

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mehmet SERTKAYA**

**SARİLOP VE BURSA SİYAHİ (*FICUS CARICA* L.)  
İNCİRLERİNİN AROMA VE AROMA-AKTİF  
BİLEŞİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2019**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SARILOP VE BURSA SİYAHİ (*FICUS CARICA* L.) İNCİRLERİNİN  
AROMA VE AROMA-AKTİF BİLEŞİKLERİNİN  
KARAKTERİZASYONU**

**Mehmet SERTKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez ....../.../.... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof.Dr. Serkan SELLİ  
DANIŞMAN

.....  
Prof.Dr. Turgut CABAROĞLU  
ÜYE

.....  
Prof.Dr. Haşim KELEBEK  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

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

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**  
**Proje No: FYL-2017-8660**

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SARILOP VE BURSA SİYAHİ (*FICUS CARICA* L.) İNCİRLERİNİN  
AROMA VE AROMA-AKTİF BİLEŞİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

Mehmet SERTKAYA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Serkan SELLİ

Yıl: 2019, Sayfa: 63

Jüri : Prof. Dr. Serkan SELLİ

: Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU

: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu çalışmada, Bursa Siyahı ve Sarılop cinsi incirlerin kabuk ve meyve etlerinin aroma, aroma-aktif bileşikleri, toplam fenolik miktarı ve antioksidan aktiviteleri incelenmiş ve meyve çeşidi ve meyvenin et ve kabuk kısımlarının bu bileşiklerin dağılımına etkileri ilk kez ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Örneklerin aroma maddeleri ekstraksiyonunda sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Analizler sonucunda taze incir aromasını çoğunlukla terpen bileşiklerinin oluşturduğu ve bu bileşikler alkol ve esterlerin izlediği belirlenmiştir. Aroma ekstraktı seyreltme analizi (AES) sonuçlarına göre ise hem kabukta ve hem de meyve etinde limonen,  $\beta$ -karyofilen, asetoin, benzil alkol ve 3-penten-2-ol bileşiklerinin taze incirlerin karakteristik kokusundan sorumlu önemli aroma-aktif bileşikler olduğu saptanmıştır. Toplam fenolik miktarı ve antioksidan aktivite analizleri sonucunda, incir kabuklarının zengin fenolik içeriği nedeniyle meyve etlerine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer durum toplam aroma maddelerinde de tespit edilmiş ve sonuç olarak incirin kabuklu tüketilmesi önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sarılop, Bursa siyahı, incir, aroma, GC-MS-O, antioksidan aktivite, toplam fenolik bileşikler

## ABSTRACT

### MSc THESIS

<p style="text-align: center;"><b>CHARACTERIZATION OF AROMA AND AROMA-ACTIVE COMPOUNDS OF SARILOP AND BURSA SIYAHİ (<i>FICUS CARICA</i> L.) FIGS</b></p>
--

**Mehmet SERTKAYA**

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

Supervisor : Prof. Dr. Serkan SELLİ  
Year: 2019, Pages: 63  
Jury : Prof. Dr. Serkan SELLİ  
: Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU  
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

In this study, aroma, aroma-active compounds, total phenolic composition and antioxidant activities of peel and pulp of Bursa Siyahı and Sarılop fig cvs. were investigated for the first time and the effects of different fruit varieties and different parts of the fruit on the distribution of these compounds were investigated. Liquid-liquid extraction method was used in the extraction of aroma substances of the samples. As a result of the analysis, it was determined that the aroma of fresh fig was mostly composed of terpene compounds and that alcohol and ester compounds were present in significant amounts. According to the results of aroma extract dilution analysis (AESA), compounds such as limonene,  $\beta$ -caryophyllene, acetoin, benzyl alcohol, and 3-penten-2-ol were found to be important aroma-active compounds responsible for the characteristic odor of fresh figs. As a result of total phenol content and antioxidant activity analysis, fig peels were found to have higher values than pulps due to its rich phenol content. A similar situation was detected in the total aroma compounds and as a result it was suggested to consume figs with peels.

**Key Words:** Sarılop, Bursa siyahı, fig, aroma, GC-MS-O, antioxidant activity, total phenolics compounds

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

İncir (*Ficus carica*), Moraceae (Dutgiller) familyasından *Ficus* L. cinsine ait olan bir meyvedir. *Ficus carica*, bu familyadaki bitkiler içerisinde gıda sektöründe çok değer kazanmış ve en önemli türdür. İncir kültürü, Anadolu'da insanlık tarihi kadar eski dönemlere dayanır ve kültür meyveleri içinde, en eski gelişme tarihine sahip meyvelerden biridir. Türkiye dünya incirinin % 26'sını üretmekte olup Mısır, İran, Yunanistan, Cezayir ve Fas ile birlikte dünya incir üretiminin yaklaşık %70'ini karşılamaktadır (Singh ve ark., 2015). İncir, özellikle kışları ve sıcak kuru yazları ile Akdeniz iklimlerine iyi uyum sağlamıştır, ancak tropik ve subtropikler dahil olmak üzere daha nemli bölgelerde de yetiştirilebilmektedir.

İncir taze, kuru veya konserve halinde tüketilir ve sık sık reçel yapımında kullanılır. İçerdiği besin öğeleri ve eşsiz lezzeti ile yüzyıllar boyunca değerli bir meyve olarak tanımlanmış ve kullanılmıştır. İncir son derece besleyici bir meyve olup protein, kalsiyum (sütten daha fazla), demir ve yüksek lif içeriği bakımından oldukça zengindir.

İncir meyvesine ilginin artmasında; incirin kutsal meyve olarak görülmesi, besin içeriğinin diğer birçok meyve türüne göre yüksek olması özellikle ham ve indirgen lif, mineral ve polifenol içeriğince zengin olması, sodyum, yağ ve kolesterol içermemesi, farklı değerlendirme şekillerine sahip ticari bir meyve olması gibi faktörler sayılabilmektedir (Vinson, 1999).

Bu zengin besin içeriği sayesinde incirin belirli oranlarda tüketimi ile sağlığa yararlı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, bu meyvenin yüksek antibakteriyel, anti-inflamatuar ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu, kandaki lipit oranını düşürerek kardiyovasküler hastalık riskini azaltabildiği ve laksatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Khatib, 2010; Palassarou ve ark., 2017).

İncirlerde aroma ve fenolik bileşikler ile ilgili önceki çalışmalar bulunmasına rağmen aroma-aktif bileşikler ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bugüne kadar literatürde incirlerin kabuk ve meyve etlerinin aroma-aktif bileşikleri ve biyoaktif maddelerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmamızın amacını Sarılop ve Bursa Siyahı olmak üzere iki farklı çeşitte taze incir meyvelerinin kabuk ve meyve etinin aroma, aroma-aktif ve toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktivitenin incelenmesi oluşturmuştur. Çalışmamızda analiz sonuçlarına göre, çeşit, kabuk ve meyve eti özelliklerinin farklı olmasının bu bileşikler üzerine etkileri incelenmiştir. Aroma maddeleri sıvı-sıvı ekstraksiyon sonrası GC-MS ile belirlenmiş, aroma-aktif bileşikler ise aroma ekstrakt seyreltme analizinin (AES) uygulanması ile GC-MS-Olfaktometri yardımıyla tespit edilmiştir.

Aroma maddelerine ilaveten Sarılop ve Bursa Siyahı örneklerinde toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri incelenmiştir. İncir örneklerinde yapılan analizler sonucunda toplam fenolik bileşiklerinin (TF) miktarı Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde 60.8, 336, 153 ve 523 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik miktarı ile doğru orantılı olarak en yüksek antioksidan aktivite Bursa Siyahı incir kabuğunda belirlenmiştir. Siyah incirlerin genel olarak sarı incirlere oranla daha fazla fenolik içeriğine sahip olduğu ve böylece daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Aroma maddeleri açısından ise, GC-MS yöntemiyle Sarılop meyve eti örneğinde 57 adet, Sarılop kabuk örneğinde 58 adet, Bursa Siyahı meyve eti örneğinde 54 adet ve Bursa Siyahı kabuk örneğinde ise toplam 55 adet aroma bileşiği belirlenmiştir. Aroma bileşiklerinin toplam konsantrasyon değerleri sırasıyla 8252 µg/kg, 23136 µg/kg, 12681 µg/kg ve 20931 µg/kg taze ağırlık olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada incir türlerinin aroma profili özellikle terpen, ester ve alkol sınıflarının baskınlığı ile ayırt edilmiştir. Terpen grubu bileşikler incir örneğimizde sayı ve miktar bakımından aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu bileşikler olarak belirlenmiştir.

Aroma-aktif bileşiklerine gelince, Sarılop ve Bursa Siyahı örneklerinde 19 adet aroma-aktif bileşik saptanmıştır. Aroma-aktif bileşikler arasında benzil alkol (256), Sarılop meyve eti örneğinin,  $\beta$ -karyofilen (1024) ve benzil alkol (1024) Sarılop kabuk örneğinin, limonen (512), asetoin (512) ve benzil alkol (512) Bursa Siyahı meyve eti örneğinin, limonen (1024), asetoin (1024) ve  $\beta$ -karyofilen (1024) Bursa Siyahı kabuk örneğinin kokusuna en fazla katkıda bulunan bileşikler olarak belirlenmiştir. Sarılop ve Bursa Siyahı meyve eti ve kabuk örneklerinde benzil alkol bileşiğinin çiçeksi koku;  $\beta$ -karyofilen bileşiğinin baharatımsı ve odunsu koku; limonen bileşiğinin turunçgil ve meyvemsi koku; asetoin bileşiğinin ise yağsı kokular kazandırdığı belirlenmiştir. Tüm analizler sonucunda Sarılop ve Bursa Siyahı incir örneklerinin kabuk kısmının meyve etine göre aroma ve aroma-aktif bileşikleri yönünden daha zengin olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer durum, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite değerlerinde de belirlenmiş ve dolayısıyla incirin kabuklu olarak tüketilmesi önerilmiştir.





## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bana görüş ve önerileriyle yol gösteren, beni her zaman destekleyen, bilgi ve deneyimlerini bana en doğru şekilde aktarmaya çalışan değerli danışman hocam Prof. Dr. Serkan SELLİ'ye,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve eğitimime önemli katkıda bulunan değerli hocalarım Prof.Dr. Turgut CABAROĞLU ve Prof. Dr. Haşim KELEBEK'e,

Tezin her aşamasında yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Gamze GÜÇLÜ'ye,

Ayrıca çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Öğr.Gör. Onur SEVİNDİK'e ve Gıda Mühendisi Mehmet YETİŞEN'e,

Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim üyelerine, bu tezin yapılması için maddi destek sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Öğrenim hayatım ve tez aşamam sırasında ilgi, sabır ve manevi desteklerinden dolayı değerli eşim Esra SERTKAYA'ya, sevgili babam Gazi SERTKAYA, annem Duriye SERTKAYA ve kardeşlerim Dilek ve Şadiye SERTKAYA'ya;

En içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET .....	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	5
2.1 İncir Meyvesinin Genel Bileşimi .....	5
2.2 İncir Meyvesinin Aroma Bileşimi İle İlgili Çalışmalar .....	15
3. MATERYAL VE METOD .....	21
3.1. Materyal.....	21
3.2. Metod.....	21
3.2.1. Toplam Fenolik Madde (TF) Analizi .....	21
3.2.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	22
3.2.3. İncir Meyvelerinin Aroma Maddeleri Ekstraksiyonu .....	23
3.2.4. GC-FID ve GC-MS-O Koşulları.....	25
3.2.4.1. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması .....	26
3.2.4.2. Aroma-Aktif Bileşiklerin Analizleri.....	27
3.2.5. Aromatik Ekstraktların Duyusal Analizleri (Temsili Test).....	27
3.2.5.1. Örneklerin hazırlanması ve panelistlere sunumu.....	27
3.2.5.2. Benzerlik testi.....	28
3.2.5.3. Aroma yoğunluk testi .....	28
3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	31

4.1. İncir Meyvelerinin Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Değerleri ....	31
4.2. İncir Örneklerinin Aroma Profili .....	34
4.3. İncir Meyvesinin Aroma-Aktif Bileşikleri.....	47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	53
KAYNAKLAR .....	55
ÖZGEÇMİŞ .....	63

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 4.1. Sarılop ve Bursa Siyahı incirlerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri .....	34
Çizelge 4.2. Taze incir meyve eti ve kabuklarının aroma bileşikleri.....	35
Çizelge 4.3. İncir meyvelerinin aroma-aktif bileşikleri .....	48



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 1.1. İncir yetiştiriciliğinde önde gelen ülkelerin üretim miktarları .....	2
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Bursa Siyahı ve Sarılop çeşidi incirler .....	21
Şekil 3.2. Toplam fenolik analizleri .....	22
Şekil 3.3. Antioksidan kapasite ( DPPH) analizi .....	23
Şekil 3.4. Aroma maddelerinin ekstraksiyonu .....	24
Şekil 3.5. Vigreux düzeneğinde konsantrasyon işlemi.....	25
Şekil 3.6. Analizlerde kullanılan GC-MS cihazı.....	26
Şekil 3.7. Benzerlik testinde kullanılan skala .....	28
Şekil 3.8. Aroma yoğunluk testi skalası.....	28
Şekil 4.1. İncir örneklerinde bulunan aldehit bileşikleri .....	43
Şekil 4.2. İncir örneklerinde bulunan alkol bileşikleri .....	44
Şekil 4.3. İncir örneklerinde bulunan ester bileşikleri .....	46



## SİMGELER VE KISALTMALAR

GC	: Gas chromatography (Gaz Kromatografisi)
MS	: Mass spectroscopy (Kütle Spektroskopisi)
FID	: Flame ionization detector (Alev iyonlaşma dedektörü)
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
mg	: Milligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
°C	: Santigrat derece
HPLC	: High-performance liquid chromatography (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi)
L	: Litre
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
µg	: Mikrogram
dak	: Dakika
LRI	: Linear alıkonma indeksi
TF	: Toplam fenolik
FRAP	: Ferric reducing antioxidant power
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
AS	: Aroma seyreltme değeri
AESA	: Aroma ekstrakt seyreltme analizi
std	: Standart





## 1.GİRİŞ

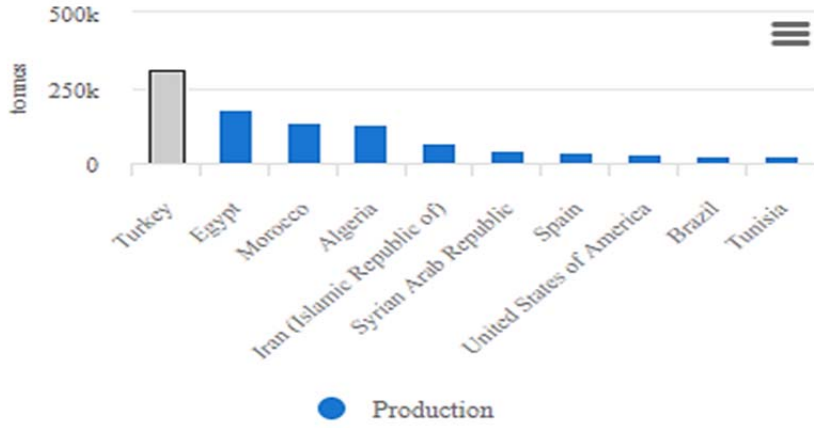
İncir (*Ficus carica*), Moraceae (Dutgiller) familyasından *Ficus* L. cinsine ait olan bir meyvedir. *Ficus carica*, bu familyadaki bitkiler içerisinde gıda sektöründe en çok değer kazanmış ve en önemli türdür.

İncir, M.Ö. 3000 yılında Arap Yarımadası'nın güney kısımlarında yetiştirilmeye başlanmıştır. Daha sonra İran, Suriye ve Türkiye'ye ve tüm Akdeniz ülkelerine yayılmıştır. Son araştırmalar incirlerin, 1. yy ile 17. yy arasında İran, İspanya, Kuzey Afrika, İngiltere ve Almanya'ya kadar olan coğrafi alanda ve antik, ortaçağ ve erken dönemden beri kullanılan bitkilerin başında geldiğini göstermiştir (Palassarou, 2017).

İncir, subtropik bir meyvedir ve geniş bir ekolojik uyum kabiliyetine sahiptir. Ülkemizde tüm sahil kuşağında Güneydoğu Anadolu'da ve İç Anadolu'da incir ağaçlarına rastlamak olasıdır. Yüzlerce çiftçi ailesinin geçiminde önemli bir yeri olan incir üretimi, ülkemizde hemen her bölgede yapılabilmektedir. Yüksek kalitedeki incirler, meyve olgunlaşma ve kurutma mevsimindeki sıcaklık, nem ve rüzgar durumu gibi ekolojik istekleri nedeniyle, Ege Bölgesi'nde Büyük ve Küçük Menderes havzalarında yetiştirilmektedir. Ülkemizde taze incir üretiminin % 75'i ve dış pazara satılan kuru incirin tamamı bu havzada üretilmektedir (Koçlu ve Çeliker, 2006). Ülkemizde incirin birçok çeşidi bulunmasına rağmen özellikle iki çeşit öne çıkmaktadır. Bahsedilen yörede en çok yetiştiriciliği yapılan incir çeşidi, Sarılop incirleridir. Meyve kabuklarının ince, yeşilimtrak sarı renkte, meyvelerinin küçük çekirdekli, içleri dolgun olması gibi özelliklerinden dolayı standart kurutmalık incir çeşidi olarak seçilmiştir ve kuru incir üretiminde önemli rol oynamaktadır. Sarılop incirinin üretimi, Türkiye incir üretiminin % 90'ından fazlasına tekabül etmektedir. Bu incirlerin yaklaşık % 15-20'sinin ihraç edilmesi, Türkiye ekonomisi açısından Sarılop incirlerinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır (Anon, 2011a). Diğer önemli bir incir çeşidi olan ve Bursa ve

Balıkesir'in bazı ilçelerinde yetiştirilen Bursa Siyahı ise yola dayanımı ve lezzeti nedeniyle en üstün sofralık incir çeşidi olarak tanınmaktadır (Aksoy ve ark., 2014).

İncir meyvesi, Akdeniz bölgesi boyunca yaygın olarak ekilmiş ve kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara iyi adapte edilmiştir. Gıda ve Tarım Örgütü, incir meyvesinin dünya çapında 427.000 hektarlık alandan hasat edildiğini ve yılda 10<sup>6</sup> tondan fazla üretildiğini tahmin etmektedir (Palassarou ve ark., 2017).



Şekil 1.1.İncir yetiştiriciliğinde önde gelen ülkelerin üretim miktarları (FAO, 2017)

Türkiye yaklaşık 300 bin ton üretim ile dünya taze incir üretiminin yaklaşık %30'unu karşılayarak ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizi üretimde, Mısır, Fas, Cezayir, İran, Suriye, ABD ve İspanya izlemektedir (FAO, 2018). Türkiye, 2017 yılında dünya incir ihracatının % 47'sini gerçekleştirerek ilk sırada yer almıştır. 2018 yılında Türkiye yaklaşık 286 milyon dolarlık incir ihracatı gerçekleştirmiştir. Toplam incir ihracatında en yüksek paya sahip diğer ülkeler sırasıyla; % 4,9 ile ABD, %4,5 ile Hollanda, %4,1 ile İspanya, %3,8 ile Almanya ve %2,9 ile Yunanistan olmuştur (TÜİK, 2017). İncir, ülkemizde üretilen meyveler ve baharat bitkileri arasından Bitkisel Üretim istatistikleri bakımından 305.689 tonla 7. sırada bulunmaktadır (TÜİK, 2017).

İncir meyvesine ilginin artmasında; incirin kutsal meyve olarak görülmesi, besin içeriğinin diğer birçok meyve türüne göre yüksek olması özellikle ham ve indirgen lif, mineral ve polifenol içeriğince zengin olması, sodyum, yağ ve kolesterol içermemesi farklı değerlendirme şekillerine sahip ticari bir meyve olması gibi faktörler sayılabilmektedir (Vinson, 1999).

İncir meyvesi, sağladığı enerjinin % 94'ü karbohidrattan geldiği için zengin bir karbohidrat kaynağıdır. Bunun yanı sıra, yüksek miktarda vitamin (özellikle B grubu) ve mineral (demir, kalsiyum, potasyum gibi) içermektedir. Bu zengin besin içeriği sayesinde incirin belirli oranlarda tüketimi ile sağlığa yararı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, bu meyvenin yüksek antibakteriyel, anti-inflamatuar ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu, kandaki lipit oranını düşürerek kardiyovasküler hastalık riskini azaltabildiği ve laksatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Khatib, 2010; Palassarou ve ark., 2017).

İncir meyveleri taze veya kurutulmuş olarak yenilebilir ve reçel yapımında kullanılır. Taze meyve bütün ve çiğ olarak yenilebilir, ama genellikle soyulur; eti yenir ve kabuk kısmı atılır (Solomon ve ark., 2006). Bunların yanı sıra, tatlı, reçel, bisküvi sanayinde de kullanılmakta ve ayrıca düşük kaliteli incirler ise etil alkol ve pekmez yapımında değerlendirilmektedir. Etil alkol elde edilmesi sırasında ortaya çıkan incir çekirdekleri boya, kozmetik ve ilaç sanayisinde, küspesi ise besiyemi yapımında kullanılmaktadır.

İncirin kalitesi, hem üretim sektörü hem de tüketici için çok önemli bir kriterdir. İncirde kaliteyi etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri olan aroma, meyvenin duyuşal özelliklerini belirleyen önemli bir kalite parametresidir. Aroma maddelerinin oluşumu dinamik bir süreçtir. Çoğu meyvenin kendine özgü aroması olgunlaşma sırasında meydana gelir. Olgunlaşma aşaması süresince meyve metabolizmasında bir çok değişim meydana gelmekte ve bu aşamada gıdaların bileşiminde bulunan yağ asitleri, aminoasitler, şekerler, polifenoller ve karotenoidlerden biyokimyasal yollarla aroma maddeleri oluşmaktadır (Gomez ve ark., 1997).

Aroma, bitkilerde normal metabolik süreç boyunca biyo-sentezlenen ve meyvenin işlenmesi sırasında ise daha fazla oluşabilen, sonuç olarak meyvenin nihai kokusunu etkileyen, yüzlerce uçucu bileşik tarafından oluşmaktadır. Aroma bileşenlerinin değişkenliği; iklim koşullarındaki farklılık, olgunluk ve hasat sonrası işlemler gibi hem teknolojik faktörlere hem de coğrafi kökene bağlıdır (Palassarou ve ark., 2017). Aroma maddelerinin yüksek uçuculuğa ve düşük algılanma eşik değerine sahip bir kısmı ise kokuya en fazla katkıda bulunur ve aroma-aktif bileşikler olarak adlandırılırlar (D'Auria ve ark., 2004).

Taze incir aromasının etil asetat, hekzanal,  $\beta$ -karyofilen, limonen, (*E*)-2-hekzenal ve oktanal gibi farklı gruplara ait bileşiklerden oluştuğu belirlenmiştir (Villabos ve ark., 2017). Bu bileşiklerin yanı sıra genellikle çiçeksi kokudan sorumlu terpenoidler de önemli miktarda bulunmaktadır (Palassarou ve ark., 2017).

Aroma maddelerinin yanı sıra, incir meyvesi içerdiği proantosiyanidinler nedeniyle oldukça iyi bir fenolik bileşik kaynağıdır. Yüksek miktarda fenolik madde içerdiği bilinen çay ve şaraptan daha fazla fenolik bileşiğe sahip olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (Vallejo ve ark., 2011). İncirin gösterdiği antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi içerdiği fenolik bileşikler ile ilişkilendirilmiştir (Kelebek ve ark., 2018).

İncirlerde aroma ve fenolik bileşikler ile ilgili önceki çalışmalar bulunmasına rağmen aroma-aktif bileşikler ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bugüne kadar literatürde incirlerin kabuk ve meyve etlerinin aroma-aktif bileşikleri ve biyoaktif maddelerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmamızın amacını Sarılop ve Bursa Siyahı olmak üzere iki farklı çeşitte taze incir meyvelerinin kabuk ve meyve etinin aroma, aroma-aktif ve toplam fenolik içeriği ile antioksidan aktivitenin incelenmesi oluşturmuştur. Aroma maddeleri sıvı-sıvı ekstraksiyondan sonrası GC-MS ile belirlenmiş, aroma-aktif bileşikler ise aroma ekstrakt seyreltme analizinin (AES) uygulanması ile GC-MS-Olfaktometri yardımıyla tespit edilmiştir.

## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 İncir Meyvesinin Genel Bileşimi

İncir meyvesinin üretimi ve tüketimi bilindiği üzere çok eski zamanlara dayanmaktadır. İncirin sağlık açısından yararları belirlendikçe hakkında yapılan araştırmalar da artış göstermiştir. Bu çalışmalardan birinde, Solomon ve ark. (2006) incir meyvelerinin sağlığa yararlı bileşenlerini belirlemek için, renk bakımından farklılık gösteren (siyah, kırmızı, sarı ve yeşil) çeşitleri ve ayrıca Türk incirlerinin de bulunduğu altı ticari incir türünü incelemişlerdir. İncirlerin toplam polifenol, toplam flavonoid, antioksidan kapasite ve antosiyanin miktarı ve profili analiz edilmiştir. Koyu renkli incirlerin, açık renklilere kıyasla daha yüksek fitokimyasal bileşik içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca incirlerin meyve etleri ve kabukları bu bileşikler açısından karşılaştırılmış ve kabukların daha fazla fenolik bileşik içerdiği ve daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmada, antioksidan kapasitesinin, polifenol ve antosiyanin miktarları ile orantılı olduğu tespit edilmiştir.

Veberic ve ark. (2008), sarı incir çeşidi Bela Petrovka ve siyah incir çeşitleri Crna Petrovka ve Miljska Figa meyvelerinin şeker, organik asit, toplam fenol içeriği ve antioksidan potansiyelini araştırmışlardır. Yaz aylarında hasat edilen incirlerin şeker ve organik asit içeriğinde önemli farklılıklar tespit edilse de, üç çeşit arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı, siyah incir çeşitlerinin toplam fenolik miktarının daha yüksek bulunduğu ve bu nedenle de antioksidan potansiyelinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Caro ve Piga (2008), İtalya’da yetiştirilen “Mattalona” (siyah incir) ve “San Pietro” (yeşil incir) meyvelerinin kabuk ve meyve etindeki polifenol içeriğini incelemiştir. Sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemiyle kabuklardan ve meyve etlerinden ayrı ayrı elde edilen ekstraktlar, ters faz HPLC-DAD sisteminde analiz edilmiştir. En yüksek fenolik miktarı, “Mattalona” cinsi incirlerin kabuklarından elde edilen ekstraktlarda belirlenmiştir. Yapılan araştırmada incir kabuklarının meyve etine

oranla polifenoller açısından daha zengin olduğu, aynı durumun koyu renkli incirlerde de gözlemlendiği belirtilmiştir.

Oliveira ve ark. (2009), Portekiz’de yetiştirilen iki sarı incir çeşidinin (Pingo de Mel ve Branca Traicional) yapraklarının, meyve etinin ve kabuklarının fenolik bileşik ve organik asit profilleri araştırılmıştır. Dondurularak kurutulan örneklerden elde edilen fenolik ekstraktlar ters faz HPLC ile incelenmiş ve örneklerin benzer fenolik profile sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 3-O- and 5-O-kafeoilkuinik asit, ferulik asit, kuersetin-3-O-glukozit, kuersetin-3-O-rutinozit, psoralen ve bergapten tüm örneklerde belirlenen fenolik bileşiklerdir. Toplam fenolik bileşikleri yapraklarda en yüksek miktarda bulunurken, meyve etinde ise en düşük miktarda olduğu belirlenmiştir.

Crisosto ve ark. (2010), farklı iki olgunlukta (ticari ve olgun) hasat edilen dört taze incir (*Ficus carica* L.) çeşidinin kalite özelliklerini değerlendirmişlerdir. İki olgunluk evresinin, tüketicinin kabulü ve antioksidan kapasite de dahil olmak üzere incirlerin kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ağırlık, çözülebilir katı madde konsantrasyonu (ÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), çözülebilir katı madde konsantrasyonu/titre edilebilir asitlik oranı (ÇKM/TA), sertlik, antioksidan kapasite ve tüketici kabulü gibi incir kalite özelliklerinin çeşitlere göre değiştiği belirtilmiştir. Olgun incir çeşitlerinin TA ve sertlik özellikleri daha düşük olmasına karşın, ticari olgunlukta hasat edilen incirlerden daha fazla ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. İncir olgunluğunun, antioksidan kapasiteyi etkilemediği ancak olgun incirlerin tüketiciler tarafından ticari incirlerden daha fazla tercih edildiği bildirilmiştir.

Çalışkan ve Polat (2011a), 2007 ve 2008 yıllarında Hatay’da hasat edilen 76 farklı incir çeşidinin toplam fenolik madde miktarı, FRAP yöntemiyle antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, toplam antosiyanin miktarı, şeker kompozisyonu ve renklerinin belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. İncirlerde, Folin-Ciocalteu yöntemine göre toplam fenolik madde miktarı belirlenmiş ve sonuçlar “gallik asit eş değeri (GAE)” cinsinden ifade edilmiştir. Meyve

kabuklarının rengine göre sınıflandırılarak, yeşil kabuklu incirlerin toplam fenolik madde miktarlarının ortalama 54,3 mg GAE/100 g meyve, sarı kabuklu incirlerin 49,2 mg GAE/100 g, kahverengilerin 65,6 mg GAE/100 g meyve, morların 64,0 mg GAE/100 g meyve ve siyah kabukluların ise 118,9 mg GAE/100 g meyve olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı analizi sonuçları ile antioksidan aktivite analiz sonuçlarının yüksek korelasyon gösterdiği belirtilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçları toplam fenolik miktarı ile orantılı olarak yeşil kabuklulardan siyah kabuklulara doğru artış göstermiştir.

Vallejo ve ark. (2011) İspanya’da yetiştirilen 18 İncir çeşidini Mayıs – Haziran aylarında ilk hasat olmak üzere ve Temmuz – Eylül aylarında ikinci hasat yapılarak polifenolik profillerini araştırmışlardır. İlk hasattaki fenolik değerlerin ikinci hasattaki fenolik değerlerden fazla olduğu bildirilmiştir. İncir meyvesinde kabuk kısmındaki toplam fenolik konsantrasyonu etli kısımdan daha fazla olduğu saptanmıştır. İncirin LC–UV–DAD/ESI–MS (sıvı kromatografisi–diyot dizisi detektörü–elektrosprey iyonizasyon/kütle spektrometre) analizi ile yüksek antosiyanin içeriği olarak siyanidin–3 rutinozid, flavanol içeriği olarak kuersetin–rutinosit, fenolik asit olarak klorojenik asit, flavanoller olarak luteolin 6C–heksoz–8C–pentoz ve apigenin–rutinosit tespit edilmiştir. Meyve kabukları açıkça birçok durumda fenolik bileşiklerin başlıca kaynağı olduğundan tüm olgunlaşmış meyve tüketimi tavsiye edilmiştir.

Çalışkan ve Polat (2011b) yeşil, sarı, kahverengi, mor ve siyah meyveli incir meyvelerinin fitokimyasal karakterleri ve antioksidan kapasiteleri incelenmiş olup toplam fenolik, toplam antosiyanin, fruktoz, glukoz, sakkaroz ve meyve kabuğunun rengini tanımlayan değişkenler araştırılmıştır. Antioksidan kapasitesi meyvelerin polifenol ve antosiyanin içerikleri ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Siyah incirin en yüksek antioksidan kapasitesi, toplam antosiyanin ve toplam fenolik değerlerinin en fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu siyah meyveli incirlerin yeşil ve sarı incirlerden 2 kat daha fazla antioksidan kapasitesi, 15 kat toplam antosiyanin ve 2.5 kat daha fazla toplam fenoliğe sahip olduğu



belirtilmiştir. Ancak, kahverengi ve mor incirlerde fruktoz, glukoz ve sükröz içeriklerinin diğer renkli incir gruplarından daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. HPLC tarafından baskın şekerlerin % 56 oranında fruktoz ve % 43 oranında glukoz olduğu belirlenmiştir.

Slatnar ve ark. (2011) taze incirleri iki farklı kurutma işlemi olarak güneşte ve fırında kurutma yöntemine tabi tutulmuştur. İncirlerin, beslenme ve sağlıkla ilgili özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için şekerler, organik asitler, fenolik ve toplam fenolikler ve antioksidan aktivitesi işlemde önce ve sonra belirlenmiştir. Numuneler yılda üç kez analiz edilmiş olup fenolik bileşikler, kütle spektrometrisi (HPLC-MS) ile birleştirilmiş yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılarak tespit edilmiştir. İncirlerde, önemli besin bilgisi olan monomer şekerlerin baskın olduğu ve şekerlerin yanı sıra taze incirdeki organik asitlerin içeriği kurutulmuş meyvelerden daha düşük olduğu anlaşılmıştır. En iyi şeker/organik asit oranı güneşte kurutma işleminden sonra ölçülmüştür. Bireysel fenolik bileşiklerin analizi, siyanidin-3-O-rutinosit hariç olmak üzere fırında kurutma işleminden sonra belirlenen tüm fenolik grupların daha yüksek içeriğini ortaya çıkarmıştır. Kurutma işleminden sonra daha yüksek toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Güneşte kurutulmuş ve fırında kurutulmuş meyveler arasındaki farklar organik asitler, şekerler, klorojenik asit, kateşin, epikateşin, kaempferol-3-O-glukozit, luteolin-8-C-glukozit ve toplam fenolik içeriklerde belirlenmiştir. Çalışma sonucunda uygun şekilde kurutulmuş incirlerin iyi bir fenolik bileşik kaynağı olarak kullanılabilceği bildirilmiştir.

King. ve ark. (2012) Kaliforniya'da 6 bölgeden hasat edilen 12 incir çeşidini sensör analizi yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Hasat zamanında ve duyusal analiz sırasında enstrumantal ölçümler alınmıştır. İncir çeşitleri eskiden meyvemsi, kavun, çekirdekli meyve, dut, narenciye, bal, yeşil ve salatalık olarak tanımlanırdı. İncirde olgunluk seviyesi, kimyasal bileşimini ve incir çeşitlerinin duyusal profilini etkilediği tespit edilmiştir. Daha az olgun incirde kalın bir dış kabuk, kuvvetli sıkıştırma kuvveti ve yeşil ve lateks tatlar, sertlik, taneli olma, acı

ve tohumda yapışkanlık özelliği saptanmıştır. Daha olgun incir meyvesinde ise yüksek çözünür katı madde konsantrasyonu, sululuk, yapışkanlık, kayganlık, tatlılık ve meyvede aroma özelliğinin daha algılandığı tespit edilmiştir. İncir görünüm ve lezzet profilleri için kullanılan özel duyuşal terminolojinin taze incir tüketimini artırabilmesinde yararlı olacağı bildirilmiştir.

Ercişli ve ark. (2012) Türkiye'nin kuzeydoğusunda yetişen taze incir meyvesinde kabuk rengi, toplam fenolik, toplam antosiyanin, suda çözünür kuru madde içeriği, titre edilebilir asit, toplam antioksidan kapasitesini belirlemişlerdir. Toplam antioksidan kapasitesini belirlemek için TEAC (trolox eşdeğer antioksidan kapasite) ve FRAP (antioksidan gücünü azaltan demir) yöntemleri kullanılmıştır. Genotiplerin meyve kabuk rengi çok farklı olduğu örneğin açık yeşil, hafif koyu, mor, mor - siyah olarak belirlenmiştir.

Nakilcioğlu (2013) Aydın ve İzmir yöresinden temin edilen Sarılop tipi yaş ve kuru incir numunelerinin fenolik bileşiklerine yörenin etkisini araştırmışlardır. Sıvı-sıvı ekstraksiyon metoduyla ekstrakte edilen polifenoller spektroskopik yöntemlerle, ultrasonik ekstraksiyon metoduyla elde edilen polifenoller kromatografik yöntemle analize tabi tutulmuştur. Yaş incirin polifenol içeriğinin kuru incirden daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yaş ve kuru incirlerde gallik asit, klorojenik asit, (-) epikateşin, siringik asit, rutin ve psoralen, kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmiştir. Sarılop tipi incirdeki baskın fenolik bileşiğın (-) epikateşin olduğu tespit edilmiştir.

Mawa ve ark. (2013) incir meyvesinin kimyasal bileşimini, biyolojik ve botanik özelliklerini araştırmışlardır. İncirin mide problemleri, iltihaplanma ve kanser gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Bitkinin yaprakları ve meyvelerinin fenolikler, organik asitler ve uçucu bileşikler bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Birtakım biyolojik aktiviteye sahip olmakla birlikte incirde en önemli terapötik etki olarak antikanser, hepatoprotektif, hipoglisemik, hipolipidemik ve antimikrobiyal aktiviteleri olduğu vurgulanmıştır.

Trad ve ark. (2014) Tunus'a ait beş olgunlaşmış incirde "Bouhouli (BHL) ve Zidi (ZD) (siyah incir); Thgagli (THG), Bidhi (BD), ve Khedri (KHD) (sarı-yeşil kabuklu incir)" besin değerlerini araştırmışlardır. Şekerler, organik asitler ve polifenoller incir meyvelerinde incelenmiştir. Taze incirde glikoz ve fruktozun baskın olduğu saptanmıştır. Ayrıca incirde sitrik asidin malik asitten daha önemli organik asit olduğu tespit edilmiştir. Sadece Bidhi (BD) incir çeşidinde iki antosiyanin (siyanidin-3-glukozit; siyanidin-3-rutinosit), bir flavanol (rutin) ve bir hidroksisiamik asit olmak üzere dört ana polifenol tanımlanmıştır. Siyanidin-3 rutinozun tüm çeşitler arasında en bol fenolik bileşik olduğu tespit edilmiştir. Ortak meyveler ile karşılaştırıldığında, incirin önemli diyet lif içeriği ile birlikte yüksek şeker içerikli meyveler arasında olduğu belirlenmiştir. Araştırmalar, siyah İncir "Zidi (ZD)" meyvesinin şeker, organik asit ve polifenol özellikle siyanidin-3-rutinozit yönünden yüksek konsantrasyon içerdiğinden tüketimi özellikle önerilmiştir.

Shin ve ark. (2015) 120 inciri sertlik değerlerine göre altı olgunluk derecesine ayırarak organik asitlerin ve serbest şekerlerin içeriğini analiz etmişlerdir. Yapışkanlık ve kırılabilirlik özelliğinin olgunlaşma ile arttığı, organik asitlerin son aşamada esas olarak sitrik asit, malik asit ve tartarik asitten oluştuğu anlaşılmıştır. Fruktoz ve glukozun, incirlerin ana şeker bileşenleri olarak belirtilmiştir. Örneklerde 119 uçucu bileşik tanımlanmış ve bunlar 14 asit, 15 alkol, 23 aldehit, 10 ester, 33 hidrokarbon, 11 keton, dört aromatik, altı çeşitli ve beş terpen olarak sınıflandırılmıştır. İncirdeki baskın uçucu bileşenler, hekzadekanoik asit, hekzan, dodekanal, DL-limonen, 2-hekzanal, nonanal ve 6-metil-5-hepten-2-on olarak tespit edilmiştir.

Ammar ve ark. (2015) kütle spektrometresi yardımıyla incirlerde fenolik bileşiklerin dağılımının değerlendirilmesi ve Tunus incirlerinin yapraklarında, meyvelerinde, kabuğunda ve posalarındaki bu bileşiklerin antioksidan aktiviteye katkısını değerlendirmişlerdir. İncir türü olan Temri ve Soltani'nin yaprak, meyve, kabuk ve posasında fenolik bileşimi incelenmiştir. Rutin meyvelerde, kabuklarda

ve yapraklarda ana bileşik olarak belirlenmiştir. Soltani kabuğunda pozitif iyonlaşma modunda, 9 antosiyanin tanımlanmıştır, bunlardan sadece ikisi yeşil çeşit “Temri”de bulunmuştur. Başlıca antosiyaninler, incir çeşidi ve meyve kısmına bağlı olarak siyanidin 3-rutinozit ve siyanidin 3,5-diglukosid olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda antioksidan aktivite, toplam fenol içeriği ve hidroksibenzoik asitler, flavonoller, flavonlar, hidrosikoumarinler ve furanokoumarinler gibi bazı fenolik alt familyalar arasında iyi bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Kamiloğlu ve Çapanoğlu (2015) güneşte kurutmanın incirin sağlıkla ilişkili bileşenlerinin yanı sıra bioyararlılığa olan etkisini incelemek amacıyla; farklı renkte (sarı ve koyu mor) Sarılop ve Bursa siyahı incirlerinin *in vitro* gastrointestinal (GI) sindirim simülasyonu ile birlikte, toplam fenolik, flavonoid, proantosiyanidin, antosiyanin, likopen miktarı, antioksidan kapasitesi, başlıca fenolik bileşenleri ve renk özelliklerini araştırmışlardır. Her iki çeşit incirde rutin ve siyanidin-3-rutinosit bileşiklerinin baskın flavonol ve antosiyanin olduğu tespit edilmiştir. Güneşte kuruduktan sonra her iki çeşit için de toplam fenolik, antosiyanin ve antioksidan aktivite değerlerinin daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Kurutma sonucunda sarı incirlerde % 71 oranında flavonoid ve proantosiyanidin içeriği olduğu anlaşılmıştır.

Wojdylo ve ark. (2016) İspanya'da aynı koşullar altında yetişen 10 farklı incir meyvesi (Colar, Verdál, Calabacita, Tiberio, De Rey, Cuello Dama Blanca, San Antonio, Cuello Dama Negra, Granito, Campera) çeşidinin (siyah, kırmızı, sarı ve yeşil) ve 2 farklı hasat zamanının (ilk hasat ve ikinci hasat) sağlığa teşvik edici potansiyel bileşenlerini analiz etmişlerdir. İncir meyvelerinin fitokimyasal profilleri, çeşit ve farklı türlere bağlı olarak çok çeşitli biyoaktif fenolikler ortaya çıkarmıştır. Toplam 11 polifenolik bileşik tanımlanmış ve bunlar flavan-3-oller, fenolik asitler, flavonoller, flavonlar ve antosiyaninler olarak sınıflandırılmıştır. Betulinik asit içeriği % 57 ile % 97 arasında bulunarak ana triterpenoid olarak belirlenmiş olup bunu oleanolik asit izlemiştir. Antioksidan kapasite analizi sonucunda Verdál çeşidinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu

göstermiştir. Antidiyabetik enzimlerin inhibisyonu, Tiberio, Campera, Calabacita ve Cuello Dama Blanca çeşitlerinin meyvelerinde önemli olarak saptanmış ve bu dört çeşit olmak üzere özellikle tüm meyvelerin taze tüketimi önerilmiştir.

Hoxha ve Kongoli (2016) Arnavutluk'un Tirana bölgesinde yetiştirilen Arnavut incir çeşitleri olan "Krabs Zi" ve "Kraps Bardh" meyvelerinin antioksidan potansiyellerinin yerel pazarda taze olarak tüketilmesi yönünden etkisi araştırılmıştır. İncirin, kırmızı şarap ve çaydan daha fazla fenolik bileşiğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Yılda iki kez üretilen, birinci ve ikinci ana mahsul olarak seçilen koyu tip "Kraps Zi" ve beyaz tip "Kraps Bardhe" olan incir meyveleri toplanıp antioksidan aktiviteleri DPPH ve ABTS radikal temizleyici deneyleri ile hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Her iki türün de ana mahsulünün, birinci mahsule kıyasla daha yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu anlaşılmıştır. Tüm meyve fraksiyonları arasında en yüksek fenolik içerik 226.4 mg gallik asit ile antosiyanin içeriği 135.1 mg siyanidin-3-rutinosid koyu tip meyve kabuğunda gözlemlenmiştir. Siyah kabuklu Krabs Zi incir meyvesinin sarı kabuklu Kraps Bardh incir meyvesine oranla daha fazla antioksidan potansiyeli içerdiği anlaşılmıştır.

Pereira ve ark. (2017) renk bakımından farklılık gösteren siyah, mor, kahverengi, yeşil ve sarı-yeşil dokuz ticari incir çeşidinin üç farklı olgunlaşma aşamasında meyve eti ile kabuk içindeki toplam antioksidan aktivite ile biyoaktif bileşenlerinin karakterizasyonu yapılmıştır. Koyu renkli çeşitlerde, en yüksek düzeyde kuersetin-3-O-rutinosit fenolik bileşiği, siyanidin-3-O-rutinosit antosiyanini ve proantosiyanin bölünme ürünleri olarak en yüksek düzeyde klorojenik asit, toplam C vitamini ve (+)- kateşin tespit edilmiştir. İncir kabuğunun meyve etine oranla daha yüksek konsantrasyonlarda biyoaktif bileşik ve daha yüksek antioksidan potansiyele sahip olduğu, koyu renkli incir çeşitlerinde fenolik bileşik oranlarının daha fazla bulunduğu bu nedenle de sağlık açısından en iyi şekilde yararlanmak için soyulmamış, tamamen olgun, koyu incir tüketmenin daha faydalı olacağı tavsiye edilmiştir.

Dandan ve ark. (2018) güneşte kurutma, vakumlu dondurarak kurutma, fırında kurutma, infrared radyasyonla kurutma ve vakumla kurutma gibi farklı kurutma yöntemleri kullanarak incirde toplam polifenol içeriği, polifenol bileşimi ve *in vitro* antioksidan aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak fenoliklerin toplam miktarı ve HPLC kullanılarak ise fenoliklerin profilleri detaylı bir şekilde araştırılmıştır. Polifenol ve toplam polifenol bileşiklerinin içeriğinin kurutma yöntemlerinden etkilendiği ve toplam içeriğin en çok vakumda kurutma yönteminde yüksek olduğu bulunmuştur. İncirden ekstrakte edilen polifenollerin ve antioksidan aktiviteleri değerlerinin kurutma yöntemlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Vakumla kurutmanın incirdeki polifenol bileşiklerini ve antioksidan aktivitesini korumak için en uygun yöntem olduğu anlaşılmıştır.

Nadeem ve Zeb (2018) olgunluğun incir yapraklarının fenolik bileşik ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada dört olgunlaşma aşamasında incir yaprakları toplanmıştır. Örneklerde polifenoller, HPLC-DAD kullanılarak belirlenmiş ve aynı zamanda toplam fenolik içerik ve radikal süpürme aktivitesi de ölçülmüştür. HPLC analizi sonucu incir yapraklarında on dört polifenolik bileşiğin varlığı saptanmış olup kuercetin-3-glukozit, kaftaik asit, kuercetin-3, 7-diglukozit ve p-kumarik asit bileşiklerinin baskın olduğu saptanmıştır. Örneklerde ilk kez kamferol, kikorik asit ve sinapinik asit tespit edilmiştir. Olgunlaşma sırasında, özellikle polifenolik bileşiklerde önemli niceliksel değişiklikler olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda olgunlaşmanın tüm aşamalarında incir yapraklarının zengin bir polifenolik bileşik kaynağı olduğu belirlenmiştir.

Kelebek ve ark. (2018) tarafından Bursa siyahı ve Sarılop incirlerinin fenolik bileşikleri, organik asit, şeker içeriği ve antioksidan kapasitesi potansiyelleri kıyaslayarak kurutma işleminin bu bileşenler üzerine etkileri araştırılmıştır. Fenolik bileşiklerin analizleri LC-DAD-ESI-MS/MS kullanılarak gerçekleştirilmiş olup toplam 11 adet fenolik bileşik tanımlanmıştır. Toplam

fenolik bileşik miktarı Sarılop incirlerinde 313 mg/kg ve Bursa siyahı incirlerinde ise 321mg/kg kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Klorojenik asit türevlerinin iki incir çeşidi içinde baskın fenolik bileşik olduğu saptanmıştır. Fenolik içeriğinin kurutma işleminden sonra Bursa siyahı için 182 mg/kg ve Sarılop için 140 mg/kg kuru ağırlık değerlerine kadar düştüğü belirlenmiştir. Kurutmanın antioksidan kapasite değerlerinde de azalmaya neden olduğu, organik asit ve şeker içeriğini ise istatistiksel bakımdan önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır.

Arvaniti ve ark. (2019) tropik ve subtropik alanların en önemli tarım ürünlerinden biri olan incir meyvesinde bulunan ana fitokimyasal bileşikleri ile antioksidan kapasitelerini ve insan sağlığındaki potansiyel etkilerini araştırmışlardır. Fenolik asitler ve flavonoidler, taze ve kuru incirlerde bulunan başlıca fitokimyasal bileşikler olup miktarlarının renk, meyvenin bir kısmı, olgunluk ve kurutma işlemi gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu bildirilmiştir. Gallik asit, klorojenik asit, rutin, kuersetin-3-O-rutinosit ve epikateşin kuru ve taze incirlerde bulunan baskın fenolik bileşikler olduğu anlaşılmıştır. Koyu renkli çeşitlerin, açık renkli çeşitlerden daha fazla miktarda fenolik bileşik içerdiği ve meyve kabuğunun, meyve eti ile karşılaştırıldığında fenolik bileşiklerin miktarına daha fazla katkıda bulunduğu anlaşılmıştır. Olgunlaşma aşamasının, incirdeki fenolik bileşiklerin konsantrasyonlarını etkilediği anlaşılmış olup olgun meyvelerde fenolik bileşiklerin maksimum olduğu belirtilmiştir. Bitkinin yaprakları, kökleri, meyvesi ve lateksleri, asetil kolinesteraz inhibisyonu, antifungal, antihelmintik ve antikarsinojenik aktiviteler dahil sağlık yönünden faydası olduğu belirtilmiştir. Bitki ekstraktlarının insan sağlığına yararlı etkisini teyit etmek için incir ekstraktlarının gıda ürünlerinin fonksiyonel bileşenleri olarak uygulanmasına, klinik ekstraktlara ve incirlerin işlenmesi sırasında üretilen atık malzemelerinin değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Palmeira ve ark. (2019) Portekiz incir çeşidi olan Pingo de Mel meyvesinin biyoaktivitesi ve kimyasal bileşimine katkı sağlamak için kabuk ve meyve etinin karakterizasyonu sonucu glikoz, fruktoz, trehaloz ve sükroz olmak üzere dört adet

şeker belirlenmiştir. Kafeik asit türevleri, meyve etinin ana bileşeni olup bunu takiben vanillik asit türevleri ve o-kafeoilkuinik asit olduğu belirlenmiştir. İncir kabuğunun, genellikle atılan endüstriyel yan ürünün değerlendirilmesinde, beslenme ve fenolik profillerin yanı sıra biyolojik aktivitelerinin meyve etinden daha üstün olduğu ifade edilmiştir.

### 2.2 İncir Meyvesinin Aroma Bileşimi İle İlgili Çalışmalar

İncir meyvelerinde aroma maddeleriyle ilgili önceki çalışmalar bulunmasına rağmen aroma aktif bileşikleri ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. İncirin aroma bileşiklerinin incelendiği ilk çalışma Jennings (1976) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Calimyrna, Kadota Siyah, Mission ve Adriyatik incir çeşitlerinin uçucu bileşenlerini açık boru şeklinde cam kapiler kolon kullanılan gaz kromatografisi kullanarak, yapısal bileşenlerini ise gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi kullanarak analiz etmiştir. Asetaldehit, dimetil asetal, metil asetat, etil asetat, etil alkol, etil propiyonat, etil izobütirat, propil asetat, metil bütirat, izobütil asetat, etil bütirat, etil-2-metil bütirat, 2-metil bütiril asetat, 2-etil-1,2-dihidrotiyofen, etil valerat ve 3-hidroksi-2-bütanon tespit edilen bileşiklerdir.

Gibernau ve ark., (2002) GC kütle spektroskopisi ile *Ficus carica* incir meyvesinin uçucu bileşiklerini araştırmışlardır. Alıcı erkek incir, alıcı olmayan erkek incir, alıcı dişi incir ve alıcı olmayan dişi incirden dört seri ekstrakt hazırlanmıştır. Alıcı olmayan incirlerden furanokumarinler olarak angelicin ve bergapten, seskiterpen hidrokarbonlar olarak *trans*-karyofilen, ve germakren-D, oksijenli seskiterpenler olarak hidroksikaryofilen, benzil alkol ve benzilaldehit ekstraktları karakterize edilmiştir. Her iki cinsiyetteki alıcı incirlerden ise benzil alkol, linalol ve linalol oksitler (furanoid), sinamik aldehit, sinamik alkol ve indol ekstraktları tespit edilmiştir.

Pige-Grison ve ark., (2002) 20 incir türünün eşek arıları tarafından tozlaşmasını sağlayarak uçucu bileşenlerini analiz etmişlerdir. Toplamda 99 uçucu



bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşikler özellikle şikimik asit yolu terpenoidler, alifatik aroma bileşikleri ve ürünleridir.

Hodgkison ve ark., (2007) meyve yarasalarının yiyecek arama davranışı ile ilgili olarak, incir meyvelerinin kokularının olgunluklarına göre değişiminin yarasaların davranışı üzerine etkilerini incelemiştir. Dağılan yarasaların davranışları incir türlerinin aynı ya da benzer kimyasal bileşiklerle tanımlanmıştır. Meyve yarasaları, incir için arama yaparken hem görsel hem de kimyasal (koku alma) ipuçlarına cevap vermiştir. Meyve yarasaları da olgun ve olgunlaşmamış meyveler arasında ayırım yapmak için meyve kokuları kullanılmıştır. Gaz kromatografisi (GC) ve GC/kütle spektrometresi (MS) kullanılarak *Ficus hispida*'nın olgunlaşmış meyve kokusunda 16, *Ficus scortechinii*'nin olgunlaşmamış meyve kokusunda ise 13 ana bileşik alkoller, ketonlar, esterler ve iki terpen tanımlanmıştır. Meyveler olgunlaştıkça her iki türdeki toplam koku üretimi arttığından hem doğal hem de sentetik meyve kokuları yarasaların beslenme girişimlerine neden olduğu anlaşılmış olup doğal meyve kokularına reaksiyon oranları, sentetik karışımlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ogunwande ve ark., (2008) Nijerya'da yetişen *Ficus lutea*, *Ficus polita* ve *Ficus thonningii* Blume türlerinin yağ bileşimi GC ve GC-MS ile analiz edilmiştir. *F. lutea*'daki ana bileşikler, önemli miktarda 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon ve zingiberen içeren acorenone B ve fitol tanımlanmıştır. *F. polita* tacoren bol miktarda (*E*)-6,10-dimetil-5,9-undekadien-2-on ve drimenol bileşiklerine ek olarak, bol miktarda fitol ve 6,10,14-trimetil-2-pentadekanona sahip iken *F. thonningii* türünde 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon ve fitol bulunmuştur. Acorenone B ve  $\beta$ -gurjunen bileşikleride yüksek miktarda bulunmuştur. Fitol ve 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon Nijerya'da yetiştirilen *Ficus* türlerinin marker bileşenleri olarak bildirilmiştir.

Oliveira ve ark. (2010) Portekize ait beyaz (Pingo de Mel ve Branca Tradicional) ve siyah (Borrasota Tradicional, Verbera Preta ve Preta Tradicional) incir çeşitlerinin yaprak, pulp ve kabuklarının aroma madde bileşimini tepe

boşluğu SPME yöntemiyle araştırmışlardır. Araştırmalar farklı aroma gruplarını içeren (aldehitler, alkoller, ketonlar, esterler, monoterenler, seskiterpen, norizoprenoid) 59 adet aroma maddelerini belirlemişler ve bunlardan 39 tanesini incirlerde ilk kez tespit etmişlerdir. Temel bileşen analizlerine göre pulp ve kabuklarda özellikle monoteren ve aldehit yönünden yapraklardan farklılık gözlemlendiği saptanmıştır. Beyaz ve siyah incir çeşitleri arasında bazı farklılıklar olmasına rağmen tüm incir çeşitlerinin benzer bir uçucu profili sunduğu belirlenmiştir.

Gözlekçi ve ark. (2011) tarafından Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen Bursa Siyahı, Karabakunya, Sarılop ve Sultan Selim incir çeşitlerinin kabuk ve pulplarında HS/GC-MS tekniği ile uçucu bileşikler analiz edilmiştir. Aldehitler ve terpenlerin incir meyvelerinin kabuk ve posalarında sorumlu ana uçucu grup aroma olduğu belirtilmiştir. Tüm incir çeşitlerinde posadaki toplam aldehit miktarı kabuktakine göre daha fazla iken toplam terpen miktarı posadan ziyade kabukta daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Terpenler arasında  $\beta$ -karyofilen hem kabukta hem de posada bulunan başlıca uçucu bileşiktir. Fenol 2,6-bis (1,1-dimetil) -4-metil, kabuk ve posada bulunan incir aromasından sorumlu ikinci önemli gruptur. Aldehitler arasında, 2-hekzanal, tüm çeşitlerde sadece posada yüksek oranda bulunmuştur. İncir aromasından sorumlu 2-furankarboksaldehit, 5 (hidroksimetil), benzaldehit, furfural ve germakren D,  $\alpha$ -kurkumen,  $\beta$ -bisabolen ve  $\beta$ -seskifelandren bileşikler sadece Bursa Siyahı meyvesinin kabuk ve posasında belirlenerek diğer meyve çeşitlerinden ayrılmıştır.

Mujic ve ark. (2012) Hırvatistan'a ait Bruzetka Bijela ve Zimnica kuru incir çeşidinde tepe boşluğu yöntemiyle (HS-SPME) uçucu aromatik profillerini karakterize etmişlerdir. Kurutma işlemi öncesinde incir kükürt dioksit ile muamele edilip ve sırasıyla sitrik asit ve askorbik asite daldırılarak incir kontrollü kurutma kabininde kurutulmuştur. Wang ve Singh matematiksel metoduyla kuru incirdeki en büyük uçucu bileşiğin benzaldehit ardından en çok bulunan aldehit olarak da heksan tespit edilmiştir. Kuru incirler karşılaştırıldığında; işlenmemiş kuru incirde

aldehit oranı işlenmiş kuru incire kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bružetka Bijela kuru incir meyvesinde askorbik asit esterleri ve alkoller en verimli koruyucu iken Zimnica kuru incir meyvesinde sitrik asit en verimli koruyucu olduğu tespit edilmiştir. Kuru incirde en fazla bulunan esterin etil asetat olduğu belirtilmiştir. Diğer bileşikler kıyaslandığında asetoin ve en fazla bulunan bileşikler olduğu belirtilmiştir. Terpen olarak tanımlanan linalol, askorbik asit içine daldırıldığında kuru incirde korunduğu anlaşılmıştır. Sitrik asit içine daldırma uçucu bileşiklerin korunmasını çok başarılı olmadığı tespit edilmiştir.

Fiscor ve ark. (2013) incir meyvesinin uçucu bileşenlerinin bileşiminin meyve kalitesinin belirlenmesindeki önemini araştırmışlardır. İki hazırlama yöntemi kullanılmış, doğrudan katı faz mikroekstraksiyon (SPME) ve buhar damıtması ile ölçülmüş olup SPME-GC/MS tarafından incelenmiştir. Macar kökenli *Ficus carica* L. *fructus* ve *folium* türleri kullanılmıştır. SPME ile yapılan incelemede *Ficus carica* L. *fructus*'un yalnızca bir uçucu bileşik olan 2,3-bütandiol, *Ficus carica* L. *folium*'un ise 3,5-oktadien-2-on ve trimetil-metilenvinilbisiklononan içerdiği tespit edilmiştir. *Ficus carica* L. *fructus*'da buhar distilasyonu kullanılıp SPME-GC/MS ile incelendiğinde çoğunluğu hidrokarbonlar olan tetrametil-dekan, trimetilundekan, oktadekan ve kendine has temiz bir kokuya sahip monoterpenoid bir fenol olan carvacrol analiz edilmiştir. *Ficus carica* L. *folium* buhar distilasyonu kullanılıp SPME-GC/MS ile incelendiğinde metilundekan, dimetilundekan, nonadekan, seskiterpen ve  $\beta$ -karyofilen analiz edilmiştir.

Trad ve ark. (2017) Tunus'un kuzeybatısında yetişen Bouhouli incir çeşidinde hızlandırılmış çözücü ekstraksiyon-gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (ASE-GC-MS) kullanılarak uçucu bileşikleri tanımlamışlardır. Esterler, ketonlar ve alkoller olmak üzere üç ana gruptan oluştuğunu ve bütül, izoamil ve heksil asetat ve asetoin ana bileşiklerinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu dört bileşikten, izoamil asetat ve asetoin en yüksek aroma potansiyeline sahip olduğu anlaşılmıştır. Meyvedeki uçucu bileşikler ağacın gölgede ve dışardaki durumlarına göre nicel ve nitel olarak değişiklik göstermiştir. Güneşte kalan incir

gölgede kalan incire göre daha fazla taze ağırlığa sahip olmuştur. Ana uçucu bileşik olan asetoin, güneşe maruz kalan incirlerde toplam konsantrasyonların %48'ini ve gölgede ki incirlerin% 44' ünü içermiştir. Temel bileşen analizi (PCA), gölge dışında olgunlaşan incirlerin uçucu profilinin, seskiterpen ve alkollerle yakından ilişkili olduğunu göstermiştir. Linalol, (*E*)-2-heptenal ve 2,4-dekadienal iki farklı pozisyonda olgunlaşan incirler arasında fark yaratan diğer bileşikler olduğu tespit edilmiştir.

Russo ve ark. (2017) Güney İtalya'dan beyaz incir “Dottato”, güneşte kurutma veya fırında kurutma işlemleri gibi kurutma işleminin bir fonksiyonu olarak uçucu bileşikleri analiz edilmiştir. Dottato incirlerinde 42 uçucu bileşik, gaz kromatografisi ve kütle spektrometrisi (SPME-GC/MS) ile birleştirilmiş katı faz mikro ekstraksiyonu ile tanımlanırken, 55 uçucu bileşik Türk incirlerinde tanımlanmıştır. Aldehitler ana kimyasal sınıf iken, etil alkol, izopentil alkol, izopentil alkol asetat, etil asetat, 3-bütül bütanal, hekzanal ve benzaldehit hem taze hem de kurutulmuş Dottato incirlerinde ana bileşikler olduğu tespit edilmiştir. Dottato incirlerinde kurutma işleminin uçucu profillerini önemli ölçüde etkilerken, incir tozlaşmasının da etkisinin olduğu anlaşılmıştır.

Solana ve ark. (2018) sekiz Portekiz incir çeşidinden üretilmiş alkollü içkilerin aroma ve organoleptik özelliklerine katkıda bulunan uçucu bileşikleri araştırmışlardır. Çalışmada ayrıca, laboratuvarında işlenmiş kurutulmuş incir karışımları ve hali hazırda piyasada bulunan çeşitli alkollü incir içecekleri de analiz edilmiştir. Kurutulmuş incir alkollerinin, taze incir alkollerinden daha fazla kısa zincirli yağ asidi esterleri ve yüksek alkoller içerdiğini ortaya koymuştur. HS-SPME/GC-MS analizi ile alkollü içeceklerin çoğunda ortak bileşenler olarak esterlerden etil dekanolat, etil oktanoat ve etil dodesanoat, aldehitlerden benzaldehit ve furfural, monoterpen olarak limonen ve norizoprenoid,  $\beta$ -damasenon'un da olduğu 130 adet uçucu bileşik saptanmıştır.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan Bursa Siyahı ve Sarılop incir örnekleri 2018 yılında Mersin yöresinden temin edilmiş olup toplanan incirlerin aynı olgunlukta olmasına dikkat edilmiştir. Örnekler soğutulmuş kaplarda Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiş, kabukları ve meyve etleri ayrılıp analizler yapılana dek  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Analizlerde ortalama her bir örnekten 3'er kg kullanılmıştır.



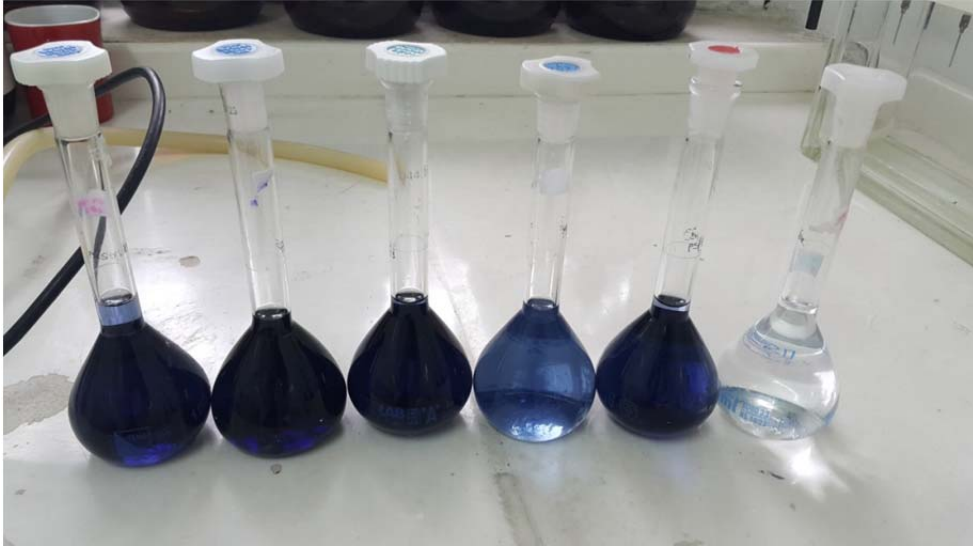
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Bursa Siyahı ve Sarılop çeşidi incirler

#### 3.2. Metod

##### 3.2.1. Toplam Fenolik Madde (TF) Analizi

İncir meyve eti ve kabuğun toplam fenolik içeriği Singleton ve Rossi (1965)'nin uyguladığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Her örneğin fenolik ekstraktının 1 ml'si 60 ml saf su, 5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ve

15 ml sodyum bikarbonat çözeltisi ile karıştırılıp oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Örnekler UV-Görünür alan spektrofotometresi (Shimadzu UV 201 Kyoto-Japan) kullanılarak 765 nm'de okunmuştur. Örneklerde ölçülecek absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı; incir meve eti örneklerinde "mg gallik asit/kg" cinsinden belirlenmiştir.

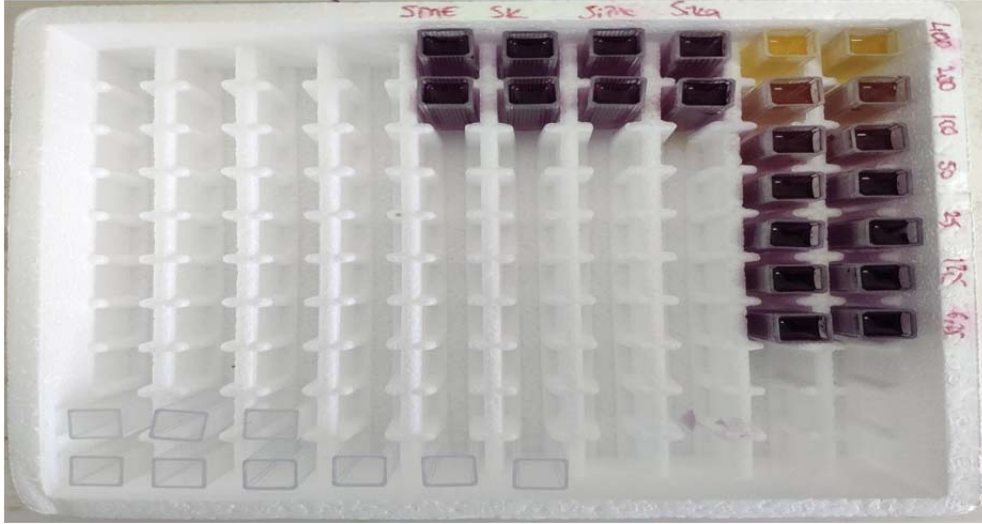


Şekil 3.2. Toplam fenolik analizleri

### 3.2.2. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

İncir meyvelerinin antioksidan aktiviteleri DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) kullanılarak metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişimi 515 nm'de UV-Görünür alan (Schimadzu-UV1201-Kyoto-Japan) spektrofotometresinde ölçülmüştür (Brand-Williams ve ark., 1995; Kesen ve ark., 2013; Sánchez-Moreno ve ark., 1998). ABTS yöntemi ise Saafi ve ark. (2009)'nın metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntem için 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) 2.45 mM potasyum

bisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiş ve daha sonra bu solüsyon sodyum asetat (pH 4.5) tamponu ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda  $0.700 \pm 0.01$  absorbans olacak şekilde seyreltilmiştir. Daha sonra incir ekstraktı 3.98 mL hazırlanan tampon karıştırılmış ve absorbans 30 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Troloks ( $10\text{--}100 \mu\text{mol/kg}$ ) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar mmol Troloks /kg cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.3. Antioksidan kapasite ( DPPH) analizi

### 3.2.3. İncir Meyvelerinin Aroma Maddeleri Ekstraksiyonu

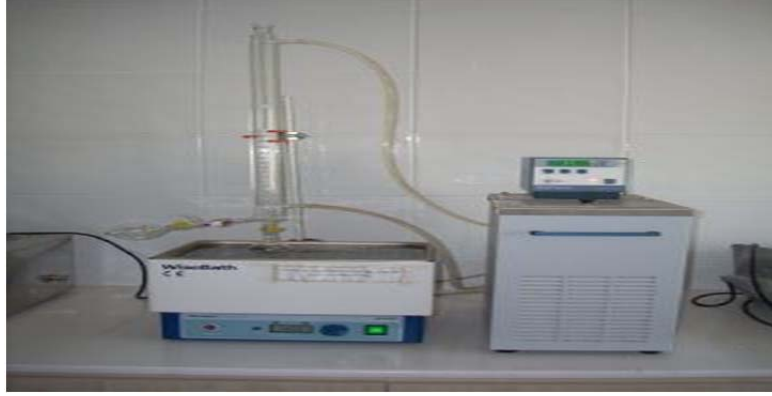
Aroma analizlerinde sıvı-sıvı ekstraksiyon tekniği uygulanmıştır. Ekstraksiyon her bir örnekte üç kez tekrarlanmak üzere diklorometan ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) çözücü ile yapılmıştır. Her ekstraksiyon işleminde 100 g incir örneği kullanılmıştır. İncir üzerine 100 ml diklorometan çözücü ve  $40 \mu\text{g}$  iç standart (4-nonanol ve  $\beta$ -siklositral) eklenerek, bu karışım 500 ml'lik bir erlene alınmıştır. Erlenindeki karışım azot gazı altında  $4\text{--}5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1 saat süreyle manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır (Selli ve ark., 2004). Bu işlem sonucu, erlen içeriği  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de 15



6000 rpm'de) santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra aroma maddelerini içeren çözgen fazı alınarak, Vigreux konsantratör ile 40 °C'de 1 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen ekstrakt gaz kromatografisi (GC)-kütle spektrometresi (MS)'ne enjekte (3 µl) edilerek, aroma maddeleri belirlenmiştir. Enjeksiyon aşamasından önce aromatik ekstrakt ve incir örneklerinin aroması duyuusal yöntemlerle uzman panelistler tarafından karşılaştırılmış ve böylece ekstraksiyon yönteminin güvenilirliği (temsili test) kontrol edilmiştir. Aroma maddelerinin tanımlanmasında GC-MS'in hafızasında bulunan Wiley 7.0 ve NIST aroma maddeleri kütüphanesi, standart maddeler ve Kovats indeksleri kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Aroma maddelerinin ekstraksiyonu



Şekil 3.5. Vigreux düzeneğinde konsantrasyon işlemi

#### 3.2.4. GC-FID ve GC-MS-O Koşulları

Aroma maddelerinin miktarı, tanımlanması ve aktif bileşiklerin belirlenmesi “Agilent 6890N” marka gaz kromatografisi, buna bağlı “Agilent 5975B VL MSD” kütle spektrometresi kullanılmıştır. Böylece aynı zamanda hem miktar hem de tanımlama tayini yapılmıştır.

Aroma maddelerinin miktar tayininde, “Agilent 6890N” marka GC-FID kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (60 m x 0,25 mm x 0,4 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220 °C, detektör sıcaklığı 250 °C, kolon sıcaklığı, 60 °C’de 3 dakika beklemeden sonra, dakikada 2 °C artarak 220 °C’ye ve daha sonra dakikada 3 °C artarak 245 °C’ye çıkartılarak bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilecek miktar 3 µL’dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 1,5 mL/dakika, detektör ve enjektör sıcaklıkları 250 °C olmuştur.

Aroma maddelerinin tanısında yukarıda belirtilen gaz kromatografisine bağlı “Agilent 5975B VL MSD” marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Enjektör tipi ve sıcaklık programı GC ile aynı koşullara sahiptir. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 1,5 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250 °C,

kuadrupol sıcaklığı 120 °C tutularak, 1 saniye aralıklarla 29-350 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır. Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart çözelti enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki aroma maddeleri kütüphanelerindeki (Wiley 7.0, NIST-98, ve Flavor.2L) kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (De Saint Laumer ve ark., 2010).



Şekil 3.6. Analizlerde kullanılan GC-MS cihazı

#### 3.2.4.1. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması

Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin miktarları, standart bileşiklerden kalibrasyon eğrileri elde edilerek ve iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama her bir bileşiğin cevap faktörü dikkate alınmıştır.

$$C_i = (A_i/A_{st}) \times C_{st} \times RF \times HF$$

C<sub>i</sub>: Bileşiğin konsantrasyonu

A<sub>i</sub>: Bileşiğin pik alanı

A<sub>st</sub>: İç standardın pik alanı

C<sub>st</sub>: İç standardın konsantrasyonu (40 µg)

RF: Cevap faktörü

HF: Hesaplama faktörü (örnek miktarının kg'a çevrilmesi için faktör: 10).

#### 3.2.4.2. Aroma-Aktif Bileşiklerin Analizleri

GC-MS-O analizleri "Agilent 6890N" marka gaz kromatografisine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Olfaktometrik analizde aroma ekstraktı seyreltme analizi (AESA) kullanılmıştır (Milo ve Grosch, 1993; Grosch 2001). Koklama sırasında burun içinin kurumaması için özel bir düzenek yardımıyla olfaktometri portuna (Gerstel-2-ODP, Maryland, ABD) nemli hava verilmiştir ve bu sayede panelistin kokulara duyarlılığı artırılmıştır. Koklama analizi üç panelist tarafından gerçekleştirilmiş ve her panelist değişmeli olarak 20'şer dakika koklama yapmıştır.

#### 3.2.5. Aromatik Ekstraktların Duyusal Analizleri (Temsili Test)

a) **Panel:** Araştırmada kullanılan Sarılop ve Bursa Siyahı örnekleri ve bunlardan elde edilen aroma ekstraktlarının aroma karakteristikleri temsili (representative) test kullanılarak yapılmıştır. Duyusal değerlendirmeler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde gerçekleştirilmiştir. İncir örneklerinin ve ekstraktlarının duyusal analizleri yedi kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır.

##### 3.2.5.1. Örneklerin hazırlanması ve panelistlere sunumu

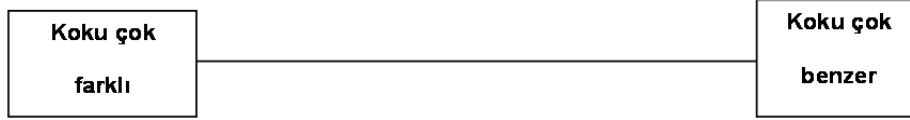
İncir örneklerinden 25 mg alınmış ve 25 mL'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisinde özel olarak kodlandıktan sonra panelistlere sunulmuştur. İncir örneklerinin aroma maddeleri ekstraksiyonunda başlangıçta iki farklı çözücü (diklorometan ve dietileter) kullanılmıştır. Bu çözümlerle elde edilen ekstraktlar özel kâğıt koklama çubuklarına (SARL H. Granger-Veyron, France) absorbe

edildikten 1 dakika bekletildikten sonra çözenlerin uçuşması sağlanmıştır. Daha sonra bu koklama çubukları da, incir örnekleri gibi iki farklı 25 mL'lik kahverengi kapaklı cam şişeler içerisine konularak panelistlere sunulmuştur.

Daha sonra panelistlerden temsili test ve aroma profil analizleri için incir örnekleri ve ekstraktlarının karşılaştırılması istenmiştir.

### 3.2.5.2. Benzerlik testi

Panelistlerden bu testte, incir örnekleri ile bu örneklere ait ekstrakt kokularının birbirine ne kadar benzer olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır. Panelistler tarafından skalanın sağına doğru işaretleme yapıldığında örnek ile ekstraktın kokusu birbirine daha çok benzemektedir (Van Ruth ve ark., 1995).



Şekil 3.7. Benzerlik testinde kullanılan skala

### 3.2.5.3. Aroma yoğunluk testi

Benzerlik testinde olduğu gibi bu kez panelistlerden incir örnekleri ile bu örneklere ait aromatik ekstrakt kokularının yoğunluklarının karşılaştırılması istenmiştir. Bu amaçla da aşağıdaki 100 mm'lik bir skala kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Aroma yoğunluk testi skalası

**3.2.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler**

Analizler sonucunda elde edilen bulgular, SPSS 23.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Esbensen ve Swarbrick, 2018).



#### **4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

##### **4.1. İncir Meyvelerinin Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Değerleri**

İncir meyvelerinin toplam fenolik bileşikleri (TF) Folin-Ciocalteu reaktifi yardımıyla belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşiklerinin (TF) miktarı Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde sırasıyla 60.8, 336, 153 ve 523 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Analiz sonuçlarına göre örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Elde edilen bulgular ışığında, incir kabuklarının meyve etine oranla daha fazla fenolik bileşik içerdiği görülmüştür. Özellikle Bursa Siyahı incirlerinin kabuklarının antosiyanin açısından zengin olması nedeniyle en yüksek toplam fenolik maddeye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yine bahsedilen sebeple ilgili olarak; siyah incirlerin sarı incirlere göre daha yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir.

Solomon ve ark. (2006), siyah, kırmızı, sarı ve yeşil renklere olan Mission, Chechick, Bursa, Brunswick, and Kadota incir çeşitlerinin toplam polifenol değerlerini incelemişler ve değerleri 48.6 ila 281 mg GAE/100g aralığında belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, çalışmamızla benzer olarak siyah incir çeşitleri olan Bursa ve Mission incirlerinin en yüksek toplam fenol içerisine sahip olduğu belirlenmiştir. Sarı ve daha açık renklere olan incir çeşitlerinin ise nispeten daha düşük fenolik madde miktarına sahip olduğu belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada ise, Vallejo ve ark. (2011) İspanya’da yetiştirilen 18 İncir çeşidini farklı aylarda hasat ederek toplam fenolik değerleri araştırmışlardır. İncir meyvesinde kabuk kısmındaki toplam fenolik konsantrasyonunun etli kısımdan daha fazla olduğu saptanmıştır. Meyve kabukları, fenolik bileşiklerin ana kaynağı olarak ifade edildiğinden bütün olgun meyvelerin kabuklu tüketimi tavsiye edilmiştir.



Yapılan çalışmalarda, meyve çeşidinin, olgunluk durumunun, yetiştirme bölgesinin, iklimin, kültürel uygulamaların fenolik bileşiklerin biyosentezini etkilediği, bunun yanında ekstraksiyon ve analiz metotlarının da elde edilen toplam fenolik madde miktarı sonuçlarında etkili olduğu bildirilmiştir (Xu ve ark., 2008; Li ve ark., 2006; İnan ve ark., 2018; Palma ve ark., 2005). Elde ettiğimiz bulgular ışığında, siyah incirlerin sarı incirlere göre ve meyve kabuğunun meyve etine oranla daha fazla fenolik bileşik içerdiğini belirtmek mümkündür.

İncir örneklerinin antioksidan aktiviteleri ise DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. DPPH analizi sonucu antioksidan aktiviteleri Sarılop incir kabuğunda 7.4 mM Troloks eşdeğeri (TE)/kg, Sarılop meyve eti 3.1 mM TE/kg, Bursa Siyahı meyve eti 6.9 mM TE/kg, Bursa siyahı kabuğunda 12.9 mM TE/kg olarak bulunmuştur. ABTS analizi sonucunda ise sırasıyla Sarılop incir kabuğunda 12.8 mM TE/kg, Sarılop meyve eti 6.3 mM TE/kg, Bursa Siyahı meyve eti 11.3 mM TE/kg, Bursa Siyahı kabuğunda 20.1 mM TE/kg taze ağırlık olarak belirlenmiştir.

ABTS yöntemi kullanılarak hesaplanan antioksidan aktivite değeri, aynı örnek için, DPPH yönteminden elde edilen verilerden daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Bunun nedeninin incir çeşitlerinin içerdiği hidrofilik antioksidan etkili bileşiklerin, ABTS yönteminde daha iyi absorban vermeye başladığı düşünülmektedir. Örnekler bazında değerlendirildiğinde ise Bursa Siyahı incir meyvesinin içerdiği antosiyaninler sebebiyle, antioksidan kapasitesinin Sarılop incir meyvesine oranla yaklaşık iki kat yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Çalışkan ve Polat'ın (2011) yeşil, sarı, kahverengi, mor ve siyah incir meyvelerinin fitokimyasal karakterleri ve antioksidan kapasiteleri üzerine yaptıkları çalışmada, antioksidan kapasitesinin meyvelerin polifenol ve antosiyanin içerikleri ilişkili olduğunu, siyah incirlerin yeşil ve sarı incirlerden 2 kat daha fazla antioksidan kapasitesi, 15 kat

daha fazla toplam antosiyanin içerdiğinden siyah incir çeşitlerinin antioksidan özelliklerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kelebek ve ark. (2018) Sarılop ve Bursa Siyahı incirlerinin toplam fenolik bileşik miktarı incelendiğinde Sarılop incirlerinde 313.02 mg /kg ve Bursa siyahı incirlerinde ise 320.49 mg /kg kuru ağırlık olarak belirlenmiş ve klorojenik asit türevlerinin iki incir çeşidi içinde baskın fenolik bileşik olduğu saptanmıştır. Kurutma işleminden sonra ise, fenolik içeriğin Bursa siyahı için 181.99 ve Sarılop için 139.70 mg/ kg kuru ağırlık değerlerine kadar düştüğü belirlenmiştir. Kurutmanın antioksidan kapasite değerlerinde de azalmaya neden olduğu, organik asit ve şeker içeriğini ise istatistiksel yönden önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır. Bursa siyahı'nda Sarılop incir çeşidinden farklı olarak antosiyanin grubu bileşik olan siyanidin-3-rutinozit tespit edilmiştir.

Solomon ve ark. (2006) ise benzer olarak, farklı renklerde incir çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini incelemişler ve siyah incir olan Mission çeşidinin meyve eti ve kabuğunun antioksidan kapasitelerinin sarı ve açık renklerde olan incir çeşitlerinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Hoxha ve Kongoli (2016) tarafından yapılan çalışmada da siyah incirlerin içerdiği antosiyanin miktarının fazla olması ile sarı incirlere göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdikleri belirtilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, literatür ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.1. Sarılop ve Bursa Siyahı incirlerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri

Analizler	*Sarılop Meyve Eti	*Sarılop Kabuk	*Bursa Siyahı Meyve Eti	*Bursa Siyahı Kabuk
Toplam Fenol (mg GAE/kg)	60,8±0,02 <sup>d</sup>	336±2,0 <sup>b</sup>	153±0,10 <sup>c</sup>	523±4,0 <sup>a</sup>
DPPH (mM Troloks/kg)	3,1±0,2 <sup>d</sup>	7,4±0,3 <sup>b</sup>	6,9±0,1 <sup>c</sup>	12,9±0,1 <sup>a</sup>
ABTS (mM Troloks/kg)	6,3±0,2 <sup>d</sup>	12,8±0,1 <sup>b</sup>	11,3±0,4 <sup>c</sup>	20,1±0,2 <sup>a</sup>

\*a-d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

#### 4.2. İncir Örneklerinin Aroma Profili

Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinin aroma ve aroma-aktif bileşiklerinin ekstraksiyonu sıvı-sıvı analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem sonucunda elde edilen aromatik ekstraktların güvenilirliğini temsili testlerle (representatif test) değerlendirilmiştir. Temsili testler sonucunda, aroma ekstraktının, incir örneğine % 76.5 benzerlik gösterdiği, koku yoğunluğunun ise % 53.5 oranında olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan temsili testlerde portakal sularının benzerlik oranının %60.6 ve yoğunluğunun ise %58.8 olduğu, antep fıstığında benzerlik oranının %78.1 yoğunluğunun ise %84, zeytinyağında ise benzerlik oranının %75.7, yoğunluğunun %63.5 olduğu bildirilmiştir (Selli ve Kelebek, 2011; Sonmezdag ve ark., 2018; Kesen ve ark., 2014). Bu oranlar aroma ve olfaktometrik analizler için oldukça kabul edilebilir düzeydedir.

İncir meyve eti ve kabuklarının aroma bileşikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Aroma profillerinin tanımlanmasında kütle spektrometresi kütüphanesi (MS), aroma maddeleri standartları (Std) ve alıkonma indisi (LRI) değerlerinden yararlanılmıştır.

Çizelge 4.2. Taze incir meyve eti ve kabuklarının aroma bileşikleri

NO	LRI <sup>1</sup>	Bileşikler	Konsantrasyon (µg/kg TA) <sup>2</sup>				Tanımlama <sup>3</sup>
			Sarılop Meyve Eti	Sarılop Kabuk	Bursa Siyahı M. Eti	Bursa Siyahı Kabuk	
		<b>Terpenler</b>					
1	1142	<i>Δ</i> -3-Karen	29,8±3,1	142±10,5	S	S	LRI, MS, Std
2	1164	<i>p</i> -Ksilen	25,9±2,2 <sup>c</sup>	73,9±1,4 <sup>a</sup>	42,6±0,3 <sup>b</sup>	74,5±3,8 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
3	1196	D-Limonen	1908±51,4 <sup>b</sup>	3320±86,2 <sup>a</sup>	630±5,9 <sup>c</sup>	441±14,2 <sup>d</sup>	LRI, MS, Std
4	1244	<i>γ</i> -Terpinen	19,9±2,3 <sup>c</sup>	63,4±3,8 <sup>a</sup>	7,4±0,3 <sup>d</sup>	26,6±2,1 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
5	1264	<i>o</i> -Simen	33,5±1,4	140±6,5	S	S	LRI, MS, Std
6	1464	Sitronellal	14,2±0,8 <sup>c</sup>	61,7±3,3 <sup>a</sup>	8,7±0,6 <sup>d</sup>	56,5±4,3 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
7	1472	<i>α</i> -Kübeben	38,0±2,3 <sup>c</sup>	151±9,4 <sup>b</sup>	14,9±0,4 <sup>d</sup>	229±19,0 <sup>a</sup>	LRI, MS, Tent
8	1499	<i>α</i> -Kopaen	59,0±3,1 <sup>c</sup>	207±14,2 <sup>a</sup>	34,5±2,9 <sup>d</sup>	185±9,5 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
9	1555	Linalol	92,5±3,6 <sup>b</sup>	108±5,4 <sup>a</sup>	39,4±1,6 <sup>c</sup>	29,4±1,2 <sup>d</sup>	LRI, MS, Std
10	1585	<i>β</i> -Karyofilen	556±21,3 <sup>d</sup>	2384±35,2 <sup>b</sup>	567±6,4 <sup>c</sup>	2757±110 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
11	1652	<i>α</i> -Guaiyen	12,6±0,7 <sup>d</sup>	81,1±3,6 <sup>b</sup>	55,5±3,2 <sup>c</sup>	227±1,7 <sup>a</sup>	LRI, MS, Tent
12	1661	Humulen	23,5±1,2 <sup>c</sup>	87,0±7,1 <sup>b</sup>	15,9±0,7 <sup>d</sup>	105±8,1 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
13	1673	Germakren D	135±10,3 <sup>c</sup>	153±1,8 <sup>b</sup>	51,9±3,8 <sup>d</sup>	184±7,6 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
14	1681	Alloaromadendren	31,2±1,6 <sup>c</sup>	109±9,2 <sup>b</sup>	126±10,1 <sup>a</sup>	82,2±6,4 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std

35

Çizelge 4.2.'ün devamı

15	1721	$\beta$ -Bisabolen	12,3±0,3 <sup>d</sup>	51,5±2,4 <sup>a</sup>	14,4±0,7 <sup>c</sup>	30,5±1,5 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
16	1728	Karvon	16,4±1,3 <sup>c</sup>	36,4±1,1 <sup>b</sup>	15,4±1,3 <sup>d</sup>	45,4±3,4 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
17	1744	$\alpha$ -Bisabolen	88,5±2,6 <sup>b</sup>	225±10,0 <sup>a</sup>	24,5±1,6 <sup>d</sup>	70,1±4,4 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
18	1755	$\alpha$ -Farnesen	15,7±0,8 <sup>c</sup>	45,3±3,7 <sup>b</sup>	8,9±0,1 <sup>d</sup>	102±8,1 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
19	1760	(Z)- $\alpha$ -Bisabolen	S	54,0±0,2	S	45,1±2,7	LRI, MS, Std
20	2001	Karyofilen oksit	30,2±1,4 <sup>c</sup>	44,4±2,0 <sup>b</sup>	19,0±1,1 <sup>d</sup>	87,8±3,2 <sup>a</sup>	LRI, MS, Tent
21	2210	Karvakrol	119±9,1 <sup>d</sup>	153±8,3 <sup>c</sup>	184±11,2 <sup>a</sup>	156±10,0 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	<b>3261±15,7<sup>c</sup></b>	<b>7691±48,2<sup>a</sup></b>	<b>1860±22,2<sup>d</sup></b>	<b>4934±63,8<sup>b</sup></b>	
		<b>Alkoller</b>					
22	1075	2-Metil-3-büten-2-ol	21,0±1,0 <sup>c</sup>	46,6±2,2 <sup>b</sup>	19,3±0,3 <sup>d</sup>	88,4±1,5 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
23	1125	İzobütil alkol	43,0±2,1	S	110±8,7	S	LRI, MS, Std
24	1173	1-Bütanol	9,6±0,6 <sup>d</sup>	53,0±7,2 <sup>b</sup>	44,5±3,2 <sup>c</sup>	64,1±5,3 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
25	1177	3-Penten-2-ol	214±11,2 <sup>d</sup>	1164±15,6 <sup>b</sup>	266±0,8 <sup>c</sup>	1246±50,1 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
26	1211	İzoamil alkol	72,6±3,1 <sup>b</sup>	87,0±6,3 <sup>a</sup>	48,8±0,1 <sup>d</sup>	75,0±3,3 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
27	1271	1-Pentanol	17,4±0,2 <sup>d</sup>	50,5±1,1 <sup>a</sup>	20,4±1,2 <sup>c</sup>	32,1±0,8 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
28	1323	3-Metil-2-büten-1-ol	60,5±4,2 <sup>c</sup>	157±4,6 <sup>a</sup>	46,1±0,2 <sup>d</sup>	127±9,2 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
29	1351	(E)-3-Hekzen-1-ol	52,7±2,4 <sup>c</sup>	161±7,8 <sup>a</sup>	30,1±2,5 <sup>d</sup>	136±8,5 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
30	1359	1-Hekzanol	28,0±7,1 <sup>d</sup>	110±9,3 <sup>b</sup>	81,6±4,1 <sup>c</sup>	170±3,1 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std

Çizelge 4.2.'nin devamı

31	1570	2,3-Bütandiol	116±8,1 <sup>d</sup>	474±12,3 <sup>c</sup>	1378±38,2 <sup>a</sup>	1200±21,3 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
32	1877	Benzil alkol	1007±12,2 <sup>d</sup>	2818±121 <sup>a</sup>	1360±10,3 <sup>b</sup>	1028±13,7 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
33	1919	2-Fenil etanol	58,8±0,5 <sup>c</sup>	127±6,6 <sup>a</sup>	31,8±1,7 <sup>d</sup>	65,3±4,3 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	<b>1701±14,9<sup>d</sup></b>	<b>5248±75,1<sup>a</sup></b>	<b>3437±56,2<sup>c</sup></b>	<b>4232±21,6<sup>b</sup></b>	
		<b>Esterler</b>					
34	1246	Etil hekzanoat	7,0±0,8 <sup>d</sup>	24,5±1,4 <sup>b</sup>	12,6±1,4 <sup>c</sup>	48,6±3,0 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
35	1353	Etil laktat	150±8,5 <sup>c</sup>	574±46,7 <sup>a</sup>	145±2,3 <sup>d</sup>	554±15,0 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
36	1441	Etil oktanoat	8,5±0,3 <sup>d</sup>	44,8±3,2 <sup>b</sup>	10,0±0,8 <sup>c</sup>	128±10,3 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
37	1608	Hekzil hekzanoat	S	12,4±0,2	S	33,7±1,4	LRI, MS, Std
38	2223	Metil hekzadekanoat	703±16,4 <sup>d</sup>	1719±15,8 <sup>a</sup>	1391±16,6 <sup>c</sup>	1526±1,7 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
39	2270	Etil hekzadekanoat	27,2±1,3 <sup>d</sup>	260±22,6 <sup>a</sup>	168±0,4 <sup>c</sup>	196±13,0 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
40	2426	Metil streat	132±10,1 <sup>d</sup>	377±13,1 <sup>c</sup>	544±16,1 <sup>b</sup>	1106±96,2 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
41	2445	Metil elaidat	487±15,6 <sup>d</sup>	984±31,5 <sup>b</sup>	1256±80,1 <sup>a</sup>	864±16,7 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
42	2476	Etil oleat	127±2,2 <sup>b</sup>	125±11,6 <sup>c</sup>	135±6,5 <sup>a</sup>	136±8,3 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
43	2511	Etil linoleat	46,8±3,3 <sup>d</sup>	300±5,8 <sup>b</sup>	316±13,4 <sup>a</sup>	174±10,1 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	<b>1689±36,4<sup>d</sup></b>	<b>4421±45,7<sup>b</sup></b>	<b>3978±85,2<sup>c</sup></b>	<b>4766±18,5<sup>a</sup></b>	
		<b>Aldehitler</b>					
44	1120	Hekzanal	264±1,6 <sup>b</sup>	826±14,8 <sup>a</sup>	102±5,6 <sup>d</sup>	262±12,1 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std

Çizelge 4. 2. 'nin devamı

45	1181	Heptanal	7,8±0,2 <sup>d</sup>	56,2±0,4 <sup>a</sup>	9,8±0,8 <sup>c</sup>	36,3±1,6 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
46	1222	( <i>E</i> )-2-Hekzanal	5,8±0,1 <sup>d</sup>	19,0±0,9 <sup>b</sup>	10,1±0,4 <sup>c</sup>	37,0±4,1 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
47	1392	Nonanal	61,2±4,6 <sup>c</sup>	139±11,4 <sup>b</sup>	32,5±0,6 <sup>d</sup>	242±1,9 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
48	1425	( <i>E</i> )-2-Oktenal	19,1±0,7 <sup>c</sup>	37,6±2,1 <sup>a</sup>	6,6±0,2 <sup>d</sup>	27,1±1,5 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
49	1490	( <i>E,E</i> )-2,4-Heptadienal	59,4±0,5 <sup>b</sup>	147±11,2 <sup>a</sup>	15,5±0,8 <sup>d</sup>	42,7±3,7 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
50	1530	Benzaldehit	67,6±4,1 <sup>b</sup>	73,8±2,6 <sup>a</sup>	15,5±1,1 <sup>d</sup>	38,1±0,7 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
51	1819	( <i>E,E</i> )-2,4-Dekadienal	96,6±8,5 <sup>c</sup>	326±8,1 <sup>a</sup>	48,9±2,1 <sup>d</sup>	108±9,7 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
52	1821	( <i>E,E</i> )-2,4-Dodekadienal	155±11,3 <sup>b</sup>	539±2,8 <sup>a</sup>	79,3±1,6 <sup>d</sup>	152±5,0 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
53	2137	Hekzadekanal	40,5±1,3 <sup>d</sup>	372±16,9 <sup>a</sup>	72,8±0,4 <sup>c</sup>	236±12,8 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	<b>777±10,1<sup>c</sup></b>	<b>2536±75,4<sup>a</sup></b>	<b>393±8,9<sup>d</sup></b>	<b>1181±33,4<sup>b</sup></b>	
		<b>Ketonlar</b>					
54	1046	3-Metil-3-büten-2-on	30,9±1,2 <sup>c</sup>	75,1±3,2 <sup>b</sup>	22,8±1,4 <sup>d</sup>	162±10,5 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
55	1287	Asetoin	476±12,3 <sup>d</sup>	2269±151 <sup>b</sup>	2810±56,1 <sup>a</sup>	5104±49,5 <sup>c</sup>	LRI, MS, Std
56	1516	( <i>E,E</i> )-3,5-Oktadien-2-on	9,9±0,2	48,8±0,4	S	S	LRI, MS, Tent
57	1582	6-Metil-3,5-heptadien-2-on	54,4±1,3 <sup>c</sup>	217±14,0 <sup>a</sup>	32,1±2,3 <sup>d</sup>	106±0,4 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	<b>571±7,7<sup>d</sup></b>	<b>2610±61,2<sup>c</sup></b>	<b>2865±42,6<sup>b</sup></b>	<b>5372±11,7<sup>a</sup></b>	
		<b>Asit</b>					
58	1849	Hekzanoik asit	238±15,2 <sup>c</sup>	595±12,6 <sup>a</sup>	103±8,4 <sup>d</sup>	401±23,2 <sup>b</sup>	LRI, MS, Std

Çizelge 4.2.'nin devamı							
		<b>Toplam</b>	<b>238±15,2<sup>c</sup></b>	<b>595±12,6<sup>a</sup></b>	<b>103±8,4<sup>d</sup></b>	<b>401±23,2<sup>b</sup></b>	
		<b>Lakton</b>					
59	1617	<i>γ</i> -Bütirolakton	14,9±0,5 <sup>c</sup>	35,3±2,8 <sup>b</sup>	45,3±0,4 <sup>a</sup>	45,5±1,9 <sup>a</sup>	LRI, MS, Std
		<b>Toplam</b>	14,9±0,5 <sup>c</sup>	35,3±2,8 <sup>b</sup>	45,3±0,4 <sup>a</sup>	45,5±1,9 <sup>a</sup>	
		<b>Genel toplam</b>	<b>8252±75,1<sup>d</sup></b>	<b>23136±121,5<sup>a</sup></b>	<b>12681±69,8<sup>c</sup></b>	<b>20931±119,8<sup>b</sup></b>	

<sup>1</sup>Linear alıkonma indeksi DB-WAX kapiler kolon üzerinde hesaplanmıştır. <sup>2</sup>Konsantrasyonlar üç tekerrürün ortalaması alınarak µg/kg cinsinden verilmiştir. <sup>3</sup>LRI (Linear alıkonma indeksi): LRI (linear retention index); MS tent, (MS ile tentatif tanımlama); Std (standart kimyasal madde ile), ±: Standart sapma, S: Saptanamadı. a-d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).



Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi Sarılop meyve eti örneğinde 57 adet, Sarılop kabuk’da 58 adet, Bursa Siyahı meyve etinde 54 adet ve Bursa Siyahı kabuk örneğinde ise toplam 55 adet aroma bileşiği belirlenmiştir. Aroma bileşiklerinin toplam konsantrasyon değerleri Sarılop meyve eti örneğinde **8252** µg/kg, Sarılop kabukta **23136** µg/kg, Bursa Siyahı meyve etinde **12681** µg/kg ve Bursa siyahı kabuk örneğinde ise **20931** µg/kg taze ağırlık (TA) olarak tespit edilmiştir. Sonuçlardan anlaşıldığı üzere, incir kabuklarının meyve etine oranla daha fazla aroma bileşiği içerdiği belirlenmiştir. Bizim çalışmamıza benzer olarak Gözlekçi ve ark. (2011), incir meyvelerinde belirlenen uçucu bileşiklerin Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinde meyve kabuğunda meyve etine göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamız sonucunda, incir türlerinin aroma profilinin özellikle terpen, ester ve alkol sınıflarının kombinasyonu ile karakterize edildiği belirlenmiştir. Sarılop meyve eti ve kabuğunda d-limonen, Bursa Siyahı meyve eti ve kabuğunda ise asetoin bileşiği baskın uçucu bileşik olarak bulunmuştur.

Meyveler, karakteristik aromalarını oluşturan ve lezzetlerine katkıda bulunan çeşitli uçucu bileşikler üretir. Meyve uçucu bileşikleri, esas olarak esterler, alkoller, aldehytlar, ketonlar, laktonlar ve terpenoidlerden oluşur. Genetik yapı, olgunluk derecesi, çevresel koşullar, hasat sonrası kullanım ve depolama dahil olmak üzere birçok faktörün meyvelerin uçucu bileşimini etkilediği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (El-Hadi ve ark., 2013).

**Terpenler:** Terpenler, potansiyel olarak karotenoidlerden türetilen uçucu terpenoid bileşikleri olarak birçok meyvede lezzet ve aromanın önemli bileşenleridir. Birçok terpenin düşük seviyelerde bulunmasına rağmen insan algısında yüksek etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (El-Hadi ve ark., 2013). Genellikle gıda endüstrisinde lezzet katkısı olarak kullanılmalarının yanı sıra, antikanserojen etki ile de vücudumuzun bağışıklık sisteminde terpenler önemli rol oynamaktadır. (Karabagias, 2017). Çalışmada Sarılop meyve eti örneğinde 20, Sarılop kabuk örneğinde 21, Bursa Siyahı meyve eti örneğinde 18 ve Bursa Siyahı

kabuk örneğinde ise toplam 19 adet terpen bileşiği bulunmuştur. Aroma bileşikleri arasında terpen bileşikleri sayıca ve miktarca diğer bileşiklere göre baskın olmuşlardır. Terpen bileşikleri arasında ise d-limonen bileşiği sarılop meyve eti, sarılop kabuk örneklerinde önemli oranda öne çıkmış ve bileşiğin miktarı sırasıyla 1908 ve 3320 µg/kg TA olarak bulunmuştur.  $\beta$ -Karyofilen bileşiği ise Bursa Siyahı meyve eti ve kabuğu örneklerinde önemli oranda öne çıkmış ve bileşiğin miktarı sırasıyla 567 ve 2757 µg/kg TA olarak bulunmuştur. D-Limonen bileşiğini takiben tüm örnekler içerisinde en fazla konsantrasyona sahip bileşikler  $\beta$ -karyofilen, germakren D,  $\alpha$ -bisabolen ve karvakrol olmuştur. (Z)- $\alpha$ -bisabolen bileşiğinin ise her iki çeşitte de incirlerin kabuğunda bulunurken meyve etinde bulunmadığı gözlenmiştir.

Gözlekçi ve ark. (2011) tarafından Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen Bursa Siyahı, Karabakunya, Sarılop ve Sultan Selim incir çeşitlerinin kabuk ve meyve etlerinin uçucu bileşikleri HS/GC-MS tekniği ile analiz edilmiş ve terpenlerin incir meyvesinin et ve kabuk kısmında baskın aroma bileşiklerinden olduğu belirtilmiştir. Tüm incir çeşitlerinde toplam terpen miktarının meyve etinden ziyade kabukta daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Terpenler arasında  $\beta$ -karyofilenin hem kabukta hem de meyve etinde bulunan başlıca uçucu bileşik olduğu belirtilmiştir.

Fiscor ve ark. (2013) incir meyvesinin uçucu bileşenlerinin bileşiminin meyve kalitesinin belirlenmesindeki önemini araştırmışlardır. *Ficus carica* L. *fructus* SPME-GC/MS ile incelendiğinde çoğunluğu hidrokarbonlar olan ve kendine has temiz bir kokuya sahip monoterpenoid bir fenol olan karvakrol bileşiğini tespit etmişlerdir. Karvakrol'un *Escherichia coli* ve *Bacillus cereus* gibi birkaç bakteri suşunun büyümesini engellediği anlaşılmıştır.

Çalışmamızla benzer olarak, Portekiz incirlerinin kabuk ve meyve etlerinin aroma profili araştırıldığında baskın grup olarak terpenler belirlenmiştir (Oliviera ve ark., 2010). Hem kabuk hem de meyve etinde fazla miktarda bulunan terpenlerden d-limonen,  $\beta$ -karyofilen ve germakren D öne çıkmıştır. Ayrıca,

limonen bileşiğinin kabukta daha fazla bulunduğu ve bileşiğin böceklerden koruyucu aktivitesi ile bitkinin kendini savunma amaçlı diğer bileşikler ile birlikte limonenden yararlanabildiği belirtilmiştir. Bu durum, meyve kabuğunda daha fazla bileşik olmasını açıklayabilmektedir. Yukarıda bahsedildiği üzere çalışmamız literatür ile uyum göstermektedir.

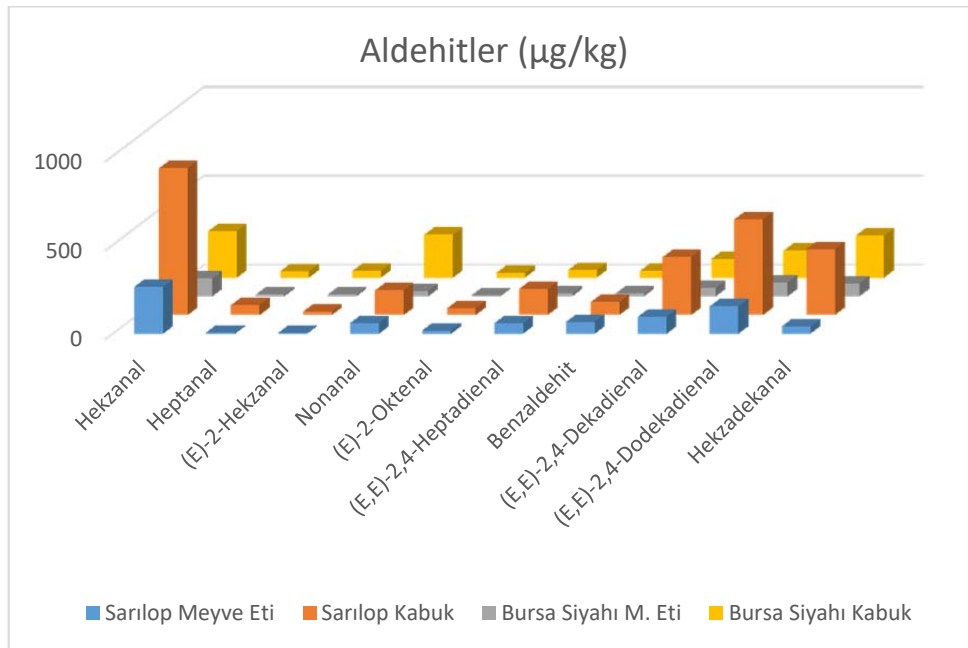
**Aldehitler:** Her iki incir çeşidinde de 10 adet aldehit bileşiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Hekzenal bileşiği yüksek miktarlarıyla hem meyve eti hem de kabuğunda en fazla bulunan aldehit olmuştur. Bu bileşiğin Sarılop meyve eti ve kabuğunda Bursa Siyahı örneğine göre daha fazla miktarda bulunduğu belirlenmiştir. Hekzenali, nonanal, (E,E)-2,4-dekadienal, (E,E)-2,4-dodekadienal ve benzaldehit bileşikler takip etmiştir.

(E)-2-Oktenal, (E,E)-2,4-dekadienal, hekzenal ve nonanal gibi aldehitlerin doymamış yağ astlerinin oksidatif bozunması sonucu oluştuğu ve düşük koku eşik değerleri nedeniyle meyvelerin aromasına katkıda bulunma olasılıklarının yüksek olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Buttery, 2010; Oliviera ve ark., 2010). Benzaldehitin ise benzil alkolün dehidrojenaz enzimleri ile indirgenmesi veya şikimik asit yolu ile oluştuğu bildirilmiştir. Her iki incir çeşidinin hem kabuğunda hem de meyve etinde bulunan bu bileşiğin, gösterdiği antimikrobiyal aktivitesi ile oldukça fazla kullanıldığı da bilinmektedir (Oliviera ve ark., 2010).

Çalışmamızda belirlediğimiz aldehitler, daha önce sarı ve siyah incirlerin hem kabuğunda hem de meyve etinde bulunmuştur (Gözlekçi ve ark., 2011; Fiscor ve ark., 2013; Oliviera ve ark. (2010), bulgularımızla benzer olarak, Oliviera ve ark. (2010) 6 ve 9 karbonlu aldehitlerin incir yapraklarında ve kabuğunda, meyve etine oranla daha fazla bulunduğunu belirtmişlerdir.

Gözlekçi ve ark. (2011) ise Bursa Siyahı ve Sarılop çeşitlerinin de dahil olduğu incirlerin hem kabuklarını hem meyve etlerini incelemiş ve en baskın aldehit olarak bizim de örneklerimizde belirlenen (E)-2-hekzenal bileşiğini bulmuşlardır. Fakat aldehitlerin sonuçlarımızla farklı olarak meyve etinde aldehitlerin kabuğa göre daha fazla bulunduğunu bildirmişlerdir.

Fiscor ve ark. (2013), incir meyvesinin uçucu bileşenlerinin bileşiminin meyve kalitesinin belirlenmesindeki önemini araştırmışlardır. Hekzanal aldehitinin gıda endüstrisinde meyvemsi lezzet üretmek için kullanılan bir alkil-aldehit olduğunu belirtmişlerdir. Benzaldehit bileşiğinin acı badem yağının birincil bileşeni olduğunu ve badem benzeri bir kokuya sahip olduğu için endüstri tarafından kullanılan en basit aromatik aldehitten biri olduğu bildirilmiştir.

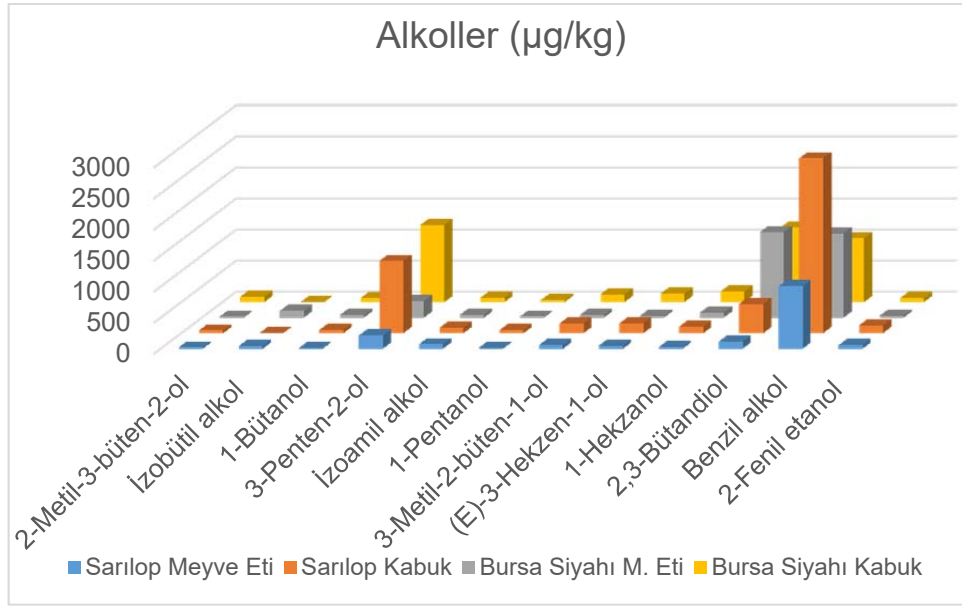


Şekil 4.1. İncir örneklerinde bulunan aldehit bileşikleri

**Alkoller:** Alkoller, düşük konsantrasyonlarda gıda aromasına olumlu katkıda bulunmaktadır. Bu bileşikler, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri veya karbonil bileşiklerin alkollere dönüşmesi ile meydana gelmektedir (Reineccius, 2016). İncir meyvesi örneklerinde 12 adet alkol bileşiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2). İzobütül alkol her iki incir çeşidinin kabuğunda tespit edilememiştir. Benzil alkol incir örneklerinde belirlenen baskın alkol bileşiği olmuş ve konsantrasyonu 1007-2818 µg/kg TA arasında değişmiştir. Bu bileşiği ise, 3-

penten-2-ol, 2,3-bütandiol ve 1-hekzanol bileşikleri izlemiştir. Alkol bileşiklerinin incir kabuklarında daha fazla bulunduğu belirlenmiş ve özellikle en yüksek miktarı Sarılop çeşidi incir kabuğunda tespit edilmiştir.

Benzer olarak, Portekiz incirlerinde yüksek miktarda benzil alkol ve 2-fenil etanol bulunduğu belirlenmiştir. Alkollerin incir kabuğunda fazla miktarda bulunmasına ek olarak sarı incirlerin kabuğunda siyah incirlere göre çok daha fazla alkol bulunduğu belirtilmiştir. Alkoller arasında 1-hekzanol ve (*E*)-3-hekzen-1-ol şeker katabolizması sonucu; 3-penten-2-ol'ün yağ asidi oksidasyonu sonucu ve 2-feniletanolün ise aminoasit degradasyonu ile oluştuğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Oliviera ve ark., 2010).



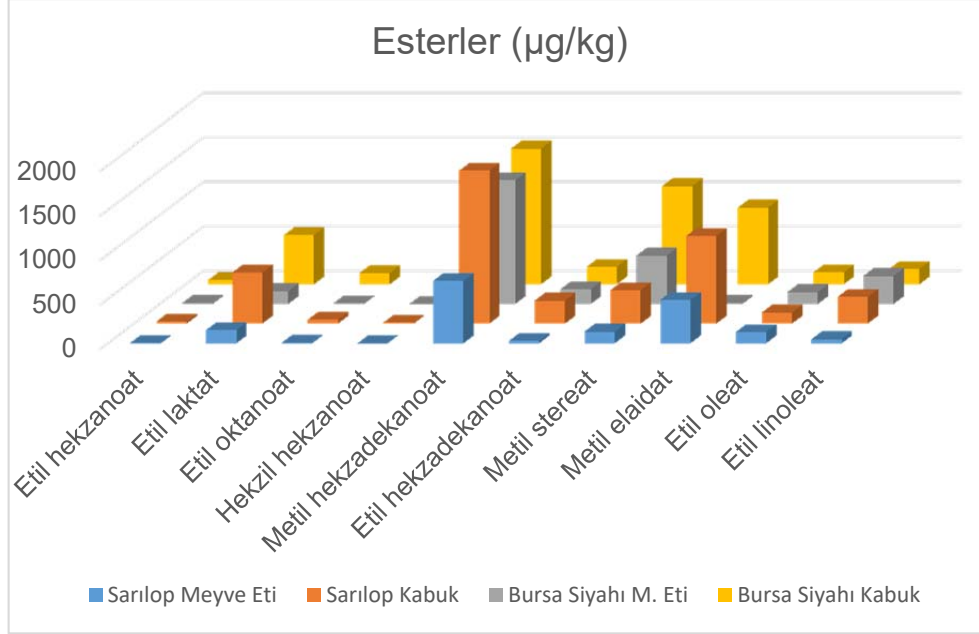
Şekil 4.2. İncir örneklerinde bulunan alkol bileşikleri

**Esterler:** Esterler, meyvelerin kokusunu meyvemsi, çiçeğimsi koku notlarıyla karakterize eden önemli aroma bileşikleridir. Bu bileşiklerin yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu sırasında veya amino asit metabolizmasından sağlam hücreler tarafından sentezlendiği bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2009).

İncir örneklerinde metil hegzadekanoat, etil hegzanoat, etil laktat ve etil oktanoat gibi bileşikler içeren toplamda 10 adet ester bulunmuştur (Şekil 4.3). Bu grupta baskın bileşik olarak metil hegzadekanoat öne çıkmış ve bu bileşiği metil elaidat ve etil laktat izlemiştir. Ester bileşiklerinin de alkoller ile benzer olarak incir kabuğunda meyve etine göre daha fazla bulunduğu belirlenmiştir. Bu gruptan hegzil hegzanoat bileşiği ise sadece incir kabuklarında bulunmuştur, bunun dışında örnekler arasındaki ester farkı miktarsal olmuş ve istatistiksel olarak önem arz etmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca genel olarak siyah incirlerin sarı incirlere göre ester açısından daha zengin olduğu belirlenmiştir.

Uçucu esterlerin, hem yağ asidi hem de amino asit metabolizmasından türetilen alkollerin ve asil CoA'ların, alkol-o-asiltransferaz enzimi tarafından katalize edilen bir reaksiyonda esterifikasyon yoluyla üretildiği bildirilmiştir (Trad ve ark., 2012).

Shin ve ark. (2015) Asya incirlerinin farklı olgunluk seviyelerinde aroma bileşimlerini incelemiş ve metil hegzadekanoat bileşiğinin erken hasat edilen incirlere göre olgun incirlerde daha fazla tespit edildiğini belirtmiştir. Bir başka çalışmada ise, Portekiz incir çeşitlerinin ve bu incirlerden üretilen alkollü içkilerin aroma bileşikleri araştırılmış ve örneklerin hepsinde etil hegzanoat, etil laktat ve etil oktanoat bulunduğunu bildirmişlerdir (Solana ve ark., 2018). Etil laktat bileşiğinin taze incir (sarı ve siyah) içeceğinde kuru incir içeceğine göre daha az olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. İncir örneklerinde bulunan ester bileşikleri

**Ketonlar:** İncir örneklerinde toplamda dört adet keton bileşiği belirlenmiş ve bu bileşikler arasında en baskın olanı aseton olmuştur. Bileşiğin miktarı; Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde sırasıyla 476 µg/kg, 2269 µg/kg, 2810 µg/kg ve 5104 µg/kg TA'dır. Asetoin bileşiği Bursa Siyahı meyve eti ve kabuk örneklerinde Sarılop örneklerine göre daha yüksek miktarda bulunmuştur. Yine bu bileşiğin, Tunus incir çeşitlerinde önemli miktarda bulunmuş ve tüm aroma bileşiklerinin %36'sını oluşturduğu bildirilmiştir (Trad ve ark., 2012).

Asetoin bileşiğinin yoğun bir kremamsı, yağlı ve tereyağı kokusu verdiği ve yoğurt gibi süt ürünlerinin temel aroma-aktif bileşeni olduğu bildirilmiştir (Ott ve ark., 1997). Ayrıca bu bileşiğin kavun meyvesinin karakteristik kokusuna katkıda bulunduğu yakın zamanda saptanmıştır (Sharma ve ark., 2010). Asetoin bileşiğinin daha önce taze nar suyunda da bulunduğu bildirilmiştir (Vazquez-Araújo ve ark., 2010).

Keton bileşikleri arasında asetoini, 6-metil-3,5-heptadien-2-on bileşiği takip etmiştir. Oliveira ve ark. (2010), Portekize ait sarı (“Pingo de Mel” ve “Branca Tradicional”) ve siyah (“Borrasota Tradicional”, “Verbera Preta” ve “Preta Tradicional”) incir çeşitlerinin yaprak, meyve eti ve kabuklarının aroma madde analizinde 6-metil-3,5-heptadien-2-on keton bileşiğinin Pingo de Mel ve Branca Tradicional beyaz incir türünün meyve etinde bulunup kabuğunda bulunmadığını bildirilmiştir. 6-Metil-3,5-heptadien-2-on bileşiğinin oksidatif bir yan ürün olduğu veya karotenoidlerin bozulmasından türetildiği bildirilmiştir. Gomez, E. ve A. Ledbetter, C. (1997) önemli karbonil bileşikleri arasında olan 6-metil-5-hepten-2-on bileşiğinin çiçek aromasına sahip olduğunu tanımlamıştır. Mattheis ve ark. (1992) bu bileşiğin tatlı kiraz meyvelerinde de olduğunu bildirmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda, doymamış yağ asitlerinin termal oksidasyonu, amino asitlerin degradasyonu ve Maillard reaksiyonları sonucu ketonların oluştuğu bildirilmiştir (Belitz ve ark., 2009).

Yukarıda bahsedilen bileşik gruplarına ek olarak incir meyvelerinde birer adet asit ve lakton bileşiği de belirlenmiştir. Hekzanoik asit bileşiğinin meyve kabuğunda ve özellikle sarı incirlerde daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra,  $\gamma$ -bütirolakton bileşiğinin ise siyah incirde daha fazla bulunduğu belirlenmiştir.

### 4.3. İncir Meyvesinin Aroma-Aktif Bileşikleri

İncir meyvesinin aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesinde hassas olfaktometrik yöntemlerden biri olan ‘Aroma Ekstrakt Seyreltme Analizi (AESAs)’ yöntemi kullanılmıştır. Seyreltme derecesi ‘aroma seyreltme değeri (AS)’ şeklinde açıklanmıştır. Bu metot uygulanırken aroma ekstraktı ilgili çözgen ile seyrelterek GC-MS-Olfaktometri cihazına enjekte edilip aroma bileşikleri koklanmakta ve kokuların hissedilmediği noktada yöntem sonlandırılmaktadır. En fazla AS değerine sahip bileşiklerin aroma-aktiflik derecesi de yüksek kabul edilmektedir. Bu metot, literatürde muz meyvesi (Jordan ve ark., 2001), taze ahududu meyvesi



(Roberts ve ark., 1996), Çin çileği (Cheng ve ark., 2015) ve zeytinyağı (Kesen ve ark., 2013) gibi çeşitli meyvelerin aroma-aktif bileşiklerinin belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılmıştır, fakat incir meyvesine uygulandığı bir çalışma bulunmamaktadır. Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinin aroma-aktif bileşikleri, verdikleri kokular ve AS değerleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. İncir meyvelerinin aroma-aktif bileşikleri

No	LRI	Bileşikler	Verdiği Koku	Aroma Seyreltme (AS) Faktörü			
				Sarılop Meyve Eti	Sarılop Kabuk	Bursa Siyahı Meyve Eti	Bursa Siyahı Kabuk
1	1092	Tanımlanamadı	alkol	S	8	S	16
2	1120	Hekzanal	yeşilimsi	32	128	32	32
3	1135	$\Delta$ -3-Karen	baharatımsı	8	64	S	S
4	1177	3-Penten-2-ol	yağsı, yeşilimsi	32	128	32	128
5	1196	D-Limonen	turunçgil, meyvemsi	64	64	512	1024
6	1246	Etil hekzanoat	meyvemsi	8	32	16	64
7	1287	Asetoin	yağsı	16	512	512	1024
8	1392	Nonanal	yağsı, turunçgil	32	64	16	128
9	1414	Tanımlanamadı	Tatlı	S	S	8	16
10	1499	$\alpha$ -Kopaen	meyvemsi, yeşil,	16	128	16	128
11	1530	Benzaldehit	tatlı, badem	32	32	8	16
12	1555	Linalol	çiçeksi, turunçgil	32	32	8	8
13	1583	2,3-Bütandiol	tatlı, nemli	16	64	256	512
14	1585	$\beta$ -Karyofilen	baharatımsı, odunsu	64	1024	64	1024
15	1608	Hekzil hekzanoat	meyvemsi	S	8	S	16
16	1654	Tanımlanamadı	yağsı, mumsu	S	8	S	16
17	1819	(E,E)-2,4-Dekadienal	yağsı	32	128	16	32
18	1877	Benzil alkol	çiçeksi	256	1024	512	256
19	1919	2-Fenil etanol	çiçeksi, gül	64	128	32	64

\*S: Saptanamadı

Aroma-aktif bileşiklerine gelince Sarılop ve Bursa Siyahı örneklerinde 19 adet aroma-aktif bileşik saptanmıştır. Taze incir örneklerinde 3 adet (LRI: 1092, 1414 ve 1564) tanımlanamayan aroma-aktif bileşik saptanmıştır. Bu bileşikler piklerin genellikle çok küçük olmalarından ve/veya sahip oldukları kütle/yük (m/z) oranlarından dolayı GC-O ile algılanmış ancak GC-MS ile belirlenememiştir. AS değerlerinin 8-16 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

İncir örneklerinde tespit edilen aroma-aktif bileşiklerin 5'ini terpen, 4'ünü alkol, 4'ünü aldehit, 2'sini ester ve 1'ini keton bileşiği oluşturmuştur. Görüldüğü gibi terpenler taze incirin en önemli aroma-aktif bileşikleridir.

Aroma-aktif bileşiklerden benzil alkol (AS:256) Sarılop meyve eti örneğinin,  $\beta$ -karyofilen (AS:1024) ve benzil alkol (1024) Sarılop kabuk örneğinin, d-limonen (512), asetoin (512) ve benzil alkol (512) Bursa Siyahı meyve eti örneğinin, limonen (1024), asetoin (1024) ve  $\beta$ -karyofilen (1024) Bursa Siyahı kabuk örneğinin kokusuna en fazla katkıda bulunan aroma aktif bileşikler olarak belirlenmiştir. Sarılop ve Bursa Siyahı incir örneklerinde benzil alkol bileşiğinin çiçeksi koku;  $\beta$ -karyofilen bileşiğinin baharatımsı ve odun kokusu; limonen bileşiğinin turuncgil ve meyvemsi kokusu; asetoin bileşiğinin ise yağsı kokular kazandırdığı belirlenmiştir. İncir meyve eti ve kabuğu örneklerinde sırasıyla 15'er ve 18'er adet aroma-aktif bileşikler belirlenmiş olup tüm analizler sonucunda Sarılop ve Bursa Siyahı incir örneklerinin kabuk kısmının meyve etine göre aroma ve aroma-aktif bileşikleri yönünden daha zengin olduğu neticesine varılmıştır.

İncir örneklerinde terpenlerden 5 farklı bileşiğin aroma-aktif olduğu saptanmıştır. Bu grubu,  $\Delta$ -3-karen, limonen, linalol,  $\beta$ -karyofilen ve  $\alpha$ -kopaen bileşikleri temsil etmektedir. Bileşiklerden  $\Delta$ -3-karen sadece Sarılop cinsi incir meyve eti ve kabuğunda belirlenmiştir.  $\beta$ -Karyofilen bileşiğinin AS değerleri ise her iki çeşitte de meyve eti ve kabukta sırasıyla 64 ve 1024 olarak belirlenmiştir. Daha önce bu bileşiğin portakal suyu, perilla, guava, nar suyu gibi örneklerde baharatımsı, meyvemsi koku notları ile aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir (Högnadottir ve ark., 2003; Seo ve ark., 2009; Jordan ve ark., 2003; Mayouni-

kirshinbaum ve ark., 2012). Bu bileşik incir meyvesine baharatımsı ve odunsu kokuları kazandırmıştır. Bir başka aroma-aktif terpen olan  $\alpha$ -kopaen bileşiğinin AS değerleri ise her iki çeşitte de meyve eti ve kabukta sırasıyla 16 ve 128 olarak belirlenmiştir. Bu bileşik incir meyvesine meyvemsi ve yeşil kokuları kazandırmıştır. D-Limonen bileşiğinin AS değerleri ise Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde sırasıyla 64, 64, 512 ve 1024 olarak belirlenmiştir. Bu bileşik incir meyvesine turunçgil ve meyvemsi kokuları kazandırmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da, terpen bileşiklerinin turunçgil grubundan birçok meyve ve kabuk yağının aromasını oluşturduğu bildirilmiştir. Bu bileşikler içerisinde özellikle D-limonen yukarıda da bahsedildiği yüksek AS değerleri ile öne çıkmış ve benzer olarak Moro, Tarocco, Washington navel ve Valencia portakal sularının limon, nane koku notlarıyla en baskın aroma-aktif bileşiği olduğu belirtilmiştir (Arena ve ark., 2006).

İncir örneklerinde aldehitlerden AS değerleri 8-128 arasında değişen dört farklı bileşiğin aroma-aktif olduğu saptanmıştır. Nonanal bileşiğinin AS değerleri Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde sırasıyla 32, 64, 16 ve 128 olarak belirlenmiştir. Bu bileşik incir meyvesine yağsı ve turunçgil kokuları kazandırmıştır. İspanya'da türü tehlike altında olan tatlı laym, ekşi laym ve limon türlerinin aroma-aktif bileşikleri arasında nonanal bileşiği tüm örneklerde saptanmış ve örneklere turunçgil ve limon kokuları kazandırdığı tespit edilmiştir (Cano-Lamadrid ve ark., 2018).

Hekzanal bileşiği de tüm örneklerde bulunmuş olup bileşiğin AS değerleri ise Sarılop meyve eti, Sarılop kabuk, Bursa Siyahı meyve eti ve Bursa Siyahı kabuk örneklerinde sırasıyla 32, 128, 32 ve 32 olarak belirlenmiştir. Bu bileşik incir meyvesine yeşilimsi koku kazandırmıştır.

Aldehitler ile benzer olarak incir örneklerinde dört adet alkol bileşiği bulunmuş ve AS değerleri 16-1024 arasında değişmiştir. Bu grupta incir aromasına yaptıkları olumlu katkı ile benzil alkol ve 2-fenil etanol bileşikleri öne çıkmıştır. Çiçeksi kokudan sorumlu benzil alkolün AS değerleri 256-1024 arasında

değişirken, çiçeksi ve gül kokularından sorumlu 2-fenil etanol bileşiği 32-128 aralığında değerlere sahip olmuştur. Daha önce bu iki bileşiğin birçok meyvede ve alkollü içkilerde bulunduğu, özellikle vişne aromasına çiçeksi ve gül koku notlarıyla önemli oranda katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Shu ve ark., 2010). Bir başka önemli alkol olan 3-Penten-2-ol bileşiği literatürde incirde ilk kez aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Daha önce guava ve kivi meyvelerinde aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiş ve bu meyvelere yeşil, çimen ve plastik kokusu verdiği tespit edilmiştir (Jordan ve ark., 2002; Jordan ve ark., 2003).

Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinde meyvemsi kokudan sorumlu etil hekzanoat ve hekzil hekzanoat olmak üzere iki adet aroma-aktif ester bileşiği belirlemiştir. Bu bileşiklerden etil hekzanoat (AS:8-64) tüm örneklerde bulunurken, hekzil hekzanoat (8-16) incirlerin meyve etlerinde saptanamamıştır. Etil hekzanoat bileşiğinin daha önce pembe guava meyvesinde de önemli oranda aromaya katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Jordan ve ark., 2003).

İncir örneklerinde asetoin keton grubundan tek aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiştir. Asetoin bileşiğinin AS değeri sırasıyla 16, 512, 512 ve 1024'tür ve örneklere yağsı koku verdiği belirlenmiştir. Bu bileşik Tripathi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada narın aroma-aktif bileşiği olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalar incelendiğinde asetoin genellikle yoğurt gibi süt ürünlerinin aroma-aktif bileşikleri arasında olduğu görülmektedir. Asetoin, margarini tatlandırmak için kullanılan tereyağ aromasının karakteristik bir unsurudur ve laktik asit fermentasyonlarının bir yan ürünü olarak elde edilebilir (Jyoti ve ark., 2003; Surburg ve ark., 2006). Keçi peynirinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur (Carunchiawhetstine ve ark., 2003). Bunun yanı sıra guava meyvesinde tereyağı, asidik, keskin bir koku (Jordan ve ark., 2003), muzda bütirik asit kokusu (Jordan ve ark., 2001), kiraz şarabında ise yağsı bir koku verdiği belirtilmiştir (Niu ve ark., 2011).



**5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada, Sarılop ve Bursa Siyahı çeşitlerine ait taze incirlerin meyve eti ve kabuk kısımları toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve aroma profili açısından incelenmiştir. Aroma bileşiklerinin yanı sıra, bu bileşikler içerisinde incirin karakteristik kokusuna katkıda bulunan aroma-aktif bileşikler GC-MS-O kullanılarak belirlenmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- Sarılop ve Bursa Siyahı incirlerinin meyve eti ve kabuklarının toplam fenolik bileşikleri belirlenmiş ve kabukların meyve etinden daha fazla fenolik içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, siyah incirlerin sarı incirlere oranla çok daha fazla fenolik madde içerdiği belirlenmiştir.
- Antioksidan kapasite sonuçları ise toplam fenolik bileşik miktarı ile benzer bir potansiyel göstermiştir. En yüksek değer, Bursa Siyahı incirinin kabuğunda belirlenirken, en düşük değere Sarılop incirinin meyve eti sahip olmuştur.
- Aroma analizlerinde ise GC-MS yöntemiyle Sarılop meyve eti ve kabuğunda sırasıyla 57 ve 58 adet aroma bileşiği belirlenmiş, terpen grubu tanımlanan aroma maddeleri sayısı ve miktarı bakımından bileşik grupları arasında en baskın uçucu grup olmuştur.
- Yine GC-MS yardımıyla Bursa Siyahı meyve eti ve kabuğunda sırasıyla 54 ve 55 adet aroma bileşiği belirlenmiş ve benzer olarak terpen grubu baskın olmuştur. İncir çeşitlerinin aroma profili benzer bulunurken, bileşiklerin miktarlarında farklılık saptanmıştır.
- Olfaktometrik analiz sonucunda Sarılop çeşidi incir meyve etinde toplam 15 adet aroma-aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma-aktif

bileşikler arasında benzil alkol (AS 256), d-limonen (AS 64), 2-fenil etanol (AS 64) ve  $\beta$ -karyofilen (AS 64) sarı incir kokusuna en fazla katkıda bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir. D-limonen bileşiği turunçgil ve meyvemsi kokuları; benzil alkol bileşiği çiçeksi, 2-fenil etanol çiçeksi, gül kokuları ve  $\beta$ -karyofilen bileşiği ise baharatımsı ve odunsu kokular kazandırmıştır.

- Sarılop incir kabuğunda ise  $\beta$ -karyofilen (AS:1024) ve benzil alkol (AS 1024) baskın aroma-aktif bileşikler olmuştur. Bursa Siyahı meyve etine gelince, d-limonen (AS 512), asetoin (AS 512, yağsı) ve benzil alkol (AS 512) bileşikleri öne çıkmıştır. D-limonen (AS 1024), asetoin (AS 1024) ve  $\beta$ -karyofilen (AS 1024) Bursa Siyahı kabuk örneğinin kokusuna en fazla katkıda bulunan bileşikler olarak belirlenmiştir.
- Sonuç olarak, taze incir kabuğunun meyve etine göre daha fazla aroma, aroma-aktif ve fenolik bileşikler ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgulardan yola çıkarak, incirlerin kabuklu tüketilmeleri önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ammar, S., Contreras, M., Hadrich, O. B., Carretero, A.S., Bouaziz, M., 2015. Assessment of the distribution of phenolic compounds and contribution 1 to the 2 antioxidant activity in Tunisian figs leaves, fruits, skins and pulps using mass 3 spectrometry-based analysis. *Food & Function*. 1-38.
- Arvaniti, O. S., Samaras, Y., Gatidou, G. Thomaidis, N.S., Stasinakis, A.S., 2019. Review on fresh and dried figs: Chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. *Food Research International*. 119, 244–267.
- Brand-Williams W., Cuvelier, M. E., Berset, C., 1995. Antioxidative activity of phenolic composition of commercial extracts of sage and rosemary. *Journal of Food Science and Technology* 28:25–30.
- Buttery, R. G. (2010). Volatile aroma/flavor components of raisins (dried grapes). *Handbook of fruit and vegetable flavors*, 549.
- Cheng, H., Chen, J., Chen, S., Wu, D., Liu, D., & Ye, X., 2015. Characterization of aroma-active volatiles in three Chinese bayberry (*Myrica rubra*) cultivars using GC-MS-olfactometry and an electronic nose combined with principal component analysis. *Food Research International*, 72, 8-15.
- Crisosto, C., Bremer, V., Ferguson, L., Crisosto, G., 2010. Evaluating Quality Attributes of Four Fresh Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars Harvested at Two Maturity Stages. *American Society for Horticultural Science*. 45, 707–710.
- Çalışkan, P., Polat, A., 2011a. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*. 128, 473-478.
- \_\_\_\_\_, 2011b. Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 36, 179-193.



- Dandan, Q., Shengwan, Z., Meng, G., Caixia, G., Meiping, L., 2018. Effect of Drying Methods on Polyphenol Composition and Antioxidant Activities of Figs (*Ficus carica* L.). Shanxi Üniversitesi, Yaşam Bilimleri Fakültesi, 39, 102-107.
- Duenas, M., Alonso, J., Buelga, C., Bailon, T., 2007. Anthocyanin composition in fig (*Ficus carica* L.). Journal of Food Composition and Analysis. 21, 107–115.
- Feng, Y., Cai, Y., Fu, X., Zheng, L., Xiao, Z., Zhao, M., 2018. Comparison of aroma-active compounds in broiler broth and native chicken broth by aroma extract dilution analysis (AEDA), odor activity value (OAV) and omission experiment. Food Chemistry. 265, 274-280.
- Fiscor, E., Szentmihályi, K., Lemberkovics, E., Blazovics, A., Balazs, A., 2013. Analysis of *Ficus carica* L. – Volatile Components And Mineral Content. European Chemical Bulletin, 2, 126-129.
- Flaishman, M., Rodov, V., Stover, E. 2008. The Fig: Botany, Horticulture, and Breeding. Horticultural Reviews. 1-85.
- Garcia-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. Food Chemistry, 84(1), 13-18.
- Gomez, E., Ledbetter, CA., 1997. Development of volatile compounds during fruit maturation: Characterization of apricot and plum x apricot hybrids. Journal of the Science of Food and Agriculture, 74:541-546.
- Gözlekçi, S., Kafkas, E., Ercişli, S., 2011. Volatile Compounds Determined by HS/GC-MS Technique in Peel and Pulp of Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars Grown in Mediterranean Region of Turkey. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 39, 105-108.

- Guichard, E., Schlick, P., Issanchou, S., 1990. Composition of apricot aroma: correlations between sensory and instrumental data. *Journal of Food Science*. 55, 735-738.
- Guth, H., 1997. Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(8), 3027-3032.
- El Hadi, M., Zhang, F. J., Wu, F. F., Zhou, C. H., & Tao, J., 2013. Advances in fruit aroma volatile research. *Molecules*, 18(7), 8200-8229.
- Himelrick, D., 1999. Fig Production Guide. Alabama and Auburn Universities. ANR 1145.
- Hodgkinson, R., Ayasse, M., Kalko, E. K., Haberlein, C., Schulz, S., Mustapha, W. A. W., Kunz, T. H. (2007). Chemical ecology of fruit bat foraging behavior in relation to the fruit odors of two species of paleotropical bat-dispersed figs (*Ficus hispida* and *Ficus scortechinii*). *Journal of Chemical Ecology*, 33(11), 2097-2110.
- Hoxha, L., and Kongoli, R., 2016. Evaluation Of Antioxidant Potential of Albanian Fig Varieties “Kraps Z1” And “Kraps Bardhe” Cultivated In The Region Of Tirana. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. UDC 634.37:615.272.
- Jordan, M. J., Tandon, K., Shaw, P. E., Goodner, K. L., 2001. Aromatic profile of aqueous banana essence and banana fruit by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography–olfactometry (GC-O). *Journal of Agricultural And Food Chemistry*. 49(10), 4813-4817.
- Kamiloğlu, S., and Çapanoğlu, E., 2013. Polyphenol Content in Figs (*Ficus carica* L.): Effect of Sun-Drying. *International Journal of Food Properties*. 18:3, 521-535.
- Karabagias, I. K., 2017. Volatile compounds of freshly prepared lemon juice from the region of Kalamata. *SM Anal Bioanal Technique*. 2, 1013.

- Kelebek, H., Dıblan, S., Kadirođlu, P., Kola, O., Selli, S., 2018. Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 33(2): 127-136.
- Kesen, S., Kelebek, H., Selli, S. 2013. Characterization of the volatile, phenolic and antioxidant properties of monovarietal olive oil obtained from cv. Halhali. Journal of the American Oil Chemists' Society, 90(11), 1685-1696.
- Kesen, S., Kelebek, H., Selli, S. 2014. LC-ESI-MS characterization of phenolic profiles Turkish olive oils as influenced by geographic origin and harvest year. Journal of the American Oil Chemists' Society, 91(3), 385-394.
- Khatib, S., and Vaya, J., 2010. Fig, Carob, Pistachio, and Health. Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables. B. Effects Of Individual Vegetables On Health. Chapter 17, 1-19.
- Kırca, A., Özkan, M., 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. Gıda Analizleri, Cemerođlu, B. (ed.), Bizim Büro Basımevi, Ankara, s. 463-486.
- King, E. S., Hopfer, H., Haug, M. T., Orsi, J. D., Heymann, H., Crisosto, G. M., Crisosto, C. H. 2012. Describing the appearance and flavor profiles of fresh fig (*Ficus carica* L.) cultivars. Journal of Food Science, 77(12), S419-S429.
- Koçlu, T., Çeliker, M. 2006. The Fig Cultivation. Head of Department Ministry of Agriculture and Rural Affairs Publishing, Ankara, Turkey, 36.
- Mattheis, J. P., Buchanan, D. A., Fellman, J. K., 1992. Volatile compounds emitted by sweet cherries (*Prunus avium* cv. Bing) during fruit development and ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40(3), 471-474.
- Mawa, S., Husain, K., Jantan, İ., 2013. *Ficus carica* L. (*Moraceae*): Phytochemistry, Traditional Uses and Biological Activities. Hindawi Publishing Corporation. ID. 974256
- Nadem, M. and Zeb, A., 2018. Impact of maturity on phenolic composition and antioxidant activity of medicinally important leaves of *Ficus carica* L. Physiology and Molecular Biology of Plants. 24, 881-887.

- Ogunwande, I. A., Sonibare, M. A., Thang, T. D., Dung, N. X., Soladoye, M. O., Morohunfolu, O. O., 2008. Comparative analysis of the oils of three *Ficus* species from Nigeria. *Journal of Essential Oil Research*. 20(5), 386-389.
- Oliveira, A., Valentao, P., Pereira, J., Silva, B., Tavares, F., Andrade, P., 2009. *Ficus carica* L.: Metabolic and biological screening. *Food and Chemical Toxicology*. 47, 2841-2846.
- Ott, A., Fay, L. B., Chaintreau, A., 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(3), 850-858.
- Palassarou, M., Melliou, E., Liouni, M., Michaelakis, A., Balayiannis, G., Magiatis, P. 2017. Volatile profile of Greek dried white figs (*Ficus carica* L.) and investigation of the role of  $\beta$ -damascenone in aroma formation in fig liquors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(15), 5254-5270.
- Palmeira, L., Pereira, C., Dias, M., Abreu, R., Correa, R., Pires, T., Alves, M., Barros, L., Ferreira, I., 2019. Nutritional, chemical and bioactive profiles of different parts of a Portuguese common fig (*Ficus carica* L.) variety. *Food Research International*. FRIN 108572.
- Pereira, C., Corrales, M., Serradilla, M., 2017. Influence of ripening stage on bioactive compounds and antioxidant activity in nine fig (*Ficus carica* L.) varieties grown in Extremadura, Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*. 64, 203-212.
- Reineccius, G. A., 2006. Flavor technology. In: *Flavour chemistry and technology*. 2nd ed. Boca Raton, EEUU: CRC Press. p 201-463.
- Roberts, D. D., Acree, T. E., 1996. Effects of heating and cream addition on fresh raspberry aroma using a retronasal aroma simulator and gas chromatography olfactometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44(12), 3919-3925.

- Russo, F., Caporaso, N., Paduano, A., Sacchi, R., 2017. Characterisation of volatile compounds in Cilento (Italy) figs (*Ficus carica* L.) cv. Dottato as affected by the drying process. *International Journal of Food Properties*. S2, 1366-1376.
- Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., & Achour, L. 2009. Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(11), 2314-2319.
- Shin, T., Park, A., Jung, B., 2015. Changes in Organic acids, Free Sugars, and Volatile Flavor Compounds in Fig (*Ficus carica* L.) by Maturation Stage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 44, 1016-1027.
- Singh, A., Prakash, J., Meghwal, P., 2016. Fig (*Ficus carica* L.). *Breeding of Underutilized Fruit Crops Part I*, Edition: I, Chapter: 12, 149-179
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., Veberiz, F., 2011. Effect of Drying of Figs (*Ficus carica* L.) on the Contents of Sugars, Organic Acids, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 11696–11702.
- Solana, R., Galego, L., Santin, E., Romano, A., 2018. Production method and varietal source influence the volatile profiles of spirits prepared from fig fruits (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*. 244, 2213–2229.
- Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H., Altman, A., Kerem, Z., Flaishman, M., 2006. Antioxidant Activities and Anthocyanin Content of Fresh Fruits of Common Fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 7717-7723.
- Trad, M., Bourvellec, C., Gaaliche, B., Renard, C., Mars, M., 2013. Nutritional Compounds in Figs from the Southern Mediterranean Region. *International Journal of Food Properties*. 17:3, 491-499.

- Trad, M., Gaaliche, B., Ginies, C., Renard, C. M. G. C., Mars, M., 2017. Volatile compounds in ripe fig receptacle are influenced by environment in the vicinity of the fruit. *International Society for Horticultural Science*. 72, 230-237.
- Tsanova-Savova, S., Ribarova, F. and Gerova, M., 2005, (+) - Catechin and (-)-epicatechin in Bulgarian fruits, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18:691-698.
- Vallejo, F., Marin, J.G., Tomas-Barberan, F.A., 2011. Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica* L.). *Food Chemistry*. 130, 485–492.
- Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., 2008. Internal Fruit Quality Of Figs (*Ficus carica* L.) In The Northern Mediterranean Region. *Italian Journal of Food Science*. Vol. 20.
- Villalobos, M., Serradilla, M., Martín, A., Aranda, E., Lopez-Corrales, M., 2017. Influence of modified atmosphere packaging (MAP) on aroma quality of figs (*Ficus carica* L.). *Postharvest Biology and Technology*. 136, 145-151.
- Vinson, J., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., Proch, J., 2013. Dried Fruits: Excellent in Vitro and in Vivo Antioxidants *Journal of the American College of Nutrition*. 24, 44-50.
- Vinson, J. A., 1999. The Functional Food Properties of Figs. *American Association of Cereal Chemists*. Vol. 44 No.2.
- Wojdyło, A., Nowicka, P., Carbonell-Barrachina, A., Hernandez, F., 2016. Phenolic compounds, antioxidant and antidiabetic activity of different cultivars of *Ficus carica* L. fruits. *Journal of Functional Foods*. 25, 421–432.



## ÖZGEÇMİŞ

05.01.1985 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü lisans öğrenimine başladı. 2009 yılında Kimyager unvanı ile mezun oldu. 2010 yılında askerliğini kısa dönem (329 KD) İstanbul/Metris Kışlası Piyadeer olarak yaptı. 2011 yılında Tema Holding bünyesinde LCW Mağazası'nda Yönetici olarak işe başladı. 2011 yılında KPSS ataması ile İçişleri Bakanlığı Adana Valiliği emrinde Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni olarak göreve atandı. 2018 yılı Görevde Yükselme Sınavı ile Şef kadrosuna atanıp Valilik Özel Kalem Müdürlüğü'nde Şef olarak görev yapmaktadır.