi) uygulanmıştır. Ölçüm parametreleri şöyledir:

Prob: P/35 silindirik prob

Ön test hızı: 0,5 mm/s,

Test hızı: 0,2 mm/s,

Test sonrası hızı: 0,2 mm/s,

Mesafe: 20 mm,

Sıkıştırma oranı: %30,

Bekleme süresi: 5 s,

Tetikleme gücü: 5,0 g.

Elde edilen sertlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik verilmiştir.

Sertlik (hardness): Dış etkenlerle uygulanan güce gıda maddesinin direnme gücüdür. Diğer bir deyişle ilk sıkıştırma döngüsü esnasındaki tepe noktasıdır.

Elastikiyet (springiness): Sıkıştırılmış gıda üzerindeki yük kaldırıldığında orijinal boyutuna geri dönmesi ile ilişkili yaylanmanın derecesini tanımlamak için kullanılan bir parametredir.

Çiğnenebilirlik (chewiness): Katı bir gıdanın yumuşak, çiğnenebilir ve sert davranışlarını tanımlamak için kullanılan popüler bir terimdir. Sertliğin bir fonksiyonu olarak bilinmektedir ve katı gıdanın yutmaya hazır hale gelmesi için uygulanması gereken güçtür [90, 91].

3.2.3.16. Hidroksimetilfurfural (HMF) Tayini

Örnekler Tontul ve Topuz (2017)'da belirtilen yöntem modifiye edilerek ekstrakte edilmiştir [50]. Öncelikle 5 g numune tartılıp 20 mL saf su eklenen örnekler ultraturrax ile homojenize edilmiştir. Homojenat 4000g'de 15 dk santrifüj edilmiş olup berrak kısımlar 50 mL'lik balonjojeye toplanmıştır. Toplamda üç kez

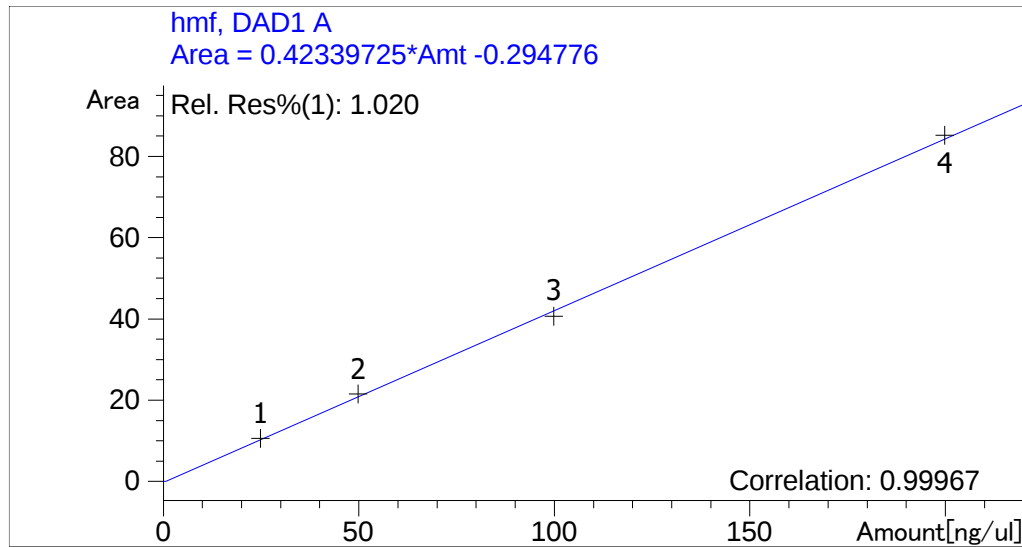
santrifüj işlemi gerçekleştirilmiş olup filtrat üzerine 0,5'er mL Carrez I ve Carrez II çözeltileri eklenmiştir. Aynı şartlarda santrifüj işlemi tamamlanmış bulunan berrak kısım 0,45 µm membran filtreden süzöldükten sonra viallere alınmıştır.

HPLC- UV- DAD (Agilent 1260 Series, ABD) yüksek basınçlı sıvı kromatografisinden yararlanılarak ayırım C₁₈ (250 mm x 4,6 mm, 5µm) kolonda (ACE 5 C18, İskoçya, BK) gerçekleşmiştir.

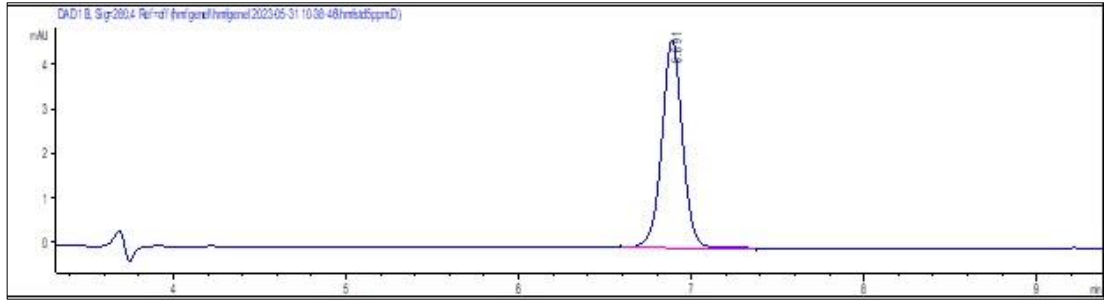
HPLC'de Hidroksimetil Furfural analizi koşulları

Marka/Model	Agilent/1260 (USA)
Kolon	ACE 5 C18 (250mmx4,6 mm, 5µm)
Kolon Sıcaklığı	25°C
Mobil Faz	Metanol:saf su:asetik asit (10:90:1)
Akış Hızı	1 mL/dk
Dedektör	Diode Array, 280 nm
Enjeksiyon Hacmi	20 µL
Analiz Süresi	45 dk

Numunedeki HMF miktarı Şekil 3.15'te oluşturduğumuz HMF kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Elde ettiğimiz HMF kromatogram örneklerinden biri Şekil 3.16' da verilmiştir.



Şekil 3.15. HMF kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.16. HMF kromatogramı

3.2.3.17. Pestil Kalınlık Ölçümleri

Pestil kalınlık ölçümleri kumpas kullanılarak pestilin 5 farklı kenarı ve merkez noktasından alınan ölçümlerin kaydedilmesiyle gerçekleştirilmiştir

3.2.3.18. Viskozite Tayini

Brookfield DV I viskozimetre ile 60 RPM'de 4°C'de LV4 marka spindle kullanılarak mikslerin viskoziteleri belirlenmişti [91].

3.2.3.19. Sertlik Tayini

Dondurma örnekleri sertlik tayininde (TA-XT 2, Stable Micro Systems Ltd, Surrey, BK) cihazla okunan değerler kaydedilmiştir. Ölçümlerde silindirik prob kullanılmıştır. Cihazda 50 kg'lık yük hücresi bağlı bulunmakta olup sertlik tayini yaklaşık -15°C'de gerçekleştirilmektedir. Örnekler arası sıcaklığa bağlı erimeden kaynaklı farklılıkları önlemek amacıyla sertlik tayininde penetrasyon işlemi 30s içinde tamamlanmıştır. Penetrasyon derinliği numunelerin geometrik merkezinden 5mm, penetrasyon hızı 1 mm/s²dir [92].

3.2.3.20. Hacim Artışı (over-run)

Darası alınmış ölçülü bir mezüre belli bir hacme kadar dondurma örneği eklenip terazide okunan değer kaydedilmiştir. Aynı dondurma örneği bir behere aktarılıp su banyosunda eritilmiş, eriyen karışım, temiz mezüre aynı hacme kadar aktarılmış tekrar tartım kaydedilmiştir. Oran belirtilen formülle hesaplanmıştır [92].

$$Hacim\ artışı\ (\%) = [Dondurma\ h. - Erimiş\ d. h.] / (Erimiş\ d. h.) \times 100 \quad (12)$$

3.2.3.21. İlk Damlama Süresi- Tam Erime Süresi

İlk damlama ve tam erime süreleri Güven ve ark., (2002)'de belirtilen yöntemle yapılmıştır [93]. Bu amaçla, 25 g dondurma örneği 0,2 cm × 0,2 cm gözenek ebatlı süzgeç üzerinde erimeye (20°C'de) bırakılarak ilk damlama süresi ile tam erime süreleri saniye (s) olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.22. Erime Oranı

Erime oranı analizi Gürsel ve Karacabey (1998)'de belirtilen yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla, 25 g dondurma örneği 0,2 cm × 0,2 cm gözenek ebatlı süzgeç üzerinde erimeye (20°C'de) bırakılarak, erimenin 30. ve 45. dakikalarında erimiş dondurma miktarından belirtilen formülle hesaplama yapılmıştır [94].

$$Erime\ oranı(\%) = [(Eriyen\ kısım\ ağır. / dondurma\ ağır.) \times 100] \quad (13)$$

3.2.3.23. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için dilüsyonların hazırlanması

Örneklerden numune alımının aseptik şartlarda gerçekleştirilmiştir. Ringer çözeltisi ile seyreltmesi yapılan örneklerde seyreltme 1 mL:9 mL (örnek hacmi: Ringer çözeltisi hacmi) oranında yapılmıştır. *Lactocaseibacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayımında seyreltme işlemi 10⁻⁷'ye kadar yapılmıştır.

Lactocaseibacillus rhamnosus sayımı

Lactocaseibacillus rhamnosus sayımında Tharmaraj ve ark. (2003)'de kullanılan yöntemle hazırlanan MRS agar besiyeri kullanılmıştır [95]. MRS agar 121°C'da 15 dakika sterilize edilmiştir. *L.rhamnosus* gelişimi için inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat sürdürülmüştür. Süre sonunda ~2mm disk boyutunda, parlak, pürüzsüz beyaz koloniler *L.rhamnosus* olarak sayımı tamamlanıp sonuçlar kaydedilmiştir.

***Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayımı**

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis* BB-12 sayımında Bunesova ve ark. (2015) kullandığı yöntem ile TOS-MUP Selective Supplement propionate agar kullanılmıştır [96]. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 gelişimi için anaerobik ortamda 37°C’de 72 saat inkübasyona devam edilmiştir. İnkübasyon sonunda çapları 1-4 mm arasında değişen kısmen yıldız şeklinde veya üç parçalı mercimek şeklinde (yuvarlak) beyaz koloniler *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 olarak sayımı tamamlanıp sonuçlar kaydedilmiştir.

Maya-Küf sayımı

Örneklerden maya ve küflerin izolasyonu için YGC-Agar kullanılmıştır. Küfler aerob koşullarda yalnızca yüzeyde gelişim gösterdikleri için yayma plaka yöntemiyle 25–28°C’de 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda filamentli (ipliksi) yapıda çeşitli renkte koloni oluşturan yapılar (çalışmada genelde siyah renkte) küf, şekli yuvarlağımsı boyutları 3-5µm arasında değişen şeffaf renkte yapılar ise maya olarak sayımları tamamlanıp sonuçlar kaydedilmiştir [97].

3.2.3.24. Duyusal Analizler

Pestil örneklerinin duyusal analizi örneklerin 15 cm x 3 cm x 5 mm boyutlarında kesilerek depolama boyunca gerçekleştirilmiştir. Her örneğe rastgele üç basamaklı rakamlardan kod oluşturularak tabaklara yerleştirilip panelistlere sunulmuştur.

Panelistler Manisa Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden oluşmaktadır. Pestil örnekleri “renk”, “görünüm”, “tat ve koku”, “tekstür” ve “genel beğeni” özellikleri açısından değerlendirilmişlerdir. Parametreler 9 puanlık hedonik skala (1: hiç beğenmedim, 9: aşırı beğendim) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.4. Pestil örnekleri duyusal analiz puanlama formu

Panelist Ad-Soyad:						
Tarih:						
Özellik	Örnek kodları					
	264	347	451	176	538	693
Renk						
Görünüş						
Tat ve Koku						
Tekstür						
Genel Beğeni						
Değerlendirme: 9: aşırı beğendim, 8: çok beğendim, 7: beğendim, 6: az beğendim, 5: ne beğendim ne de beğenmedim, 4: az beğenmedim, 3: beğenmedim, 2: çok beğenmedim, 1: hiç beğenmedim						

Duyusal analizde kullanılan ‘pestil örnekleri duyusal analiz değerlendirme formu’ TS 12677’nin hint inciri için revize edilmiş hali Ek-A’da sunulmuştur.

Probiyotik ilaveli meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu olarak üretilen dondurma örnekleri duyusal değerlendirmesinde TS 4265’de yer alan puanlama testi kullanılmıştır [98]. Örneklere ait renk ve görünüş, tat ve koku, yapı ve kıvam özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirilmeler tüm örneklerde, her tekerrürde ve boyunca yapılmıştır. Duyusal analizde kullanılan değerlendirme formu TS 4265/T1 Ek-B’de sunulmuştur.

3.2.3.25. İstatistiksel Analiz

Deneme tam şansa bağlı deneme deseninde iki tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS versiyon 20.0 programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA- $p < 0,05$ düzeyinde) gerçekleştirilmiştir. Örnekler arasındaki farklılığı tespit etmek amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Hint İnciri Analizleri

Hint incirine ait bazı fizikokimyasal özellikler Tablo 4.1’de verilmiştir. Örneklem sayıları tabloda belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Hint incirinin (*Opuntia ficus-indica*) bazı fizikokimyasal özelliklerine ait ortalama değerler

Hint İnciri	n	Özellikler
Boyut (apikal çap), cm	50	8,06±0,69
Ağırlık, (g)	50	115,33±15,58
Nem (%) miktarı	3	84,42±0,24
Suda Çözünür Kuru Madde (°Bx)	3	14,97±0,06
pH	3	5,937±0,01
Titrasyon Asitliği (%)	3	0,045±0,02
Su Aktivitesi (a _w)	3	0,881±0,002
Kül (%) Miktarı	3	0,404±0,012
Askorbik Asit (mg/100 g) Miktarı	3	23,61±3,22
Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g) Miktarı	3	401,11±42,28
Toplam Flavonoid Madde (mg/100 g KE) Miktarı	3	53,23±1,91
Serbest Radikal Süpürme Gücü Aktivite Değeri (%)	3	53,18±0,95
Renk (L*, a*, b*) Değerleri	7	L*: 34,95±1,07 a*: 27,76±0,23 b*: 50,92±0,36
Toplam ve İndirgen Şeker (g/100 mL) Miktarı	3	T.Ş.: 14,68±0,41 İ.Ş.: 14,40±0,16
Betalain (µg/g) miktarı	3	68,25±6,58

4.1.1. Hint incirinin boyut ve ağırlık değerleri

Çalışmada kullanılan hint incirinden seçilen 50 adet meyvenin ortalama apikal çap değeri $8,06 \pm 0,69$ cm, ağırlık değeri ise $115,33 \pm 15,58$ g aralığında bulunmuştur.

İspanya’da yetişen iki çeşit hint incirinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmada, *Sanguinos* (kırmızı) çeşidi ve *Verdal* (turuncu) çeşidi meyvelerin ağırlıkları sırası ile $112,94 \pm 16,10$ g ve $100,51 \pm 13,11$ g olarak, apikal çapları ise $7,28 \pm 0,80$ cm ve $7,19 \pm 0,70$ cm olarak bildirilmiştir [13], Cezayir’de yetişen hint incirlerinde meyve ağırlığı $85,29 \pm 6,93$ g, apikal çap ise $7,42 \pm 0,77$ cm aralığında belirlenmiştir [99].

Meyvenin fiziksel özellikleri tür, yetiştiği iklim koşulları, olgunluk, toprağın yapısı, hasat zamanı gibi sebeplerle değişiklik gösterebilmektedir.

4.1.2. Hint inciri nem (%) miktarı

Hint incirinde tespit edilen nem (%) miktarı $84,42 \pm 0,24$ şeklinde hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan hint incirlerinin nem (%) miktarı literatürde verilen sonuçlarla uyum içindedir.

Yahia ve ark. (2011) Şili’de yetişen çeşitli türdeki hint incirleri nem miktarını $83,80-85,98$ [11], Piga ve ark. (2003) $85,04$ g/100 g pulp [16], Ramadan ve ark. (2003) $84,70$ [100], Medina ve ark. (2007) *Opuntia dillenii* türünde $81,68 \pm 2,42$ *Opuntia ficus-indica* türünde $82,61 \pm 1,68$ [21], Chougui ve ark. (2014) *Opuntia ficus-indica* türünde $85,76 \pm 0,10$ [99] olarak saptamışlardır.

4.1.3. Hint inciri suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarı

Hint inciri suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarı $14,97 \pm 0,06$ °Bx olarak bulunmuştur. Meyvenin suda çözünür kuru madde miktarı literatüre göre yüksek bulunmuştur.

García-Cayuela ve ark. (2019) altı tür hint inciri suda çözünür kuru madde miktarını $12,04 \pm 0,4$ - $13,8 \pm 0,3^\circ\text{Bx}$ [22], Coria Cayupán ve ark. (2011) *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia megacantha* türlerinde 8 - 13°Bx [101], Cano ve ark. (2017) İspanya’da *Opuntia ficus-indica* türü *Sanguinos* (kırmızı) çeşidinde $11,20 \pm 0,10^\circ\text{Bx}$, *Verdal* (turuncu) çeşidinde $12,40 \pm 0,20^\circ\text{Bx}$ olarak tespit etmişlerdir [13].

Meyvenin fiziksel özellikleri tür, yetiştiği iklim koşulları, olgunluk, toprağın yapısı, hasat zamanı gibi sebeplerle değişiklik gösterebilmektedir.

4.1.4. Hint inciri pH değeri

Çalışmada yirmi adet hint incirinden elde edilen çekirdeksiz meyve pulpu pH değeri $5,937 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir. Örneklerimizin pH değerleri literatürde verilen sonuçlarla uyum içindedir.

İspanya’da yetişen hint inciri pulpunda pH değerini $5,9 \pm 0,1$, Meksika’da yetişende $6,8 \pm 0,1$ [22], farklı bir çalışmada İspanya’da yetişen kırmızı renkli hint incirinde $5,35 \pm 0,12$, turuncu renkli olanda $5,89 \pm 0,08$ [13], Şili’de yetişen hint incirlerinde $5,0$ - $6,6$ aralığında saptamışlardır [10].

4.1.5. Hint inciri titrasyon asitliği (% sitrik asit) değeri

Hint inciri titrasyon asitliği (% sitrik asit) değeri $0,045 \pm 0,02$ olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan hint inciri titrasyon asitliği (% sitrik asit) değeri literatürde belirtilen değerlerle uyum göstermektedir.

Şili’de yetişen hint inciri titrasyon asitliği (% sitrik asit) değerini $0,03$ - $0,12$ [10], Fas’ın Rhamna bölgesinde yetişen *Opuntia megacantha* türü meyve pulpunda $0,026 \pm 0,001$, *Opuntia ficus-indica* türü meyve pulpunda $0,052 \pm 0,001$ olarak belirlemişlerdir [102].

4.1.6. Hint inciri su aktivitesi (a_w) değerleri

Meyvenin su aktivitesi değerleri $0,881 \pm 0,002$ olarak belirlenmiş olup, literatürde verilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Mısır'da yetişen *Opuntia macrorhiza* türü hint inciri pulpunda su aktivitesi değerleri 0,863-0,883 [103], Fas'ta yetişen *Opuntia megacantha* türünde 0,857±0,001 ve *Opuntia ficus-indica* türünde 0,877±0,002 aralığında saptanmıştır [102].

4.1.7. Hint inciri kül (%) miktarı

Çalışmada kullanılan hint incirlerinde kül miktarı %0,404±0,012 olarak belirlenmiş olup, bu değer literatürde verilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

Opuntia dillenii ve *Opuntia ficus-indica* türlerine ait hint inciri meyvelerinin kimyasal karakterizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada yeşil ve turuncu meyve pulplarının kül miktarı sırasıyla %0,409±0,092 ve %0,370±0,071 olarak bulunmuştur [21]. Farklı literatür kaynakları ve Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Gıda Bileşimi Veritabanı'na göre başta *Opuntia ficus-indica* türü olmak üzere hint inciri taze meyve pulpunda kül miktarının %0,30-1,00 aralığında bulunduğu belirtilmiştir [9]. Saenz (2000) farklı *Opuntia* türleri meyve pulpunda bulunan kül miktarını %0,40-1,00 aralığında tespit etmiştir [104].

4.1.8. Hint inciri askorbik asit (mg/100 g) miktarı

Hint inciri askorbik asit miktarı 23,61±3,22 mg/100 g olarak belirlenmiş olup, elde edilen değer literatürde verilen sonuçlarla uyum içindedir.

Opuntia ficus-indica, *Opuntia megacantha* türü meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmada askorbik asit miktarı 26-48 mg/100 g aralığında saptanmıştır [101]. *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia stricta*, *Opuntia undulata* türleri taze meyveleri biyokimyasal kompozisyonu üzerine yapılan farklı bir çalışmada sırasıyla askorbik asit miktarı 18,5±2,0 mg/100g, 23,3±1,7 mg/100g, 14,5±1,5 mg/100g olarak bulunmuştur [105].

4.1.9. Hint inciri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı

Çalışmada hint inciri toplam fenolik madde miktarı 401,11 ±42,28 mg GAE/100 g olarak saptanmıştır, bulunan değer literatürdeki verilerle uyum içindedir.

Opuntia joconostle türü meyvesi ile yapılan bir çalışmada meyvenin yenilebilir kısmında toplam fenolik madde miktarının 1,38 mg gallik asit/g olduğu bildirilmiştir [106]. Türkiye'nin beş farklı bölgesinden toplanan hint inciri meyvesinde toplam fenolik madde içeriği 490,74-932,87 mg/100g aralığında olduğu bulunmuştur [107]. Şili'de yetişen farklı türdeki hint inciri meyve pulplarında tespit edilen toplam fenolik miktarının $371,95 \pm 12,20$ mg GAE/100 g ile $777,43 \pm 15,25$ mg GAE/100 g arasında değiştiği belirtilmiştir [108].

4.1.10. Hint inciri toplam flavonoid madde (mg kateşin-eşdeğeri /100 g) miktarı

Hint inciri toplam flavonoid madde miktarı $53,23 \pm 0,95$ mg kateşin-eşdeğeri/100 g olarak belirlenmiştir.

Fas'ta yetişen hint incirinden elde edilen meyve sularında toplam flavonoid miktarı $24,67 \pm 1,91$ ile $49,03 \pm 3,82$ µg kateşin eşdeğeri/g kuru madde aralığında bulunmuştur [109]. Kaktüs inciri meyvesinde antioksidan aktivitenin incelendiği bir çalışmada toplam flavonoid miktarı *O. ficus-indica* türü için $155,6 \pm 5,9$ µg/g taze meyve, *O. stricta* türü için $161,1 \pm 10,3$ µg/g taze meyve, *O. undulata* için $51,1 \pm 8,4$ µg/g taze meyve şeklinde bildirilmiştir [105].

4.1.11. Hint inciri betalain (µg/g) miktarı

Hint inciri meyve pulpu betalain miktarı $68,25 \pm 6,58$ µg/g olarak belirlenmiştir. Bir diğer deyişle $438,06$ µg/g kuru madde şeklinde belirlenmiştir. Elde edilen değer literatürde bulunan değerlere uyum göstermektedir.

Meksika ve İspanya'da yetişen hint incirlerinin betalain ve fenolik içeriklerinin karşılaştırıldığı çalışmada, İspanya çeşidi meyve pulplarında mor, kırmızı ve sarı renkli olanların betalain miktarı sırasıyla $1558,3 \pm 29,5$, $740,0 \pm 28,8$, $510,0 \pm 6,7$ µg/g kuru madde; Meksika çeşidi meyve pulplarında mor, kırmızı ve sarı renkli olanların betalain miktarı sırasıyla $2400,0 \pm 125,0$, $810,0 \pm 20,0$, $380,0 \pm 7,5$ µg/g kuru madde şeklinde bildirilmiştir [22].

4.1.12. Hint inciri serbest radikal süpürme gücü aktivite değeri (%)

Çalışmada elde edilen hint inciri serbest radikal süpürme gücü aktivite değeri %53,18±0,30 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değer literatürdeki değerlerle uyum göstermektedir.

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ile yapılan bir çalışmada Adana, Alanya, Anamur, İskenderun, Fethiye'den toplanan meyve pulplarında serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değerini %52,21±0,75-53,41±0,76 aralığında tespit ettiğini bildirmiştir [107]. *Opuntia joconostle* türüne ait meyvenin yenilebilir kısmında yapılan bir çalışmada DPPH radikal süpürme gücü aktivitesi değerinin %42,27 bulunduğunu bildirilmiştir [106].

Hint inciri meyvesinin sahip olduğu antioksidan aktivite, çoğunlukla meyve pulpunda bulunan ve oksidasyon önleyici etki gösteren fitokimyasallardan flavonoller, betalainler, askorbik asit ve beta-karoten ile ilişkilendirilmektedir [10].

4.1.13. Hint inciri renk (L*, a*, b*) değerleri

Hint inciri çekirdeksiz meyve pulpunda yapılan renk analizlerinde Konica Minolta Chromometer CR-5 (Japonya) model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Hammaddede 50 mL örnek 20 mm Glass Optical Cell Light Path küvete aktarılmış L*, a*, b* skalasına göre değerler saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.2'de verilmiştir:

Tablo 4.2. Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) pulpu renk değerleri

Parametre	Sonuç*
L*	34,95±1,07
a*	27,76±0,23
b*	50,92±0,36

*Sonuçlar ortalama (n=7) ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

Çalışmada elde edilen renk değerlerinin literatüre kıyasla farklı olmasının (Tablo 4.3) tür, yetiştirildiği yer, iklim, renk, olgunluk, analiz şartları gibi farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.3. Hint incirine ait renk değerleri ile ilgili literatür verileri

Meyve özelliği	L* lightness	a* red-green	b* yellow	Kaynak no
<i>Opuntia ficus-indica</i> yeşil renk, meyve pulpu	18,2–26,7	–4,2–(–5,5)	4,0–6,5	[11]
<i>Opuntia ficus-indica</i> mor renk meyve pulpu	22,4–33,4	10,0–18,4	1,1–4,3	[11]
Verdal çeşidi, sarı renk, meyve kabuğu	57,7±4,0	6,4±2,8	38,9±3,5	[22]
Diamante çeşidi, sarı renk, meyve kabuğu	52,8±1,4	8,2±3,5	27,1±0,6	[22]
<i>Opuntia ficus-indica</i> L. kırmızı renk, kabuk tozu	37,49±0,01	5,85±0,07	15,02±0,02	[35]
<i>Opuntia joconostle</i> , meyve mezokarp ekstraktı	88,3±0,2	6,34±0,12	7,84±0,39	[106]

4.1.14. Hint inciri toplam şeker ve indirgen şeker (g/100 mL) miktarı

Hint inciri toplam şeker miktarı %14,68±0,41; indirgen şeker miktarı ise %14,40±0,16 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen miktar ile literatürde belirtilen değerler arasında uyum gözlenmektedir.

Literatür bilgilerine göre hint inciri meyvesi toplam şeker içeriğinin %12-17 aralığında bulunduğu bildirilmiştir [9, 111]. Meyvede bulunan glikoz ve fruktoz içeriğinin her birisi için ise %6-8 oranı karşımıza çıkmaktadır [20]. Hint inciri meyve suyunda şeker oranının %6-14 arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir [111].

Tablo 4.4. Hint inciri pulbu fruktoz, glikoz, sakaroz (g/100g KM) değerleri

Örnek	Fruktoz (g/100g KM)	Glikoz (g/100g KM)	Sakaroz (g/100g KM)
Hint inciri	24,30±0,27	60,38±0,68	1,76±0,02

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ve tohumları ile yapılan bir çalışmada ülkemizde beş farklı konumdan (Adana, Alanya, Anamur, İskenderun, Fethiye) alınan hint inciri (meyve pulpu) örneklerinin fruktoz (24,95-29,17 g/100 g KM), glikoz (38,92-44,71 g/100g KM), sakaroz (0,15-0,36 g/100 g KM) şeklinde şeker içeriklerini tespit etmiştir [107]. Lamghari ve ark. (1998) *Opuntia ficus-indica* türü meyve pulpunun 29,6 g/100 g KM fruktoz, 35,0 g/100 g KM glikoz ve 0,22 g/100 g KM sakaroz içerdiğini tespit etmişlerdir [112].

4.2. Farklı Yöntemlerle Üretilen Pestillere Ait Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hint inciri meyvesinden pestil üretiminde, iki farklı jelleştirici ajan (%5 buğday nişastası veya %5 maltodekstrin) ile hazırlanan herle üç farklı kurutma yöntemi (sıcak hava; sıcak hava+100W MW; sıcak hava+180W MW) ile kurutulmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. İki farklı jelleştirici ajan ve 3 farklı kurutma koşulu ile üretilen pestillere ait kodlar

Üretim Yöntemi Kodu	Jelleştirici Ajan	Kurutma Yöntemi
MD	Maltodekstrin	sıcak hava (60°C, 180 dk)
MD 100 W	Maltodekstrin	mikrodalga (100 W, 90 sn) + sıcak hava (60°C, 90 dk)
MD 180 W	Maltodekstrin	mikrodalga (180 W, 90 sn) + sıcak hava (60°C, 90 dk)
BN	Buğday nişastası	sıcak hava (60°C, 180 dk)
BN 100 W	Buğday nişastası	mikrodalga (100 W, 90 sn) + sıcak hava (60°C, 90 dk)
BN 180 W	Buğday nişastası	mikrodalga (180 W, 90 sn) + sıcak hava (60°C, 90 dk)

4.2.1. Pestil örnekleri nem (%) miktarı

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin nem (%) miktarı Tablo 4.6'da görüldüğü üzere %10,21-13,57 arasında değişiklik göstermektedir. Elde edilen değerler literatürde elde edilen değerlerle uyum içindedir. Jelleştirici ajan olarak buğday nişastası (BN) kullanılan pestillerin nem (%) miktarı, maltodekstrin (MD) kullanılanların nem (%) miktarından fazla bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.6. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri nem (%) miktarı

Üretim Yöntemi	Nem (%) Miktarı
BN	13,57±0,45 ^A
BN 100 W	13,40±0,17 ^A
BN 180 W	13,51±0,42 ^A
MD	10,21±0,58 ^B
MD 100 W	10,43±0,53 ^B
MD 180 W	10,61±0,19 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde nar pestilinde nem miktarı %10-12 [50], dut pestilinde %11,8 ve kayısı pestilinde %18,3 [46], elma pestilinde %25 [45], farklı bir elma pestili çalışmasında %11 [113], mango pestilinde %10 [114], üzüm pestilinde %11 [57], elma-ayva pestilinde %17 [49]; mango pestilinde %14,31-17,22 [115] olarak tespit edilmiştir.

4.2.2. Pestil örnekleri pH değeri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin pH değerleri Tablo 4.7’de görüldüğü üzere 5,94-5,99 aralığında tespit edilmiştir. En düşük pH değeri MD kodlu örnekte, en yüksek pH değeri BN100W kodlu örnekte ölçülmüştür. Elde edilen değerler literatürde verilen değerlerden yüksektir. Bunun meyve pH’sının (5,937) yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.7. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri pH değeri

Üretim Yöntemi	pH değeri
BN	5,98±0,001 ^B
BN 100 W	5,97±0,001 ^D
BN 180 W	5,98±0,002 ^C
MD	5,94±0,001 ^E
MD 100 W	5,99±0,001 ^A
MD 180 W	5,98±0,002 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde elma pestili pH değerleri 4,05-4,07; ayva pestili 3,5-3,7 [49], nar pestili 3,610-3,680 [50], hint inciri meyve pulpuna %1,1 oranında sitrik asit ilavesiyle üretilen pestilde 3,7 bulduklarını bildirmişlerdir. Hint inciri meyve pulpunda 6,4 olarak saptadıkları pH değerinin sitrik asit ilavesiyle azalmasının beklenen bir etki olduğunu da belirtmişlerdir [39].

4.2.3. Pestil örnekleri su aktivitesi (a_w) değeri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin su aktivitesi değeri Tablo 4.8’de görüldüğü üzere 0,462-0,605 arasında değişiklik göstermektedir. Elde edilen değerler literatürde elde edilen değerlerle uyum içindedir. En yüksek su aktivitesi değeri BN kodlu pestil örneğinde, en düşük ise MD kodlu örnekte tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.8. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri su aktivitesi (a_w) değeri

Üretim Yöntemi	a_w
BN	0,605±0,01 ^A
BN 100 W	0,524±0,02 ^B
BN 180 W	0,536±0,01 ^B
MD	0,462±0,01 ^C
MD 100 W	0,525±0,01 ^B
MD 180 W	0,521±0,00 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde su aktivitesi değerlerini ayva pestillerinde 0,62-0,69, elma pestillerinde 0,54-0,56 [49]; mango pestilinde 0,62 [56]; nar pestilinde 0,552-0,570 [50]; kuşburnu pestilinde 0,60 olarak tespit etmişlerdir [116]. Tüm bu bilgilere ek olarak mango pestiline (su aktivitesi değeri-0,62) herhangi bir koruyucu ilave edilmeksizin ürünün mikrobiyal açıdan altı ay boyunca güvenilir olduğunu bildirmişlerdir [56].

4.2.4. Pestil örnekleri kül (%) miktarı

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri kül miktarı Tablo 4.9’da görüldüğü üzere %3,61-4,57 arasında değişiklik göstermektedir. Elde edilen değerler literatürde elde edilen değerlerle uyum içindedir. En yüksek kül miktarı MD kodlu örnekte tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.9. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri kül (%) miktarı

Üretim Yöntemi	Kül (%)
BN	3,61±0,06 ^D
BN 100 W	3,92±0,03 ^C
BN 180 W	3,86±0,07 ^C
MD	4,57±0,07 ^A
MD 100 W	4,45±0,05 ^B
MD 180 W	4,40±0,09 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde üzüm pestilinde %0,2-0,7, dut pestilinde %1,6-2,0, kayısı pestilinde %3,1-3,6 [46]; mango pestilinde %2,0-2,01 [115]; kuşburnu pestilinde %0,80 [116]; dut pestili %1,4 erik ve üzüm pestilinde %1,6, kayısı pestilinde ise %3,5 [117], muz pestilinde %3,03-4,62 kül miktarı tespit etmişlerdir [118].

4.2.5. Pestil örnekleri kalınlık (mm) ölçümü

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri kalınlık (mm) ölçümü Tablo 4.10'da görüldüğü üzere 0,53-0,65 mm arasında değişiklik göstermektedir. Elde edilen değerler literatürde elde edilen değerlerle uyum içindedir. Jelleştirici ajan olarak buğday nişastası kullanılan pestil örnekleri kalınlıkları, maltodekstrin kullanılan örneklerin kalınlıklarından fazladır ($p < 0,05$).

Tablo 4.10. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri kalınlık (mm) ölçümü

Üretim Yöntemi	Pestil Kalınlığı (mm)
BN	0,65±0,01 ^A
BN 100 W	0,64±0,01 ^A
BN 180 W	0,64±0,01 ^A
MD	0,53±0,01 ^C
MD 100 W	0,58±0,01 ^B
MD 180 W	0,58±0,02 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p < 0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde üzüm pestilinde kalınlığın 0,60±0,05 mm [119]; mango pestilinde 0,369-0,403 mm [120]; üzüm, kayısı ve dut pestillerinde sırasıyla 0,81-1,34 mm; 0,49-0,68 mm ve 1,46-1,72 mm [46], farklı bir üzüm pestilinde 0,71-2,86 mm olarak saptandığını belirtmişlerdir [57].

4.2.6. Pestil örnekleri renk (L^* , a^* , b^* , ΔE) değerleri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri rengi üzerine etkileri analiz edilmiş ve a^* , b^* , L^* , ΔE sonuçları tek tek ele alınmıştır. Pestillerin a^* değeri Tablo 4.11'de görüldüğü üzere 4,06-9,19 arasında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri a^* değerleri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). a^* değerleri maltodekstrin içeren pestillerde buğday nişastası içerenlere göre daha yüksek saptanmıştır ($p < 0,05$).

Tablo 4.11. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri renk değerleri

Üretim Yöntemi	a*	b*	L*	ΔE
BN	6,09±0,50 ^C	17,06±0,98 ^C	33,26±0,95 ^B	40,33±0,88 ^B
BN 100 W	5,49±0,31 ^D	15,80±0,51 ^D	31,76±0,76 ^C	41,72±0,25 ^A
BN 180 W	4,06±0,33 ^E	16,10±0,40 ^D	32,31±0,65 ^C	42,27±0,28 ^A
MD	8,95±0,35 ^A	34,15±0,36 ^A	46,60±0,32 ^A	27,77±0,04 ^D
MD 100 W	9,19±0,23 ^A	30,42±0,23 ^B	45,98±0,86 ^A	29,78±0,39 ^C
MD 180 W	8,60±0,30 ^B	30,67±0,35 ^B	46,43±0,32 ^A	30,15±0,08 ^C

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Dikenli incir meyveleri ile yaptığı çalışmada Doğan (2019) pestil örnekleri a* değerlerini 14,01-24,95 arasında saptamıştır [42]. Çalışmamızda üretilen pestillerdekine kıyasla a* değerlerinin daha fazla bulunma sebebinin meyvelerin temin edildiği konum itibariyle renklerinden kaynaklanan farklılık olduğu düşünülmektedir. Bahsi geçen çalışmada hammadde renk analizi sonuçlarına bakıldığında örneklerin a* değerleri de çalışmamızda kullandığımız meyve örnekleri a* değerinden fazla bulunmuştur.

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri b* değerleri 16,10-34,15 aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri b* değerleri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Jelleştirici ajan olarak maltodekstrin kullanılan pestil örneklerinin buğday nişastası kullanılan örneklerle göre daha yüksek b* değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Maltodekstrinle üretilen pestil örneklerinin (+b*) sarılık değerinin istatistiksel olarak farklı olmasının sebebi meyve renginin sarı-turuncu renklerde olması ve buğday nişastası ile üretilen örneklerde jelatinizasyon amacıyla uygulanan 90 ± 2 °C sıcaklıkta işlem uygulamasının pigment derişimini düşürdüğü ve bundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Suna (2019) kayısı pestillerinde elde ettiği b* değerlerini 16,11-34,14 arasında [121], Silva Simão ve ark. (2019) mango pestillerinde elde ettiği b* değerleri ise 40,56-47,78 arasında bulmuşlardır [120]. Çalışmada kullanılan hint inciri meyvesi ile renk bakımından benzerlikleri olan meyveler seçilmiş olup elde ettiğimiz b* değerleri kayısı pestilleri değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri L^* değerleri 31,76-46,63 aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri L^* değerleri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Jelleştirici ajan olarak maltodekstrin kullanılan pestil örneklerinin L^* değerinin (parlaklığı) buğday nişastası kullanılan örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Doğan (2019) dikenli incir meyveleri ile yaptığı çalışmada pestil örnekleri L^* değerlerini 48,69-63,94 aralığında bulmuştur [42]. Pestil örnekleri L^* değerleri arasındaki değişimi üretim yöntemi farkının etkilediği düşünülmektedir. Maltodekstrin eklenen pestil örneklerinde buğday nişastası kullanılan örneklerde olduğu gibi jellemeyi sağlamak amacı ile ısıtma işlemi uygulanmaması sebebiyle rengin daha parlak olduğu düşünülmektedir.

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri ΔE analiz sonuçları 27,77-42,27 arasında bulunmuştur. Jelleştirici ajan olarak maltodekstrin kullanılan pestil örneklerinin ΔE değerinin (toplam renk farkı) buğday nişastası kullanılan örneklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Farklı kurutma yöntemlerinin (güneşte, vakum/55°C ve mikrodalga/90 W kurutma) kayısı pestilleri fizikokimyasal ve duyu özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada pestil ΔE değerleri $4,32\pm 0,89$ (güneşte kurutma) ve $58,38\pm 1,79$ (vakum kurutma) arasında değişiklik göstermektedir [52].

ΔE “toplam renk farkı” değeri çalışmada meyve pulpu ile pestil örnekleri arasındaki toplam renk farkını ifade etmekte olup değer ne kadar yüksek ise meyve pulpu ile pestil örneği arasındaki fark da o kadar büyük anlamına gelmektedir. BN kodlu örnek ile BN100W-BN180W kodlu örneklerin ΔE değerleri arasında bulunan istatistiksel değişimin mikrodalga uygulaması esnasında sıcaklık artışının kontrol edilemiyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı istatistiksel değişim MD örneği ile MD100W-MD180W kodlu örnekte de gözlenmektedir.

4.2.7. Pestil örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri toplam fenolik madde miktarı Tablo 4.12’de görüldüğü üzere 24,65-31,90 mg GAE/100 g aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri toplam fenolik madde miktarı üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı MD100W kodlu pestil örneğinde iken, en düşük değer MD kodlu örnekte saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.12. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı

Üretim Yöntemi	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g)
BN	28,81±0,08 ^{ABC}
BN100W	29,55±0,04 ^{ABC}
BN180W	30,19±0,16 ^{AB}
MD	24,65±0,19 ^C
MD100W	31,90±4,58 ^A
MD180W	25,42±1,62 ^{BC}

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Vişnede geleneksel, vakum-mikrodalga yöntemiyle ve dondurarak kurutmanın biyoaktif bileşenler, renk ve antioksidan kapasite üzerine etkisi üzerine araştırma yaptıkları bir çalışmada sıcaklığın fenolik içeriği üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu bulmuşlardır. Flavan-3-ols (+)-kateşin, (-)-epikateşin (+)-kateşin içeriği taze meyvede 431.01±4.34 (mg/kg kuru madde) iken 50°C sıcaklıkta kurutulmuş üründe 47.96±3.41, dondurarak kurutulmuş üründe ise 252.74±2.25 şeklindedir [122].

Yine (-)-Epikateşin içeriği taze meyvede 257.37±12.02 (mg/kg kuru madde) iken 50°C sıcaklıkta kurutulmuş üründe 26.94±1.15, dondurarak kurutulmuş üründe 53.71±12.14 değerindedir. Aynı çalışmada p-kumarik asit, klorojenik asit, flavonol ve antosiyanin içeriklerinde de benzer şekilde azalma olduğu en az kaybın ise dondurarak kurutma yönteminde gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Toplam fenolik madde içeriğine kurutma işleminde uygulanan sıcaklıktan kaynaklandığını düşündüğümüz meyvede 401,11±42,28 mg GAE/100 g olan toplam fenolik madde içeriği pestil örneklerinde 24,65-31,90 mg GAE/100 g'e düşmektedir. Yaklaşık %90-95'lik bir kayıp söz konusudur.

4.2.8. Pestil örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri /100 g) miktarı

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri toplam flavonoid madde miktarı Tablo 4.13'te görüldüğü üzere 11,81-20,54 mg kateşin eşdeğeri/100 g aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri toplam flavonoid madde miktarı üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en yüksek toplam flavonoid madde miktarı MD100W kodlu pestil örneğinde iken, en düşük değer MD kodlu örnekte saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.13. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı

Üretim Yöntemi	Toplam Flavonoid (mg kateşin eşdeğeri/100 g)
BN	17,77±0,30 ^C
BN100W	17,77±0,19 ^C
BN180W	18,46±0,03 ^B
MD	13,51±0,47 ^D
MD100W	20,54±0,20 ^A
MD180W	11,81±0,01 ^E

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Kayısı pestilinde toplam flavonoid miktarını 0,69±0,08 mg kateşin eşdeğeri/100 g kuru madde, beyaz dut pestilinde 0,16±0,03 mg kateşin eşdeğeri/100 g kuru madde şeklinde saptamışlardır [123].

Opuntia ficus-indica bitkisinde bildirilen flavonoidler arasında flavonol en fazla bulunan gruptur. Flavonoller aynen antosiyanidinler gibi şekerlerle glikozit halde bağlı bulunurlar. Bunlarda en yaygın aglikon “kuersetin”dir. Çalışmada kullanılan hint inciri meyvesinde en yaygın bulunan ise “isorhamnetin”dir. Flavonol glikozitler hafif sarı renktedirler ve neredeyse tüm bitkilerde bulunurlar [22, 29].

4.2.9. Pestil örnekleri betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarı

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri betalain miktarı Tablo 4.14'te görüldüğü üzere 0,43-0,53 $\mu\text{g/g}$ aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri betalain miktarı üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en yüksek betalain miktarı BN180W kodlu pestil örneğinde iken, en düşük değer BN kodlu örnekte saptanmıştır ($p<0,05$). Pestil örneklerinde su aktivitesinin azalması ve düşük sıcaklıkta ($+4^{\circ}\text{C}$) depolama ile betalain stabilitesinin korunabildiği düşünülmektedir.

Tablo 4.14. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarı

Üretim Yöntemi	Betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarı
BN	0,43 $\pm$ 0,062 ^C
BN100W	0,47 $\pm$ 0,019 ^{BC}
BN180W	0,53 $\pm$ 0,023 ^A
MD	0,51 $\pm$ 0,005 ^{AB}
MD100W	0,47 $\pm$ 0,016 ^{BC}
MD180W	0,49 $\pm$ 0,042 ^B

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Hint inciri; genel olarak yapısal özellikleri ve ışığı soğurma kapasiteleri bakımından betasiyanin ve betaksantin olmak üzere iki gruba ayrılan, betalainler açısından oldukça zengindir. Betasiyaninler kırmızı-mor renkten sorumlu iken betaksantinler sarı-turuncu olanından sorumludur.

Literatürde Meksika ve İspanya'da yetişen hint incirlerinin betalain ve fenolik içeriklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada İspanya'da yetişen sarı renkte olanların betalain değeri $510,0 \pm 6,7 \mu\text{g/g}$ kuru madde; Meksika'da yetişen sarı renkte olanların $380,0 \pm 7,5 \mu\text{g/g}$ kuru madde aralığında saptanmıştır [22]. Çalışmada kullanılan hint inciri meyve pulpunda bulunan betalain değeri $438,06 \mu\text{g/g}$ kuru madde olarak tespit edilmiş olup değer referans gösterilen çalışmadaki sarı renkteki hint inciri meyve pulpu değerleri arasında bulunmuştur. Araştırma kapsamında pestil örneklerinde betalain değerleri kıyaslaması yapabileceğimiz örneğe rastlanmamıştır.

4.2.10. Pestil örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değeri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değeri Tablo 4.15'te görüldüğü üzere 2,36-2,72 $\mu\text{m TE/g KM}$ aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değeri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en yüksek serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değeri MD180W kodlu pestil örneğinde iken, en düşük değer BN kodlu örnekte saptanmıştır ($p<0,05$). Pestil örneklerinde su aktivitesinin azalması ve düşük sıcaklıkta ($+4^{\circ}\text{C}$) depolama ile betalain stabilitesinin korunabildiği düşünülmektedir.

Tablo 4.15. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değeri

Üretim Yöntemi	Serbest Radikal Süpürme Gücü Aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) Değeri
BN	2,36 $\pm$ 0,01 ^F
BN100W	2,45 $\pm$ 0,02 ^D
BN180W	2,49 $\pm$ 0,01 ^C
MD	2,39 $\pm$ 0,01 ^E
MD100W	2,61 $\pm$ 0,02 ^B
MD180W	2,72 $\pm$ 0,01 ^A

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Osorio-Esquivel ve ark. (2011) *Opuntia joconostle* türü meyveleri ile yapılan bir çalışmada meyvelerin serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değerinin %42,27 olduğunu bildirmişlerdir [106]. Farklı kurutma yöntemlerinin nar pestilinin fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada nar pestillerinde kaydedilen en düşük antioksidan aktivite değerlerine sıcak havada kurutma (1,82 $\pm$ 0,08 g TE/100 g KM) yöntemiyle, kırım pencere kurutma (1,87 $\pm$ 0,56 g TE/100 g KM) yöntemiyle karşılaşmışlardır. En yüksek değerlere ise mikrodalga destekli (180W) sıcak havada kurutma (2,37 $\pm$ 0,08-2,42 $\pm$ 0,30 g TE/100 g KM) uygulanan nar pestili örneklerinde rastlamışlardır [50].

Tez çalışması kapsamında da Tontul ve Topuz (2017) çalışmasına benzer şekilde MD (2,39 µm TE/g KM) ve BN (2,36 µm TE/g KM) kodlu pestil örnekleri sadece sıcak havada kurutma uygulanan örnekler olup en düşük antioksidan aktivite değerlerine bu örneklerde rastlanmıştır. En yüksek değere ise MD180W kodlu örnekte (2,72 µm TE/g KM) mikrodalga+sıcak hava kurutmanın uygulandığı sıcak havada kurutma süresinin yarıya indiği örneklerde rastlanmıştır.

4.2.11. Pestil örnekleri glikoz, fruktoz, sakaroz (g/100 g KM) değerleri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri glikoz, fruktoz ve sakaroz değerleri Tablo 4.16'da gösterilmiştir. Pestil örnekleri glikoz, fruktoz, sakaroz değerleri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Pestil örnekleri glikoz, fruktoz, sakaroz değerlerinin üretim reçetesine göre değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 4.16. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri glikoz, fruktoz ve sakaroz değerleri (g/100g KM)

Örnek	Glikoz (g/100g KM)	Fruktoz (g/100g KM)	Sakaroz (g/100 g KM)
BN	20,77±0,40 ^B	8,53±0,18 ^B	0,78±0,07 ^C
BN100W	23,47±0,02 ^A	9,78±0,01 ^A	1,15±0,07 ^B
BN180W	19,83±0,02 ^{BC}	8,08±0,01 ^{BC}	0,98±0,04 ^{BC}
MD	21,34±0,01 ^B	8,53±0,01 ^B	2,56±0,01 ^A
MD100W	18,04±1,32 ^C	7,32±0,54 ^C	2,32±0,21 ^A
MD180W	18,16±0,02 ^C	7,39±0,01 ^C	2,31±0,01 ^A

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ve tohumları ile yaptığı çalışmada ülkemizde beş farklı konumdan (Adana, Alanya, Anamur, İskenderun, Fethiye) alınan hint inciri meyvesi (pulp) örneklerinin fruktoz (24,95- 29,17 g/100 g KM), glikoz (38,92-44,71 g/100g KM), sakaroz (0,15-0,36 g/100 g KM) şeklinde şeker içeriklerini tespit etmiştir [107]. Çalışmada elde edilen meyve pulpu şeker içeriği ile bahsi geçen çalışmadaki değerler arasında uyum gözlenmektedir. *Opuntia ficus-indica* meyve pulpunun 29,6 g/100 g KM fruktoz, 35,0/100 g KM glikoz ve 0,22 g/ 100 g KM sakaroz içerdiğini tespit etmişlerdir [112]. Şeker pancarından elde ettikleri şırayla pestil ve kömelerin bazı kalite parametreleri üzerine çalışma

yapmışlardır. 50 L ılık sıra, 7 kg süt, 20 kg bal ve 20 kg un kullanarak elde edilen herlenin yarısını pestil üretiminde diğer yarısını köme üretiminde kullanmışlardır. Pestil ve kömelere ait toplam şeker içeriği %22,08-25,64 arasında; indirgen şeker içerikleri %14,79-16,15 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir [124].

Çalışmada hammadde için elde edilen veriler literatür ile uyum göstermekte olup meyvenin türü, yetiştirildiği iklim koşulları, hasat edildiğindeki olgunluk seviyesi gibi nedenlerle farklılık gösterebilmektedir.

4.2.12. Pestil örnekleri sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri sertlik değerleri Tablo 4.17’de görüldüğü üzere 814,38-1540,23 (g) aralığında tespit edilmiştir. Sertlik sonuçlarını (N) cinsinden verecek olursak değerlerin 7,98-15,10 N arasında değiştiği görülmektedir. Pestil örnekleri sertlik değeri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en yüksek sertlik değeri BN100W kodlu pestil örneğinde iken, en düşük değer MD kodlu örnekte saptanmıştır ($p<0,05$). Çalışmada elde edilen pestil örnekleri sertlik değerlerinin literatürdeki bazı pestil örneklerine göre az bulunmasının kullanılan meyve, kurutma şartları, jelleştirici ajan farkı gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.17. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri

Üretim Yöntemi	Sertlik (g)	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik (g.mm)
BN	1295,35±180,90 ^B	0,92±0,01	1219,68±53,48 ^{AB}
BN100W	1540,23 ±32,87 ^A	0,96±0,01	1307,40±101,564 ^A
BN180W	1420,85±67,62 ^{AB}	0,96±0,03	1176,18 ±27,28 ^B
MD	814,38±77,70 ^C	0,93±0,03	607,98±15,84 ^C
MD100W	891,44±103,58 ^C	0,95±0,01	685,10±97,68 ^C
MD180W	833,14±57,01 ^C	0,93±0,02	621,43±9,08 ^C

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Literatürde nar pestilinde 8.37-29.12 N [50], dut pestilinde 15.36-26.55 N [58], mango pestilinde 33,7-76,9 N aralığında değerler bulunduğu bildirilmiştir [54].

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri elastikiyet değerleri Tablo 4.17’de görüldüğü üzere 0,92-0,96 aralığında tespit edilmiştir. Pestil örnekleri elastikiyet değeri üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Elastikiyet pestil ve benzeri gıda ürünlerinde istenen bir özelliktir. Literatürde nar pestilinde elastikiyet değeri 0,87-0,93 [50], dut pestilinde 0,730-0,969 [58] olarak saptanmıştır.

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri Tablo 4.17’de görüldüğü üzere 607,98-1307,40 arasında değişiklik göstermektedir. Birim değişimi yapılarak ifade edilmek istendiğinde çalışmadaki pestil örneklerinde çiğnenebilirlik değerlerinin 5,96-12,82 (N.mm) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Jelleştirici ajan olarak buğday nişastası kullanılan pestil örnekleri maltodekstrin kullanılan pestil örneklerine göre daha yüksek çiğnenebilirlik değerine sahiptir ($p<0,05$).

Literatürde pestil çiğnenebilirlik değerleri 12,07-103,00 (N.mm) aralığında saptanmıştır [125]. Karışık sebze pestilinde saptanan çiğnenebilirlik değerleri 6914,83-18826,49 (g.mm) aralığındadır [126]. Çalışmada literatürde karşılaşılan değerlerden düşük bir çiğnenebilirlik değeri elde edilmiştir. Bu da çalışmada üretimi gerçekleştirilen pestil örneklerinin daha kolay çiğnenabildiği anlamına gelmektedir. Çalışmada elde edilen çiğnenebilirlik değerlerinin literatüre göre daha düşük olmasının pestil üretim yöntemi farklılığı, pestil nem değeri, kalınlığı gibi etkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.13. Pestil örnekleri duyusal analiz puanları

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyusal analiz puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere renk, görünüm, tat ve koku, tekstür, genel beğeni olmak üzere beş ayrı kategoride değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından yapılan tüm değerlendirmeler aşağıda detaylıca tek tek ele alınmıştır.

Tablo 4.18. Farklı yöntemler ile üretilmiş hint inciri pestilleri duyusal analiz puanları

Üretim Yöntemi	Renk	Görünüm	Tat ve Koku	Tekstür	Genel Beğeni
BN	6,10±1,04	6,20±0,60	6,30±0,78 ^A	6,00±0,77 ^A	6,00±0,77 ^A
BN100W	6,10±1,04	6,20±0,75	6,10±0,83 ^A	5,80±0,75 ^A	5,80±0,60 ^A
BN180W	6,00±0,77	6,10±0,70	6,10±0,83 ^A	5,50±0,67 ^A	5,70±0,90 ^{AB}
MD	6,70±0,64	6,10±0,70	5,10±0,70 ^B	4,70±0,64 ^B	5,00±0,63 ^{BC}
MD100W	6,30±0,46	6,10±0,70	5,00±0,89 ^B	4,60±0,66 ^B	4,80±0,98 ^C
MD180W	6,30±0,46	6,20±0,75	5,00±0,89 ^B	4,50±0,67 ^B	4,70±0,64 ^C

Aynı sütunda farklı harfle (A-D) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyusal analiz renk puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 6,00-6,70 arasında değişim göstermektedir. Panelistlerce verilen duyusal analiz renk puanlarına üretim yöntemi farkının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyusal analiz görünüm puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 6,10-6,20 arasında değişim göstermektedir. Panelistlerce verilen duyusal analiz görünüm puanlarına üretim yöntemi farkının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyusal analiz tat ve koku puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 5,00-6,30 arasında değişim göstermektedir. Panelistlerce verilen duyusal analiz tat ve koku puanlarına üretim yöntemi farkının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tat ve koku değerlendirmesinde panelistler tarafından jelleştirici ajan olarak buğday nişastası içeren pestil örnekleri maltodekstrin içeren pestil örneklerine oranla daha yüksek puan almıştır ($p<0,05$).

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyusal analiz tekstür puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 4,50-6,00 arasında değişim göstermektedir. Panelistlerce verilen duyusal analiz tekstür puanlarına üretim yöntemi farkının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tekstür değerlendirmesinde panelistler tarafından jelleştirici ajan olarak buğday nişastası içeren pestil örnekleri maltodekstrin içeren pestil örneklerine oranla daha yüksek puan almıştır ($p<0,05$).

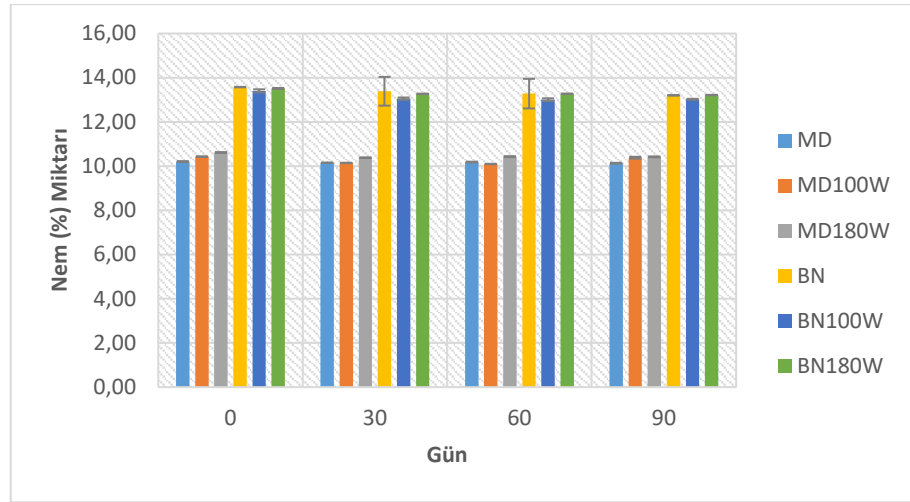
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestilleri panelistlerce verilen duyu analizi genel beğeni puanları Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 4,70-6,00 arasında değişim göstermektedir. Panelistlerce verilen duyu analizi genel beğeni puanlarına üretim yöntemi farkının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Genel beğeni değerlendirmesinde en yüksek puanı BN ve BN100W kodlu örnekler alırken en düşük puanı MD100W ve MD180W kodlu örnekler almıştır ($p<0,05$).

4.3.Farklı Yöntemler ile Üretilen Pestillerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Depolamanın Etkisi

Hint inciri meyvesinden pestil üretiminde, iki farklı jelleştirici ajan (%5 buğday nişastası veya %5 maltodekstrin) ve üç farklı kurutma yöntemi (sıcak hava; sıcak hava+100W MW; sıcak hava+180W MW) kullanılarak kurutulan pestil örneklerine depolamanın (0, 1, 2, 3 ay) etkileri bu bölümde anlatılmıştır.

4.3.1. Depolamanın pestillerin nem (%) miktarı üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca nem miktarının %10,09 (MD100W-2.ay) ile %13,57 (BN-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin nem (%) miktarı üzerine etkisi Şekil 4.24’te verilmiştir. Pestil nem içeriği Türk Standartları Enstitüsü’ne göre 20 g/100 g’dan düşük olmalıdır (TSE, 2000). Bununla birlikte pestil nem içeriğinin 15 g/100 g’dan düşük olmasının yalnız mikrobiyal aktiviteyi engellemekle kalmayacağı aynı zamanda bazı bozulma reaksiyonlarını (şeker kristalizasyonu, enzimatik olmayan esmerleşme ve aroma kayıpları) da geciktirebileceğini belirtmektedir [56]. Çalışmada tespit edilen pestil nem (%) miktarı hem TSE’ye hem de literatürde belirtilen mikrobiyal aktivitenin görülmeyeceği sınır değerler ile uyum göstermektedir.



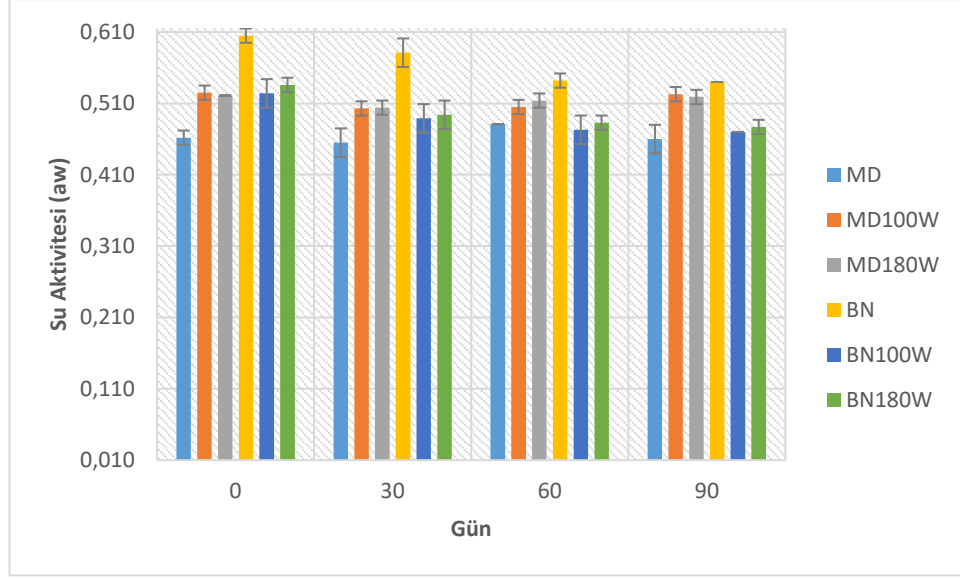
Şekil 4.1. Depolamanın pestillerin nem (%) miktarına etkisi

Maltodektrin içeren örneklerde depolama süresince düzenli bir azalış görülmektedir. Bu örneklerde pestil kalınlığının buğday nişastası içerenlere oranla daha ince olması, nem içeriğinin daha düşük olması ve şeker kristalizasyonunun fazla olması gibi sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nem içeriği yüksek örneklerden depolama süresince daha hızlı nem kaybı olması beklenen bir durumdur. Örnekler depolama esnasında birbirine yapışmaması için aralarına yağlı kağıt konularak nem geçirgenliği düşük ambalaj materyalinde hava almayacak şekilde +4°C’de muhafaza edilmiştir.

Irwandi ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada durian pestilinin depolamanın ilk sekiz haftasında nem içeriğinde dalgalanmalar olduğu ancak sekizinci haftadan on ikinci haftaya kadar düşüş gözlemlendiği bildirilmiştir [127].

4.3.2. Depolamanın pestillerin su aktivitesi (a_w) değeri üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca su aktivitesi değerinin 0,455 (MD-1.ay) ile 0,605 (BN-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin su aktivitesi değeri üzerine etkisi Şekil 4.25’te verilmiştir. Maltodektrin ilaveli pestil örneklerinin nem değerlerinde görülen dalgalanma su aktivitesi değerlerine de yansımış görülmektedir. Buğday nişastası ilaveli pestillerde görülen azalmanın nem içeriğiyle ilgili olarak grafiğe yansıdığı düşünülmektedir.

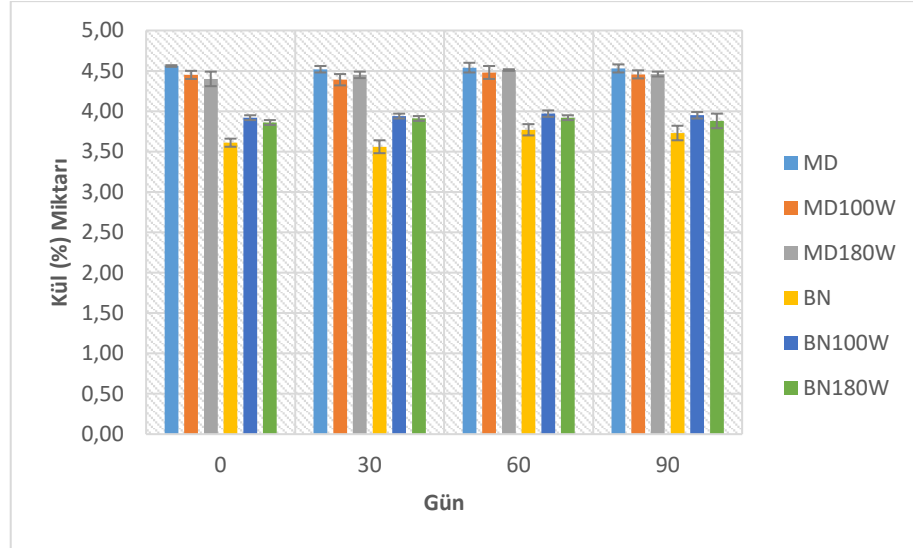


Şekil 4.2. Depolamanın pestillerin su aktivitesi (a_w) değerine etkisi

Babalola ve ark. (2002) papaya ve guava pestillerini $+8^{\circ}\text{C}$ 'de sekiz hafta boyunca depolamışlar ve iki pestilin de su aktivitesi değerlerinde düşüş tespit etmişlerdir. Bu düşüşün nem içeriğindeki azalmaya bağlı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir [128].

4.3.3. Depolamanın pestillerin kül (%) miktarı üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca kül miktarının %3,57 (BN-1.ay) ile %4,57 (MD-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin kül (%) miktarı üzerine etkisi Şekil 4.26'da verilmiştir.

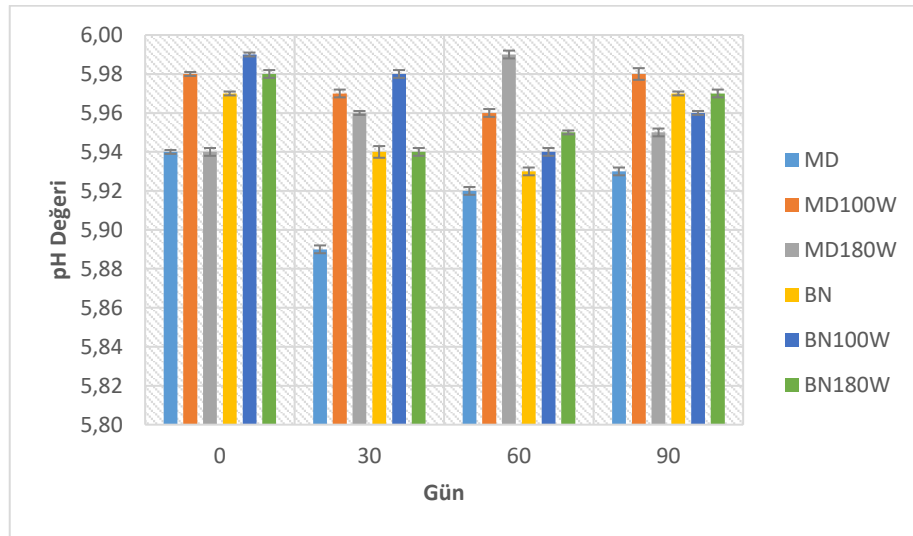


Şekil 4.3. Depolamanın pestillerin kül (%) miktarı üzerine etkisi

Çalışmada depolamanın pestil örnekleri kül miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamaktadır ($p>0,05$). Şekil 4.26’da görüldüğü gibi pestillerin depolama boyunca kül miktarında önemli bir değişim gözlenmemektedir.

4.3.4. Depolamanın pestillerin pH değeri üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca pH değerinin 5,89 (MD-1.ay) ile 6,00 (MD100W-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin pH değeri üzerine etkisi Şekil 4.27’de verilmiştir.

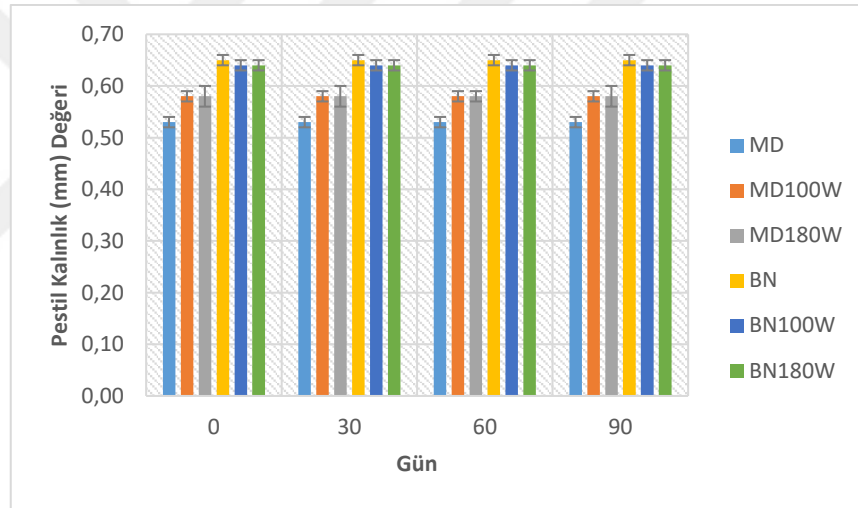


Şekil 4.4. Depolamanın pestillerin pH değerine etkisi

Çalışmada elde edilen pH verileri literatürdeki pestil örnekleri pH verilerinden yüksek kaydedilmiştir. Pestil örnekleri pH değerlerinin meyvenin pH'sının ($5,937 \pm 0,01$) yüksek olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3.5. Depolamanın pestil kalınlık (mm) değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca pestil kalınlık değeri 0,53 mm (MD-0.ay) ile 0,65 mm (BN-0 ve 1.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestil kalınlık değeri üzerine etkisi Şekil 4.28'de verilmiştir. Örnekler arası farklılığın pestil üretiminde kullanılan jelleştirici ajan (%5 maltodekstrin- %5 buğday nişastası) değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.5. Depolamanın pestil kalınlık (mm) değerine etkisi

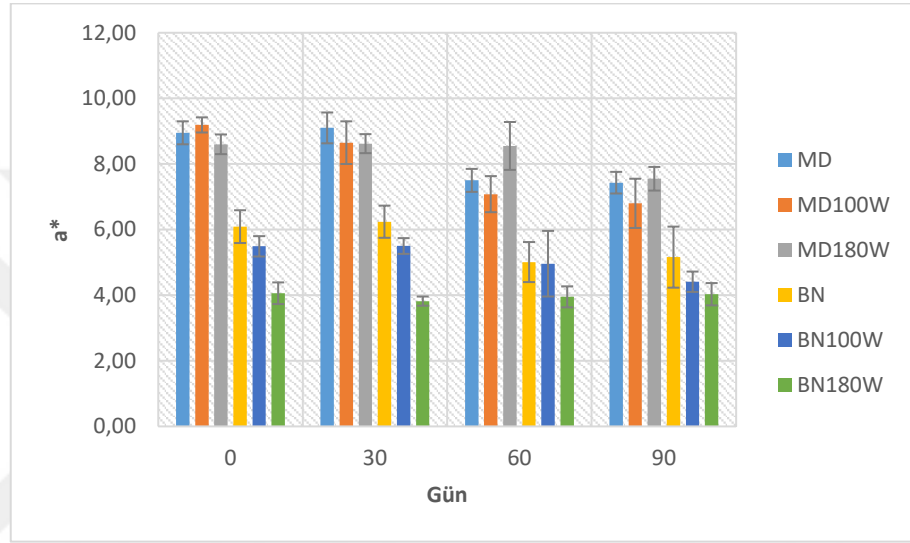
Çalışmada depolamanın pestil kalınlıkları (mm) üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmamaktadır ($p > 0,05$). Depolama boyunca pestil kalınlıklarında değişim gözlenmemiştir.

4.3.6. Depolamanın pestil renk değerine (L^* , a^* , b^* , ΔE) etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca renk değerlerine (L^* , a^* , b^*) depolamanın etkisi aşağıda tek tek ele alınmıştır.

Depolamanın pestillerin a* değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca a* değeri 3,83 (BN180W-1.ay) ile 9,19 (MD100W-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin a* değerine etkisi Şekil 4.29'da verilmiştir. Depolamanın pestillerin a* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).



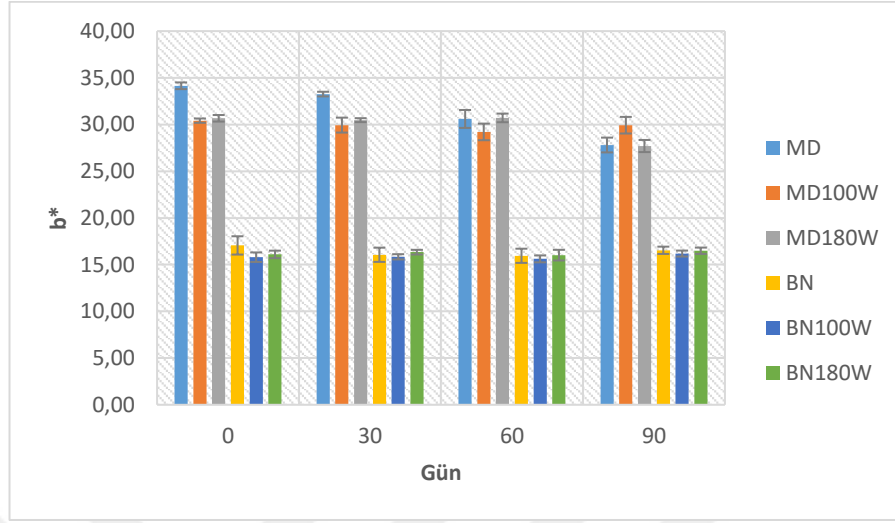
Şekil 4.6. Depolamanın pestillerin a* değerine etkisi

Pestil üretiminde jelleştirici ajan olarak maltodekstrinin kullanıldığı örneklerde (+a*) kırmızılık değeri buğday nişastası kullanılan örneklerde istatistiksel olarak farklı bulunmasının buğday nişastası kullanılan örneklerde jelatinizasyon amacıyla uygulanan $\sim 90\pm 2$ °C sıcaklıkta işlem uygulamasının pigment derişimini düşürdüğü ve bu farka sebep olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda depolamada karşılaşılan farkın ise ışık ve oksijen varlığında meydana gelen betain degradasyonu kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Depolamanın pestillerin b* değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca b* değeri 15,63 (BN100W-2.ay) ile 34,15 (MD-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin b* değerine etkisi Şekil 4.30'da verilmiştir.

Depolamanın yalnızca jelleştirici ajan olarak maltodekstrin kullanılan pestillerin b^* değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

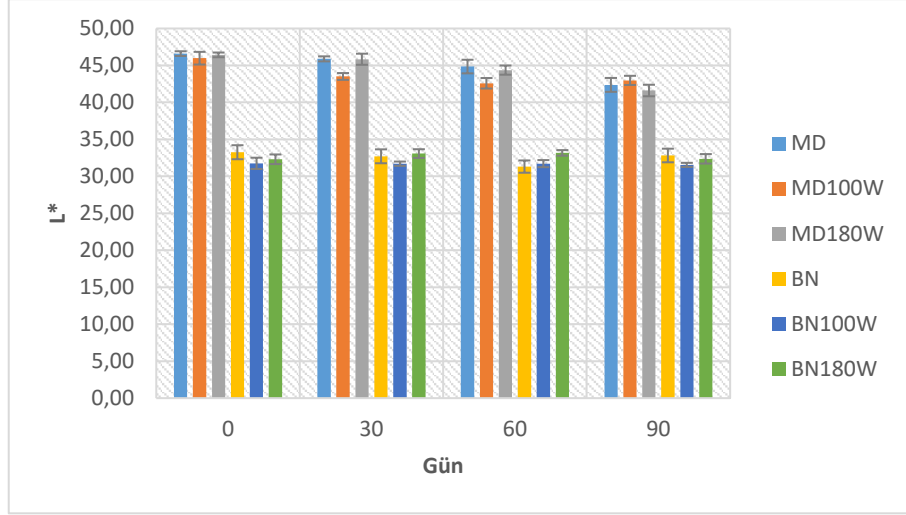


Şekil 4.7. Depolamanın pestillerin b^* değerine etkisi

Maltodekstrin ile üretilen pestil örneklerinde ($+b^*$) sarılık değerinin depolamada istatistiksel olarak farklı olma sebebinin buğday nişastası ile üretilen örneklerde uygulanan (90 ± 2 °C) ısıtma işlemin pigment derişimini düşürmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Depolama süresi arttıkça b^* değerinde azalma görülmesinin sebebini ise betalainlerin sıcaklık, zaman, ışık ve oksijen varlığında degradasyona uğramalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Depolamanın pestillerin L^* değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca L^* değeri 31,37 (BN-2.ay) ile 46,60 (MD-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin L^* değerine etkisi Şekil 4.31’de verilmiştir. Depolamanın pestillerin L^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). “ L^* ” yani parlaklık değeri 0’a yaklaştıkça rengin koyulaştığını, 100’e yaklaştıkça ise rengin açıldığını ifade eden bir renk parametresidir.



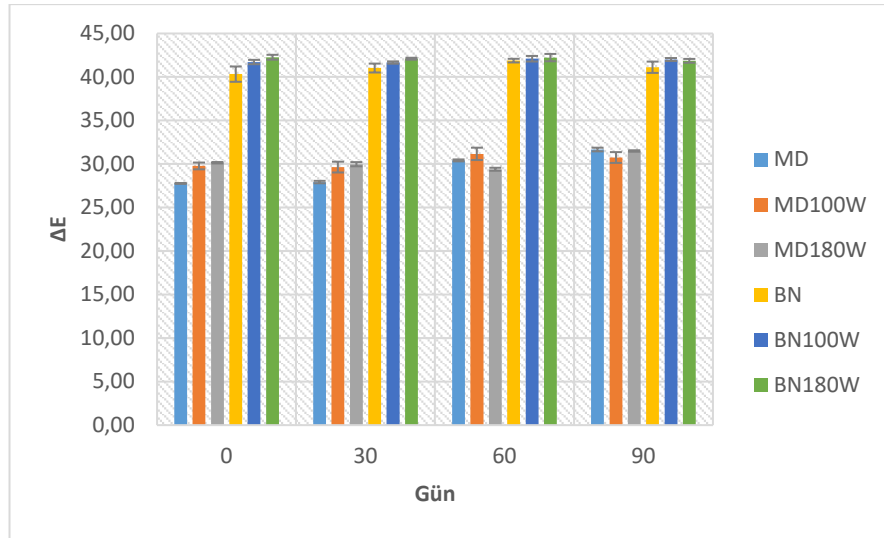
Şekil 4.8. Depolamanın pestillerin L* değerine etkisi

Atıcı (2013) dokuz ay depolama süresince hem sıcak havada hem de mikrodalgada kurutulmuş erik pestili örneklerinin L* değerlerinde düşüş görüldüğünü belirtmiştir [48]. Wandı ve Man (1996) on iki hafta boyunca depoladıkları durian pestillerinde örneklerin L* değerlerinin aşamalı olarak azalma gösterdiğini bildirmişlerdir [129].

Literatürdeki verilerde gözlendiği gibi çalışmada da iki örnek (BN100W, BN180W) haricinde tüm örneklerde L* değeri depolama süresi arttıkça azalma göstermektedir.

Depolamanın pestillerin ΔE değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca ΔE değeri 27,77 (MD-0.ay) ile 42,27 (BN180W-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin ΔE değerine etkisi Şekil 4.32’de verilmiştir.

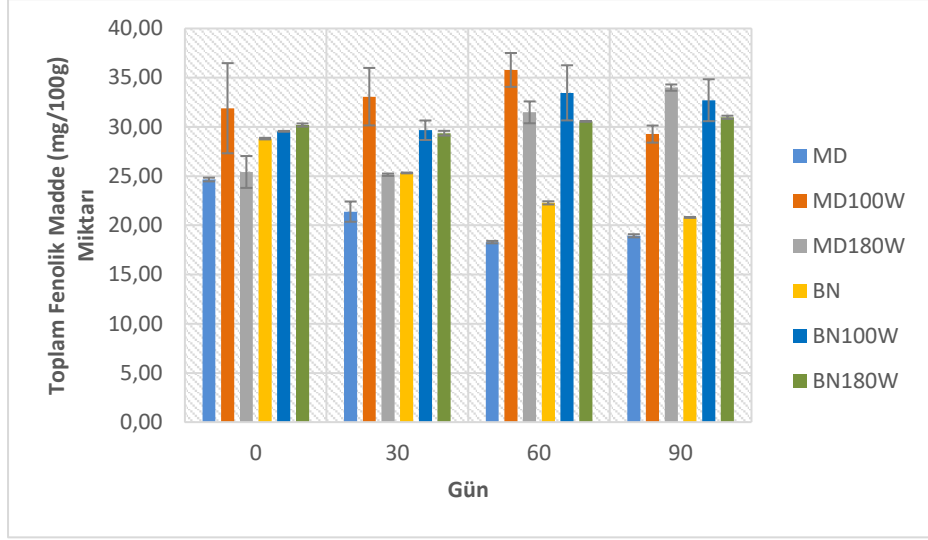


Şekil 4.9. Depolamanın pestillerin ΔE değerine etkisi

Çalışmada depolama esnasında ΔE “toplam renk farkı” değerinde bazı dalgalanmalar elde edilmiştir. Bu renk farkının depolamada a^* , b^* ve L^* değerlerindeki dalgalanmalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3.7. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarına etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca toplam fenolik madde miktarı 18,29 mg GAE/100 g (MD-2.ay) ile 35,79 mg GAE/100 g (MD100W-2.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi Şekil 4.33’te verilmiştir. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.10. Depolamanın pestillerin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarına etkisi

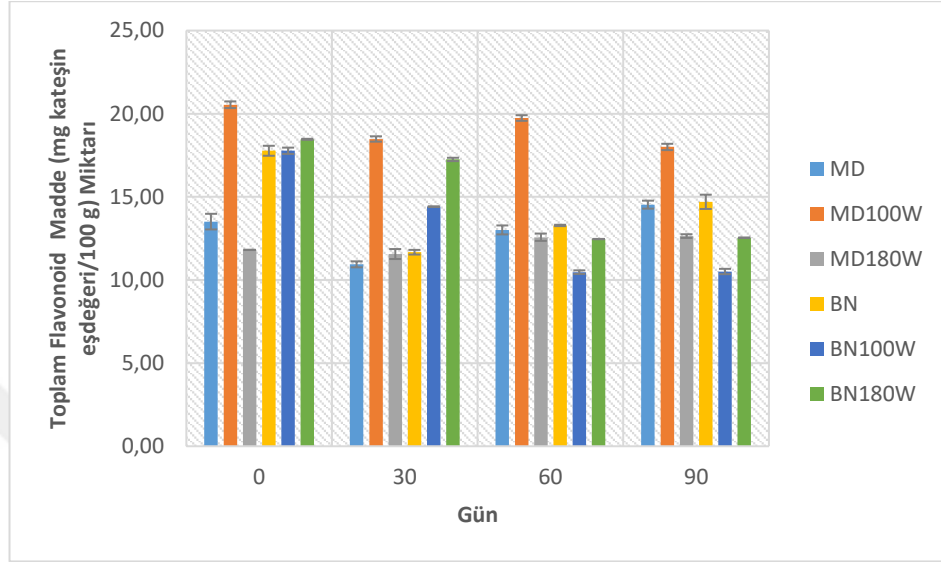
BN ve MD kodlu pestil örneklerinde depolama boyunca toplam fenolik madde miktarı azalmıştır ($p < 0,05$). Mikrodalga kurutma+sıcak hava kurutma uygulanmış örneklerde ise depolama boyunca fenolik madde miktarında artış gözlenen değerlerin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucu oluşan ürünlerin depolama aşamasında değişime uğraması ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

Atıcı (2013) dokuz ay boyunca depoladığı erik pestillerinde [48], Ünver (2019) üç ay boyunca depoladığı kıvılcık pestillerinde [130], Tontul ve Topuz (2017) dört ay (4 ve 22°C) ve dört hafta (35°C) olmak üzere farklı süre ve sıcaklıklarda depoladığı nar pestillerinde [50], Kara (2014) altı ay boyunca depoladığı altınçilek pestilinde [131] depolama süresindeki artışın toplam fenolik madde içeriğinde azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Aksine Concha-Meyer ve ark., (2016) ise çilek pestillerinde depolama esnasında toplam fenolik madde miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir [132].

4.3.8. Depolamanın pestillerin toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarına etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca toplam flavonoid madde miktarı 10,47 mg kateşin-eşdeğeri/100 g (BN100W-2.ay) ile

20,54 mg kateşin-eşdeğeri/100 g (MD100W-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin toplam flavonoid madde miktarı üzerine etkisi Şekil 4.34'te verilmiştir. Depolamanın pestillerin toplam flavonoid madde miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

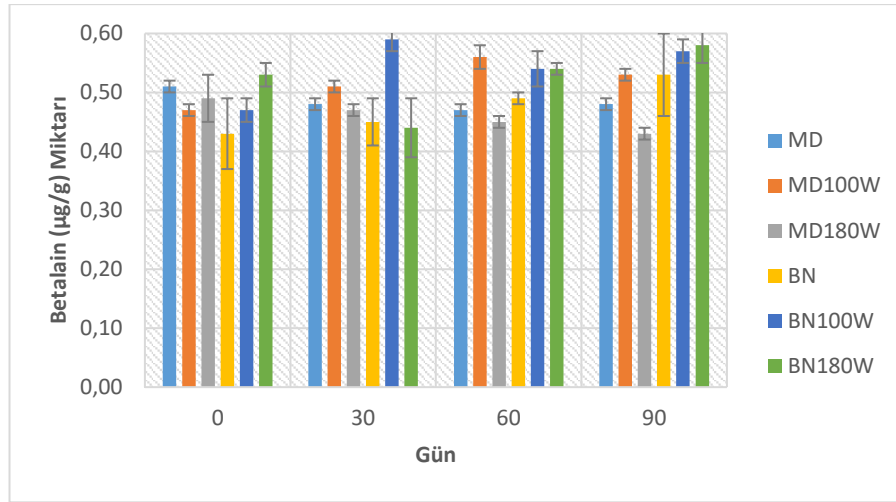


Şekil 4.11. Depolamanın toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100g) miktarına etkisi

BN100W ve BN180W kodlu pestil örneklerinde depolama süresince toplam flavonoid madde miktarında azalma görülmektedir.

4.3.9. Depolamanın pestil betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarına etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca betalain miktarı $0,43 \mu\text{g/g}$ (BN-0.ay ve MD180W-3.ay) ile $0,59 \mu\text{g/g}$ (BN100W-2.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin betalain miktarı üzerine etkisi Şekil 4.35'te verilmiştir. Depolamanın pestillerin betalain miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

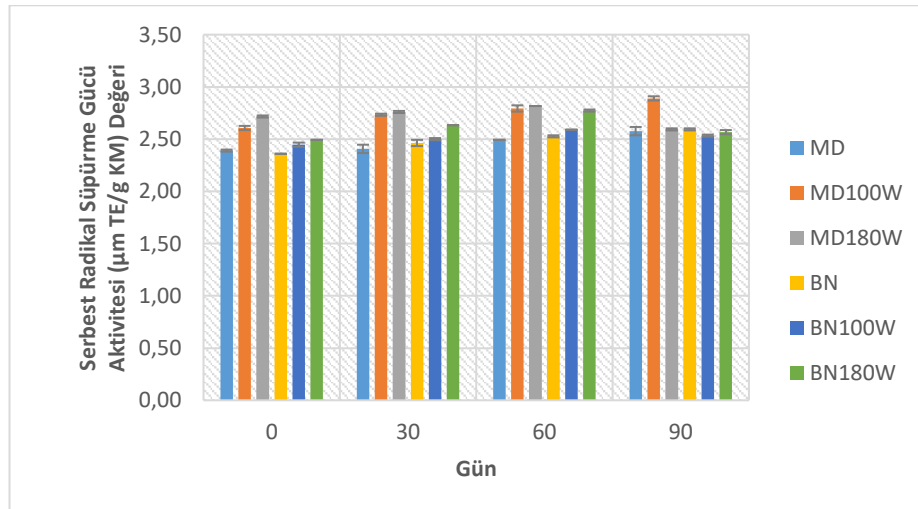


Şekil 4.12. Depolamanın pestillerin betalain ($\mu\text{g/g}$) miktarına etkisi

Araştırma kapsamında pestil örneklerinde betalain miktarı kıyaslaması yapabileceğimiz örneğe rastlanmamıştır.

4.3.10. Depolamanın pestillerin serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değerinin $2,36 \mu\text{m TE/g KM}$ (BN-0.ay) ile $2,89 \mu\text{m TE/g KM}$ (MD100W-3.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri üzerine etkisi Şekil 4.36’da verilmiştir. Depolamanın pestillerin serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.13. Depolamanın pestillerin serbest radikal süpürme gücü aktivitesi ($\mu\text{m TE/g KM}$) değerine etkisi

Depolama boyunca pestillerin toplam fenolik madde miktarındaki artış görülen değerlerde serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değeri artışı görülmesi beklenen bir durumdur. Ancak gerçekte toplam fenolik artışının sebebi “pestil örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) değerlerine depolamanın etkisi” bölümünde açıklanmıştı. Daha önce de belirtildiği gibi depolamada pestilde meydana gelen Maillard reaksiyonları sonucu oluşan ürünlerin depolamada farklı ürünlere dönüşmesinden kaynaklı hem toplam fenolik hem de dolaylı yoldan serbest radikal süpürme gücü aktivitesi değerlerinde artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

4.3.11. Depolamanın pestillerin HMF (mg/kg) miktarına etkisi

5-Hidroksimetil furfural gıdalara uygulanan ısıtma işlemi esnasında, asidik koşullar altında, şekerlerin karamelizasyonu ile Maillard reaksiyonunda ara ürün formunda oluşan bir furanik bileşiktir. Asidik koşullarda düşük sıcaklıklarda bile HMF oluşumu gözlemlenmektedir. Uygulanan ısıtma işlemi sıcaklığı düşük olsa dahi depolama süresi artışıyla da HMF konsantrasyonunda artış gözlemek mümkündür [29].

Pestil örnekleri HMF tayini depolamanın başlangıcı olan üretim günü depolama sonu (90.gün) örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Üretim günü örneklerinin hiçbirinde HMF tespit edilememiştir. 90.gün örneklerinde MD180W ve BN180W örneklerinde sırasıyla $13,28 \pm 0,17$ mg/kg pestil ve $15,46 \pm 0,32$ mg/kg pestil HMF varlığı tespit edilmiştir. Türk standartlarına göre pestilin içerebileceği en fazla HMF miktarı 50 mg/kg değeridir. Tez çalışması kapsamında elde edilen değerler belirtilen sınır değerden çok daha az bulunmuştur.

Üretim günü örneklerde HMF tespit edilememiş olması örnek pH sınırının yüksek olması, buna rağmen üç aylık depolama sonunda tespit edilen HMF miktarının ise depolama süresindeki artışın HMF oluşumunu arttırdığı düşünülmektedir.

Tablo 4.19. Depolamanın pestillerin HMF (mg/kg) miktarına etkisi

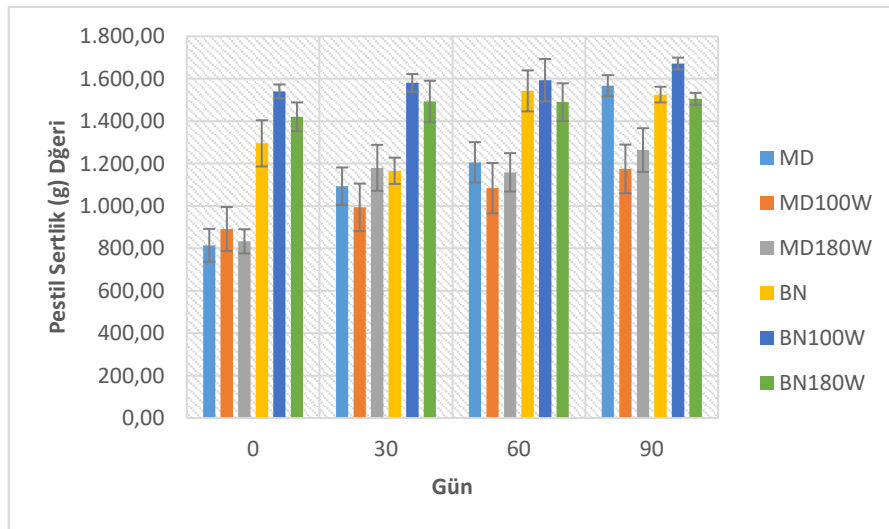
Üretim Yöntemi	Depolamada HMF (mg/kg) miktarı	
	0.ay	3.ay
BN	te	te
BN100W	te	te
BN180W	te	15,46±0,32
MD	te	te
MD100W	te	te
MD180W	te	13,28±0,17

te: tespit edilemedi

4.3.12. Depolamanın pestillerin sertlik (g), elastikiyet, çiğnenebilirlik (g.mm) değerleri üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinde depolama boyunca sertlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik değerleri üzerine etkisi sırasıyla çizelgeye aktarılıp açıklanmıştır.

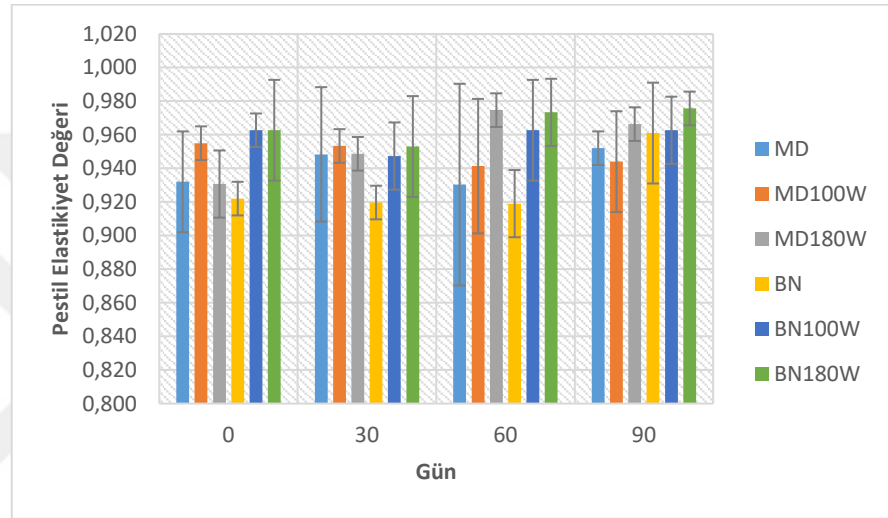
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca sertlik değerinin 814,38 g (MD-0.ay) ile 1671,83 g (BN100W-3.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin sertlik değeri üzerine etkisi Şekil 4.37'de verilmiştir.



Şekil 4.14. Depolamanın pestil örnekleri sertlik (g) değerine etkisi

Çalışmada MD ve MD180W kodlu örneklerde depolama boyunca karşılaşılan sertlik değeri artışı örneklerin depolamada nem kaybetmesi ile ilişkilendirilebilir diye düşünülmektedir.

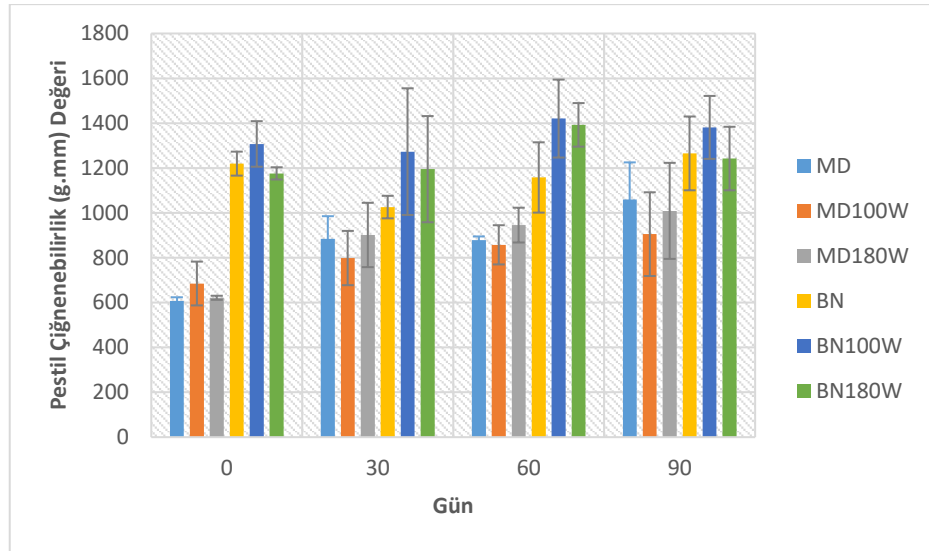
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca elastikiyet değerinin 0,919 (BN-2.ay) ile 0,976 (BN180W-3.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin elastikiyet değeri üzerine etkisi Şekil 4.38’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Depolamanın pestillerin elastikiyet değerine etkisi

Elastikiyet pestil ve benzeri gıda ürünlerinde istenen bir özelliktir. Çalışma kapsamında üretimi gerçekleştirilen pestil örneklerinden yalnızca MD180 W kodlu pestil örneğinde depolamanın istatistiksel olarak etkisi bulunduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca çiğnenebilirlik değerinin 607,98 (MD-0.ay) ile 1420,53 (BN100W-2.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin çiğnenebilirlik değeri üzerine etkisi Şekil 4.39’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Depolamanın pestillerin çiğnenebilirlik (g.mm) değerine etkisi

Çiğnenebilirlik; sertlik, kohesivlik ve elastikiyetin çarpımı ile hesaplanmaktadır. Sertlik değerini etkileyen etmenler çiğnenebilirlik özelliğini de etkilemektedir. Bu bilgiler ışığında beklendiği gibi çiğnenebilirlik ve sertlik değerleri uyum içindedir.

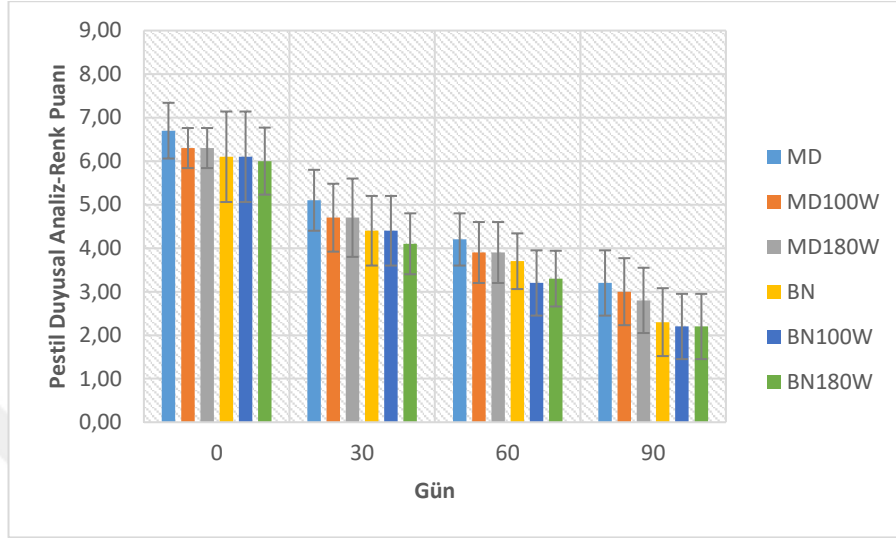
Jelleştirici ajan olarak buğday nişastası kullanılarak üretilen pestillerin çiğnenebilirlik değerinin maltodekstrin kullanılarak üretilen örneğe oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Literatürde pestil çiğnenebilirlik değerleri 12,07-103,00 (N.mm) aralığında saptanmış olup çalışmada elde edilen veriler 607,97-1420,53 (g.mm) göre oldukça düşüktür [125]. Bu da çalışmada üretimi gerçekleştirilen pestil örneklerinin daha kolay çiğnenebildiği anlamına gelmektedir.

Çalışmada elde edilen çiğnenebilirlik değerlerinin literatüre göre daha düşük olmasının pestil üretim yöntemi farklılığı, pestil nem miktarı, kalınlığı gibi etkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3.13. Depolamanın pestillerin duyu analizi üzerine etkisi

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyu analizi renk, görünüm, tat ve koku, tekstür, genel beğeni puanları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

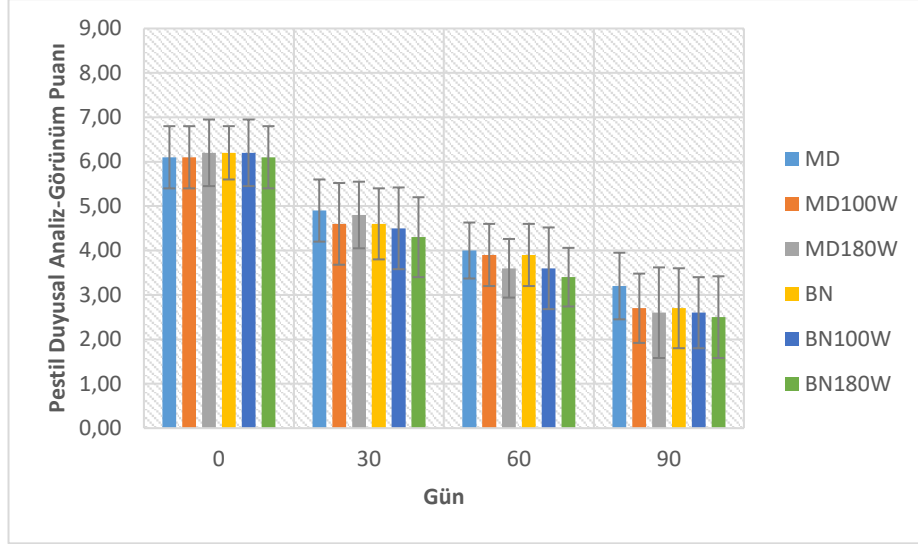
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyusal analiz renk puanının 2,20 (BN100W ve BN180W-3.ay) ile 6,70 (MD-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin duyusal analiz renk puanına etkisi Şekil 4.40'ta verilmiştir.



Şekil 4.17. Depolamanın pestillerin duyusal analiz renk puanına etkisi

Depolamada renk değeri en yüksek puanı her örnek için üretimin yapıldığı günde saptanmıştır. Panelistler tarafından renk değerlendirmesinde araştırmacıya sorulan (meyve pulpunun çekirdeklerden ayrılması esnasında pulpa geçip pestilde dikkat çeken kahverengi nokta şeklindeki renklerin) sebebi açıklanmıştır.

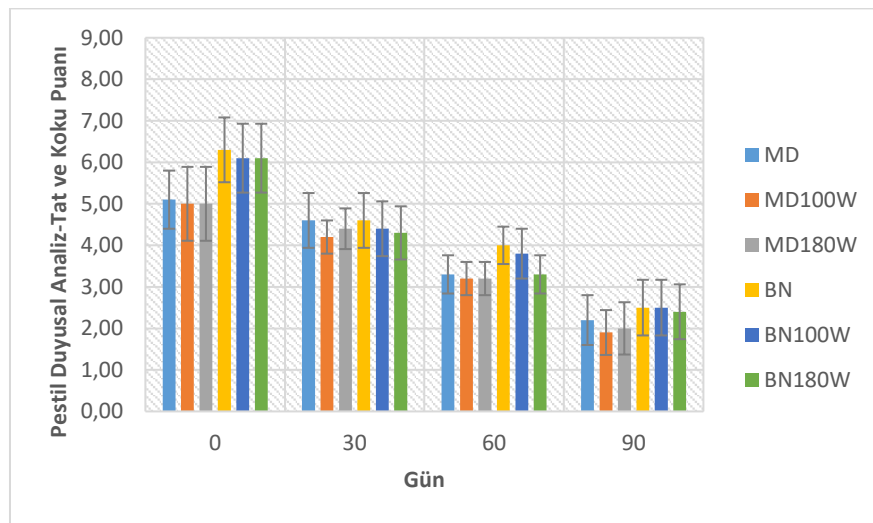
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyusal analiz görünüm puanının 2,50 (BN180W-3.ay) ile 6,20 (BN, BN100W, MD180W-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin duyusal analiz görünüm puanına etkisi Şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Depolamanın pestillerin duyuusal analiz görünüm puanına etkisi

Renk ve görünüm değerleri birbiri ile ilişkili kavramlar olup renk değerlendirmesinde olduğu gibi görünümde de en yüksek puanlar üretimin gerçekleştiği günde kaydedilmiş olup depolama boyunca verilen puanlar azalmaktadır.

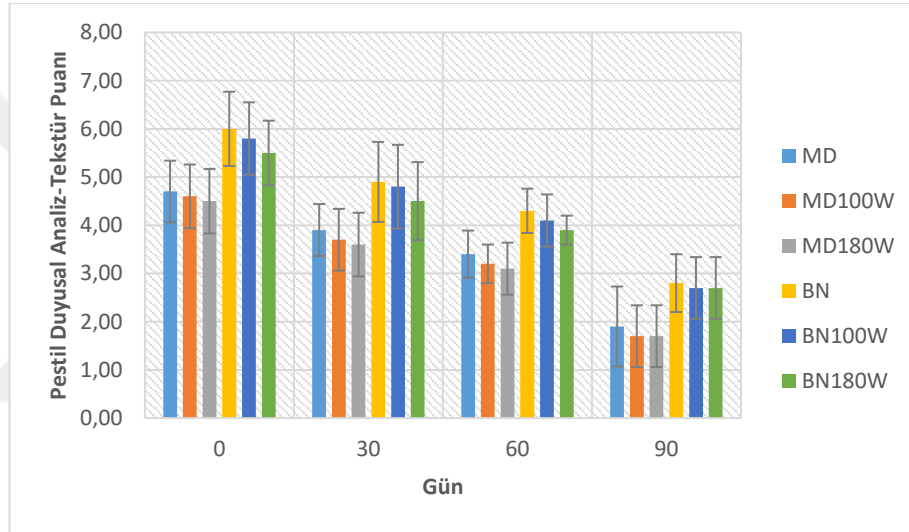
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyuusal analiz tat ve koku puanının 1,90 (MD100W-3.ay) ile 6,30 (BN-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin duyuusal analiz tat ve koku puanına etkisi Şekil 4.42’de verilmiştir.



Şekil 4.19. Depolamanın pestillerin duyuusal analiz tat ve koku puanına etkisi

Pestil örnekleri duyusal analiz tat ve koku puanları şekilde görüldüğü gibi en yüksek puanlar üretimin yapıldığı günde kaydedilmiştir. Pestil tat ve koku puanları depolamada azalma göstermekte olup buğday nişastalı pestil örnekleri panelistler tarafından belirtildiği üzere alışık olunan pestil tadına yakın olması sebebiyle daha yüksek puanlar aldığı düşünülmektedir.

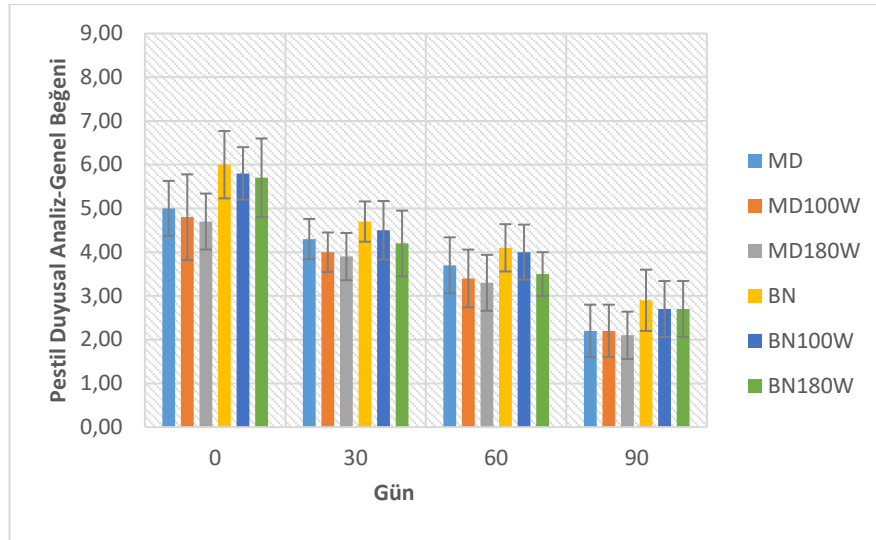
Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyusal analiz tekstür puanının 1,70 (MD100W ve MD180W-3.ay) ile 6,00 (BN-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin duyusal analiz tekstür puanına etkisi Şekil 4.43'te verilmiştir.



Şekil 4.20. Depolamanın pestillerin duyusal analiz tekstür puanına etkisi

Maltodekstrin içerikli pestil örnekleri panelistler tarafından yapışkanlığı daha yüksek olarak değerlendirilmiş ve istenmeyen bir özellik olarak not düşülmüştür. Maltodekstrin içerikli pestil örneklerinin tekstür değerinin daha düşük puanlar almasının yapışkanlığı sebebiyle olduğu düşünülmektedir.

Farklı yöntemlerle üretilmiş hint inciri pestillerinin depolama boyunca duyusal analiz genel beğeni puanının 2,10 (MD100W ve MD180W-3.ay) ile 6,00 (BN-0.ay) arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin duyusal analiz genel beğeni puanına etkisi Şekil 4.44'te verilmiştir.



Şekil 4.21. Depolamanın pestillerin duysal analiz genel beğeni puanına etkisi

En yüksek genel beğeni puanı BN kodlu örnekte saptanmıştır. Buğday nişastalı pestillerin geleneksel olarak tüketilen pestilde alışık olduğumuz tada sahip olmasının bu tercihte etkili olduğu düşünülmektedir.

4.4.Hint İnciri Meyvesi Pulpu ve Pestili Kullanılarak Üretilen Probiyotik Dondurmaların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Hint inciri kullanılarak probiyotik ve fonksiyonel özelliğe sahip dondurma üretimi amacı ile yapılan çalışmada, meyve içermeyen probiyotik dondurma (kontrol grubu), %15 oranında meyve pulpu içeren probiyotik dondurma (meyveli dondurma) ve %10 oranında pestil parçaları içeren probiyotik dondurma (pestil parçalı dondurma) olarak üretilen üç farklı formülasyondaki dondurmalar iki tekerrürlü olarak üretilmiştir. 60 gün boyunca depolanan probiyotik dondurma örneklerine ait fiziksel, kimyasal, duysal, mikrobiyolojik analiz sonuçları bu bölümde verilmiştir.

4.4.1. Dondurma mikslerine ait bazı fizikokimyasal özellikler

Öncelikle kontrol, meyveli (%15 meyve pulpu içeren) ve pestil parçalı (%10 pestil parçası içeren) dondurma miksleri hazırlanmış ve mikslere ait bazı fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.7’de mikslere ait pH, titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden), viskozite (cP) ve kuru madde (%) sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.20. Dondurma mikslerine ait bazı fizikokimyasal değerler

Örnek Kodu	pH	Asitlik (% laktik asit cinsinden)	Viskozite (cP)	Kuru Madde (%)
KM	6,49±0,01 ^B	0,25±0,01 ^B	2146,39±46,56 ^A	27,66±0,65 ^B
MM	6,56±0,01 ^A	0,36±0,08 ^A	1330,56±37,93 ^B	29,83±0,40 ^B
PM	6,48±0,01 ^B	0,38±0,05 ^A	2242,78±48,51 ^A	35,49±0,87 ^A

KM: Kontrol örneğine ait miks, MM: Meyveli dondurma örneğine ait miks, PM: Pestil parçalı dondurma örneğine ait miks

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Tablo 4.20’de mikslerde gözlenen kuru madde, pH ve asitlik değerlerindeki değişim dondurma örneklerinde aynı değerlerde gözlenen değişimlerde ayrıntılı şekilde ele alınacaktır. Mikslerde viskozite ile ilgili yorumlar bu bölümde yer almaktadır.

Çakmakçı ve ark. (2016) miks viskozite değerlerini 60 rpm’de kaydetmiş olup meyve pulpu ilave edilen dondurma örneği miksine viskozite en düşük değerde bulunmuştur. Kumkuat ilave ettikleri dondurma örnekleri miks viskozite değerlerinin 20 rpm’de 5070-9382 cP, 50 rpm’de 2799-5613 cP aralığında değiştiğini ve %5 ile %10 oranlarında kumkuat ilavesinin viskoziteyi düşürdüğünü bildirmişlerdir [133]. Yine probiyotik meyveli dondurma üretiminin yapıldığı farklı bir çalışmada Taşbaşı (2022) havuç püresi ilaveli dondurma örnekleri miksine viskozite değerlerini 20 rpm’de 8474 cP- 13987 cP, 50 rpm’de 3781 cP-6875 cP olarak tespit etmiştir [77]. Çalışmada dondurmaya ilave edilen havuç püresi oranı arttıkça viskozite değerinin düştüğü belirtilmiştir. Benzer olarak, Karaman ve ark. (2014) Trabzon hurması ilavesi ile üretilen dondurma örnekleri miksine meyve konsantrasyonu arttıkça viskozite değerinin düştüğünü tespit etmiştir [134]. Çalışmada meyve pulpu ilaveli dondurma örneklerinde kontrol grubu dondurma örneği miksine göre viskozitenin düşük olması pulpun su bağlama yeteneğinin düşük olduğunu göstermektedir. Aksine Ürkek ve ark. (2019) ürettikleri dondurmalar farklı oranlarda (%5, %10, %15) çakal eriği pulpu ekleyerek elde ettikleri örneklerde 20 rpm’de kaydettikleri viskozite değerleri 2095,31-8857,34 cP; 50 rpm’de kaydettikleri viskozite değerleri 1469,44-4696,53 cP aralığındadır. Meyve pulpu konsantrasyonu arttıkça viskozite değerinin arttığını belirtmektedirler [68].

4.4.2. Dondurma mikslarının mikrobiyolojik özellikleri

Dondurma mikslarına ilave edilen liyofilize starter kültürlerin canlı probiyotik bakteri sayısı Tablo 4.8’de verilmektedir. Tabloda görüldüğü gibi her iki tekrarda kullanılan liyofilize starter toz kültürde probiyotik bakterilerin canlılık seviyesi 9 log düzeyinde kaydedilmiştir. Probiyotik canlılık seviyesinin ana kültürde korunmuş olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.21. Dondurma miksine eklenen liyofilize starter kültürde canlı probiyotik bakteri sayısı (log kob/g) (n: 3)

<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> sayısı (log kob/g)	<i>B.lactis</i> BB-12 sayısı (log kob/g)
9,38 ±0,28	9,33 ±0,32

Dondurma örneklerine eklenen probiyotik starter kültürlerine ait pH değerleri *Lactocaseibacillus rhamnosus* için pH: 5,20; *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 için pH:5,05 olarak belirlenmiştir.

Hazırlanan üç farklı dondurma miksinde *Lactocaseibacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayıları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.22. Dondurma mikslarında *Lactocaseibacillus rhamnosus* sayısı (log kob/g) ve *Bifidobacterium* BB-12 sayısı (log kob/g)

Örnek Kodu	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> sayısı (log kob/g)	<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayısı (log kob/g)
KM	7,77±0,05 ^B	7,87±0,20 ^A
MM	7,70±0,07 ^B	7,39±0,14 ^B
PM	8,07±0,09 ^A	7,81±0,16 ^A

KM: Kontrol miksi, MM: Meyveli dondurma miksi, PM: Pestil parçalı dondurma miksi

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Dondurma miksi örneklerine ait *Lactocaseibacillus rhamnosus* sayısı en az 7,70 log kob/g ile meyveli dondurma miksinde, en fazla 8,07 log kob/g ile pestil parçalı dondurma miksinde kaydedilmiştir. Dondurma miksi örneklerinin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı en az 7,39 log kob/g ile meyveli dondurma örneği miksinde, en fazla 7,87 log kob/g kontrol miksinde saptanmıştır.

Tablo 4.9 değerlendirildiğinde meyveli dondurma miksindeki probiyotik etki için canlılık seviyesinin daha düşük olduğu ancak yine de probiyotik etki seviyesinde olduğunu söylemek mümkündür.

4.4.3. Dondurma örnekleri kuru madde (%) ve kül (%) miktarı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu olarak üretimi tamamlanan dondurmaların kuru madde (%) ve kül (%) miktarı Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.23. Dondurma örnekleri kuru madde (%) ve kül (%) miktarı

Örnek Kodu	Kuru Madde (%)	Kül (%)
K	27,45±0,30 ^B	0,79±0,01 ^A
M	29,33±0,14 ^B	0,76±0,01 ^B
P	34,05±1,60 ^A	0,72±0,01 ^C

*K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği
Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)*

Dondurma örnekleri kuru madde miktarı %27,45-34,05 arasında saptanmıştır. En yüksek kuru madde miktarına sahip örnek pestil parçalı dondurma ($p<0,05$) örneğine ait iken; meyveli dondurma örneği ve kontrol örneği kuru madde miktarı açısından istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Çakmakçı ve ark. (2015) iğde unu ve kabuğu [135], Salık ve Arslaner (2020) saruç [136], Zor ve ark. (2022) [137] kokulu üzüm meyvesi ekledikleri dondurma örneklerinde kuru madde miktarında artış olduğunu belirtmişlerdir. Dondurma örneklerinin kuru madde miktarında artışa sebep olan maddelerin aynı bizim çalışmamızda eklenen pestil (%86,43 TKM) örneğinde olduğu gibi kuru madde miktarı yüksek ürünler olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bahsi geçen çalışmalara paralel şekilde meyveli dondurmalarda meyvenin lifli yapısı, içerdiği şeker ve çözünür kuru madde içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Aksine Sayar ve ark. (2022) yaban mersini [138], Çakmakçı ve ark. (2016) kumkuat [133] ekledikleri dondurma örneklerinde kuru madde miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Meyveli dondurmalarda sıkça karşılaşılan bu durum eklenen meyvenin su miktarına bağlı olarak dondurma örneklerinin kuru madde miktarında düşüşe yol açtığı düşünülmektedir.

Dondurma örneklerinin kül miktarı %0,72-0,79 arası bulunmuştur. Kontrol grubu dondurma örneğine oranla meyveli dondurmada kül miktarındaki azalmanın meyveden gelen su miktarındaki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir.

Öztürk ve ark. (2018) yaban mersini [67], Taşbaşı (2022) havuç püresi [77], Karaman ve ark. (2014) trabzon hurması [134] ekledikleri probiyotik dondurma örneklerinde meyve ilavesiyle örneklerin kül miktarında azalma saptadıklarını belirtmişlerdir.

4.4.4. Dondurma örnekleri pH değerleri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri pH değerleri depolama süresi boyunca 6,40 ile 6,48 arasında ölçülmüştür. Tablo 4.11’de görüldüğü üzere depolamanın dondurma pH’sı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm dondurma örneklerinin pH değeri Şekil 4.45’te görüldüğü gibi depolama süresince azalmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.24. Dondurma örnekleri pH değerleri

Örnek Kodu	pH Değerleri			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	6,48±0,02 ^a	6,47±0,02 ^{Ab}	6,43±0,01 ^{Bc}	6,41±0,01 ^{Bd}
M	6,47±0,01 ^a	6,46±0,01 ^{Ab}	6,47±0,01 ^{Aa}	6,45±0,01 ^{Ac}
P	6,47±0,02 ^a	6,41±0,01 ^{Bb}	6,40±0,01 ^{Cb}	6,40±0,01 ^{Bb}

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-d) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Erkaya Kotan (2018) yaptığı çalışmada fonksiyonel dondurma örneklerine yaban mersini eklemişler ve ekledikleri meyve konsantrasyonu (%5-10-15) arttıkça pH değerinde düşüş yaşandığını bildirmişlerdir [139]. Dondurmaya ilave ettiğimiz meyve pulpu ve pestil parçalarının örneklerin pH’sını etkilediği fakat bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Kemsawasd ve Chaikham, (2020) probiyotik dondurma örneklerinde pH’nın başlangıçta 5,31-5,43 iken 60 gün sonunda 5,27-5,39’ a düştüğünü belirtmiştir [80].

Dondurma miksinde yağsız kuru madde içeriği arttıkça asitlikte artış pH değerinde düşüş beklenen etkidir [94]. Tez çalışması kapsamındaki probiyotik dondurma örnekleri üretiminde fermentasyon yapılmadığı için pH değerinde artış gözlenmemiştir.

4.4.5. Dondurma örnekleri titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) değerleri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) değerlerinin depolama süresi boyunca %0,27 ile %0,35 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tablo 4.12’de görüldüğü üzere depolamanın dondurma örnekleri titrasyon asitliği değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm dondurma örneklerinde Şekil 4.46’da görüldüğü gibi titrasyon asitliği değeri depolama süresince azalmıştır.

Tablo 4.25. Dondurma örnekleri titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) değerleri

Örnek Kodu	Titrasyon Asitliği (%laktik asit cinsinden)			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	0,31±0,01 ^{Ca}	0,28±0,01 ^{Cb}	0,27±0,01 ^{Bb}	0,27±0,01 ^{Bb}
M	0,35±0,01 ^{Aa}	0,33±0,01 ^{Ab}	0,31±0,01 ^{Ac}	0,30±0,01 ^{Ad}
P	0,32±0,01 ^{Ba}	0,30±0,01 ^{Bb}	0,28±0,01 ^{Bc}	0,29±0,01 ^{Abc}

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-d) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Çalışmada asitliğin meyve pulpu ilavesiyle arttığı gözlenmiştir. Meyve pulpunun eklendiği dondurma örneklerinde asitliğin artması beklenen bir etkidir [93].

Sayar ve ark. (2022) yaban mersini ilavesi [138] ve Salık ve Arslaner’in (2020) probiyotik dondurmaya ilave ettikleri saruç konsantrasyonundaki artışla [136] dondurma örneklerinde titrasyon asitliğinin arttığı belirtilmiştir.

4.4.6. Dondurma örnekleri renk (L^* , a^* , b^*) değerleri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri L^* , a^* ve b^* değerleri yaygın olarak kullanılan CIE L^* , a^* , b^* renk skalasına göre ölçülmüştür. L^* değeri çalışmada daha önce belirtildiği gibi örneklerin parlaklığını ifade etmektedir. L^* değerleri 0-100 arası değişmektedir. (0: en koyu - 100: en açık). a^* dondurma örneklerinin ($+a^*$) kırmızılık değerinin fazla olduğunu, ($-a^*$) yeşillik değerinin fazla olduğunu ifade etmektedir. b^* dondurma örneklerinin ($+b^*$) sarılık değerinin fazla olduğunu, ($-b^*$) mavilik değerinin fazla olduğunu ifade etmektedir.

Dondurma örnekleri L^* değeri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri L^* değeri depolama süresi boyunca K örneğinde 71,20 ile 75,02, M örneğinde 50,22 ile 56,73, P örneğinde 55,59 ile 62,65 arasında değişiklik göstermektedir. Tablo 4.13'te görüldüğü üzere depolamanın dondurmaların L^* değeri (parlaklığı) üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.26. Dondurma örnekleri L^* değeri

Örnek Kodu	L^* değeri			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	75,02±0,95 ^{Aa}	72,66±0,34 ^{Ab}	72,06±0,54 ^{Abc}	71,20±0,34 ^{Ac}
M	53,90±0,72 ^{Cb}	56,73±0,75 ^{Ca}	50,62±0,60 ^{Cc}	50,22±0,06 ^{Cc}
P	56,17±0,57 ^{Bb}	62,65±1,09 ^{Ba}	55,59±1,83 ^{Bb}	56,49±0,79 ^{Bb}

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Çalışmada meyve oranı arttıkça dondurmanın L^* değerinde azalma (meyve renginden kaynaklı) beklenen bir durumdur. K örneği L^* değerinde depolama süresince azalma görülmüştür ($p<0,05$).

Dondurma örnekleri a^* değeri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri a^* değeri depolama süresi boyunca K örneğinde (-1,32) ile (-1,10), M örneğinde 2,20 ile 2,30,

P örneğinde 3,73 ile 3,81 arasında değişiklik göstermektedir. Tablo 4.14'te görüldüğü üzere depolamanın M ve P örneği a* değeri (kırmızılık) üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.27. Dondurma örnekleri a* değeri

Örnek Kodu	a* değeri			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	-1,10 ±0,03 ^{Ca}	-1,32 ±0,02 ^{Cc}	-1,18 ±0,02 ^{Cb}	-1,19 ±0,02 ^{Cb}
M	2,20 ±0,06 ^B	2,26 ±0,06 ^B	2,30 ±0,02 ^B	2,28 ±0,04 ^B
P	3,73 ±0,12 ^A	3,79 ±0,05 ^A	3,77 ±0,06 ^A	3,81 ±0,05 ^A

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Çalışmada meyve oranı arttıkça dondurmanın a* değerinde artma (meyve renginden kaynaklı) beklenen bir durumdur. a* değeri meyve rengi sebebiyle M ve P örneklerinde pozitif değerdedir. Üretimin gerçekleştiği gün de depolama süresince de dondurma çeşitleri arasında en yüksek a* değeri P örneğinde saptanmıştır.

Dondurma örnekleri b* değeri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri b* değeri depolama süresi boyunca K örneğinde 10,45 ile 11,33, M örneğinde 26,18 ile 27,16, P örneğinde 26,42 ile 27,02 arasında değişiklik göstermektedir. Tablo 4.15'te görüldüğü üzere depolamanın M örneği b* değeri (sarılık) üzerine etkisi önemli bulunmuşken, P örneği b* değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.28. Dondurma örnekleri b* değeri

Örnek Kodu	b* değeri			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	10,45±0,07 ^{Bd}	10,84±0,04 ^{Bc}	11,33±0,04 ^{Ba}	11,15±0,05 ^{Bb}
M	26,59±0,11 ^{Ab}	27,16±0,19 ^{Aa}	26,18±0,16 ^{Ac}	26,67±0,06 ^{Ab}
P	26,45±0,78 ^A	27,02±0,51 ^A	26,42±0,43 ^A	26,77±0,53 ^A

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Çalışmada meyve oranı arttıkça dondurmanın b^* değerinde artma (meyve renginden kaynaklı) beklenen bir durumdur. b^* değeri meyvenin rengi dolayısıyla M ve P örneklerinde K örneğine göre yüksek değerdedir ($p<0,05$). M ve P örneklerinin b^* değeri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

4.4.7. Dondurma örnekleri sertlik (N) değeri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri sertlik değerinin depolama süresince Tablo 4.16’da görüldüğü üzere 12,99 N ile 17,78 N arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın yalnızca M örneği sertlik değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama süresince sertlik değeri en düşük örnek P örneği olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.29. Dondurma örnekleri sertlik değeri (N)

Örnek Kodu	Sertlik (N)			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	16,93±1,22 ^A	16,24±0,67 ^A	15,92±0,21 ^A	17,25±0,76 ^A
M	15,50±0,38 ^{ABb}	17,78±0,01 ^{Aa}	15,50±0,38 ^{Ab}	15,19±0,06 ^{Bb}
P	14,00±0,73 ^B	13,99±0,72 ^B	14,00±0,73 ^B	12,99±0,69 ^B

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-b) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Dondurma örneklerinde meyve pulpu ve pestil ilavesiyle sertlik değerinde düşüş gözlenmiştir. Dondurma örneklerinde sertlik değeri kuru madde miktarındaki artış ile ters orantılı olarak değişiklik göstermektedir. En yüksek kuru madde içeriğine sahip pestil parçalı dondurmanın sertlik değeri en düşüktür. Sebebi kuru madde miktarındaki artışın dondurmanın içerdiği buz kristallerinin daha küçük boyutlarda olmasına olanak sağlaması ile açıklanmaktadır. Bir diğer deyişle kuru madde miktarı düşük dondurmalar daha büyük buz kristalleri içermektedir. Wilbey ve ark. (1998) dondurmaların sertlik değeri ile içerdiği buz fazı hacmiyle üstel bir ilişkili olduğunu belirtmişlerdir [140]. Bu bilgiler ışığında kontrol grubu dondurma örneklerinde daha büyük buz kristali olduğunu söylemek mümkündür.

Karagözlü ve ark. (2019) inek sütü, keçi sütü ve her iki sütün (%50- %50) karışımı ile ürettikleri üç farklı probiyotik dondurma örneğinde sertlik değerlerinin

519,75-1367g arasında değişim gösterdiğini; en yüksek değerin ise karışımla ürettikleri dondurma örneğinin birinci gününde bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmada depolamanın dondurmaların sertlik değeri üzerine etkisinin düzenli bir seyri olmadığını ve sertlik değerinin örneklerin nem içeriği ile zıt bir ilişki içerisinde olduğunu belirtmişlerdir [141].

Çalışmada elde edilen sertlik değerleri benzer şekilde düzenli bir artış ya da düşüş seyrine sahip değildir. Dondurma sertlik değerleri en az 10 paralelli çalışılmış olup en yakın değerler belirlenerek tespit edilmiştir.

4.4.8. Dondurma örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri toplam fenolik madde miktarının depolama süresince Tablo 4.17’de görüldüğü üzere 8,09-15,81 mg GAE/100 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri toplam fenolik madde miktarı en düşük K örneğinde 8,09 mg GAE/100 g, en yüksek P örneğinde 15,81 mg GAE/100 g saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.30. Dondurma örnekleri toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı

Örnek Kodu	Toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) miktarı
K	8,09±0,72 ^C
M	12,90±0,08 ^B
P	15,81±0,31 ^A

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Beklendiği üzere K örneğinin en düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu görülmektedir. Diğer dondurma örnekleri içerdiği meyve pulpu ve meyveden elde edilen pestil parçaları dolayısıyla daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahiptir.

Meyveli dondurma örneğine %15 oranında eklenen meyve pulpunda bulunan toplam fenolik madde içeriği 401,11±42,28 mg GAE/100 g iken, pestil parçalı dondurmaya %10 oranında eklenen pestil örneğinde bulunan toplam fenolik madde içeriği 28,81±0,08 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir.

Akbulut Çakır ve Ergenekon, (2021) menengiç [142] , Açu (2014) hazır meyve sosu [74] ilave ettikleri dondurmalarda meyve veya sos oranı arttıkça tespit edilen fenolik miktarında artış olduğunu bildirmişlerdir.

4.4.9. Dondurma örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri toplam flavonoid madde miktarının depolama süresince Tablo 4.18’de görüldüğü üzere 0,74-1,05 mg kateşin eşdeğeri/100 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri toplam flavonoid madde miktarına en yüksek M örneğinde 1,05 mg kateşin eşdeğeri/100 g saptanmıştır ($p<0,05$).

Tablo 4.31. Dondurma örnekleri toplam flavonoid madde (mg kateşin eşdeğeri/100 g) miktarı

Örnek Kodu	Toplam flavonoid madde (mg kateşin/100 g) miktarı
K	0,85±0,02 ^B
M	1,05±0,01 ^A
P	0,74±0,02 ^C

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Çakmakçı ve ark. (2016) kumkuat ilave ettikleri dondurmalarında kontrol örneğinde 48,18 ($\mu\text{g KE/mg ekstrakt}$) olan toplam flavonoid değerinin 917,27-1148,18 ($\mu\text{g KE/mg ekstrakt}$)’e kadar arttığını belirtmişlerdir[133].

4.4.10. Dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değeri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değerinin depolama süresince Tablo 4.19’da görüldüğü üzere % 26,91-28,37 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değeri en yüksek P örneğinde %28,37 belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.32. Dondurma örnekleri serbest radikal süpürme gücü aktivitesi (%) değeri

Örnek Kodu	Serbest Radikal Süpürme Gücü Aktivitesi (%) Değeri
K	26,91±0,28 ^B
M	27,36±0,45 ^B
P	28,37±0,22 ^A

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Toplam fenolik madde içeriği yüksek olan dondurma örneğinde antioksidan aktivitenin yüksek olması beklenmektedir. Çünkü fenolik maddeler (yapılarındaki polifenolik komponentler ile) antioksidan maddelerin en önemli grubunu oluşturmaktadırlar [5].

Akça ve Akpınar (2021) bitkisel yağ ve posalar kullanarak ürettikleri dondurma örneklerinde toplam antioksidan kapasite değerleri (%) 23,64-43,96 arasında değişiklik göstermektedir [76]. Susam ve üzüm yağı bulunan örneklerde antioksidan kapasitenin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

4.4.11. Dondurma örnekleri hacim artışı (%) oranı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri hacim artışı oranının Tablo 4.20’de görüldüğü üzere %14,17-20,83 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. K ve M dondurma örnekleri hacim artışı (overrun) oranı P örneğine göre yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.33. Dondurma örnekleri hacim artışı (%) oranı

Örnek Kodu	Hacim artışı (%) oranı
K	20,83±1,18 ^A
M	19,17±1,18 ^A
P	14,17±1,18 ^B

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Salem ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada hacim artışı yüzdelelerini kontrol örneğinde %68,24, probiyotik ilaveli örneklerde %59,72-64,07 arasında değiştiğini belirtmişlerdir [59].

4.4.12. Dondurma örnekleri ilk damlama süresi (s)

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri ilk damlama süresinin Tablo 4.21’de görüldüğü üzere 609,67-747,67 s arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri ilk damlama süresi üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dondurma örnekleri arasında ilk damlama süresi en uzun olan örnek M örneği olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tabloda belirtildiği gibi K ve P örneklerinin ilk damlama süreleri (s) arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Tablo 4.34. Dondurma örnekleri ilk damlama süresi (s)

Örnek Kodu	İlk Damlama Süresi (s)
K	620,00±39,05 ^B
M	747,67±19,14 ^A
P	609,67±28,22 ^B

*K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği
Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)*

İlk damlama süresi artışının dondurma miksine eklenen meyve ve şeker oranı ile ilişkili olduğu yapılan araştırmalar sonucu belirtilmiştir. Salık ve Arslaner (2020) saruç (kurutulmuş Cimin üzümü ile cevizin karışımından oluşan geleneksel bir çerez) ve üzüm çekirdeği [136]; Şimşek (2016) gobdin (kuru dut ve ceviz ezmesi) [143] ilavesiyle ürettikleri dondurmalarda saruç ve gobdin konsatrasyonunun artmasıyla örneklerin ilk damlama sürelerinde artış olduğunu saptamışlardır.

4.4.13. Dondurma örnekleri tam erime süresi (s)

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri tam erime süresinin Tablo 4.22’de görüldüğü üzere 3923,67-4600,67 s arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri tam erime süresi üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre en uzun tam erime süresi ilk damlama süresinde olduğu gibi M örneğinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.35. Dondurma örnekleri tam erime süresi (s)

Örnek Kodu	Tam Erime Süresi (s)
K	4254,00±51,26 ^B
M	4600,67±81,05 ^A
P	3923,67±35,92 ^C

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

P örneğinde daha hızlı bir erimenin gerçekleşmesi dondurma içerisinde bulunan pestil parçalarının erimeden süzgeç üzerinde parça halinde kalmış olması ile açıklanabilir. Senaka Ranadheera ve ark. (2013) keçi sütünden ürettikleri çikolatalı probiyotik dondurma örneklerinde tam erime sürelerini polietilen ambalajda bulunan dondurma örneğinde $110,03\pm1,67$, cam ambalajdaki örnekte $104,58\pm1,48$, polipropilen ambalajda depolanan örnekte $98,92\pm1,13$ dk. olarak tespit etmişlerdir [79]. Çalışmada tam erime sürelerinin 70-80 dk aralığında tamamlanması eklenen probiyotik mikroorganizma farkı, konsantrasyon farkı, meyve pulpu ve pestil parçası ilaveleri gibi farklılardan ileri geldiği düşünülmektedir.

4.4.14. Dondurma örnekleri erime oranı (%)

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri erime oranının Tablo 4.23'te görüldüğü üzere 30. dakikada %47,79-66,16; 45.dakikada %62,73-84,38 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Dondurma örnekleri erime oranı üzerine üretim yöntemi farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.36. Dondurma örnekleri erime oranı (%)

Örnek Kodu	Erime Oranı (%)	
	30. dk	45. dk
K	$66,16\pm0,48^A$	$84,38\pm1,85^A$
M	$64,56\pm0,32^A$	$81,73\pm1,88^A$
P	$47,79\pm3,41^B$	$62,73\pm2,41^B$

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Analiz sonuçlarına göre en yüksek erime oranı hem otuz hem kırk beşinci dakikada K ve M örneğinde P örneğine göre daha yüksektir ($p<0,05$).

4.4.15. Dondurma örnekleri mikrobiyolojik özellikleri

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri *Lacticaseibacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 probiyotik canlılık seviyeleri ve küf-maya sayımı sonuçları aşağıda sırasıyla tek tek ele alınmıştır.

Lacticaseibacillus rhamnosus sayısı (log kob/g)

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri *Lacticaseibacillus rhamnosus* probiyotik canlılık seviyesinin depolama süresince Tablo 4.24'te görüldüğü üzere 7,05 log kob/g ile 7,69 log kob/g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın dondurma örnekleri *L.rhamnosus* sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.37. Dondurma örnekleri *Lacticaseibacillus rhamnosus* sayısı (log kob/g)

Örnek Kodu	<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> sayısı (log kob/g)			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	7,67±0,20	7,59±0,12	7,50±0,25	7,50±0,09 ^A
M	7,69±0,09	7,45±0,16	7,39±0,18	7,21±0,23 ^B
P	7,44±0,36	7,38±0,27	7,15±0,27	7,05±0,05 ^B

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

60.günde en yüksek değer K örneğinde saptanmış, M ve P örneklerinde bulunan *L.rhamnosus* sayılarında ise istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0,05$).

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis* BB-12 sayısı (log kob/g)

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 probiyotik canlılık seviyesinin depolama süresince Tablo 4.25'te görüldüğü üzere 6,87 log kob/g ile 7,82 log kob/g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın yalnızca P örneği *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.38. Dondurma örnekleri *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı (log kob/g)

Örnek Kodu	<i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayısı (log kob/g)			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	7,82 ±0,32	7,43 ±0,51	7,21 ±0,32	6,94 ±0,14
M	7,42 ±0,31	7,09 ±0,36	6,87 ±0,23	7,19 ±0,26
P	7,30 ±0,19 ^a	7,03 ±0,05 ^b	7,14 ±0,15 ^{ab}	6,90 ±0,09 ^b

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı satırda farklı harfle (a-b) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Probiyotik mikroorganizmaların canlılık seviyesinin korunması depo sıcaklıklarında kısa süreli bile artış olması durumunda mümkün olmamaktadır [79]. Buna rağmen çalışmada dondurma üretiminde fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla kullanılan her iki probiyotik kültür (*Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12) sayılarının insan sağlığına olumlu etkilerinin gözlemlendiği ve Pimentel ve ark. (2022) tarafından belirtilen kritik seviyenin (10^6 - 10^7 log/kob g) altına düşmediği tespit edilmiştir [144].

Maya-küf sayısı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örnekleri 0., 15., 30., 60. günlerin tamamında yalnızca maya sayısı (log kob/g) olarak Tablo 4.26’da görüldüğü üzere 1,00 log kob/g ile 3,18 log kob/g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın yalnızca P örneği maya sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca küf oluşumu gözlenmemiştir.

Tablo 4.39. Dondurma örnekleri maya-küf sayısı (log kob/g)

Örnek Kodu	Maya-küf sayısı (log kob/g)			
	Maya Sayısı	Maya Sayısı	Maya Sayısı	Maya Sayısı
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	2,17±0,16 ^B	2,17±0,23 ^A	2,13±0,16 ^A	1,73±0,26
M	3,18±0,11 ^A	2,51±0,65 ^A	2,37±0,58 ^A	2,29±0,25
P	1,10±0,17 ^{Cc}	1,00±0,01 ^{Bc}	1,67±0,35 ^{Bb}	2,10±0,17 ^a

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

4.4.16. Dondurma örnekleri duyusal analiz puanları

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örneklerine panelistlerce verilen duyusal analiz puanları renk ve görünüş, yapı ve kıvam, tat ve koku olmak üzere üç ayrı kategoride değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından yapılan tüm değerlendirmeler aşağıda detaylıca tek tek ele alınmıştır.

Duyusal analiz renk ve görünüş puanı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örneklerine panelistlerce verilen duyusal analiz renk ve görünüş puanlarının Tablo 4.27’de görüldüğü üzere 3,60 ile 4,90 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın K ve M örnekleri duyusal analiz renk ve görünüş puanı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.40. Dondurma örnekleri duyusal analiz renk ve görünüş puanı

Örnek Kodu	Renk ve Görünüş			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	4,70 $\pm$ 0,48 ^{Ba}	4,60 $\pm$ 0,70 ^a	4,40 $\pm$ 0,84 ^a	3,70 $\pm$ 0,48 ^b
M	4,90 $\pm$ 0,32 ^{Aa}	4,70 $\pm$ 0,48 ^{ab}	4,40 $\pm$ 0,70 ^b	3,60 $\pm$ 0,52 ^c
P	4,30 $\pm$ 0,48 ^C	4,40 $\pm$ 0,70	4,50 $\pm$ 0,53	3,90 $\pm$ 0,57

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-C) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Üretim günü panelistler tarafından en yüksek renk ve görünüş puanı alan örnek meyveli dondurma örneği olmuştur ($p<0,05$). K ve M dondurma örnekleri duyusal analizi panelistlerce renk ve görünüş özelliğine verilen puanlarda depolamanın etkisiyle azalma görülmüştür ($p<0,05$).

Duyusal analiz yapı ve kıvam puanı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örneklerine panelistlerce verilen duyusal analiz yapı ve kıvam puanlarının Tablo 4.28’de görüldüğü üzere 2,70 ile 4,60 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın tüm dondurma

örnekleri duyusal analiz yapı ve kıvam puanı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.41. Dondurma örnekleri duyusal analiz yapı ve kıvam puanı

Örnek Kodu	Yapı ve Kıvam			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	4,40 ±0,70 ^a	4,00 ±0,94 ^a	3,20 ±1,03 ^b	2,80 ±0,63 ^b
M	4,60 ±0,52 ^a	4,00 ±0,82 ^{ab}	3,70 ±1,16 ^b	2,70 ±0,48 ^c
P	4,20 ±0,79 ^a	3,80 ±0,92 ^{ab}	4,20 ±0,79 ^a	3,20 ±0,42 ^b

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Tüm dondurma örnekleri duyusal analizi yapı ve kıvam puanları panelistlerce yapı ve kıvam özelliğine verilen puanlarda depolamanın etkisiyle azalma görülmüştür ($p<0,05$).

Duyusal analiz tat ve koku puanı

Meyveli, pestil parçalı ve kontrol grubu dondurma örneklerine panelistlerce verilen duyusal analiz tat ve koku puanlarının Tablo 4.29’da görüldüğü üzere 2,80 ile 4,50 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Depolamanın K ve M örnekleri duyusal analiz tat ve koku puanı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.42. Dondurma örnekleri duyusal analiz tat ve koku puanı

Örnek Kodu	Tat ve Koku			
	0.gün	15.gün	30.gün	60.gün
K	4,40±0,52 ^{Aa}	4,10±0,74 ^{ab}	3,50±0,97 ^{bc}	3,00±0,67 ^c
M	4,50±0,70 ^{Aa}	4,10±0,74 ^a	3,30±0,67 ^b	2,80±0,42 ^b
P	3,70±0,82 ^B	3,60±0,52	4,00±0,94	3,30±0,48

K: Kontrol örneği, M: Meyveli dondurma örneği, P: Pestil parçalı dondurma örneği

Aynı sütunda farklı harfle (A-B) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Aynı satırda farklı harfle (a-c) ifade edilen değerler arasında $p<0,05$ düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Duncan)

Üretim günü panelistler tarafından en düşük tat ve koku puanı alan örnek pestil parçalı dondurma örneği olmuştur. Kontrol grubu örnek ile meyveli dondurma örneği puanları arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p<0,05$).

Dondurma örnekleri duyusal analizi panelistlerce tat ve koku özelliğine verilen puanlar K ve M örneklerinde depolamanın etkisiyle azalma göstermiştir ($p<0,05$).

Şimşek ve ark. (2021) çikolata, çilek ve vanilya aromalı dondurmaların bazı fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özelliklerini araştırdıkları çalışmada dondurma örneklerinin renk-görünüş ve tat-kokuda istatistiksel olarak farklılık bulunmadığını ancak yapı-kıvam özelliğinin üç dondurma örneğinde istatistiksel olarak farklı olduğunu belirtmişlerdir [145].



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında biyoaktif bileşenlerce zengin hint inciri pestil ve probiyotik dondurma üretiminde kullanılmış, elde edilen fonksiyonel ürünlerde meyvenin içerdiği fitokimyasalların olabildiğince korunması ve beslenmemize dahil edilmesi amaçlanmıştır.

Üretilen pestiller bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesi bakımından üç ay boyunca +4°C’de depolanırken, probiyotik dondurma örnekleri kimyasal, duyuşal ve mikrobiyal açıdan değerlendirilmek üzere iki ay boyunca -18°C’de depolanmıştır.

Pestil kurutma aşamasında tepsili kurutucu sıcaklığı 60°C, mikrodalga güç seviyeleri 100 ve 180 W olarak belirlenmiştir. Mikrodalga kurutma örneklere her iki güç seviyesinde 90 s uygulanmıştır. Kurutma işlemi 10 s kurutma ardından 10 s ara şeklinde tamamlanmıştır.

Pestilleri tepsili kurutucuda sıcak havada (60°C) kurutma işlemi 180 dk sürmüştür. Ancak kombine şartlarda yani önce 90 s süreyle 100 W veya 180 W mikrodalga kurutma, sonra tepsili kurutucuda sıcak havada (60°C) kurutma 90 dk gibi çok daha kısa bir sürede tamamlanmıştır. Yani pestil örneklerine 90 s uygulanan mikrodalga kurutma işlemi pestillerin sıcak havada kurutma süresini yarıya indirmiştir.

Depolama süresince pestillere ait nem değerlerinin (%10,09-13,57) mikrobiyal açıdan güvenli kabul edilen sınır değerin (%15) altında olduğu tespit edilmiştir.

Pestillerin nem miktarı olduğu gibi su aktivitesi değerleri (0,455-0,605) de depolamada patojen mikroorganizma ve küf gelişimi için sınır değerin (0,60) üstünde saptanmıştır.

Depolamanın pestillerin nem (%) miktarı, kül (%) miktarı, pH değeri, su aktivitesi (a_w), pestil kalınlık (mm) değerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Maltodekstrinli pestillerde depolamada karşımıza L^* değerindeki azalma rengin koyulaşması anlamına gelmektedir. Aynı zamanda depolamada tüm pestillerin a^* değerinde düşüş gözlenmiştir ($p<0,05$). ΔE (renk değişimi) değerinin mikrodalga kurutma uygulanan örneklerde daha fazla olduğu saptanmıştır.

Meyvede bulunan toplam fenolik madde miktarı ($401,11\pm42,28$ mg GAE/100 g) tüm pestil örneklerinde önemli ölçüde azalmıştır ($p<0,05$). Pestillerde toplam fenolik madde miktarı $24,65-31,90$ mg GAE/100 g aralığında tespit edilmiştir. Bu durumun örneklerle uygulanan ısı işlem kaynaklı olduğu düşünülmektedir. BN ve MD kodlu pestil örneklerinde depolama süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında azalma gözlenmiştir ($p<0,05$).

Pestil betalain miktarının $0,43$ $\mu\text{g/g}$ ile $0,58$ $\mu\text{g/g}$ arasında değiştiği saptanmıştır. Depolamanın pestillerin betalain miktarına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Toplam fenolik madde miktarı, betalain miktarı ve serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri en yüksek pestillerin 180W mikrodalga+ 60°C sıcak havada kurutulanlar olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ve betalain miktarı en yüksek pestilde jelleştirici ajan olarak buğday nişastası, serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri en yüksek pestilde maltodekstrin kullanılmıştır. ΔE renk değişimi değerine göre durum tam tersidir. Bu değer hiç mikrodalga kurutma uygulanmadan yalnızca sıcak havada kurutulan örneklerde daha düşüktür ($p>0,05$).

Tekstür profil analizi sonucu depolama boyunca pestil örnekleri sertlik, çiğnenebilirlik değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu durum depolama koşullarının pestil örnekleri depolanmasına uygun olmadığını düşündürmektedir. Jelleştirici ajan olarak maltodekstrinin kullanıldığı pestillerde sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin buğday nişastası kullanılan örneklerle göre daha düşük olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Panelistler tarafından duyuşal değerlendirmede maltodekstrinli pestile verilen renk puanlarının buğday nişastalı olana kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Buğday nişastalı pestillerin yapımında jelatinizasyon amaçlı uygulanan ısı işlem ile pestil renginin daha mat olması duruma açıklık getirmektedir. Aynı

zamanda nişastalı örneklerin genel beğenide daha yüksek puan almış olması geleneksel olarak tükettiğimiz pestil yapımında çoğunlukla nişasta kullanılması ve maltodekstrinli örneklerin daha yapışkan olması gibi sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş hint inciri pestilinin biyoaktif bileşenlerce en zengin olduğu tespit edilen üretim yönteminin 90 s 180 W mikrodalga kurutma+90 dk 60 °C sıcak havada kurutma yöntemi olduğu saptanmıştır.

Meyve pulpu ve pestil parçaları ilaveli dondurmaların fizikokimyasal özelliklerinden kuru madde miktarı meyve ve pestil ilavesiyle artarken, kül miktarında azalma gözlenmiştir ($p<0,05$).

Dondurmalara probiyotik starter kültür ilavesi sonrası fermentasyon yapılmadığı için hiçbir dondurma örneğinin pH değerinde artış gözlenmemiştir ($p<0,05$).

Dondurma örneklerinin L^* , a^* , b^* değerlerindeki farklılığın sebebi ilave edilen meyve ve pestil parçalarının dondurmanın renginde meydana getirdiği değişimden kaynaklanmaktadır.

Mikrobiyolojik açıdan tüm örnekler depolama boyunca probiyotik etkiye sahiptir ($>10^7$ log kob/g). Depolama sonunda *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12'a oranla daha fazla bakteri sayısına sahip bulunmuştur.

Düşük kuru madde içeriğine sahip dondurmalarda büyük buz kristalleri oluşumu gözlemlendiği için kuru madde miktarı arttıkça dondurmaların sertlik değeri azalmıştır. Bu durumda en yüksek kuru madde miktarına sahip pestil parçalı dondurma daha küçük boyutta buz kristali içerdiği için en düşük sertlik değerine sahip dondurma olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

Meyveli dondurmaların panelistler tarafından daha çok beğeni aldığı tespit edilmiştir. Ancak meyveli dondurmanın depolama sonunda yapı-kıvam ve tat-koku puanları diğer iki örneğe göre daha düşüktür.

Pestil parçalarını içeren dondurma örneklerinde toplam fenolik madde içeriği ve serbest radikalleri süpürme gücü aktivitesi değeri diğer örneklerle göre daha yüksektir. ($p<0,05$). Toplam flavonoid madde içeriği açısından en yüksek değer meyveli dondurma örneğindedir ($p<0,05$).

Bu çalışmanın hint inciri meyvesinden elde edilebilecek fonksiyonel ürünler üzerine yapılacak sonraki çalışmalar üzerine üretim aşamaları ve kalite özellikleri hakkında fikir sahibi olunması, hasat zamanının genellikle yılda bir kez gerçekleştiği bir meyvenin besleyici değeri yüksek olan fonksiyonel ürünlere işlenip her mevsim tüketiminin sağlanması ve gerek pestil gerekse probiyotik dondurma için yeni bir meyveden ürünlerin katma değerinin artırılması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. World Health Organization.: Globalization, diets and noncommunicable diseases. World Health Organization (2002)
2. Wright, B.N., Vasquez-Mejia, C.M., Guenther, P.M., McCormack, L., Stluka, S., Franzen-Castle, L., Henne, B., Mehrle, D., Remley, D., Eicher-Miller, H.A.: Fruit and Vegetable Healthy Eating Index Component Scores of Distributed Food Bags Were Positively Associated with Client Diet Scores in a Sample of Rural, Midwestern Food Pantries. *J Acad Nutr Diet.* 121, 74–83 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.09.033>
3. Ylitalo, K.R., During, C., Thomas, K., Ezell, K., Lillard, P., Scott, J.: The Veggie Van: Customer characteristics, fruit and vegetable consumption, and barriers to healthy eating among shoppers at a mobile farmers market in the United States. *Appetite.* 133, 279–285 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.11.025>
4. Sproesser, G., Klusmann, V., Ruby, M.B., Arbit, N., Rozin, P., Schupp, H.T., Renner, B.: The positive eating scale: relationship with objective health parameters and validity in Germany, the USA and India. *Psychol Health.* 33, 313–339 (2018). <https://doi.org/10.1080/08870446.2017.1336239>
5. Shahidi, F.: Nutraceuticals, functional foods and dietary supplements in health and disease. In: *Journal of Food and Drug Analysis.* pp. 226–230 (2012)
6. Milner, J.A.: Nutritional and Health Benefits of Inulin and Oligofructose Functional Foods and Health Promotion 1. (1999)
7. Demir, T., Akpınar, Ö.: Bitkilerde Bulunan Fitokimyasalların Biyolojik Aktiviteleri. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology.* 8, 1734–1746 (2020). <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1734-1746.3484>
8. Ennouri, M., Fetoui, H., Bourret, E., Zeghal, N., Attia, H.: Evaluation of some biological parameters of *Opuntia ficus indica*. 1. Influence of a seed oil supplemented diet on rats. *Bioresour Technol.* 97, 1382–1386 (2006). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.07.010>
9. Cota-Sánchez, J.H.: Nutritional Composition of the Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica*) Fruit. In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars.* pp. 691–712. Elsevier (2015)
10. Feugang, J.M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F.C., Zou, C.: Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits, (2006)
11. Yahia, E.M., Sáenz, C.: Cactus pear (*Opuntia* species). In: *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits.* pp. 290–331e. Elsevier (2011)
12. Khatabi, O., Hanine, H., Elothmani, D., Hasib, A.: Extraction and determination of polyphenols and betalain pigments in the Moroccan Prickly pear fruits (*Opuntia ficus indica*). *Arabian Journal of Chemistry.* 9, S278–S281 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.04.001>
13. Cano, M.P., Gómez-Maqueo, A., García-Cayuela, T., Welte-Chanes, J.: Characterization of carotenoid profile of Spanish Sanguinos and Verdal prickly pear

- (*Opuntia ficus-indica*, spp.) tissues. Food Chem. 237, 612–622 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.135>
14. Keleş, H.: *Opuntia Ficus-Indica* (L.) Miller Meyveleri Üzerinde Farmakognozik Çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognози Programı, Ankara, 2023, 255 s. (Doktora Tezi).
 15. Sáenz, C. (2002). Cactus pear fruits and cladodes: a source of functional components for foods. Acta Hort. 581, 253-263. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.581.2816>.
 16. Piga, A., Del Caro, A., Pinna, I., Agabbio, M.: Changes in ascorbic acid, polyphenol content and antioxidant activity in minimally processed cactus pear fruits. LWT. 36, 257–262 (2003). [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00227-X](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00227-X)
 17. Galati, E.M., Mondello, M.R., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., Taviano, M.F.: Chemical Characterization and Biological Effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit Juice: Antioxidant and Antiulcerogenic Activity. J Agric Food Chem. 51, 4903–4908 (2003). <https://doi.org/10.1021/JF030123D>
 18. Yahia, E.M., Sáenz, C.: Cactus pear fruit and cladodes. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, 2nd Edition (2017): 941-956.
 19. Piga, A.: Cactus Pear: a Fruit of nutraceutical and functional importance Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Importance. (2004)
 20. Lahsasni, S., Kouhila, M., Mahrouz, M., Idlimam, A., Jamali, A.: Thin layer convective solar drying and mathematical modeling of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). Energy. 29, 211–224 (2004). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2003.08.009>
 21. Medina, E.M.D., Rodríguez, E.M.R., Romero, C.D.: Chemical characterization of *Opuntia dillenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. Food Chem. 103, 38–45 (2007). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.064>
 22. García-Cayuela, T., Gómez-Maqueo, A., Guajardo-Flores, D., Welti-Chanes, J., Cano, M.P.: Characterization and quantification of individual betalain and phenolic compounds in Mexican and Spanish prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) tissues: A comparative study. Journal of Food Composition and Analysis. 76, 1–13 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.11.002>
 23. Kutı, J.O.: Antioxidant compounds from four *Opuntia* cactus pear fruit varieties. Food Chem. 85, 527–533 (2004). [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00184-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00184-5)
 24. Scaffaro, R., Maio, A., Gulino, E.F., Megna, B.: Structure-property relationship of PLA-*Opuntia Ficus Indica* biocomposites. Compos B Eng. 167, 199–206 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.12.025>
 25. Chahdoura, H., Barreira, J.C.M., Barros, L., Dias, M.I., Calhelha, R.C., Flamini, G., Soković, M., Achour, L., Ferreira, I.C.F.R.: Bioactivity, hydrophilic, lipophilic and volatile compounds in pulps and skins of *Opuntia macrorhiza* and *Opuntia microdasys* fruits. LWT. 105, 57–65 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.067>
 26. Stintzing, F.C., Schieber, A., Carle, R., Stintzing, F.C., Schieber, A., Carle, R.: Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. Springer-Verlag (2001)

27. Moßhammer, M.R., Stintzing, F.C., Carle, R.: Cactus Pear Fruits (*Opuntia* spp.): A Review of Processing Technologies and Current Uses (2006)
28. Mena, P., Tassotti, M., Andreu, L., Nuncio-Jáuregui, N., Legua, P., Del Rio, D., Hernández, F.: Phytochemical characterization of different prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) cultivars and botanical parts: UHPLC-ESI-MSn metabolomics profiles and their chemometric analysis. *Food Research International*. 108, 301–308 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.062>
29. Cemeroğlu, B. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Bizim Büro Basımevi, Ankara, Türkiye, 2017, 707s.
30. El-Samahy, S.K., El-Hady, E.A.A., Habiba, R.A., Moussa, T.E.: Chemical and Rheological Characteristics of Orange-Yellow Cactus-Pear Pulp from Egypt. , Ismailia, Egypt (2006)
31. Castellanos-Santiago, E., Yahia, E.M.: Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *J Agric Food Chem*. 56, 5758–5764 (2008). <https://doi.org/10.1021/jf800362t>
32. Poss, J.E., Jezewski, M.A., Stuart, A.G.: Home Remedies for Type 2 Diabetes Used by Mexican Americans in El Paso, Texas. <http://dx.doi.org/10.1177/1054773803256872>. 12, 304–323 (2003). <https://doi.org/10.1177/1054773803256872>
33. Watson, R.R., Preedy, V.R.: Bioactive food as dietary interventions for diabetes acknowledgments for bioactive foods in chronic disease states (2013)
34. Del Socorro Cruz-Cansino, N., Ramírez-Moreno, E., León-Rivera, J.E., Delgado-Olivares, L., Alanís-García, E., Ariza-Ortega, J.A., De Jesús Manríquez-Torres, J., Jaramillo-Bustos, D.P.: Shelf life, physicochemical, microbiological and antioxidant properties of purple cactus pear (*Opuntia ficus indica*) juice after thermoultrasound treatment. *Ultrason Sonochem*. 27, 277–286 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.05.040>
35. Hernández-Carranza, P., Rivadeneyra-Mata, M., Ramos-Cassellis, M.E., Aparicio-Fernández, X., Navarro-Cruz, A.R., Ávila-Sosa, R., Ochoa-Velasco, C.E.: Characterization of red prickly pear peel (*Opuntia ficus-indica* L.) and its mucilage obtained by traditional and novel methodologies. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 13, 1111–1119 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11694-018-00026-y>
36. Ammar, I., Ben Salem, M., Harrabi, B., Mzid, M., Bardaa, S., Sahnoun, Z., Attia, H., Ennouri, M.: Anti-inflammatory activity and phenolic composition of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) flowers. *Ind Crops Prod*. 112, 313–319 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.028>
37. Ammar, I., Bardaa, S., Mzid, M., Sahnoun, Z., Rebaii, T., Attia, H., Ennouri, M.: Antioxidant, antibacterial and in vivo dermal wound healing effects of *Opuntia* flower extracts. *Int J Biol Macromol*. 81, 483–490 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.08.039>
38. Ewaidah, E.H., Hassant, B.H.: Prickly pear sheets: a new fruit product. (1992)

39. Sepúlveda, E., Sáenz, C., Alvarez, M.: Physical, chemical and sensory characteristics of dried fruit sheets of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L) Mill) and quince (*Cydonia oblonga* Mill). Italian Journal of Food Science. 12, 47–54 (2000)
40. Sayed Attia Abd El-Hady, E., Habiba, R.A., Moussa Ayoub, T., El-Samahy, S.K., Abd El-Hady, E.A., Habiba, R.A., Moussa-Ayoub, T.E.: Cactus Pear Sheet and Pasteurized and Sterilized Cactus Pear Juices Application of Hazard Analysis Critical Control Points 'HACCP' System during Preparation and Packaging of Dates in one of Factories in Qassim Region. View project Food Safety of Farmed Fish View project Cactus Pear Sheet and Pasteurized and Sterilized Cactus Pear Juices.
41. Kader, A.A., Yahia, E.M.: Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. 1, 79–111 (2011). <https://doi.org/10.1533/9780857093622.79>
42. Doğan, N. Dikenli İncir (*Opuntia ficus indica*) Meyvesinin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenerek Gıda Sanayinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (2019), Bursa, 82 s. (Yüksek Lisans Tezi)
43. Ekşi, A., Artık, N. Pestil İşleme Tekniği ve Kimyasal Bileşimi. Gıda. 1984, 9(5), 263-266.
44. Yuksel, F., Yavuz, B., Baltacı, C.: Some physicochemical, color, bioactive and sensory properties of a pestil enriched with wheat, corn and potato flours: An optimization study based on simplex lattice mixture design. Int J Gastron Food Sci. 28, (2022). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100513>
45. Quintero Ruiz, N.A., Demarchi, S. M., Giner, S. A. Research on Dehydrated Fruit Leathers: a review. 11th International Congress on Engineering and Food. Athens, Greece.May16,(2023)
<https://www.yumpu.com/en/document/read/22456400/research-on-dehydrated-fruit-leathers-11th-international-congress>
46. Cagindi, O., Otles, S.: Comparison of some properties on the different types of pestil: A traditional product in Turkey. Int J Food Sci Technol. 40, 897–901 (2005). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00962.x>
47. Batu, A., Kaya, C., Çatak, J., & Şahin, C.: Pestil üretim tekniği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1, 71-81 (2007).
48. Atıcı, G.: Erik Pestilinin Kalite Parametreleri ve Kuruma Davranışı Üzerine 'Sıcak Havalı Kurutma ve Mikrodalga Kurutma' Yöntemlerinin Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana (2013) 108s. (Yüksek Lisans Tezi).
49. Torres, C.A., Romero, L.A., Diaz, R.I.: Quality and sensory attributes of apple and quince leathers made without preservatives and with enhanced antioxidant activity. LWT - Food Science and Technology. 62, 996–1003 (2015). <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.01.056>
50. Tontul, I., Topuz, A.: Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). (2017). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.035>

51. Standard Detayı. (n.d.). Retrieved May 26, 2023, from <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073088088122100098052097083049117079>
52. Suna, S., Tamer, C.E., Ncedayı, B., Özcan, G., Ömer, S.&, Çopur, U.: Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. (2014)
53. Nizamlioglu, N.M., Yasar, S., Bulut, Y.: Chemical versus infrared spectroscopic measurements of quality attributes of sun or oven dried fruit leathers from apple, plum and apple-plum mixture. LWT. 153, (2022). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112420>
54. da Silva Simão, R., de Moraes, J.O., de Souza, P.G., Mattar Carciofi, B.A., Laurindo, J.B.: Production of mango leathers by cast-tape drying: Product characteristics and sensory evaluation. LWT. 99, 445–452 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.013>
55. Gujral, H.S., Oberoi, D.P.S., Singh, R., Gera, M.: Moisture diffusivity during drying of pineapple and mango leather as affected by sucrose, pectin, and maltodextrin. Int J Food Prop. 16, 359–368 (2013). <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.552016>
56. Azeredo, H.M.C., Brito, E.S., Moreira, G.E.G., Farias, V.L., Bruno, L.M.: Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. Int J Food Sci Technol. 41, 635–638 (2006). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01120.x>
57. Maskan, A., Kaya, S., Maskan, M.: Hot air and sun drying of grape leather (pestil).
58. Boz, H.: Dut Pestilinin Kimyasal, Dokusal ve Duyusal Özelliklerine Buğday Unu, Sakkaroz Şurubu, Glikoz Şurubu ve Pişirme Süresinin Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum (2012) 194s. (Doktora Tezi).
59. Salem, M.E., Awad, R.A., Salem, M.M.E., Fathi, F.A.: Production of probiotic ice cream. POLISH JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION SCIENCES Pol. J. Food Nutr. Sci. 14, 267–271 (2005)
60. Arslaner, A., Salık, M.A.: Fonksiyonel Dondurma Teknolojisi. Akademik Gıda. 180–189 (2020). <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.758835>
61. Akpınar, A.: Değişik Aroma Maddeleri Eklenerek Üretilen Asidofiluslu Sütün Özellikleri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir (2008) 93s (Yüksek Lisans Tezi)
62. Tyutkov, N., Zhernyakova, A., Birchenko, A., Eminova, E., Nadtochii, L., Baranenko, D.: Probiotics viability in frozen food products. Food Biosci. 50, 101996 (2022). <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2022.101996>
63. Cruz, A.G., Antunes, A.E.C., Sousa, A.L.O.P., Faria, J.A.F., Saad, S.M.I.: Ice-cream as a probiotic food carrier, (2009)
64. Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M.R., Yarmand, M.S., Razavi, S.H.: Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. Food Chem. 111, 50–55 (2008). <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.03.036>

65. Heenan, C.N., Adams, M.C., Hosken, R.W., Fleet, G.H.: Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert. *LWT - Food Science and Technology*. 37, 461–466 (2004). <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2003.11.001>
66. Yangilar, F.: Probiyotik mikroorganizmaların biyokoruyucu özelliği. *Cilt*. 20, (2015). <https://doi.org/10.17482/uujfe.16850>
67. Öztürk, H.İ., Demirci, T., Akın, N.: Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. *LWT*. 90, 339–345 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.049>
68. Ürkek, B., Şengül, M., Akgül, H.İ., Kotan, T.E.: Antioxidant Activity, Physiochemical and Sensory Characteristics of Ice Cream Incorporated with Sloe Berry (*Prunus spinosa* L.). *International Journal of Food Engineering*. 15, (2019). <https://doi.org/10.1515/ijfe-2018-0029>
69. Colombo Pimentel, T., Iara, L., De Oliveira, G., Afael, R., Arvalho De S Ouz A, A.C., Magnani, M.: Probiotic ice cream: A literature overview of the technological and sensory aspects and health properties. (2021). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12821>
70. Akın, N. (2009). *Dondurma Bilimi ve Teknolojisi*, Damla Ofset, Konya, 425s.
71. Kailasapathy, K., Sultana, K.: Survival and [beta]-D-galactosidase activity of encapsulated and free *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* in ice-cream. *Australian Journal of Dairy Technology*. (2003)
72. Kozłowicz, K., Góral, M., Góral, D., Pankiewicz, U., Bronowicka-Mielniczuk, U.: Effect of ice cream storage on the physicochemical properties and survival of probiotic bacteria supplemented with zinc ions. *LWT*. 116, (2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108562>
73. Jungersen, M., Wind, A., Johansen, E., Christensen, J.E., Stuer-Lauridsen, B., Eskesen, D.: The Science behind the Probiotic Strain *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12®. *Microorganisms*. 2, 92 (2014). <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS2020092>
74. Açu, M. Fonksiyonel Özellikleri Geliştirilmiş Dondurma Üretimi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir (2014) 124s (Yüksek Lisans Tezi).
75. Turgut, T., Cakmakci, S.: Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00494.x>
76. Akca, S., Akpinar, A.: The Effects of Grape, pomegranate, Sesame Seed Powder and Their Oils on Probiotic Ice Cream: Total phenolic contents, antioxidant activity and probiotic viability. *Food Biosci*. 42, 2212–2292 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101203>
77. Taşbaşı, K. Havuç Püresi İlavesinin Probiyotik Dondurmanın Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri ile *Bifidobacterium* BB-12'nin Canlılığı Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum (2022) 103 s..

78. Sedefoğlu, S., Ortakçı, F., Sert, S.: Enkapsüle Edilmiş ve Serbest Formda Probiyotik *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 Suşunun Dondurma Depolama Periyodunda Stabilitésinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Dergisi. 53, 14–23 (2022). <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.913445>
79. Senaka Ranadheera, C., Evans, C.A., Adams, M.C., Baines, S.K.: Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. Small Ruminant Research. 112, 174–180 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.020>
80. Kemsawasd, V., Chaikham, P.: Effects of frozen storage on viability of probiotics and antioxidant capacities of synbiotic riceberry and sesame-riceberry milk ice creams. Current Research in Nutrition and Food Science. 8, 107–121 (2020). <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.1.10>
81. Da Cruz Rodrigues, V.C., Rocha Faria Duque, A.L., De Carvalho Fino, L., Simabuco, F.M., Sartoratto, A., Cabral, L. lia, Noronha, M.F., Sivieri, K., Antunes, A.E.C.: Modulation of the intestinal microbiota and the metabolites produced by the administration of ice cream and a dietary supplement containing the same probiotics. British Journal of Nutrition. 124, 57–68 (2020). <https://doi.org/10.1017/S0007114520000896>
82. Official Methods of Analysis: 22nd Edition (2023). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL.(2023). <https://doi.org/10.1093/9780197610145.002.001>
83. Cemeroğlu, B., Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 2010, 682s.
84. Kurt, A., Çakmakçı, S., & Çağlar, A.: Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi . Erzurum: Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Basım (2012)
85. Rodríguez, M.M., Rodriguez, A., Mascheroni, R.H.: Color, Texture, Rehydration Ability and Phenolic Compounds of Plums Partially Osmodehydrated and Finish-Dried by Hot Air. J Food Process Preserv. 39, 2647–2662 (2015). <https://doi.org/10.1111/jfpp.12515>
86. Selçuk, A.R., Yılmaz, Y.:İşlenmiş uzum çekirdeği tozu ilavesinin lokum benzeri bir ürünün toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Akademik Gıda, 7 (5), 56-61 (2009)
87. Cai, Y., Sun, M., Corke, H.: Antioxidant Activity of Betalains from Plants of the Amaranthaceae. J Agric Food Chem. 51, 2288–2294 (2003). <https://doi.org/10.1021/JF030045U>
88. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.: Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. 28, 25–30 (1995)
89. Bourne, M.: Food texture and viscosity: concept and measurement. Elsevier. (2002)
90. Goksel, M., Dogan, M., Toker, O.S., Ozgen, S., Sarioglu, K., Oral, R.A.: The Effect of Starch Concentration and Temperature on Grape Molasses: Rheological and Textural Properties. Food Bioproc Tech. 6, 259–271 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0705-5>
91. Abd El-Rahman, A.M., Madkor, S.A., Ibrahim, F.S., Kilara, A.: Physical Characteristics of Frozen Desserts Made with Cream, Anhydrous Milk Fat, or Milk

- Fat Fractions. J Dairy Sci. 80, (1997). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76133-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76133-2)
92. Metin, M.:Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri. EÜ, Ege Meslek Yüksekokulu Yay. No: 24, İzmir. 439 (2009)
 93. Güven, M., Karaca, O.B. The effects of varying sugar content and fruit concentration on the physical properties of vanilla and fruit ice-cream-type frozen yogurts. (2002)
 94. Gürsel, A., Karacabey, A. Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar ve Kalite Kontrol Testleri, AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın Nu.: 1498, Ankara (1998)
 95. Tharmaraj, N., Shah, N.P.: Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *propionibacteria*. J Dairy Sci. 86, 2288–2296 (2003). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73821-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73821-1)
 96. Bunesova, V., Musilova, S., Geigerova, M., Pechar, R., Rada, V.: Comparison of mupirocin-based media for selective enumeration of bifidobacteria in probiotic supplements. J Microbiol Methods. 109, 106–109 (2015). <https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2014.12.016>
 97. Deak, T.: Handbook of Food Spoilage Yeasts. Handbook of Food Spoilage Yeasts. (2007). <https://doi.org/10.1201/9781420044942>
 98. Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği (Tebliğ No: 2022/13)
 99. Chougui, N., Djerroud, N., Naraoui, F., Hadjal, S., Aliane, K., Zeroual, B., Larbat, R.: Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. (2014). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.025>
 100. Ramadan, M.F., Mörsel, J.T.: Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). Food Chem. 82, 339–345 (2003). [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00550-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00550-2)
 101. Coria Cayupán, Y.S., Ochoa, M.J., Nazareno, M.A.: Health-promoting substances and antioxidant properties of *Opuntia* sp. fruits. Changes in bioactive-compound contents during ripening process. Food Chem. 126, 514–519 (2011). <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.11.033>
 102. Bourhia, M., Elmahdaoui, H., Ullah, R., Ibenmoussa, S., Shahat, A.A.: Physicochemical evaluation of the fruit pulp of *Opuntia* spp growing in the Mediterranean area under hard climate conditions. Open Chem. 18, 565–575 (2020). <https://doi.org/10.1515/chem-2020-0097>
 103. Moussa-Ayoub, T.E., El-Samahy, S.K., Rohn, S., Kroh, L.W.: Flavonols, betacyanins content and antioxidant activity of cactus *Opuntia macrorhiza* fruits. Food Research International. 44, 2169–2174 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.014>
 104. Sáenz, C.: Processing technologies: An alternative for cactus pear (*Opuntia spp.*) fruits and cladodes. J Arid Environ. 46, 209–225 (2000). <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0676>

105. Fernández-López, J.A., Almela, L., Obón, J.M., Castellar, R.: Determination of Antioxidant Constituents in Cactus Pear Fruits. *Plant Foods for Human Nutrition*. 65, 253–259 (2010). <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0189-x>
106. Osorio-Esquivel, O., Alicia-Ortiz-Moreno, Álvarez, V.B., Dorantes-Álvarez, L., Giusti, M.M.: Phenolics, betacyanins and antioxidant activity in *Opuntia joconostle* fruits. *Food Research International*. 44, 2160–2168 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.011>
107. Belviranlı, B: Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ve tohumlarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri üzerine lokasyonun etkisi. (2016)
108. Morales, M., Sáenz, C. and Robert, P.: Bioactive Compounds In Toppings From Colored Cactus Pear Cultivated In Chile. *Acta Horti*. 811, 127-130 (2009). DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.811.13 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.811.13>
109. Dehbi, F., Hasib, A., Tilaoui, M., El Batal, H., Zaki, N., Ouattmane, A., Jaouad, A., Ziad, A.: Bioactive Constituents, Antioxidant Activity and in Vitro Cancer Cell Cytotoxicity of Moroccan Prickly Pear (*Opuntia ficus indica* L.) Juices. *Journal of Natural Sciences Research* www.iiste.org ISSN. 3, (2013)
110. Yahia, E.M.: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. 4, 1–501 (2011). <https://doi.org/10.1533/9780857092618>
111. Duru, B., Turker, N.: Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. (2005)
112. Lamghari, R., Kossori, E.L., Villaume, C., El Boustani, E., Sauvaire, Y., Méjean, L.: Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). (1998)
113. Valenzuela, C., Aguilera, J.M.: Effects of maltodextrin on hygroscopicity and crispness of apple leathers. *J Food Eng*. 144, 1–9 (2015). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.010>
114. Gujral, H.S., Khanna, G.: Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behaviour, texture, color and acceptability of mango leather. *J Food Eng*. 55, 343–348 (2002). [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00112-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00112-7)
115. Sarkar, T., Salauddin, M., Kumar Hazra, S., Chakraborty, R.: A novel data science application approach for classification of nutritional composition, instrumental colour, texture and sensory analysis of bael fruit (*Aegle marmelos* (L) correa). *International Journal of Intelligent Networks*. 1, 59–66 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2020.07.003>
116. Demarchi, S.M., Torrez Irigoyen, R.M., Giner, S.A.: Vacuum drying of rosehip leathers: Modelling of coupled moisture content and temperature curves as a function of time with simultaneous time-varying ascorbic acid retention. *J Food Eng*. 233, 9–16 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.03.027>
117. Kaya, S., Maskan, A.: Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch.

118. Setiaboma, W., Fitriani, V., Mareta, D.T.: Characterization of fruit leather with carrageenan addition with various bananas. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics Publishing (2019)
119. Kaya, S., Kahyaoglu, T.: Thermodynamic properties and sorption equilibrium of pestil (grape leather). (2004). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.034>
120. da Silva Simão, R., de Moraes, J.O., de Souza, P.G., Mattar Carciofi, B.A., Laurindo, J.B.: Production of mango leathers by cast-tape drying: Product characteristics and sensory evaluation. LWT. 99, 445–452 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.013>
121. Suna, S.: Effects of hot air, microwave and vacuum drying on drying characteristics and in vitro bioaccessibility of medlar fruit leather (pestil). Food Sci Biotechnol. 28, 1465–1474 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00588-7>
122. Wojdyło, A., Teleszko, M., Oszmiański, J.: Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. Food Chem. 152, 261–270 (2014). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.124>
123. Kamiloglu, S., Capanoglu, E.: In vitro gastrointestinal digestion of polyphenols from different molasses (pekmez) and leather (pestil) varieties. Int J Food Sci Technol. 49, 1027–1039 (2014). <https://doi.org/10.1111/ijfs.12396>
124. Yildiz, O., Boyraci, G.M.: Production and Some Quality Parameters of Sugar Beet Sweets (Pestil and Köme). Sugar Tech. 22, 842–852 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12355-020-00832-z>
125. Özeltin, K.E., Çağındı, Ö.: Üzüm Pestili Üretiminde Üzüm Posasının Kullanımı. Bahçe. 47(Özel Sayı 1), 321-326. (2018)
126. Özkan Karabacak, A., Çopur, Ö.: Farklı Kurutma Yöntemleri İle Üretilen Karışık Sebze Pestilinin Kuruma Karakteristikleri, Renk Değişim Kinetiği, Mineral Madde İçeriği Ve Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi. Gıda / The Journal Of Food. 46, 1–20 (2020). <https://doi.org/10.15237/gida.gd20090>
127. Irwandi, J., Man, C., Yusof, S., Jinap, S., Sugisawa, H.: Effects of Type of Packaging Materials on Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Durian Fruit Leather During Storage. (1998)
128. Babalola, S., Ashaye, O., Babalola, A. and Ama, J.: Effect of cold temperature storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. Afr J Biotechnol. 1, 61–63 (2002)
129. Wandı, I. and Man, Y.B. 1996. Durian leather: development, properties and storage stability. J Food Quality, 19 (6): 479-489.
130. Ünver, H.: Farklı tatlandırıcı ilavesiyle üretilen kıvılcık pestillerinin antioksidan kapasitesi fenolik madde ve aroma profili (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği, Erzurum, 207s. (2019)
131. Kara, O.O. Altınçilek Meyvesinden (Physalis peruviana L.) Pestil Üretimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta (2014) 137 s. (Doktora Tezi).

132. Concha-Meyer, A.A., D'Ignoti, V., Saez, B., Diaz, R.I., Torres, C.A.: Effect of Storage on the Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Strawberry and Kiwi Leathers. J Food Sci. 81, C569–C577 (2016). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13214>
133. Çakmakçı, S., Topdaş, E.F., Çakır, Y., Kalin, P.: Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. J Sci Food Agric. 96, 1451–1458 (2016). <https://doi.org/10.1002/jsfa.7241>
134. Karaman, S., Toker, Ö.S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., Dogan, M.: Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. J Dairy Sci. 97, 97–110 (2014). <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7111>
135. Çakmakçı, S., Topdaş, E.F., Kalin, P., Han, H., Şekerci, P., Köse, L., Gülçin, I.: Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. Int J Food Sci Technol. 50, 472–481 (2015). <https://doi.org/10.1111/ijfs.12637>
136. Salık, M.A., Arslaner, A.: The quality characteristics and shelf life of probiotic ice cream produced with *Saruç* and *Saccharomyces boulardii* The Quality and Thermal Properties of Plain and Cocoa Yogurt Ice-Cream Samples Produced With Stevia and Honey View project. (2020)
137. Zor, M.İ., Karakütük, A., Şengül, M.: Kokulu üzüm (*Vitis labrusca* L.) meyvesi ve ekstraktlarının dondurma üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması Investigation of the possibilities of using isabella grape (*Vitis labrusca* L.) fruit and its extracts in ice cream production. (2022)
138. Sayar, E., Şengül, M., Ürkek, B.: Antioxidant capacity and rheological, textural properties of ice cream produced from camel's milk with blueberry. J Food Process Preserv. 46, (2022). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16346>
139. Erkaya Kotan, T.: Mineral Composition and Some Quality Characteristics of Ice Creams Manufactured With The Addition Of Blueberry. Gıda. 43, 635–643 (2018). <https://doi.org/10.15237/gida.gd18042>
140. Wilbey, R.A., & Cooke, T.: Effects of solute concentration, overrun and storage on the hardness of ice cream. (1998)
141. Karagözlü, C., Ayhan, E.: Farklı Oranlarda Keçi Sütü ile Üretilmiş Probiyotik Dondurmaların Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 131–140 (2019). <https://doi.org/10.20289/zfdergi.448326>
142. Çakır, Ç.A., Ergenekon, M.: Farklı Oranlarda Menengiç İlavesinin Dondurmanın Fiziksel, Kimyasal, Duyusal Özellikleri ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 5(3):704-713 (2021)
143. Şimşek, E.:Gobdin ve *Bifidobacterium bifidum* ilavesiyle üretilen dondurmaların probiyotik raf ömrü ve kalite özelliklerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, (2016). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
144. Pimentel, T.C., de Oliveira, L.I.G., de Souza, R.C., Magnani, M.: Probiotic ice cream: A literature overview of the technological and sensory aspects and health

properties. Int J Dairy Technol. 75, 59–76 (2022). <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12821>

145. Şimşek, B., Gün, İ.: Some physicochemical, rheological and sensory properties of flavored ice cream Aromalı dondurmaların bazı fizikokimyasal, reolojik ve duyusal özellikleri. Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci. 10, 598–605 (2021). <https://doi.org/10.28948/ngmuh.911167>



EKLER

Duyusal analiz formu Türk Standartlarına (TS 12677) göre hint inciri için revize edilerek hazırlanmıştır.

Ek-A. Pestil örnekleri duyusal analiz değerlendirme formu

Özellik	Puan
Renk	
Hint inciri pestiline özgü renk	4
Çok hafif renk esmerleşmesi/açılması mevcut	3
Renk koyu kahverengi veya açılma var	2
Renk çok koyu veya çok açık	1
Görünüş	
Şeffaf, topaklaşma yok, kalınlık yeknesak	4
Matlaşma mevcut, topaklaşma yok, kalınlık yeknesak değil	3
Mat, yüzeyde nişasta topaklaşması mevcut, kalınlık yeknesak	2
Mat, topaklaşma ve düzensiz partiküller mevcut, kalınlık yeknesak değil	1
Tat ve Koku	
Hint inciri pestiline özgü tat ve koku	4
Hint inciri pestiline özgü tat ve kokuya sahip, çok az yabancı tat ve koku mevcut	3
Hint inciri pestili tadı var ancak yabancı tat-koku baskın	2
Yabancı tat ve koku	1

Ek-B. Dondurmaların duyuusal analiz değeriendirme formu (TS 4265)

Özellik	Nitelik	Puan
Renk ve Görünüş	Çok iyi	5
	İyi a) Net olmayan renk b) Görünümü biraz bozuk	4
	Az kusurlu a) Tabii olmayan renk	3
	Kusurlu a) Görünüm çok bozuk	2
Yapı ve Kıvam	Çok iyi	5
	İyi a) Sert ve sıkı	4
	Az kusurlu a) Delikli hava kabarcıklı b) Yapışkan c) Gevşek dağılan d) Çamurumsu	3
	Kusurlu a) Kristalleşmiş	2
Tat ve Koku	Çok iyi	5
	İyi a) Düşük asitlik (çeşidine göre) b) Şeker azlığı (çeşidine göre) c) Şeker fazlalığı (çeşidine göre)	4
	Az kusurlu a) Acı, yanığımsı, maltımsı b) Sütten gelebilecek yem kokusu c) Aroma eksikliği d) Aroma fazlalığı e) Pişmiş tat f) Yüksek asitlik	3
	Kusurlu a) Küf tadı b) Ekşimsi c) Mayamsı d) Acı ve sabunumsu	2

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Ebru ERBAY

Doğum Yeri ve Yılı:

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dil: İngilizce

Eposta:

Eğitim Durumu

Lise: Sekine Evren Anadolu Lisesi (2005)

Lisans: Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2009)

Yüksek Lisans: Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2012)

Mesleki Deneyim

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Akhisar Meslek Yüksekokulu (2012-2016)

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

İcier F., Yıldız H., Eroğlu S., Sabancı S., Eroğlu E., 2013. Ayva Dilimlerinin Osmotik Kurutulmasında Elektriksel ve Ultrasonik Ön İşlemlerin Etkileri, Akademik Gıda Dergisi , 11-2; 60-69.

Eroğlu, E., Yıldız, H., 2011. Gıdaların osmotik kurutulmasında uygulanan yeni tekniklerin enerji verimliliği bakımından değerlendirilmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(2), 41-48.

Eroglu, E., Yildiz, H., 2010. Recent developments in osmotic dehydration. Akademik Gıda, 8 (6), 24- 28.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler

Yıldız, H., İcier, F., Eroglu, E., Evgin, T., Kayar, G., 2013. Effects of ultrasonic pretreatments on osmotic dehydration of apple slices . 2013 Spring World Congress on Engineering and Technology SCET201. 31 May – 02 June 2013, Wuhan, China.

Yıldız, H., İcier, F., Evgin, T., Eroglu, E., 2012. Effects of ultrasonic and electrical pretreatments on osmotic dehydration of pear slices. International Conference Bio& Food Electrotechnologies BFE 2012. 26-29 September, Salerno, Italy.

E. Eroglu, G.Kayar, H. Yildiz, 2011. Effects of Electrical Field Applications on Extraction Processes. The International Food Congress "Novel Approaches in Food Industry, 26-29 May, Çeşme, İzmir, Turkey.

Yildiz, H., Eroglu, E., 2010. Recent Developments in Osmotic Dehydration. 2nd International Conference of the Food Industries & Biotechnology. 01-03 November, Homs, Syria (Abstract, Oral Presentation). (Tam metin olarak Akademik Gıda Cilt: 8, Sayı: 6'da basılmıştır).

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler

Erbay, E., Bağdatlıoğlu, N. 2021. Pestilde İnovatif Kurutma Yöntemleri. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Üsitem 4.Ulusal Üniversite-Sanayi İşbirliği, Ar-Ge ve İnovasyon Kongresi, 15-16 Aralık, 2021. Manisa.

Yıldız, H., Eroğlu, E., 2014. Üzümün Kurutulmasında Yeni Teknikler. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 17-19 Nisan, 2014. Adana.

