

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gizem YARIZ

**PORTAKAL KABUKLARINDAN ŞEKERLEME ÜRETİMİ
ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PORTAKAL KABUKLARINDAN ŞEKERLEME ÜRETİMİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMA

Gizem YARIZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ
Yıl: 2021, Sayfa: 129
Jüri : Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ
: Dr. Öğr. Üye. Hakan BENLİ
: Dr. Öğr. Üye. Emir Ayşe ÖZER

Portakal kabuğu şekerlemeleri farklı şeker uygulamalarına (toz şekerde ve şeker çözeltisinde bekletilerek) tabi tutularak sıcak havada ve mikrodalgada kurutma yöntemleri ile kurutulmuştur. Portakal kabuğu şekerlemelerinde mikrodalga ile kuruma, sıcak havada kurutmaya göre %60 daha hızlı olmuştur. Depolama süresi, örneklerin hidroksimetil furfural (HMF) içeriğinin, a* değerinin ve ΔE^* (renk farkı) değerlerinin artmasına, toplam kuru madde, L* değeri, b* değeri, C* değeri, askorbik asit, toplam karotenoid, karotenoid bileşenler ve fenolik bileşenlerin azalmasına sebep olmuştur. Toplam kuru madde içerikleri yaklaşık %86 (su aktivitesi 0.48), olan portakal kabuğu şekerlemelerinde, depolama başlangıcındaki (0. ay) HMF değeri ortalama 5.24 $\mu\text{g/kg}$ iken depolama sonunda (9. ay) 41.22 $\mu\text{g/kg}$ olduğu saptanmıştır. Depolama sonunda toplam karotenoid madde içeriğinde yaklaşık %91, askorbik asit içeriği yaklaşık %62 azalmıştır. Depolama süresince ortalama β -kriptoksantin ve β -karoten içeriklerinde sırası ile %80, %85 azalma gözlemlenmiştir. Depolama süresince ortalama hesperidin, narinjin, klorojenik asit ve kafeik asit miktarlarında sırası ile %59, %57, %46, %68 azalma olduğu gözlemlenmiştir. Portakal kabuğu şekerlemelerinin Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) içerikleri açısından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan duyusal değerlendirmeye göre şeker çözeltisinde bekletilen mikrodalgada kurutulmuş örnek en çok beğeniyi kazanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Portakal kabuğu, Valensiya, artık, kurutma (konveksiyonel, mikrodalga), şekerleme, depolama

ABSTRACT

MSc THESIS

RESEARCH ON CONFECTIONERY PRODUCTION FROM ORANGE PEEL

Gizem YARIZ

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

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ
Year: 2021, Page: 1249
Jury : Assoc. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ
: Asst. Prof. Dr. Hakan BENLİ
: Asst. Prof. Dr. Emir Ayşe ÖZER

Orange peel candies are dried in hot air and microwave drying methods by subjecting them to different sugar applications (holding in granulated sugar and sugar solution). Microwave drying in orange peel confectionery was 60% faster than hot air drying. Storage time resulted in increased hydroxymethyl furfural (HMF) content, a^* value, and ΔE^* (color difference) values of the samples, decreased total dry matter, L^* value, b^* value, c^* value, ascorbic acid, total carotenoid, carotenoid components, and phenolic components. In orange peel confections with a total dry matter content of about 86% (water activity 0.48), the HMF value at the beginning of storage (0. months) was an average of 5.24 $\mu\text{g/kg}$, while at the end of storage (9. months) it was found to be 41.22 $\mu\text{g/kg}$. At the end of storage, the total content of carotenoids decreased by about 91% and the content of ascorbic acid decreased by about 62%. During storage, an 80%, 85% decrease in average β -cryptoxanthin and β -carotene content was observed. Average amounts of hesperidine, naringin, chlorogenic acid and caffeic acid during storage %59, %57, %46, %68 a decrease has been observed. Orange peel confections have been found to be richer in calcium (Ca) and potassium (K) content. According to the sensory evaluation, the sample dried in the microwave with holding in the sugar solution gained the most appreciation.

Keywords: Orange peel, Valencia, waste, dehydration (conventional, microwave), confectionery, storage

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada, birçok açıdan yararlı olan portakal kabuklarının şekerleme ürünlerinde katkı maddesi değil de kendisinin direkt olarak kullanılmasını sağlayarak meyve artıklarına artı katma değer yaratılması amaçlanmıştır. Sıcak havalı kurutma ve mikrodalga kurutma olarak iki farklı yöntem kullanılarak kurutulup, barların kuruma davranışları ve işlemlerin kalite parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi araştırılmıştır.

Valensiya çeşidi portakallar yıkandıktan sonra üzerinde acılık veren eteri yağlar bulunan flavedo tabakasının uzaklaştırılması için rendeleme işlemi yapılmış ve sonrasında portakallar sıkıldıktan sonra geriye kalan kabuk ve posadan bar üretimi gerçekleştirilmiştir.

Portakal kabuğundan bar üretimi için; portakal kabuklarının boyutları el ile küçültülüp (1.5 cm X 1.5 cm) acılığın giderilmesi için haşlama işlemi uygulanıp ardından 18 saat toz şekerde bekletilmiştir. Sürenin sonunda fazla şekerin uzaklaştırılması için yıkama işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde acılığı giderilmiş portakal kabukları 1:1.5 oranında su ile sulandırılarak blenderden geçirilmiştir. Diğer grupta ise haşlama işleminden sonra 1 saat %60'lık şeker çözeltisinde tutulup fazla şekerin uzaklaştırılması için yıkama yapılmıştır. Bu şekilde acılığı giderilen portakal kabukları 1:1.5 su ile blenderden geçirilmiştir. Homojen hale getirilen karışıma şeker (%30), nişasta (%3) ve sitrik asit (%2) ilave edilmiş ve belirli bir süre (30 dak) ısıtma işlemi uygulanarak karışımın 30 °B brikse gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra, yağlı kağıt üzerine kalınlığı 5 mm ve boyutları 4x12 cm olan cam şeritler yerleştirilip havuz oluşturularak bar hamuru iki şerit arasındaki boşluğa aktarılıp, bir kılavuz cetvel ile yüzeye serilmiştir. Elde edilen barın kurutulması sıcak havalı kurutma (konveksiyonel) ile 65°C'de ve mikrodalga kurutma yöntemi ile yapılmıştır. Kurutulan örnekler 25°C de 9 ay boyunca depolanıp, 0. ay, 3. ay, 6. ay, 9. aylarda analizlere tabi tutulmuştur.

Sonuçlar incelendiğinde,

Toz şekerde uzun süre ve şeker çözeltisinde kısa bekletilerek hazırlanan portakal kabuğu şekerlemeleri 65°C'de sıcak havalı kurutucuda (konveksiyonel), yaklaşık 240 dakikada kururken, mikrodalgada (100 W'da), yaklaşık 90 dakikada kurumuştur. Depolama süresince toplam kurumadde değerlerinde azalma olduğu fakat örneklerin kurumadde içeriklerinin bozulma olmasına imkan vermeyecek seviyelerde korunduğu tespit edilmiştir (en düşük kurumadde değeri %83.29, en yüksek kurumadde değeri %87.18'dir). Ayrıca örneklerin aw değerleri 0.41 ile 0.43 arasında değişmiştir.

Depolama süresince L* değerleri 64.61 ile 54.79 arasında, b* değerleri 48.27 ile 31.31 arasında, C* değerleri ise 48.27 ile 31.35 arasında değişim göstermiştir. Depolama ile a* değerleri 0.62 ile 1.75 arasında saptanmış ve artış gözlemlenmiştir. Mikrodalgada kurutulan örneklerin depolama sonunda L* ve a* değerleri incelendiğinde ise örneklerdeki L* değeri daha düşük, a* değerleri daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin hue* değerleri ise 89.19 ile 87.14 arasında bulunmuştur.

Portakal kabuğu şekerlemelerinde depolama başlangıcındaki (0. ay) HMF değeri ortalama 5.24 µg/kg iken depolama sonunda (9. ay) 41.22 µg/kg olduğu saptanmıştır. Depolama süresince örneklerin HMF değerlerinde yaklaşık 10 kat artış olmuştur. Furfural (F) içerikleri depolama başında benzer iken, 9. ay sonunda mikrodalgada kurutulan örneklerin F içerikleri daha yüksek bulunmuştur.

Askorbik asit miktarlarındaki azalış en hızlı 0. ve 3. aylarda olmuştur. Askorbik asit miktarı depolama ile %62 azalmıştır. Toplam karotenoid maddeler de depolama ile azalmıştır. Toplam karotenoid maddelerdeki değişim 2.50 ile 0.05 mg/g arasındadır yaklaşık %91 azalmıştır. Depolama süresince ortalama β-kriptoksantin ve β-karoten içeriklerinde sırası ile %80, %85 azalma gözlemlenmiştir.

Örneklerdeki fenolik bileşenlerden hesperidin, narinjin, klorojenik asit, kafeik asite bakılmış olup depolama ile mikrodalgada kurutulan örneklerdeki azalma daha az olmuştur (%59, %57, %46, %68 sırasıyla).

Portakal kabuğu şekerlemeleri Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) içerikleri açısından daha zengin bulunmuştur.

Kurutulmuş örneklerde yapılan pestisit analizinde kalıntı pestisit tespit edilememiştir.

Kurutma sonunda yapılan duyuşal değerlendirmede örnekler benzer puanları almış ancak en yüksek puanı şeker çözeltisinde bekletilmiş mikrodalgada kurutulmuş (M) örnekler almıştır.



TEŞEKKÜR

Tezim süresince bana her zaman yol gösteren, tüm zorluklarda yanımda olan ve bana her konuda desteğini hissettiren, bu tezin her aşamasında büyük emeği olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ'a,

Tezimin değerlendirilmesi sürecinde desteğini esirgemeyen ve tezime katkıda bulunan değerli tez jürisi hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Emir Ayşe ÖZER'e,

Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen ve bana yol gösteren kıymetli hocalarım Dr. Erdal AĞÇAM ve Ar. Gör. Burcu DÜNDAR'a,

Üretim aşamalarının büyük bölümünde emeği olan ve ne zaman yardıma ihtiyacım olsa yardımda bulunan lisans arkadaşlarım Merve CAN ve Esra VURUCU'ya,

Bugünlere gelmem için çok emek veren, en büyük desteklerim ve en değerli varlıklarım, annem Neslihan YARIZ ve babam Yusuf YARIZ'a,

Tezimin her aşamasında yanımda olup desteğini hep hissettiren sevgili eşim Aziz Can GÜZELYÜRÜR'e,

Manevi destekleri için çok değerli arkadaşlarıma,

Destek ve katkılarından dolayı, Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne ve Tarım ve Orman Bakanlığı Mersin Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne,
Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL ve METOT	35
3.1 Materyal	35
3.2 Metot	35
3.2.1. Şekerleme Üretim Aşamaları	35
3.2.2. Uygulanan Analizler	39
3.2.2.1. pH Tayini	39
3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Tayini.....	40
3.2.2.3. Toplam Kuru Madde Tayini	40
3.2.2.4. Su Aktivitesi Tayini	40
3.2.2.5. Renk Tayini.....	40
3.2.2.6. Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Furfural (F) Tayini.....	41
3.2.2.7. Askorbik Asit Tayini.....	43
3.2.2.8. Toplam Fenolik Madde Tayini	44
3.2.2.9.Toplam Karotenoid Analizi	45
3.2.2.10. Fenolik Bileşenlerin Belirlenmesi.....	45
3.2.2.11. Karotenoid Bileşenlerin Belirlenmesi	47
3.2.2.12. Şeker Analizi.....	48

3.2.2.13. Pestisit Analizi	49
3.2.2.14. Mineral Madde Analizi	49
3.2.2.15. Duyusal Değerlendirme	50
3.2.2.16. İstatistiksel Değerlendirme	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	51
4.1. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Kurutma Eğrileri	51
4.1. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince pH Değerleri.....	53
4.2. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Titrasyon Asitliği Değerleri	55
4.3. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Kurumadde Değerleri	57
4.4. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince su aktivitesi (aw) Değerleri	59
4.5. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince L* Değerleri	61
4.6. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince a* Değerleri.....	62
4.7. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince b* Değerleri	64
4.9. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince hue* Değerleri....	66
4.9. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince C* Değerleri.....	69
4.11. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince ΔE^* Değerleri...	71
4.12. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Hidroksimetil Furfural (HMF) İçerikleri	74
4.13. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Furfural İçerikleri	76
4.13. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Askorbik Asit İçerikleri.....	78
4.14. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Karotenoid Madde İçerikleri.....	81
4.15. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Karotenoid Bileşen İçerikleri.....	82

4.16. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	86
4.17. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Fenolik Bileşen İçerikleri.....	88
4.19. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinde Şeker İçerikleri	93
4.20. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinde Mineral Madde İçerikleri	94
4.21. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Pestisit İçeriğı	95
4.22. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Duyusal Değlendirilmesi	95
5. SONUÇLAR.....	99
KAYNAKLAR.....	103
ÖZGEÇMİŞ	119
EKLER.....	120



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Turunçgil meyveleri ve artıklarından çeşitli farmasötik çalışmalar	11
Çizelge 2.2. Bazı turunçgil artıklarının bazı başlıca bileşenleri (kuru esasa göre %)	14
Çizelge 2.3. Portakal kabuğunun bileşimi	15
Çizelge 2.4. Farklı turunçgil kabuklarındaki karotenoid Bileşenleri	19
Çizelge 2.5. Turunçgil kabuklarının karotenoid içeriği	21
Çizelge 2.6. Turunçgillerin kabuk (flavedo + albedo) ekstraktlarının toplam fenol içerikleri	22
Çizelge 2.7. Turunçgil kabuklarının flavonoid içerikleri.....	24
Çizelge 2.8. Turunçgil kabuklarının fenolik asit içerikleri	25
Çizelge 2.9. Bazı Flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları	27
Çizelge 2.10. Farklı çeşit portakal kabuğundaki flavonoidler	28
Çizelge 2.10. Bazı portakal çeşitlerinin kabuklarında bulunan fenolik içerikleri	30
Çizelge 2.11. Turunçgil kabuklarının pektin içeriği.	31
Çizelge 3.1. Fenolik bileşen analizinin yürütücü faz oranları	46
Çizelge 4.1. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama boyunca karotenoid bileşen içerikleri	83
Çizelge 4.2. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama boyunca fenolik bileşen içerikleri	89
Çizelge 4.3. Portakal kabuğu şekerlemelerinin mineral madde değerleri	94
Çizelge 4.4. Portakal kabuğu şekerlemelerinin duyu analizi sonuçları	96



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1.	Dünya genelinde ticari olarak yetiştirilen başlıca turunçgil çeşitlerinin yenilebilen, yenileyen kısımları	6
Şekil 2.2.	(a) Tipik bir turunçgil meyvesinin anatomisi ve fiziksel bileşimi; (b) kabuktaki flavedo, albedo ve çekirdeklerin bileşimi (c) turunçgillerin ve mikro besinlerin kimyasal bileşimi.....	8
Şekil 2.3.	Turunçgil artıklarından katma değerli ürünlerin geri kazanımında kullanılan yöntemler (ekstraksiyon, ayırma, saflaştırma, tanımlama ve karakterizasyon).	11
Şekil 2.4.	β -karoten ve α -karoten'in kimyasal yapısı ark,.....	18
Şekil 2.5.	Karotenoidlerin özellikleri	18
Şekil 2.6.	Bazı flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları ark,	27
Şekil 2.7.	Hesperidinin kimyasal yapısı	29
Şekil 3.1.	Kabuklarından şekerleme üretiminde kullanılan Valensiya çeşidi portakal.....	35
Şekil 3.2.	Portakal kabuklarından şekerleme üretim akış şeması	37
Şekil 3.3.	a) Portakallar sıkıldıktan sonra geriye kalan kabuk ve posa b) Kabuk ve posadan elde edilen pulp	38
Şekil 3.4.	Yağlı kâğıt üzerinde kalınlığı 5 mm ve boyutları 4x12 cm olan barlar.....	38
Şekil 3.5.	a) Kurutulmuş şekerleme b) Kurutulmuş şekerlemelerin muhafazası	39
Şekil 3.6.	Hidroksimetilfurfural tayin yönteminin akış şeması	42
Şekil 3.7.	Askorbik asit tayin yönteminin akış şeması	43
Şekil 3.8.	Toplam fenolik madde analizinde uygulanan analiz yöntemi	44
Şekil 3.9.	Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi.....	46
Şekil 3.10.	Karotenoid bileşen analizi için uygulanan ekstraksiyon yöntemi	48
Şekil 4.1.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin ağırlık azalışı.....	51

Şekil 4.2.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin kurutma hızları	52
Şekil 4.3.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki pH değerleri.....	54
Şekil 4.4.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki titrasyon asitliği değerleri	56
Şekil 4.5.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam kurumadde değerleri.....	58
Şekil 4.6.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki a_w değerleri.....	60
Şekil 4.7.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki L^* değerleri.....	62
Şekil 4.8.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki a^* değerleri.....	64
Şekil 4.9.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki b^* değerleri.....	65
Şekil 4.10.	Hunter renk sistemi	67
Şekil 4.11.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hue^* değerleri.....	68
Şekil 4.12.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki C^* değerleri.....	71
Şekil 4.13.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolamasırasındaki ΔE^* değerleri.....	73
Şekil 4.14.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki HMF içerikleri	74
Şekil 4.15.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki furfural içerikleri	77
Şekil 4.16.	Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki askorbik asit içerikleri	79

Şekil 4.17. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam karotenoid madde içerikleri.....	81
Şekil 4.18. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki β -kriptoksantin içerikleri	84
Şekil 4.19. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki β -karoten içerikleri.....	85
Şekil 4.20. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde içerikleri.....	86
Şekil 4.21. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hesperidin içerikleri.....	91
Şekil 4.22. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki naringin içerikleri	91
Şekil 4.23. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki kafeik asit içerikleri.....	92
Şekil 4.24. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki klorojenik asit içerikleri.....	92
Şekil 4.25. Portakal kabuğu şekerlemelerinin şeker içerikleri	93
Şekil 4.26. Portakal kabuğu şekerlemelerinin duyusal analiz profili	97



SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
dak	: Dakika
%	: Yüzde
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
L	: Litre
mL	: Mililitre
µL	: Mikro Litre
cm	: Santimetre
K	: Şeker çözeltisinde kısa süre bekletilen (1 saat) sıcak havada kurutulmuş
KB	: Toz şekerde uzun süre bekletilen (18 saat) sıcak havada kurutulmuş
M	: Şeker çözeltisinde kısa süre bekletilen (1 saat) mikrodalgada kurutulmuş
MB	: Toz şekerde uzun süre bekletilen (18 saat) mikrodalgada kurutulmuş
HMF	: 5-Hidroksimetilfurfural
BHT	: Bütillenmiş hidroksitoluen
K ₂ SO ₄	: Potasyum Sülfat
CuSO ₄	: Bakır (II) Sülfat
H ₂ SO ₄	: Sülfirik Asit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
H ₃ BO ₃	: Borik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
ΔE*	: Toplam Renk Farkı
GHz	:Gigahertz



1. GİRİŞ

Rutaceae familyasının *Citrus* cinsine ait, ferahlatıcı koku (uçucu yağlar) ve yüksek miktarda C vitaminine (askorbik asit) sahip turunçgil meyveleri, hastalık önleyici ve tedavi edici özellikteki sağlığa yararlı olan birçok fitokimyasal maddeleri içermeleri sebebi ile önemli bir besin kaynağıdır. Ayrıca turunçgil meyveleri yüksek C vitamini içeriğinin yanı sıra uçucu yağlar, karotenoidler (β -karoten), pektin, diyet lifi, fenolik asit ve flavonoidler bakımından oldukça zengindir (Ladaniya, 2008; Rafiq ve ark, 2018; Xu ve ark, 2007; M'hiri ve ark, 2014).

Türkiye’de 16.3 milyon ton meyve üretilmekte ve bunun 4.29 milyon tonunu turunçgiller oluşturmaktadır. Turunçgillerin ana vatanı Güneydoğu Asya, Çin ve Hindistan olmakla birlikte, günümüzde subtropik iklimlere sahip birçok ülkede yetiştirilmektedir. Turunçgil meyveleri ülkemizde, limon (*Citrus limon*), tatlı portakal (*Citrus sinensis*), mandarin (*Citrus reticulata*), altıntop (greyfurt) (*Citrus paradisi*), turunç (*Citrus aurantium*) yaygın olarak yetiştirilen çeşitleridir (Uysal ve Polatöz, 2017; Tokgöz ve Gölükcü, 2009).

Dünya’da 102 milyon ton turunçgil üretimi gerçekleşmektedir ve bu üretimin %53’ünü yani 54 milyon tonunu portakal oluşturmaktadır (USDA, 2020b). Türkiye, dünya portakal üretiminin %4’ ünü karşılayarak üretimde yedinci sıradadır ve bu yaklaşık olarak 1.7 milyon ton portakal üretimine denk gelmektedir (Anon, 2020). Portakal, meyve suyu sanayisinin en çok tercih ettiği turunçgildir ve 2019/2020 verilerine göre dünyada 1.6 milyon ton portakal suyu üretimi gerçekleştirilmiştir (Uysal ve Polatöz, 2017; USDA, 2020a).

Portakalların meyve suyuna işlenmesi sonucunda yaklaşık olarak %55 oranında posa meydana gelmektedir (Deniz ve ark. 2015). Yapılan çalışmalarda; portakalların posa kısmında, yenilen kısımdan daha yüksek oranlarda antioksidan özelliklere sahip fitokimyasallar içerdiği saptanmıştır. Ancak bu kısımlar artık olmaktadır (Güzel ve Akpınar, 2017).

Artık; ihtiyaçlarımızı karşılamak için tükettiğimiz besinlerin kullanılmayan, atılan kısımlarıdır. Artıkların çeşitliliği ve miktarı her geçen gün artmakla birlikte; içerisinde bulunan önemli besin öğeleri ve sağlığa yararlı bileşenlerde kullanılmadan yok olmaktadır (Güzel ve Akpınar, 2017). Tarımsal artıkların bir kısmı hayvan yemi olarak kullanılmakta fakat meyve suyu posasını hayvan yemi olarak işlemek daha maliyetli olduğu için kimyasal bileşimi çok zengin olan bu posa artık olmaktadır (Deniz ve ark, 2015).

Portakal; kabuk ve meyve eti kısımlarından oluşan bir turuncgildir. Turuncgillerde kabuk ve meyve oranı sırasıyla %25-50 ile %75-50 arasında değişmekte olup portakallardaki kabuk meyve eti oranı ise ortalama %50'dir. Portakalın dış kısmını oluşturan kabuk tabakası flavedo ve albedo adı verilen iki katmandan oluşmaktadır. Flavedo kabuk tabakasının yaklaşık %30'unu oluştururken albedo tabakası ise kabuğun yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Meyve suyu üretiminde yaş meyvenin %40 ile 65'i arasındaki kısım artık olarak çıkmaktadır (Deveci, 2008). MEYED' e (Meyve Suyu Endüstrisi Derneği) göre 1 ton portakal suyu konsantresi için işlenen meyve 18 tondur. Buna göre 1 ton portakal suyu konsantresi elde edilmesi sonucu 7.2-11.7 ton artık oluşacaktır (Anon, 2019).

Önümüzdeki süreçlerde artan nüfus ile birlikte gıda işleyen fabrikaların sayısının da artmaya devam edeceğini öngörerek, gıda artık miktarlarının artacağı ve bu doğrultuda artık problemlerinin de önem arz edeceği düşünülmektedir. Artığın, gıdaların zenginleştirilmesi ve içerdikleri değerli bileşenlerin insan vücuduna alınması ile sağlık açısından ve beslenme bakımından da ilave bir fayda sağlayarak kullanılması, son yıllarda israf için kullanılan alanı ve maliyeti azaltmak için trend olmuştur. Bu konuda yapılacak çalışmalar, endüstriyel uygulamalar için ılık tutacak ve gıda sektörünün gelişmesine katkıda bulunacaktır (Yağcı ve ark, 2006; Rahman ve ark, 2018).

Narenciye posası, protein içeriği düşük, karbonhidrat içeriği yüksek olduğu ve aynı zamanda pektin, soğuk preslenmiş yağlar ve limonen kaynağı olduğu için kurutulmuş küspe ile karıştırılarak sığır yemi olarak kullanılabilir. (Vaccarino ve ark, 1989; Bocco ve ark. 1998).

Günümüzde narenciye kabuğu tozu; geleneksel olarak çayı tatlandırmak, bazı geleneksel yemekler ve kekler hazırlamak için kullanılır. Narenciye kabuğunun doğal özleri ayrıca ilaç endüstrisinde tıbbi preparatlar, sabunlar, parfümler ve diğer kozmetikler için de kullanılmaktadır. Ek olarak, endüstriyel çözücülerin formülasyonunda kullanılan limonin açısından zengindir, organik çözücü olarak da kullanılmaktadır (M'hiri ve ark, 2014)

Meyve ve sebze artıklarının atılması beslenme açısından önemli olan diyet lifi, antioksidanlar, pektin, elzem yağ asitleri, vitaminler gibi birçok faydalı maddenin kayıplarına sebep olmaktadır. Çalışmamızda, elde edilen şekerlemelerin kurutulması için sıcak havalı kurutma ve mikrodalga kurutma olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Sıcak hava ile kurutma yöntemi geçmişte çok eskilere dayanan ve çabuk bozulan ürünlerin korunması için kullanılan çok etkili bir yöntemdir (Bingöl, 2010). Meyve ve sebzelerin kurutulmasında, sıcak hava ile kurutma diğer yöntemler ile kıyaslandığında ekonomik ve kolay olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıcak hava, ısı ve kütle transferi için ıslak materyali konveksiyon yolu ile kurutur ve suyun buharlaşması için gerekli ısı, bir gaz tarafından (genellikle hava) tarafından taşınmaktadır (Doğanay, 2009).

Bu çalışmada, portakal kabuklarının şekerleme ürünlerinde katkı maddesi değil de kendisinin direkt olarak kullanılmasını sağlayarak meyve artıklarına artı katma değer yaratılması düşünülmüştür. Bu amaçla elde edilen üründen, besin değeri yüksek olan portakalın kabuk kısmının çocuklar için besin takviyesi olarak değerlendirilebileceği sağlıklı atıktırmalıklar haline getirmek ve gıda sanayisine kazandırılması da düşünülmüştür. Tez çalışmamızda, portakal kabuklarından hazırlanan şekerlemelerin sıcak havalı (konveksiyonel) ve mikrodalga kurutma

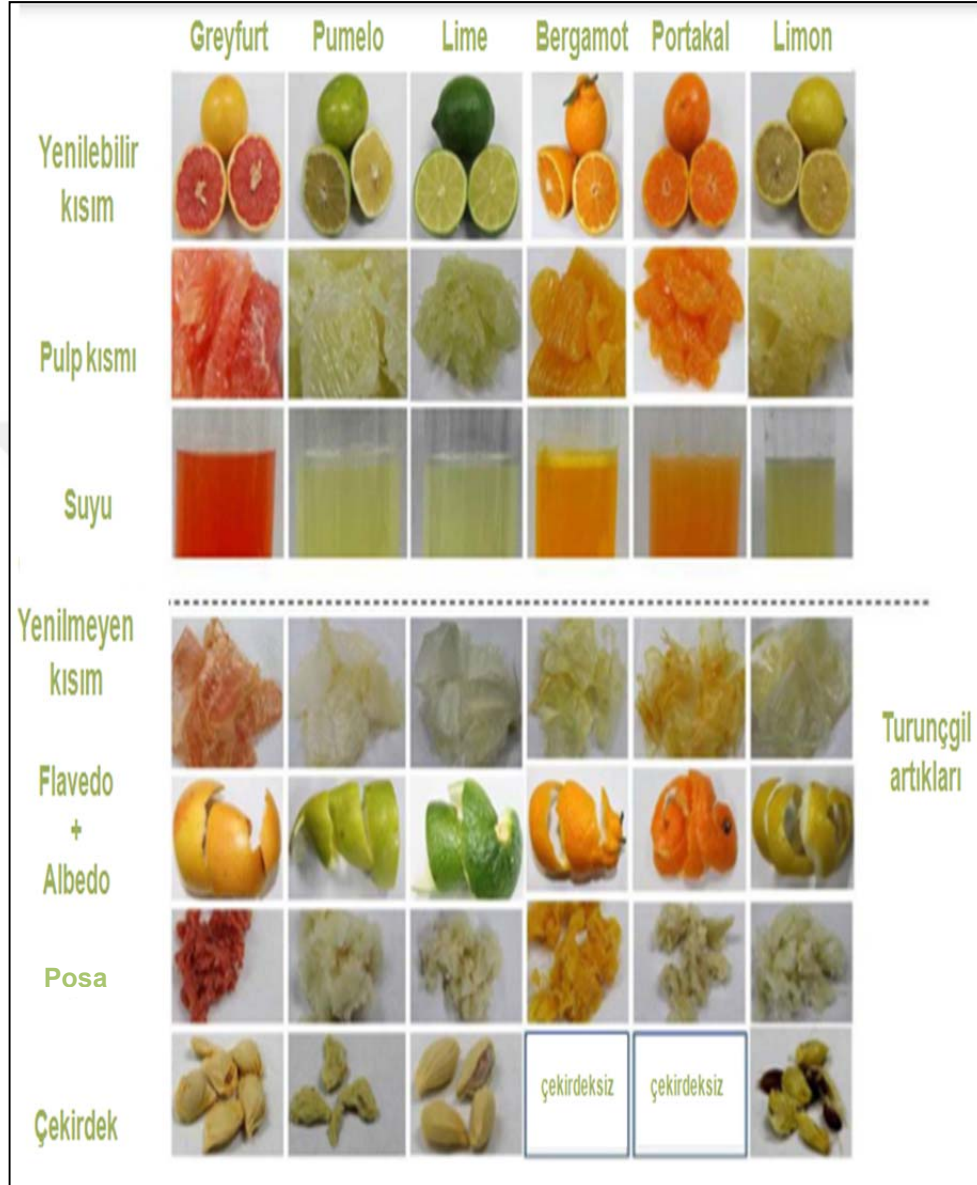
olarak iki farklı yöntem kullanılarak kurutulup, şekerlemelerin kuruma davranışları ve işlemlerin ürünün kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, elde edilen örneklerde 9 aylık depolama süresince fenolik ve karotenoid bileşen, askorbik asit ve HMF içeriği, pH, titrasyon asitliği, renk, toplam karotenoid ve fenolik madde tayini ve duyusal değerlendirme yapılarak örnekler arasında kıyaslama yapılmıştır. Aynı zamanda kurutulmuş örneklerle şeker, mineral madde ve pestisit analizleri yapılmıştır.



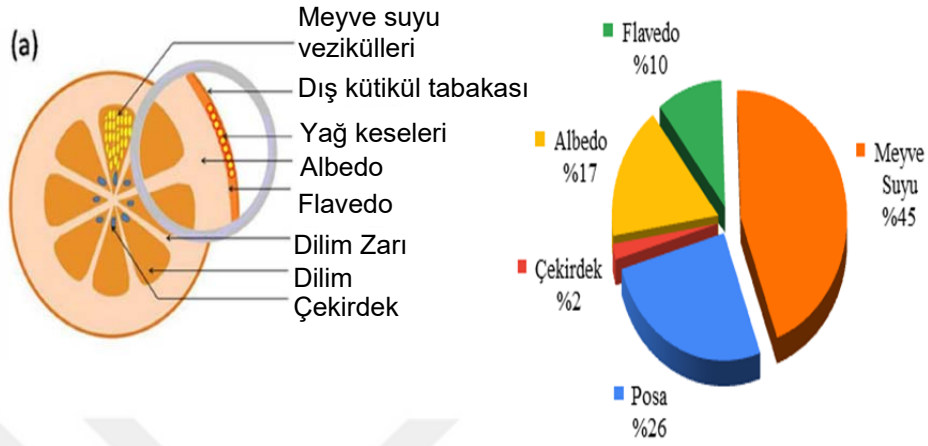
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tüketicilerin doğal gıda hammaddelerine olan talebi, turunçgil artıklarından, doğal katma değerli bileşiklerin geri kazanılmasına yönelik araştırma çalışmalarını artırmıştır.

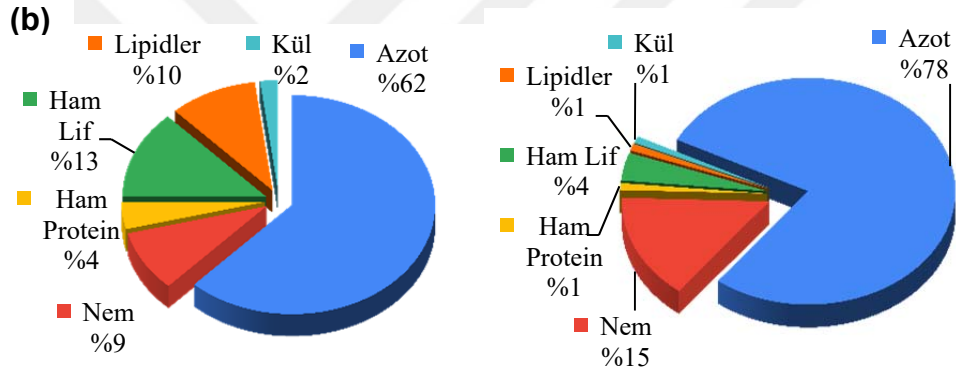
Farklı turunçgil meyvelerinin anatomisi tür, çeşit, kalite ve olgunluk derecesine göre değişmektedir. Turunçgil meyvelerinin görseli Şekil 2.1'de gösterilmektedir. Şekilde, dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen başlıca turunçgil çeşitlerini ve bunların yenilen ve yenilemeyen kısımlarını göstermektedir. Tipik bir turunçgil meyvesinin anatomisi ve kantitatif fiziksel bileşimi Şekil 2.2.a'da gösterilmektedir. Turunçgillerin kabuğu flavedo, albedo ve tohumlar gibi narenciye artığı olarak da adlandırılan farklı yenmeyen kısımlarının kimyasal bileşimi Şekil 2.2.b'de gösterilmektedir. Makro ve mikro besinlerin kimyasal bileşimi Şekil 2.2.c'de gösterilmektedir. Narenciye artığı, çözünür şeker, nişasta, selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektin içeren lif, kül, yağ ve protein ve birçok biyoaktif bileşik içermektedir. Bu artık, birçok biyoaktif bileşik içerdiğinden çevreye çok zararlıdır ve bertaraf edilmeden önce dikkatlice muamele edilmelidir. Büyük miktardaki biyokütleyi idare etmek için yetersiz altyapı ve bilgi ve farkındalık eksikliği nedeniyle, narenciye artıklarının bertarafı gelişmekte olan ülkelerde büyük bir sorundur. Narenciye kabuğu ve posası, turunçgil suyu işleme endüstrilerinin yan ürünleridir ve taze meyve ağırlığının yaklaşık % 55–60'ını oluşturur ve işleme endüstrilerinden gelen artıkların dünya çapında 15×10^6 tondan fazla olduğu tahmin edilmektedir (Mahatoa ve ark, 2018).



Şekil 2.1. Dünya genelinde ticari olarak yetiştirilen başlıca turunçgil çeşitlerinin yenilebilen, yenileyen kısımları (Mahatoa ve ark. 2018).

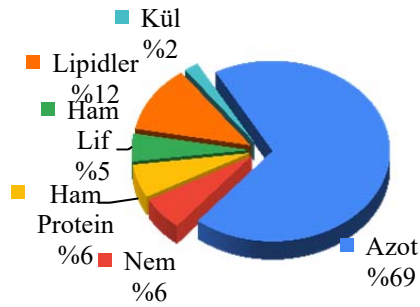


Turunçgillerin fiziksel bileşimi (yaklaşık değerler)

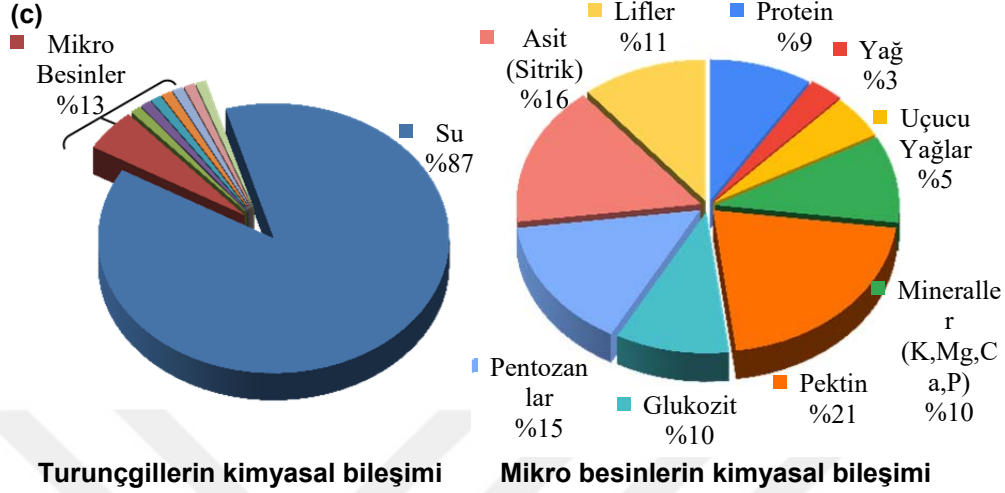


Flavedo Tabakası

Albedo Takabası



Çekirdekler



Şekil 2.2. (a) Tipik bir turunçgil meyvesinin anatomisi ve fiziksel bileşimi; (b) kabuktaki flavedo, albedo ve çekirdeklerin bileşimi (c) turunçgillerin ve mikro besinlerin kimyasal bileşimi (Mahatoa ve ark. 2018).

Turunçgil artığından katma değerli ürünün geri kazanımı, ekstraksiyon, izolasyon, saflaştırma, tanımlama ve karakterizasyon gibi adımları içermektedir. Bu aşamalarda yöntemlerin seçimi, suda çözülebilirlik, yağda çözülebilirlik gibi bileşiklerin doğasına bağlıdır. Turunçgil artığının katma değerli ürün eldesinde kullanılan yöntemler Şekil 2.3'te gösterilmektedir. Polifenoller, karotenoidler ve uçucu yağlar, narenciye yan ürünlerindeki biyolojik olarak en aktif bileşikler olarak kabul edilir. Polifenollerin ve karotenoidlerin, çoğunlukla antioksidan aktivitelerine atfedilen sayısız sağlık yararına sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca polifenoller, fonksiyonel gıda, ilaç ve kozmetik ürünlerinin üretimi için iyi bir hammadde olarak önemli bir potansiyele sahiptir (Mahatoa ve ark, 2018). Çizelge 2.1'de turunçgillerden elde edilen fitokimyasalların ve çeşitli hastalıkların, insan sağlığı üzerine etkilerine ilişkin bazı bilimsel çalışmaların verilmiştir.

Dünya çapında narenciye üretimi yılda 88 milyon tonun üzerindedir (Marín ve ark. 2007) ve bu meyvelerin neredeyse yarısı sıkılarak meyve suyuna dönüştürülür ve kabuğu, dilim zarlari ve diğer yan ürünleri dahil olmak üzere geri kalanı turunçgil artığı olarak kabul edilmektedir (Wilkins ve ark. 2007). Turunçgil

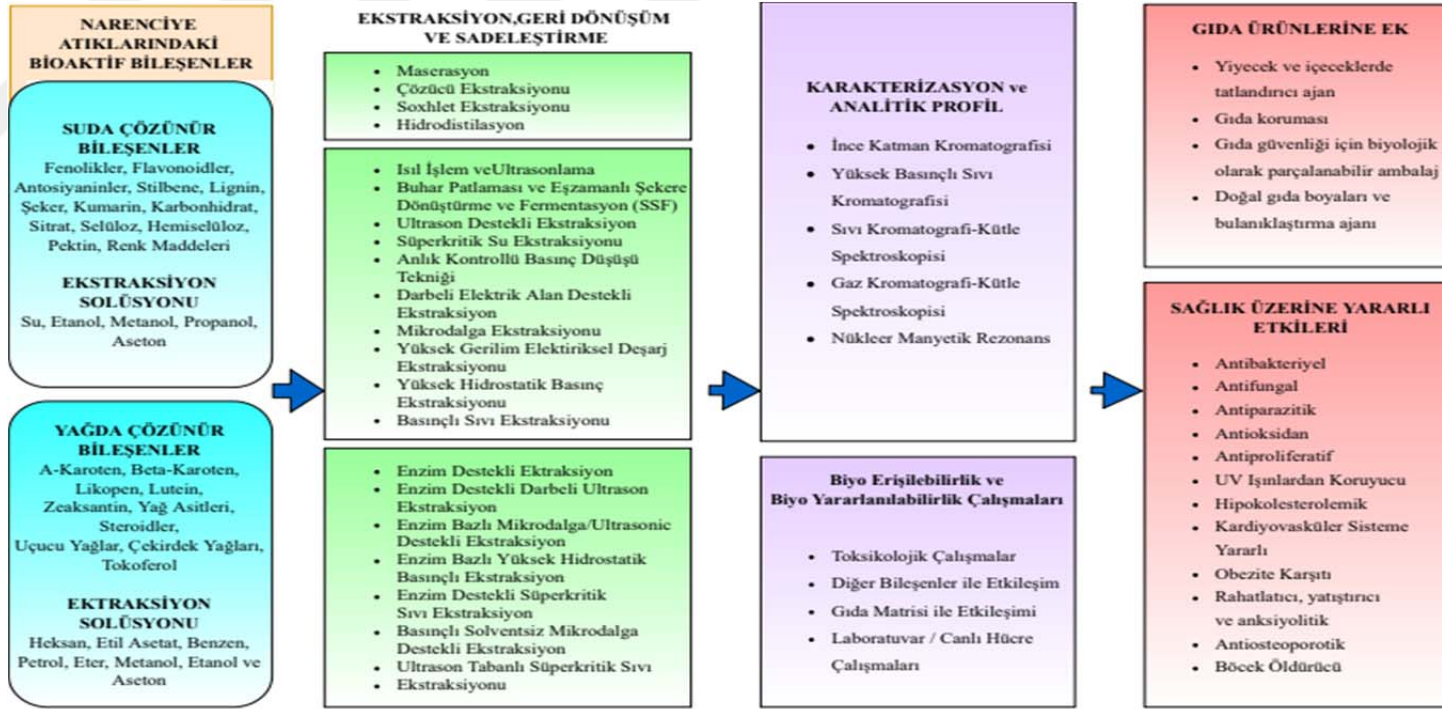
artıkları kurutulabilir ve pektin ekstraksiyonu için hammadde olarak kullanılırken hayvan yemi için peletlenebilmektedir (Mamma ve ark. 2008). Narenciye artıklarıyla uğraşırken, mevcut endüstriyel uygulamalar, narenciye işleme artıklarının ilk olarak serbest sıvıyı çıkarmak ve pres keki yapmak için preslendiği basit adımları takip etmektedir. İkincisi, artık bertaraf maliyetlerinden kaçınmak için sığır yemi olarak satış için kurutulmaktadır. Kurutulmuş narenciye işleme artıkları % 30-40 şeker, pektin (% 15-25), selüloz (% 8-10), % 5-7 aralığında hemiselüloz % ve 10 nem içerir (Grohmann ve ark, 1994; Mahatoa ve ark. 2018).

Turunçgil işleme sanayinin artıklarının fonksiyonel bileşenleri gıda ürünlerinde kullanılması umut verici bir alandır. Son zamanlarda, gıda pazarında, yenilikçi fonksiyonel gıda sektörü hızla büyümekte ve daha önemli hale gelmektedir. Narenciye yan ürünlerinde fonksiyonel diyet liflerinin ve antioksidanların varlığı, sağlıklı gıda ürünleri elde etmek için gıda işlemede uygulanmalarına katkı sağlamaktadır. Araştırmalar, günlük beslenmede artan diyet lifinin sağlığı korumak için çok önemli olduğunu gösterdiğinden günlük olarak lifli gıdaların tüketimine olan ilgi giderek artmaktadır. Sık tüketilen gıdalara (et, süt ürünleri ve unlu mamuller) lif ilavesi, lif eksikliği ile ilişkili mevcut sağlık sorunlarının üstesinden gelmeye yardımcı olacaktır. Turunçgil artıkları, özellikle kabuklar iyi bir lif kaynağıdır ve kabukların ana bileşeni Albedo'dur. Diğer diyet lifi kaynaklarından daha kaliteli lifler bakımından zengin kabuğun hemen altında beyaz, süngerimsi, selülozik bir dokudur. Gıda işlemede lifler, pişirme veriminde önemli bir gelişme göstermiş, formülasyon maliyetini düşürmüş ve gıda ürünlerindeki dokuyu güçlendirmiştir (Mahatoa ve ark. 2018).

Genel olarak, albedoyu, gerçek insan diyetindeki lif açığı ve kanser ve diğer hastalıkların riskini önleyebilecek gıdalara dahil etmek yararlı olabilecektir. Narenciye yan ürünlerindeki karmaşık polisakkarit içeriğinin yanı sıra, narenciye artıkları ayrıca renkli bileşenler de içermektedir. Aynı zamanda büyük ölçüde alkolsüz içecek endüstrileri tarafından kullanılan potansiyel doğal bulanıklaştırma ajanları olarak ta kullanılmaktadır. Narenciye meyvelerinin yenmeyen kısımları,

çeşitli karışımlar veya bitki çayları elde edilerek katma değeri yüksek bileşikler elde edilebilir. Turunçgil kabukları kurutularak soğuk algınlığı ve mide ağrılarını azaltmada kullanıldığı gibi, toz olarak dondurma, yoğurt ve günlük olarak tüketilen çeşitli gıda maddeleri ile karıştırılarak kullanılabilir (Mahatoa ve ark. 2018). Pişirilmiş albedodaki pH değerlerinin ham albedoya göre daha yüksek olduğu ve nedenin ise pişirme işleminin albedo içinde bulunan organik asitlerin süzülmesini kolaylaştırdığını bildirilmiştir. Pişirilen albedodaki nem içeriğinin artmasını ise su tutma yeteneğine bağlamışlardır (Meseguer, 2002).





Şekil 2.3. Turunçgil artıklarından katma değerli ürünlerin geri kazanımında kullanılan yöntemler (ekstraksiyon, ayırma, saflaştırma, tanımlama ve karakterizasyon) (Mahatoa ve ark. 2018).

Çizelge 2.1. Turunçgil meyveleri ve artıklarından çeşitli farmasötik çalışmalar (Mahatoa ve ark. 2018)

Turunçgil Meyvesi	Meyve parçası ekstraktı/bileşimi	Sağlık Üzerindeki Etkisi	Referans
<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	Kurutulmuş kabukların sulu ekstraktı/ flavonoidlerin polimetoksi flavonoidler	Hepatoprotektif ve immünosupresif etkiler	Pantsulaia ve ark. (2014)
<i>C. sinensis</i> ve <i>Limon Kabuğu</i>	Etanol ve suda (sıcak ve soğuk) kabuk ekstraktı / Tanenler, saponinler, fenolik bileşikler, uçucu yağlar ve flavonoidler	Diş çürüğü bakterileri <i>Streptococcus mutans</i> ve <i>Lactobacillus acidophilus</i> 'a karşı antimikrobiyel etki	Shetty ve ark. (2016)
<i>C. grandis</i> L. Osbeck	Soxhlet ile 8 saat % 80 etanol içinde kabuk ekstraktı /flavonoid-naringin, narirutin, neohesperidin	Siklofosamid(CYP) ve doksorubisine (DOX) karşı kardiyoprotektif aktivite, sıçanlarda kardiyak toksisiteye neden olmuştur	Baniya ve ark.(2015)
<i>Citrus limetta</i>	Sulu kabuk ekstraktı /polifenolik bileşikler	Anti diyabetik (antihiperglisemik); antioksidan aktivite	Padilla-Camberosve ark. (2014)
<i>C. limon</i>	Kabuk uçucu yağlarını soğuk presleme / terpenoidler	Oral kandidiyazis (<i>Candida albicans</i>) mantarı üzerinde antifungal etki	Hernawan ve ark. (2015)
Turunçgil	Kabuk ekstraktı ve formüle edilmiş turunçgil biyoflavonoidleri	Taş oluşturan proteinlerin inhibisyonu	Sridharan ve ark.(2016)
<i>Citrus kawachiensis</i>	Kurutulmuş kabuk tozu / Aurapten	Antiinflamatuvar etki	Okuyama ve ark. (2014)

Üçte biri işleme için kullanılan turunçgiller % 50–60 organik artık oluşturmaktadır. Narenciye işleme artıklarının pH değerleri (3–4) düşüktür ve yüksek organik madde (toplam katıların % 95'i) ve yüksek su içeriği (yaklaşık % 80-90) ile karakterize edilir. Çizelge 2.2 bazı turunçgillerin işleme endüstrisinde çıkan artık ürünlerinin bileşimini özetlemektedir. Bu bileşim, bazı yağları, serbest şekerleri (örneğin, glikoz, fruktoz ve sukroz), organik asitleri, karbonhidrat polimerlerini (selüloz, hemiselüloz ve pektin), enzimleri (pektinesteraz, fosfataz ve peroksidaz), flavonoidleri, uçucu yağları (esas olarak limonen) ve pigmentleri içermektedir. Portakal işleme artıklarındaki organik asitler, yani sitrik, malik, malonik ve oksalik asitler birlikte kuru ağırlığın yaklaşık % 1'ini oluşturmaktadır. Turunçgillerde sitrik asit baskın organik asittir ve genellikle limon suyu 48 g/L' nin üzerinde sitrik asit içeriği ile en yüksek asitliğe sahiptir. Meyve suyunun tadı esas olarak şekerler ve organik asitlerden etkilenirken, uçucu organik bileşikler aromasıyla ilişkilidir. Narenciye işleme artıkları aynı zamanda turunçgil çekirdeklerinde baskın olarak C16 ve C18 yağ asitleri profilinde yüksek yağ içeriğine sahiptir. Yüksek miktarda narenciye işleme artıklarının çevreye olumsuz etkileri ve ayrıca artık kaynaklı ürünlerin biyoekonomiye katkısı ile ilgili olarak artıkların gıda, yem ve yakıtlara değerlendirilmesi bir zorunluluktur (Satari ve ark. 2018).

Çizelge 2.2. Bazı turunçgil artıklarının bazı başlıca bileşenleri (kuru esasa göre %)

Artık	Kül	Şeker	Yağ	Protein	Flavononoid	Pektin	Lignin	Selüloz	Hemiselüloz	Kaynak
Limon kabukları	2.52	6.52	1.51	7.00	12.54	13.00	7.56	23.06	8.09	Marín ve ark. (2007)
Tatlı portakal kabukları	2.56	9.57	4.00	9.06	4.50	23.02	7.52	37.08	11.04	Marín ve ark. (2007)
Turunçgil artığı ^a	3.73	22.9 ^b	3.78 ^c	6.07	—	25.00	2.19	22.00	11.09	Pourbafrani ve ark. (2010)
Turunçgil artığı ^a	4.75	33.09 ^b	—	—	—	15.30 ^d	1.95	8.82	7.96 ^e	Satari ve ark. (2017)
Kinnowa mandalina	3.23	31.58	—	5.78	—	22.6	0.56	10.10	4.28	Oberoi ve ark. (2011)

^a Meyve suyu ekstraksiyonundan sonra portakal ve greyfurt kabukları, çekirdekleri ve yaprak kalıntılarının karışımı^b Glikoz, sükroz ve fruktozun toplamı^c Limonin^d Galakturonan^e Arabinan, ksilan, galaktan ve mannan'ın toplamı

Portakal kabuğunun temel bileşenlerinden, vitamin, mineral ve yağ içerikleri Amerika Birleşik Devleti Tarım Bakanlığından sunulan veriler (USDA, 2020b) Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Portakal kabuğunun bileşimi (USDA, 2020b)

Besin Değerleri	Birim	100 g’da
Enerji	Kcal	97.00
Su	g	72.50
Protein	g	1.50
Toplam Yağ	g	0.20
Karbonhidrat	g	25.00
Lif	g	10.60
Kül	g	0.8
Mineraller		
Kalsiyum (Ca)	mg	161
Demir (Fe)	mg	0.80
Magnezyum (Mg)	mg	22
Fosfor (P)	mg	21
Potasyum (K)	mg	212
Sodyum (Na)	mg	3
Çinko (Zn)	mg	0.25
Bakır (Cu)	mg	0.092
Vitaminler		
Vitamin C,	mg	136.0
Tiyamin	mg	0.120
Riboflavin	mg	0.090
Niyasin	mg	0.900
Vitamin B-6	mg	0.176
Folat (Vitamin B-9)	µg	30
Vitamin B-12	µg	0.00
Vitamin A, Rae	µg	21
Vitamin A, Iu	IU	420
Vitamin E (Alfa Tokoferol)	mg	0.25
Yağlar		
Yağ Asitleri, Toplam Doymuş	g	0.024
Yağ Asitleri, Toplam Tekli Doymamış	g	0.036
Yağ Asitleri, Toplam Çoklu Doymamış	g	0.040
Yağ Asitleri, Toplam Trans	g	0.000
Kolestrol	mg	0

Turunçgillerde kabuk kısmının alt katmanını oluşturan albedo; sahip olduğu yüksek miktardaki lif içeriği sebebiyle özellikle diyet lifi üretiminde varlığı arzu edilen bir bölge olup, pektin bakımından oldukça zengindir (Cemeroğlu, 2004; M'hiri ve ark, 2014). Diyet lifi; ürünün tekstürel özelliklerini iyileştirme, pişirme kayıplarını azaltma gibi teknolojik avantajlarının yanı sıra pek çok hastalığın ortaya çıkma risklerini azaltan fonksiyonel özelliklere sahip bir gıda bileşenidir (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Diyet lifi sahip olduğu fizyolojik etkileri sebebiyle (kardiyovasküler hastalık, kolon kanseri, obezite, kabızlık ve tansiyon riskini azaltması vb.) tıp dünyasında özellikle üzerinde durulan ve sıklıkla tüketilmesi vurgulanan bir bileşendir (Thebaudin ve ark, 1997; M'hiri ve ark, 2014). Genellikle çözünür diyet lifi ve çözünmez diyet lifi olarak sınıflandırılan diyet lifi, hem oligosakkaritler hem de polisakkaritler olmak üzere bitki karbonhidrat polimerlerinin bir karışımından oluşur (Rafiq ve ark, 2018). Portakal suyu üretiminden arta kalan yan ürün artıkları, özellikle pektin bakımından zengin olması sebebiyle diyet lifi olarak oldukça önemli bir kaynak teşkil etmektedir. Portakal lifi; pektin, selüloz, hemiselüloz ve lignin bakımından oldukça zengindir. (Lagha-Benamrouche ve Madani, 2013; Grigelmo-Miguel ve Belloso, 1999; Ekici ve Ercoşkun, 2007).

Pektik maddeler, orta lamelin ve meyve dokularının birincil hücre duvarlarının ana bileşenidir (Kar ve Arslan, 1999). Ayrıca pektin, kolesterol seviyelerini düşürür ve anti-kanser ajanı olduğu düşünülmektedir (M'hiri ve ark, 2014).

Pektin, bitkisel dokularda yaygın olarak bulunmasına rağmen her bitkide ekonomik bir üretime elverecek düzeyde bulunmamaktadır. Bazı bitkilerde ise yeterli düzeyde bulunmasına karşın üretilen pektin nitelikleri bu alanda kullanılmaya elverişli olmaktan uzaktır. Meyve suyu işleme artıklarından elma posası ve narenciye kabukları ile ayçiçeği tablası ve şeker pancarı küspesi en önemli pektin hammaddeleridir. Dünyada pektin üretiminde hammadde olarak

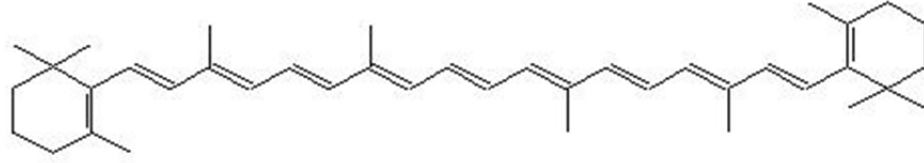
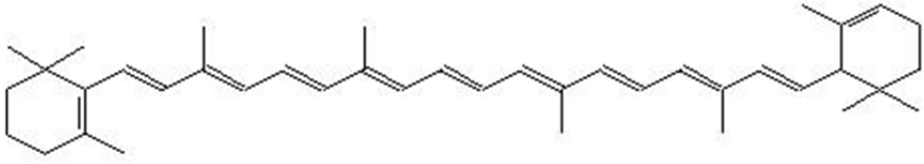
çoğunlukla turunçgil kabukları kullanılmaktadır (Akhtar ve Uddin, 1971; Arslan ve Toğrul, 1996).

Turunçgiller ve turunçgil meyve suları, insan beslenmesi için önemli olan askorbik asit, flavonoidler ve fenolik bileşikler gibi antioksidanlar da dahil olmak üzere önemli bir biyoaktif bileşik kaynağıdır. Son zamanlarda, birçok çalışma, bazı meyve ve sebzelerin yan ürünlerinin değerlendirilerek, doğal bir antioksidan kaynağı olabileceğini ileri sürmüştür (Lagha-Benamrouche ve Madani, 2013).

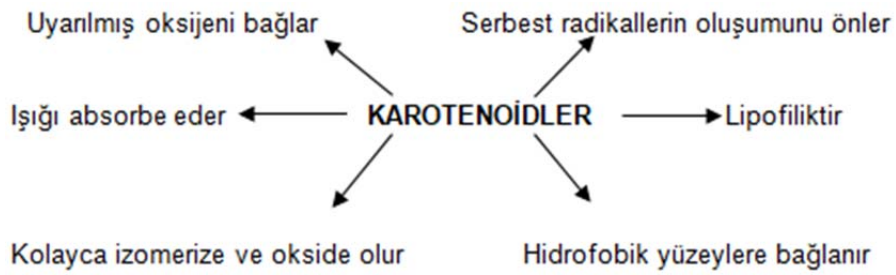
Doğal renk maddeleri sınıfında yer alan karotenoidler, bitkiler aleminde oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Melendez-Martinez ve ark, 2003). Karotenoidler 600'ün üzerinde çeşitli izoprenoidler ile ilgili yapılarda bitkiler, fungi ve bakteriler tarafından biyosentez edilmektedir. Turunçgil meyveleri ve hibritlerinde 115'den daha fazla sayıda kompleks yapıda karotenoidlerin var olduğu, fakat bunların tamamının provitamin A aktivitesine sahip olmadığı belirtilmektedir (Cortes ve ark, 2006).

Meyve ve sebzelerin bileşiminde bulunan karotenoidlerin insan sağlığı üzerinde önemli rol oynadıkları, hatta yapılan bazı çalışmalarda kanseri önleyici etkiye sahip oldukları bulunmuştur. Turunçgil meyveleri, günlük beslenmemiz açısından önemli miktarlarda C vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi fitokimyasallar içermektedir. Ayrıca bu fitokimyasallar antioksidan kapasiteye sahiptir ve hücreleri serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasara karşı koruyabilir (Bozkır, 2010; Xu ve ark, 2007).

Karotenoidler, yağda iyi çözündükleri halde, suda çözünmezler, bu nedenle lipokromlar olarak bilinirler. Bu bileşikler ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır fakat yüksek sıcaklıklarda stabildirler. Karotenoidlerin merkezi iskeleti 8 izoprenoid ünitesinin yan yana dizilmesiyle oluşmuştur. Genel formülü $C_{40}H_{56}$ olup yapılarında çok sayıda çift bağ bulunmaktadır (Turkcan ve Okmen, 2012). Şekil 2.4'de β -karoten ve α -karoten'in kimyasal yapısı verilmiştir.

 β -karoten α -karotenŞekil 2.4. β -karoten ve α -karoten'in kimyasal yapısı (Sroka ve ark, 2005).

Karotenoidler, belirli bir renk oluşumu için en az yedi konjuge çift bağ içermelidir. Konjuge bağ sayısı arttıkça renk yoğunluğu da artmaktadır Aynı sayıda çift bağ içeren karotenoidler, siklizasyon nedeniyle farklı renk tonlarında bulunabilmektedir. Genel olarak karotenoidlerin renkleri, konsantrasyona ve molekülün yapısına bağlı olarak değişmektedir (Turkcan ve Okmen, 2012). Karotenoidlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri Şekil 2.5.' de özetlenmiştir.



Şekil 2.5. Karotenoidlerin Özellikleri (Turkcan ve Okmen, 2012)

Portakala rengini veren flavedo tabakası; portakalın türüne göre turuncudan kırmızıya değişen renk aralığına sahip olup karotenoid pigmentleri ve eterik yağlar

bakımından zengindirler. Özellikle içerdği eterik yağlar bakımından ürüne acılık veren flavedo tabakası, diyet lifi üretiminde bazı problemler oluşturmaktadır (Cemeroğlu, 2004).

Hayvan hücrelerinde A Vitamini doğrudan sentezlenemez. Karotenoidler çok önemli provitamin A kaynağıdır. Pek çok hayvan türü bitki karotenoidlerini enzimatik olarak A vitaminine dönüştürebilmektedir. β -karoten, en yüksek provitamin A aktivitesine sahip olup, α -karoten, γ -karoten, β -zeakaroten, kriptoksantin, kriptokapsin provitamin A aktivitesi gösteren karotenoidlerden bazılarıdır (Ötleş ve Atlı, 1997).

Farklı turunçgil kabuklarındaki karotenoid bileşenleri Çizelge 2.4.'de verilmiştir. Portakal kabuğunda en baskın karotenoid bileşen violaxsantin ve β -citraurin olduğu çizelgeden görülmektedir.

Çizelge 2.4. Farklı turunçgil kabuklarındaki karotenoid bileşenleri (%) (Agócs ve ark, 2007).

Karotenoid	Portakal	Mandalina	Kamkat	Greyfurt	Limon
Neochrome	1.6	3.1	1.5	2.2	4.3
Violaxanthin+furanoid	13.6	8.7	9.8	8.9	0.2
β -Citraurin	10.8	13.3	16.6	9.3	4.0
(Z)- β -citraurin	1.0	1.2	1.0	0.7	0.1
Luteoxanthin	2.9	1.6	3.7	2.1	0.5
(9Z)-violaxanthin	33.8	18.0	16.9	6.4	1.6
(13Z)-violaxanthin	1.4	0.3	1.7	1.7	0.1
Lutein	6.6	5.4	5.5	7.6	8.3
Cryptochrome	3.5	2.8	5.7	4.3	1.4
Diepoxide like	0	1.4	0	0	7.4
Monoepoxide	—	—	1.2	1.5	3.1
Monofuranoid	2.1	4.5	3.8	2.1	7.9
α -Cryptoxanthin	0.3	0.3	0.2	1.4	1.5
β -Cryptoxanthin	3.5	23.4	11.4	11.3	19.9
(Z)- β -cryptoxanthin	1.2	3.9	2.8	1.6	3.6
ξ -Carotene	1.2	1.8	0.9	7.5	7.2

Kabuklar, 0.021 ± 0.0004 ile 2.04 ± 0.036 mg/g db (β -karoten eşdeğerleri) arasında değişen toplam flavonoidlerden çok daha az toplam karotenoid içermektedir (Çizelge 2.5) (Wang ve ark. 2008). Sekiz narenciye kabuğundan Ponkan, Murcott ve Tonkan en yüksek toplam karotenoid miktarına sahiptir (2.04 ± 0.036 , 1.59 ± 0.011 ve 1.4 ± 0.074 mg/g db (sırasıyla β -karoten eşdeğerleri)). Portakal, pomelo ve greyfurt kabuklarında yayınlanan toplam karotenoid içeriği sırasıyla 0.151–0.218, 0.017–0.054 ve 0.003–0.218 mg/g db aralığındadır. Dört portakalın toplam karotenoid içeriği karşılaştırıldığında, (Ponkan, Tonkan, Murcott ve Liucheng) çok daha yüksek (0.445 ± 0.008 - 2.04 ± 0.036 mg/g db) olduğu belirlenmiştir. En yüksek karotenoid seviyeleri (yani lutein, zeaksantin, β -kriptoksantin ve β -karoten) Ponkan (114 μ g/g db), Kumkuat (113 μ g/g db) ve Liucheng (108 μ g/g db) kabuklarında, orta seviye Murcott (67.5 μ g/g db) ve Tonkan (65.1 μ g/g db) kabuklarında ve en düşük seviyeler ise Limon (14.9 μ g/g db), Peiyou (3.12 μ g/g db) ve Wendun (2.67 μ g/g db) kabuklarındadır. β -kriptoksantin (30.5 ± 1.26 μ g/g db) ve β -karoten (69.2 ± 2.67 μ g/g db) Ponkan kabuğundaki ana karotenoidlerdir.

Çizelge 2.5. Turunçgil kabuklarının karotenoid içeriği (mg/g, µg/g db) (Wang ve ark. 2008).

Bilimsel Adı	Yerel Adı	Toplam Karotenoid (mg/g db)	Lutein	Zeaksantin	β-Kriptoksantin	β-Karoten
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Ponkan	2.04 ± 0.036 ^a	7.75 ± 0.33 ^d	6.46 ± 0.29 ^e	30.5 ± 1.26 ^b	69.2 ± 2.67 ^a
<i>C. tankan</i> Hayata	Tonkan	1.42 ± 0.074 ^c	7.10 ± 0.25 ^d	11.6 ± 0.58 ^d	9.52 ± 0.43 ^d	36.9 ± 1.38 ^c
<i>C. reticulat</i> x <i>C. sinensis</i>	Murcott	1.59 ± 0.011 ^b	13.3 ± 0.51 ^c	25.2 ± 0.99 ^c	16.9 ± 0.75 ^c	12.1 ± 0.51 ^b
<i>C. grandis</i> Osbeck	Wendun	0.036 ± 0.0006 ^g	0.80 ± 0.04 ^f	0.51 ± 0.02 ^f	0.40 ± 0.02 ^e	0.96 ± 0.05 ^e
<i>C. grandis</i> Osbeck CV	Peiyu	0.021 ± 0.0004 ^g	1.03 ± 0.04 ^f	0.73 ± 0.04 ^f	0.52 ± 0.03 ^e	0.84 ± 0.04 ^e
<i>C. microcarpa</i>	Kumkat	0.737 ± 0.029 ^d	36.4 ± 1.56 ^a	36.4 ± 1.57 ^a	37.0 ± 1.45 ^a	2.79 ± 0.14 ^e
<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	Liucheng	0.445 ± 0.008 ^e	29.3 ± 1.17 ^b	27.7 ± 1.21 ^b	0.76 ± 0.04 ^e	50.2 ± 2.28 ^b
<i>C. limon</i> (L.) Bur	Limon	0.110 ± 0.001 ^f	2.95 ± 0.12 ^e	0.81 ± 0.04 ^f	0.81 ± 0.04 ^e	10.3 ± 0.47 ^d

Sunulan veriler ortalama ± standart sapma (n = 3) cinsindendir ve farklı harflerle p < 0.05'te önemli ölçüde farklıdır.

Polifenoller neredeyse tüm meyve ve sebzelerde belirli miktarda (az veya çok) bulunurlar. Fakat özellikle meyveler sebzeler göre polifenoller bakımından daha zengindirler. Polifenollerin bir kısmı ağızda buruk bir tat bırakırken, bir kısmı da renkli olduklarından, meyve ve sebzelerin renkleri üzerinde etkilidirler. Bütün bunlara ek olarak polifenoller, fenol oksidaz enzimleriyle enzimatik renk esmerleşmesine neden olan önemli bir madde grubudur (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Gıda endüstrisinde renklendirici ve tatlandırıcı maddeler olarak; nutrasötiklerde ve diyet takviyelerinde fonksiyonel bileşenler olarak; formüle edilmiş ürünlerin raf ömrünü uzatmak için koruyucu olarak ve sağlık ve ilaç endüstrisinde antibiyotikler, antitümör ajanlar, anti-inflamatuar, Anti-Alerjik vb. yaygın olarak kullanılmaktadır (Ozturk ve ark, 2018).

Folin-Ciocalteu testi ile ölçülen turunçgillerin kabuk (flavedo + albedo) ekstraktlarının toplam fenol içeriği hakkındaki karşılaştırmalı literatür verileri Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.6. Turunçgillerin kabuk (flavedo + albedo) ekstraktlarının toplam fenol içerikleri (Ramful ve ark. 2010).

Turunçgil Meyvesi	Toplam polifenolik madde ($\mu\text{g/g}$ FW)	Kaynak
Greyfurt*	1550 ^a	Gorinstein ve ark. (2004)
Tatlı Portakal*	1790 ^a	
Limon*	1900 ^a	
Beyaz Greyfurt**	282 ^b	
Jaffa Tatlı Greyfurt**	376 ^b	
Limon (cv. Meyer)**	598 ^a	Li ve ark. (2006)
Limon (cv. Yenben)**	1190 ^a	
Greyfurt a**	1616 ^a	
Mandalina (cv. Ellendale)**	1211 ^a	
Tatlı Portakal (cv. Navel)**	736 ^a	
Limon**	1882–2828	Ramful ve ark. (2010)
Mandalina**	2649–6923	
Tatlı Portakal**	4509–6470	

*CAE: Klorojenik asit eşdeğer, **GAE: Gallik asit eşdeğer, ^a Değerler, mg/100 g taze ağırlık (FW), ^b Değerler, $\mu\text{mol/g}$ FW cinsinden

Turunçgil kabuklarında sağlığa olumlu katkılarda bulunan bol miktarda fitokimyasallar (flavonoidler, karotenoidler ve pektin) yer almaktadır. Kabukta bulunan flavonoidlerden; neoeriositrin, naringin ve neohesperidin, ekşi portakal (*C. aurantium*), limon ve bergamut ana flavanonlardır. Diosmetin türevleri; göbekli portakal, bergamot ve limon kabuğundaki başlıca flavonlardır. Hesperidin; Valensiya, Navel, Temple ve Ambersweet portakal kabuklarında en bol bulunan flavonoid iken ve naringin; greyfurt kabuğunda en bol bulunan flavonoiddir. Hidroksisinnamik asit türevleri kabukta meyve suyundan çok daha yüksektir (Wang ve ark. 2008).

Sekiz turunçgil çeşidinin kabuğundaki toplam flavonoid ve flavonoid bileşenlerin miktarı Çizelge 2.7.'de gösterilmiştir (Wang ve ark. 2008). Toplam flavonoid içeriği 32.7 ile 49.23 mg/g (db, rutin eşdeğerleri), en yüksek seviyeler Ponkan ve Peiyou kabuklarında mevcuttur (sırasıyla; 49.2 ve 48.7mg/g (db, rutin eşdeğerleri)), ardından Wenden kabuğunda (46.7mg/g db) mevcuttur. Diğer beş turunçgil kabuğundaki içerikler 32.7 ile 41.0mg/g db arasında değişmektedir. Toplam flavonol içeriği (yani rutin, quercetin ve kaempferol) Ponkan ve Kumkuat'ta en yüksektir (sırasıyla 1.14 ve 1.02 mg/g db). Sekiz narenciye kabuğunun flavanon içeriklerinden naringin, hesperidin ve neohesperidin seviyeleri sırasıyla 0.21–29.8, 0.10–29.5 ve 0.02–0.34 mg/g (db) dir. Ayrıca, naringin pomelo ve Wendun (sırasıyla 29.8 ve 23.9 mg/g db) kabuklarında; hesperidin, Ponkan, Tonkan ve Liucheng kabuklarında (sırasıyla 29.5, 23.4 ve 20.7 mg/g db) fazla miktarda belirlenmiştir. Limon kabuğu, orta seviyede hesperidin (9.42 mg/g db) içermektedir. Fenolik asit bileşiklerinin içeriği Çizelge 2.8'de gösterilmiştir: En baskın fenolik asit, klorjenik asit (145–339 mg /g db) olup bunu, q-kumarik asit, ferulik asit, sinapinik asit ve kafeik asit izlemiştir.

Çizelge 2.7. Turunçgil kabuklarının flavonoid içerikleri (mg/g, db) (Wang ve ark. 2008).

Bilimsel Adı	Yerel Adı	Toplam Flavonoid	Naringin	Hesperidin	Neohesperidin	Luteolin	Rutin	Kuersetin	Kemferol
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Ponkan	49.2±1.33 ^a	0.54±0.02 ^{de}	29.5±0.32 ^a	0.11±0.003 ^d	0.21±0.01 ^a	0.29±0.004 ^a	0.47±0.004 ^b	0.38±0.002 ^a
<i>C. tarkan</i> Hayata	Tonkan	39.6±0.92 ^c	0.58±0.01 ^d	23.4±0.25 ^b	0.06±0.002 ^f	0.19±0.01 ^b	0.26±0.01 ^b	0.26±0.002 ^c	0.27±0.003 ^e
<i>C. reticulata</i> x <i>C. sinensis</i>	Murcott	39.8±1.02 ^c	0.54±0.02 ^{de}	0.93±0.04 ^e	0.13±0.002 ^c	0.20±0.01 ^{ab}	0.25±0.002 ^c	0.15±0.002 ^g	0.20±0.003 ^f
<i>C. grandis</i> Osbeck	Wendun	46.7±1.5 ^b	23.9±0.32 ^b	0.32±0.004 ^f	0.34±0.002 ^a	NDC	0.18±0.004 ^e	0.23±0.001 ^d	0.33±0.002 ^b
<i>C. grandis</i> Osbeck CV	Peiyu	48.7±1.53 ^a	29.8±0.20 ^a	0.34±0.01 ^f	0.09±0.002 ^e	ND	0.17±0.001 ^f	0.19±0.001 ^f	0.13±0.003 ^h
<i>C. microcarpa</i>	Kumkat	41.0±1.37 ^c	0.21±0.01 ^f	0.10±0.004 ^f	0.02±0.001 ^g	ND	0.09±0.00 ^g	0.78±0.003 ^a	0.15±0.004 ^g
<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	Liucheng	35.5±1.04 ^d	0.36±0.004 ^{ef}	20.7±0.38 ^c	0.09±0.003 ^e	0.11±0.00 ^c	0.23±0.003 ^d	0.14±0.002 ^h	0.32±0.002 ^c
<i>C. limon</i> (L.) Bur	Limon	32.7±1.06 ^c	1.51±0.05 ^c	9.42±0.41 ^d	0.16±0.001 ^b	0.08±0.00 ^d	0.29±0.002 ^a	0.21±0.003 ^e	0.31±0.003 ^d

Sunulan veriler ortalama ± standart sapma (n = 3) cinsindendir ve farklı harflerle p < 0.05'te önemli ölçüde farklıdır.

Çizelge 2.8. Turunçgil kabuklarının fenolik asit içerikleri (mg/g, db) (Wang ve ark. 2008).

Bilimsel Adı	Yerel Adı	Kafeik Asit	Klorojenik Asit	Ferulik Asit	Sinapik Asit	p-kumarik Asit
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Ponkan	3.06 ± 0.03	321 ± 15.29 ^b	150 ± 4.89 ^a	94.2 ± 1.22 ^c	346 ± 2.45 ^a
<i>C. tankan</i> Hayata	Tonkan	7.30 ± 0.49 ^e	319 ± 15.09 ^b	139 ± 2.43 ^c	162 ± 0.49 ^b	319 ± 1.95 ^b
<i>C. reticulat</i> x <i>C. sinensis</i>	Murcott	7.23 ± 0.40 ^e	339 ± 4.01 ^a	145 ± 2.41 ^b	178 ± 5.62 ^a	183 ± 1.20 ^f
<i>C. grandis</i> Osbeck	Wendun	8.22 ± 0.75 ^e	230 ± 6.73 ^d	30.3 ± 1.21 ^g	178 ± 5.62 ^a	142 ± 1.21 ^g
<i>C. grandis</i> Osbeck CV	Peiyou	27.5 ± 1.74 ^b	173 ± 8.28 ^e	32.2 ± 1.31 ^g	29.2 ± 1.31 ^g	241 ± 0.87 ^d
<i>C. microcarpa</i>	Kumkat	17.3 ± 1.57 ^c	145 ± 3.93 ^f	52.7 ± 1.57 ^e	49.5 ± 0.79 ^e	41.7 ± 1.57 ^h
<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	Liucheng	12.6 ± 1.21 ^d	300 ± 7.69 ^c	45.3 ± 0.40 ^f	44.9 ± 1.62 ^f	229 ± 1.21 ^e
<i>C. limon</i> (L.) Bur	Limon	80.0 ± 3.72 ^a	179 ± 4.65 ^e	59.1 ± 0.93 ^d	59.6 ± 0.47 ^d	264 ± 4.19 ^c

Sunulan veriler ortalama ± standart sapma (n = 3) cinsindendir ve farklı harflerle p < 0.05'te önemli ölçüde farklıdır.

Rapisarda ve ark. (1999), Valensiya ve Washington Navel portakal çeşitlerinde fenolik bileşiklerin miktarının ferulik asit eşdeğeri olarak sırasıyla 488 ± 19.7 µg/mL ve 361.4 ± 16.9 µg/mL, askorbik asit içeriklerinin ise sırasıyla 417.0 ± 18.3 µg/mL olduğunu belirlemişlerdir.

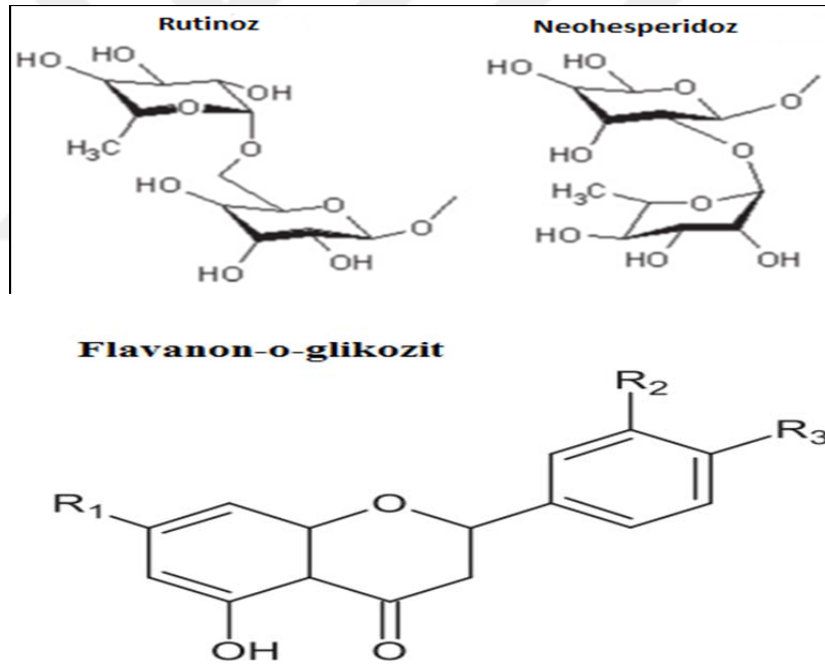
Flavonoidler, polifenol bileşiklerin sekonder metabolitleri olup bitkilerde doğal olarak bulunurlar. Flavonoidler, bir fenil benzo piron yapısına sahip polifenolik bileşiklerdir ve C pozisyonunda bir karbonil grubu ile doğrusal bir üç karbon zinciri ile birleştirilen iki benzen halkası olarak temsil edilir ve temel yapısı $C_6-C_3-C_6$ 'dır. C_6 kısımları aromatik halkalardır. Flavonoidlerin çeşitliliğini C_3 karbon zincirinin yapısal özellikleri ve oksitlenme düzeyi belirlemektedir (Altan, 1983a; Suna ve Ayaz, 2019; Rafiq ve ark, 2018).

Turunçgillerin, çoğu flavanon glikozitler; narirutin, naringin, hesperidin ve neohesperidin formunda bulunan flavonoidler bakımından zengin olduğu bilinmekte olup acılıktan sorumlu madde gruplarından biridir (Hsu ve ark, 1998, Singh ve ark, 2003; Mouly ve ark, 1998; Xu ve ark. 2007). Altıntop ve portakalda acılıktan sorumlu olan flavanoidler; naringin, neohesperidin ve neoeriocitrin gibi neohesperidose flavanonlar (rhamnosyl-a-1,2 glucose) 'dır. Bunun yanında hesperidin, narirutin ve didymin gibi rutinozid flavanonlar tatsızdır (Horowitz, 1986). Şekil 2.6'da bazı flavanon glikozitlerin yapısı gösterilip, tatlarıyla ilgili bilgi verilmektedir (Stinco ve ark, 2013). Flavanonlara bağlanan rutinoz olduğu zaman tatsız bileşik oluştururken, neohesperidoz olduğu zaman acı bileşik oluşumuna neden olmaktadır. Turunçgillerdeki flavonoid konsantrasyonları kabuk ve çekirdeklerinde daha yüksektir (Lachos-Perez ve ark, 2018).

Çizelge 2.9. Bazı Flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları (Stinco ve ark, 2013)

Bileşik adı	R ₁	R ₂	R ₃	Tat
Didymin	O-Ru ^a	H	OMe	tatsız
Hesperidin	O-Ru ^a	OH	OMe	tatsız
Narirutin	O-Ru ^a	H	OH	tatsız
Narinjin	O-Nh ^b	H	OH	acı
Neohesperidin	O-Nh ^b	OH	OMe	acı
Neohesperidin	O-Nh ^b	OH	OH	acı

^a O- Rutinoz ; ^b O- Neohesperidoz



Şekil 2.6. Bazı flavanon-o-glikozitlerin kimyasal yapısı ve tatları (Stinco ve ark, 2013)

Farklı çeşit portakal kabuğundaki flavonoidler Çizelge 2.9. 'da verilmiştir. En baskın olan fenolik bileşenler üzerinden değerlendirme yapıldığında hekzan

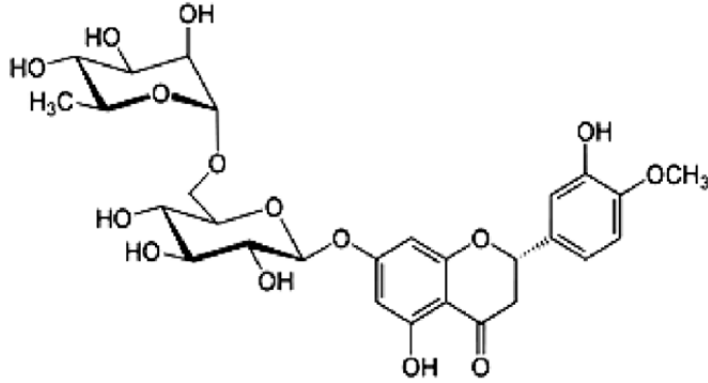
üzerinden tespit yapılamamış, ancak naringin en fazla metanol ekstraksiyonunda, hesperidin ise dimetil sülfoksit ekstraksiyonunda en yüksek değeri vermiştir.

Çizelge 2.10. Farklı çeşit portakal kabuğundaki flavonoidler (mg/g kuru ağırlık) (Pereira ve ark, 2017).

Çözgenler	Portakal kabuğundaki flavonoidler	
	Naringin	Hesperidin
Dimetil Sülfoksit Ekstraksiyonu		
Bahia (Washington)	2.06 ± 1.78	41.17 ± 0.08
Şeker portakal	0.80 ± 0.02A	28.30 ± 0.02
Persion Lime	1.73 ± 0.05	0.00 ± 0.00
Hekzan Ekstraksiyonu		
Bahia (Washington)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Şeker portakal	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Persion Lime	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Methanol Ekstraksiyonu		
Bahia (Washington)	2.98 ± 0.02	37.84 ± 0.13
Şeker portakal	0.00 ± 0.00	24.93 ± 0.13
Persion Lime	0.00 ± 0.00	3.30 ± 0.01

Turunçgillerde en bol bulunan flavanoid glikozit olan hesperidin (Şekil 2.7.); antimikrobiyal ve antioksidan kapasitesinin yanı sıra antidiyabetik özellik gösterir ayrıca güçlü bir kolesterol sentezi (vasküler geçirgenliği etkiler) ve emilim inhibitörüdür. Bunun dışında meme kanseri hücrelerinin hücre içi bölünmesini inhibe ettiği için ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Pereira ve ark, 2017; Hamdan ve ark, 2014; Lachos-Perez ve ark, 2018).

Hesperidin, portakal kabuğunun ve diğer turunçgillerin kabuk ve zar kısımlarında bol miktarda bulunur. Hesperidin, kolesterol seviyelerini düşürmek için C vitamininin (askorbik asit) etkisini artıran bir antioksidandır. Ayrıca tatlandırıcı ajan olarak farmakolojik etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Sharma ve ark, 2013).



Şekil 2.7. Hesperidin'in kimyasal yapısı

Fonksiyonel gıdaların formülasyonunda narenciye kabuğu ve diğer sebzelerin fenolik bileşikleri kullanılmakta olup, bu ürünler doğal katkı maddeleri, tatlandırıcılar (hesperidin ve neohesperidin), renklendiriciler (antosiyantinler) ve bazı içeceklerde tipik acı tat (naringin) olarak ürünlerde yer almaktadır (M'hiri ve ark, 2014).

Farklı çeşitlerin kabuklarında ve yapraklarında farklı miktarda fenolik bileşiklerin varlığı belirlenmiştir. Lagha-Benamrouche ve Madani (2013) farklı portakal çeşitlerinin kabukları üzerine yaptıkları çalışmada (Çizelge 2.10) portakal kabuklarının toplam fenol içeriği 9.608–31.623 mgGAE / g (db), Ghasemi ve ark. (2009) 132.2–223.2 mg GAE/g(db), Anagnostopoulou ve ark. (2006) 3.63–254 mg GAE/100 g(db), Li ve ark. (2006) portakal kabuğunun 73.54 ± 5.43 mg GAE/100 g(db), limon kabuğunun 118.95 ± 9.35 GAE / 100 g (db), mandalina kabuğunun 121.14 ± 11.89 GAE / 100 g(db), Wang ve ark. (2008) ayrıca portakal kabuğunun 35.5 ± 1.04 mg QE / 100 g(db), flavonoid içerdiğini bildirmişlerdir.

Aslında, fenolik bileşiklerin doğal matrikslerinden ekstraksiyonu (çeşitlilikleri, oksidasyon ve hidrolize duyarlılıkları) çeşitlilik, çevresel koşullar, meyve olgunlaşma derecesi ve genetik faktörler gibi çeşitli faktörler ölçümleri etkileyebilmektedir (Lagha-Benamrouche ve Madani (2013).

Çizelge 2.10. Bazı portakal çeşitlerinin kabuklarında bulunan fenolik içerikleri (Lagha-Benamrouche ve Madani (2013))

Çeşitler	Toplam Fenol (mg GAE/g DM)	Flavonoidler (mg QE/g DM)	Flavonoller (mg QE/g DM)	Antosiyaninler (µg MVE/100 g DM)	Pro- antosiyanidinler (mg CE/g DM)	Hidrolizedilebilir Tanenler (mg TAE/g DM)	Polimerize Fenol (mg TAE/g DM)	Çözünür Fenol (mg GAE/g DM)	Nem (%FM)
Washington Navel	9.61 ± 0.65	1.29 ± 0.01	0.29±0.003	Nd	4.56±0.03	7.09 ± 0.85	6.71±0.05	3.48±0.09	74.9 ± 0.18
Thomson Navel	25.60±0.23	1.28 ± 0.03	1.43±0.002	Nd	6.43±0.06	11.46±0.26	6.78±0.32	2.94±0.04	71.64±0.83
Sanguinelli Kan Portakalı	14.95±0.99	0.91 ± 0.02	0.41±0.003	32.91±1.02	4.43±0.08	6.33 ± 0.30	5.12±0.01	1.69±0.17	70.45±0.50
Double fine		0.71 ± 0.02	0.34±0.005	28.28±1.08	4.33±0.17	4.48 ± 0.24	4.96±0.06	1.08±0.05	77.37±0.35
Portugaise	14.94±0.33	0.29±0.005	0.12±0.003	15.35±0.88	3.87±0.09	7.37 ±0.46 ^j	5.63±0.13	1.64±0.04	68.53±0.51
Yafa	14.31±0.23	0.56 ± 0.05	0.19 ± 0.01	Nd	5.88±0.15	9.39 ± 0.19	6.78±0.12	2.33±0.07	72.86±0.91
Bigarade	31.62±0.88	1.17 ± 0.01	0.42 ± .001	Nd	5.59±0.04	16.28±0.36	5.91±0.07	2.19±0.23	75.82±0.11

Sonuçlar 5 deney ± SD, Nd: belirlenmemiş, GAE: gallik asit eşdeğerleri, QE: Qercetin eşdeğerleri, TAE: tanik asit eşdeğerleri, FM: taze madde, DM: kuru madde, MvE: Malvidin-3-O-glukozit eşdeğerleri ortalama olarak ifade edilmiştir.

Toplam pektin ve suda çözünür pektin içerikleri Çizelge 2.11'de gösterilmektedir. Toplam pektin en yüksek Wendun kabuğunda (86.4 ± 3.36 mg/g db), ardından Peiyou Limon, Kumkatta ve Murcott, Liucheng ve Ponkan'da en düşük ve Tonkan kabuklarında belirlenmiştir.

Çizelge 2.11. Turunçgil kabuklarının pektin içeriği (mg/g, db) (Wang ve ark. 2008).

Bilimsel Adı	Yerel Adı	Toplam Pektin	Suda Çözünür Pektin
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Ponkan	37.3 ± 1.83^f	17.1 ± 0.79^e
<i>C. tankan</i> Hayata	Tonkan	36.0 ± 1.46^f	14.6 ± 0.63^f
<i>C. reticulat</i> x <i>C. sinensis</i>	Murcott	61.0 ± 2.41^d	26.5 ± 1.24^c
<i>C. grandis</i> Osbeck	Wendun	86.4 ± 3.36^a	33.3 ± 1.46^a
<i>C. grandis</i> Osbeck CV	Peiyou	81.9 ± 2.61^b	29.6 ± 1.09^b
<i>C. microcarpa</i>	Kumkat	62.1 ± 2.36^{cd}	27.5 ± 1.10^c
<i>C. sinensis</i> (L.) Osbeck	Liucheng	43.7 ± 1.62^e	24.7 ± 1.21^d
<i>C. limon</i> (L.) Bur	Limon	65.2 ± 3.25^c	31.6 ± 1.44^a

Sunulan veriler ortalama $\pm$ standart sapma (n = 3) cinsindendir ve farklı harflerle p < 0.05'te önemli ölçüde farklıdır.

5-hidroksimetilfurfural (HMF); fruktoz, glikoz, sükroz, nişasta, inulin, selüloz ve ham biyokütle gibi monomerik ve polimerik karbonhidratlar da dahil olmak üzere her türlü heksozların (C₆) asit ve ısı katalizörlü dehidrasyonu sonucunda ve maillard reaksiyonlarının (enzimatik olmayan esmerleşme) bir ara ürünü olarak oluşur. (Teong ve ark, 2014; Kuster, 1990).

HMF miktarı ısıtıl işlem görmüş gıda ürünlerinde ürüne uygulanan ısıtıl işlemin miktarının, depolama koşullarının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Tüfekci ve Fenercioğlu, 2010; Urgu ve ark, 2017).

Telatar (1985), elma suyu ve konsantrelerinde yapmış oldukları çalışmada HMF miktarının üretim ve depolama aşamalarında ısıya bağlı olarak arttığını ayrıca HMF miktarı üzerinde ürün çeşidinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Maskan ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada geleneksel teknikler kullanılarak kaynatılan üzüm suyu ve nişasta karışımı ile üretilen üzüm pestilinin sıcak hava ve güneşte kurutulması ile kuruma özellikleri belirlenmiştir. Sıcak hava kurutmada; hava sıcaklığı (55, 65 ve 75°C), hava hızı ($V_1 = 0.86$, $V_2 = 1.27$ ve $V_3 = 1.82$ m/s) ve örnek kalınlığı ($S_1 = 0.71$, $S_2 = 1.53$, $S_3 = 2.20$ ve $S_4 = 2.86$ mm) kullanılmıştır. Örnek kalınlığına ve hava sıcaklığına bağlı olarak kuruma zamanının 50–140 dakika aralığında, güneş ile kurutmada ise 180–1500 dakika aralığında olduğu belirlenmiştir. Renk ve tekstür (elastikiyet) güneşte kurutulan pestil örneklerinde sıcak havada kurutulanlara göre daha üstün bulunmuştur.

Ganjyal ve ark, (2003) ana yurdu Orta ve Kuzey Amerika olan, Güney Meksika ve Orta Amerika’da yetiştirilen tropikal meyvelerden biri olan Sapota’yı (sakız eriği) sıcak havalı ve vakumlu etüvde kurutmuşlardır. Örnekleri, vakumlu etüvde 25 mm Hg ve 55, 60, 65 ve 70 °C sıcaklıklarda, kurutmuş ve sıcaklıktaki artış ve örnek büyüklüğündeki azalma ile kurutmanın daha hızlı olduğunu belirtmişlerdir. Yaş baza göre ürünün nemini % 4.5–6.0’a düşürülürken geçen süre, sıcak hava fırınında kurutmada, vakumlu etüvde kurutmaya göre 3 ile 5 saat daha uzun sürmüş, vakumlu etüvde kurutma ile % 10–15 zaman kazancı sağlanmıştır. Yarım olarak dilimlenmiş olan örnek için 55 °C’ de sıcak hava ile kurutma süresinin yaklaşık 35 saat olduğu göz önüne alındığında bu kazancın önemli olduğu belirtilmiştir. Tek düze nem dağılımı ve hızlı kurutma sağlanabilmesi için sakız eriği meyvesinin yarım ya da çeyrek değil, dilimler halinde kurutulmasının daha uygun olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak vakumla kurutmanın, sıcak havayla kurutmaya göre sapota meyvesi için daha uygun olduğu bildirilmiştir.

Maskan (2000)’ nın çalışmasında kalınlıkları 4.3, 7.4, 14 mm olan muz dilimleri kurutulmuştur. Kurutma işlemi sıcak havalı kurutma (60°C at 1.45 m/s), mikrodalga kurutma (350, 490 ve 700 W gücü) ve önce sıcak hava (60°C at 1.45

m/s) ve ardından son aşamada mikrodalga kurutma (350 W, 4.3 mm) ile gerçekleştirilmiştir. Kurutma sistemlerinin muz dilimleri üzerindeki kurutma etkileri incelenmiştir. Sıcak havalı kurutmada sabit sıcaklıkta (60 °C), üç farklı dilim kurutulmuş ve kuruma süresi sırasıyla 482, 610 ve 777 dk olarak belirlenmiştir. Önce sıcak hava ve bunu takiben mikrodalga ile yapılan kurutmada işlem süresi 482 dakikadan 172 dakikaya düşürülmüştür.

Alibaş (2007)'ın çalışmasında % 9.31 nem içeriğine kadar 50 g ağırlığındaki balkabağı dilimlerinin (*Cucurbita maxima*), mikrodalga, sıcak hava ve mikrodalga- sıcak hava kombine sistemi olarak 3 kurutma sistemi kullanılarak optimum kuruma periyodu, renk ve enerji tüketimi belirlenmiştir. Mikrodalga kurutmada 2 farklı mikrodalga gücü 160 ve 350 W ve sıcak havalı kurutmada 50°C ve 75°C de 1 m/s fan hızı kullanılmıştır. Kombine olan kurutma sisteminde mikrodalga ve hava kurutucuda 4 farklı seviye (160 W–50°C, 160 W–75°C, 350 W–50°C, 350 W–75°C) uygulanmıştır. Kurutma periyodu mikrodalga, sıcak hava ve kombine sistem için 125-195, 45-90 ve 31-51 dk, enerji tüketimi ise sırasıyla 0.23–0.34, 0.61–0.78 ve 0.29–0.42 kWh olarak belirlenmiştir. Çalışmada balkabağı dilimlerinin kurutulmasında kuruma boyunca enerji tüketimi, kuruma periyodu, ortalama kuruma hızı belirlenmiş ve renk açısından en uygun sistemin mikrodalga-hava kurutucu kombine sisteminin olduğu bildirilmiştir. Optimum kombine seviyesi 350W ve 75°C olup, 31 dakikalık kuruma periyodunda enerji tüketimi 0.29 kWh'dır.

Atıcı (2013) çalışmasında mısır nişastası ve toz şeker ilavesi ile japon eriklerinden 4 mm kalınlığında ve 10x15 cm ölçülerinde elde ettiği pestilleri %15-20 neme kadar mikrodalga kurutma ve sıcak havalı kurutma olmak üzere iki farklı yöntemle kurutmuştur. Elde edilen sonuçlara göre depolama boyunca örneklerin pH, titrasyon asitliği, briks, toplam kuru madde, su aktivitesi değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiş olup, toplam monomerik antosiyanin miktarlarında depolama boyunca azalış olduğu gözlemlenmiştir. Erik pestillerinde depolama süresince toplam fenolik madde miktarlarında genel olarak bir azalış gözlemlenmiş

olup bu azalmanın uygulanan ısıtma işlem ve depolamanın etkisinden dolayı olduğu düşünülmektedir. HMF değerlerindeki beklenildiği gibi depolama ile arttığı görülmüştür.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Materyal olarak Çukurova bölgesinde yetiştirilen Valensiya eşidi (şekil 3.1) portakal Adana meyve sebze halinden 50 kg olarak temin edilmiştir. Bu çeşidin seçilme sebebi; Valensiya eşidinin meyve suyu endüstrisinde yoğun olarak kullanılması ve acılığının az olmasıdır.



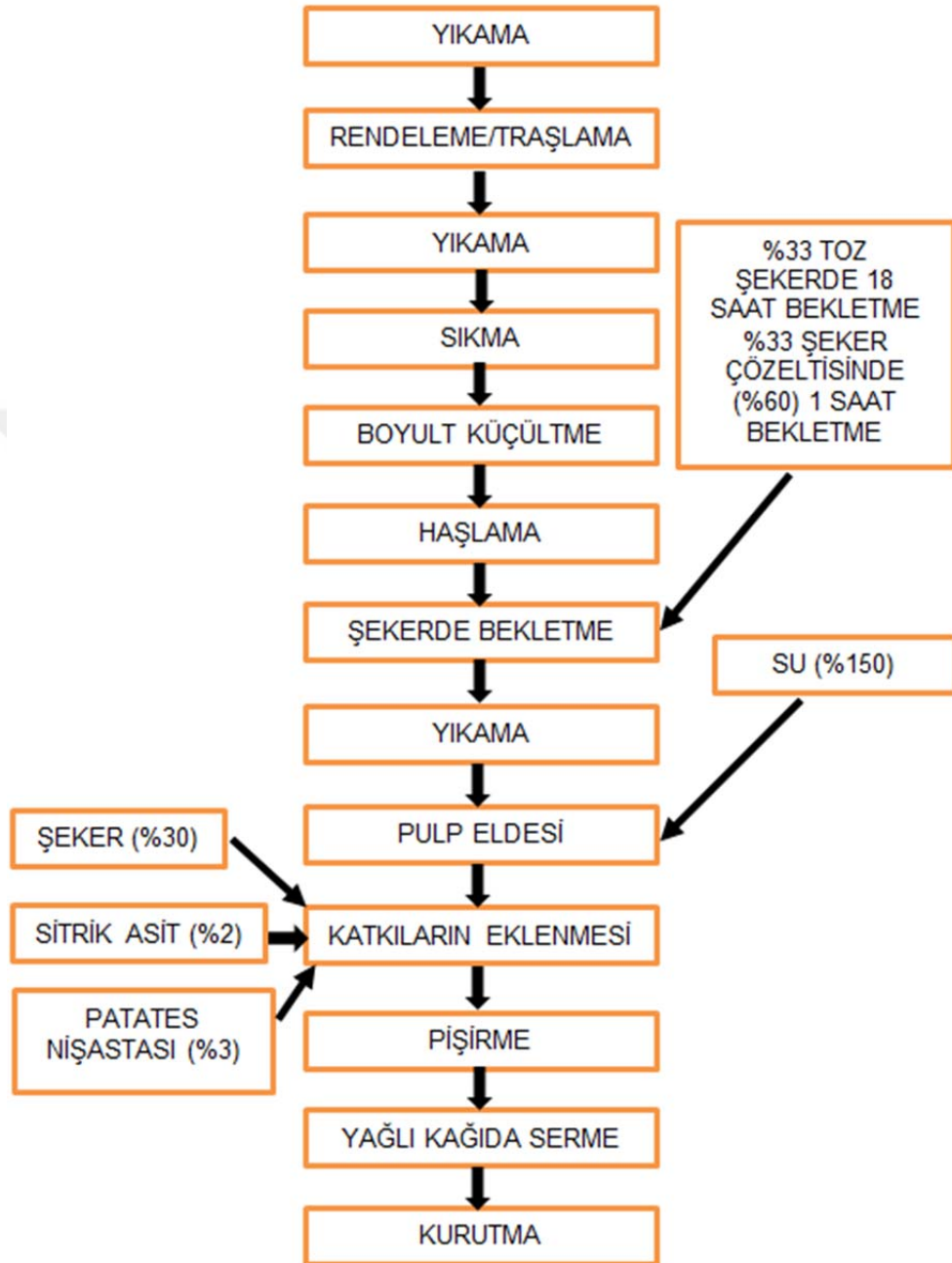
şekil 3.1. Kabuklarından şekerleme üretiminde kullanılan Valensiya eşidi portakal

3.2. Metot

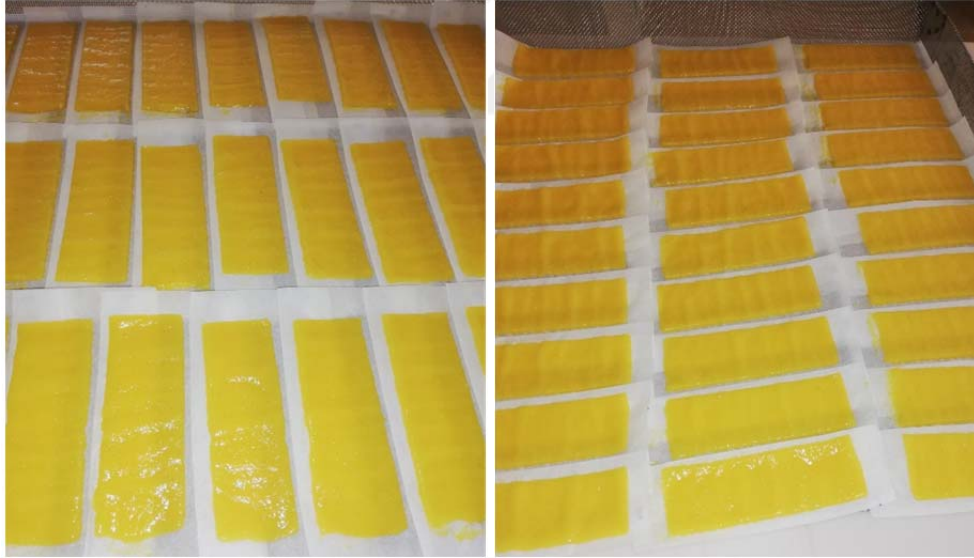
3.2.1. şekerleme Üretim Aşamaları

Portakal kabuğundan şekerleme üretimi amacıyla portakallara şekil 3.2’de görülen işlemler sırasıyla uygulanmıştır. Portakallar toz, toprak, tarımsal ilaç kalıntıları gibi istenmeyen unsurların uzaklaştırılması ve mikroorganizma yükünün azaltılması amacıyla yıkama işlemi uygulanmıştır. Yıkandıktan sonra üzerinde acılık veren eteri yağlar bulunan flavedo tabakasının uzaklaştırılması için rendeleme işlemi yapılmıştır. Portakallar sıkıldıktan sonra geriye kalan kabuk ve posadan (şekil 3.3) şekerleme yapımı gerçekleştirilmiştir. Portakal kabuğundan şekerleme üretimi için; portakal kabuklarının boyutları el ile küçültülüp (1.5 cm X

1.5 cm) acılığın giderilmesi için kaynayan su içinde 15 dakika boyunca haşlama işlemi uygulanmıştır. Haşlanmış portakal kabukları iki gruba ayrılarak (Şekil 3.4) Birinci. grup, %60'lık şeker (sakkaroz) çözeltisinde 1 saat bekletilip sürenin sonunda fazla şekerin uzaklaştırılması için su ile bir dakika boyunca yıkama işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde acılığı giderilmiş portakal kabuklarına 1:1.5 oranında su eklenmiş ve karışım 30 saniye 1. devirde, 15 saniye 2. devirde ve tekrar 15 saniye 1. devirde olacak şekilde blenderdan (Waring/8011S, USA) geçirilmiştir. Diğer grup haşlanmış portakal kabukları ise 18 saat boyunca portakal kabuklarının %33'una tekabül edecek miktarda toz şeker içerisinde (sakkaroz), acılığı tamamen ortadan kaldırmak için bekletilmiştir. Sürenin sonunda fazla şekerin uzaklaştırılması için su ile bir dakika boyunca yıkama işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde acılığı giderilmiş portakal kabukları su (1:1.5) ile aynı şekilde blenderden geçirilmiştir. Homojen hale getirilen kabuk pulplarına, şeker (%30), patates nişastası (%3) ve sitrik asit (%2) ilave edilerek kaynamaya başladıktan sonra 30 dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. Yaklaşık 30 brikse gelen karışım, yağlı kâğıt üzerine kalınlığı 5 mm ve boyutları 4x12 cm olacak şekilde cam şeritler yerleştirilerek oluşturulan havuza aktarılıp, bir kılavuz cetvel ile kalınlığı eşitlenerek yüzeye serilmiştir. Cam şeritler ile bar kalınlığının her yerde 5 mm, eninin 4 cm ve boyunun da 12 cm olması (Şekil 3.5) sağlanmıştır.



Şekil 3.2. Portakal kabuklarından şekerleme üretim akış şeması

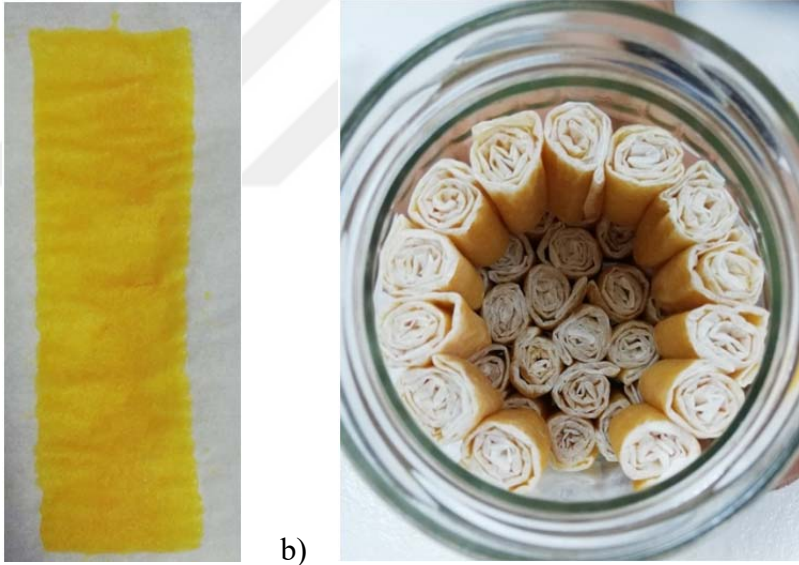


Şekil 3.4. Yağlı kâğıt üzerinde kalınlığı 5 mm ve boyutları 4x12 cm olan barlar

Barların kurutulması geleneksel olarak sıcak havalı kurutma (KD 200-Nüve, Türkiye) ile 65°C’de ve mikrodalga kurutma yöntemi (güç seviyesi 100 W ve hava hızı 1 ile 2 m/s arasında) ile yapılmıştır. Kurutmada kullanılan mikrodalga

fırın Samsung MW71E olup, ölçüleri; genişlik 45.5 cm, derinlik 34.5 cm, yükseklik 28.5 cm'dir. En yüksek watt derecesi 1000 W'dır. Ev tipi mikrodalga fırının üzerinde mikrodalga ışınlarının sızamayacağı büyüklükte (2.45 GHz' dan daha küçük) delikler açılarak fan yerleştirilmiştir. Bu şekilde hava sirkülasyonu sağlanarak içeride oluşan ürün neminin dışarı çıkışı sağlanarak kurutma gerçekleştirilmiştir.

Kurutma işleminin ardından barlar rulo şeklinde yağlı kâğıt ile sarılıp cam kavanozların içerisine yerleştirilmiş ve ambalajlanan örnekler 9 ay boyunca 25°C de depolanmıştır. Depolamanın 0., 3., 6., ve 9. aylarında analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Depolanan örneklerin üretimi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



a) b)
Şekil 3.5. a) Kurutulmuş şekerleme b) Kurutulmuş şekerlemelerin muhafazası

3.2.2. Uygulanan Analizler

3.2.2.1. pH Tayini

Portakal kabuk şekerlemeleri püre haline getirildikten sonra pH tayini cam elektrotlu WTW marka pH metre kullanılarak yapılmıştır (Cemeroğlu, 1992).

3.2.2.2. Titrasyon Asitliği Tayini

Portakal kabuk şekerlemelerine ait örnekler belirli oranda seyreltilerek çözeltileri hazırlandıktan sonra pH metre kullanılarak 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilmiştir. Sonuçlar, taze ağırlığın her 100 gramı için sitrik asit cinsinden gram olarak hesaplanmıştır (Sánchez-Moreno ve ark, 2003).

3.2.2.3. Toplam Kuru Madde Tayini

Portakal kabuk şekerlemelerinden yaklaşık 4-5 g alınarak vakumlu etüvde 70°C'de, 100 mmHg (13.3kPa) basıncı altında, sülfürik asit çözeltisinden saniyede 2 kabarcık geçecek şekilde sabit ağırlığa kadar kurutularak ve sonuçlar yüzde kuru madde olarak hesaplanmıştır (g/100g) (AOAC, 1990).

3.2.2.4. Su Aktivitesi Tayini

Örneklerin su aktivite değerleri Novasina marka LabMASTER (standart) model su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Analiz öncesinde cihaz 0.06, 0.11, 0.33, 0.53, 0.75, 0.90, ve 0.98 su aktivitesine sahip tuzlar ile kalibre edilmiştir.

3.2.2.5. Renk Tayini

Portakal kabuk şekerleme örneklerinin rengi Minolta CR 400 renk ölçüm cihazı ile direkt ölçülmüştür. Bu sistemde 4 filtre kullanılarak L*, a*, b* renk değerleri elde edilmekte, L*, a*, b* değerleri 3 boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde L* değeri dikey eksenle parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken +a* kırmızılığa, -a* yeşilliğe, +b* sarılığa, -b* ise maviliğe gidişi göstermektedir. Bu ölçümlere ilave olarak C ($\sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$) hue ($\arctan b^*/a^*$) değerleri hesaplanmıştır (Lee ve Castle, 2001).

3.2.2.6. Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Furfural (F) Tayini

Portakal kabuk şekerleme örneklerinde HMF tayini için yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonunda ise Gökmen ve Acar (1998) tarafından önerilen yöntem laboratuvarımız koşullarına uyarlanarak kullanılmıştır. HPLC’de uygulanan akış ise Zappala ve ark. (2006)’nın yöntemine göre yapılmıştır. HMF ve F tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.6.’da verilmiştir.

HMF için kromatografi koşulları

Mobil faz: Metanol/Su/Asetik asit (20/79/1) izokrotik akış

Enjeksiyon hacmi: 20µL

Akış hızı: 0.5mL/dak

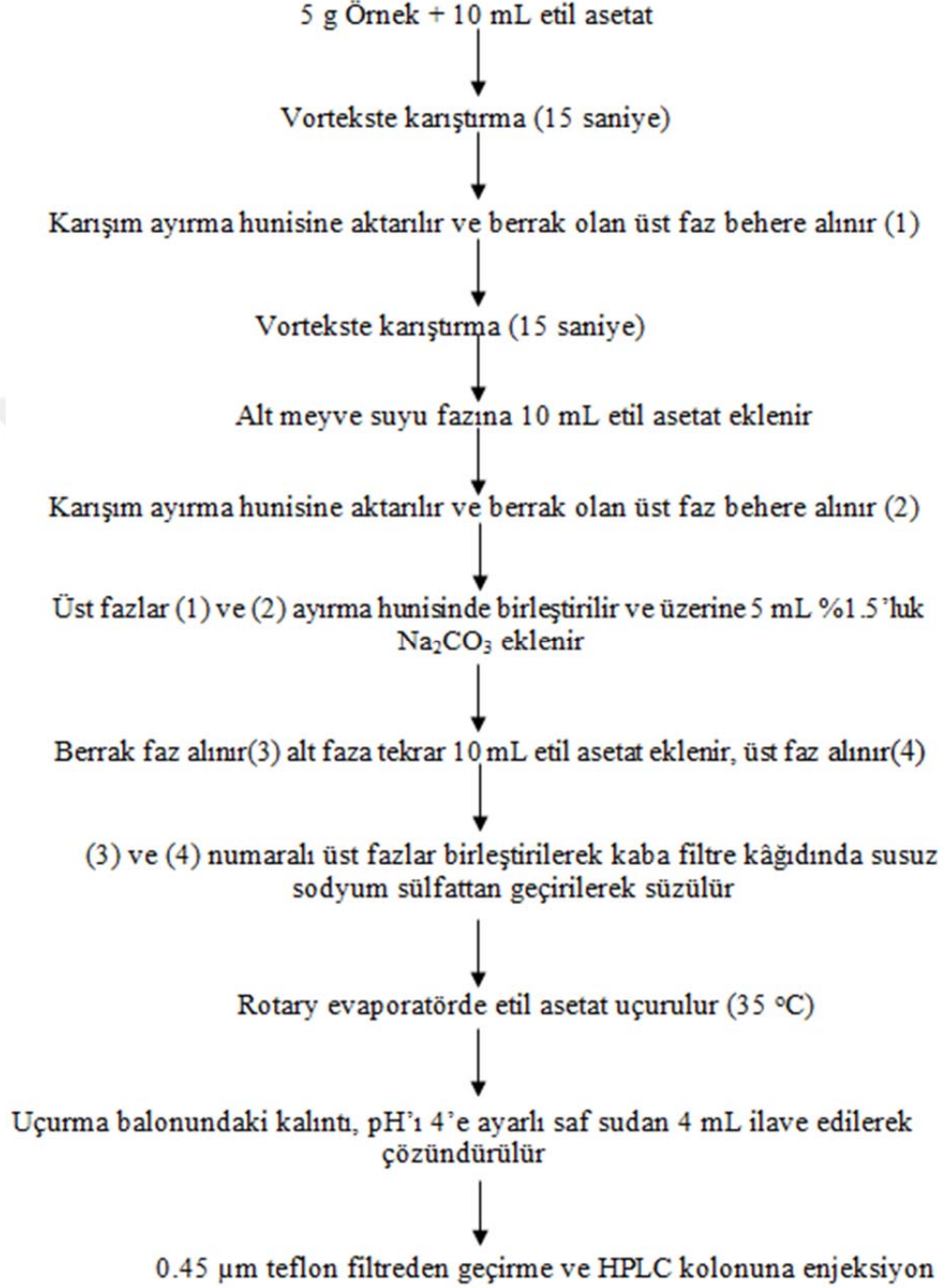
Dalga boyu: 285nm

Kolon: ACE 5 C18 250*4.6mm

Kolon sıcaklığı: 30°C

Dedektör: Foto Diyod Dedektör (PDA)

Elüsyon süresi: 15 dak



Şekil 3.6. Hidroksimetilfurfural tayin yönteminin akış şeması

3.2.2.7. Askorbik Asit Tayini

Portakal kabuk şekerlemelerinden belirli bir miktar alınarak test tüpüne aktarılıp üzerine 5 mL % 2.5 M-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım + 4°C’ de 6500 x g’ de Kubota 7780 (Tokyo, Japonya) marka cihazda 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınıp ve % 2.5’lik M-fosforik çözeltisi ile 10 mL’ ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm’ lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) cihazına enjekte edilmiştir (Cemeroğlu., 2007). Askorbik asit tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.7.’de verilmiştir.

Kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA C 18 5 µM 4.6X250

Kolon sıcaklığı: 25 °C

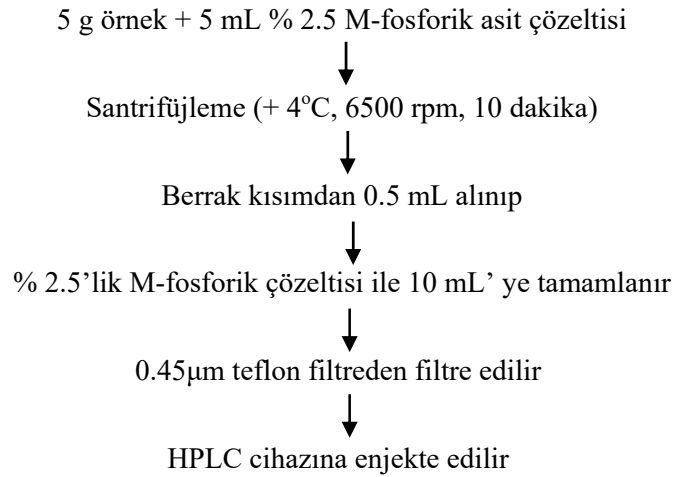
Hareketli faz: % 2 KH₂PO₄ (pH 2.4), izokratik akış

Hareketli faz akışı: 0.5 mL/dak

Enjeksiyon hacmi: 10 µL

Elüsyon Süresi: 15 dakika

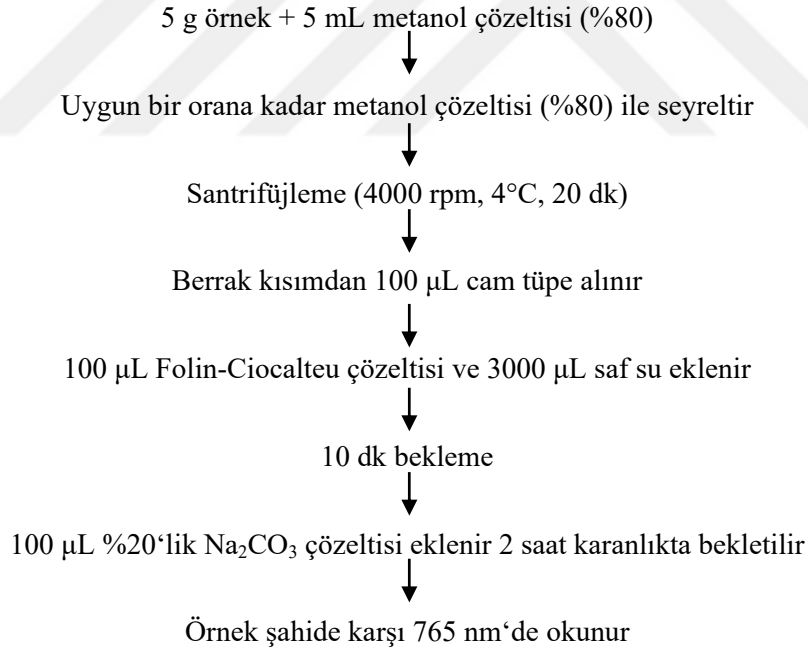
Dalga Boyu: 244 nm



Şekil 3.7. Askorbik asit tayin yönteminin akış şeması

3.2.2.8. Toplam Fenolik Madde Tayini

Portakal kabuk şekerlemelerinden belirli bir miktar alınarak 5 mL % 80 metanolle karıştırıldıktan sonra 4000 rpm' de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Berrak kısımdan 50 µL alınıp üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu, 1500 µL saf su eklenip 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözelti üzerine 50 µL % 20' lik Na₂CO₃ eklenip 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiş ve Perkin Emler Lambda 25 UV/VIS spektrofotometre' de (Massachusetts, USA, 2005) 765 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örneklerde ölçülen absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı "mg gallik asit/L" cinsinden ifade edilmiştir (Abdulkasım ve ark, 2007). Toplam fenolik madde tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Toplam fenolik madde analizinde uygulanan analiz yöntemi

3.2.2.9. Toplam Karotenoid Analizi

Örneklerin toplam karotenoid miktarları için Lee ve Castle (2001)'in daha önce belirtmiş oldukları yöntem laboratuvarımız koşullarına uygun hale getirilerek kullanılmıştır. Bunun için teflon bir tüpe portakal kabuk pürelerinden ve barlardan belirli bir miktar alınarak üzerine 10 mL ekstraksiyon çözeltisi (hekzan:aseton:metanol/50:25:25, %0.1BHT içerikli) ilave edilmiştir. Bu işlemi takiben bir karıştırma işlemi uygulandıktan hemen sonra santrifüjleme işlemine (4000 rpm, 10 dk, 4°C) geçilmiştir. Santrifüjleme sonrası vakit kaybetmeden 450 nm'de absorbans ölçümü alınmıştır. Toplam karotenoid α -karoten cinsinden ifade edilmiş, hesaplamada ekstinksiyon katsayısı ($E^{1/2}$) 2505 olarak kabul edilmiştir.

$$\text{Toplam karotenoid } \left(\frac{mg}{100 mL} \right) = \frac{\text{Absorbans} * SF}{E^{1/2}}$$

SF: Seyreltme faktörü

$E^{1/2}$ = Ekstinksiyon katsayısı (2505)

3.2.2.10. Fenolik Bileşenlerin Belirlenmesi

Toplam fenolik madde analizi için hazırlanmış örneklerin çözeltileri 10000 devir/dak' da 5 dak santrifüjlenmiştir (Eppendorf Centrifuge 5810R Hamburg, Almanya). Santrifüjlenen örneklerden elde edilen berrak çözeltilerin 20 μ L' si 0.45 μ m' lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) cihazına enjekte edilmiştir (Klimczack ve ark, 2007). Fenolik bileşenlerin belirlenmesi tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.9.'da verilmiştir. Kromatografi koşulları aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir;

Kromatografi koşulları;

Kolon: XTERRA RP 18 5 μ M 4.6X250

Kolon sıcaklığı: 25 °C

Hareketli faz: % 5 formik asit (solvent A) ve % 100 asetonitril: solvent A (60:40 v/v) (solvent B), gradient akış

Hareketli faz akışı: 1 mL/dak

Dedektör: FotoDiyod Düzen Dedektör (PDA)

Enjeksiyon: 20 μ l

Dalga Boyu: 280-320 nm

Elüsyon profili, Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Fenolik bileşen analizinin yürütücü faz oranları (Kelebek ve ark, 2008)

Süre	Solvent A konsantrasyonu (%)	Solvent B konsantrasyonu (%)
0-10 dak	100	0
30 dak	100-95	0-5
18 dak	95-85	5-15
14 dak	85-75	15-25
31 dak	75-50	25-50
3 dak	50-0	50-100

5 mL örnek + 10 mL metanol (%80)



Ultrasound (15 dak oda sıcaklığı) uygulanır



Santrifüj (4000 rpm' de 10 dk 4oC)



0.45 μ m teflon filtreden filtre edilir



HPLC cihazına enjekte edilir

Şekil 3.9. Fenolik bileşenlerin ekstraksiyon yöntemi

3.2.2.11. Karotenoid Bileşenlerin Belirlenmesi

Örneklerin hazırlanmış çözeltilerinden 10 mL alınarak 25 mL 0.1 % bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) içeren hekzan/metanol/aseton (50:25:25) ekstraksiyon çözeltisi ile ve 5 mL ultra saf su önce yavaşça karıştırılıp sonra da +4 °C’ de 4000 g’de 10 dakika (Heraeus Primo R Biofuge, Osterode, Almanya 2005) santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme işlemi sonrası, karotenoidleri içeren hekzan fazından bir test tüpüne 10 mL aktarılıp elde edilen renkli hekzan ekstraktları IKA Werke HB 4 Basic (Staufen, Almanya) marka rotary evaporatörde 40 °C’ de uzaklaştırılmıştır. Geride kalan kalıntı üzerine 2 mL tetrahidrofuran:metanol (1:9 v/v) eklenerek kalıntı çözündürülmüştür. Çözündürülmüş kalıntı ekstraktlar Millipore PVDF Millex filtreleri (13 mm * 0,45 µm) ile HPLC (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) sistemine enjeksiyon gerçekleştirilmeden filtre edilmiştir. Kromatografinin çalışma koşulları aşağıda verildiği gibi uygulanmıştır (Cemeroğlu, 2007). Karotenoid bileşen tayininde kullanılan yöntem Şekil 3.10’da verilmiştir.

Kromatografi Koşulları

Kolon: ODS–3 C₃₀ 5 µM 4.6X250

Kolon sıcaklığı: 30 °C

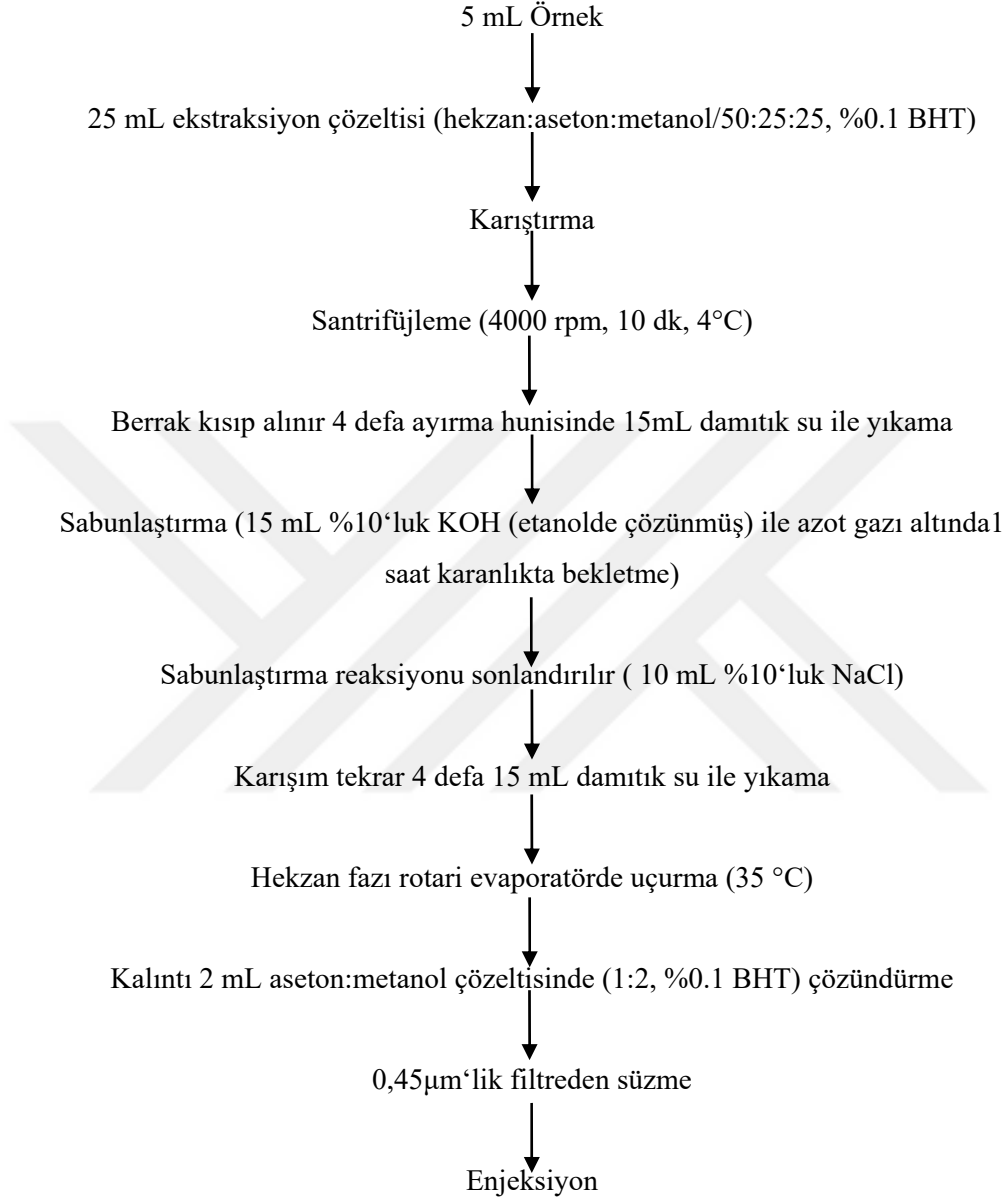
Hareketli faz: % 0.1 BHT içeren Metanol: Tert Bütıl Metil Eter (TBME) (65:35, v/v), izokratik akış

Hareketli faz akışı: 1 mL/dak

Dedektör: FotoDiyod Düzen Dedektör (PDA)

Enjeksiyon: 20 µL

Dalga Boyu: 430 nm



Şekil 3.10. Karotenoid bileşen analizi için uygulanan ekstraksiyon yöntemi

3.2.2.12. Şeker Analizi

Örneklerin şeker bileşenleri HPLC-PDA/RID sistemiyle analiz edilmiştir (Sturm, Koron, & Stampar, 2003). Bunun için 1 g örnek 15 mL'lik santrifüj tüpüne

aktarılmış ve üzerine 9 mL ultra saf su ilave edildikten sonra vortekste 1 dakika karıştırma işlemi yapılmıştır. Bunu takiben örnek ekstraktları 6000 rpm, 4 °C’de 10 dakika santrifüjlenmiştir (Hettich, Almanya). Elde edilen berrak kısım 0.45 µm’lik naylon membran filtreden geçirildikten sonra HPLC-PDA/RID cihazına (Shimadzu, Japonya) enjekte edilmiştir. Analiz sırasında uygulanan kromatografi koşulları aşağıda verilmiştir.

Kromatografi koşulları;

Kolon: Coregel Ion 300 (Concise, ABD)

Kolon sıcaklığı: 30 °C

Hareketli faz: 5mM H₂SO₄, izokratik akış

Hareketli faz debisi: 0.4 mL/dak

Enjeksiyon hacmi: 20 µL

Elüsyon süresi: 55 dak

Dedektör: PDA/RID (PDA dalga boyu: 210 ve 244 nm)

3.2.2.13. Pestisit Analizi

Kurutulmuş örneklerde pestisit analizinde ekstraksiyon için Quechers ekstraksiyon metodu kullanılmış (Lehotay, 2007), ekstrakte edilen örnekler LC-MSMS (API 3200, 2007) cihazında okutulmuş ve 212 adet pestisit taraması yapılmıştır. Bu analiz akredite bir laboratür olan Mersin Gıda Kontrol Şubesinde yaptırılmıştır.

3.2.2.14. Mineral Madde Analizi

Kurutulmuş örneklerin mineral maddelerinden bazıları (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na ve Zn), atomik absorpsiyon spektrometresi cihazı kullanılarak (Perkin Elmer A Analyst 400 Atomic Absorption Spectrometer, A.B.D., 2006) tespit edilmiştir. Bu amaçla 2 g örnek alınarak teflon tüplere aktarılmış ve üzerine 2 mL %65’lik nitrik

asit (HNO_3) ve 1 mL %30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) eklenerek mikrodalga fırında (Berghof speedwave MWS-2 Almanya) yakma işlemi uygulanmıştır.

Yakma işlemi sonucu elde edilen çözeltiler huni yardımıyla 25 mL'lik balon jöjelere aktarılıp balon hacmine kadar ultra saf su ile tamamlanmıştır. Her bir standart için beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanıp kalibrasyon eğrileri oluşturularak ve elde edilen eğrilerden bileşiklerin miktarları mg/L olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.15. Duyusal Değerlendirme

Örneklerin duyusal olarak değerlendirilmesi grafik skalası yöntemi EK 1a ve EK 1b' de verilen form kullanarak 16 kişilik panelist grubu tarafından renk, görünüş, tekstür, tat, koku ve genel beğeni özellikleri dikkate alınarak yapılmıştır (Altuğ, 1993).

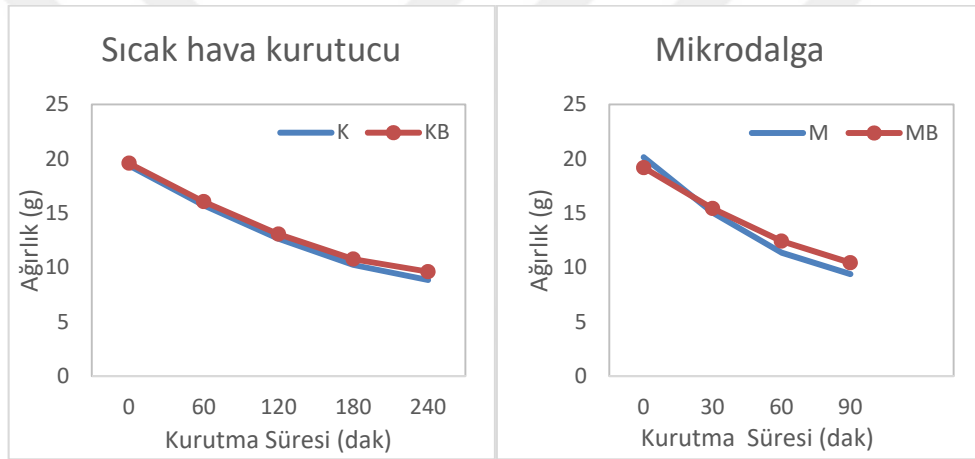
3.2.2.16. İstatistiksel Değerlendirme

Analiz sonuçları, SPSS 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Bek ve Efe, 1988).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Kurutma Eğrileri

Şeker çözeltisinde kısa süre ve toz şekerde uzun süre bekletilerek hazırlanan portakal kabuğu şekerlemeleri 65°C’de sıcak havalı kurutucuda (konveksiyonel), yaklaşık 240 dakikada kururken ve mikrodalgada (100 W’da), yaklaşık 90 dakikada kurumuştur. Elde edilen portakal kabuğu şekerlemelerinin zamana bağlı olarak ağırlık değişimleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



K: şeker çözeltisinde kısa süre bekletilen (1 saat) sıcak havada kurutulmuş (konveksiyonel), **KB:** toz şekerde uzun süre bekletilen (18 saat) sıcak havada kurutulmuş (konveksiyonel), **M:** şeker çözeltisinde kısa süre bekletilen (1 saat) mikrodalgada kurutulmuş, **MB:** toz şekerde uzun süre bekletilen (18 saat) mikrodalgada kurutulmuş

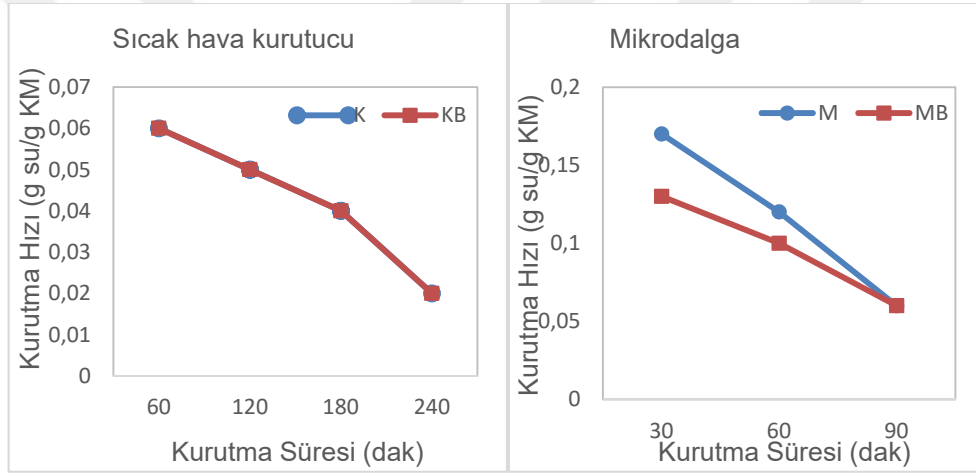
Şekil 4.1. Portakal kabuğu şekerlemelerinin ağırlık azalışı

Portakal kabuğu şekerlemelerinin ağırlık azalışları incelendiğinde sıcak havada kurutulan örneklerin nem içeriği 180. dakikaya kadar daha hızlı azalırken son 60 dakikada daha yavaş olmuştur. Mikrodalgada kurutmada ilk 60 dakika daha hızlı kuruma görülürken son 30 dakikadaki ağırlık azalması daha az olmuştur. Toz şekerde ve şeker çözeltisinde bekletilen örnekler arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Kurutma öncesi ağırlığı yaklaşık 20 g olan K, KB, M ve MB bar örnekleri kurutma sonrasında ağırlıkları sırası ile 10.53, 9.97, 10.81, 8.93 g olduğu saptanmıştır.

Portakal kabuğu şekerlemelerinde K, KB, M ve MB örneklerinin kuruma sonunda ortalama nem içerikleri sırası ile %15.4, %14.82, %14.4, %14.48 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen portakal kabuğu şekerlemelerinin zamana bağlı olarak kurutma hızları Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Portakal kabuğu şekerlemelerinin kurutma hızları

K, KB, M ve MB örneklerinin kurutma hızları incelendiğinde ise toz şekerde uzun süre bekletilen veya şeker çözeltisinde bekletilen örnekler arasında sıcak hava yönteminde farksız iken, mikrodalgada kurutulanlarda şekerde uzun süre bekletilen örneklerde kuruma hızı daha az olmuştur. Her iki yöntemde de kurutma sonunda hızları azalmıştır. Örnekler püre haline getirildiğinden sabit kuruma hızı dönemi görülmemiştir. Kuruma hızının daha az olduğu dönem, sıcak havalı sistemde son bir saat olurken, mikrodalgada son yarım saatte görülmüştür.

K, KB örneklerinin kuruma hızları 60. dakikada 0.06 g su/g KM, 120. dakikada 0.05 g su/g KM, 180. dakikada 0.04 g su/g KM, 240. Dakikada 0.02 g su/g KM olduğu saptanmıştır. M ve MB örneklerinin kuruma hızları 30. dakikada sırası ile 0.17 ve 0.13 g su/g KM, 60. dakikada 0.12, 0.1 g su/g KM, 90. dakikada ise 0.06 ve 0.06 g su/g KM olarak tespit edilmiştir.

Yapılan inceleme neticesinde mikrodalga ile kurutma sıcak havada kurutmaya göre %60 daha hızlı olduğu, sıcak havalı kurutmaya göre kurutma süresini ise %62.5 azalttığı görülmüştür.

Maskan, (2014) farklı kalınlıklardaki muz dilimlerini 60°C’de 1.45 m/s hızla konveksiyon kurutma, 350, 490 ve 700W’da mikrodalga kurutma ve 350W’da mikrodalga destekli konveksiyon kurutma kullanarak muz dilimlerinin kuruma davranışlarını incelemiş; konveksiyon kurutma ile kurutulan örneklerin kuruma sürelerinin en uzun olduğunu, mikrodalga kurutmanın ise konveksiyon kurutmaya göre kurutma süresini %64.4 azalttığını bildirmiştir.

4.2. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince pH Değerleri

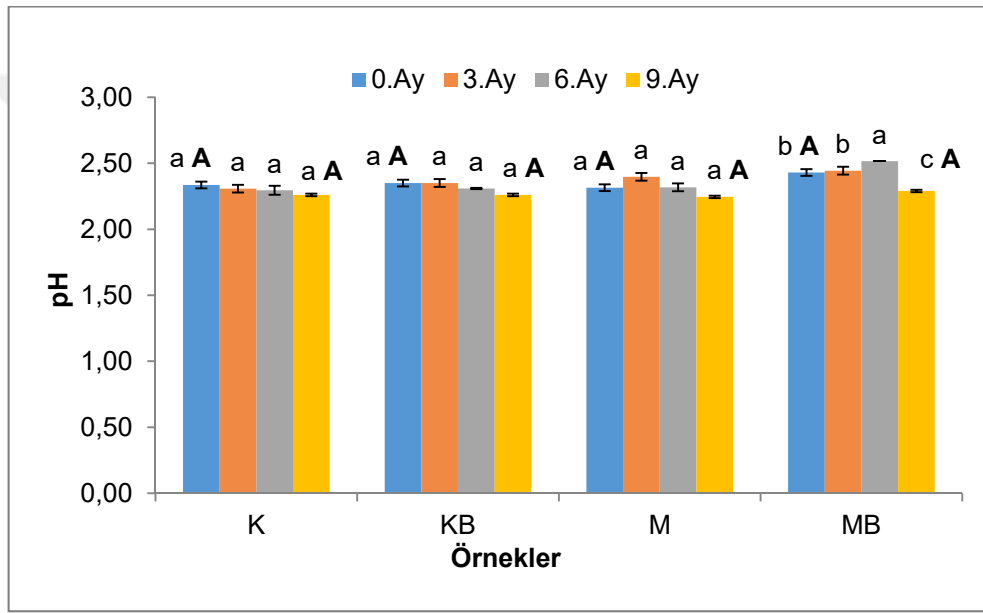
Toz şekerde uzun süre ve şeker çözeltisinde kısa süre bekletilerek hazırlanan portakal kabuğu şekerlemelerinin kurutulması geleneksel olarak sıcak havalı kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri ile kurutulmuştur. Elde edilen portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki pH değerlerindeki değişimler Şekil 4.3’ de verilmiştir.

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin şeker çözeltisinde bekletilerek sıcak havada kurutulması (K) sonucu elde edilen örneklerin pH değerleri aylara göre sırasıyla 2.34, 2.31, 2.30 ve 2.26 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Örneklerin toz şekerde uzun süre bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (KB) sonucu elde edilen pH değerleri aylara göre sırasıyla 2.35, 2.35, 2.31 ve 2.26 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada K örneklerinde olduğu

gibi, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir.

Örneklerin şeker çözeltisinde tutulan ve mikrodalgada kurutulması (M) sonucu elde edilen pH değerleri aylara göre sırasıyla 2.32, 2.40, 2.32 ve 2.25 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.3. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki pH değerleri

Örneklerin toz şekerde uzun süre bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (MB) sonucu elde edilen pH değerleri aylara göre sırasıyla 2.43, 2.44, 2.52 ve 2.29 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük pH değerine 9. ay MB örneğinde (2.29) tespit edilmiştir.

Tüm örneklerde depolama sonunda ilk aylara göre düşüş tespit edilmiş ancak bu düşüşler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (MB örneği hariç).

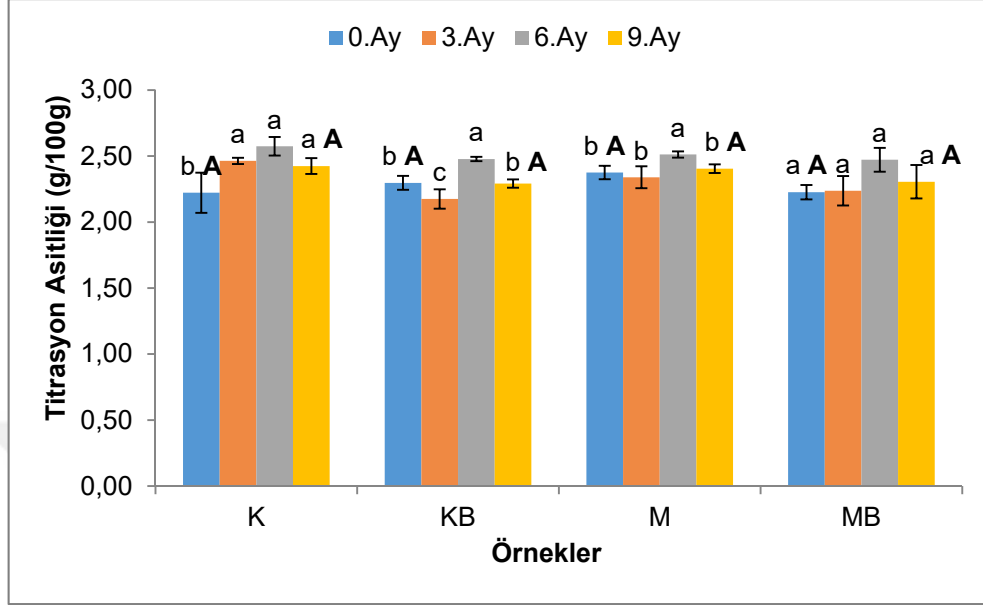
Örneklerin kendi aralarındaki istatistiksel karşılaştırmaları 0. ve 9. aylarda yapılmıştır. pH değerleri kıyaslığında depo başlangıcındaki (0.ay veya kurutma sonrası) ve depolama sonrasındaki (9.ay) örneklerin pH'ları arasında farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.3'de 0. ve 9.aylarda büyük harf ile gösterilen).

Talay (2019) goji berry pestil örneklerinde pH değerlerini 4.96 ile 4.99, Şengül ve ark. (2010) farklı pestil örneklerinde pH değerlerini 3.39 ile 5.72, Atıcı (2013) depolama süresince sıcak havada kurutulan pestil örneklerinin pH değerlerini 3.31 ile 3.33, mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinin değerlerini 3.19 ile 3.34 arasında bulunduğunu tespit edilmiş ve depolama ile önemli değişimler görülmemiştir.

4.3. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Titrasyon Asitliği Değerleri

İki farklı şeker uygulamasına ve iki farklı kurutma tekniğine tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler Şekil 4.4' de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda K örneklerinin titrasyon asitliği değerleri aylara göre sırasıyla 2.22, 2.46, 2.57, 2.42 g/100g; KB örneklerinin titrasyon asitliği değerleri aylara göre sırasıyla 2.30, 2.17, 2.48, 2.29 g/100g ve M örneklerinin titrasyon asitliği değerleri aylara göre sırasıyla 2.38, 2.34, 2.51, 2.40 g/100g olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analize göre K, KB ve M örneklerinde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük titrasyon asitliği değeri 3. ay KB örneğinde (2.17 g/100g) tespit edilirken, en yüksek titrasyon asitliği değeri 6. ay K örneğinde (2.57 g/100g) tespit edilmiştir.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.4. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki titrasyon asitliği değerleri

Yapılan analiz sonucunda MB örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 2.23 ile 2.47 g/100g arasındadır. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) titrasyon asitliği değerleri, depo başlangıcındaki (0.ay veya kurutma sonrası) ve depolama sonrasındaki (9.ay) farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.4’de 0. ve 9.aylarda büyük harf ile gösterilen).

Karaca (2019) pestil örneklerinde titrasyon asitliği değerleri ortalama olarak %3.20-3.23, Atıcı (2013) sıcak havada kurutulan pestil örneklerinde titrasyon asitliği değerleri 2.43 ile 2.72 g/100mL arasında, mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinde bu değerler 2.52 ile 2.71 g/100mL bulunmuştur.

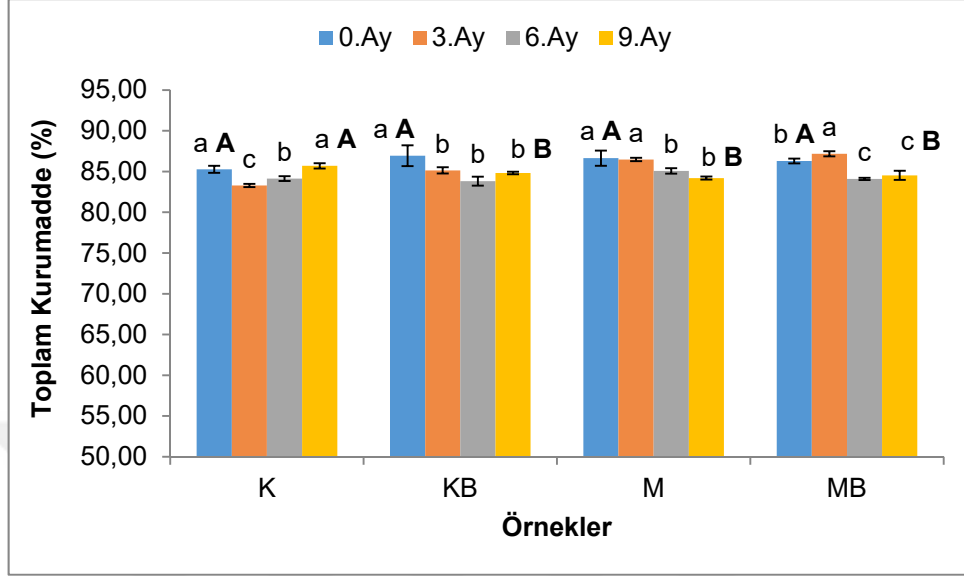
4.4. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Kurumadde Değerleri

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam kurumadde değerlerindeki değişimler Şekil 4.5' de verilmiştir.

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şeker çözeltisinde bekletilerek sıcak havada kurutulması (K) sonucu elde edilen örneklerin toplam kurumadde değerleri aylara göre sırasıyla 85.27, 83.29, 84.14 ve 85.70 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek toplam kurumadde değerine 9.ay K örneğinde (85.70) tespit edilmiştir.

Örneklerin toz şekerde bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (KB) sonucu elde edilen toplam kurumadde değerleri aylara göre sırasıyla 86.94, 85.14, 83.82 ve 84.83 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada K örneklerinde olduğu gibi, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek toplam kurumadde değerine 0.ay KB örneğinde (86.94) tespit edilmiştir.

Örneklerin şeker çözeltisinde bekletilerek ve mikrodalgada kurutulması (M) sonucu elde edilen toplam kurumadde değerleri aylara göre sırasıyla 86.64, 86.48, 85.08 ve 84.20 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek toplam kurumadde değerine 0.ay M örneğinde (86.64) tespit edilmiştir.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.5.Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam kurumadde değerleri

Örneklerin toz şekerde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (MB) sonucu elde edilen toplam kurumadde değerleri aylara göre sırasıyla 86.29, 87.18, 84.10 ve 84.53 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek toplam kurumadde değerine 3. ay MB örneğinde (87.18) tespit edilmiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) toplam kurumadde içerikleri, depo başlangıcındaki (0.ay veya kurutma sonrası) kurumadde farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, depolama sonrasındaki (9.ay) farklılıklar önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4.5’de 0. ve 9.aylarda büyük harf ile gösterilen). Depolama sonunda kurumadde azalma olmuş ancak kurumadde içerikleri bozulma olmasına olanak vermeyecek seviyede korunmuştur.

Talay (2019) yapmış olduğu bir çalışmada nişasta eklenmiş olan pestillerin toplam kurumadde değerlerini 86.03 ile 86.89 arasında bulmuştur.

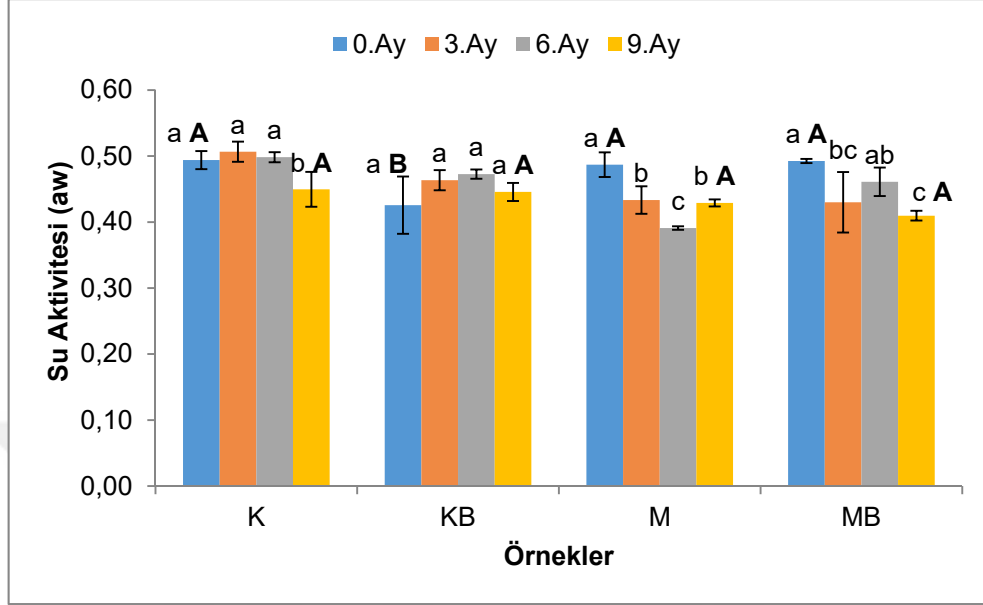
4.5. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Su Aktivitesi (aw) Değerleri

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama aw değerlerindeki değişimler Şekil 4.6' da verilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda K örneklerinin aw değerleri aylara göre sırasıyla 0.49, 0.51, 0.50, 0.45; M örneklerinin aw değerleri aylara göre sırasıyla 0.49, 0.43, 0.39, 0.43 ve MB örneklerinin aw değerleri aylara göre sırasıyla 0.49, 0.43, 0.46, 0.41 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analize göre K, M ve MB örneklerinde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük aw değeri 6. ay M örneğinde (0.39) tespit edilirken, en yüksek aw değeri 3. ay K örneğinde (0.51) tespit edilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda KB örneklerinin aw değerleri 0.43 ile 0.47 arasında bulunmuş olup; örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) su aktivitesi içerikleri, depo başlangıcındaki (0.ay veya kurutma sonrası) farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) ve depolama sonrasındaki (9.ay) farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.6'da 0. ve 9.aylarda büyük harf ile gösterilen).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.6. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki aw değerleri

Patojenik mikroorganizmaların ve bozulmaya sebep veren mikroorganizmaların büyümediği nem koşullarının tanımı, gıdanın korunması için büyük önem taşımaktadır. Şekerlemeler içerdikleri yüksek şeker konsantrasyonları ile 0.65 ile 0.50 aw aralığında mikrobiyal bozulmaya uğramadan korunabilmektedirler (Sandulachi, 2012; Özay ve ark, 1993).

Bu bilgiler doğrultusunda portakal kabuğu şekerlemelerinin aw değerleri (0.39-0.51) ürünlerin bozulmadan saklanması için uygundur. Depolama sonunda da yapılan gözlemlere göre ürünler üzerinde herhangi bir mikrobiyolojik bozulma, tat ve kokuda değişiklik gözlemlenmemiştir.

Atıcı (2013) sıcak havada ve mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinin aw değerlerini sırasıyla 0.45 ile 0.49 arasında ve 0.53 ile 0.54 arasında, Tontul (2017) nar pestillerinin su aktivitesi değerleri 0.311-0.464 aralığında, Quintero Ruiz ve ark, (2014) kuşburnu pestilleri ile yapılan bir çalışmada ise su aktivitesini

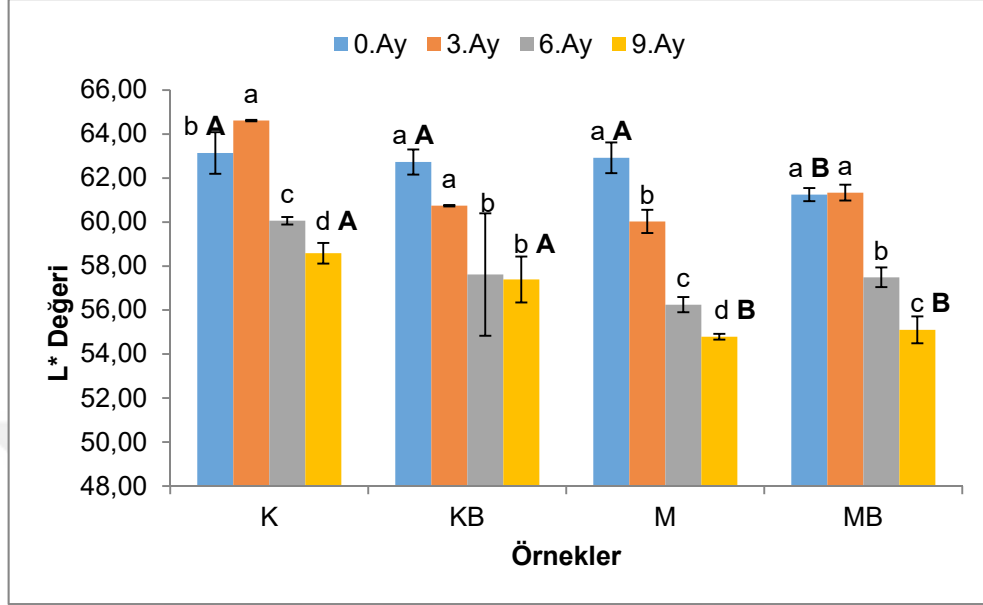
0.56-0.58 aralığında bulmuştur. Çeşitli pestil çalışmalarında su aktivitesi değerleri ürün çeşitliliğine, pişirme sıcaklığına, pişirme süresine ve depolama şartlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

4.6. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince L* Değerleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki L* değerlerindeki değişimler Şekil 4.7' de verilmiştir.

Şekil 4.7'de görüldüğü üzere portakal kabuğu şekerlemelerinin L* değerlerinde depolama ile düşüş gözlemlenmiştir. K örnekleri için 0. ayda L* değeri 63.14 iken 9. ayda bu değer 58.58'e, KB örnekleri için 0. ay L* değeri 62.73 iken 9. ayda bu değer 57.39'a, M örnekleri için 0. ay L* değeri 62.92 iken 9. ayda bu değer 54.79'a, MB örnekleri için başlangıç L* değeri 61.25 iken depolama sonunda bu değer 55.10'a düşmüştür. Yapılan analize göre L* değerinde gözlemlenen bu düşüş, ürünün renginin depolama ile koyulaştığını göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise L* değerindeki bu düşüş önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük L* değeri 9. ay M örneğinde (54.79), tespit edilmiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depo başlangıcındaki L* değerleri 63.14 ile 61.25 arasında değişirken MB örneği en düşük L* değerine sahip olan örnek olmuştur ($p < 0.05$). Depolama sonunda mikrodalgada kurutularak depolanan örneklerin L* değerleri daha düşük tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.7'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.7. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki L* değerleri

Ahmad ve ark. (2017) ananas pestillerindeki L* değerini 23 olarak belirlemişlerdir. Suna ve ark. (2014) güneşte kurutulmuş kayısı pestillerinde L* değerini 49.06 olarak saptamışlardır. Tamer ve ark. (2010) ise balkabağı tatlısında yaptıkları bir çalışmada kontrol örneklerindeki L* değerini 43.05 olarak bulmuşlardır. Bayram (2018) yapmış olduğu çalışmada L* değerini 33-43 arasında tespit edilmiştir.

4.7. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince a* Değerleri

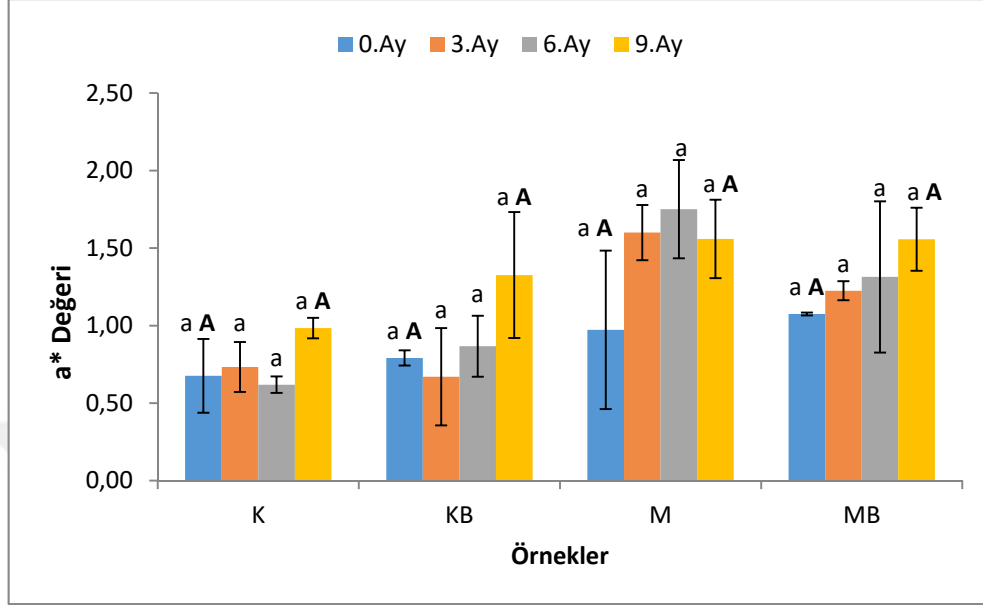
Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki a* değerlerindeki değişimler Şekil 4.8' da verilmiştir.

K örnekleri için 0. ayda a* değeri 0.68 iken 9. ayda bu değer 0.98'e, KB örnekleri için 0. ay a* değeri 0.79 iken 9. ayda bu değer 1.33'e, M örnekleri için 0. ay a* değeri 0.97 iken 9. ayda bu değer 1.56'ya, MB örnekleri için başlangıç a*

değeri 1.08 iken depolama sonunda bu değer 1.56'ya yükselmiştir. Yapılan analize göre a^* değerinde gözlemlenen bu yükseliş, ürünün rengindeki kırmızılığın depolama ile arttığını göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise a^* değerindeki bu yükseliş önemsiz bulunmuş olsa da renk değişimleri gözle de fark edilmektedir.

Yapılan birçok çalışmada a^* değerinde ki bu artış kurutma esnasında meydana gelen Maillard reaksiyonu ile ilişkilendirilmiştir (Baini ve Langrish, 2009; Ghanem ve ark. 2012). Maillard reaksiyonu sonucu meydana gelen HMF, depolama ile artmaya devam eder (Zappala ve ark. 2005). Portakal kabuğu şekerlemelerinde tespit edilmiş olan a^* değerindeki artışın HMF ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depo başlangıcındaki a^* değerleri 0.68 ile 1.08 arasında değişirken MB örneği en yüksek a^* değerine sahip olan örnek olmuştur. Depolama sonunda mikrodalgada kurutularak depolanan örneklerin a^* değerleri daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak farklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.8'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen). Ancak bu farklar standart sapmanın yüksek olmasından dolayı önemsiz çıkmış olsa da önemsenmesi gereken bir durumdur.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.8. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki a^* değerleri

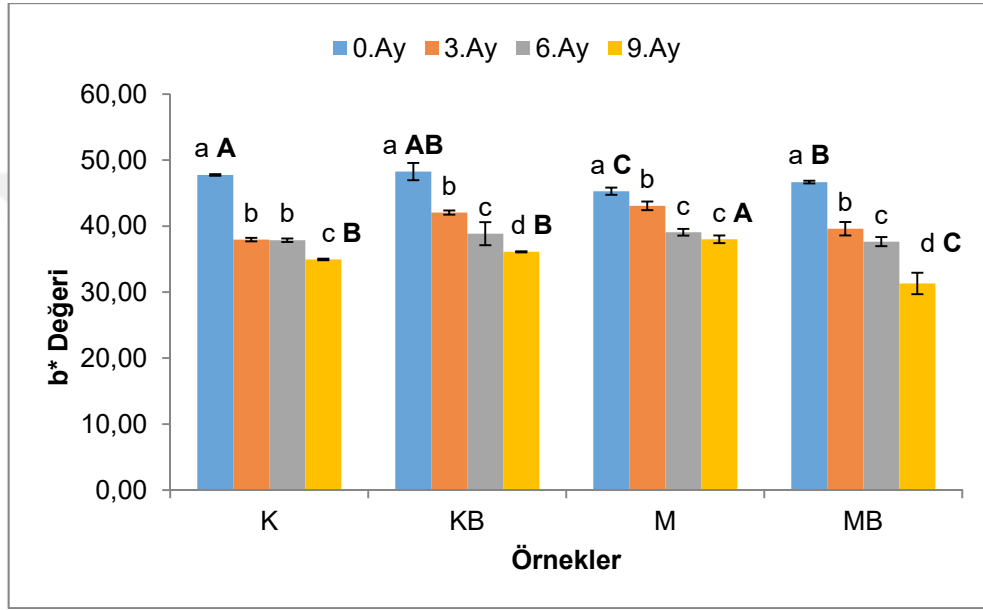
Ahmad ve ark. (2017) ananas pestillerindeki a^* değerini 9.43 olarak belirlemişlerdir. Suna ve ark. (2014) güneşte kurutulmuş kayısı pestillerinde a^* değerini 24.3-26.7 olarak saptamışlardır. Tamer ve ark. (2010) ise balkabağı tatlısında yaptıkları bir çalışmada kontrol örneklerindeki a^* değerini 16.40 olarak ölçmüşlerdir. Yüksekaya (2013) açık havada kurutulan pestil örneklerinde kurutma sonrasında a^* değerlerinde düşüş olduğu, kabin kurutucuda kurutulan pestil örneklerinde kurutma sonrasında a^* değerlerinde artış olduğunu saptamıştır.

4.8. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince b^* Değerleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki b^* değerlerindeki değişimler Şekil 4.9' de verilmiştir.

Şekil 4.9'de görüldüğü üzere portakal kabuğu şekerlemelerinin b^* değerlerinde depolama ile düşüş gözlemlenmiştir. K örnekleri için 0. ayda b^*

değeri 47.76 iken 9. ayda bu değer 34.94'e, KB örnekleri için 0. ay b* değeri 48.27 iken 9. ayda bu değer 36.11'e, M örnekleri için 0. ay b* değeri 45.28 iken 9. ayda bu değer 38.01'e, MB örnekleri için başlangıç b* değeri 46.67 iken depolama sonunda bu değer 31.31'e düşmüştür.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.9. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki b* değerleri

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depo başlangıcındaki b* değerleri 45.28 ile 47.76 arasında değişirken K örneği en yüksek b* değerine sahip olan örnek olmuştur. Depolama sonunda MB örneklerinin b* değerleri daha düşük ($p<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4.9'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Yapılan analize göre tüm örneklerde depolama sonunda ilk aylara göre b* değerinde düşüş tespit edilmiş olup ürüne sarı rengi veren karotenoid bileşiklerin depolama boyunca azaldığını göstermektedir. Yapılan istatistiksel analiz

sonucunda ise tüm örnekler için b^* değerindeki bu düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Portakal kabuğu şekerlemelerinde b^* değerindeki bu düşüş karotenoidlerin depolama süresince düşüşü ile ilişkilendirilebilir (Contreras ve ark, 2008).

Şengül ve ark. (2010) dut pestillerinde b^* değerini 15.56; erik pestillerinde b^* değerini 0.99; kıvılcık pestillerinde b^* 6.64 olarak bulmuşlardır. Ahmad ve ark. (2017) ananas pestillerindeki b^* değerini 2.71 olarak belirlemişlerdir. Suna ve ark. (2014) güneşte kurutulmuş kayısı pestillerinde b^* değerini 8.31 olarak saptamışlardır.

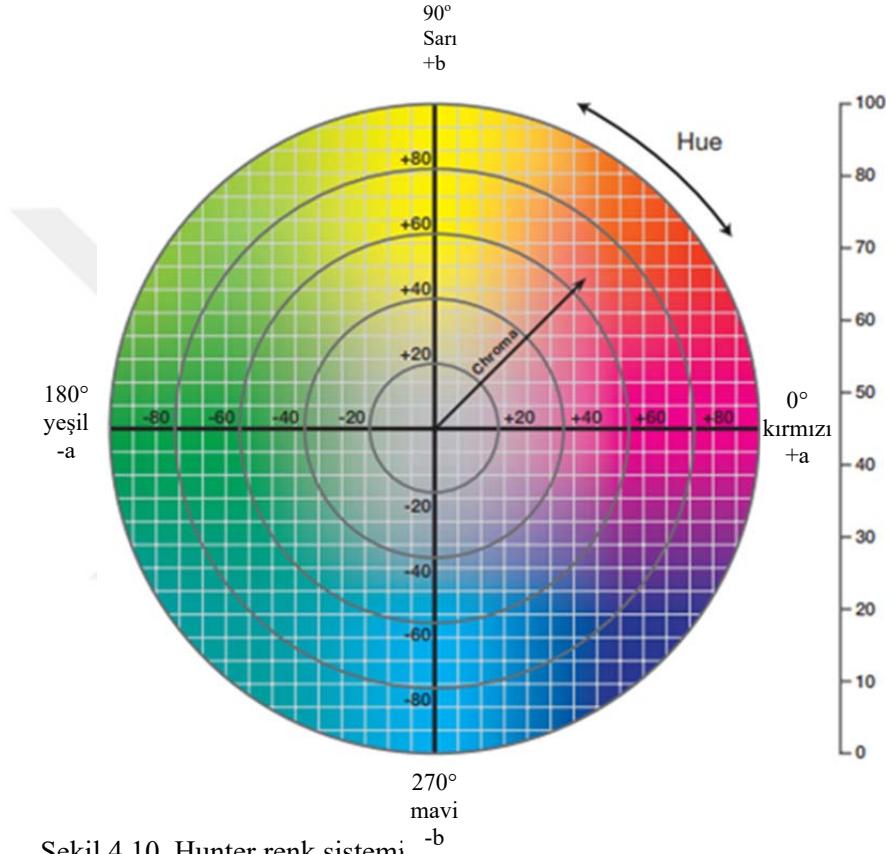
Tamer ve ark. (2010) ise balkabağı tatlısında yaptıkları bir çalışmada kontrol örneklerindeki b^* değerini 26.9 ölçmüş, Karaca (2019) kuru hünnap meyvesinin, belli miktarda su eklenerek pişirilip, süzülmesi ve nişasta ilavesiyle koyulaştırılmasının ardından bezlere dökümü yapılarak, güneşe serilip kurutulmasıyla elde edilen hünnap pestilinde b^* değeri 39.47 olarak bulmuştur. Her iki örnek içinde kullanılan materyal sarı renkli olup, bulunan bu değerler bizim bulduğumuz veriler ile örtüşmektedir.

Atıcı (2013) erik pestili ile yapmış olduğu çalışmada depolama ile b^* değerinde azalma gözlemlendiğini ve depolama süresi arttıkça antosiyaninlerin parçalandığını ve b^* değerinin azaldığını belirtmiştir. Sıcak havada kurutulan pestil örneklerinin başlangıç değerini 14.22 bulurken depolama sonunda 7.44' e, mikrodalgada kurutulan pestil örnekleri için ortalama b^* değeri 12.58 iken depolama sonunda 5.55' e, sıcak havada kurutulan kontrol pestil örneklerinin başlangıç ayında 12.41 bulurken depolama sonunda 5.50' ye, mikrodalgada kurutulan kontrol pestil örneklerinde ise 13.55' ten 4.34' e düştüğünü bulmuştur.

4.9. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince hue^* Değerleri

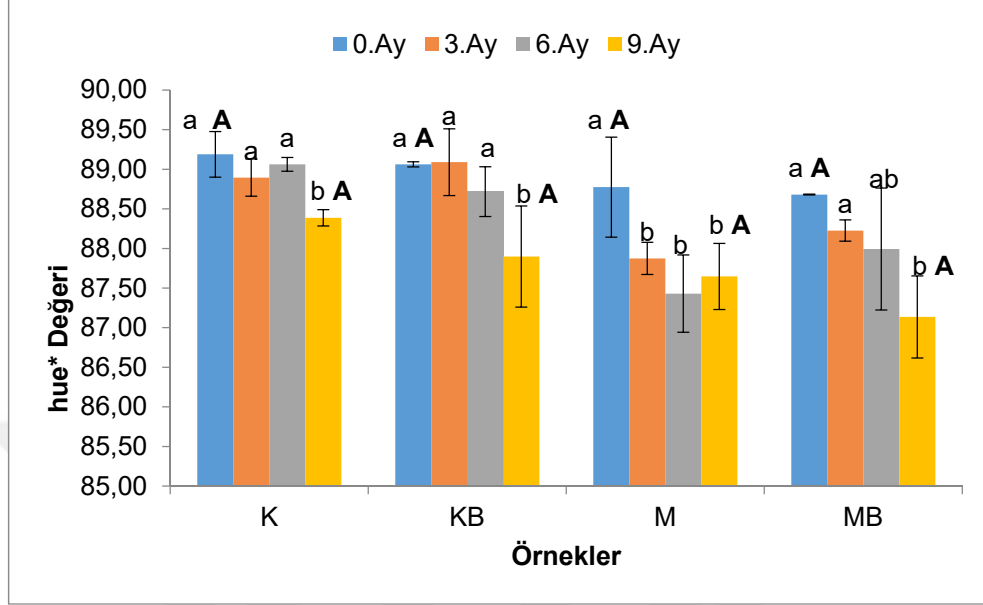
Hue değeri, renk tonu ile ilgili bir nitelik olup 0° – 360° arasında değişmektedir. 0° ve 360° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir (Şekil 4.10).

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hue* değerlerindeki değişimler Şekil 4.11' de verilmiştir.



Şekil 4.10. Hunter renk sistemi

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin şeker çözeltisinde bekletilerek sıcak havada kurutulması (K) sonucu elde edilen örneklerin hue* değerleri aylara göre sırasıyla 89.19, 88.89, 89.06, 88.39 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.05$). İlk 6 ay hue* değerlerinde azalmalar önemsiz iken 9. ay K örneğinde (88.39) azalma önemli olmuştur.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.11. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hue* değerleri

Örneklerin toz şekerde bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (KB) sonucu elde edilen hue* değerlerinde ise ilk 6 aydaki değişimler önemsiz iken 9. aydaki azalmalar önemli bulunmuştur. Ancak bu düşüş şeker çözeltisinde bekletilene göre daha fazla olmuştur.

Örneklerin şeker çözeltisinde bekletilerek ve mikrodalgada kurutulması (M) sonucu elde edilen hue* değerleri aylara göre sırasıyla 88.77, 87.87, 87.43, 87.65 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük hue* değeri 6. ay M örneğinde (87.43), en yüksek hue* değeri 0. ay M örneğinde (88.77) tespit edilmiştir. Depolama sırasında düşüş ilk 3 ayda başlamıştır.

Örneklerin toz şekerde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (MB) sonucu elde edilen hue* değerleri aylara göre sırasıyla 88.68, 88.23, 87.99, 87.14 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, örneklerde depolama

sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük hue* değeri 9. ay MB örneğinde (87.14), en yüksek hue* değeri 0. ay MB örneğinde (88.68) tespit edilmiştir.

Örneklerin hue değerleri Şekil 4.10' da görüldüğü gibi birbirine oldukça benzer ve 90°'ye (sarı) yakın değerlerdir. Bunun nedeni örneklerin 90° olması +b eksenine (sarıya yakın) karşılık gelmesinden kaynaklanmaktadır. Buda örneklerin renginin sarı bir renge sahip olduklarının göstergesidir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depo başlangıcındaki hue* değerleri 88.68 ile 89.19 arasında değişirken örnekler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Depolama sonunda mikrodalgada kurutularak depolanan örneklerin hue* değerleri daha düşük olmasına rağmen istatistiksel olarak farklar önemsiz bulunmuştur (Şekil 4.11'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Suna ve ark. (2014) kayısı pestillerinde hue* açısı değerlerini 63.01° ile 67.06° arasında, Tontul ve Topuz (2017) nar pestillerinde hue* açısı değerlerini 35.19° ile 46.72° arasında, Ağçam (2011) portakal suyu örneklerinde hue* açısı değerlerinin 97.96° ile 100.97° arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Atıcı (2013) sıcak havada kurutulan pestil örneklerinde depolama süresince ortalama hue* açısı değerleri 26.01° ile 28.84° arasında, mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinde bu değerler 24.77° ile 26.79° aralığında saptanmıştır.

4.10. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince C* Değerleri

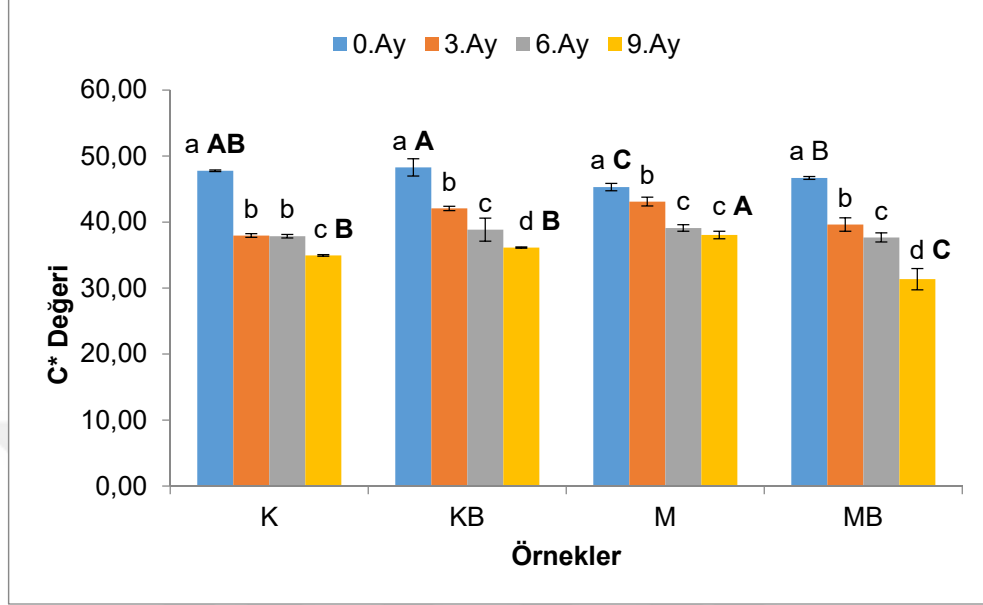
C* değeri (Kroma) rengin doygunluğunu gösterir. Renk ne kadar kuvvetli ise doygunluğu o derece fazladır. Doygunluk, rengin ışığı yeterince yansıtması ve parlaklığıyla ilgilidir. Rengin doygunluğu arttıkça görünüş daha kuvvetli ve canlı olurken, doygunluk azaldıkça renk matlaşır.

Şekerlemelerin depolama sırasındaki C* değerlerindeki değişimler Şekil 4.12' de verilmiştir.

Şekil 4.12'da görüldüğü üzere portakal kabuğu şekerlemelerinin C* değerlerinde depolama ile düşüş gözlemlenmiştir. K örnekleri için 0. ayda C* değeri 47.76 iken 9. ayda bu değer 34.95'e, KB örnekleri için 0. ay C* değeri 48.27 iken 9. ayda bu değer 36.13'e, M örnekleri için 0. ay C* değeri 45.29 iken 9. ayda bu değer 38.04'e, MB örnekleri için başlangıç C* değeri 46.68 iken depolama sonunda bu değer 31.35'e düşmüştür.

Yapılan analize göre tüm örneklerde depolama boyunca C* değerlerinde düşüş tespit edilmiş olup, portakal kabuğu şekerlemelerinde depolama ile mat görünümün arttığı saptanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise tüm örnekler için C* değerindeki bu düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En düşük C* değerleri 9. ay örneklerinde tespit edilmiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depo başlangıcındaki C* değerleri 45.29 ile 47.76 arasında değişirken M örneği en düşük C* değerine sahip olan örnek olmuştur ($p<0.05$). Depolama sonunda örneklerin C* değerleri kıyaslandığında en düşük C* değeri MB örneğinde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.12'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.12. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki C* değerleri

Tontul ve Topuz (2017) nar pestillerinde C* değerlerini 15.60 ile 23.57 arasında, Suna ve ark. (2014) kayısı pestillerinde C* değerlerini 46.67 ile 37.94 arasında, Ağçam (2011) portakal sularındaki C* değerlerinin 18.78 ile 21.12 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Cortés ve ark. (2008), taze portakal suyunun C* değerini 57.63 olarak bulmuştur. Atıcı (2013) sıcak havada kurutulan pestil örneklerinde ortalama C* değeri başlangıçta 32.50 iken depolama sonunda 16.25'e, mikrodalgada kurutulan pestil örneklerinde 29.38'ten 13.11'e düşmüş olduğu saptanmıştır.

4.11. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince ΔE^* Değerleri

ΔE^* değeri; CIE $L^*a^*b^*$ renk düzleminde bulunan iki rengin (düzlemdeki iki noktanın) koordinatları arasındaki uzaklık ya da kısaca toplam renk farklılıkları (ΔE^*), renk uzayının koordinatlarının korelasyonları olarak ifade edilebilir. CIE

L*a*b* sistemine göre, iki renk arasındaki renk farkı veya uzaklık, aşağıdaki formülüne göre hesaplanır (MacDougall, 2000 ve Özcan, 2008).

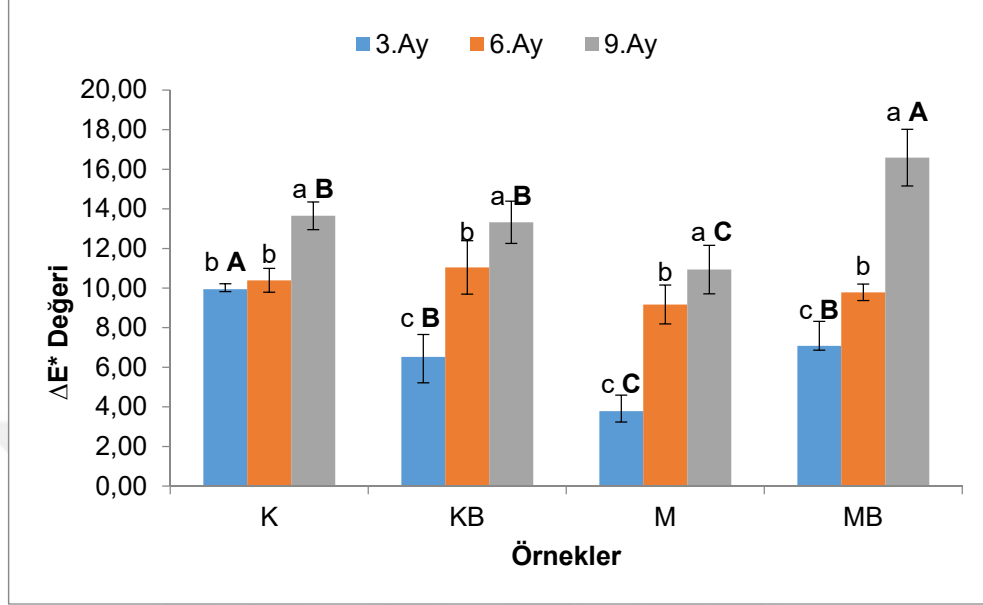
$$\Delta E^* = \sqrt{((\Delta L^*)^2) + ((\Delta a^*)^2) + ((\Delta b^*)^2)}$$

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki ΔE^* değerlerindeki değişimler Şekil 4.13' de verilmiştir.

Tüm örneklerin ΔE^* değerlerinde depolama boyunca artış gözlemlenmiş olup, K örnekleri için 3. ayda ΔE^* değeri 9.94 iken 9. ayda bu değer 13.65'e, KB örnekleri için 3. ay ΔE^* değeri 6.53 iken 9. ayda bu değer 13.32'ye, M örnekleri için 3. ay ΔE^* değeri 3.78 iken 9. ayda bu değer 10.93'e, MB örnekleri için 3. ay ΔE^* değeri 7.08 iken depolama sonunda bu değer 16.59'a yükselmiştir.

Yapılan analize göre tüm örneklerde depolama boyunca ΔE^* değerlerinde artış tespit edilmiş olup, portakal kabuğu şekerlemelerinde depolama ile renk değerleri arasındaki farklar artmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ise tüm örnekler için ΔE^* değerindeki bu artış önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En düşük ΔE^* değeri 3. ay M örneğinde (3.78), en yüksek ΔE^* değeri 9. ay MB örneğinde (16.59) tespit edilmiştir.

Örnekler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (3. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) 3 ay sonunda ΔE^* değerleri 3.78 ile 9.94 arasında değişirken K örneği en yüksek ΔE^* değerine sahip örnek olmuştur. Ancak 9. ay sonunda toz şekerde bekletilerek mikrodalgada kurutulan örneklerde ΔE^* değerleri daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.13'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 3.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

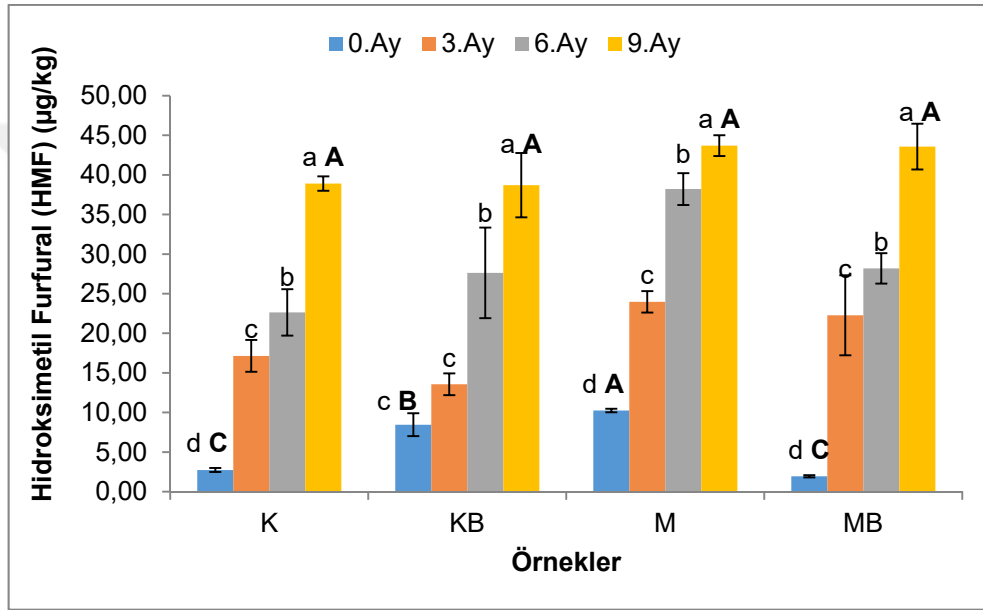
Şekil 4.13. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki ΔE^* değerleri

Suna ve ark. (2014) kayısı pestillerinde ΔE^* değerlerini 64.32 ile 58.38 arasında saptamıştır. DüNDAR (2018) depolama süresince bulanık çilek nektarına ait ΔE^* değerlerini 5.21 – 11.36 aralığında saptamıştır.

Ghanem ve ark. (2020) ΔE değerinin kuruma süresi, sıcaklık veya güç seviyesi ile arttığını bildirmiştir. Hava ile kurutma için kurutma sıcaklığı (40–60°C) artırıldıktan sonra 35.52'ten 42.67'ye, 16.97'den 31.56'e ve mikrodalga ile kurutmada güç seviyesi (100-600 W'a) artırıldıktan sonra 17.52'den 48.56'ya yükseldiğini saptamıştır.

4.12. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Hidroksimetil Furfural (HMF) İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama boyunca HMF içeriğindeki değişimler Şekil 4.14' de verilmiş olup, HMF'ye ait HPLC kromatogramları EK 2'de verilmiştir.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p < 0.05$).

Şekil 4.14. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki HMF içerikleri

K örneklerindeki HMF içerikleri aylara göre sırasıyla 2.74, 17.15, 22.63, 38.90 µg/kg olarak bulunmuştur. Depolama süresince 0. ay K örneği HMF miktarının 9. ay K örneğinin HMF miktarına göre 13.20 kat artmış olduğu tespit edilmiştir.

KB örneklerindeki HMF içerikleri aylara göre sırasıyla 8.45, 13.56, 27.63, 38.70 µg/kg olarak bulunmuştur. Depolama süresince 0. ay KB örneği HMF

miktarının 9. ay KB örneğinin HMF miktarına göre 3.58 kat artmış olduğu tespit edilmiştir.

M örneklerindeki HMF içerikleri aylara göre sırasıyla 10.24, 23.97, 38.21, 43.70 µg/kg olarak bulunmuştur. Depolama süresince 0. ay M örneği HMF miktarının 9. ay M örneğinin HMF miktarına göre 3.27 kat artmış olduğu tespit edilmiştir.

MB örneklerindeki HMF içerikleri aylara göre sırasıyla 1.94, 22.27, 28.19, 43.56 µg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, tüm örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresince 0. ay KB örneği HMF miktarının 9. ay KB örneğinin HMF miktarına göre 21.45 kat artmış olduğu tespit edilmiştir.

Farklı şekillerde kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında HMF içerikleri 1.94 ile 10.24 µg/kg arasında değişirken M örneğinin en yüksek HMF içeriği tespit edilmiştir ($p<0.05$). 9. ay sonunda mikrodalgada kurutulan örneklerin HMF içerikleri daha yüksek bulunmuştur (43.56-43.70 µg/kg) (Şekil 4.14'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin HMF içerikleri Şekil 4.14'de görüldüğü üzere depolama boyunca artış göstermiştir. Başlangıç HMF içeriği K ve MB örneklerinde daha düşükken, KB ve M örneklerinde bu değer yaklaşık 3 katı daha fazladır. Depolama sonunda ise mikrodalga ile kurutulmuş olan örneklerin HMF değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sakkarozun ısı ve asidin etkisi ile HMF'ye dönüşümünün daha fazla olduğu bildirilmiştir. (Yıldız ve ark. 2010). HMF, asitli ortamda heksozun ısının etkisi ile parçalanması sonucu veya maillard reaksiyonu sonucu oluşan ve enzimatik olmayan esmerleşmeye sebep olan bir ara üründür (Ekşi ve Artık, 1986).

Suna ve ark. (2014) kayısı pestillerinin mikrodalga kurutma, vakumlu fırın kurutma ve güneşte kurutma olarak üç farklı yöntem ile kurutulmaları sonucu elde

ettiği örneklerde HMF içeriğini sırası ile 13.62, 19.39 ve 45.64 mg/kg olarak saptamıştır.

Yıldız (2013) dut pestillerinde (sade ve kuruyemiş ilaveli) HMF değerlerini 18.15-27.94 mg/kg aralığında, Karaca (2019) hünnap pestillerinde HMF değerlerini ortalama olarak 16.81 ile 35.12 mg/kg arasında saptamıştır.

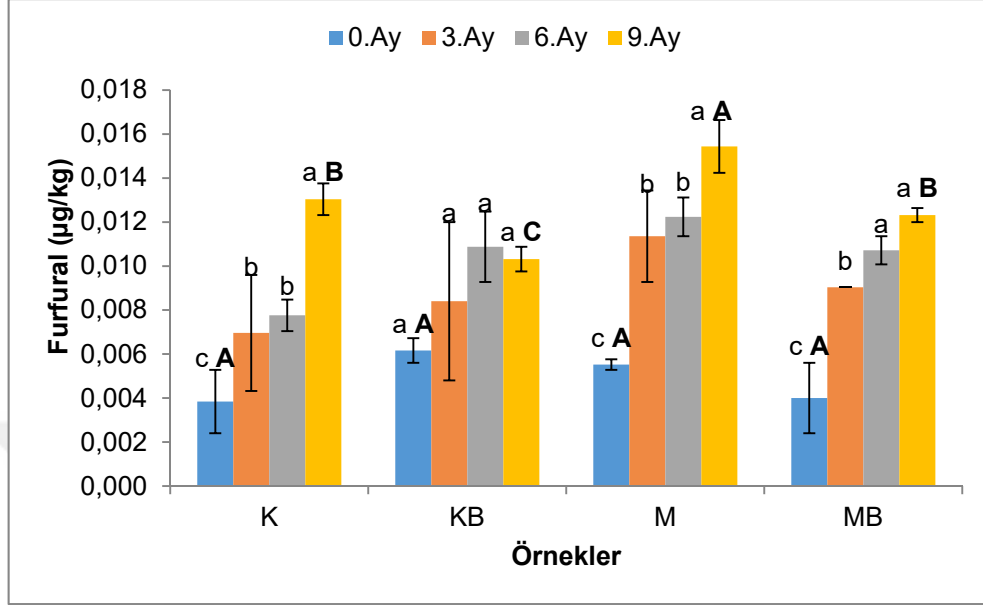
Boz (2012) dut pestili üretiminde yapmış olduğu çalışmada pişirme süresinin artması ile birlikte HMF miktarının da artış gösterdiği bildirmiş ve pestillerin 10 dakika ve 20 dakika olmak üzere iki farklı pişirme süresinde HMF içeriklerini incelemiştir. Yapılan çalışmaya göre 10 dakika ısıtılma işlemi gören dut pestilinin HMF içeriği 86.39 mg/kg, 20 dakika ısıtılma işlemi gören dut pestilinin HMF içeriği 105.28 mg/kg olarak bulunmuştur.

4.13. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Furfural İçerikleri

Furfural, beş karbonlu şekerlerin (pentozların) asidik ortamda hidrolizi sonucu oluşan son üründür (Yıldız ve ark, 2010).

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki furfural içeriğindeki değişimler Şekil 4.15' de verilmiştir. Furfurala ait HPLC kromatogramları EK 2'de verilmiştir.

K örneklerindeki furfural içerikleri aylara göre sırasıyla 0.004, 0.007, 0.008, 0.013 µg/kg; M örneklerindeki furfural içerikleri aylara göre sırasıyla 0.006, 0.011, 0.012, 0.015 µg/kg; MB örneklerindeki furfural içerikleri aylara göre sırasıyla 0.004, 0.009, 0.011, 0.012 µg/kg olarak bulunmuş olup yapılan istatistiksel analizde, K, M ve MB örneklerinde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama süresince 0. aya göre K, M ve MB örneklerinde furfural miktarlarındaki artış sırasıyla 2.25, 1.50, 2.00 kat olarak saptanmıştır.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.15. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki furfural içerikleri

Yapılan analiz sonucunda KB örneklerinin furfural içerikleri aylara göre sırasıyla 0.006, 0.008, 0.011, 0.010 $\mu\text{g/kg}$ olarak bulunmuş olup; örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilememiştir. Depolama süresince 0. aya göre KB örneklerindeki furfural miktarının 0.67 kat artmış olduğu saptanmıştır.

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin furfural içerikleri Şekil 4.15'de görüldüğü üzere depolama boyunca artış göstermiştir. Başlangıç furfural içeriği K ve MB örneklerinde daha düşükken, KB ve M örneklerinde bu değer yaklaşık 1.5 katı daha fazladır. Depolama sonunda ise şeker çözeltisinde bekletilerek elde edilen (K ve M) şekerleme örneklerinin furfural miktarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Farklı şekillerde kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında)

depolama başında furfural içerikleri benzer (0.004-0.006µg/kg) iken, 9. ay sonunda mikrodalgada kurutulan örneklerin furfural içerikleri daha yüksek bulunmuştur (0.012-0.015 µg/kg) (Şekil 4.15’de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

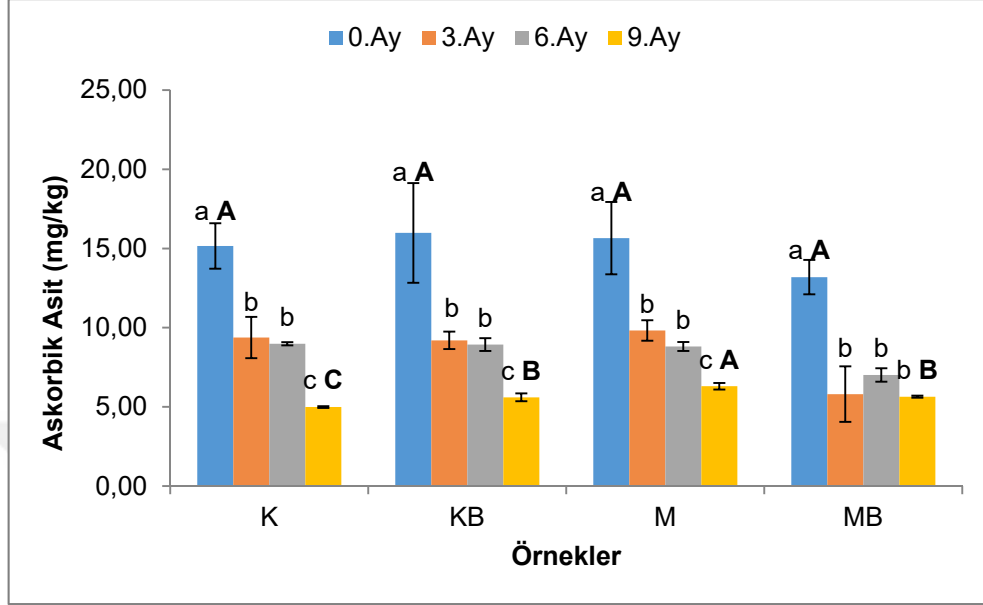
Tontul (2017) uçucu bileşenlere uygulanan temel bileşen analizi sonuçlarına göre geleneksel formülasyonla hazırlanan pestillerde farklılık yaratan bileşenin furfural olduğunu saptamıştır. Bu bileşenin oluşumunu tetikleyen yöntem mikrodalga destekli sıcak hava akımında kurutma (180W) olup, hidrokolloidlerle hazırlanan pestillerde ise kırım pencere kurutma (KPK) ve sıcak hava akımında kurutma yöntemleri benzer uçucu bileşen profiline ve düşük furfural oranına sahip olduğu saptamıştır.

Nagy ve ark. (1973) yapmış oldukları çalışmada ticari portakal suyunun başlangıç furfural düzeyini 8 µg/L olarak bulmuş ve farklı depolama sıcaklıkları (5, 10, 16, 21, 30°C) ile 16 hafta boyunca depolanan örneklerin sonuçları sırasıyla 19 µg/L, 32 µg/L, 66 µg/L, 131 µg/L, 533 µg/L olarak bulunmuştur. Bulunan verilere göre furfural miktarının sıcaklık ile doğru orantılı bir artış göstermiştir.

4.14. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Askorbik Asit İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki askorbik asit içeriğindeki değişimler Şekil 4.16’ de verilmiş olup, askorbik aside ait HPLC kromatogramı EK 3’de verilmiştir.

Yapılan analize göre tüm örneklerde depolama boyunca askorbik asit miktarında düşüş tespit edilmiş olup, bu düşüş istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.16. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki askorbik asit içerikleri

Depolama süresince portakal kabuğu şekerlemelerinin askorbik asit miktarları; K örnekleri için 0. ayda 15,16 mg/kg iken 9. ayda bu değer 4,99 mg/kg'a, KB örnekleri için 0. ay 15,98 mg/kg iken 9. ayda bu değer 5,60 mg/kg'a, M örnekleri için 0. ay 15,65 mg/kg iken 9. ayda bu değer 6,30 mg/kg'a, MB örnekleri için başlangıç askorbik asit içeriği 13,19 mg/kg iken depolama sonunda bu değer 5,64 mg/kg'a düşmüştür.

Depolama sonunda K, KB, M ve MB örneklerindeki askorbik asit miktarları 0. aya göre sırasıyla %67, %65, %60 ve %57 azalmış olduğu tespit edilmiştir.

Tüm örnekler için depolamanın 3. ve 6. ayları arasındaki askorbik asit miktarlarındaki değişimler oldukça az olmakla birlikte, en hızlı düşüş 0. ve 3. aylar arasında gözlemlenmiştir.

Farklı şekillerde kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistikî karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında askorbik asit içerikleri benzer iken, 9. ay sonunda benzer şekilde azalmış ancak istatistiksel değerlendirmede standart sapmalar çok düşük olduğu için askorbik asit içerikleri farklı bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 4.16'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Demiray (2009) domatesleri 60°C' de 20 saat, 90°C' de 10 saat ve 100°C' de 8 saat süren kurutma işlemlerine tabi tutarak ürünlerin askorbik asit miktarlarındaki değişimi incelemiştir. Yapılan çalışmaya göre 60°C' de 20 saat kurutulan domateslerde başlangıç askorbik asit miktarı 544,84 mg/100g (kuru maddede, KM) değerinden 135,55 mg/100g kuru madde değerine düşmüş olup başlangıç miktarına göre %75.13 oranında azalma gözlemlenmiştir. 90°C' de 10 saat kurutulan domateslerde 9.saatten sonra ortamda askorbik asit tespit edilememiş ve 100°C' de 8 saat süren kurutma işleminde ise 544,84 mg/100g(KM)'den 39,23 mg/100g (KM)'e 5 saat içinde düşmüş ve bu saatten sonra alınan örneklerde askorbik asit tespit edilememiştir. Yani askorbik asitlerin yüksek ısıda parçalanması artmıştır.

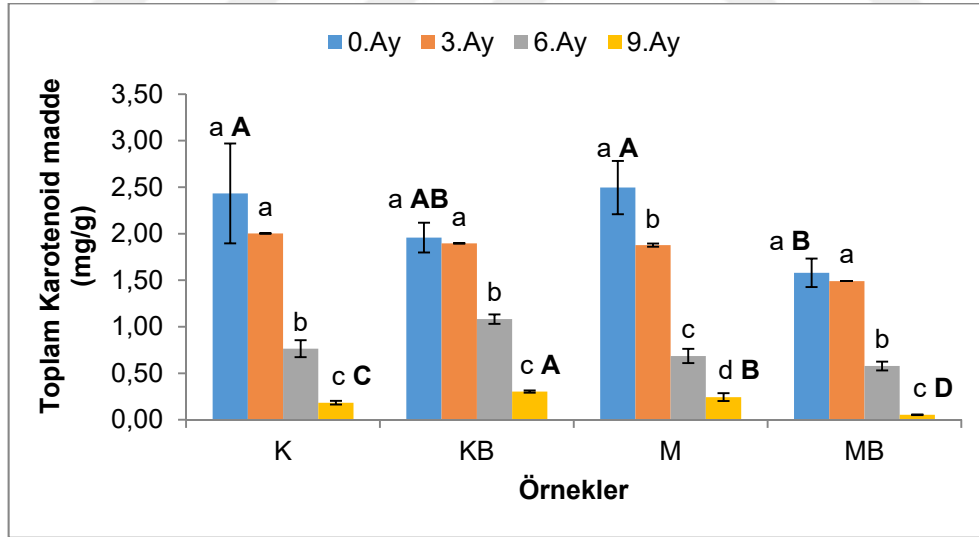
Yüksek sıcaklıklarda yapılan kurutma işlemlerinde ürünlerin kuruma süresi azalma gösterse bile önemli seviyelerde askorbik asit kaybı meydana geldiği belirtilmiştir (Dewanto ve ark,2002; Demiray 2009). Ayrıca depolama sıcaklığının yüksek olması ya da ışık etkisi ile askorbik asit oksidasyona uğrar ve bu oksidasyon sonucunda askorbik asit miktarında azalma gözlemlenmektedir. (Kaleem ve ark, 2017)

Daha önceki çalışmalarda da görüldüğü üzere örneklerdeki askorbik asit miktarı üretim aşamasındaki ısı işlem sıcaklığına, süresine ve depolama koşullarına bağlı olarak çok hızlı bozulma göstermekte olup, yapılan analiz sonucunda elde etmiş olduğumuz veriler önceki çalışmalar ile örtüşmektedir.

4.15. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Karotenoid Madde İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam karotenoid madde içeriğindeki değişimler Şekil 4.17' de verilmiştir.

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin şeker çözeltisinde bekletilerek sıcak havada kurutulması (K) sonucu elde edilen örneklerin toplam karotenoid madde içeriği 2.43 ile 0.18 mg/g, kabukların toz şekerde bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (KB) sonucu elde edilen örneklerin toplam karotenoid madde içeriği 1.96 ile 0.30 mg/g, kabukların şeker çözeltisinde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (M) sonucu elde edilen örneklerin toplam karotenoid madde içeriği 2.50 ile 0.24 mg/g, kabukların toz şekerde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (MB) sonucu elde edilen örneklerin toplam karotenoid madde içeriği 1.58 ile 0.05 mg/g arasında bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, tüm örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.17. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam karotenoid madde içerikleri

K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince toplam karotenoid madde içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 92.59, 84.69, 90.4 ve 96.84 olarak saptanmıştır.

Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında toplam karotenoid içerikleri 1.58 ile 2.50 mg/g arasında iken ($p<0.05$), 9. ay sonunda önemli azalmalar göstermiş ve en fazla azalma MB örneğinde olmuştur ($p<0.05$) (Şekil 4.17'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Karaca (2019) hünnap pestillerindeki toplam karotenoid madde içeriğini iki aylık depolama süresinin sonunda ortalama 2.63-2.90 mg/100 g olarak bulmuş ve yapılan istatistiksel analize göre değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Hünnap pestillerinin karotenoid miktarları, çalışmamızdaki portakal kabuğu pestilleriyle benzerlik göstermektedir (ilk 3 aylık süre için).

Kara (2014) yaptığı altın çilek pestillerinde toplam karotenoid madde miktarını 2.66- 4.08 mg/100 g (yaş ağırlık) olarak tespit etmiştir.

4.16. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Karotenoid Bileşen İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerine uygulanan farklı kurutma teknikleri ve farklı şeker uygulamaları sonrasında tespit edilen karotenoid bileşenlerdeki değişimler Çizelge 4.1'de $\mu\text{g}/100\text{ mg}$ cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere portakal kabuğu şekerlemelerinin karotenoid bileşen miktarlarında depolama ile tüm örneklerde düşüş gözlemlenmiştir.

Tespit edilen karotenoid bileşenlerden β -kriptoksantin K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince karotenoid bileşen içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 66.95, 77.86, 84.21 ve 90.34 olarak saptanmıştır.

KB, M ve MB örnekleri için β -kriptoksantin miktarındaki düşüş en hızlı 3. ay ile 6. ay arasında gözlemlenirken K örneğinde en hızlı düşüş 0. ay ile 3. ay arasında gözlemlenmiştir. İstatistiksel analize göre tüm örnekler için depolama boyunca gözlemlenen düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Portakal kabuğu şekerlemelerinde ki β -karotenin K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince karotenoid bileşen içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 70.00, 86.36, 85.71 ve 92.00 olarak saptanmıştır. İstatistiksel analize göre tüm örnekler için depolama boyunca gözlemlenen düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında β -kriptoksantin içerikleri 1.18 ile 1.45 $\mu\text{g}/100\text{ mg}$ arasında iken ($p<0.05$), 9. ay sonunda önemli azalmalar göstermiş ve en fazla azalma yine toplam karotenoid de olduğu gibi β -kriptoksantin ve β -karoten içeriklerinde de MB örneğinde olmuştur ($p<0.05$) Çizelge 4.1, Şekil 4.18 ve 4.19).

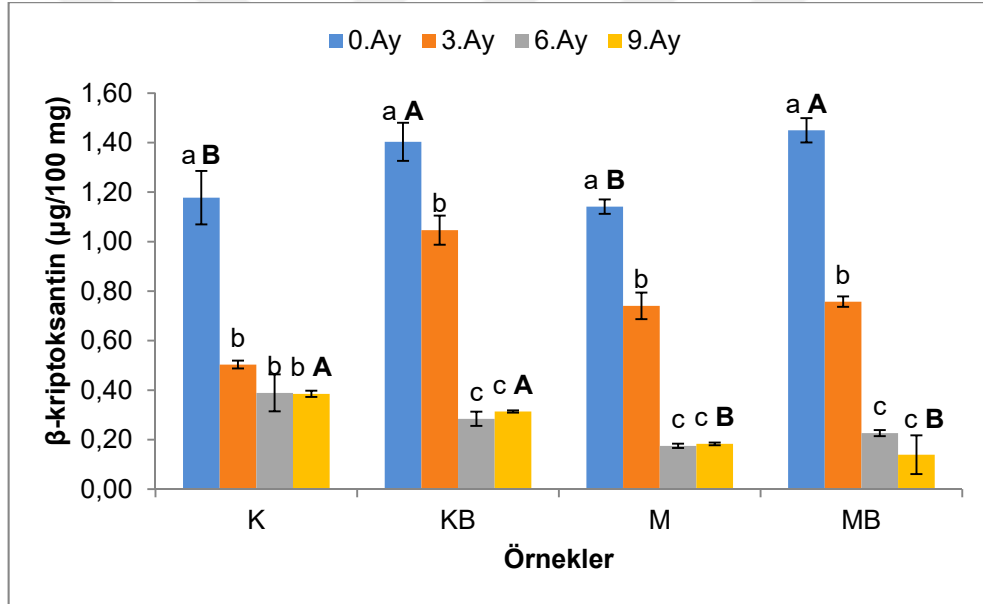
Çizelge 4.1. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama boyunca karotenoid bileşen içerikleri ($\mu\text{g}/100\text{ mg}$)

Karotenoid Bileşen	K	KB	M	MB
β -kriptoksantin 0.ay	1.18 $\pm$ 0.11 ^{aB}	1.40 $\pm$ 0.08 ^{aA}	1.14 $\pm$ 0.03 ^{aB}	1.45 $\pm$ 0.05 ^{aA}
β -kriptoksantin 3.ay	0.50 $\pm$ 0.02 ^b	1.05 $\pm$ 0.06 ^b	0.74 $\pm$ 0.05 ^b	0.76 $\pm$ 0.02 ^b
β -kriptoksantin 6.ay	0.40 $\pm$ 0.07 ^b	0.28 $\pm$ 0.03 ^c	0.17 $\pm$ 0.01 ^c	0.23 $\pm$ 0.01 ^c
β -kriptoksantin 9.ay	0.39 $\pm$ 0.01 ^{bA}	0.31 $\pm$ 0.00 ^{cA}	0.18 $\pm$ 0.01 ^{cB}	0.14 $\pm$ 0.08 ^{cB}
β -karoten 0.ay	0.20 $\pm$ 0.04 ^{aA}	0.22 $\pm$ 0.05 ^{aA}	0.14 $\pm$ 0.06 ^{aA}	0.25 $\pm$ 0.05 ^{aA}
β -karoten 3.ay	0.12 $\pm$ 0.01 ^b	0.17 $\pm$ 0.02 ^b	0.07 $\pm$ 0.05 ^{ab}	0.13 $\pm$ 0.00 ^b
β -karoten 6.ay	0.05 $\pm$ 0.01 ^c	0.04 $\pm$ 0.02 ^c	0.01 $\pm$ 0.00 ^b	0.03 $\pm$ 0.01 ^c
β -karoten 9.ay	0.06 $\pm$ 0.01 ^{cA}	0.03 $\pm$ 0.01 ^{cB}	0.02 $\pm$ 0.00 ^{bB}	0.02 $\pm$ 0.01 ^{cB}

Her bir örnek her bir bileşen için (sütunlar) depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde (satırlar) karşılaştırılarak büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki β -kriptoksantin içeriğindeki değişimler Şekil 4.18' de, β -karoten içeriğindeki değişimler ise Şekil 4.19' de verilmiştir.

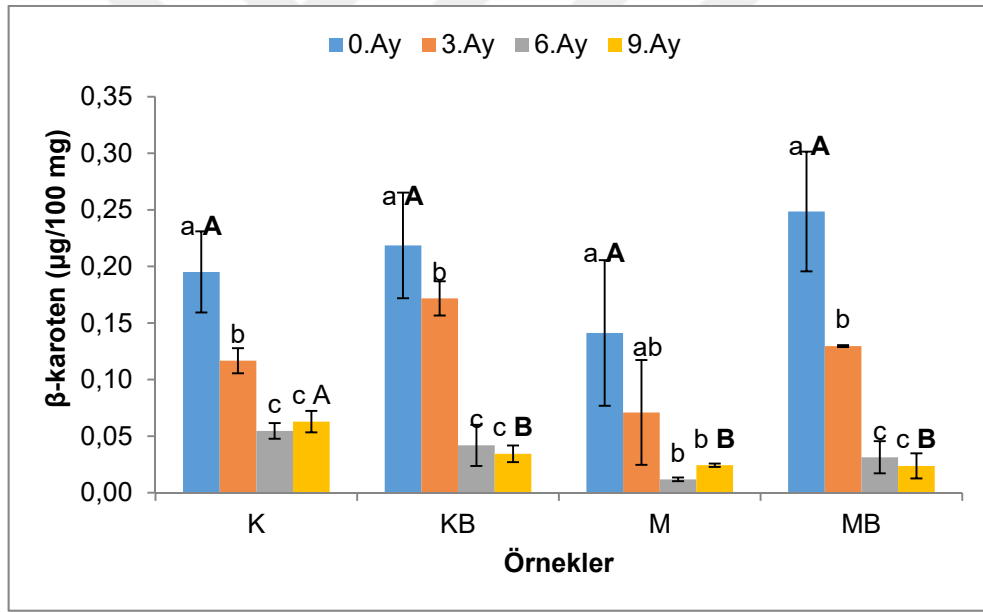
Karotenoid bileşen analizi ile belirlenen karotenoidlerin miktarı (K-0.ay ~1.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$) ile toplam karotenoid madde analizi sonucu (K-0.ay ~2.43 mg/g) karşılaştırıldığında sonuçların birbiriyle tutarlı olduğu görülmüştür. Sonuçlar arasındaki farklılık ise, karotenoid bileşen analizinde tanımlanmayan pikler ile açıklanabilir (kromatogramları EK 4'de verilmiştir).



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p < 0.05$).

Şekil 4.18. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki β -kriptoksantin içerikleri

Karotenoidlerin meyve ve sebzelerin üretim (ısıl işlem sırasında), taşıma ve depolama koşullarına bağlı olarak izomerizasyon ve oksidasyondan kaynaklı kayba uğrayabildiği ileri sürülmektedir. Oksidasyon (oksijen, metal iyonları, enzimler, doymamış yağlar, ışık, karotenoidin tipi, ambalaj materyali ve depolama koşulları vb.) birçok sebebe bağlı olarak gerçekleşmektedir. Karotenoidlerin oksidasyona uğraması yapılarındaki çift bağlardan kaynaklanmakta ve oksidasyona duyarlılığı, ortam koşullarına bağlı olup dokudaki fiziksel zararlanma veya ekstraksiyon gibi işlemlerle artmaktadır. Gıdalara farklı amaçlarla uygulanan kesme, öğütme, ısıl işlem, haşlama, pişirme, kurutma, dondurma, ışınlama, depolama gibi işlemler sırasında karotenoid kayıpları oluşmaktadır (Ersus Bilek ve Özkan, 2012).



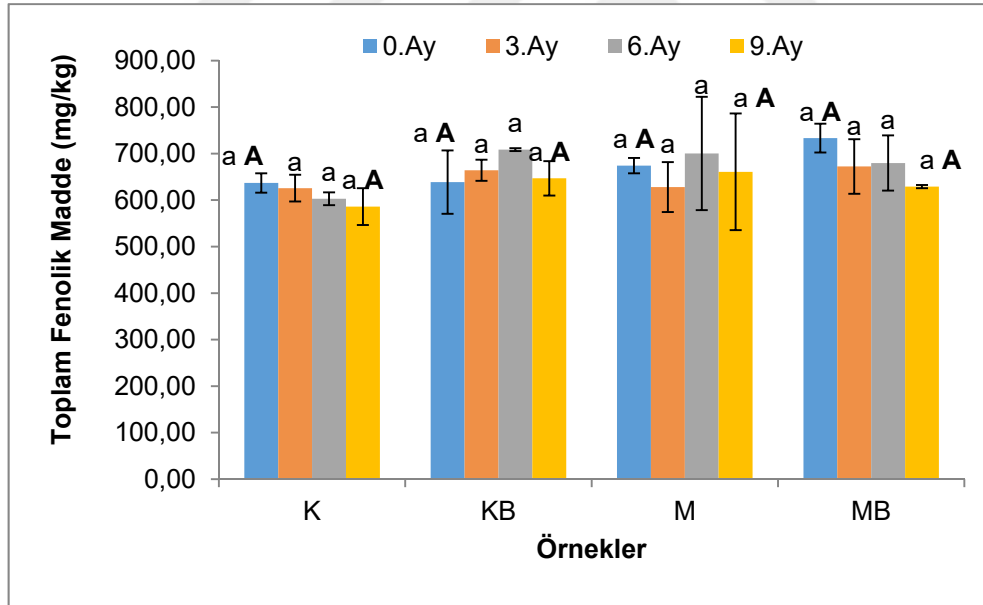
Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p < 0.05$).

Şekil 4.19. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki β -karoten içerikleri

Gama ve Sylos (2007) Valensiya portakal suyuna uygulanan ısıtıl işlemin karotenoid miktarının üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Karotenoid bileşen analizinde Valensiya portakal suyunun karotenoid bileşenlerinden β -kriptoksantin miktarını (2.40-2.90 mg/L), β -karotenin miktarını (0.9-0.60 mg/L) olarak tespit etmişlerdir. Temel karotenoidlerden β -kriptoksantin ısıtıl işlem sonrası %38, β -karotenin %11 düzeylerinde azaldığını tespit etmişlerdir.

4.17. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Toplam Fenolik Madde İçerikleri

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde içeriğindeki değişimler Şekil 4.20' de verilmiştir.



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p < 0.05$).

Şekil 4.20. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki toplam fenolik madde içerikleri

Valensiya çeşidi portakal kabuklarından elde edilen şekerlemelerin şeker çözeltisinde bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (K) sonucu elde edilen örneklerin toplam fenolik madde içeriği 636.83 ile 586.01 mg/kg, kabukların toz şekerde bekletilmesi ve sıcak havada kurutulması (KB) sonucu elde edilen örneklerin toplam fenolik madde içeriği 708.53 ile 638.71 mg/kg, kabukların şeker çözeltisinde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (M) sonucu elde edilen örneklerin toplam fenolik madde içeriği 700.27 ile 628.10 mg/kg, kabukların toz şekerde bekletilmesi ve mikrodalgada kurutulması (MB) sonucu elde edilen örneklerin toplam fenolik madde içeriği 733.29 ile 628.97 mg/kg arasında bulunmuştur. Yapılan istatistiksel karşılaştırmada, tüm örneklerde depolama sırasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir.

Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında toplam fenolik madde içerikleri 636.83 ile 733.29 mg/kg arasında iken, 9. ay sonunda önemli artış ve azalmalar göstermiştir ancak farklılaşmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.20'de 0. ve 9. aylarda büyük harf ile gösterilen).

Suna ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada toplam fenolik madde miktarını güneşte kurutulmuş kayısı pestillerde 121.24 mg GAE/kg, mikrodalga fırında kurutulmuş pestillerde 120.06 mg GAE/kg, vakum fırında kurutulmuş pestillerde 110.03 mg GAE/kg olarak saptamışlardır. Yapılan çalışmada pestil örnekleri toplam fenolik madde içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Toplam fenoliklerdeki artış muhtemelen kurutma işlemi sırasında matristen fenolik bileşiklerin serbest kalmasından ve kurutma sırasında hücrenin parçalanmasıyla fenolik bileşiklerin salınmasının hızlandığını bildirmişlerdir.

Talay (2019) goji berry pestil örneklerinde toplam fenolik madde miktarını 7.14-7.89 µg GAE/g olarak saptamıştır.

4.18. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Depolama Süresince Fenolik Bileşen İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin fenolik bileşen içeriğindeki değişimler Çizelge 4.2'de mg/kg cinsinden verilmiştir. Portakal kabuğu şekerlemelerinde belirlenen fenolik bileşenler hesperidin, narinjin, klorojenik asit ve kafeik asittir (EK 5a ve EK 5b'de kromotogramları verilmiştir). Belirlenen fenolik bileşenlerden ikisi flavanon (hesperidin ve narinjin) ikisi hidroksi sinamik asitlerin (klorojenik asit ve kafeik asit) içerisinde yer almaktadır. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere portakal kabuğu şekerlemelerinin fenolik bileşen miktarlarında depolama ile tüm örneklerde düşüş gözlemlenmiştir.

Portakal kabuğu şekerlemelerinde ki en baskın fenolik bileşen hesperidin olarak tespit edilmiş olup, depolamanın başlangıcındaki miktarı K, KB, M ve MB örnekleri için sırasıyla 394.50, 365.06, 368.08, 340.15 mg/kg olarak bulunmuştur. Depolama süresince hesperidin miktarında gözlemlenmiş olan azalma, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince hesperidin içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 53.03, 71.31, 55.70 ve 56.77 olarak saptanmıştır. En yüksek hesperidin içeriği 3.ay K örneğinde (419.25 mg/kg), en düşük hesperidin içeriği 9.ay KB örneğinde (104.72 mg/kg) tespit edilmiştir.

Şekerlemelerde, hesperidinden sonra en yüksek miktarda tespit edilen fenolik bileşen narinjindir. K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince narinjin içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 56.58, 68.59, 49.70 ve 51.71 olarak saptanmıştır. Narinjin içeriği en yüksek 3.ay K örneğinde (166.43mg/kg), en düşük 9.ay KB örneğinde (35.37 mg/kg) tespit edilmiştir. K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince klorojenik asit içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 46.80, 67.22, 26.92 ve 43.54 olarak saptanmıştır. Tüm örnekler için klorojenik asit miktarındaki düşüş en hızlı 6. ay ile 9. ay arasında gözlemlenmiştir.

Portakal kabuğu şekerlemelerinde bulunan kafeik asit miktarı ise diğer bileşenlere göre oldukça düşük bulunmuştur. K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aydan itibaren depolama süresince kafeik asit içeriğindeki % azalmaları sırasıyla 65.45, 69.36, 67.34 ve 72.41 olarak saptanmıştır. Yapılan analize göre kafeik asit miktarı en yüksek 0.ay M örneğinde (1.99 mg/kg), en düşük 9.ay MB örneğinde (0.48 mg/kg) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama boyunca fenolik bileşen içerikleri (mg/kg)

Fenolik Bileşenler	K	KB	M	MB
Hesperidin 0.ay	394.50 ± 5.66 ^{aA}	365.06±4.64 ^{aB}	368.08±14.88 ^{bB}	340.15±2.74 ^{aC}
Hesperidin 3.ay	419.24±14.25 ^a	370.77±6.84 ^a	391.97±12.75 ^a	371.26±1.96 ^a
Hesperidin 6.ay	367.66±18.32 ^b	312.93±9.91 ^b	333.73±7.55 ^c	262.64±4.11 ^b
Hesperidin 9.ay	185.28±14.31 ^{cA}	104.72±6.88 ^{cA}	163.07±11.09 ^{dA}	147.03±35.27 ^{cA}
Narinjin 0.ay	151.61±0.60 ^{bA}	112.59±3.71 ^{bC}	125.32±0.71 ^{bB}	99.98±5.79 ^{bC}
Narinjin 3.ay	166.43±7.13 ^a	121.21±2.30 ^a	142.46±0.96 ^a	121.33±0.02 ^a
Narinjin 6.ay	154.51±10.85 ^{ab}	116.12±1.22 ^{ab}	144.28±2.99 ^a	113.76±2.40 ^a
Narinjin 9.ay	65.83±7.15 ^{cA}	35.37±3.56 ^{cB}	63.03±7.80 ^{cAB}	48.28±12.59 ^{cBC}
Klorojenik asit 0.ay	19.66±0.49 ^{aA}	15.04±0.17 ^{bB}	14.71±0.16 ^{cB}	13.00±0.42 ^{bC}
Klorojenik asit 3.ay	20.05±1.20 ^a	18.78±0.70 ^a	19.01±0.26 ^a	18.71±0.30 ^a
Klorojenik asit 6.ay	18.74±1.05 ^a	14.89±0.23 ^b	16.66±1.48 ^b	17.92±0.31 ^a
Klorojenik asit 9.ay	10.46±0.87 ^{bA}	4.93±0.63 ^{cC}	10.75±1.34 ^{dA}	7.34±1.80 ^{cB}
Kafeik asit 0.ay	1.91±0.07 ^{aA}	1.73±0.03 ^{aB}	1.99±0.05 ^{aA}	1.74±0.06 ^{aB}
Kafeik asit 3.ay	1.68±0.15 ^b	1.32±0.05 ^b	1.49±0.03 ^b	1.59±0.11 ^a
Kafeik asit 6.ay	1.39±0.12 ^c	1.33±0.03 ^b	1.50±0.04 ^b	1.23±0.04 ^b
Kafeik asit 9.ay	0.66±0.10 ^{dA}	0.53±0.07 ^{cA}	0.65±0.06 ^{cA}	0.48±0.10 ^{cA}

Her bir örnek her bir bileşen için (sütunlar) depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde (satırlar) karşılaştırılarak büyük harfler ile gösterilmiştir (p<0.05).

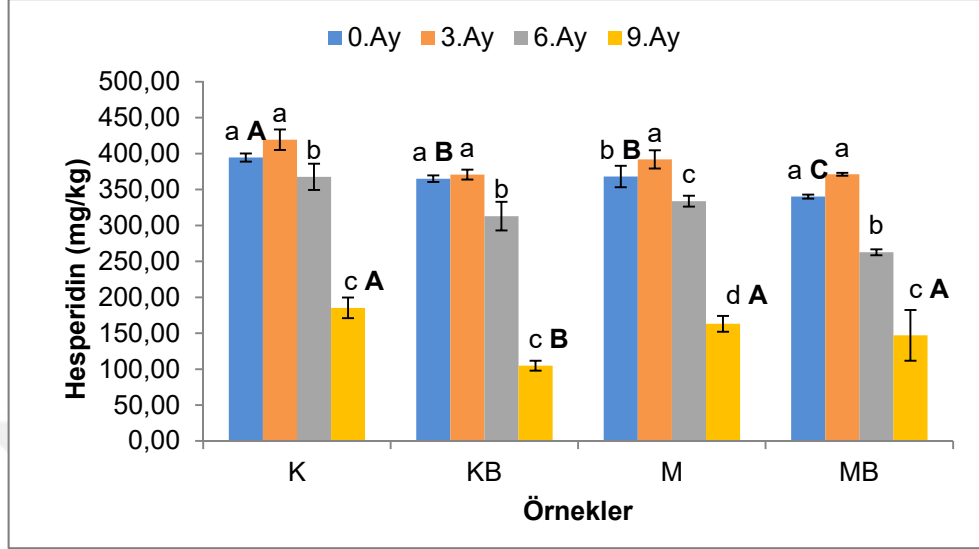
Yapılan istatistiksel analize göre ise tüm fenolik bileşenlerdeki K, KB, M ve MB örneklerindeki düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemeler arasındaki istatistiki karşılaştırmalarda (0. aydakiler kendi aralarında ve 9. aydakiler kendi aralarında) depolama başında hesperidin, narinjin, klorojenik asit ve kafeik asit içerikleri en düşük MB örneğinde iken 9 ay depolanan örnekler de (kafeik asit hariç) KB örneklerinde olmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.2, Şekil 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24).

Ünver (2019) kızılıçık pestillerini oda koşullarında (20 ± 2 °C) 3 ay boyunca muhafaza etmiş ve artan depolama süresi ile fenolik bileşiklerin azaldığını tespit etmiştir.

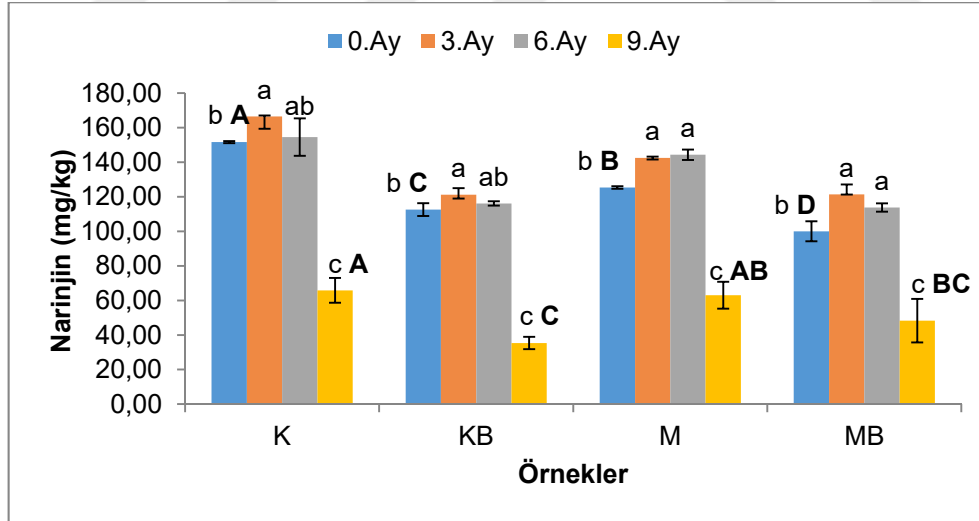
Kara (2014), farklı kurutma şartları ve farklı nişasta konsantrasyonları kullanarak altın çilek meyvesinden pestil üretimi gerçekleştirmiştir. Depolama sonunda fenolik bileşiklerin tamamında azalma gözlemlenmiştir (sinamik asit hariç).

İki farklı kurutma tekniği ve iki farklı şeker uygulamasına tabi tutulan portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hesperidin, narinjin, kafeik asit ve klorojenik asit içeriğindeki değişimler Şekil 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24' de sırasıyla verilmiştir.



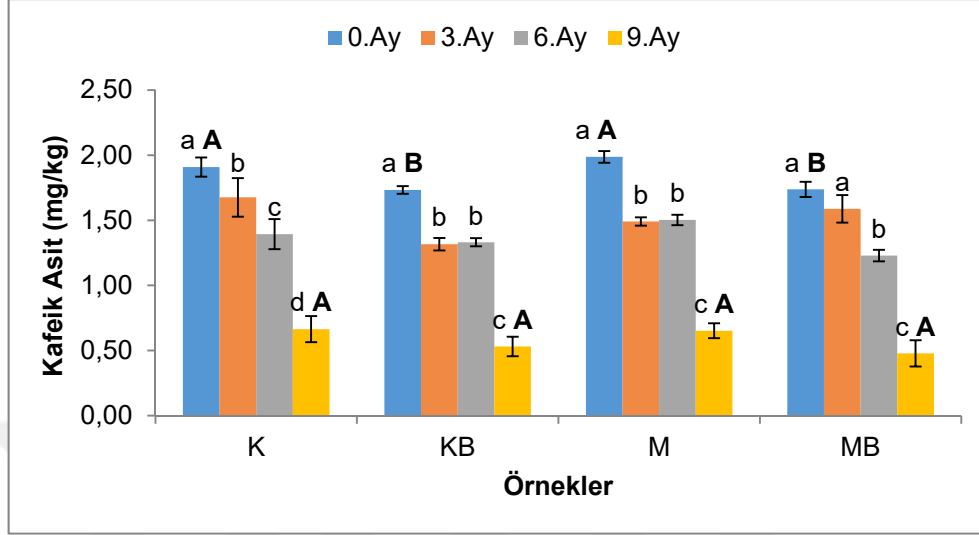
Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.21. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki hesperidin içerikleri



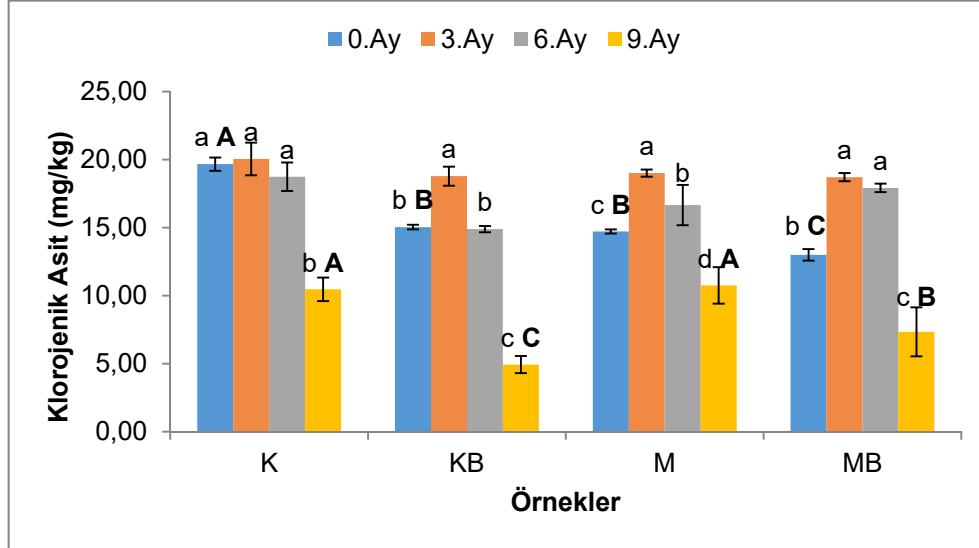
Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.22. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki naringin içerikleri



Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.23. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki kafeik asit içerikleri



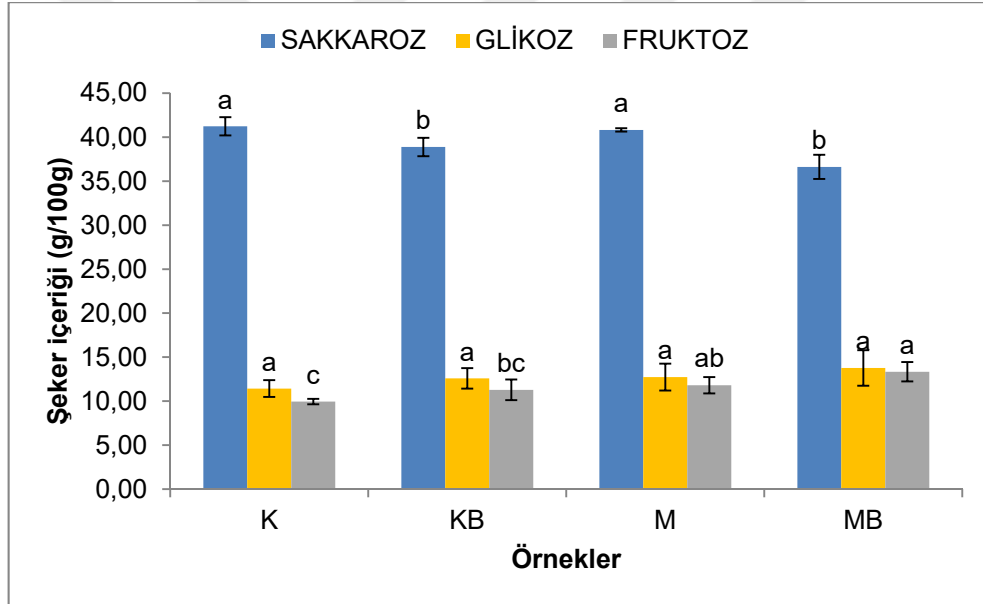
Her bir örnek depolama süresince kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir. 0.ay ve 9. ay örnekleri de kendi içlerinde karşılaştırılarak ayrı ayrı büyük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.24. Portakal kabuğu şekerlemelerinin depolama sırasındaki klorojenik asit içerikleri

4.19. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinde Şeker İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin şeker içerikleri Şekil 4.25'de g/100g cinsinden verilmiştir. Kurutma işlemlerinden sonra örneklerin sakkaroz, glikoz ve fruktoz içerikleri verilmiştir.

Yapılan analize göre portakal kabuğu şekerlemelerindeki sakkaroz içerikleri 36.81 ile 41.23 g/100g arasında, glikoz içerikleri 11.43 ile 13.78 g/100g arasında ve fruktoz içerikleri 9.95 ile 13.34 g/100g arasında değişmiştir. K ve M örneklerinin KB ve MB örneklerine göre daha fazla sakkaroz içerdiği saptanmış ve saptanan bu fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Her bir bileşen için kendi arasında değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.25. Portakal kabuğu şekerlemelerinin şeker içerikleri (g/100g)

K, KB, M ve MB örneklerinin glikoz içerikleri incelendiğinde ise istatistiki değerlendirme sonucunda önemli bir fark tespit edilememiştir. Yapılan istatistiksel analize göre portakal kabuğu şekerlemelerinin fruktoz miktarındaki değişim önemli bulunurken, fruktoz miktarlarındaki değişimin oldukça az olduğu tespit edilmiştir

($p<0.05$). Elde edilen sonuçlara göre farklı şeker uygulamalarına tabi tutulan örneklerde önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Toz şekerde bekletilen örneklerin sakkaroz içeriklerinin (Şekil 4.25) daha düşük olduğu görülmektedir.

4.20. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinde Mineral Madde İçerikleri

Portakal kabuğu şekerlemelerinin mineral madde değerleri Çizelge 4.3'de mg/kg cinsinden verilmiştir. Kurutma işlemlerinden sonra örnekler üzerinde K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu ve Zn mineralleri analiz edilmiştir.

Çizelge 4.3. Portakal kabuğu şekerlemelerinin mineral madde değerleri (mg/kg)

Mineraller	K	KB	M	MB
K	224.00±10.38 ^a	226.81±0.06 ^a	184.81±1.69 ^b	193.00±1.38 ^b
Na	70.75±3.63 ^b	81.50±0.38 ^a	67.81±1.19 ^b	79.19±2.44 ^a
Ca	636.56±15.31 ^a	609.38±73.13 ^a	639.69±118.44 ^a	699.06±22.81 ^a
Mg	77.19±0.94 ^a	62.19±2.81 ^b	58.44±0.94 ^c	51.56±0.31 ^d
Fe	3.06±0.15 ^b	2.85±0.58 ^b	3.96±0.24 ^a	3.06±0.32 ^b
Zn	2.41±0.14 ^b	3.26±0.13 ^a	2.46±0.49 ^b	1.71±0.05 ^c
Cu	1.14±0.03 ^c	2.18±0.09 ^a	1.56±0.05 ^b	0.54±0.07 ^d

Her bir bileşen için kendi arasında (satırlar) değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir ($p<0.05$).

Belirlenen mineraller içerisinde portakal kabuğu şekerlemeleri Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) içerikleri açısından daha zengin bulunmuştur.

Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere elde edilen sonuçların istatistiki değerlendirmesi yapıldığında örneklerde K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu mineralleri bakımından önemli düzeyde fark bulunmuştur. Potasyum (K) içeriği bakımından KB örneği (226.813 mg/kg) en yüksek değere, M örneği (184.813 mg/kg) en düşük

değere sahiptir. Portakal kabuğu şekerlemelerinin K içeriği incelendiğinde mikrodalgada kurutulan örneklerdeki K miktarının daha düşük olduğu saptanmıştır.

Örnekler Sodyum (Na) içeriği bakımından incelendiğinde ise 81.5 mg/kg ile KB örneğinin en yüksek değere sahip olduğu, 67.813 mg/kg ile M örneğinin ise en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca yapılan incelemede toz şekerde bekletilen örneklerdeki (KB ve MB) Na miktarının şeker çözeltisinde bekletilen örneklere (K ve M) göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Portakal kabuğu şekerlemelerinin Magnezyum (Mg) içeriği en yüksek 77.188 mg/kg ile K örneğinde gözlemlenirken, en düşük 51.563 mg/kg ile MB örneğinde gözlemlenmiştir. Şekerlemeler içerisinde Demir (Fe), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) eser miktarda bulunmuş olup tüm örnekler için sırası ile en yüksek değerler; M örneğinde (3.956 mg/kg), KB örneğinde (3.256 mg/kg), KB örneğinde (2.181 mg/kg) tespit edilmiştir.

Örneklerdeki Ca mineralinin istatiki değerlendirmesi yapıldığında ise önemli düzeyde fark bulunmadığı saptanmıştır. MB örneği 699.063 mg/kg ile en yüksek Ca içeriğine sahip iken, KB örneği 609.375 mg/kg ile en düşük Ca içeriğine sahiptir.

Demirel ve Demir (2018) yapmış oldukları çalışmada portakal albedo tabakasında Ca, K, Mg, Fe ve Zn minerallerini incelemiş ve sırasıyla 287.13 mg/100g, 653.24 mg/100g, 74.92 mg/100g, 8.55 mg/100g, 3.44 mg/100g değerlerini saptamışlardır. Bulunan değerler bizim bulduğumuz sonuçlara göre Ca ve K değerlerinde farklılık gösterirken Fe, Zn ve Mg değerlerinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ca ve K değerlerindeki farklılıklar ise portakalın cinsine, yetiştiği bölgeye bağlı olduğu düşünülmektedir.

4.21. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Pestisit İçeriği

Kurutulmuş örneklerde akredite bir laboratuarda yapılan pestisit analizi sonucunda pestisit kalıntısı tespit edilememiştir. Tespit limiti 10 ppb düzeyindedir.

Portakal kabuklarından üretilen şekerlemelerin pestisit içermemeleri güvenle tüketilmesi açısından önemlidir.

4.22. Portakal Kabuğu Şekerlemelerinin Duyusal Değerlendirilmesi

Üretimi gerçekleştirilen portakal kabuğu şekerlemelerinin 0. ayında 16 panelist tarafından duyusal olarak analiz edilmiştir. Duyusal değerlendirme için portakal kabuğu şekerlemelerinde altı kriter belirlenmiş olup bunlar; renk, görünüş, tekstür, koku, tat ve genel beğeni şeklindedir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de, şekerlemelerin duyusal analiz profillerine ait örümcek ağı diyagramı ise Şekil 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Portakal kabuğu şekerlemelerinin duyusal analiz sonuçları

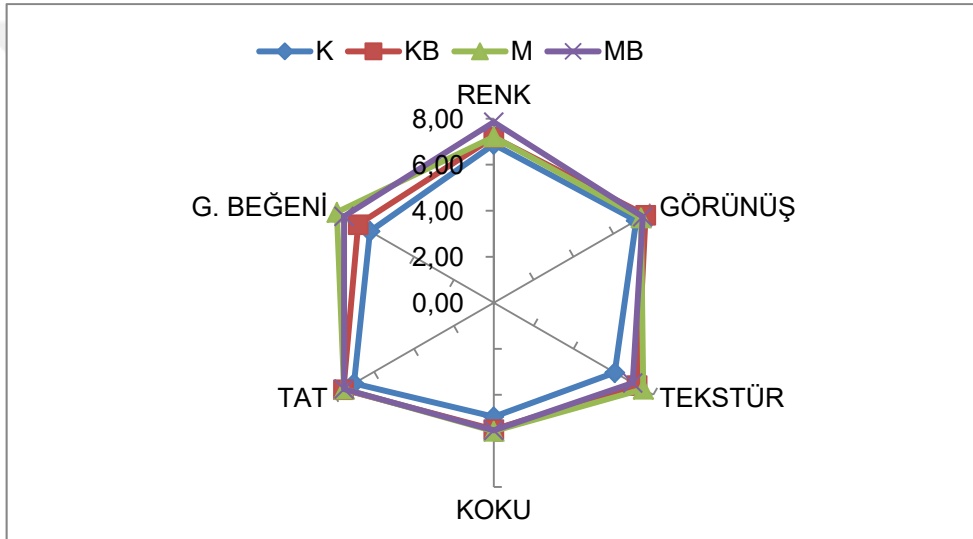
Duyusal Özellik	K	KB	M	MB
Renk	6.88 ± 1.83 ^a	7.19 ± 2.19 ^a	7.21 ± 2.61 ^a	7.85 ± 1.98 ^a
Görünüş	7.14 ± 2.68 ^a	7.62 ± 1.63 ^a	7.39 ± 2.32 ^a	7.48 ± 1.94 ^a
Tekstür	6.07 ± 2.56 ^a	7.18 ± 2.00 ^a	7.50 ± 2.37 ^a	6.97 ± 2.44 ^a
Koku	4.96 ± 2.70 ^a	5.50 ± 2.48 ^a	5.58 ± 2.68 ^a	5.54 ± 2.55 ^a
Tat	7.01 ± 2.45 ^a	7.54 ± 1.23 ^a	7.51 ± 2.15 ^a	7.51 ± 2.01 ^a
Genel Beğeni	6.21 ± 2.14 ^a	6.80 ± 1.24 ^a	7.87 ± 1.82 ^a	7.51 ± 2.24 ^a

Her bir özellik için kendi arasında (satırlar) değerlendirilmiş olup farklılıklar farklı küçük harfler ile gösterilmiştir (p<0.05).

Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere elde edilen sonuçların istatistiki değerlendirmesi sonucunda örneklerde duyusal özellikleri bakımından önemli düzeyde fark bulunmamıştır. Portakal kabuğu şekerlemelerinde renk açısından en çok beğenilen örnek MB örneği (7.85) iken en az beğenilen örnek K örneği (6.88) olmuştur. Görünüş olarak sonuçlar incelendiğinde örnekler arasında çok fark tespit edilemediği fakat en çok beğenilen örnek 7.62 puanla KB örneği olmuştur. Tekstür açısından örnekler incelendiğinde ise en çok beğenilen örnek M örneği (7.50) iken

en az beğenilen örnek K örneği (6.07) olmuştur. Koku için örnekler incelendiğinde en çok beğenilen örnek M örneği (5.58) iken en az beğenilen örnek K örneği (4.96) olmuştur. Örneklerin tatları incelendiğinde örnekler arasında çok fark tespit edilemediği fakat en çok beğenilen örnek 7.54 puanla KB örneği olmuştur.

Portakal kabuğu şekerlemelerinin genel beğenisi incelendiğinde ise 7.87 puanla M örneği en çok beğenilen örnek olmuş, 6.21 puanla K örneği en az beğenilen örnek olmuştur.



Şekil 4.26. Portakal kabuğu şekerlemelerinin duyusal analiz profili



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, portakal kabuğu şekerlemeleri farklı şeker uygulamalarına (şeker çözeltisinde kısa süre ve toz şekerde uzun süreye bekletilerek) tabi tutularak sıcak havada ve mikrodalgada kurutma yöntemleri ile kurutulmuştur. Şekerlemelerin kuruma davranışları ve işlemlerin ürünün kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlandığı çalışmada, elde edilen örneklerde 9 aylık depolama süresince fenolik ve karotenoid bileşen, askorbik asit, HMF ve furufural içeriği, pH, titrasyon asitliği, renk, toplam karotenoid ve fenolik madde tayini ve duyusal değerlendirme yapılarak örnekler arasında kıyaslama yapılmıştır. Aynı zamanda kurutulmuş şekerlemelerin şeker, mineral madde ve pestisit içerikleri de belirlenmiştir.

Kurutma uygulanan portakal kabuğu şekerlemelerinde depolama süresince meydana gelen değişimlere ait bulgulara göre;

- Portakal kabuğu şekerlemelerinde mikrodalga ile kurutma sıcak havada kurutmaya göre %60 daha hızlı olduğu, sıcak havada kurutmaya göre kurutma süresini ise %62.5 azalttığı görülmüştür.
- Depolama süresince ΔE^* değeri, HMF, furfural artış göstermiş; toplam kuru madde, L^* değeri, b^* değeri, C^* değeri, askorbik asit, toplam karotenoid, karotenoid bileşenler, fenolik bileşenler azalma göstermiş; pH, titrasyon asitliği, a^* ve hue değerleri, toplam fenolik madde içerikleri ise istatistiksel açıdan önemli düzeyde değişim göstermemiştir.
- Depolamanın 0. ayındaki pH (2.32-2.43) ve titrasyon asitliği (2.22-2.38 g/100g) değerleri ile depolama sonunda (9. ayda) ölçülen pH (2.25-2.29) ve titrasyon asitliği (2.29-2.40 g/100g) değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.
- Depolama öncesinde toplam kurumadde değerlerinde (%85.27-86.94) meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ve

depolama ile azalmalar meydana gelmiştir (%84.20-85.70). Depolama sonunda örneklerin a_w değerleri 0.41 ile 0.43 arasında değişmiştir. Su aktivitesi değerleri örneklerin bozulmasına olanak vermeyecek düzeydedir. Örnekler arasındaki farklılıklar önemli görülmemiştir.

- Depolama boyunca örneklerdeki renk değişimleri incelendiğinde ise a^* ve ΔE^* değeri artmış, L^* , b^* ve C^* değerleri ise azalmıştır. Depolama süresince meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmuş olup, en düşük L^* değeri 9. ay M örneğinde (54.79), en düşük b^* değeri ise 9. ay MB örneğinde (31.31), en düşük C^* değeri ise 9. ay MB örneğinde (31.35) tespit edilmiştir. Depolama ile a^* değerinde gözlemlenen yükseliş, ürünün rengindeki kırmızılığın depolama ile arttığını göstermektedir. Mikrodalgada kurutulan örneklerin depolama sonunda L^* ve a^* değerleri incelendiğinde ise örneklerdeki L^* değeri daha düşük, a^* değerleri daha yüksek bulunmuştur.
- Portakal kabuğu şekerlemelerindeki HMF ve furfural içeriği depolama boyunca artış göstermiştir. K, KB, M, MB örneklerinin 0. ay HMF miktarlarının 9. ay HMF miktarlarına göre sırasıyla 13.20, 3.58, 3.27, 21.45 kat artmıştır. 9. ay sonunda mikrodalgada kurutulan örneklerin HMF içerikleri daha yüksek bulunmuştur (43.56-43.70 $\mu\text{g/kg}$). Depolama süresince 0. aya göre K, M ve MB örneklerinde furfural miktarlarındaki artış sırasıyla 2.25, 1.50, 2.00 kat olarak saptanmıştır.
- Depolama sonunda portakal kabuğu şekerlemelerinin (K, KB, M, MB) askorbik asit miktarları 0. aya göre sırasıyla %67, %65, %60 ve %57 azalmıştır. Tüm örnekler için askorbik asit miktarındaki en hızlı düşüş 0. ve 3. aylar arasındadır. Tüm uygulamalar arasında depolama sonunda istatistiksel farklılıklar görülse de benzer askorbik asit içerikleri tespit edilmiştir.
- Depolama sonunda toplam karotenoid madde içeriklerinde K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aya göre sırasıyla % 92.59, 84.69, 90.4 ve 96.84

azalmıştır. Tüm örnekler için toplam karotenoid madde miktarlarındaki en hızlı düşüş 3. ay ile 6. ay arasında olup, KB ve MB örneklerinde ilk 3 aylık süre de toplam karotenoid madde içeriği stabilizasyonunu korumuştur.

- β -kriptoksantin ve β -karoten miktarları K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aya göre depolama sonunda sırasıyla % 66.95, 77.86, 84.21 ve 90.34; % 70.00, 86.36, 85.71 ve 92.00 azalmıştır. Mikrodalgada kurutulan örneklerde sıcak havada kurutulan örneklerle göre karotenoid bileşen değerlerinde daha fazla azalma olmuştur.
- Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemeler depolama başında toplam fenolik madde içerikleri 636.83 ile 733.29 mg/kg arasında iken, 9. ay sonunda önemli artış ve azalmalar göstermiştir ancak farklılaşmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Portakal kabuğu şekerlemelerinde belirlenen fenolik bileşenler hesperidin, narinjin, klorojenik asit ve kafeik asittir. K, KB, M ve MB örnekleri için 0. aya göre depolama sonunda azalmalar; hesperidin içeriğinde sırasıyla %53.03, 71.31, 55.70 ve 56.77; narinjin içeriğinde sırasıyla %56.58, 68.59, 49.70 ve 51.71; klorojenik asit içeriğinde sırasıyla %46.80, 67.22, 26.92 ve 43.54; kafeik asit içeriğinde azalmaları sırasıyla 65.45, 69.36, 67.34 ve 72.41 olarak saptanmıştır. Farklı yöntemlerle kurutulmuş şekerlemelerde depolama başında hesperidin, narinjin, klorojenik asit ve kafeik asit içerikleri en düşük MB örneğinde iken 9 ay depolanan örnekler de (kafeik asit hariç) KB örneklerinde olmuştur.
- Portakal kabuğu şekerlemelerindeki sakkaroz içerikleri 36.81 ile 41.23 g/100g arasında, glikoz içerikleri 11.43 ile 13.78 g/100g arasında ve fruktoz içerikleri 9.95 ile 13.34 g/100g arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre farklı şeker uygulamasına tabi tutulan örnekler de önemli farklılıklar tespit edilememiştir.
- Belirlenen mineraller içerisinde portakal kabuğu şekerlemeleri Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) içerikleri açısından daha zengin bulunmuştur.

Potasyum (K) içeriği bakımından KB örneği (226.813 mg/kg) en yüksek değere, Portakal kabuğu şekerlemelerinin K içeriği incelendiğinde mikrodalgada kurutulan örneklerdeki K miktarının daha düşük olduğu saptanmıştır. Toz şekerde bekletilen örneklerdeki (KB ve MB) Na miktarının şeker çözeltisinde bekletilen örneklere (K ve M) göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Magnezyum (Mg) içeriği en yüksek 77.188 mg/kg ile K örneğinde gözlemlenirken, en düşük 51.563 mg/kg ile MB örneğinde gözlemlenmiştir. Şekerlemeler içerisinde Demir (Fe), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) eser miktarda bulunmuştur. MB örneği 699.063 mg/kg ile en yüksek Ca içeriğine sahip iken, KB örneği 609.375 mg/kg ile en düşük Ca içeriğine sahiptir.

- Örneklerde pestisit kalıntısı tespit edilememiştir.
- Üretimi gerçekleştirilen portakal kabuğu şekerlemelerinin duyusal değerlendirmesi 16 panelist ile 0. ayda gerçekleştirilmiş, mikrodalgada kurutulan örnekler daha fazla beğenilmiş olup 7.87 puan ile M örneği en çok beğenilen örnek olmuştur.

Portakal kabuklarından şekerleme üretimi üzerine olan bu çalışma ile gıda sanayi artıklarından olan portakal kabuklarının katma değeri olan bir ürüne işleyerek besin değeri yüksek bir ürün elde edilmiştir. Toz şekerde uzun süre bekletilerek veya şeker çözeltisinde kısa süre bekletilerek üretilen şekerlemeler benzer sonuçlar gösterirken mikrodalgada kurutulan şekerlemeler, sıcak havada konveksiyonel olarak kurutulanlara göre yaklaşık %60 daha kısa sürede kurumuştur. Yapılan duyusal değerlendirmede örnekler arasında benzer sonuçlar olsa da mikrodalgada kurutulan en yüksek puanı almıştır. Depolama süresiyle besin değerlerinde azalmalar görülse de su aktivitesi değerleri bozulmadan saklanabileceğini göstermiştir. Şekerlemelerin 3 ile 6 aylık sürede tüketilmesi ürünün besin değerleri açısından tüketici açısından daha faydalı olacaktır. Bu çalışma, üreticilerin artık olarak nitelendirdikleri portakal kabuklarından besin değeri yüksek ve sağlığa yararlı ürünlerin üretimi için yol gösterici olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdulkasım, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., Sungpuag, N., 2007. Antioxidant Capacity, Total Phenolics and Sugar Content of Selected Thai Health Beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1):77-85.
- Agócs, A., Nagy, V., Szabó, Z., Mark, L., Ohmacht, R., Deli, J., 2007. Comparative Study on the Carotenoid Composition of the Peel. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8: 390-394.
- Ağcam, E., 2011. Vurgulu Elektrik Alan ve Isıl İşlem Uygulamalarının Portakal Suyunun Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 238s.
- Ahmad, N., Shafi'i, S. N., Hassan, N. H., Rajab, A., Othman, A. 2017. Physicochemical and Sensorial Properties of Optimized Roselle-Pineapple Leather. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 22(1): 35-44.
- Akhtar, N., Uddin, M., 1971. Fractionation of Pectins. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 14 (4/5):346–349.
- Alibaş, İ., 2007. Microwave, Air and Combined Microwave-Air Drying Parameters of Pumpkin Slices. *Food Science and Technology*, 40(8):1445-1451s.
- Altan, A., 1983a. Turunçgil Sularında Acılık Ögesi Olarak Naringin. *Gıda Dergisi*, 8(1):29–32.
- Altuğ, T., 1993. Duyusal test teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir, 55s.
- Anagnostopoulou, M. A., Kefalas, P., Papageorgiou, V. P., Assimopoulou, A. N., Boskou, D. (2006). Radical Scavenging Activity of Various Extracts and Fractions of Sweet Orange Peel (*Citrus sinensis*). *Food Chemistry*, 94:19–25.

- ANON (2020) Tarım Ürünleri Piyasaları; Portakal, Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2020-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Portakal%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu%202020%20ocak.pdf> (Erişim tarihi 11.10.2020)
- ANON (2019) Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED), Türkiye Meyve Suyu vb Ürünler Sanayi Raporu 2011. http://www.meyed.org.tr/files/bilgi_merkezi/sektorel_veriler/meyve_suyu_sektoru_raporu_2011.pdf (Erişim tarihi 15.02.2019).
- AOAC, 1990. Official Methods of Analyses, Food Compositions; Additives, Natural Contaminants). Association of Official Analytical Chemist (15th ed; 980.13) Arlington, USA.
- Arslan, N., Toğrul, H., 1996. Filtration of Pectin Extract from Grapefruit Peel and Viscosity of Pectin Solutions. Journal of Food Engineering, 27(2),191-201.
- Atıcı, G., 2013. Erik Pestilinin Kalite Parametreleri ve Kuruma Davranışı Üzerine ‘Sıcak Havalı Kurutma ve Mikrodalga Kurutma’ Yöntemlerinin Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 95s.
- Baini R, Langrish TAG, 2009. Assessment of Colour Development in Dried Bananas–Measurements and Implications for Modelling. Journal of Food Engineering, 93(2): 177-182.
- Baniya, S., Dhananjaya, D. R., Acharya, A., Dangi, B., Sapkota, A. (2015). Cardioprotective Activity of Ethanolic Extract of Citrus Grandis (L.) Osbeck Peel on Doxorubicin and Cyclophosphamide Induced Cardiotoxicity in Albino Rats. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research, 7(4), 354–360.

- Bayram, U.H., 2018. Geleneksel Gümüşhane Pestil ve Kömesinin Üretim Yöntemlerinin ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 104s.
- Bek Y, Efe E 1988. Araştırma ve Deneme Metodları I. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı no:71, Ç.Ü Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, 395 s.
- Bingöl G., 2010. Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora Tezi, İstanbul.
- Bocco, A., Cuvelier, M.-E., Richard, H., Berset, C., 1998. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Citrus Peel and Seed Extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 2123-2129.
- Boz, H., 2012. Dut Pestilinin Kimyasal, Dokusal ve Duyusal Özelliklerine Buğday Unu, Sakkaroz Şurubu, Glikoz Şurubu ve Pişirme Süresinin Etkileri. Atatürk Üniversitesi Doktora Tezi, Erzurum, 175s.
- Bozkır, H., 2010. Yerli Portakal Çeşitlerinden Elde Edilen Portakal Sularının Karotenoid Bileşimlerinin Belirlenmesi ve Isıl İşlemin Etkileri. Sakarya Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 113s.
- Cemeroğlu, B., Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Ankara.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, (35), 77-88.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara, 535s.
- Contreras C, Martín-Esparza ME, Chiralt A, Martínez-Navarrete N, 2008. Influence of Microwave Application on Convective Drying: Effects on Drying Kinetics, and Optical and Mechanical Properties of Apple and Strawberry. Journal of Food Engineering, 88(1):55-64.

- Cortes, C., Torregrosa, F., Esteve M. J. ve Frígola, A., 2006. Carotenoid Profile Modification during Refrigerated Storage in Untreated and Pasteurized Orange Juice and Orange Juice Treated with High-Intensity Pulsed Electric Fields, *J. Agric. Food Chem.*, 54,6247-6254.
- Cortés, C., Esteve, M. J., Frígola, A., 2008. Color of Orange Juice Treated by High Intensity Pulsed Electric Fields During Refrigerated Storage and Comparison with Pasteurized Juice. *Food Control*, 19, 151-158.
- Demiray, E., 2009. Kurutma İşleminde Domatesin Likopen, B-Karoten, Askorbik Asit ve Renk Değişim Kinetiğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 113s.
- Demirel, H., Demir, M. K. (2018). Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanımı. *The Journal of Food*, 43(3):501-511.
- Deniz, E., Yeşilören, G., Özdemir, N., İşçi, A., 2015. Türkiye'de Gıda Endüstrisi Kaynaklı Biyokütle ve Biyoyakıt Potansiyeli. *Gıda*, 40(1):47-54.
- Deveci, E. Ü., 2008. Portakal Atıklarından *Aspergillus niger* Filamentli Fungusu Kullanılarak Sitrik Asit Üretiminde Değerlendirilmesi, Mersin Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Mersin.
- Dewanto, V., Wu, X.Z., Adom, K. K., and Liu, R. H. (2002) Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 : 3010-3014.
- Doğanay, T., 2009. Modern Farmasötik Teknolojisi: Kurutma. Mattek Matbaacılık, Ankara. 283s.
- Dündar, B., 2018. Sürdürülebilir Sağlıklı Gıda Üretiminde Termosonikasyon Uygulamasının Bulanık Çilek Nektarının Kalitesi Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 172s.
- Ekici, L., Ercoskun, H., 2007. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (1):83-90.

- Ekşi, A., Artık, N., 1986. Meyve Suyunda Hidroksimetilfurfural Miktarı Üzerine Pastörizasyon Sonrası Soğutma İşleminin Etkisi. *Dergi Park*, 11(3):139-143.
- Ersus Bilek, S., Özkan, G., 2012. Gıda İşleme ve Depolamanın Karotenoidler Üzerine Etkisi. *Academic Food Journal/Akademik Gıda*, 10(2) (2012) 84-88.
- Gama, J. J. T., De Sylos, C. M., 2007. Effect of Thermal Pasteurization and Concentration on Carotenoid Composition of Brazilian Valencia Orange Juice. *Food Chemistry*. 100: 1686–1690.
- Ganjyal, G. M., Hanna, M. A., Devadattam, D. S. K., 2003. Processing of Sapota (Sapodilla): Drying. *Journal of Food Science*, 517-520s.
- Ghanem, N., Mihoubi, D., Kechaou, N., Mihoubi, N. B., 2012. Microwave Dehydration of Three Citrus Peel Cultivars: Effect on Water and Oil Retention Capacities, Color, Shrinkage and Total Phenols Content. *Industrial Crops and Products*, 40:167–177.
- Ghanem, N., Mihoubi, D., Bonazzi, C., Kechaou, N., Boudhrioua, N., 2020. Drying Characteristics of Lemon By-product (*Citrus limon. v. lunari*): Effects of Drying Modes on Quality Attributes Kinetics' Waste and Biomass Valorization, 11:303–322.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ebrahımzadeh, M.A., 2009. Antioxidant Activity, Phenol and Flavonoid Contents of 13 Citrus Species Peels and Tissues. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 22(3):277-281.
- Gorinstein, S., Cvikrova, M., Machackova, I., Haruenkit, R., Park, Y.S., Jung, S.T., Yamamoto, K., Ayala, A.L.M., Katrich, E., Trakhtenberg S., 2004. Characterization of Antioxidant Compounds in Jaffa Sweeties and White Grapefruits. *Food Chemistry*, 84:503-510.
- Grigelmo-Miguel, N., Martín-Belloso, O., 1999. Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Food Science and Technology* 32(8): 503-508.

- Grohmann, K., Baldwin, E. A., & Buslig, B. S., 1994. Production of Ethanol from Enzymatically Hydrolyzed Orange Peel by the Yeast *Saccharomyces Cerevisiae*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 45(46), 315–327.
- Güzel, M., Akpınar, Ö., 2017. Turunçgil Kabuklarının Biyoaktif Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 153-167.
- Hamdan, D. I., Mahmoud, M. F., Wink, M., El-Shazly A. M., 2014. Effect of Hesperidin and Neohesperidin from Bittersweet Orange (*Citrus Aurantium* Var. *Bigaradia*) Peel on İndomethacin-İnduced Peptic Ulcers in Rats. *Environmental Toxicology And Pharmacology*. 37, 907-915.
- Hernawan, I., Radithia, D., Hadi, P., Ernawati, D. S. (2015). Fungal Inhibitory Effect of Citrus Limon Peel Essential Oil on *Candida Albicans*. *Dental Journal*, 48(2):84–88.
- Horowitz, R. M., 1986. Taste Effects of Flavonoids. *Prog Clin Biol Res*. 213: 163-175.
- Hsu, W. J., Berhow, M., Robertson, G. H., Hasegawa, S., 1998. Limonoids and Flavonoids in Juices of Oroblanco and Melogold Grapefruit Hybrids. *Journal of Food Science*, 63:57–60.
- Kaleem, M., Qazi, I., Khan, A., Khan, M. A., Hussain, I., Ayub, M., Rehman, A. (2017). Effect of Different Concentration of Sucrose and Honey on the Pyhsiochemical and Sensory Properties of Strawberry Leather. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series B: Biological Sciences*, 60(1), 1-10.
- Kar, F., Arslan, N., 1999. Characterization of Orange Peel Pectin and Effect of Sugars, L-Ascorbic Acid, Ammonium Persulfate, Salts on Viscosity of Orange Peel Pectin Solutions. *Carbohydrate Polymers*, 40, 285–291.
- Kara, O. O. (2014). Altınçilek Meyvesinden (*Physalis Peruviana* L) Pestil Üretimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Doktora Tezi*, Isparta 137s.

- Karaca, E., 2019. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Hünnap (*Zizyphus Jujuba* Mill.) Pestilinin Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Bayburt Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Bayburt, 117s.
- Kelebek, H., Canbaş, A., Selli, S., 2008. Determination of Phenolic Composition and Antioxidant Capacity of Blood Orange Juice Obtained from Cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus Sinensis* (L) Osbeck) Grown In Turkey. 107: 1710-1716.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Głyszczynska-Świgoł, A., 2007. Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20:313–322.
- Kuster, B. F. M. (1990). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF). A Review Focusing on Its Manufacture. *Starch - Staerke*, 42(8):314-321.
- Lachos-Perez, D., Baseggio, A. M., Mayanga-Torres, P.C., Junior, M. R. M., Rostagno, M.A., Martínez, J., Forster-Carneiro, T., 2018. Subcritical Water Extraction of Flavanones from Defatted Orange Peel. *The Journal of Supercritical Fluids*, 138, 7–16.
- Ladaniya, M. S., 2008. *Citrus Fruits – Biology, Technology and Evaluation*. Imprint Academic Press, India.
- Lagha-Benamrouche, S., Madani, K., 2013. Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Orange Varieties (*Citrus Sinensis* L. and *Citrus Aurantium* L.) Cultivated in Algeria: Peels and Leaves. *Industrial Crops and Products*, 50, 723–730.)
- Lee, H. S., Castle, W. S., 2001. Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. *J. Agric. Food Chem.* 49:877-88.
- Lehotay, S. J., 2007. Determination of Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 90(2):485-520.

- Li, S., Lo, C.Y., Ho, C.T., 2006. Hydroxylated Polymethoxy Flavones and Methyl Flavonoids in Sweet Orange (*Citrus Sinensis*) Flavedo. *J. Agric. Food Chem.*, 54:4176-4185.
- Meseguer, A., 2002. Caracterización de Subproductos De Las Industrias De Elaboración De zumos cítricos. B.S. Thesis Alicante, Spain: Universidad Miguel Hernández (Orihuela).
- Macdougall, D.B., 2000. *Colour in Food*. CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Mahatoa, N., Sharmaa, K., Sinhab, M., Cho, M. H., 2018. Citrus Waste Derived Nutra-/Pharmaceuticals for Health Benefits: Current Trends and Future Perspectives. *Journal of Functional Foods*, 40:307–316.
- Mamma, D., Kourtoglou, E., Christakopoulos, P., 2008. Fungal Multienzyme Production on Industrial By-Products of the Citrus-Processing Industry. *Bioresource Technology*, 99(7):2373-2383.
- Marín, F.R., Soler-Rivas, C., Benavente-García O., Castillo J., Pérez-Alvarez J.A., 2007. By-Products from Different Citrus Processes as a Source of Customized Functional Fibres. *Food Chemistry*, 100(2):736-741.
- Maskan, M., 2000. Microwave / Air and Microwave Finish Drying of Banana. Department of Food Engineering, Engineering Faculty, University of Gaziantep, Gaziantep, Turkey. 71-78s.
- Maskan, A., Kaya, S., Maskan, M., 2002. Hot Air and Sun Drying of Grape Leather (pestil). *Journal of Food Engineering* 54, 81–88s.
- Maskan M, 2014. Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*, 44: 71-78.
- Meleández-Martinez, A. J., Vicario, I. M., Heredia, F. J. 2003. A Routine High-Performance Liquid Chromatography Method for Carotenoid Determination in Ultrafrozen Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25):7266–7270.

- M'hiri, N., Ioannou, I., Ghoul, M., Mihoubi Boudhrioua, N., 2014. Phytochemical Characteristics of Citrus Peel and Effect of Conventional and Non Conventional Processing on Phenolic Compounds: a Review. Food Reviews International.
- Mouly, P., Gaydou, E. M., Auffray, A., 1998. Simultaneous Separation of Flavanone Glycosides and Polymethoxylated Flavones in Citrus Juices Using Liquid Chromatography. Journal of Chromatography A. 800:171-179.
- Nagy, S., Randall, V., 1973. Use of Furfural Content as an Index of Storage Temperature Abuse in Commercially Processed Orange Juice. Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 21(2):272-275.
- Oberoi, H.S., Vadlani, P.V., Nanjundaswamy, A., Bansal, S., Singh, S., Kaur, S., Babbar, N., 2011. Enhanced Ethanol Production from Kinnow Mandarin (Citrus Reticulata) Waste Via a Statistically Optimized Simultaneous Saccharification and Fermentation Process. Bioresource Technology, 102(2):1593-1601.
- Okuyama, S., Yamamoto, K., Mori, H., Toyoda, N., Yoshimura, M., Amakura, Y. (2014). Auraptene in the Peels of Citrus Kawachiensis (Kawachi Bankan) Ameliorates Lipopolysaccharide-Induced Inflammation in the Mouse Brain. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 408503-408509.
- Ozturk, B., Parkinson, C., Gonzalez-Miquel, M., 2018. Extraction of Polyphenolic Antioxidants from Orange Peel Waste Using Deep Eutectic Solvents. Separation and Purification Technology, 206, 1–13.
- Ötleş, S., Atlı Y., 1997. Karotenoidlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 3(1):249-254.
- Özay, G., Pala, M. ve Saygı, B., 1993. Bazı Gıdaların Su Aktivitesi (aw) Yönünden İncelenmesi. Gıda, 18(6):377-383.

- Özcan, A., 2008. Kâğıt Yüzey Pürüzlülüğünün L*a*b* Değerleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 14:53-61.
- Pereira, R. M. S., López, B. G., Diniz, S. N., Antunes, A. A., Garcia, D. M., Oliveira, C. R., Marcucci M. C., 2017. Quantification of Flavonoids in Brazilian Orange Peels and Industrial Orange Juice Processing Wastes. Agricultural Sciences, 8, 631-644.
- Quintero Ruiz, N.A., Demarchi, S.M. ve Gıner, S.A. 2014. Effect of Hot Air, Vacuum and Infrared Drying Methods on Quality of Rose Hip (*Rosa Rubiginosa*) Leathers. Int J Food Sci Tech, 49(8): 1799-1804.
- Padilla-Camberos, E., Lazcano-Díaz, E., Flores-Fernandez, J.M., Owolabi, M.S., Allen, K., & Villanueva-Rodríguez, S. (2014). Evaluation of the Inhibition of Carbohydrate Hydrolyzing Enzymes, the Antioxidant Activity, and the Polyphenolic Content of Citrus Limetta Peel Extract. The Scientific World Journal, 8:121760.
- Pantsulaia, I., Iobadze, Manana, Pantsulaia, N., & Chikovani, T. (2014). The Effect of Citrus Peel Extracts on Cytokines Levels and T- regulatory Cells in Acute Liver Injury. BioMed Research International.
- Pourbafrani, M., Forgács, G., Horváth, I.S., Niklasson, C., Taherzadeh, M.J., 2010. Production of Biofuels, Limonene and Pectin from Citrus Wastes. Bioresource Technology, 101(11):4246-4250.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S.A., Bashir, N., Nazir, F., Nayik, G.A., 2018. Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 17, 351–358.
- Rahman, N. F. A., Shamsudin, R., Ismail, A., Shah, N. N. A. K., Varith, J., 2018. Effects of Drying Methods on Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacity of the Pomelo (*Citrus Grandis* (L.) Osbeck) Peels. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 50, 217–225.

- Ramful, D., Bahorun, T., Bourdon E., Tarnus, E., Aruoma, O.I., 2010. Bioactive Phenolics and Antioxidant Propensity of Flavedo Extracts of Mauritian Citrus Fruits: Potential Prophylactic Ingredients for Functional Foods Application. *Toxicology*, 278(1):75-87.
- Rapisarda, P., Tomaino, A., Locascio, R., Bonina, F., Depasquale, A., Saija, A., 1999. Antioxidant Effectiveness as Influenced by Phenolic Content of Fresh Orange Juices. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 47;4718–4723.
- Sandulachi E., 2012. Water Activity Concept and Its Role in Food Preservation. Technical University of Moldova.
- S'Anchez-Moreno, C., Plaza, L., Ancos, B., Cano, M. P., 2003. Quantitative Bioactive Compounds Assessment and Their Relative Contribution to the Antioxidant Capacity of Commercial Orange Juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83:430–439.
- Satari, B., Palhed, J., Karimi, K., Lundin, M., Taherzadeh, M.J., Zamani A., 2017. Process Optimization for Citrus Waste Biorefinery via Simultaneous Pectin Extraction and Pretreatment. *Bioresources*, 12(1):1706-1722.
- Satari, B., Karimi, K., 2018. Citrus processing wastes: Environmental Impacts, Recent Advances, and Future Perspectives in Total Valorization. *Resources, Conservation and Recycling*, 129:153-167.
- Sharma, P., Pandey, P., Gupta, R., Roshan, S., Garg, A., Shulka, A., Pasi, A., 2013. Isolation and Characterization of Hesperidin from Orange Peel. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research*.
- Shetty, S. B., Mahin-Syed-Ismail, P., Varghese, S., Thomas-George, B., Kandathil Thajuraj, P., & Baby, D. (2016). Antimicrobial Effects of Citrus Sinensis Peel Extracts Against Dental Caries Bacteria: An in Vitro Study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 8(1):70–77.

- Singh, S. V., Jain, R. K., Gupta, A., Dhath, A. S., 2003. Debittering of Citrus Juices – A Review. *Journal of Food Science and Technology- Mysore*. 40: 247-253.
- Sridharan, B., Mehra, Y., Ganesh, R. N., Pragasa, V. (2016). Regulation of Urinary Crystal Inhibiting Proteins and Inflammatory Genes by Lemon Peel Extract and Formulated Citrus Bioflavonoids on Ethylene Glycol Induced Urolithic Rats. *Food and Chemical Toxicology*, 94:75–84.
- Sroka, Z., Gamian, A., Cisowski, W., 2005. Low-Molecular Antioxidant Compounds of Natural Origin. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej (Online)*, 59:34-41.
- Stinco, C. M., Fernandez, V. R., Hernanz, D., Heredia, F. J., Melendez, M. A. J., Vicario, I. M., 2013. Industrial Orange Juice Debittering: Impact on Bioactive Compounds and Nutritional Value. *Journal of Food Engineering*. 116:155-161.
- Sturm, K., Koron, D., & Stampar, F. (2003). The Composition of Fruit of Different Strawberry Varieties Depending on Maturity Stage. *Food Chemistry*, 83(3), 417-422.
- Suna, S., Tamer, C. E., İncedayı, B., Özcan-Sinir, G., Çopur, Ö. U. 2014. Impact of Drying Methods on Physicochemical Properties of Apricot Pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(1): 47-55.
- Suna, G., Ayaz A., 2019. Turunçgil Flavonoidlerinin Kardiyovasküler Sağlık Üzerine Etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 47(2):99-107.
- Şengul, M., Yıldız, H., Güngör, N., ve Okçu, Z. (2010). Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, Some Physical and Chemical Properties of Pestil. *Asian J. Chem*, 22:448-454.
- Talay, R., 2019. Goji Berry Pestili Üretiminde Farklı Formülasyon ve Pişirme Süresinin Ürünün Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Bayburt Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*, Bayburt, 88s.

- Tamer, E., İncedayı, B., Parseker Yönel, S., Yonak, S., Çopur, Ö. U. 2010. Evaluation of Several Quality Criteria of Low Calorie Pumpkin Dessert. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (1):76-80.
- Telatar, K. Y., 1985. Elma Suyu ve Konsantrelerinde Hidroksimetilfurfural (HMF). II. Farklı Elma Suyu Konsantrelerinin Depolanması Sürecinde Hidroksimetilfurfural Oluşumu Ve Buna Bağlı Olarak Bazı Bileşim Ögelerinde Meydana Gelen Değişmeler. *Gıda*, 10(5).
- Teong, S. P., Yi, G., Zhang, Y., 2014. Hydroxymethylfurfural Production from Bioresources: Past, Present and Future. *Green Chemistry*, 16(4).
- Thebaudin, J.Y., Lefobvre, A.C., Harrington, M.,Bourgeois, C.M., 1997. Dietary Fibres: Nutritional and Technological Interest. *Trends in Food Science & Technology* 8(2): 41-48.
- Tokgöz, H., Gölükcü, M., 2009. Turunç (Citrus Aurantium) Meyvelerinin Değerlendirilme Yöntemleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Hasad Gıda*, 248:44-48.
- Tontul, İ., 2017. Kırınım Pencereli (Refractance Window) ve Mikrodalga Destekli Sıcak Hava Kurutma Teknikleri ile Fonksiyonel Bileşenlerce Zengin Nar Pestili Üretimi. Doktora tezi, 139s.
- Tontul, İ., Topuz, A., 2017. Effects of Different Drying Methods on the Physicochemical Properties of Pomegranate Leather (Pestil). *LWT - Food Science and Technology*, 80:294-303.
- Turkcan, O., Okmen, G., 2012. Mikrobiyal Karotenoidler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5 (1): 115-122.
- Tüfekci, H. B., Fenercioğlu, H., 2010. Türkiye’de Üretilen Bazı Ticari Meyve Sularının Kimyasal Özellikler Açısından Gıda Mevzuatına Uygunluğu. *Akademik Gıda* 8 (2):11-17.
- Urgu, M., Saatli, T. E., Türk, A., Koca, N., 2017. Isıl İşlem Görmüş İçme Sütlerinde (Pastörize, UHT Ve Laktozsuz UHT Süt) Hidroksimetilfurfural İçeriğinin Belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 15(3):249-255.

USDA Food Composition Databases, 2020a.

<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf> (Erişim tarihi:
18.11.2020)

USDA Food Composition Databases, 2020b.

<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169103/nutrients> (Erişim tarihi:
18.11.2020)

Uysal, O., Polatöz, S., 2017. Dünyada ve Türkiye’de Turunçgil Üretimi ve Dış
Ticareti. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin,
6s.

Ünver, H. (2019). Farklı Tatlandırıcı İlavesiyle Üretilen Kızılcık Pestillerinin
Antioksidan Kapasitesi, Fenolik Madde ve Aroma Profili. Yüksek Lisans
Tezi.

Vaccarino, C., Curto R. B., Tripodo M. M., Patané, R., Lagana G., Schachter, S.,
1989. SCP from Orange Peel by Fermentation with Fungisubmerged and
‘Surface’ Fermentations. Biological Wastes 29(4):279-287.

Wang, Y., Chuang, Y., Hsu, H., 2008. The Flavonoid, Carotenoid and Pectin
Content in Peels of Citrus Cultivated in Taiwan. Food Chemistry, 106:277–
284.

Wilkins, M.R., Widmer, W.W., Grohmann, K., Cameron R.G., 2007. Hydrolysis of
Grapefruit Peel Waste with Cellulase and Pectinase Enzymes. Bioresource
Technology, 98(8):1596-1601.

Xu, G., Ye, X., Chen, J., Liu, D., 2007. Effect of Heat Treatment on the Phenolic
Compounds and Antioxidant Capacity of Citrus Peel Extract. Journal of
Agricultural and Food Chemistry, 55, 330-335.

Yağcı, S., Altan, A., Göğüş, F., Maskan M., 2006. Gıda Atıklarının Alternatif
Kullanım Alanları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan,Ö., Kolaylı, S., 2010.
Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi.
Akademik Gıda, 8(6):44-51.

- Yıldız, O. 2013. Physicochemical and Sensory Properties of Mulberry Products: Gümüşhane Pestil and Köme. Turkish J Agric Forestry, 37(6): 762-771.
- Yüksekkaya, S., 2013. Farklı Üretim Teknikleri ile Üretilmiş Nar Pestilinde Kurutma Kinetiği İle Fenolik ve Antosiyanin Bileşiminin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 83s.
- Zappala, M., Fallico, B., Arena, E., Verzera, A., 2005. Methods for the Determination of HMF in Honey: A Comparison. Food Control 16:273–277.





ÖZGEÇMİŞ

İlkokul ve ortaokulu Gazi İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini ise Borsa Lisesin’de tamamladı. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitime başladı ve 2017 yılında mezun oldu. 2018 yılının güz döneminde özel öğrenci olarak Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitime başladı. 2017 yılından itibaren özel sektörde çalışmaktadır.





EKLER



EK 1a

Panelistin Adı Soyadı

Örnek No

Tarih

Aşağıda verilen skalalarda tüm lezzet karakteristikleri soldan sağa doğru artmaktadır. Örneklerin lezzet karakteristiklerini skala üzerinde belirtilen çizgiler vasıtasıyla 0 ile 10 arasında değerlendiriniz.

Renk

1 10

Görünüş

1 10

Tekstür

1 10

Koku

1 10

Tat

1 10

Genel Beğeni

1 10

EK 1b

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Renk

Portakal pestiline özgü renk, renk esmerleşmesi yok
Çok hafif renk esmerleşmesi mevcut
Renk koyu kahverengi, esmerleşme mevcut
Çok koyu kahverengi ve aşırı esmerleşme mevcut

Görünüş

Şeffaf, kalınlık yeknesak (2 mm)
Mat ve kalınlık yeknesak
Mat ve yüzeyde nişasta topaklaşması mevcut, kalınlık yeknesak değil
Kalınlık düzensiz, mat, topaklaşma ve düzensiz partiküller mevcut

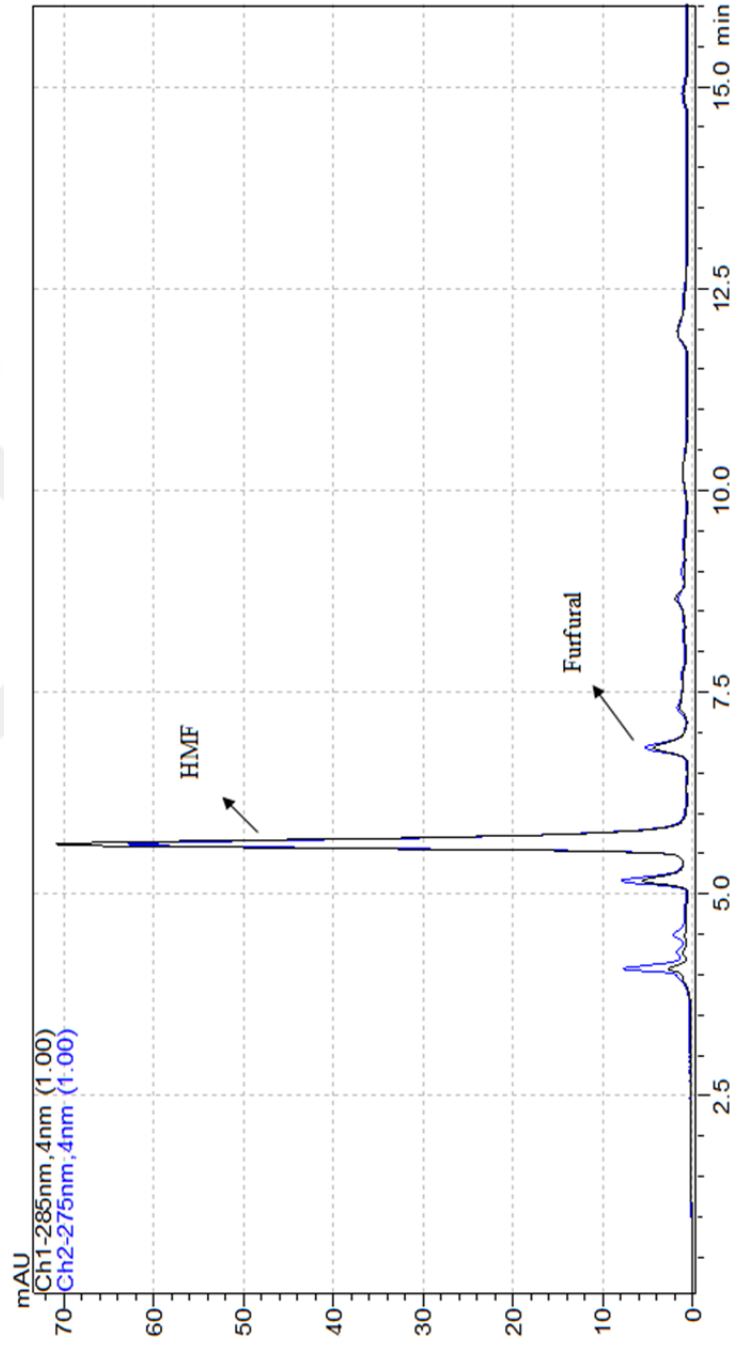
Tat ve Koku

Portakal pestiline özgü aroma tat- koku
Portakal pestiline özgü koku-tat, yabancı tat-koku mevcut değil
Portakal pestiline özgü koku-tat, çok az yabancı meyve tadı mevcut
Yabancı tat-koku mevcut

Tekstür

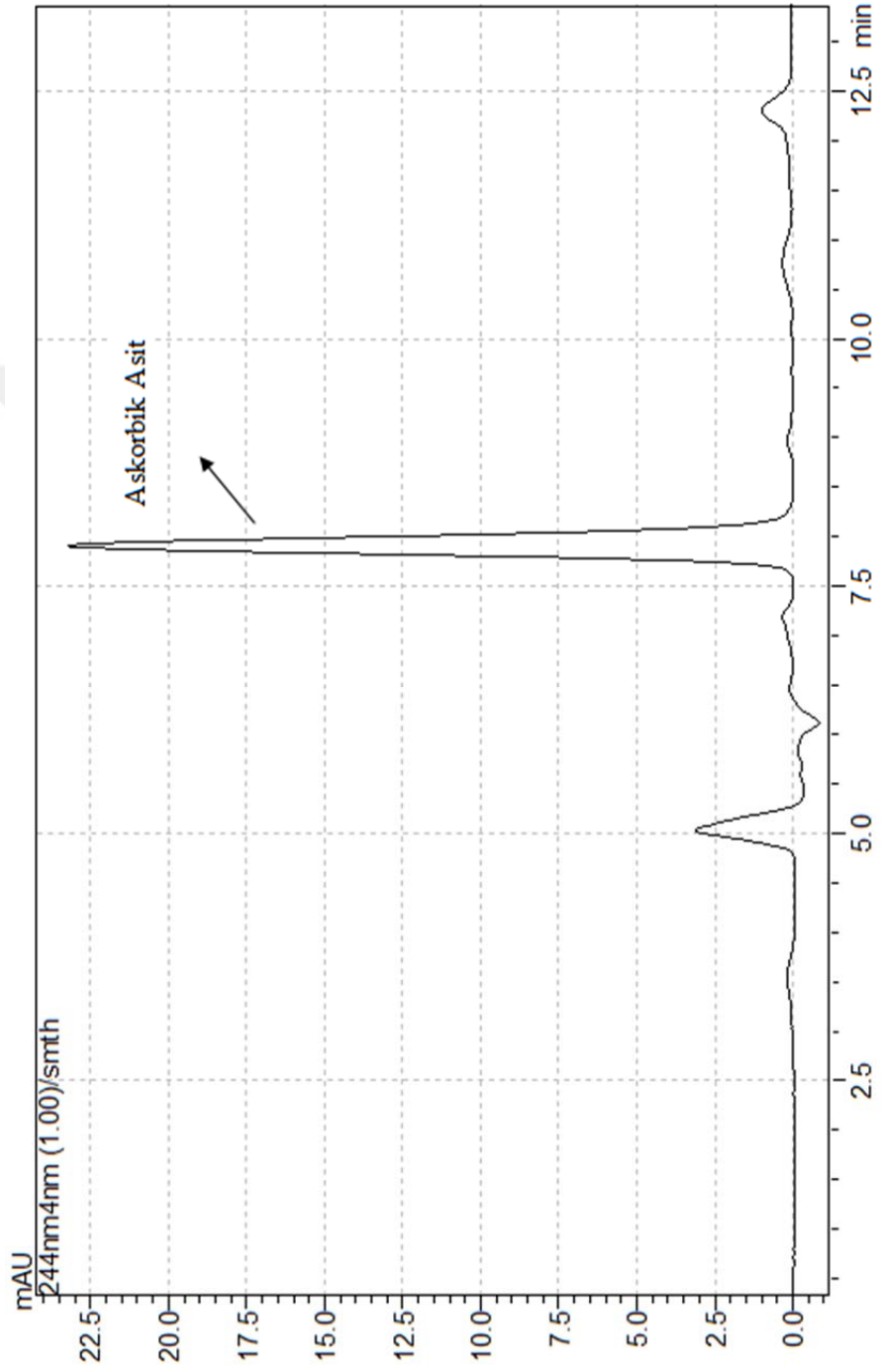
Kolay çiğnenebilirlik ve kopmaya orta dirençli
Kolay çiğnenebilirlik ve kopmaya az dirençli
Zor çiğnenebilirlik ve kopmaya çok dirençli
Çok zor çiğnenebilirlik ve kopmaya çok dirençli

EK 2



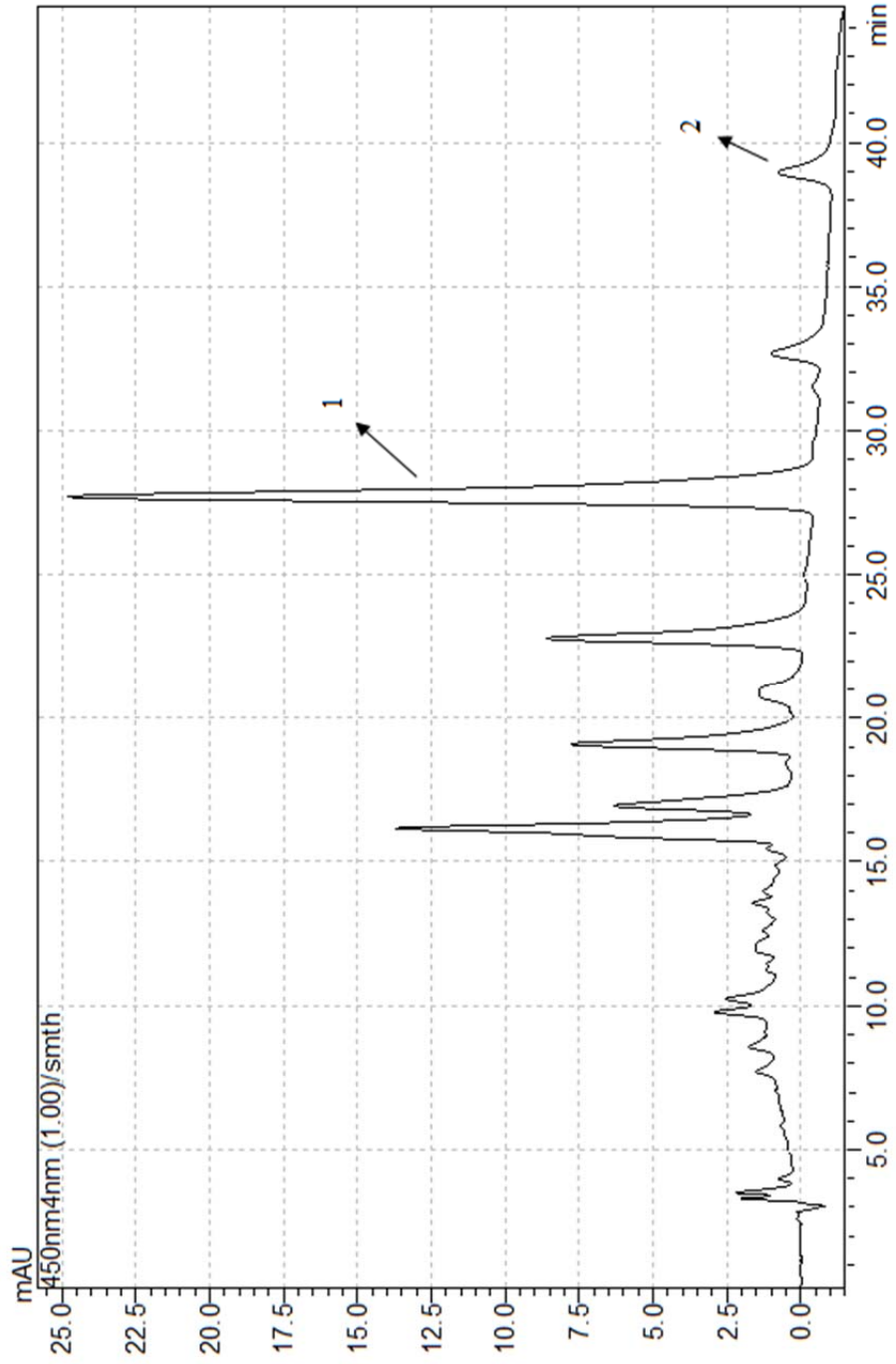
EK 2. Hidroksimetil furfural (HMF) ve Furfurala ait HPLC kromatogramı

EK 3



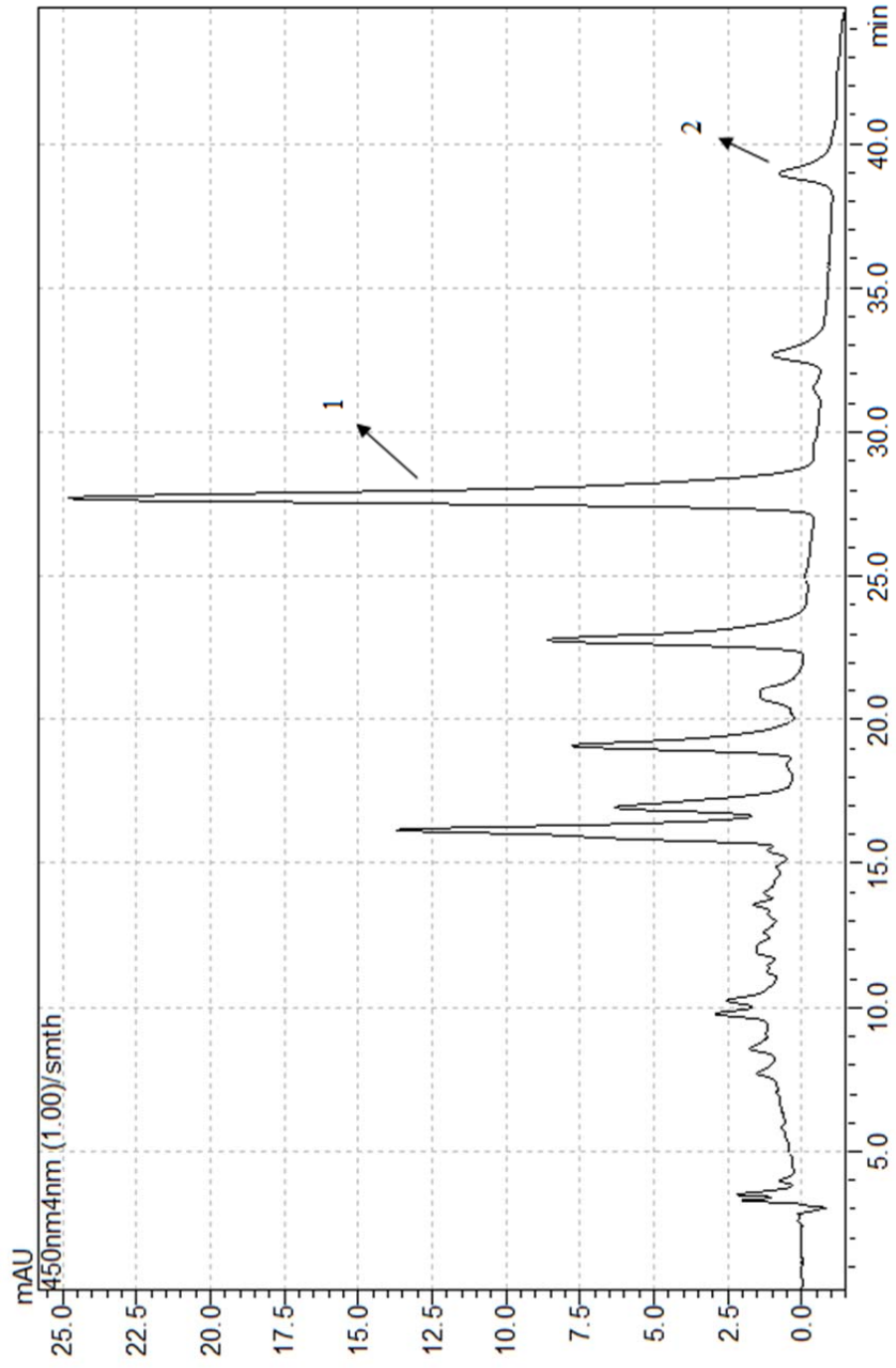
EK 3. Askorbik asit'e ait HPLC kromotogramı

EK 3



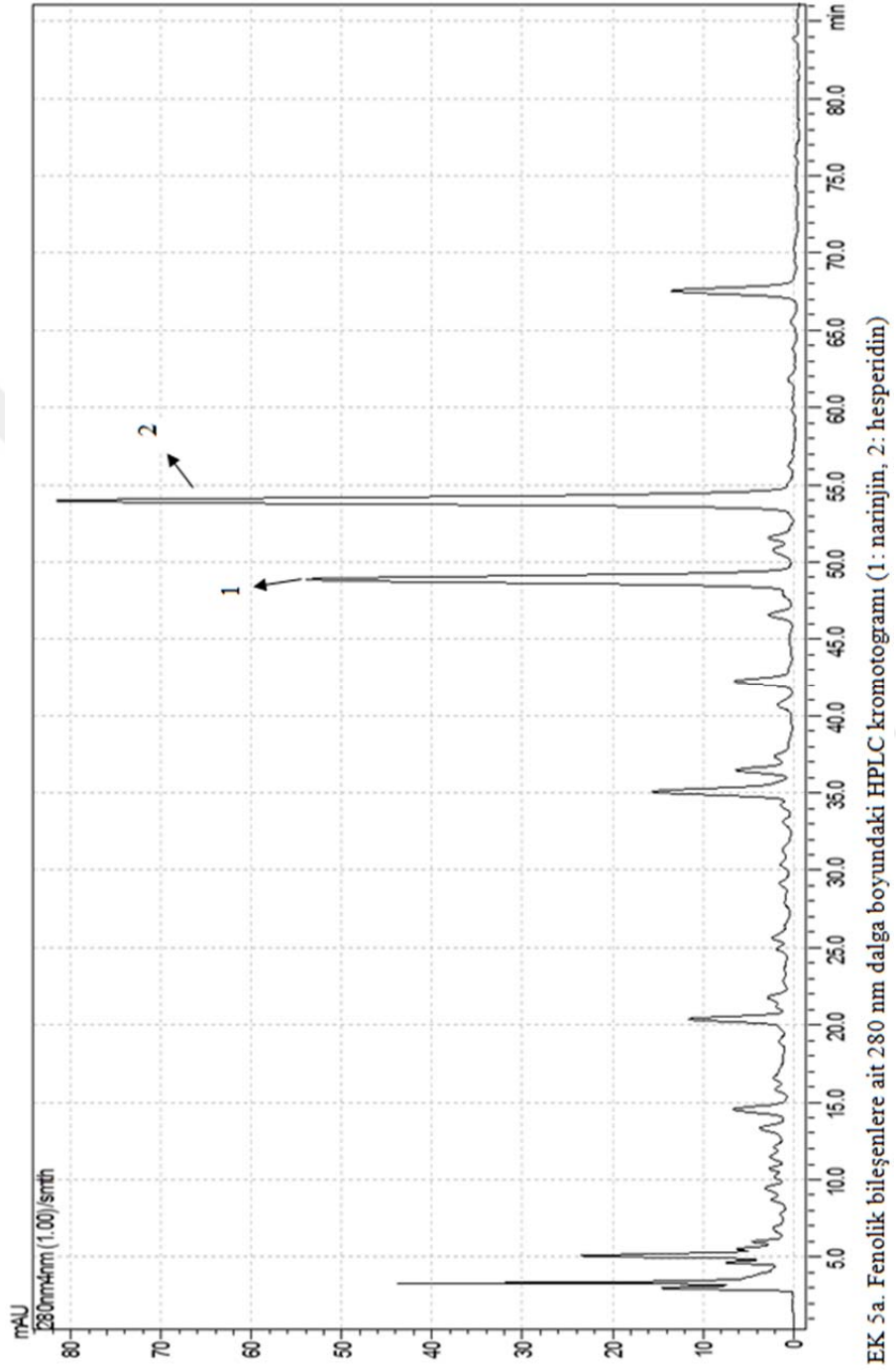
EK 4. Karotenoid bileşenlere ait HPLC kromatogramı (1: β -kriptoksantin, 2: β -karoten)

EK 4

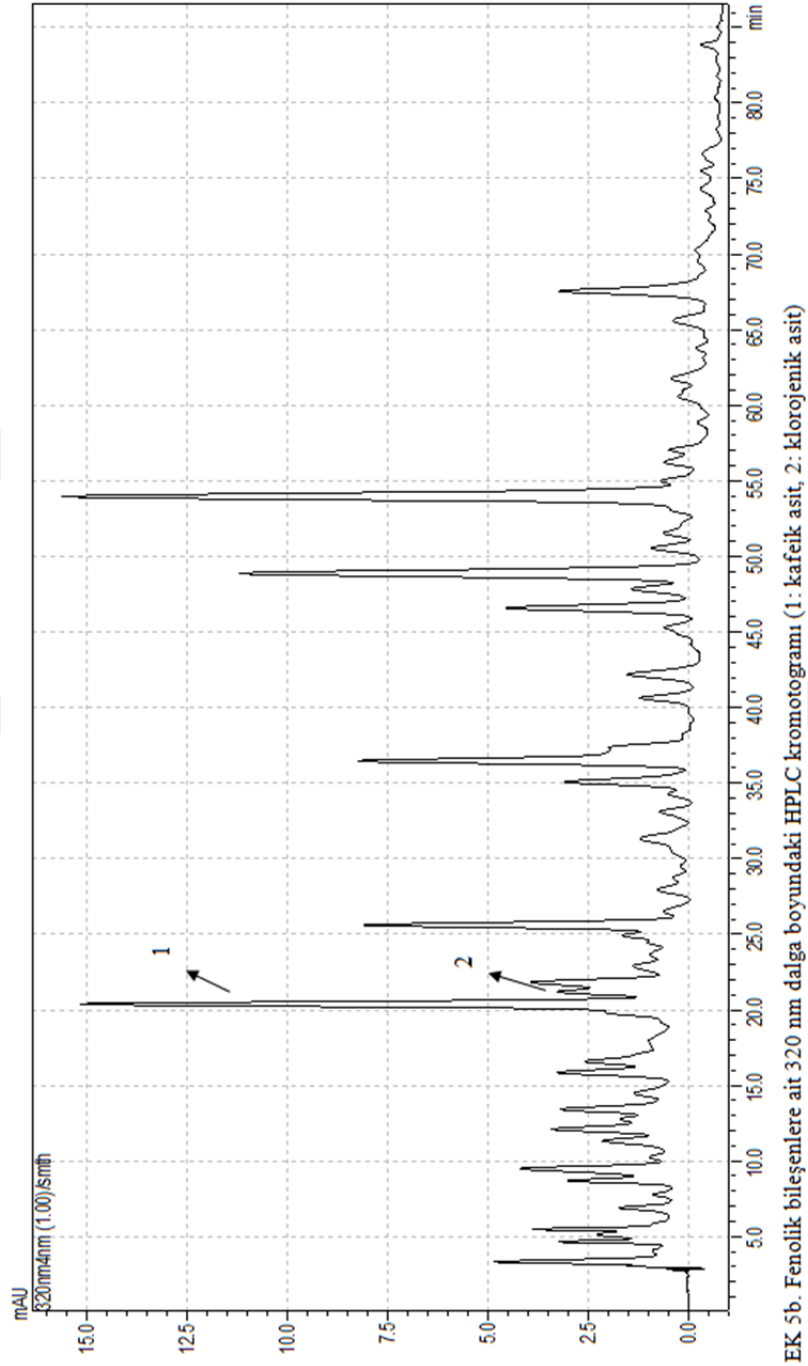


EK 4. Karotenoid bileşenlere ait HPLC kromatogramı (1: β -kriptoksantin, 2: β -karoten)

EK 5a



EK 5b



EK 5b. Fenolik bileşenlere ait 320 nm dalga boyundaki HPLC kromatogramı (1: kafeik asit, 2: klorojenik asit)