

Uzun elma genotipinin antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi ile mutajenik etki değeri üzerine yetiştiricilik bölgesinin etkisi

Effect of growing region on antioxidant and antibacterial activity and mutagenic effect of Uzun apple genotype

Zehra Tuğba MURATHAN^{*1,a}, Mehmet ARSLAN^{2,b}, Nurcan ERBİL^{3,c}

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 44200, Malatya

²Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, 75000, Ardahan

³Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Hemşirelik Bölümü, 75000, Ardahan

• Geliş tarihi / Received: 02.08.2021

• Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 28.11.2021

• Kabul tarihi / Accepted: 12.12.2021

Öz

Bu çalışmada Kars ilinin Kağızman ilçesi ve Gürcistan'ın Ahıska şehrinde yetiştirilen Uzun elma çeşidinin bazı biyoaktif bileşenleri, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ile mutajenik etki değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda Kağızman örneğinde toplam fenolik madde ve toplam flavanoid madde içerikleri 93.66 mg GAE/100g ve 15.87 mg EC/100g iken Ahıska örneğinde sırasıyla 76.99 mg GAE/100g ve 10.89 mg EC/100g olarak belirlenmiştir. Genotiplerin antioksidan aktivite değerleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). ABTS ve DPPH radikali süpürücü aktivite ile FRAP değerleri sırasıyla Kağızman ve Ahıska genotiplerinde % 66.86, 60.93; % 70.97, 72.57 ve 870.81, 874.45 $\mu\text{mol Fe II/g}$ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki genotipin ekstraktında da sadece *Escherichia coli* ATCC 8739'ye karşı antibakteriyel etki tespit edilmiş, bunun dışındaki test bakterileri için etki belirlenmemiştir. Ekstraktların denenen dozlarında TA98 ve TA100 suşlarında mutajen etki bulunmamıştır. Sonuç olarak yetiştiricilik bölgesi farklılığının sadece toplam fenolik ve flavanoid madde miktarlarında etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Antibakteriyel etki, Antioksidan etki, Uzun elma, Fenolik madde, Mutajen etki

Abstract

*In this study, some bioactive components, antioxidant and antibacterial properties and mutagenic effect values of Uzun apple variety grown in Kağızman district of Kars province and Ahıska city of Georgia were investigated. As a result of the study, total phenolic and total flavonoid contents in Kağızman sample were determined as 93.66 mg GAE/100g and 15.87 mg EC/100g, while in Ahıska sample it was determined as 76.99 mg GAE/100g and 10.89 mg EC/100g, respectively. There was no significant difference between the antioxidant activity values of the genotypes ($p>0.05$). ABTS and DPPH radical scavenging activity and FRAP values in Kağızman and Ahıska genotypes were determined as 66.86 and 60.93%; 70.97 and 72.57%; 870.81 and 874.45 $\mu\text{mol Fe II/g}$, respectively. When the results were examined, an antibacterial effect was detected only against *Escherichia coli* ATCC 8739 in the extracts of both genotypes, and no effect was determined for the other test bacteria. No mutagenic effect was found in TA98 and TA100 strains at the tested doses of the extracts. As a result, it was determined that the difference in the growing region was effective only in the amount of total phenolic and flavonoid contents.*

Keywords: Antibacterial effect, Antioxidant effect, Uzun apple, Phenolic content, Mutagen effect

^{*a} Zehra Tuğba MURATHAN; ztugbaabaci@hotmail.com, Tel: (0422) 846 12 55, orcid.org/0000-0002-1468-7240

^b orcid.org/0000-0002-9015-1798

^c orcid.org/0000-0001-9553-2306

1. Giriş

1. Introduction

Elma (*Malus domestica*) dünyada geniş üretim alanlarına sahip olan, gerek tadı ve aroması gerekse besleyici değeri nedeniyle insanlar tarafından çok sevilerek tüketilen bir meyvedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki elma diyet lifi ve fitokimyasallar bakımından zengin bir meyvedir. Birçok fitokimyasal insan sağlığına olumlu etki göstermektedir. Bu bileşenlerin bir kısmı içerisinde bulunduğu meyvenin antioksidan, antikanser ve antimutajenik özellikler kazanmasını sağlamaktadır (Giomaro vd., 2014). Elma meyvelerinin güçlü antioksidan maddeler içerdiği, düzenli elma tüketiminin bazı kanser, kardiyovasküler hastalıklar, astım ve diyabet riskini azalttığını bildirilmiştir (Podsedek vd., 2000; Boyer & Liu, 2004).

2019 yılında dünyada 87.236.221 ton ve ülkemizde 3.618.752 ton elma üretimi gerçekleştirilmiştir (Fao, 2021). Ülkemizde birçok bölgede elma üretimi yapılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde elma üretilen yerlerden birisi de Kağızman İlçesidir. Bölge genel olarak sert ve uzun geçen kışlara sahiptir. Ancak Kağızman ilçesi Aras ırmağı vadisinde yer aldığından ve meyve bahçeleri de vadi tabanında kurulduğundan meydana gelen şiddetli soğuklar meyve üretimini etkilememektedir (Koday, 2004). İlçenin rakımı 1400 m'dir. İlçede birçok elma çeşidi yetiştirilmektedir. Starking Delicious, Golden Delicious ve Uzun elma ilçede en çok yetiştiriciliği yapılan elma çeşitleridir. 2020 yılında Kağızman ilçesinde toplam 715 ton elma üretimi gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2021). Uzun elma en çok talep edilen meyve genotiplerinden bir tanesidir. Uzun elma genotipi ülkemizde sadece Kağızman'da yetiştirilmektedir. Elmanın Nahçıvan'dan gelen bir muhacir tarafından aşılandığı bilinmektedir. Ağaç boyu 4-6 m'yi aşmaktadır. Meyveleri uzun yumurta şeklinde 10-12 cm uzunluğunda ve 5-6 cm enindedir. Meyvenin alt ve üst kısımları beyaz, orta kısımları kırmızı yanaklıdır. Meyve kabuğu çok incedir. Peryodisite gösteren bir çeşit olduğundan iki yılda bir ürün alınmaktadır. Meyve 2017 yılında Coğrafi işaret tescil belgesi almıştır (Anonim, 2021).

Uzun elma genotipi ülkemiz dışında Gürcistan'ın Ahıska şehrinde de yetişmektedir. Ahıska Gürcistan'ın Samtshe-Cavaheti bölgesinin yönetim şehridir. Bölge Ardahan il sınırında yer almaktadır. İklim özellikleri sebebiyle birçok meyve tür ve çeşidinin yetiştiği yapılmakta olup, 990 m rakıma sahip ılıman bir bölgedir.

Bu genotiple ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Literatürde genotipin incelendiği sadece üç çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların biri 1995 yılında yapılmış ve genotipin polen çimlenme ile meyve tutma oranları ve bazı pomolojik özellikleri belirlenmiş, diğer çalışmada morfolojik incelemeler gerçekleştirilmiştir (Gülyüz & Ercişli, 1995; Koday, 2004). Üçüncü çalışma bir yüksek lisans tez çalışması olup, Uzun elma genotipinde seleksiyon amaçlı bazı fenolojik ve pomolojik gözlemler yapılmıştır (Balık, 2016). Bu çalışmada Kars ili Kağızman ilçesi ve Gürcistan'ın Ahıska şehrinde yetiştirilen Uzun elma genotiplerinin bazı biyoaktif bileşenleri, antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ile mutajenik etki değerleri incelenmiştir.

2. Materyal ve metot

2. Material and method

2.1. Meyve materyali

2.1. Fruit material

Çalışmada kullanılan Uzun elma örnekleri Kars ili Kağızman ilçesindeki bir elma bahçesindeki iki farklı ağaçtan ve Gürcistan'ın Ahıska şehrindeki yerel bir pazardan Ekim ayında alınarak laboratuara getirilmiştir. Örnekler analiz edilinceye kadar +4 °C'de bekletilmiştir.

2.2. Ekstraksiyon metodu

2.2. Extraction method

2 g taze meyve örneği 20 mL metanol (% 80) ile homojenize edildikten sonra (Wise-Tis® homojenizer, HG 15 A) karışım 24 saat çalkalamalı etüvde (SI-300, Lab Companion, South Korea) +4 °C'de bekletilmiştir. Sonrasında 10 dk 5000 rpm'de santrifüj edilmiş (SL 16R, Thermo Scientific, Germany) ve süpernatant toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve antioksidan aktivite testlerinde kullanılmıştır. Antibakteriyel aktivite ve mutajenik etki analizleri için 40 g taze meyve örneği 200 mL saf su ile homojenize edildikten sonra çalkalamalı etüvde 72 saat 190 rpm'de, +4 °C'de inkübe edilmiştir. Sonrasında 5000 rpm'de santrifüj edilen örneklerin süpernatant kısımları alınarak rotary evaporatörde (RE100-Pro, SciLogex, Rocky Hill, CT) konsantre edilmiştir (Erbil vd., 2018). Ekstraktlar analiz edilinceye kadar -20 °C'de bekletilmiştir.

2.3. Toplam fenolik madde analizi

2.3. Total phenolic content analysis

200 µL ekstrakt, 1000 µL Folin-Ciocalteu ve 800 µL (% 7.5) Na₂CO₃ ile karıştırılarak 2 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Daha sonra karışım spektrofotometrede (Unico, S1205), 765 nm'de ölçülmüş ve örneklerin içerdiği toplam fenolik madde içeriği mg/100 g gallik asit olarak ifade edilmiştir (Spanos & Wrolstad, 1992).

2.4. Toplam flavonoid madde analizi

2.4. Total flavonoid content analysis

1 mL ekstrakt ve 1 mL %2'lik AlCl₃ karışımı karanlıkta ve oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra karışım spektrofotometrede 415 nm'de ölçülmüş ve örneklerin toplam flavonoid madde içerikleri mg/100 g cinsinden (+)-epikateşin kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisi ile hesaplanmıştır (Quettier vd., 2000).

2.5. Antioksidan aktivite testleri

2.5. Antioxidant activity testes

2.5.1. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikali indirgeme gücü

2.5.1. DPPH radical reducing power

4 ml DPPH çözeltisi (0.1 N) ile 1 ml ekstrakt karışımı 30 dk oda sıcaklığında, karanlık ortamda çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. Karışımın absorbansı 515 nm'de spektrofotometrede yapılmıştır. Radikal indirgeme gücü %DPPH=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x100 formülüyle hesaplanmıştır (Bakhshi & Arakawa, 2006).

2.5.2. ABTS (2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radikali indirgeme gücü

2.5.2. ABTS radical reducing power

ABTS radikali indirgeme gücü Re vd. (1999)'a göre yapılmıştır. 7 mM ABTS ve 2.45 mM potasyum per sülfat (1:1) ile hazırlanan stok solüsyon 16 saat karanlık ortamda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra stok solüsyonun absorbansı 734 nm'de 0.7±0.05 olana kadar etanolle seyreltilmiştir. Alınan 150 µl ekstrakt 2.85 ml ABTS çözeltisiyle birleştirilmiş ve 6 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra karışımın absorbansı 734 nm'de ölçülmüştür. Radikal indirgeme gücü %ABTS=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle hesaplanmıştır.

2.5.3. FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) metodu

2.5.3. FRAP (Iron ion reducing antioxidant power) method

FRAP metodu Benzie ve Strain (1996)'e göre yapılmıştır. 25 ml sodyum asetat tamponu (300 mM, pH3.6), 2.5 ml TPZT çözeltisi (10 mM in 40 mM HCl) ve 2.5 ml FeCl₃.6H₂O (20 mM) karışımı ile FRAP çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti 37 °C'de su banyosunda ılıtılmış ve 100 µl ekstrakt ile 3 ml FRAP çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın absorbansı 4 dk sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç FeSO₄ standart eğrisi kullanılarak µmol Fe(II) g⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

2.6. Antibakteriyel aktivite testi

2.6. Antibacterial activity test

2.6.1. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK)

2.6.1. Minimum inhibition concentration

Elma genotiplerinin antibakteriyel aktivitesi broth mikro dilüsyon metoduna göre belirlenmiştir (Abbasoglu vd., 1995; Uysal, 2011). Test bakterisi olarak 16 saat inkübe edilmiş ve McFarland 0.5'e göre ayarlanmış olan *Bacillus subtilis* subsp. spizizenii ATCC 6633, *Bacillus licheniformis* ATCC 14580, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 33495 ve *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 kullanılmıştır. Test esnasında kapaklı, steril, 96 kuyucuklu pleyt kullanılmış olup; besiyeri olarak Mueller Hinton Broth (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır. Meyve ekstraktlarından Kağızman örneği için 2.7-0.0105 mg/ml aralığında, Ahıska örneği için ise 4-0.0156 mg/ml aralığında seyreltilmiştir. Mikropleytlar 37 °C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında, her bir kuyucuğa 20 µl %0.5 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) solüsyonu eklenmiş ve yeniden 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında renk değişimi gözlenmeyen kuyucuklar MİK olarak belirlenmiştir.

2.6.2. Maksimum tolere edilebilir konsantrasyon (MTC)

2.6.2. Maximum tolerable concentration

Bakteri gelişimi üzerine etki göstermeyen en yüksek ekstrakt konsantrasyonu maksimum tolere edilebilir konsantrasyon (MTC) olarak belirlenmiştir (Erkmen, 2016).

2.7. Mutajenik etki testi

2.7. Mutagenic effect test

Çalışmada *Salmonella typhimurium* TA 98 ve TA 100 suşları kullanılmıştır (Maron & Ames, 1983). Analizlerde histidin ve biyotin eklenmiş olan 2 ml top agar içerisine 16 saatlik bakteri kültürlerinin her birinden 100 µl ve örneklerin her birinden 100 µl eklendikten sonra homojen bir karışım oluşturulmuş ve MGA besiyeri içeren plaklara dökülmüştür. TA 98 suşu için 4-nitrofenilendiamin (4-NPD) (100 µg petri⁻¹), TA 100 suşu için sodyum azid (SA) (10 µg petri⁻¹) pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Daha sonra petripler 37°C’de 48-72 saat inkübe edilmiştir. Kontrol ve test plaklarında gelişen geri dönen kolonilerin sayıları belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

2.8. İstatistiksel analizler

2.8. Statistical analysis

Çalışmada her iki bölge için üç farklı örnekte analiz yapılmış ve ortalama değerler alınmıştır. Ortalama değerler ve standart sapmalar SPSS 20.0 paket programı ile hesaplanmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar t testi ile $p < 0.05$ önem düzeyinde belirlenmiştir. Mutajenite testlerinde meyve örneklerinden elde edilen ekstraktların etkisiyle geri dönen koloni sayıları saptanmıştır. Kontrol plakları ile meyve örneklerinin farklı konsantrasyonlarının denendiği plaklar arasında istatistiksel farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (OneWay ANOVA) sonrasında Dunnett testi kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3. Results and discussion

Uzun elma genotiplerinin toplam fenolik madde ve toplam flavanoid madde içerikleri Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan Folin-ciolteu metodu flavanoid, antosiyanin ve flavanoid olmayan fenolik bileşiklerin hepsinin miktarını vermektedir (Benvenuti vd., 2004). Kağızman ekolojik koşullarında yetişen genotipin toplam fenolik madde ve toplam flavanoid madde içeriği Ahıska ekolojik koşullarında yetişen genotipe göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Kağızman örneğinde bu değerler 93.66 mg GAE/100g ve 15.87 EC mg/100g iken Ahıska örneğinde sırasıyla 76.99 mg GAE/100 ve 10.89 mg EC/100g olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada farklı elma genotiplerinde toplam fenolik ve flavanoid madde içerikleri bildirilmiştir. Quitral vd. (2013) Granny Smith, Royal Gala ve Fuji elma çeşitlerinde toplam

fenolik madde içeriklerinin 106.63 ile 142.72 mg GAE/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Lee ve Smith (2000) farklı elma çeşitlerinde toplam fenolik madde içeriğinin 50.9 ile 139.7 mg GAE/100g arasında olduğunu bildirmiştir. Bahukhandi vd. (2018) farklı lokasyonlardan topladıkları 3 elma çeşidinde toplam fenolik madde içeriklerini 94-700 mg GAE/100g, toplam flavanoid içeriklerini 102-986 mg GAE/100g olarak tespit etmişlerdir. Macit vd. (2021) Artvin bölgesinde doğal olarak yetişen 8 elma genotipinde toplam fenolik madde içeriğinin 16.27 (Yeşil) ile 80.59 mg GAE/kg (Beray) arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yine farklı elma çeşitlerinde toplam fenolik madde içeriklerinin 71 ile 335.9 mg GAE/100g arasında olduğu bildirilmiştir (Lotito & Frei, 2004; Drogoudi & Pantelidis, 2011; Rop vd., 2011). Çalışmada elde edilen sonuçlar literatürde bildirilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Çalışma sonuçları arasındaki farklılıklar çeşit, ekolojik veya analiz yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir.

Elma birçok flavanoid ve fenolik asit içermektedir. Bu maddeler antioksidan özelliğe sahiptirler (Duda-Chodak vd., 2011). Elma meyveleri içerisindeki antioksidan özellikteki bu maddelerin miktarı türe, çeşide, olgunlaşma derecesine, kültürel uygulamalara, güneş alma durumuna, toprak ve iklim şartlarına göre değişmektedir (Podsedek vd., 2000; Duda-Chodak vd., 2010). Tablo 1’de genotiplerin antioksidan aktivite değerleri görülmektedir. İki genotipin antioksidan aktivite değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$). Bu durum iki bölge arasındaki ekolojik farklılıkların Uzun elma genotiplerinde antioksidan aktivite üzerinde etkisiz olduğunu göstermiştir. Yoshizawa vd. (2005) 19 elma çeşidinin DPPH radikali süpürücü aktivitesinin % 21.2 ile 52.4 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Macit vd. (2021) Artvin bölgesinde yetişen 8 elma genotipinde DPPH radikali süpürücü aktivitenin % 23.2 (Süt) ile 90.96 (Yeşil) arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bölgede yetiştiğini bildirdikleri “Uzun” adlı genotiple de çalışmışlar, genotipin toplam fenolik madde içeriğinin 33.09 mg/kg, DPPH radikali süpürücü aktivitesinin ise % 78.30 olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacıların kullandığı bu genotipin Kağızman bölgesinde yetişen Uzun elma genotipi olup olmadığı bilinmemektedir. Abacı ve Sevindik (2014) Ardahan bölgesinde yetişen elma genotiplerinin DPPH radikali süpürücü aktivitesinin % 21.7 (Limon elması) ile 57.8 (İçi kırmızı uruset) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Erbil vd. (2020) Ardahan ili Posof ilçesinde yetişen 7 elma

genotipinin meyvelerinde DPPH, ABTS ve FRAP değerlerinin sırasıyla % 28.15-84.75, % 15.3-83.8 ve 94.8-208.4 $\mu\text{mol Fe II/g}$ arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Literatürdeki çalışmalarda kullanılan elma genotiplerinin antioksidan aktiviteleri bu çalışmadakinden ortalama olarak daha düşük olarak bildirilmiştir. Antioksidan aktivite ekstraksiyon çözücüsünden, zamanından, sıcaklığından ve ekstraksiyonda kullanılan ekipmanların cinsinden önemli oranda etkilenmektedir (Jin vd., 2016).

Bahukhandi vd. (2018) yüksek rakımlı bölgelerde yetişen elma çeşitlerinin diğer lokasyonlardakilere

oranla daha yüksek fenolik madde ve antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmiştir. Rakım arttıkça o alanda yetişen bitkiler daha uzun bir vejetasyon periyoduna girmektedirler. Bu durumda bitki daha uzun bir fenolojik olgunlaşma dönemi geçireceğinden bünyesinde fenolik ve flavanoid bileşenleri daha fazla biriktirmektedir (Aslantaş & Karabulut, 2007). Bu çalışmada yüksek rakımlı Kağızman bölgesinde yetişen genotipin daha yüksek toplam fenolik ve flavanoid madde içeriğine sahip olması Bahukhandi vd. (2018)'nin sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ancak iki genotipin antioksidan aktivite değerleri arasında bir farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 1. Genotiplerin bazı biyoaktif bileşen içerikleri ile antioksidan aktivite değerleri
Table 1. Some bioactive component contents and antioxidant activity values of genotypes

	Toplam Fenolik Madde (mg/100 g)	Toplam Flavonoid Madde (mg/100g)	ABTS (%)	DPPH (%)	FRAP ($\mu\text{mol Fe II/g}$)
Kağızman	93.66 \pm 0.32a	15.87 \pm 1.28a	66.86 \pm 0.77a	70.97 \pm 3.73a	870.81 \pm 1.57a
Ahıska	76.99 \pm 1.62b	10.89 \pm 1.07b	60.93 \pm 0.84a	72.57 \pm 2.34a	874.45 \pm 0.91a

Uzun elma genotiplerinin antibakteriyel aktivite değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki genotipin ekstraktında da sadece *Escherichia coli* ATCC 8739'ye karşı antibakteriyel etki tespit edilmiş, bunun dışındaki test bakterileri için etki belirlenememiştir. Kılınç vd. (2018) yeşil ve kırmızı elma kabuklarının *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella thyphimurium* CCM 5445, *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 ve *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı farklı oranlarda antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu

bildirmişlerdir. Araştırmacılar yeşil elma örneklerinin MİK değerlerinin 31.2 ile 250 mg/ml, kırmızı elma örneklerinin 62.5 ile 250 mg/ml aralığında olduğu bildirmişlerdir. Erbil vd. (2020) çalışmaları elma genotiplerinin MİK değerini en yüksek 21.52 mg/ml olarak belirlemişlerdir. Yine Alberto vd. (2006) elma kabuklarının *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Listeria monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 2. Genotiplerin antibakteriyel aktivite değerleri
Table 2. Antibacterial activity values of genotypes

Bakteri	Kağızman		Ahıska	
	MİK (mg/ml)	MTC (mg/ml)	MİK (mg/ml)	MTC (mg/ml)
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	>2.7*	>2.7	>4**	>4
<i>Bacillus licheniformis</i> ATCC 14580	>2.7	>2.7	>4	>4
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	1.35	0.675	1	0.5
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 33495	>2.7	>2.7	>4	>4
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC 13048	>2.7	>2.7	>4	>4

Uzun elma genotiplerinin mutajenik etki değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Genotiplerin ekastraktlarının mutajenite denemeleri *Salmonella typhimurium* TA 98 ve TA100 suşu üzerinde

araştırılmıştır. Yapılan ön deneme sonuçlarına göre belirlenen 4 farklı konsantrasyon (10, 20, 40,80 $\mu\text{l/plak}$) kullanılmıştır. Günümüzde tüketiciler doğal antioksidan kaynağı olarak bitkilere

yönelmektedir ancak bitkiler in sahip olduğu bazı fitokimyasallar belirli bir dozun üzerinde toksik etki gösterebilmektedir (Wan-Ibrahim vd., 2010). Bu bakımdan bitkisel materyallerin mutajenik aktivitelerinin bilinmesi önemlidir. Çalışmada ekstraktların denenen dozlarında TA98 ve TA100 suşlarında mutajen etki bulunmamıştır. Erbil vd.

(2020) Ardahan ilinde yetişen 8 elma genotipinin meyve ekstraktlarının hiçbir dozunun *S. typhimurium* TA 98 ve TA100 suşları üzerinde antimutajenik etki göstermediğini, Karanfil genotipinin 10, 20, 40µL/plate ve Mahara genotipinin 80 µL/plate dozlarının ise mutajenik olabileceği bildirilmiştir.

Tablo 3. Genotiplerin mutajenik etki değerleri
Table 3. Mutagenic affect values of genotypes

	Kağızman		Ahıska	
	TA98	TA100	TA98	TA100
Kontrol	19.00 ± 2.65	116.0 ± 12.5	19.00 ± 2.65	116.0 ± 12.5
PK	6329 ± 444	3969 ± 220	6329 ± 444	3969 ± 220
10	11.33 ± 1.76	82.33 ± 1.33	18.67 ± 2.85	111.7 ± 13.0
20	21.00 ± 4.93	108.67 ± 2.60	19.00 ± 2.00	120.7 ± 13.6
40	15.67 ± 1.20	126.33 ± 8.19	17.667 ± 0.333	120.0 ± 14.3
80	13.00 ± 2.00	96.0 ± 15.4	20.33 ± 1.45	135.33 ± 3.18

*: kontrol ile aradaki fark önemlidir. PK: Pozitif Kontrol

4. Sonuçlar

4. Conclusions

Sonuç olarak Kağızman ve Ahıska bölgelerinden alınan uzun elma genotiplerinde fenolik maddeler gibi sağlığı olumlu yönde etkileyen fitokimyasalların yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu maddeler aynı zamanda antioksidan ve antimikrobiyal potansiyele de sahiptirler. Genotiplerin antioksidan aktivite değerleri de yüksek düzeydedir. Kağızman bölgesinde yetiştirilen Uzun elma genotipinin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin, Ahıska bölgesinde yetişene kıyasla daha yüksek olduğu, antioksidan aktivite bakımından ise yetiştiricilik yapılan bölgenin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ekstraktların çalışmada kullanılan test bakterilerinden sadece *Escherichia coli* ATCC 8739'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir. Genotiplerin hiçbir dozunun TA 98 ve TA 100 suşlarına karşı mutajenik aktivite göstermemesi de önemlidir.

Elma özellikle ülkemizde en çok tercih edilen meyve türlerindedir. Ülkemizin hemen her bölgesinde birçok farklı ekolojik koşulda yetişebilen çok sayıda elma genotipi bulunmaktadır. Kağızman bölgesinde yetişen coğrafi işarete sahip Uzun elma genotipi de özellikle morfolojik olarak diğer genotiplerden farklılığıyla dikkat çekmektedir. Elde edilen bulgular Uzun elmanın üretim ve tüketiminin artmasını teşvik edecektir. Bu çalışma genotipin biyolojik özelliklerinin incelendiği ilk çalışmadır. Ancak genotiple ilgili daha ayrıntılı düzeyde çalışmalar yapılması hem besinsel potansiyelinin

daha iyi anlaşılması hem de tanınırlığının artırılması bakımından önemlidir.

Yazar katkısı

Author contribution

Araştırmadaki biyokimyasal analizler Zehra Tuğba Murathan, antibakteriyel analizler Nurcan Erbil ve mutajenik etki testleri Mehmet Arslan tarafından gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri, yorumlanması ve makalenin yazımında üç yazar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Etik beyanı

Declaration of etichal code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

References

Abacı, Z. T. & Sevindik, E. (2014). Ardahan bölgesinde yetiştirilen elma çeşitlerinin biyoaktif bileşiklerinin ve toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 175-184.

- Abbasoğlu, U., Tosun, F. & Aydınoğlu, A. (1995). Antimicrobial activity of *Gonocytisus angulatus* (L.) Spach. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20, 125-127.
- Alberto, M. R., Rinsdahl Canavosio, M. A. & Manca de Nadra, M. C. (2006). Antimicrobial effect of polyphenols from apple skins on human bacterial pathogens. *Electronic Journal of Biotechnology*, 9(3), 205-209. <https://doi.org/10.2225/vol9-issue3-fulltext-1>
- Anonim (2021). Anadolu Ajansı (2021, 16 Haziran) Erişim adresi <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/tescilli-uzun-elma-pazara-indi-/1597075>.
- Aslantaş, R. & Karabulut, H. (2007). Rakımın meyve yetiştiriciliğinde önemi ve etkileri. *Alnteri Zirai Bilimler Dergisi*, 12, 31-37.
- Bahukhandi, A., Dhyani, P., Bhatt, I. D. & Rawal, R. S. (2018). Variation in polyphenolics and antioxidant activity of traditional apple cultivars from West Himalaya, Uttarakhand. *Horticultural Plant Journal*, 4(4), 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2018.05.001>
- Bakhshi, D. & Arakawa, O. (2006). Effects of UV-b irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' apple influenced by bagging, temperature and maturation. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 4(1), 75-79. <https://doi.org/10.1234/4.2006.698>
- Balık, S. (2016). *Kağızman yöresinde yetiştirilen 'uzun elma' yerel çeşidinde klon seleksiyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Benvenuti, S., Pellati, F., Melegar, M. & Bertelli, D. (2004). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid and radical scavenging activity of *Rubus*, *Ribes* and *Aronia*. *Journal of Food Science*, 69, 164-169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x>
- Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing Ability of plasma (FRAB) as a measure of "Antioxidant power": The FRAB assay. *Analytic Biochemistry*, 239, 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Boyer J. & Liu R. H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3, 5-20. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>
- Drogoudi, P. D. & Pantelidis, G. (2011). Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 129, 752-760. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.05.036>
- Duda-Chodak, A., Tarko, T. & Tuszyński, T. (2011). Antioxidant activity of apples an impact of maturity stage and fruit part. *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*, 10(4), 443-454.
- Duda-Chodak, A., Tarko, T., Satora, P., Sroka, P. & Tuszyński, T. (2010). The profile of polyphenols and antioxidant properties of selected apple cultivars grown in Poland. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research*, 18(2), 39-50.
- Erbil, N., Arslan, M., Murathan, Z. T., Ilcim, A. & Borekci, B. S. (2020). Some biological effects of the fruits and leaves of different apple cultivars, including red-fleshed apples, grown in a microclimatic region of Turkey: Part I. *Erwerbs-Obstbau*, 62(4), 399-410. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00527-5>
- Erbil, N., Murathan, Z. T., Arslan, M., Ilcim, A. & Sayin, B. (2018). Antimicrobial, antioxidant, and antimutagenic activities of five Turkish pear cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, 60(3), 203-209. <https://doi.org/10.1007/S10341-017-0359-1>
- Erkmen, O. (2016). Laboratory Techniques in Microbiology. *Nobel Academic Publishing Education Consultancy*, Ankara, Turkey.
- FAO Statical Databases. (2021, 17 Haziran). Erişim adres: <http://faostat.fao.org>.
- Giomaro, G., Karioti, A., Bilia, A.R., Bucchini, A., Giamperi, L., Ricci, D. & Fraternali, D. (2014). Polyphenols profile and antioxidant activity of skin and pulp of a rare apple from Marche region (Italy). *Chemistry Central Journal*, 8, 45. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-45>
- Güleryüz, M. & Ercişli, S. (1995). Kağızman ilçesinde yetiştirilen mahalli elma çeşitleri üzerinde biyolojik ve pomolojik araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 183-193.
- Jin, W. L., Eun, J. M., Ji, E.C., Yang, H. J., Hari, J., Ji, Y. J., Qinghao, J., Hee, N. C., Bang, Y. H. & Mi, K. L. (2016). Effect of Korean Red Ginseng extraction conditions on antioxidant activity, extraction yield, and ginsenoside Rg1 and phenolic content: optimization using response surface methodology. *Journal of Ginseng Research*, 40, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2015.08.001>
- Kılınç, B., Yalçın, H. T. & Sürengil, G. (2018). Meyve kabuklarının antimikrobiyal özellikleri ile yenilebilir film üretiminde kullanım potansiyelinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 144-157.

- Koday, Z. (2004). Kağızman ilçesinde meyvecilik. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(12), 189-206.
- Lee, C. Y. & Smith, N. L. (2000). Apples: an important source of antioxidants in the American diet. *New York Fruit Quarterly*, 8(2), 15-17.
- Lotito, S. & Frei, B. (2004). Relevance of apple polyphenols as antioxidants in human plasma: contrasting in vitro and in vivo effects. *Free Radical Biology & Medicine* 36, 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2003.10.005>
- Macit, İ., Aydın, E., Tas, A. & Gundogdu, M. (2021). Fruit quality properties of the local apple varieties of Anatolia. *Sustainability*, 13(11), 6127. <https://doi.org/10.3390/su13116127>
- Maron, D. M. & Ames, B. N. (1983). Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Research*, 113, 173-215. [https://doi.org/10.1016/0165-1161\(83\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0165-1161(83)90010-9)
- Podsędek, A., Wilska-Jeszka, J., Anders, B. & Markowski, J. (2000). Compositional characterization of some apple varieties. *European Journal of Food Research and Technologies*, 210, 368-372. <https://doi.org/10.1007/s002179900101>
- Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, J., Luyck, M., Cazin, M., Cazin, J. C., Bailleul, F. & Trotin, F. (2000). Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72, 35-40. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)
- Quitral, V., Sepúlveda, M. & Schwartz, M. (2013). Antioxidant capacity and total polyphenol content in different apple varieties cultivated in Chile. *Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha*, 14, 31-39.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rop, O., Jurikova, T., Sochor, J., Mlcek, J. & Kramarova, D. (2011). Antioxidant capacity, scavenging radical activity and selected chemical composition of native apple cultivars from central europe. *Journal of Food Quality*, 34, 187-194. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00387.x>
- Spanos, G. A. & Wrolstad, R. E. (1992). Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9), 1478-1487. <https://doi.org/10.1021/jf00021a002>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). (2021, 17 Haziran). Erişim adresi <http://www.tuik.gov.tr>.
- Uysal, N. E. (2011). *Determination of antibacterial activities of Taraxacum farinosum Hausskn. Et Bornm. and Taraxacum mirabile Wagenitz extracts*. Master Thesis, Selçuk University, Institute of Sciences, Konya, Turkey.
- Wan-Ibrahim, W. I., Sidik, K. & Kuppasamy, U. R. (2010). A high antioxidant level in edible plants is associated with genotoxic properties. *Food Chemistry*, 122(4), 1139-1144. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.101>
- Yoshizawa, Y., Sakurai, K., Kawaii, S., Asari, M., Soejima, J. & Murofushi, N. (2005). Comparison of antiproliferative and antioxidant properties among nineteen apple cultivars. *HortScience*, 40(5), 1204-1207. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.5.1204>