

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bekir SAFKAN

**ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) STİGMALARININ AROMA VE
BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2023

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) STİGMALARININ AROMA VE BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Bekir SAFKAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
Yıl: 2023, Sayfa: 62
Jüri : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen yedi farklı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) stigmalarının renk, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite (ABTS ve DPPH yöntemleriyle) ve aroma bileşikleri incelenmiştir. Aspir örneklerinin aroma maddelerinin ekstraksiyonu purge and trap yöntemi ile yapılmış ve tanımlamada GC-MS cihazı kullanılmıştır. Analizler sonucunda, toplamda 43 adet aroma bileşiği bulunmuştur. Aspir stigmalarının aromasını en çok terpen, asit ve alkol bileşiklerinin oluşturduğu saptanmıştır. Aspir örneklerinin stigmalarında baskın aroma bileşikleri osimen, limonen, (*E*)- β -karyofilen, heksanal, asetoin, 3-metil-bütanoik asit ve 2,3-bütanediol olarak tespit edilmiştir. Aroma bileşikleri bakımından en yüksek miktar Balcı çeşidinde (77,30 mg/kg) belirlenirken, en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde (26,44 mg/kg) belirlenmiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri sonucunda, en yüksek toplam fenolik madde içeriği Hasankendi çeşidinde (GAE cinsinden 1965,73 mg/kg) bulunmuştur. Antioksidan kapasite açısından en yüksek aktiviteyi Hasankendi çeşidi (ABTS yönteminde TE cinsinden 14307,10 μ M/kg, DPPH yönteminde TE cinsinden 2307,00 μ M/kg) göstermiştir. Çeşit farkının renk, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite ve aroma üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, Purge and Trap, Aroma, Antioksidan kapasite, GC-MS

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF AROMA AND SOME QUALITY PARAMETERS OF ASPIR (*Carthamus tinctorius* L.) STIGMAS

Bekir SAFKAN

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

Supervisor : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
Year: 2023, Pages: 62
Jury : Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Serkan SELLİ
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK

In this study, stigmas of seven different safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas and Hasankendi) obtained from Çukurova University Faculty of Agriculture Research and Application Farm were investigated in terms of aroma compounds, color, total phenolic content, antioxidant capacity (with ABTS and DPPH methods). Extraction of aroma compounds of safflower samples was done by purge and trap method and GC-MS device was used for identification. As a result of the analysis, a total of 43 aroma compounds were found. It has been determined that the aroma of safflower stigmas is mostly composed of terpene, acid and alcohol compounds. The dominant aroma compounds in the stigmas were determined as ocimene, limonene, (*E*)- β -caryophyllene, hexanal, acetoin, 3-methyl-butanoic acid and 2,3-butanediol. In terms of aroma compounds, the highest amount was determined in Balcı variety (77,30 mg/kg), while the lowest amount was determined in Dinçer variety (26,44 mg/kg). As a result of total phenolic content and antioxidant capacity analyzes, the highest total phenolic content was found in Hasankendi variety (1965.73 mg/kg in GAE). Hasankendi variety showed the highest activity in terms of antioxidant capacity (14307.10 μ M/kg in TE in ABTS method, 2307.00 μ M/kg in TE in DPPH method). It was determined that the variety difference affected the values of color, total phenolic content, antioxidant capacity and aroma.

Keywords : Aspir, Purge and Trap, Aroma, Antioxidant capacity, GC-MS

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen yedi farklı çeşit (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) aspir bitkisinin stigmalarının aroma bileşikleri tespit edilmiştir. Ayrıca renk, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite özellikleri de incelenmiştir.

Aspir çiçeklerinin aromasını oluşturan aroma bileşiklerinin belirlendiği bir çalışma literatürde çok az sayıda bulunmaktadır. Ülkemizde ise aspir bitkilerinin stigmalarının aroma bileşiklerinin incelendiği bir çalışma literatürde bulunmamaktadır. Bu çalışmada, yedi farklı çeşit aspir bitkisinin stigmalarını karakterize eden aroma bileşiklerinin ekstraksiyonunda purge and trap yöntemi kullanılmış ve çok hassas bir teknik olarak bilinen GC-MS yöntemi ile belirlenmiştir. Böylece, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği arazisinde üretilen yedi farklı aspir bitkisinin stigmalarının aroma bileşikleri açısından karakterizasyonu yapılmıştır.

Analizler sonucunda, toplamda 43 adet aroma bileşiği bulunmuştur. Aspir stigmalarının aromasını en çok terpen, asit ve alkol bileşiklerinin oluşturduğu saptanmıştır. Bu bileşikler sırasıyla asitler, aldehitler, ketonlar ve esterler takip etmiştir. 11 adet terpen, 11 adet alkol, 10 adet asit, 5 adet aldehit, 4 adet keton ve 2 adet ester bileşikler tespit edilmiştir. Aspir örneklerinin stigmalarında baskın aroma bileşikler osimen, limonen, (*E*)- β -karyofilen, hekzanal, asetoin, 3-metil-bütanoik asit ve 2,3-bütanediol olarak tespit edilmiştir. Limonen bileşiğinin turunçgil ve meyvemsi koku; (*E*)- β -karyofilen bileşiğinin baharatımsı ve odunsu koku; hekzanal bileşiğinin yeşilimsi koku; asetoin bileşiğinin yağsı kokular; 2,3-bütanediol bileşiğinin tatlı ve nemli kokular kazandırdığı belirlenmiştir.

Aroma bileşikler bakımından en yüksek miktar Balcı çeşidinde (77,30 mg/kg) belirlenirken, en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde (26,44 mg/kg) belirlenmiştir. Terpenler ve asitler açısından en zengin çeşit Balcı çeşidi olurken, aldehit ve ketonlar bakımından Olas çeşidi, alkoller açısından Göktürk çeşidi ve esterler açısından Asol çeşidi olmuştur.

Renk sonuçları incelendiğinde parlaklığı ifade eden L* değerlerinin 49,72 ile 65,59 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek L* değerinin Hasankendi çeşidinde (65,59) olduğu, en düşük L* değerinin ise Dinçer çeşidinde (49,72) olduğu saptanmıştır. Kırmızı rengi ifade eden a* değerlerinin ise 13,05 ile 20,04 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek a* değerinin Dinçer çeşidinde (20,04), en düşük a* değerinin ise Balcı çeşidinde (13,05) olduğu tespit edilmiştir. Sarı rengi ifade eden b* değerleri incelendiğinde ise değerlerin 17,34 ile 44,4 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek b* değerinin Hasankendi çeşidinde (44,4), en düşük b* değerinin ise Dinçer çeşidinde (17,34) olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Dinçer çeşidinin en düşük L* değeri ve en yüksek a* değerine sahip olmasıyla, daha koyu ve kırmızı renkte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Hasankendi çeşidinin en yüksek L* değeri ve en yüksek b* değerine sahip olmasıyla, daha parlak ve sarı renkte olduğunu belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizleri sonucunda, en yüksek toplam fenolik madde içeriği Hasankendi çeşidinde, (GAE cinsinden 1965,73 mg/kg) en düşük toplam fenolik madde içeriğinin ise GAE cinsinden Olas (899,55 mg/kg) çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan kapasite değerleri TE cinsinden ABTS yönteminde 14307,1-6905,16 μ M/kg arasında; DPPH yönteminde ise TE cinsinden 2307-1527 μ M/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek antioksidan kapasite değeri Hasankendi çeşidinde (ABTS yönteminde TE cinsinden 14307,1 μ M/kg, DPPH yönteminde TE cinsinden 2307 μ M/kg) bulunurken en düşük antioksidan kapasite değeri ABTS yönteminde Olas çeşidinde (TE cinsinden 6905,16 μ M/kg), DPPH yönteminde Linas çeşidinde (TE 1527 μ M/kg) bulunmuştur. ABTS değerlerinin DPPH değerlerinden anlamlı olarak yüksek saptanması ABTS yönteminin hem hidrofilik hem de lipofilik ortamda kullanılabilmesine, DPPH yönteminin ise hidrofobik ortama uygulanabilmesine bağlanabilir. Böylece ABTS yöntemi daha yüksek antioksidan kapasite göstermektedir (Selli ve Kelebek, 2011).

Çeşit farkının renk, toplam fenol, antioksidan aktivite ve aroma üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hüseyin ERTEN' e, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve önerilerini sunan hocalarım Sayın Prof. Dr. Serkan SELLİ ve Sayın Prof. Dr. Haşım KELEBEK' e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans tez çalışmamda bana yardımcı olan ve yol gösteren Sayın Ar. Gör. Gamze GÜÇLÜ' ye, tez yazımı boyunca bana destek olan sürekli moral ve motivasyon sağlayan değerli arkadaşım Ar. Gör. Abdullah ÖZONUR' a, örneklerin temini sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Celaleddin BARUTÇULAR' a, analiz sürecinde yardımlarını esirgemeyen Ar. Gör. Özlem KILIÇ BÜYÜKKURT' a ve doktora öğrencisi Kouame Fulbert OUSSOU' ya çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve bu dönemde desteklerini esirgemeyen annem Sevgi SAFKAN' a, babam Özay SAFKAN' a ve ablam Gıda Yüksek Mühendisi Dilek SAFKAN BİÇERDÖĞER' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Aspirde Aroma Bileşikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	7
2.2. Aspirde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal	13
3.2. Metot	14
3.2.1. Aspir Örneklerinin Renk Analizleri	14
3.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi.....	14
3.2.3. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi	15
3.2.4. Aroma Bileşiklerinin Analizi.....	17
3.2.4.1. Aspir Örneklerinde Aroma Maddeleri Ekstraksiyonu.....	17
3.2.4.2. GC-FID, GC-MS	19
3.2.4.3. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması.....	20
3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri.....	23
4.2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri	24
4.3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri	25

4.4. Aspir Örneklerinin Aroma Analizi Sonuçları.....	27
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	57
EKLER.....	58
Ek 1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri	60
Ek 2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçeriği Değerleri	61
Ek 3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri.....	62



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri.....	23
Çizelge 4.2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri	24
Çizelge 4.3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri	25
Çizelge 4.4. Aspir Örneklerinde Belirlenen Aroma Bileşiklerinin Miktarları (µg/kg).....	28
Çizelge 4.5. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Terpen Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg).....	30
Çizelge 4.6. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Alkol Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg).....	32
Çizelge 4.7. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Asit Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg).....	34
Çizelge 4.8. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Aldehit Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg).....	36
Çizelge 4.9. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Keton ve Miktarları (µg/kg)	38
Çizelge 4.10. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Ester ve Miktarları (µg/kg).....	40



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Dünyada Aspir Üretimi	2
Şekil 3.1. Çalışmada Kullanılan Aspir Çeşitleri	13
Şekil 3.2. Toplam Fenolik Madde Analizleri	15
Şekil 3.3. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi	16
Şekil 3.4. Purge and trap düzeneği	18
Şekil 3.5. Vigreux düzeneğinde konsantrasyon işlemi	19
Şekil 3.6. GC-MS cihazı	21
Şekil 4.1. Aspir örneklerinin aroma bileşiklerinin temel bileşen analizi (PCA) ...	41



SİMGELER VE KISALTMALAR

GC	: Gaz Kromatografisi
GC-FID	: Gaz Kromatografisi Alev İyonlaşma Dedektörü
GC-MS	: Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi
MSD	: Kütle Seçici Dedektör
HS-SPME	: Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
MD-SPME	: Mikrodalga Damıtma ve Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
USE	: Ultrasonik Yardımlı Çözücü Ekstraksiyonu
LC-MS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi
ROAV	: Nispi Koku Aktivite Değeri
LRI	: Lineer Alıkonulma İndeksi
UV	: Ultra Viyole
AESA	: Aroma Ekstrakt Seyreltme Analizi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
ORAC	: Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
TE	: Trolox Eşdeğeri
CE	: Kateşin Eşdeğeri
ABTS	: 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)
DPPH	: 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
PCA	: Temel Bileşen Analizi

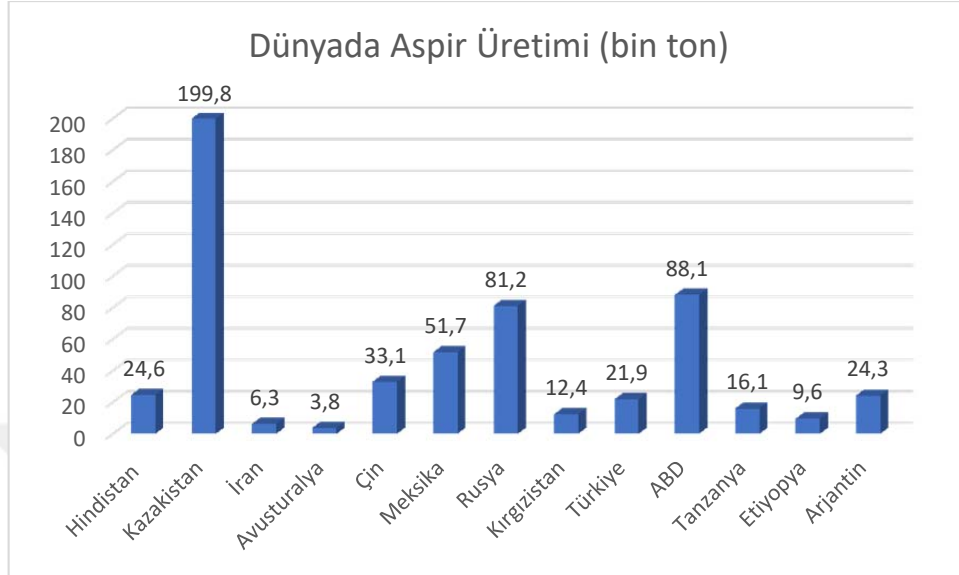


1. GİRİŞ

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), *Compositaea* familyasına ait tohumlarının kullanımı için kültürü yapılan tek yıllık , çift çenekli ve geniş yapraklı yapıya sahip bir bitkidir (Uysal ve ark, 2006). Aspir bitkisinin yüksekliği 0,6 ile 1,5 metre arasında değişmektedir. Kazık köklü bir bitki olup, gövdesinden ayrılan dallarının üzerinde içerisi tohum ile dolu başları ve çiçekleri bulunmaktadır. Ayrıca bu çiçeklere stigma adı verilmektedir (Emongor, 2010). Aspir, yaklaşık 4500 yıldır insanlar tarafından yetiştirilen çok amaçlı kullanımı olan ekonomik bir bitkidir (Ren ve ark, 2017).

Aspir bitkisinin farklı ekolojilerde yetiştirilebilmesi adaptasyon sınırlarının geniş olmasından kaynaklanmaktadır. Kuraklığa ve yüksek tuz oranına karşı yüksek toleransı göstermesi özellikle yağış oranının az olduğu tarım bölgelerinde nadas alanlarının azaltılmasına, ekonomik açıdan değerlendirilmesini ve erozyon engellemesine katkı sağlamaktadır. (Atakisi, 1980).

Güney Asya kökenli olan aspir bitkisi dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir. En büyük üreticiler arasında ise Kazakistan, Amerika Birleşik Devletleri, Meksika, Hindistan, Türkiye, Çin ve Rusya yer almaktadır (FAOSTAT, 2018). 2018 yılındaki TÜİK verilerine göre Türkiye’de; 246.923 hektar alanda, 35.000 ton aspir tohumu elde edilmektedir (TÜİK, 2018). FAO’nun 2019 verilerine göre dünyadaki aspir üretimi Şekil 1’ de verilmiştir. Bu verilere göre, dünyada en çok aspir ekimi 199,8 bin ton ile Kazakistan’ da yapılmaktadır. Ülkemizde ise 21,9 bin ton aspir üretimi yapılmaktadır.



Şekil 1.1. Dünyada Aspir Üretimi (bin ton) (Anonim, 2020)

Aspir, kuraklığa, tuzluluğa ve soğuğa yüksek toleranslı olması nedeniyle genellikle kurak ve yarı kurak alanlarda yetiştirilmektedir (Hussain ve ark, 2016). Bu yönüyle genel olarak bakıldığında aspir yaz bitkisidir. Ancak kış mevsiminin ılıman geçtiği bölgelerde kışın da tarımı yapılabilmektedir. Ayrıca, bazı bölgelerde sonbaharda da ekimi yapıldığı bilinmektedir. Kış mevsiminde ekilebildiği bölgelerde verimin daha yüksek olduğu görülmüştür (Esendal, 2008).

Önemli bir endüstri bitkisi de olan aspir bazı kaynaklarda yalancı safran olarak da anılmaktadır. Dikenli ve dikensiz, kırmızı, krem, turuncu ve sarı renkli çiçekli formlarında olabilmektedir. Türkiye'de Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün geliştirdiği çeşitler bulunmakta olup en yaygın aspir çeşitlerinin Balcı, Dinçer, Yenice, Remzibey 05, Göktürk ve Yekta olduğu belirtilmiştir (Aydeniz ve ark, 2014). Bu çalışmada kullanılacak aspir çeşitleri ise Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi olmak üzere yedi çeşittir.

Olas çeşidi, 2015 yılında tescil ettirilip Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. 90-100 cm uzunluğundadır ve dikenli

yapıdadır. Sarı renk çiçekleri vardır ve tane rengi krem renktedir (Arslan ve ark, 2019).

Dinçer çeşidi, 1983 yılında tescil ettirilip Eskişehir Geçiş Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir. 90-100 cm uzunluğunda olup dikensiz yapıdadır. Turuncu/kırmızı çiçek rengine sahiptir ve tohum rengi beyazdır (Arslan ve ark, 2019).

Balcı çeşidi, 2011 yılında tescil ettirilip Eskişehir Geçiş Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir. 55-75 cm uzunluğundadır ve dikenli yapıdadır. Sarı renk çiçek rengine sahiptir ve tohumları krem renktedir (Arslan ve ark, 2019).

Göktürk çeşidi, 2016 yılında tescil ettirilmiş olup Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. 90-100 cm uzunluğundadır ve dikenli bir yapıya sahiptir. İlk başlarda sarı açan çiçekleri zamanla turuncu rengi almaktadır ve tohum rengi beyazdır (Arslan ve ark, 2019).

Asol çeşidi, 2018 yılında tescil ettirilip Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. 70-80 cm uzunluğundadır ve dikenli bir yapıya sahiptir. İlk başlarda sarı açan çiçekler daha sonra turuncuya dönmektedir ve tohum rengi beyazdır (Arslan ve ark, 2019).

Linaz çeşidi, 2013 yılında tescil ettirilmiş olup Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. 85-90 cm uzunluğunda ve dikenli bir yapıya sahiptir. Sarı/turuncu çiçek rengine sahiptir ve tohum rengi krem renktedir (Arslan ve ark, 2019).

Hasankendi çeşidi ise 2018 yılında tescil ettirilmiş olup Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. 80-90 cm uzunluğunda olup dikenli bir yapıya sahiptir. Sarı renk çiçekleri bulunmaktadır (Arslan ve ark, 2019).

Aspir bitkisinin yaprakları ve tohumları gibi çeşitli kısımları uzun yıllardan beri geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Hiramatsu ve ark, 2017). Aspirin yağı kadar çiçekleri de değerlidir ve birçok hastalığı tedavi etmede kullanılır. İçerdiği vitaminler (B1, B2, B12, C ve E vitaminleri) sayesinde bitkisel çay şeklinde

tüketimi özellikle Ortadoğu ülkelerinde yaygındır (Wang ve ark, 1999; Özdemir ve ark, 2011). Aspirin özellikle çiçeklerinin biyoaktif bileşikler açısından oldukça zengin olduğu bilinmektedir. Bu bileşikler arasında en çok dikkat çekenler, biyoaktif özelliklerinin yanı sıra renk vererek görünüşe de katkıda bulunan fenolik bileşiklerdir (Zheng ve ark, 2007). Aspirindeki fenolik bileşikler antioksidan, antikarsinogenik, antibakteriyel aktiviteden sorumludur ve diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, ateroskleroz gibi çeşitli hastalıkların önlenmesinde de önemli rol oynarlar (Ergönül ve Özbek, 2018). Buna ek olarak, çiçeklerin geleneksel olarak jinekolojik ve serebrovasküler hastalıkların tedavisinde kullanıldığı da bildirilmiştir (Delshad ve ark, 2018).

Günümüzde bu bitki gıda ve kozmetik endüstrisinde doğal renklendirici, katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Buna ek olarak, ilaç endüstrisinde aspirinden yararlanılmaktadır (Fan ve ark, 2009; Dai ve ark, 2014). Ayrıca kumaş boyası ve hayvan yemi olarak kullanımı da mevcuttur (Chakradhari ve ark, 2020). Aspirin vejetatif kısımları, çiçek ve tohumları dünyada çok sayıda ülkede biyogaz, tekstil, ve süs ürünlerinde renk verici özellikte kullanılmaktadır (Gomashe ve ark, 2021). Aspir bitkisinin taç yaprakları klorojenik asit, gallik asit, kuersetin, siringik asit ve epikateşin gibi fenolik bileşikler ve glikozil-qinokalkonlar olarak bilinen flavonoid yapıdaki renk maddelerini içerdiği bilinmektedir (Salem ve ark, 2011).

Aspir bitkisinin tohumlarındaki yağ oranı %30-45 arasında değişmektedir. Aspirin dikenli formları dikensiz formlarına kıyasla daha fazla yağ içermektedir. (Babaoğlu, 2007). Aspir genellikle tohumlarından yağ çıkartılarak yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır. Buna ek olarak biyoyakıt üretiminde de kullanılmaktadır. (Kıllı, 2007).

Aspir bitkisinin tohumlarından üretilen yağ, yemeklik yağ formunda da tanımlanmıştır. Bu yağ önemli miktarda oleik asidi (omega-9) ve esansiyel yağ asitlerinden linoleik asidi (omega-6) önemli düzeyde içermesinden dolayı insan beslenmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca aspir bitkisinin tohumlarından elde edilen yağ, içerdiği yüksek orandaki linoleik asitten (omega-6)

dolaylı hızlı şekilde kuruyan yağlar sınıfında olduğundan, boya endüstrisinde daha yaygın olarak değerlendirilmektedir (Sales, 2005; Vogel, 1996).

Carthamus tinctorius L. tohumlarının bol miktarda α -linoleik asit kaynağı olduğu bilinmektedir ve özellikle Avrupa'da bitkisel yağ ve yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır (Yu ve ark, 2013).

Fenolik bileşikler primer metabolitlerden çeşitli yollardan oluşan , fenolik asitler ve flavonoidler şeklinde iki ana gruba ayrılmaktadır. Ayrıca, canlılarda antioksidan aktivite göstermektedirler. Antioksidan yapıdaki fenolik bileşikler oksidan-antioksidan dengenin sağlanması açısından önemlidir. Fenolik bileşikler bitkilerde; serbest radikalleri nötralize etme, tozlaşma, üreme, büyüme-gelişme, pigment oluşturma, çeşitli patojen ve olumsuz çevre şartlarında bitkiyi korumaya alma ve direncini artırma gibi çok farklı amaçlarla üretilmektedir (Yolci, 2022).

Aspir, kırmızı ve sarı renklerinden sorumlu olan kinokalkonlar başta olmak üzere birçok flavonoid bileşiği içerir. Bu bileşikler, yalnızca aspirde bulunan ve aspirin ana biyoaktif bileşikler olduğu bildirilen benzersiz C-glukosilkinokalkon yapılarına sahiptir (Kılıc Buyukkurt, 2021). Hidroksisafrol sarı A (safflomin A), aspir yapraklarındaki ana aktif kinokalkon flavonoidleridir (He ve ark, 2014) ve güçlü biyoaktivitesi nedeniyle aspirin kalite kontrolünde bir belirteç bileşik olarak kabul edilmektedir (Jin ve ark, 2008).

Aspirde bulunan fenolik bileşikler, antioksidan, antikanserojenik ve antibakteriyel fonksiyonları ile diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve ateroskleroz gibi çeşitli sağlık sorunlarının risklerini azaltmada önemli rol oynamaktadır (Yeloojeh ve ark, 2020).

Gıdalarda duyuusal özellikleri doğrudan etkileyen önemli bileşiklerden biri de aroma maddeleridir. Gıdalardaki miktarları litrede miligram ile nanogram arasında değişkenlik gösterir ve miktarları üzerinde çeşitli teknolojik faktörler (çeşit, iklim koşulları, depolama, olgunluk ve işleme yöntemleri) etkili olmaktadır (Riu-Aumatell, 2005). Tüketiciler tarafından günümüzde gıdaların kabul edilebilirliği ve seçiminde organoleptik özellikler oldukça belirleyicidir. Bunlardan

biri de aroma maddeleridir ve aroma önemli bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir (Uçkun ve Selli 2012). Farklı uçucu bileşiklerin etkisi sonucunda gıdaların aroması oluşmaktadır. Her bir bileşiğin aroma profiline katkısı farklı düzeylerde olmaktadır (Mayol ve Acree, 2001).

Aroma, meyvenin işlenmesi sırasında ise daha fazla oluşabilen ve bitkilerin normal metabolik süreçlerinde biyo-sentezlenen, bunun sonucunda meyvenin kokusunu etkileyebilen, çok fazla uçucu bileşik tarafından oluşmaktadır. Aroma bileşiklerinin değişkenliği; olgunluk ve hasat sonrası işlemler, iklim farklılığı gibi faktörlere ve coğrafi özelliğe bağlıdır (Palassarou ve ark, 2017).

Aroma maddeleri analizlerinde ilk aşama, aspir bitkisinden aroma maddelerinin elde edilmesinde faydalanılacak en ekstraksiyon yöntemi seçiminin uygun olmasıdır. Duyusal analizlerde temsili testler ile uygun ekstraksiyon yöntemi belirlenmektedir. Ayrıca, ekstraksiyon yönteminin güvenilirliği yine bu testler ile belirlenmektedir. Daha sonraki aşamada ise aroma maddelerinin tanımlanması ve miktar tayini analizleri GC-FID ve GC-MS cihazları kullanılarak yapılmaktadır. Kullanılacak bu cihazlar hassas enstrümantal cihazlardır (Pan ve ark., 2008; Selli ve ark., 2008).

Aspirde baskın aroma bileşikleri arasında *p*-simen, limonen, α -felandren, γ -terpinen, kafur, 4-terpineol, selinen, β -karyofilen, torreyol ve β -ödesmol gibi terpen bileşikleri, hekzanal, (*E*)-2-heptenal, (*E,Z*)-2,4-dekadienal ve (*E,E*)-2,4-dekadienal gibi aldehit bileşikleri bulunmaktadır. Ayrıca, paeonol, α -asaron, β -asaron, 1-metil-4-(2 propenil)-benzen, dietenil-benzen, (*Z*)-6-nonenal gibi benzen bileşikleri de aspir bitkisinin aroma profilinde yer almaktadır (Choi ve ark, 2004; Yu ve ark, 2007; Wang ve ark, 2020).

Literatürde aspir bitkisinin aroma bileşiklerinin karakterizasyonuna yönelik çalışma çok az sayıda bulunmaktadır. Bu çalışmada, yedi farklı aspir çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) stigmalarının aroma bileşiklerinin karakterizasyonunun yapılması ve çeşit farkının aspir örneklerinde başta aroma bileşikleri olmak üzere renk, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite gibi bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Aspirde Aroma Bileşikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Binder ve ark, (1990) yaptıkları çalışmada, aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin çeşitli kısımlarının (yaprakların, çiçekleri ve tomurcukları) uçucu bileşiklerini GC-MS cihazı ile belirlemişlerdir. Tomurcukların, yaprakların ve gövdelerin ana bileşeni olarak belirlenen bileşik l-pentadecene dir. Çiçeklerdeki uçucu maddelerin büyük bir kısmının poliasetilen karışımından oluştuğunu saptamışlardır. Bu bileşiklerin yanı sıra karyofilen, humulen, karyofilen epoksit ve özellikle çiçeklerde α -sedren gibi seskiterpenlerin de bulunduğunu bildirilmişlerdir. 1,2,3-trimetoksi-5-metilbenzen bileşiğinin ise bir *Compositae* türünde ilk kez belirlendiğini bulmuşlardır.

Choi ve ark, (2004) yaptıkları çalışmada, kullandıkları aspir bitkisinin çiçek ve tohumlarındaki uçucu bileşikleri belirlemişlerdir. Aspir uçucu bileşiklerini, Likens-Nickerson aparatı kullanılarak eşzamanlı buhar damıtma ve ekstraksiyon yöntemiyle elde etmişler ve GC-MS cihazı ile tanımlamışlardır. Çiçekteki ana uçucu bileşikler olarak *p*-simen, limonen, α -felandren, γ -terpinen, kafur, 4-terpineol, selinen, β -karyofilen, torreyol ve β -ödesmol gibi terpen bileşiklerini bulmuşlardır. Ayrıca, 2-metilbütanoik asit ve C2, C5-C11 asitlerini de bulmuşlardır.

Yu ve ark, (2007) tarafından yapılan çalışmada, GC-MS ve MD-SPME yöntemi ile aspirdeki temel bileşenlerin analizini gerçekleştirmişlerdir. MD-SPME ve ardından GC-MS kullanılarak, aspirde 32 adet bileşik tanımlanmışlardır. Bunlar arasında başlıca paeonol, α -asaron, β -asaron, 1-metil-4-(2 propenil)-benzen ve dietenil-benzen bileşiklerini tespit etmişlerdir.

Jia ve ark, (2011) yaptıkları bir çalışmada, toplam uçucu bileşikleri, aspiden USE yöntemi ile ekstrakte edip bunların kimyasal bileşenlerini GC-MS cihazı ile analiz etmişlerdir. Beş farklı çözücü (dietil eter, etanol, etil asetat, diklorometan ve aseton) kullanmışlar ve ekstrakte edilen uçucu bileşenlerin

sayısını ve bu bileşenlerin pik alanlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçları değerlendirdiklerinde, USE yöntemi ile ekstraksiyon yönteminin aspiden uçucu bileşikleri tanımlamak için verimli ve hızlı bir yöntem olarak kullanılabileceğini saptamışlardır. Ayrıca, etil asetat ekstraktının bileşen sayısının, diğer çözücülerden daha fazla olduğu da bulmuşlardır. Yapılan analiz sonucunda, baskın bileşikler olarak paeonol, α -asaron, β -asaron, 1-metil-4-(2-propenil)-benzen ve dietenil-benzen bileşiklerini bulmuşlardır .

Aydeniz ve ark, (2014) yaptıkları çalışmada, aspir çeşitlerinden biri olan Dinçer çeşidinin tohumlarını kavurmuşlar ve soğuk sıkım ile yağ ekstraksiyonundan önce mikrodalgaya almışlardır. Bazı fiziko-kimyasal analizler (nem, kül, yağ içeriği ve renk gibi) ile toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, tokoferol içeriği, duyusal analiz ve uçucu maddeleri incelemişlerdir. Aspir yağlarının uçucu bileşenlerini SPME yöntemi ile ekstrakte etmişler ve GC-MS cihazı ile tanımlamışlardır. Hiçbir işlem uygulanmayan örnekte toplam fenolik madde içeriğini gallik asit cinsinden 2616,10 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak; antioksidan kapasite değerini trolox cinsinden 309,33 $\mu\text{mol/g}$ olarak bulmuşlardır. Tüm örneklerde baskın aroma bileşiklerini 2,3-butandiol, hekzanal, etilbenzen, *p*-ksilen, heptanal, α -pinen, *p*-simen, D-limonen, *E,E*-2,4-nonadienal, trans-karyofilen olarak tespit etmişlerdir.

Kıralan ve Ramadan (2016) yaptıkları çalışmada, soğuk sıkım yöntemi ile elde ettikleri aspir yağını fırında (60°C) ve mikrodalga ile ısıtmışlardır. Uygulanan işlemlerin ardından baskın aroma bileşiklerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre en baskın aroma bileşiklerini hekzanal, 2,4-heptadienal, hekzanal, 2-heptenal, 2-hexenal, α -tujen, 2-heptenal, ve 2,4-dekadienal olarak saptamışlardır.

Turgumbayeva ve ark, (2018) Güney Kazakistan'da çiçeklenme döneminde toplanan Kazakistan "Ak-Mai" aspir çiçeklerinin bileşimini incelemek için uçucu yağ analizi yapmışlardır. Aspir yapraklarının hidrodistilasyonu ile elde ettikleri bu uçucu yağı, GC-MS cihazı kullanarak analiz etmişlerdir. Yağın %99,81'ini temsil eden 20 bileşiği karakterize etmişlerdir. Uçucu yağın; undekanoik asit, oktan, 2-

nonen-1-ol, hekzadekanal, dodekanal, dek-2-en-1-ol, nonanoik asit, tetradekanoik asit, 2-pentadekanon, 6,10,14-trimetil, 1,2-benzendikarboksilik asit, 1,3-sikloheksadien, izobutil-beta-fenilpropiyonat, mirtenoik asit, oktadekanoik asit, heneikozanoik asit, 2-(3H)-furanon, 4,4-dipropilheptan, hekzosan, 1-eikozanol ve heptakosan bakımından zengin olduğunu bulmuşlardır.

Wang ve ark, (2020) Çin'in Xinjiang Özerk Bölgesi'nden üç çeşit aspir bitkisinin tohumunun yağı ile yaptıkları çalışmada uçucu bileşikleri ortaya çıkarmak için HS-SPME-GC-MS cihazını kullanmışlardır. Genel olarak, 67 uçucu bileşik belirlemişler ve dört bileşiği (izoamil alkol, kaproik asit, n-pentanal ve heptanal) aspir tohum yağının aroma-aktif bileşenleri olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, bileşiklerin genel kokuya katkılarını değerlendirmek için nispi koku aktivite değeri (ROAV > 1) ile 16 bileşik seçmişler ve nonanal, (Z)-6-nonenal ve (E)-2,4-dekadienal bileşiklerinin kokuya en çok katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Duyusal analizde ise çimenli, meyveli, badem, mantar, yağlı, tatlı, çeltik ve genel koku kokularını saptamışlardır.

Guclu ve ark, (2020) aspir bitksine oldukça benzeyen bir bitki olan safran bitkisinde aroma ve aroma-aktif bileşikleri belirlemek üzere bir çalışma yapmışlardır. Aspir yalancı safran olarak da bilinmektedir (Fan, L. ve ark, 2009). Farklı safran örneklerinde yaptıkları çalışma sonucunda, safran örneklerinde aromaya katkıda bulunan başlıca bileşiklerin aldehitler ve ketonlar olduğunu belirlemişlerdir. Safran örneklerinin aromasına katkıda bulunan aroma-aktif bileşiklerin ise safranlal, 4 ketoizoforon, dihidrooksoforon ve 2 hidroksi-4,4,6-trimetil-2, 5-sikloheksadien olduğunu saptamışlardır.

Farag ve ark, (2020) yılında yaptıkları çalışmada, aspire oldukça benzeyen bir bitki olan safran (*Crocus sativus* L.) stigmalarını SPME yöntemi ile ekstrakte etmişler ve GC-MS cihazı ile aroma bileşiklerini tanımlamışlardır. Toplamda 93 uçucu bileşik belirlemişlerdir. En baskın aroma bileşiklerini ise safranlal, 2-karen-10-al, estragol, β -karyofilen ve öjenol olarak tespit etmişlerdir.

2.2. Aspirde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Lee ve ark, (2004) tarafından farklı kavurma sıcaklıklarında (140-180°C) kavrulmuş tohumdan hazırlanan aspir yağının kimyasal bileşimi ve oksidatif stabilitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, kavurma sıcaklığındaki artışla birlikte aspir yağının oksidatif stabilitesinin de arttığını saptamışlardır. Sıcaklık artışı ile yağların renk gelişiminin de arttığını bildirilmişlerdir. Yağ asidi bileşimlerinin değişmediğini, en önemli bileşiğin linoleik asit (%80) olduğu saptamışlardır. Farklı kavurma sıcaklıklarında hazırlanan yağların fosfor içeriğinde önemli farklılıklar bulmuşlar ve farklı çıkış sıcaklıklarında hazırlanan yağlarda da durumun böyle olduğu tespit etmişlerdir. Yağın ana fosfolipid bileşeninin fosfatidilinositol olduğunu gözlemişlerdir.

Lim ve ark, (2007) aspir çiçeklerinde antioksidan kapasite üzerine yaptıkları çalışmada, ABTS yöntemini kullanmışlar ve troloks eşdeğeri cinsinden absorbans değerini 14,4 µM olarak bulmuşlardır. Yaptıkları çalışmada ayrıca, 5 flavonol glikozit bileşiğini HPLC cihazı yardımı ile izole etmişlerdir. Bu bileşiklerin; 6-hidroksi-kamferol 3-O-glikozit, kuersetin 3-O-rutinozit, kamferol 3-O-rutinozit, kamferol 3-O-glikozit ve kuersetin 3-O-glikozit olduğunu saptamışlardır. Buna ek olarak fenolik asitlerden kafeik asidi de izole etmişlerdir.

Sabzalian ve ark, (2008) farklı *Compositae* ailesinin farklı türleri ile yaptıkları çalışmada, tohum yağı içeriklerini kıyaslamışlardır. Altı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotipinin tohumlarının yağ ve yağ asidi bileşimlerini analiz etmişlerdir. Yağ içeriğinin , *Carthamus tinctorius*, *Carthamus oxyacantha* Bieb ve *Carthamus lanatus* L.' de sırasıyla %29,20 ile 34,00, %20,04 ile 30.80 ve %15,30 ile 20,80 arasında değiştiğini ve sırasıyla oleik, linoleik, palmitik ve stearik asitlerin başlıca yağ asitlerinin, tüm türlerdeki toplam yağ asitlerinin %96-99'unu oluşturduğunu belirtmişlerdir. Türlerin yağındaki miristik, palmitoleik ve araşidik yağ asitlerinin toplamının %0,43 ile 0,57 arasında değiştiğini vurgulamışlardır. *C. tinctorius*, *C. oxyacantha* ve *C. lanatus*' un tohum yağındaki oleik asidi, sırasıyla %12,24 – 15,43, %14,11 – 19,28 ve %16,70 – 19,77 olarak belirlemişlerdir.

Linoleik asidi ise sırasıyla %71,05 – 76,12, %63,90 – 75,43 ve %62,47 – 71,08 aralıklarında bulmuşlardır. Tohum yağındaki palmitik asidin, *C. tinctorius* ' ta %5,48 ile %7,59, *C. oxyacantha* ' da %6,09 ile %8,33 ve %7,44 ile *C. lanatus* ' ta ise %8,78 olduğunu saptamışlardır. Tohum yağındaki stearik asidi, bu türlerin genotiplerinde sırasıyla %1,72 ile 2,86, %2,50 ile 4,87 ve %3,14 ile 4,79 arasında tespit etmişlerdir. Kültüre alınmış ve yabancı türler arasındaki yağın yağ asitleri bileşiminin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini saptamışlardır. Böylece, yabancı aspir tohumu yağının insan tüketimi ve endüstriyel amaçlar için uygun olduğunu gösterdiğini vurgulamışlardır. Sonuçları incelediklerinde, tohum yağı içeriği açısından üç tür arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Ortalama olarak tohum yağı içeriğinin *C. tinctorius* için %31,46, *C. oxyacantha* için %25,34 ve *C. lanatus* için %17,45 olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırma sonucunda *C. tinctorius* türünün tohum yağı içeriği bakımından diğer türlere göre daha zengin olduğunu belirlemişlerdir.

Yu ve ark, (2013) yaptıkları çalışmada, aspir tohumlarının fenolik bileşen ve flavonoid içeriğini, *Carthamus tinctorius* L. tohumlarından elde edilen ekstraktın antioksidan ve anti-adipojenik aktivitelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, tohum ekstraktının toplam fenolik madde içeriğini galik asit eşdeğeri cinsinden 126,0 mg/g olarak bulmuşlardır. Flavonoid içeriğini ise kateşin cinsinden 62,2 mg/g olarak tespit etmişlerdir. Tohum ekstraktının dikkate değer bir şekilde radikal temizleme aktivitesi gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca, tohum ekstraktının (0,1 mg/mL) ORAC değerini 62,9 trolox cinsinden µM/g olarak bulmuşlardır. Genel olarak, bu sonuçlardan yola çıkarak ile *Carthamus tinctorius* L. tohumlarının ekstraktının fonksiyonel gıda ve doğal antioksidan özellikler veren değerli bir biyoaktif bileşik kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir.

Kuşoğlu (2015) yaptığı çalışma ile aspir örneğinin çeşitli kısımlarından (tohum, yaprak ve çiçek) farklı yöntemlerle (sokslet, çalkalama ve kaynatma), farklı konsantrasyonlarda (1 mg/mL, 2 mg/mL, 3 mg/mL, 4 mg/mL) hazırlayıp elde ettiği ekstraktlarda toplam fenolik madde analizi gerçekleştirmiştir. Elde ettiği sonuçlarda

toplam fenolik madde içeriğini, GAE cinsinden 35,33-276 µg/mg arasında bulmuştur. Sonuçları incelediğinde, toplam fenolik madde içeriğini en yüksek sokslet yaprak ekstresinin 4 mg/mL konsantrasyonunda GAE cinsinden 276 µg/mg olarak; en düşük olarak ise çalkalama etil alkol yaprak ekstresinin 1 mg/mL konsantrasyonunda GAE cinsinden 35,33 µg /mg olarak belirlemiştir.

Bacchetti ve ark, (2019) İtalya’da yetiştirilen aspir çiçeğinden elde edilen polifenol ekstraktlarının biyoaktif özelliklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, aspir çiçeğinde toplam polifenol içeriğinin gallik asit eşdeğeri cinsinden 3,5 g/100 g, flavonoid içeriğini kateşin eşdeğeri cinsinden 330 mg/100 g olduğunu belirlemiştir. Aspir ekstraktının antioksidan aktivitesinin DPPH yöntemiyle trolox eşdeğeri cinsinden 13,4 µg/mL ve ORAC yöntemiyle trolox eşdeğeri cinsinden 130,2 mmol /100 g olduğunu saptamışlardır.

Kılıc Buyukkurt ve ark, (2021) Balcı, Dinçer ve Göktürk aspir çeşitlerinde renk, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriği analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Renk değerlerini incelediklerinde, Balcı, Dinçer ve Göktürk çeşitlerinde; parlaklığı ifade eden L* değerlerinin sırasıyla 49,33, 42,23 ve 46,99, kırmızı-yeşilliği ifade eden a* değerlerinin sırasıyla 12,57, 24,11 ve 19,37, sarı-maviliği ifade eden b* değerlerinin ise sırasıyla 28,68, 16,03 ve 19,03 olduğunu belirlemiştir. Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğini belirlemede LC-MS/MS cihazını kullanmışlardır. Antioksidan aktivite belirlenmesi analizinde TE cinsinden DPPH ve ABTS yöntemlerini kullanmışlardır. Göktürk çeşidinin (DPPH metodu ile 2176,67 µM trolox/kg ; ABTS metodu ile 9613,33 µM trolox/kg), Dinçer (DPPH metodu ile 2095,83 µM trolox/kg ; ABTS metodu ile 9552,50 µM trolox/kg) ve Balcı (DPPH metodu ile 1980,00 µM trolox/kg ;ABTS metodu ile 8566,67 µM trolox/kg) çeşitlerine kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini belirlemiştir. Toplam fenolik madde içeriklerini GAE cinsinden incelediklerinde ise; Göktürk çeşidinin (GAE cinsinden 916,18 mg /kg), Dinçer (908,42 GAE cinsinden mg/kg) ve Balcı (722,55 GAE cinsinden mg/kg) çeşitlerine göre daha fazla toplam fenol içeriğine sahip olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan aspir örnekleri Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilmiştir. Toplamda yedi farklı aspir çeşidi (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) (Şekil 2) toplanarak Gıda Mühendisliği Bölümüne getirilmiş ve beklenmeden analizleri Gıda Mühendisliği Bölümünde bulunan Ekstraksiyon Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada Kullanılan Aspir Çeşitleri (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas, Hasankendi)

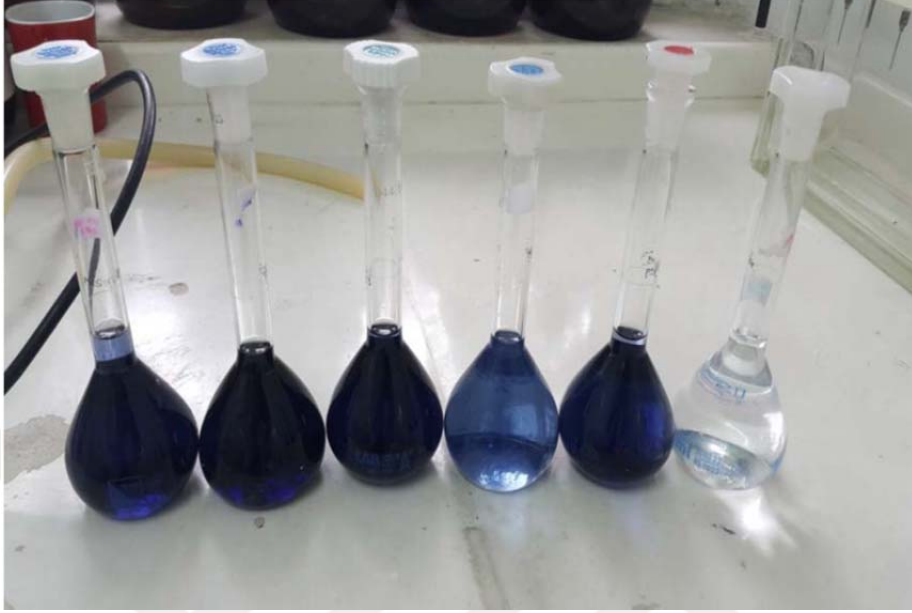
3.2. Metot

3.2.1. Aspir Örneklerinin Renk Analizleri

Örneklerin renk tayini Hunterlab (Model 45/0 HunterLab Color Flex, Reston, Virginia, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm başlamadan önce siyah ve beyaz seramiklerle kalibrasyon işlemi yapılarak okuma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak L*, a* ve b* değerleri elde edilmiştir (Wibowo ve ark, 2015). ‘L*’ değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); ‘+a*’ değeri kırmızı; ‘-a*’ değeri yeşil; ‘+b*’ değeri sarı ve ‘-b*’ değeri mavi renkleri temsil etmektedir.

3.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi

Aspirlerin toplam fenolik içeriği Singleton ve Rossi (1965)’nin uyguladığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Her örnek ekstraktının 1 ml’si 60 ml saf su, 5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 15 ml sodyum bikarbonat çözeltisi ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Örnekler UV-Görünür olan spektrofotometre 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 bileşik miktarı; aspir örneklerinde gallik asit cinsinden mg/kg olarak belirlenmiştir.

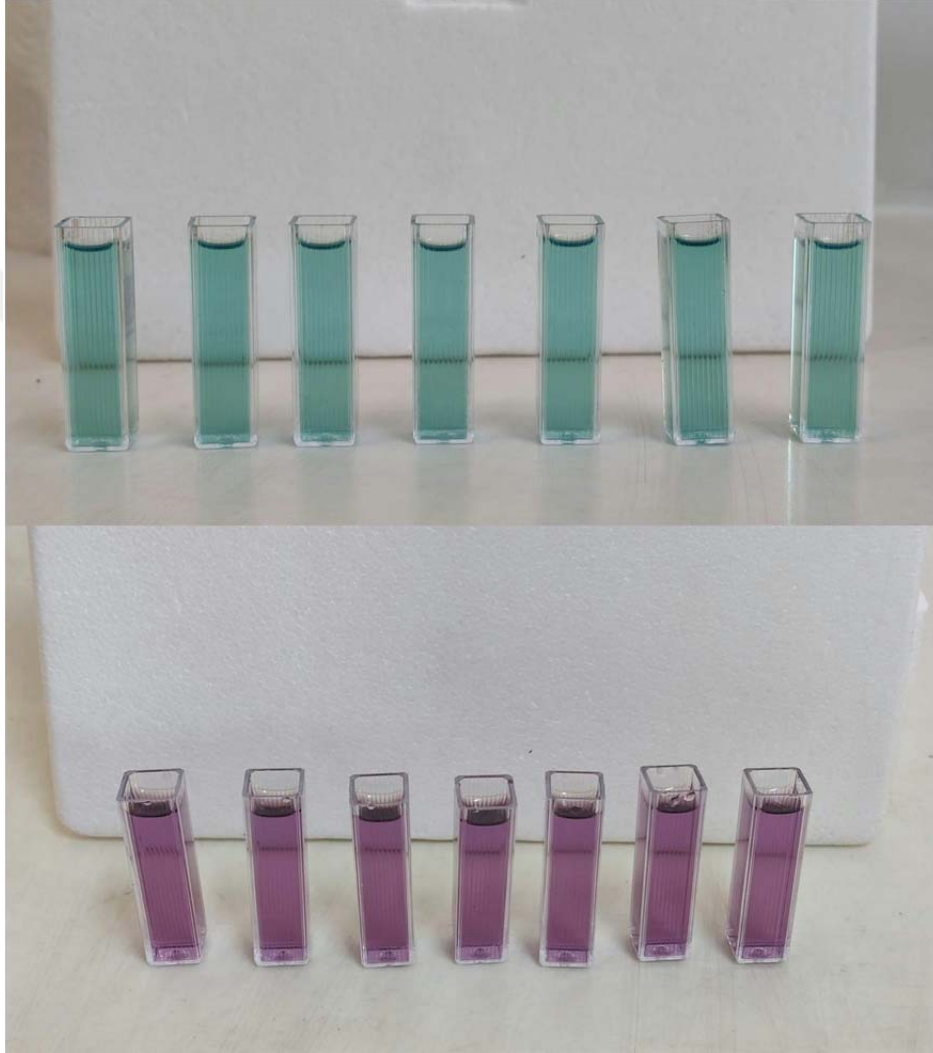


Şekil 3.2. Toplam Fenolik Madde Analizleri

3.2.3. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

Aspir örneklerinin antioksidan aktiviteleri DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil) kullanılarak ve metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm’de UV-Vis (Schimadzu- UV1201- Kyoto-Japan) spektrofotometredeki ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır (Brand-Williams ve ark, 1995; Kesen ve Selli, 2012; Larrauri, ve Saura-Calixto, 1998). ABTS yöntemi Saafi ve ark, (2009)’nın metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntem için 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2.45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiş ve daha sonra bu çözelti sodium asetat (pH 4.5) tamponu ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0.700 ± 0.01 absorbans olacak şekilde seyreltilmiştir. Daha sonra 20 μ L aspir ekstraktına 2.98 mL hazırlanan tampon karıştırılmış ve absorbans 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen

absorbans değerleri Trolox (10–100 $\mu\text{mol/L}$) standart eęim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar trolox cinsinden $\mu\text{M/kg}$ olarak ifade edilmiştir.

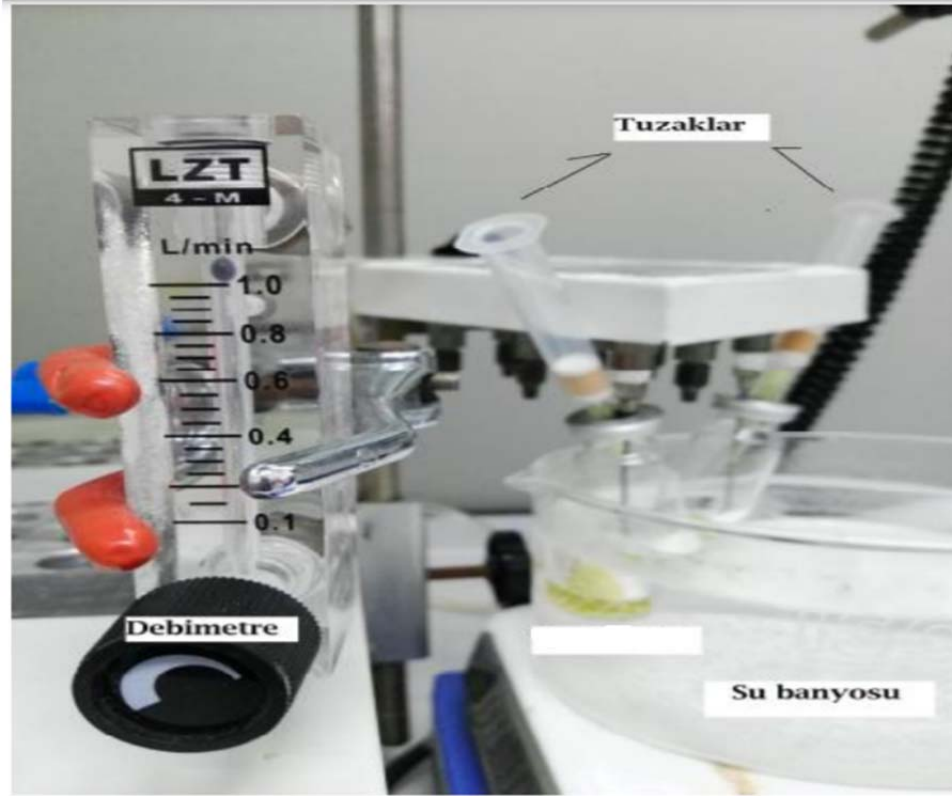


Şekil 3.3. Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

3.2.4. Aroma Bileşiklerinin Analizi**3.2.4.1. Aspir Örneklerinde Aroma Maddeleri Ekstraksiyonu**

Aspir örneklerinin aroma maddeleri ekstraksiyonunda purge and trap tekniği kullanılmıştır. Purge and trap yönteminde örnekler (3 gr), 20 ml'lik cam viallere konulmuş ve viallerin kapaklarına, birine kapan, diğerine taşıyıcı gazı getiren uç geçebilecek şekilde iki adet delik açılmıştır. Bu aşamada örneklere iç standart olarak 40 µg 4-nonanol ilave edilmiştir. Gaz akışı başlamadan önce ekstraksiyona hazır olan örnekler, su banyosunda 10 dakika boyunca 60°C'de ısıtılmıştır. Vialden dakikada 50 ml olacak şekilde azot gazı geçirilip, aroma maddelerini azot gazı yardımıyla C18 içeren tutağa tutturulması sağlanmıştır. Azot gazı akışı altında 60°C'de ki su banyosu içinde 90 dakika boyunca tutulan örneklerden aroma maddelerini absorbe eden tuzak çıkarılmış ve 6 ml diklorometan çözgeni ile yıkanarak, aroma maddeleri bu çözgene alınmıştır. Daha sonra evaporasyon balonlarına alınan ekstraktlar, çözgenin uzaklaştırılması amacıyla Vigreux kolon yardımıyla konsantre edilmiştir.

Konsantre halde elde edilen sıvı doğrudan GC-FID ve GC-MS-O sistemlerine enjekte edilerek aroma maddeleri ve aroma aktif bileşikler belirlenmiştir. Ekstraksiyonlar üç paralelli yapılmıştır. Enjeksiyon aşamasından önce aromatik ekstrakt ve aspir aroması duyuşal yöntemlerle uzman panelistler tarafından karşılaştırılmış ve böylece ekstraksiyon yönteminin güvenilirliği temsili testlerle kontrol edilmiştir. Aroma maddelerinin miktarları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır. İç standart olarak 4-nonanol bileşiğı kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Purge and trap düzeneği



Şekil 3.5. Vigreux düzeneğinde konsantrasyon işlemi

3.2.4.2. GC-FID, GC-MS

Aroma maddelerinin miktarı, tanımlanması ve aroma-aktif bileşiklerin belirlenmesi “Agilent 6890N” marka gaz kromatografisi, buna bağlı “Agilent 5975B VL MSD” kütle spektrometresi ve “Gerstel ODP-2” marka olfaktometride eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistemde kolon çıkışı özel bir ayırıcı (Dean switch-Agilent) yardımıyla eşit olarak üçe ayrılmaktadır; birinci kısım FID’ye, ikinci kısım MSD’ye ve üçüncü kısım olfaktometriye gitmektedir. Böylece

aynı zamanda yapılan miktar tayini, tanımlama ve koklama işlemiyle analizin hassasiyeti artmıştır.

Aroma maddelerinin miktar tayininde, “Agilent 6890N” marka alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografisi kullanılmıştır. Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (60 m x 0.25 mm x 0.4 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Enjektör sıcaklığı 220°C, dedektör 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 çıkmıştır ve bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen miktar 3 µl’dir. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılacaktır. Helyumun akış hızı dakikada 1.5 ml dir. Dedektör ve enjektör sıcaklıkları 250°C dir (Le Guen ve ark, 2000).

Aroma maddelerinin tanısında gaz kromatografisine bağlı “Agilent 5975B VL MSD” marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Enjektör tipi ve sıcaklık programı gaz kromatografisi ile aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun hızı 1.5 ml/dk olmuştur. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250°C, kuadropol 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 9.0, NIST-11, ve Flavor.2L) kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Selli ve ark, 2008). Her bir analiz 3’er paralelli olarak yapılmıştır.

3.2.4.3. Aroma Maddelerinin Miktarlarının Hesaplanması

Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin miktarlarını hesaplamak için, standart bileşiklerden kalibrasyon eğrileri elde edilmiş ve iç standart yöntemiyle aşağıdaki formül kullanılarak miktarlar hesaplanmıştır. Hesaplama her bir bileşiğin cevap faktörü dikkate alınmıştır (Selli ve Kelebek, 2011).

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

C_i : Bileşğin konsantrasyonu

A_i : Bileşğin pik alanı

A_{st} : İç standartın pik alanı

C_{st} : İç standartın konsantrasyonu (40 µg/100 ml)

RF : Cevap faktörü

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



Şekil 3.6. GC-MS cihazı

3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen analiz sonuçları, SPSS 22 paket programı kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Ayrıca, aspir örneklerinde aroma bileşikleri dağılımı temel bileşen analizi (PCA) XLSTAT 2023 programı ile yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri

Aspir kalitesinin değerlendirilmesinde, aspir çiçeklerinin renk özelliği önemli bir faktördür. Bu çalışmada, yedi farklı aspir çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) L*, a* ve b* değerleri incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri

Aspir Çeşidi	L*	a*	b*
Olas	62,79 ± 0,03 ^d	13,6 ± 0,02 ^e	39,85 ± 0,02 ^d
Dinçer	49,72 ± 0,08 ^g	20,04 ± 0,13 ^a	17,34 ± 0,07 ^g
Balcı	64,56 ± 0,06 ^b	13,05 ± 0,01 ^g	41,66 ± 0,06 ^b
Göktürk	61,83 ± 0,04 ^e	15,28 ± 0,02 ^c	37,4 ± 0,02 ^e
Asol	54,18 ± 0,03 ^f	19,42 ± 0,01 ^b	24,6 ± 0,03 ^f
Linas	63,67 ± 0,05 ^c	14,53 ± 0,01 ^d	40,05 ± 0,02 ^c
Hasankendi	65,59 ± 0,03 ^a	13,46 ± 0,01 ^f	44,4 ± 0,05 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.1’ de görüldüğü üzere parlaklığı ifade eden L* değerlerinin 49,72 ile 65,59 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek L* değerinin Hasankendi çeşidinde (65,59) olduğu, en düşük L* değerinin ise Dinçer çeşidinde (49,72) olduğu saptanmıştır. Kırmızı rengi ifade eden a* değerlerinin ise 13,05 ile 20,04 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek a* değerinin Dinçer çeşidinde (20,04), en düşük a* değerinin ise Balcı çeşidinde (13,05) olduğu tespit edilmiştir. Sarı rengi ifade eden b* değerleri incelendiğinde ise değerlerin 17,34 ile 44,4 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek b* değerinin Hasankendi çeşidinde (44,4), en düşük b* değerinin ise Dinçer çeşidinde (17,34) olduğu belirlenmiştir.

Kılıç Büyükkurt ve ark, (2021) aspir çeşitlerinde (Balcı, Dinçer ve Göktürk) renk değerlerini incelemişlerdir. L* değerlerinin sırasıyla 49,33, 42,23 ve 46,99, a* değerlerinin sırasıyla 12,57, 24,11 ve 19,37, b* değerlerinin ise sırasıyla 28,68, 16,03 ve 19,03 olduğunu bildirmişler ve elde edilen sonuçların, bu çalışmada kullanılan Balcı, Dinçer ve Göktürk çeşitleri ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Sonuçlar incelendiğinde, Dinçer çeşidinin en düşük L* değeri ve en yüksek a* değerine sahip olmasıyla, daha koyu ve kırmızı renkte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Hasankendi çeşidinin en yüksek L* değeri ve en yüksek b* değerine sahip olmasıyla, daha parlak ve sarı renkte olduğunu belirlenmiştir.

4.2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Aspir kalitesinin değerlendirilmesinde bir diğer önemli özellik de toplam fenolik madde içeriğidir. Bu çalışmada, yedi farklı aspir çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) toplam fenol içeriği analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri

Aspir Çeşidi	Toplam Fenolik Madde İçerikleri (GAE cinsinden mg/kg)	
Olas	899,55 ± 0,62 ^g	
Dinçer	995,36 ± 4,58 ^d	
Balcı	974,00 ± 0,68 ^e	
Göktürk	1041,00 ± 0,94 ^c	
Asol	1140,09 ± 4,13 ^b	
Linas	926,09 ± 2,53 ^f	
Hasankendi	1965,73 ± 2,73 ^a	

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Çizelge 4.2’ de görüldüğü üzere toplam fenolik madde içeriği GAE cinsinden 1965,73 ile 899,55 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek toplam fenolik madde içeriğinin GAE cinsinden Hasankendi çeşidinde (1965,73 mg/kg), en düşük toplam fenolik madde içeriğinin ise GAE cinsinden Olas (899,55 mg/kg) çeşidinde olduğu tespit edilmiştir.

Kılıç Büyükkurt ve ark, (2021) aspir çeşitlerinin (Balcı, Dinçer ve Göktürk çeşitleri) toplam fenolik madde içeriklerini incelemişlerdir. Toplam fenolik madde içeriklerinin GAEG cinsinden Balcı çeşidinde 722,60 mg/kg, Dinçer çeşidinde 908,4 mg/kg ve Göktürk çeşidinde ise 916,20 mg/kg olarak tespit edildiğini bildirmişleridir. Bu çalışmadaki değerlerin Çizelge 4.2’ de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan Balcı, Dinçer ve Göktürk çeşitleri ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Yu ve ark, (2013) aspir tohumlarının toplam fenolik bileşenlerini incelemişler ve gallik asit eşdeğeri cinsinden toplam fenolik madde değerini 126,00 mg/g olarak bulmuşlardır.

4.3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

Çizelge 4.3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

Aspir Çeşidi	Antioksidan Kapasite Değerleri (TE μ M/kg)	
	ABTS	DPPH
Olas	6905,16 $\pm$ 51,80 ^d	2178,00 $\pm$ 31,32 ^a
Dinçer	7429,03 $\pm$ 105,02 ^d	2217,00 $\pm$ 33,04 ^a
Balcı	9032,26 $\pm$ 30,25 ^c	2217,00 $\pm$ 63,23 ^a
Göktürk	10238,10 $\pm$ 31,28 ^b	2082,00 $\pm$ 84,07 ^a
Asol	9610,32 $\pm$ 66,63 ^{bc}	2109,00 $\pm$ 38,22 ^a
Linas	7835,48 $\pm$ 117,89 ^d	1527,00 $\pm$ 33,18 ^b
Hasankendi	14307,10 $\pm$ 112,30 ^a	2307,00 $\pm$ 24,24 ^a

Aynı sütunda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Aspir örneklerinin kalitesinin belirlenmesinde en önemli kalite özelliklerinden biri de antioksidan kapasitedir. Bu çalışmada, aspir örneklerinin kapasite değerleri iki yöntem (ABTS ve DPPH yöntemleri) ile incelenmiştir. Sonuçlar TE cinsinden bulunmuştur.

Çizelge 4.3' de görüldüğü üzere, antioksidan kapasite değerleri TE cinsinden ABTS yönteminde 14307,10-6905,16 $\mu\text{M/kg}$ aralığında; DPPH yönteminde ise TE cinsinden 2307,00-1527,00 $\mu\text{M/kg}$ aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasite değeri Hasankendi çeşidinde (ABTS yönteminde TE cinsinden 14307,1 $\mu\text{M/kg}$, DPPH yönteminde TE cinsinden 2307,00 $\mu\text{M/kg}$) bulunurken en düşük antioksidan kapasite değeri ABTS yönteminde Olas çeşidinde (TE cinsinden 6905,16 $\mu\text{M/kg}$), DPPH yönteminde Linas çeşidinde (TE cinsinden 1527,00 $\mu\text{M/kg}$) bulunmuştur.

ABTS değerlerinin DPPH değerlerinden anlamlı olarak yüksek saptanması ABTS yönteminin hem hidrofilik hem de lipofilik ortamda kullanılabilmesine, DPPH yönteminin ise hidrofobik ortama uygulanabilmesine bağlanabilir. Böylece ABTS yönteminde daha fazla bileşik antioksidan aktivite göstermektedir (Selli ve Kelebek, 2011).

Kılıç Büyükkurt ve ark, (2021) aspir çeşitlerinde (Balcı, Dinçer ve Göktürk) iki yöntem ile (ABTS ve DPPH yöntemleri) antioksidan kapasite değerlerini araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda, ABTS yöntemiyle sırasıyla TE cinsinden 8566,67, 9552,50 ve 9613,33 $\mu\text{M/kg}$; DPPH yöntemiyle ise sırasıyla TE cinsinden 1980,00, 2095,83 ve 2176,67 $\mu\text{M/kg}$ bulmuşlardır. Bacchetti ve ark, (2019) İtalya'da yetiştirilen aspir çiçeğinden elde edilen polifenol ekstraktlarının biyoaktif özelliklerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada aspir ekstraktının antioksidan kapasite değerini DPPH yöntemiyle TE cinsinden 13,4 $\mu\text{g/mL}$ olarak tespit etmişlerdir.

4.4. Aspir Örneklerinin Aroma Analizi Sonuçları

Aroma maddeleri, aspir bitkisinin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Aspir örneklerinin aroma ekstraktları purge and trap yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve aroma maddeleri GC-MS cihazında tanımlanmıştır. Literatürde, aspir bitkisinin aroma bileşiklerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışmada aspir bitkisinde baskın aroma bileşiklerinin terpenler, aldehytler ve alkollerden oluştuğu bildirilmiştir (Wang ve ark, 2020; Yu ve ark, 2007).

Aspir örneklerinde belirlenen aroma bileşiklerinin miktarları kimyasal yapılarına göre gruplandırılarak Çizelge 4.4' de verilmiştir. Aspir stigmalarına karakteristik aromayı kazandıran aroma bileşik grupları terpenler, alkoller, asitler, aldehytler, ketonlar ve esterler olmuştur. Aroma bileşiklerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesinden, aroma maddeleri standartlarından ve alıkonma indisi değerlerinden yararlanılmıştır. Toplamda 43 adet aroma bileşiği belirlenmiştir. 11 adet terpen, 11 adet alkol, 10 adet asit, 5 adet aldehyt, 4 adet keton ve 2 adet ester bileşikleri tespit edilmiştir. Aspir örneklerinin stigmalarında baskın aroma bileşikleri osimen, limonen, (*E*)- β -karyofilen, hekzanal, asetoin, 3-metil-bütanoik asit ve 2,3-bütanediol olarak tespit edilmiştir. Limonen bileşiğinin turuncgil ve meyvemsi koku; (*E*)- β -karyofilen bileşiğinin baharatımsı ve odunsu koku; hekzanal bileşiğinin yeşilimsi koku; asetoin bileşiğinin yağsı kokular; 2,3-bütanediol bileşiğinin tatlı ve nemli kokular kazandırdığı belirlenmiştir.

Aroma bileşikleri bakımından en yüksek miktar Balcı çeşidinde belirlenirken, en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde belirlenmiştir. Terpenler ve asitler açısından en zengin çeşit Balcı çeşidi olurken, aldehyt ve ketonlar bakımından Olas çeşidi, alkoller açısından Göktürk çeşidi ve esterler açısından Asol çeşidi olmuştur.

Aspir örneklerindeki aroma miktarlarının 77300,60 ile 26443,80 $\mu\text{g/kg}$ arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek miktar Balcı çeşidinde (77300,60 $\mu\text{g/kg}$), en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde (26443,80 $\mu\text{g/kg}$) tespit edilmiştir. Aspirlerde çeşit farkının aroma bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Aspir Örneklerinde Belirlenen Aroma Bileşiklerinin Miktarları (µg/kg)

BİLEŞİKLER (µg/L)	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linas	Hasankendi
<i>Terpenler</i>	18966,8 ^b	8200,89 ^f	24048,8 ^a	5069,7 ^g	8224,3 ^e	8931,6 ^d	14494,36 ^c
<i>Alkoller</i>	1939,0 ^d	1049,9 ^g	2928,1 ^b	7343,0 ^a	1976,4 ^c	1606,0 ^e	1092,9 ^f
<i>Asitler</i>	29460,7 ^c	13187,2 ^g	46168,4 ^a	13994,3 ^f	14733,5 ^e	17691,3 ^d	30001,7 ^b
<i>Aldehitler</i>	4390,3 ^a	2509 ^f	2248,5 ^g	3324,6 ^d	3553,7 ^c	3236,2 ^e	3977,3 ^b
<i>Ketonlar</i>	3774 ^a	1351,3 ^d	1906,8 ^c	975,6 ^e	2408,0 ^b	742,9 ^g	922,8 ^f
<i>Esterler</i>	274,7 ^e	135,5 ^f	BL	288,8 ^c	570,4 ^a	283,0 ^d	505,9 ^b
GENEL TOPLAM	58805,5^b	26443,8^g	77300,6^a	30996,0^f	31466,3^e	32491,0^d	50995,0^c

BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Terpenler: Öncül aroma bileşiklerinden biri olan terpenler birden fazla çiçek ve bitkilerin temel yağlarının aromasından sorumlu bileşiklerdir. Turunçgillerin karakteristik aromasından da sorumludurlar. Gıdalara meyvemsi, çiçeksi ve hoş kokular kazandırmaktadırlar. Bu bileşiklerin biyosentezi, izopren birimlerinden terpen sentaz enzimleri yardımıyla gerçekleşmektedir. (Schwab ve ark, 2008; Gobato ve ark, 2015). Terpenler, potansiyel olarak karotenoidlerden türetilmiş uçucu terpenoid bileşikleri olarak birden fazla gıdada aroma ve lezzet açısından önemli bileşikleridir. Düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen algılanma değerleri yüksektir. (El-Hadi ve ark, 2013).

Çizelge 4.5 de görüldüğü üzere aspir örneklerinde 11 adet terpen bileşiği tespit edilmiştir. Aspir örneklerinde, terpen bileşiklerinin toplam miktarı 20448,80 ile 5069,70 µg/kg arasında değiştiği saptanmış olup en yüksek miktar Balcı çeşidinde (20448,80 µg/kg) bulunurken en düşük miktar Göktürk çeşidinde (5069,70 µg/kg) bulunmuştur.

Aspir örneklerinde bulunan bileşikler arasında (*E*)- β -karyofilen, osimen, limonen ve β -karyofilen epoksit bileşikleri öne çıkmıştır. Aspirlerde çeşit farkının terpen bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüm örneklerde en baskın terpen bileşiği olarak (*E*)- β -karyofilen bulunmuş ve bu bileşiğin en yüksek miktarları sırasıyla Balcı, Hasankendi ve Olas çeşitlerinde belirlenmiştir. Bu bileşiğin, daha önce yapılan çalışmalarda aspir bitkisinin önemli bileşikleri arasında bulunduğu bildirilmiştir (Choi ve ark., 2004). Siklobütan halkasına sahip bisiklik bir seskiterpen olan (*E*)- β -karyofilen, birçok bitkinin esansiyel yağında önemli miktarda bulunmaktadır (Chaubey, 2012). (*E*)- β -karyofilen bileşiğini aspir örneklerinde osimen ve limonen bileşiği izlemiştir. Her iki bileşik de monoterpen yapıdadır ve yapılan çalışmalarda aspirin yanı sıra limon ve portakal gibi turunçgil meyvelerinde ürünlerinde yaygın olarak ve ayrıca temel uçucu bileşen olarak bildirilmiştir (Wang ve ark., 2019). Bahsedilen bu terpenlerin bitkinin zararlılara karşı savunma mekanizmasında da rol aldığı literatürde bildirilmiştir, bu durum bu bileşiklerin örneklere göre farklı miktarda bulunmasını da açıklayabilmektedir.

Çizelge 4.5. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Terpen Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linaz	Hasankendi
<i>Terpenler</i>									
1	1025	Osimen	2175,3±206,05 ^c	4235,6±2,74 ^b	5501,0±164,54 ^a	1739,8±12,39 ^d	880,0±66,09 ^f	1174,8±69,23 ^e	1027,4±48,93 ^f
2	1099	β -Pinen	365,1±28,31 ^c	177,6±0,11 ^e	1174,6±35,13 ^a	232,5±1,66 ^d	BL	49,1±2,89 ^f	505,8±29,1 ^b
3	1111	Sabinen	111,0±2,36 ^c	98,4±0,06 ^d	355,6±10,63 ^b	398,6±2,84 ^a	BL	BL	59,2±3,41 ^e
4	1154	β -Mirsen	122,4±10,73 ^c	446,4±0,29 ^b	1236,7±36,99 ^a	100,7±0,71 ^d	BL	21,5±1,26 ^e	BL
5	1172	Limonen	2374,4±210,09 ^a	1728,2±1,12 ^b	BL	921,8±6,56 ^c	133,0±9,99 ^e	360,6±21,25 ^d	130,5±7,51 ^e
6	1227	α -Terpinen	BL	123,5±0,80 ^a	BL	BL	BL	BL	BL
7	1565	(E)- β -Karyofilen	10340,2±249,00 ^c	783,3±1,41 ^f	11903,6±356,05 ^a	984,4±7,011 ^e	7073,9±531,25 ^d	7227,8±425,94 ^d	10984,8±631,91 ^b
8	1615	(E)- β -Farnesen	101,4±2,44 ^b	BL	BL	BL	137,4±10,32 ^a	BL	BL
9	1677	Germakren B	244,2±5,88 ^b	100,6±0,06 ^d	177,4±5,30 ^c	327,8±2,33 ^a	BL	97,8±5,76 ^d	55,7±3,20 ^e
10	1887	Karyofilen oksit	235,1±5,66 ^b	55,6±0,03 ^e	208,6±6,23 ^c	364,1±2,59 ^a	BL	BL	107,2±6,16 ^d
11	1936	β -Karyofilen epoksit	2897,68±69,78 ^b	451,69±0,29 ^d	3491,27±104,42 ^a	BL	BL	BL	1623,76±93,4 ^c
<i>Toplam</i>			<i>18966,8^b</i>	<i>8200,89^e</i>	<i>24048,8^a</i>	<i>5069,7^f</i>	<i>8224,3^e</i>	<i>8931,6^d</i>	<i>14494,36^c</i>

LRI: Lineer alıkonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur

Alkoller: Alkol bileşikleri, aminoasit parçalanması ve lipoksijenaz yoluyla üretilmektedirler. Gıdalara meyvemsi aromalar vermektedirler. Olgunlaşmaya bağlı olarak etkileri artış göstermektedir. Miktarları çok yüksek olmadığında aromaya olumlu katkı yapmaktadırlar. Alkoller, karbonil bileşiklerin alkole dönüşümü veya mikroorganizmaların faaliyeti sonucu meydana gelebilmektedirler (Reineccius, 2006; Chen ve ark, 2019; Liu ve ark, 2021). Alkoller arasında 1-hekzanol ve 2-hekzanol bileşiklerinin şeker katabolizması sonucu; 3-penten-2-ol'ün yağ asidi oksidasyonu sonucu ve feniletilalkolün ise aminoasit degradasyonu ile oluştuğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir Feniletil alkol bileşiği çiçeksi, gül benzeri kokulardan sorumludur. Daha önce bu bileşiğin birçok meyvede ve alkollü içkilerde bulunduğu, özellikle vişne aromasına çiçeksi ve gül kokuları vermesiyle önemli oranda katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Bir başka önemli alkol olan 3-Penten-2-ol bileşiği guava ve kivi meyvelerinde aroma-aktif bileşik olarak belirlenmiş ve bu meyvelere yeşil, çimen ve plastik kokusu verdiği tespit edilmiştir (Jordan ve ark., 2001)

Çizelge 4.6 incelendiğinde aspir örneklerinde toplamda 10 adet alkol bileşiği tespit edilmiştir. Tüm aspir örneklerinde en baskın alkol bileşiklerinin 3-penten-2-ol, 1-hekzanol ve feniletil alkol olduğu saptanmıştır. Aspir örneklerindeki alkol bileşiklerinin miktarlarının 7343,00-1049,90 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek miktar Göktürk çeşidinde (7343,00 µg/kg), en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde (1049,90 µg/kg) bulunmuştur. Tüm aspir çeşitlerinde 3-Penten-2-ol bileşiğine saptanmıştır. Baskın bileşikler arasında 1-pentanol ve 2,3-bütanediol bileşiği bulunmuştur. Aspirlerde çeşit farkının alkol bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Alkol Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linas	Hasankendi
Alkoller									
12	1155	1-Penten-3-ol	401,8±18,40 ^b	BL	BL	BL	BL	510,2±30,06 ^a	405,0±23,29 ^b
13	1165	3-Penten-2-ol	79,0±3,1 ^e	141,0±0,09 ^a	101,5±3,03 ^c	140,6±1,00 ^a	115,8±8,97 ^b	39,7±2,34 ^f	88,6±5,09 ^d
14	1203	1-Pentanol	651,3±3,72 ^d	BL	1507,9±47,86 ^b	5026,2±35,79 ^a	1076,1±80,82 ^c	701,0±41,31 ^d	249,7±14,37 ^e
15	1291	2-Hekzanol	BL	187,6±0,12 ^d	224,2±6,70 ^b	212,0±1,51 ^c	247,6±18,60 ^a	BL	BL
16	1313	2-Heptanol	BL	207,0±0,13 ^b	212,7±6,36 ^b	775,3±5,52 ^a	168,8±12,68 ^c	BL	BL
17	1343	1-Hekzanol	104,4±7,91 ^e	201,4±0,13 ^c	606,5±18,14 ^a	608,0 ±4,33 ^a	178,5±13,40 ^d	183,7±10,82 ^d	266,4±15,33 ^b
18	1472	4-Tujanol	BL	57,2±0,03 ^a	BL	BL	58,1±4,36 ^a	BL	BL
19	1526	2,3-Bütanediol	161,0±3,87 ^b	189,8±0,12 ^a	BL	BL	131,5±9,88 ^c	66,6±3,92 ^d	BL
20	1578	Linalol	254,9±6,13 ^b	136,6±0,08 ^c	BL	322,9±2,29 ^a	BL	BL	BL
21	1875	Feniletılalkol	132,4±3,18 ^c	130,7±0,08 ^c	275,3±8,23 ^a	258,0±1,83 ^b	BL	44,1±2,60 ^e	83,2±4,78 ^d
22	1951	(E)-β-İyonol	154,2±3,71 ^a	BL	BL	BL	BL	60,7±3,58 ^b	BL
Toplam			1939,0^d	1049,9^g	2928,1^b	7343,0^a	1976,4^c	1606,0^e	1092,9^f

LRI: Lineer alıkonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur

Asitler: Aspir çeşitlerindeki asit bileşikleri ve miktarları Çizelge 4.7 de verilmiştir. Aspir örneklerinde asit bileşiği miktarının 46168,40 ile 13187,20 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiş ve en yüksek miktarın Balcı çeşidinde (46168,40 µg/kg) bulunurken en düşük miktarın ise Dinçer çeşidinde (13187,20 µg/kg) bulunduğu saptanmıştır.

3-Metil-bütanoik asit, asetik asit, bütanoik asit, oktanoik asit ve nonanoik asit bileşiklerinin tüm aspir çeşitlerinde bulunduğu saptanmıştır. Aspir örneklerine karakteristik aromayı veren baskın asit bileşiği 3-metil-bütanoik asit olmuştur. Aspirlerde çeşit farkının asit bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Asit Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linas	Hasankendi
Asitler									
23	1420	Asetik asit	2122,7±51,11 ^d	804,9±0,52 ^e	5701,0±170,52 ^a	3468,4±27,70 ^b	514,6±38,65 ^f	2659,8±156,74 ^c	219,8±12,64 ^g
24	1546	İzobütirik asit	981,8±23,64 ^b	710,1±0,46 ^d	BL	1130,6±8,05 ^a	413,2±31,03 ^e	420,1±24,76 ^e	764,2±43,96 ^c
25	1601	Bütanoik asit	322,0±7,75 ^b	198,9±0,12 ^c	796,1±23,81 ^a	180,3±1,28 ^d	163,0±12,24 ^e	202,0±11,90 ^c	97,8±5,63 ^f
26	1643	3-Metil-bütanoik asit	23275,00±560,50 ^f	8108,9±5,26 ^e	36849,3±1102,21 ^a	7211,0±51,35 ^e	10971,7±824,03 ^d	13927,6±820,77 ^c	21516,8±1237,78 ^b
27	1707	Pentanoik asit	52,5±1,26 ^a	28,9±0,01 ^c	46,7±1,39 ^b	BL	BL	25,6±1,51 ^d	BL
28	1735	(E)-2-Bütanoik asit	64,7±1,55 ^b	20,41±0,01 ^d	100,2±2,99 ^a	BL	17,9±1,34 ^e	25,1±1,48 ^c	BL
29	1814	2-Metil- 2-bütanoik asit	1626,4±39,16 ^b	BL	2131,0±63,74 ^a	BL	BL	187,9±11,07 ^d	1029,1±59,20 ^c
30	2030	Oktanoik asit	354,6±8,54 ^d	583,0±0,37 ^c	362,0±10,82 ^d	187,1±1,33 ^e	764,3±57,40 ^b	175,1±10,31 ^e	1542,5±88,73 ^a
31	2135	Nonanoik asit	506,0±12,18 ^d	2732,1±1,77 ^b	182,1±5,44 ^e	133,0±0,94 ^{ef}	1888,8±141,86 ^c	55,3±3,26 ^f	4072,4±234,27 ^a
32	2240	Dekanoik asit	155,0±3,73 ^b	BL	BL	BL	BL	12,8±0,75 ^c	759,06±43,66 ^a
Toplam			29460,7^c	13187,2^d	46168,4^a	13994,3^f	14733,5^e	17691,3^d	30001,7^b

LRI: Lineer alıkonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur

Aldehitler: Aldehit bileşikleri, aminoasitlerin parçalanması sonucunda (Stecker degradasyonu) oluşmaktadır. Bu bileşikler, birden fazla gıdada (şarap, kahve, kavrulmuş fıstık ve çay gibi) aromaya etki etmektedirler. Gıdalara çiçeksi, meyvemsi, tatlı, yağmsı, yeşil, maltsı aromalar kazandırmaktadırlar. Uygulanan işleme bağlı olarak etkileri değişebilmektedir (Alasalvar ve ark,2012; Du ve ark,2014).

Çizelge 4.8 incelendiğinde aspir örneklerindeki aldehit bileşiklerinin miktarlarının 4390,30 ile 2248,50 µg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek aldehit bileşiği miktarının Olas çeşidinde (4390,30 µg/kg) olduğu belirlenirken, en düşük miktarın ise Balcı çeşidinde (2248,50 µg/kg) olduğu belirlenmiştir. Hekzanal ve (E,E)-2,4-Dekadienal gibi aldehitlerin doymamış yağ asitlerinin oksidatif bozunması sonucu oluştuğu ve düşük koku eşik değerleri nedeniyle meyvelerin aromasına katkıda bulunma olasılıklarının yüksek olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Buttery, 2010). Benzaldehitin ise benzil alkolün dehidrojenaz enzimleri ile indirgenmesi veya şikimik asit yolu ile oluştuğu bildirilmiştir. Tüm aspir çeşitlerinde aromaya katkıda bulunan baskın aldehit bileşiğinin hekzanal olduğu saptanmıştır. 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 (Fiscor ve ark, 2013). (E,E)-2,4-Dekadienal bileşiğinin narenciye, portakal veya greyfurt kokuları verdiği bilinmektedir (Du ve ark, 2014). Aspirlerde çeşit farkının asit bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Çizelge 4.8. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Aldehit Bileşikleri ve Miktarları (µg/kg)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linas	Hasankendi
Aldehitler									
33	1079	Hekzanal	2053,1±154,36 ^a	1372,3±0,89 ^d	1133,5±33,90 ^e	1340,9±9,55 ^d	1738,5±130,58 ^b	1577,9±92,98 ^c	2169,5±124,80 ^a
34	1201	2-Hekzanal	1944,1±25,81 ^a	709,8±0,46 ^e	1024,6±30,64 ^d	BL	1271,9±95,52 ^c	1701,8±100,28 ^b	1254,7±72,18 ^c
35	1432	(E,E)-2,4-Heptadienal	133,4±3,21 ^e	180,6±0,11 ^d	BL	1893,0±13,48 ^a	216,7±16,7 ^b	203,6±12,00 ^c	90,5±5,2 ^f
36	1481	Benzaldehit	173,0±4,16 ^e	214,3±0,13 ^d	BL	BL	266,4±20,01 ^c	296,0±17,44 ^b	352,0±20,25 ^a
37	1724	(E,E)-2,4-Dekadienal	86,3±2,07 ^b	32,0±0,02 ^d	90,4±2,70 ^b	90,7±0,64 ^b	60,2±4,52 ^c	86,9±5,12 ^b	110,6±6,36 ^a
Toplam			4390,3^a	2509^f	2248,5^g	3324,6^d	3553,7^e	3236,2^e	3977,3^b

LRI: Lineer alikonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur

Ketonlar: Çizelge 4.9 incelendiğinde aspir örneklerinde 4 adet keton bileşiği bulunmuştur. Aspir örneklerinde bulunan keton bileşiklerinin toplam miktarlarının 3774,00 ile 742,90 µg/kg arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek miktarın Olas çeşidinde (3774,00 µg/kg), en düşük miktarın ise Linas çeşidinde (742,90 µg/kg) olduğu tespit edilmiştir. Tüm aspir örneklerinde aspir aromasına karakteristik bir koku kazandıran baskın keton bileşiğinin asetoin bileşiği olduğu saptanmıştır. Aspirlerde çeşit farkının keton bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Asetoin bileşiğinin yoğun bir kremamsı, yağlı ve tereyağı kokusu verdiği ve yoğurt gibi süt ürünlerinin temel aroma-aktif bileşeni olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşiğin kavun meyvesinin karakteristik kokusuna katkıda bulunduğu yakın zamanda saptanmıştır (Ott ve ark, 1997). Asetoin bileşiğinin daha önce taze nar suyunda da bulunduğu bildirilmiştir (Vazquez-Araújo ve ark, 2010). Önceki çalışmalar incelendiğinde asetoin genellikle yoğurt gibi süt ürünlerinin aroma-aktif bileşikleri arasında olduğu görülmektedir. Asetoin, margarini tatlandırmak için kullanılan tereyağı aromasının karakteristik bir unsurudur ve laktik asit fermentasyonlarının bir yan ürünü olarak elde edilebilir. Keçi peynirinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bunun yanı sıra guava meyvesinde tereyağı, asidik, keskin bir koku muzda bütirik asit kokusu, kiraz şarabında ise yağsı bir koku verdiği belirtilmiştir (Jordan ve ark, 2001).

Çizelge 4.9. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Keton ve Miktarları (µg/kg)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linaz	Hasankendi
Ketonlar									
38	1897	β-Iyonon	145,9±3,51 ^d	55,4±0,03 ^b	250,8±7,50 ^b	364,1±2,59 ^a	189,35±14,22 ^c	BL	109,0±6,27 ^e
39	2060	(E)-Isolongifolanon	45,9±1,10 ^b	BL	55,9±1,67 ^a	BL	BL	BL	BL
40	1264	Asetoin	3582,2±48,94 ^a	979,9±0,63 ^d	1600,1±47,86 ^c	460,8±3,28 ^f	2062,0±154,86 ^b	637,6±37,50 ^e	714,1±41,08 ^e
41	1501	Metilasetoin	81,8±1,97 ^d	316,0±0,25 ^a	BL	150,7±1,07 ^b	156,5±11,75 ^b	105,3±6,20 ^c	99,7±5,73 ^c
Toplam			3774,0^a	1351,3^d	1906,8^c	975,6^e	2408,0^b	742,9^d	922,8^f

LRI: Lineer alıkonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur

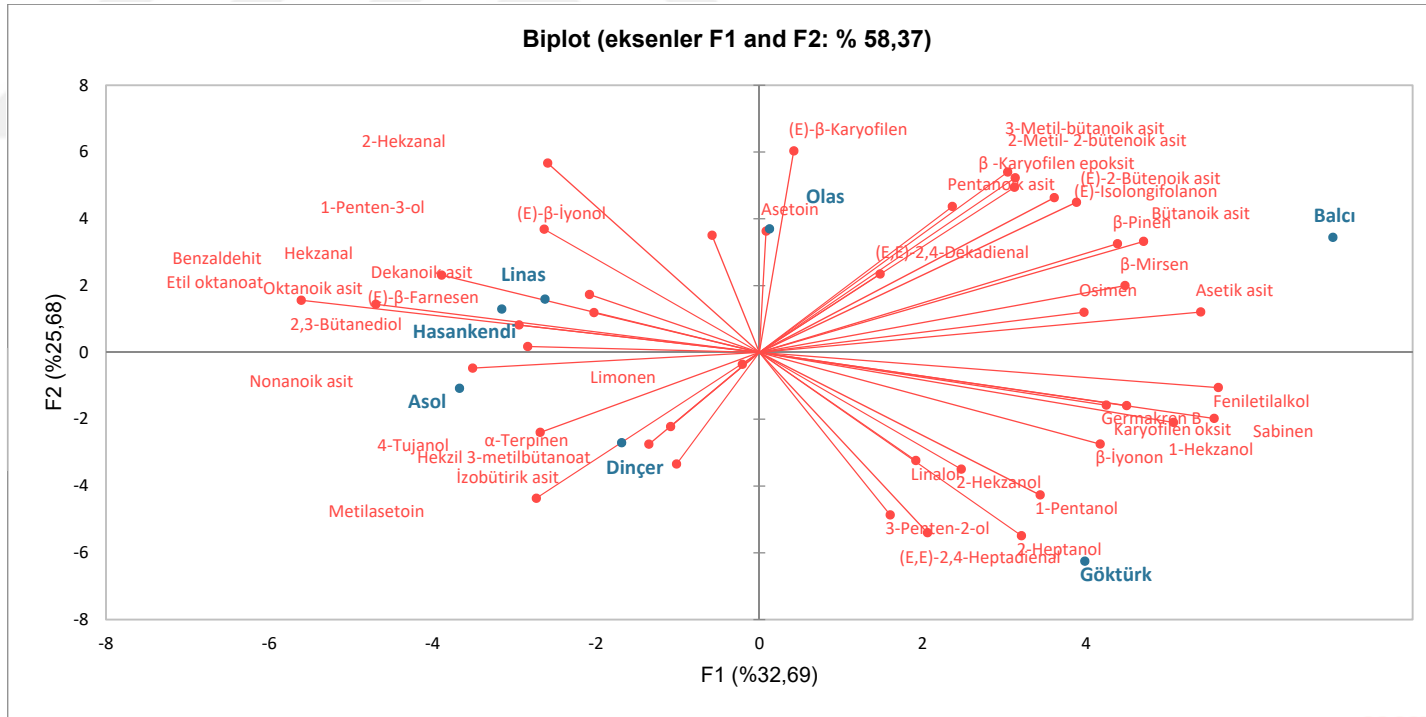
Esterler: Ester bileşikleri, gıdalara çiçek benzeri ve meyvemsi kokuları veren önemli aroma bileşikleridir. Yağ asitlerinin β -oksidasyonu sonucu ya da aminoasit metabolizmasından sentezlenmektedirler (Belitz ve ark, 2009). Bazı enzimlerin (alkol asit transferaz ve alkol dehidrojenaz) de ester oluşumunda etkili olduğu bilinmektedir.

Çizelge 4.10 incelendiğinde aspir örneklerinde iki adet ester bileşiğinin bulunduğu ve toplam ester bileşiği miktarının 570,40 ile 135,50 μ /kg arasında değıştiğı, en yüksek miktarın Asol çeşidinde (570,40 μ /kg) olduğu en düşük miktarın ise Dinçer çeşidinde (135,50 μ /kg) olduğu tespit edilmiştir. Balcı çeşidinde ester bileşiğine rastlanmamıştır.

Çizelge 4.10. Aspir Örneklerinde Tanımlanan Ester ve Miktarları ($\mu\text{g/kg}$)

NO	LRI	Bileşikler	Olas	Dinçer	Balcı	Göktürk	Asol	Linas	Hasankendi
Esterler									
42	1372	Etil oktanoat	179,3 $\pm$ 4,31 ^c	94,0 $\pm$ 0,06 ^e	BL	BL	367,1 $\pm$ 27,57 ^a	283,0 $\pm$ 16,68 ^b	136,2 $\pm$ 7,83 ^d
43	1816	Hekzil 3-metilbütanoat	95,4 $\pm$ 2,29 ^d	41,5 $\pm$ 0,02 ^e	BL	288,8 $\pm$ 2,05 ^b	202,3 $\pm$ 15,19 ^c	BL	369,7 $\pm$ 21,27 ^a
Toplam			274,7^e	135,5^f	BL	288,8^c	570,4^a	283,0^d	505,9^b

LRI: Lineer alıkonulma indeksi; BL: Bulunamadı; Aynı satırda farklı harflerle verilen ifadeler Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Temel bileşen analizi (PCA) çok değişkenli veri setlerini temel bileşenler sayısına azaltarak analiz etmekte sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada, yedi farklı aspir çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) aroma bileşiklerinin PCA ikili grafiği elde edilmiştir. PCA analizinde birinci bileşen (F1) toplam değişkenliği en çok açıklayan değişkendir. İkinci bileşen (F2) kalan değişkenliği en çok açıklayan değişkendir. Uygulanan PCA analizi sonucunda, birinci bileşen toplam değişkenliğin %32,69' unu ikinci bileşen kalan değişkenliğin %25,68 'ini açıklamaktadır. Elde edilen ikili grafikte görüldüğü aspir örnekleri aroma bileşiklerine göre grafiğin farklı bölgelerinde gruplanmıştır. Olas çeşidi, asetoin ve (*E*)- β -karyofilen bileşikleri ile; Dinçer çeşidi, limonen, α -terpinen ve izobütirik asit bileşikleri ile; Balcı çeşidi, asetik asit, β -karyofilen epoksit, (*E,E*)-2,4-dekadienal bileşikleri ile; Göktürk çeşidi, 3-penten-2-ol, feniletanol ve 1-hekzanol bileşikleri ile; Asol çeşidi, limonen ve nonanoik asit bileşikleri ile; Linas çeşidi, 1-penten-3-ol, 2-hekzanal ve (*E*)- β -iyonol ile; Hasankendi çeşidi, hekzanal, oktanoik asit, 2,3-bütanediol ve benzaldehit bileşikleri ile karakterize olmuştur (Şekil 8).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen yedi farklı aspir çeşidinin (Olas, Dinçer, Balcı, Göktürk, Asol, Linas ve Hasankendi) stigmalarının aroma bileşikleri analizinin yanı sıra renk, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite (ABTS ve DPPH yöntemiyle) analizleri yapılmıştır. Aroma maddeleri analizinde purge and trap yöntemiyle ekstraksiyon yapılmış ve tanımlamalar GC-MS cihazında yapılmıştır. Çeşit farkının renk, toplam fenol, antioksidan aktivite ve aroma üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir:

- Aspir örneklerinin aroma analizlerinde purge and trap yöntemi kullanılmış ve GC-MS cihazıyla tanımlamalar yapılmıştır. Aspir stigmalarına karakteristik aromayı kazandıran aroma bileşik grupları terpenler, alkoller, asitler, aldehitler, ketonlar ve esterler olmuştur. Aroma bileşiklerinin tanımlanmasında kütle spektroskopisinin kütüphanesinden, aroma maddeleri standartlarından ve alıkonma indisi değerlerinden yararlanılmıştır. Toplamda 43 adet aroma bileşiği belirlenmiştir. 11 adet terpen, 11 adet alkol, 10 adet asit, 5 adet aldehit, 4 adet keton ve 2 adet ester bileşikler tespit edilmiştir.
- Aspir örneklerinin stigmalarında baskın aroma bileşikler osimen, limonen, (*E*)- β -karyofilen, hekzanal, asetoin, 3-metil-bütanoik asit ve 2,3-bütanediol olarak tespit edilmiştir. Limonen bileşiğinin turuncgil ve meyvemsi koku; (*E*)- β -karyofilen bileşiğinin baharatımsı ve odunsu koku; hekzanal bileşiğinin yeşilimsi koku; asetoin bileşiğinin yağsı kokular; 2,3-bütanediol bileşiğinin tatlı ve nemli kokular kazandırdığı belirlenmiştir.
- Aroma bileşikler bakımından en yüksek miktar Balcı çeşidinde

belirlenirken, en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde belirlenmiştir. Terpenler ve asitler açısından en zengin çeşit Balcı çeşidi olurken, aldehit ve ketonlar bakımından Olas çeşidi, alkoller açısından Göktürk çeşidi ve esterler açısından Asol çeşidi olmuştur. Aspir örneklerindeki aroma miktarlarının 77300,60-26443,80 µg/kg arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek miktar Balcı çeşidinde (77300,60 µg/kg), en düşük miktar ise Dinçer çeşidinde (26443,80 µg/kg) tespit edilmiştir. Aspirlerde çeşit farkının aroma bileşikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

- Renk analizleri sonucunda, parlaklığı ifade eden L* değerlerinin 49,72 ile 65,59 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek L* değerinin Hasankendi çeşidinde (65,59) olduğu, en düşük L* değerinin ise Dinçer çeşidinde (49,72) olduğu saptanmıştır. Kırmızı rengi ifade eden a* değerlerinin ise 13,05 ile 20,04 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek a* değerinin Dinçer çeşidinde (20,04), en düşük a* değerinin ise Balcı çeşidinde (13,05) olduğu tespit edilmiştir. Sarı rengi ifade eden b* değerleri incelendiğinde ise değerlerin 17,34 ile 44,4 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek b* değerinin Hasankendi çeşidinde (44,4), en düşük b* değerinin ise Dinçer çeşidinde (17,34) olduğu belirlenmiştir.
- Toplam fenolik madde içeriği GAE eşdeğeri cinsinden 1965,73 ile 899,55 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek toplam fenolik madde içeriğinin GAE cinsinden Hasankendi çeşidinde (1965,73 mg/kg), en düşük toplam fenolik madde içeriğinin ise GAE cinsinden Olas (899,55 mg/kg) çeşidinde olduğu tespit edilmiştir.
- Antioksidan kapasite değerleri TE cinsinden ABTS yönteminde 14307,10-6905,16 µM/kg aralığında; DPPH yönteminde ise TE cinsinden 2307,00-1527,00 µM/kg aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasite değeri Hasankendi çeşidinde (ABTS yönteminde TE

cinsinden 14307,1 $\mu\text{M/kg}$, DPPH yönteminde TE cinsinden 2307 $\mu\text{M/kg}$) bulunurken en düşük antioksidan kapasite değeri ABTS yönteminde Olas çeşidinde (TE cinsinden 6905,16 $\mu\text{M/kg}$), DPPH yönteminde Linas çeşidinde (TE cinsinden 1527 $\mu\text{M/kg}$) bulunmuştur.

Çeşit farkının başta aroma bileşikleri olmak üzere renk, toplam fenol ve antioksidan aktivite gibi bazı kalite parametreleri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Yedi farklı aspir çeşidinin stigmalarının aroma bileşikleri ülkemizde ilk kez belirlenmiştir. Bu yönüyle çalışma özgün bir değer kazanmıştır. Ancak aspir örneklerinde aromaya doğrudan katkı yapan aroma-aktif bileşiklerin daha sonra yapılacak çalışmalarda belirlenmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Alasalvar, C., Topal, B., Serpen, A., Bahar, B., Pelvan, E., Gokmen, V., 2012. Flavor characteristics of seven grades of black tea produced in Turkey. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 60(25):6323-6332.
- Arslan, B., Çakır, H., Culpan, E. (2019). Yeni geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin bazı özellikleri bakımından karşılaştırılması. 2.
- Anonymous 2020. <https://knoema.com/FAOPRDSC2020/productionstatistics-crops-crops-processed>.
- Atakişi, İ., 1980. Çukurova’da yağ bitkileri üretimi ve sorunları. Soya, Kolza, Aspir. Panel (4-5 Eylül 1980), 132-133.
- Aydeniz, B., Güneşer, O., Yılmaz, E., 2014. Physico-chemical, sensory and aromatic properties of cold press produced safflower oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 91(1), 99-110.
- Babaoğlu, M., 2007. Aspir ve tarımı. Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, Edirne.
- Bacchetti, T., Morresi, C., Bellachioma, L., Ferretti, G., 2020. Antioxidant and pro-oxidant properties of *Carthamus tinctorius* L., hydroxy safflor yellow A, and safflor yellow A. Antioxidants, 9(2), 119.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P., 2009. Coffee, tea, cocoa. Food Chemistry, 938-970.
- Binder, R. G., Benson, M. E., Flath, R. A., 1990. Volatile components of safflower. Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 38(5), 1245-1248.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Antioxidative activity of phenolic composition of commercial extracts of sage and rosemary, LWT, 28, 25–30.
- Buttery, R. G., 2010. Volatile aroma/flavor components of raisins (dried grapes). Handbook of fruit and vegetable flavors, 549.

- Buyukkurt, O. K., Guclu, G., Barutcular, C., Selli, S., Kelebek, H., 2021. LC-MS/MS fingerprint and simultaneous quantification of bioactive compounds in safflower petals (*Carthamus tinctorius* L.). *Microchemical Journal*, 171, 106850.
- Chakradhari, S., Perkins, I., Mišina, I., Sipeniece, E., Radziejewska-Kubzdela, E., Grygier, A., Górnaś, P., 2020. Profiling of the bioactive components of safflower seeds and seed oil: Cultivated (*Carthamus tinctorius* L.) vs. wild (*Carthamus oxyacantha* M. Bieb.). *European Food Research and Technology*, 246(3), 449-459.
- Chaubey, M. K., 2012. Acute, lethal and synergistic effects of some terpenes against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ecologia Balkanica*, 4(1).
- Chen, X., Chen, D., Jiang, H., Suna, H., Zhang C., Zhaob, H., 2019. Aroma characterization of Hanzhong black tea (*Camellia sinensis*) using solid phase extraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry and olfactometry and sensory analysis. *Food Chemistry*. 274:130-136.
- Choi, S. H., Im, S. I., Jang, E. Y., Cho, Y. S., 2004. Volatile components of flower and seed of safflower. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 36(2), 196-201.
- Dai, Y., Verpoorte, R., Choi, Y. H., 2014. Natural deep eutectic solvents providing enhanced stability of natural colorants from safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Food Chemistry*, 159, 116-121.
- Delshad, E., Yousefi, M., Sasannezhad, P., Rakhshandeh, H., Ayati, Z., 2018. Medical uses of *Carthamus tinctorius* L.(safflower): a comprehensive review from traditional medicine to modern medicine. *Electronic Physician*, 10(4), 6672.

- Du, L., P., Li, J., X., Li, W., Li, Y., F., Li, T., Xiao, D., G., 2014. Characterization of volatile compounds of pu-erh tea using solid-phase microextraction and simultaneous distillation-extraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry. *Food Research International*, 57:61-70.
- 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.
- Emongor, V., 2010. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: a review. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(6), 299-306.
- Ergönül, P. G., Özbek, Z. A., 2018. Identification of bioactive compounds and total phenol contents of cold pressed oils from safflower and camelina seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2313-2323.
- Esendal, E., Arslan, B., Paşa, C., 2008. Effect of winter and spring sowing on yield and plant traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In 7th International Safflower Conference Wagga Wagga, Australia.
- Fan, L., Zhao, H. Y., Xu, M., Zhou, L., Guo, H., Han, J., ... Guo, D. A., 2009. Qualitative evaluation and quantitative determination of 10 major active components in *Carthamus tinctorius* L. by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detector. *Journal of Chromatography A*, 1216(11), 2063-2070.
- FAOSTAT, 2018. FAO Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (erişim tarihi: 01 Mart 2020).
- Farag, M. A., Hegazi, N., Dokhalahy, E., & Khattab, A. R., 2020. Chemometrics based GC-MS aroma profiling for revealing freshness, origin and roasting indices in saffron spice and its adulteration. *Food Chemistry*, 331, 127358.
- Fiscor, E., Szentmihályi, K., Lemberkovics, E., Blazovics, A., Balázs, A., 2013. Analysis of *Ficus carica* L. – Volatile Components and Mineral Content. *European Chemical Bulletin*, 2, 126-129.

- Gobato, R., Gobato, A., Fedrigo, F. G., 2015. Molecular electrostatic potential of the main monoterpenoids compounds found in oil lemon Tahiti- (*Citrus Latifolia var Tahiti*). Parana Journal of Science and Education, v.1, n.1.
- Gomashe, S. S., Ingle, K. P., Sarap, Y. A., Chand, D., Rajkumar, S., 2021. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.): An underutilized crop with potential medicinal values. Annals of Phytomedicine, 10(1), 242-248.
- He, J., Yang, Y. N., Jiang, J. S., Feng, Z. M., Zhang, P. C., 2014. Saffloflavonesides A and B, Two Rearranged Derivatives of Flavonoid C-glycosides with a Furan–Tetrahydrofuran Ring from *Carthamus tinctorius* L. Organic Letters, 16(21), 5714-5717.
- Hiramatsu, M., Igarashi, K., Suzuki, J., Murakami, A., Oikawa, A., Takahashi, T., 2017. Composition And Radical Scavenging Activity Of Polyphenols Present In Petals And Young Leaves Of Mogami-Benibana (Safflower, *Carthamus tinctorius* L.). Current Topics in Nutraceutical Research, 15(1).
- Hussain, M. I., Lyra, D. A., Farooq, M., Nikoloudakis, N., Khalid, N., 2016. Salt and drought stresses in safflower: a review. Agronomy For Sustainable Development, 36(1), 4.
- Jia, L. H., Liu, Y., & Li, Y. Z., 2011. Rapid determination of volatile constituents in safflower from Xinjiang and Henan by ultrasonic-assisted solvent extraction and GC–MS. Journal of Pharmaceutical Analysis, 1(3), 213-218.
- Jin, Y., Zhang, X. L., Shi, H., Xiao, Y. S., Ke, Y. X., Xue, X. Y., Liang, X. M., 2008. Characterization of C-glycosyl quinochalones in *Carthamus tinctorius* L. by ultraperformance liquid chromatography coupled with quadrupole-time-of-flight mass spectrometry. Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry, 22(8), 1275-1287.

- 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 (GCO). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(10), 4813-4817.
- Kesen, S., Selli, S. 2012. Zeytinyağı Aroma Maddeleri Ekstraksiyonunda Kullanılacak Çözgenin Temsili Testlerle Belirlenmesi. *Zeytin Bilimi*, 3(2), 99-106.
- Kıllı F., 2007. Yağ ve Yakıt Olarak Aspir. *Biyoyakıt Dünyası*, Şubat 2007, Sayı: 7, 60-63
- Kıralan, M., & Ramadan, M. F., 2016. Volatile oxidation compounds and stability of safflower, sesame and canola cold-pressed oils as affected by thermal and microwave treatments. *Journal of Oleo Science*, 65(10), 825-833.
- Kuşoğlu, E., 2015. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bileşiklerinin ve Antioksidan Aktivitesinin Tayini (Doctoral Dissertation, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Le Guen, S., Prost, C., Demaimay, M., 2000. Critical comparison of three olfactometric methods for the identification of the most potent odorants in cooked mussels (*Mytilus edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1307-1314.
- Lee, Y. C., Oh, S. W., Chang, J., Kim, I. H., 2004. Chemical composition and oxidative stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chemistry*, 84(1), 1-6.
- Lim, S. Y., Hwang, J. Y., Yoon, H. R., Paik, Y. S., 2007. Antioxidative phenolics from the petals of *Carthamus tinctorius* L. *Journal Of Applied Biological Chemistry*, 50(4), 304-307.
- Liu, H., Xu, Y., Wu, J., Wen, J., Yu, Y., An, K., & Zou, B. (2021). GC-IMS and olfactometry analysis on the tea aroma of Yingde black teas harvested in different seasons. *Food Research International*, 150, 110784.
- Mayol, A. R., Acree, T. E., 2001. *Advances in Gas Chromatography-Olfactometry*.

- 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.
- Özdemir, F. A., Aymelek, F., Karataş F., 2011. Aspir (*Carthamus Persicus* Wild) Bitkisinde Redükte, Okside Glutasyon ile A, C, E Vitamini ve β -karoten Miktarlarının Araştırılması. *Firat University Journal of Science*, 23(2).
- 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 β -damascenone in aroma formation in fig liquors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(15), 5254-5270.
- Pan, J., Xia, X. X., & Liang, J. (2008). Analysis of pesticide multi-residues in leafy vegetables by ultrasonic solvent extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(1), 25-32..
- Reineccius, G. A., 2006. Flavor technology. In: *Flavour chemistry and technology*. 2nd ed. Boca Raton, EEUU: CRC Press. p 201-463.
- Ren, C. X., Wu, Y. Y., Tang, X. H., Hu, J., Chen, J., Wu, Q. H., Pei, J., 2017. Safflower's origin and changes of producing areas. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica*, 42(11), 2219-2222.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., López-Tamames, E., Galassi, S., Buxaderas, S., 2004. Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87(4), 627-637.
- Saafi E. B., Arem A. E., 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, 2314–2319.

- Sabzalain, M. R., Saeidi, G., Mirlohi, A., 2008. Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(8), 717-721.
- Salem, N., Msaada, K., Hamdaoui, G., Limam, F., Marzouk, B., 2011. Variation in phenolic composition and antioxidant activity during flower development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4455-4463.
- Sales, R. L., Costa, N. M. B., Monteiro, J. B. R., Peluzio, M. D. C. G., Coelho, S. B., Oliveira, C. G. D., Mattes, R., 2005. The effects of peanut, safflower, and olive oil on body composition, energy metabolism, lipid profile and food intake of eutrophic, normolipidemic subjects. *Revista de Nutrição*, 18(4), 499-511.
- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., Saura-Calixto, F., 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276.
- Scwab, W., Rikanati, R., D., Lewinshon, E., 2008. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *The Plant Journal*, 54:712-732.
- Selli, S. ve Kelebek, H., 2011. Aromatic profile and odour-activity value of blood orange juices obtained from moro and sanguinello (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Industrial Crops and Productions*, 33:727-733.
- Selli, S., Canbas, A., Varlet, V., Kelebek, H., Prost, C., Serot, T., 2008. Characterization of the most odor-active volatiles of orange wine made from a Turkish cv. Kozan (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(1), 227-234.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

- TÜİK, 2018. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, yağlı tohumlar
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim tarihi: 9 Nisan 2019.
- Turgumbayeva, A. A., Ustenova, G. O., Yeskalieva, B. K., Ramazanova, B. A., Rahimov, K. D., Aisa, H., Juszkievicz, K. T., 2018. Volatile oil composition of *Carthamus Tinctorius* L. flowers grown in Kazakhstan. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 25(1), 87-89.
- Uçkun, O., Selli, S., 2012. Kayseri İli Çiçek Balının Aroma Maddeleri Bileşimi. *Gıda*, 37(3), 157-164.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbaş, S. 2006. Isparta popülasyonundan geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 52-63.
- Vázquez-Araújo, L., Chambers IV, E., Adhikari, K., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2010). Sensory and physicochemical characterization of juices made with pomegranate and blueberries, blackberries, or raspberries. *Journal of Food Science*, 75(7), S398-S404.
- Vogel, G., 1996. Cholinephosphotransferase and diacylglycerol acyltransferase (substrate specificities at a key branch point in seed lipid metabolism). *Plant Physiology*, 110(3), 923-931.
- Wang, L., Chen, Z., Han, B., Wu, W., Zhao, Q., Wei, C., Liu, W., 2020. Comprehensive analysis of volatile compounds in cold-pressed safflower seed oil from Xinjiang, China. *Food Science and Nutrition*, 8(2), 903-914.
- Wang, P., Ou, S., Peilin, C., 1999. Optimization of conditions for safflower cell culture and accumulation of cellicolous product tocopherols. *Chinese Journal of Biotechnology*, 15(4), 231-237

- Wang, Z., Han, B., Jing, W., Yi, Z., Zhang, Y., Ren, D., Yi, L., 2019. Effects of different steeping temperatures on the leaching of aroma components in black tea by SPME–GC–MS coupled with chemometric method. *Journal of AOAC International*, 102(6):1834-1844.
- Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santiago, J. S., Lemmens, L., Panozzo, A., Grauwet, T., Hendrickx M., Van Loey, A. V., 2015. Colour and carotenoid changes of pasteurized orange juice during storage. *Food Chemistry*, 171, 330–340.
- Yeloojeh, K. A., Saeidi, G., Sabzalian, M. R., 2020. Drought stress improves the composition of secondary metabolites in safflower flower at the expense of reduction in seed yield and oil content. *Industrial Crops and Products*, 154, 112496.
- Yu, S. Y., Lee, Y. J., Kim, J. D., Kang, S. N., Lee, S. K., Jang, J. Y., Lee, O. H., 2013. Phenolic composition, antioxidant activity and anti-adipogenic effect of hot water extract from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Nutrients*, 5(12), 4894-4907.
- Yu, Y., Yang, B., Zhou, T., Zhang, H., Shao, L., Duan, G., 2007. Rapid determination of volatile constituents in safflower by microwave distillation and simultaneous solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry. *Annali di Chimica: Journal of Analytical, Environmental and Cultural Heritage Chemistry*, 97(10), 1075-1084.
- Zheng, J. B., Liu, X. X., Zhou, Y. Z., Suo, Z. R., 2007. Simultaneous determination of five phenolic compounds in dried flowers by LC using DAD combined electrochemical detection. *Chromatographia*, 65(11-12), 707-712.



ÖZGEÇMİŞ

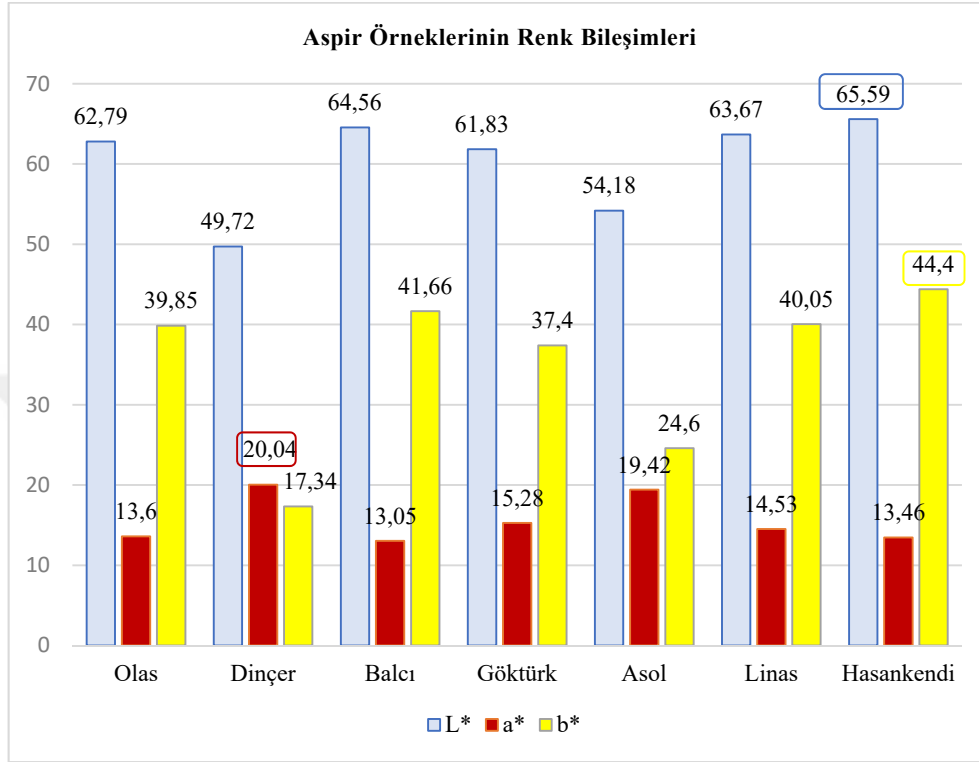
Bekir SAFKAN İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2019 yılında bu bölümden derece ile mezun oldu. 2019 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2021 yılında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde halen sürdürmekte olduğu araştırma görevlisi kadrosuna atandı ve yüksek lisans öğrenimine Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalında devam etti.



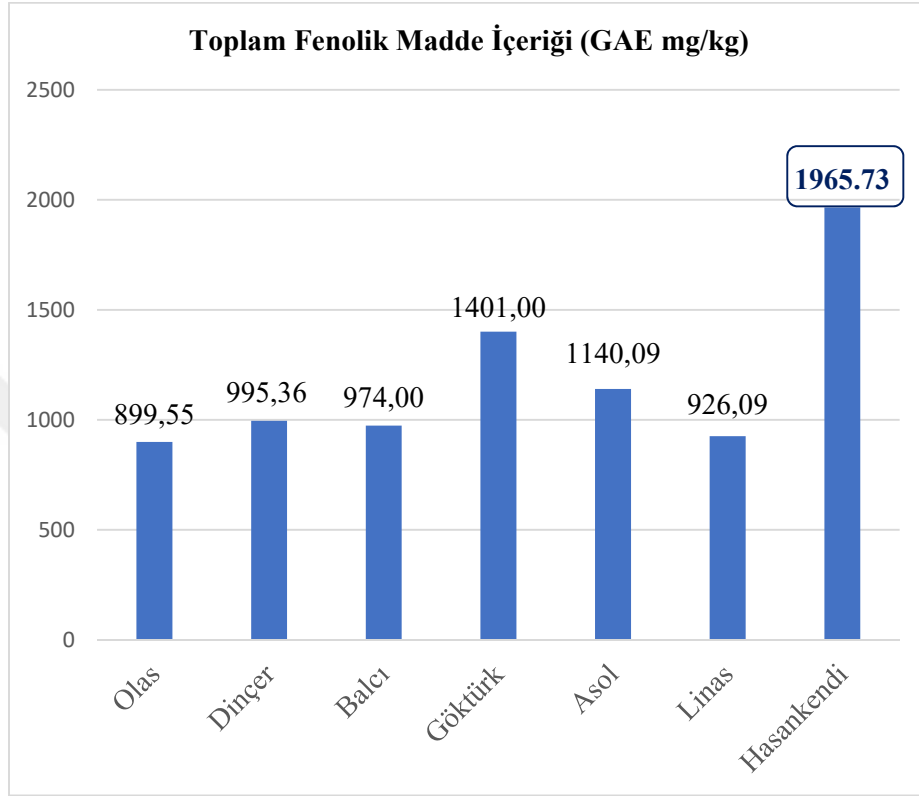
EKLER



Ek 1. Aspir Örneklerinin Renk Bileşimleri



Ek 2. Aspir Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçeriği Değerleri



Ek 3. Aspir Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

