

## Elazığ'da Yetişen Farklı *Crataegus* Türlerinin Biyoaktif Bileşen, Antioksidan ve Mutajenik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Zehra Tuğba MURATHAN<sup>1\*</sup>, Nurcan ERBİL<sup>2</sup>, Mehmet ARSLAN<sup>3</sup>



<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Battalgazi/Malatya

<sup>2</sup>Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Hemşirelik Bölümü, Ardahan

<sup>3</sup>Ardahan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ardahan

(ORCID: [0000-0002-1468-7240](https://orcid.org/0000-0002-1468-7240)) (ORCID: [0000-0001-9553-2306](https://orcid.org/0000-0001-9553-2306)) (ORCID: [0000-0002-9015-1798](https://orcid.org/0000-0002-9015-1798))

**Keywords:** *Crataegus*, Alıç, Fenolik, Antioksidan, Antibakteriyel, Mutajen

### Öz

*Crataegus* cinsine ait Rosaceae ailesinin geleneksel tıpta kullanılan ve en önemli yenilebilir bitkilerindendir. Bu bitkiler içerdikleri farklı biyoaktif doğal bileşenler sayesinde çeşitli fizyolojik ve farmakolojik aktivitelere sahiptirler. Bu çalışmada Elazığ ilinde yetişen dört *Crataegus* türünün (*C. monogyna* JACQ., *C. tanacetifolia* (LAM.) PERS., *C. orientalis* PALLAS EX BIEB., *C. sinaica* BOISS.) toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, ve toplam askorbik asit içerikleri ile antioksidan, antibakteriyel ve mutajenik aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *C. sinaica* türünün biyoaktif bileşen içeriği ve antioksidan aktivitesi genel anlamda diğer türlerden yüksek bulunmuştur. Örneklerdeki toplam fenolik madde içeriğinin 670.43 ile 773.32 mg/100g, toplam flavanoid madde içeriğinin 345.52 ile 452.46 mg/100g, toplam askorbik asit içeriğinin ise 17.7 ile 60.3 mg/100g arasında olduğu belirlenmiştir. ABTS radikali süpürücü aktivitesi en düşük *C. tanacetifolia* (% 51.62), en yüksek *C. sinaica* (% 68.61); DPPH radikali süpürücü aktivite *C. monogyna* türünde en düşük (% 67.76), *C. sinaica* türünde en yüksek (% 74.40); FRAP değeri ise en düşük *C. orientalis* (557.8 µgFeII/g), en yüksek *C. sinaica* (651.4 µgFeII/g) türlerinde belirlenmiştir. Tüm örnek ekstraktlarına karşı en duyarlı bakterilerin *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve *Escherichia coli* ATCC 8739 olduğu gözlenirken, en düşük antibakteriyel aktivite ise *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 33495'ye karşı tespit edilmiştir. Ekstraktların denenen hiçbir dozunda *Salmonella typhimurium* TA 98 ve TA 100 suşlarına karşı herhangi bir mutajen aktiviteye rastlanmamıştır.

## Comparison of Bioactive Compounds, Antioxidant, Antibacterial and Mutagenic Features of Different *Crataegus* Species Grown in Elazığ

**Keywords:** *Crataegus*, Hawthorn, Phenolic, Antioxidant, Antibacterial, Mutagen

### Abstract

*Crataegus* species are them of the most important edible plants of the Rosaceae family and is also used in traditional medicine. This plants have various physiological and pharmacological activities due to the presence of different bioactive natural compounds. In current study, we aimed to determined total phenolic content, total flavonoid content and total ascorbic content, antioxidant activity, antibacterial activity and mutagenic activity of four *Crataegus* species *C. monogyna* JACQ., *C. tanacetifolia* (LAM.) PERS., *C. orientalis* PALLAS EX BIEB., *C. sinaica* BOISS.) grown in Elazığ. Bioactive component content and antioxidant activity of *C. sinaica* were generally higher than other species. It was determined that the total phenolic content in the samples was between 670.43 and 773.32 mg/100g, the total flavonoid content was between 345.52 and 452.46 mg/100g, and the total ascorbic acid content was between 17.7 and 60.3 mg/100g. ABTS radical scavenging activity was lowest in *C. tanacetifolia* (51.62%), highest in *C. sinaica* (68.61%); DPPH radical

\*Sorumlu yazar: [zehra.murathan@ozal.edu.tr](mailto:zehra.murathan@ozal.edu.tr)

Geliş Tarihi: 26.10.2021, Kabul Tarihi: 07.12.2021

scavenging activity was lowest in *C. monogyna* (67.76%), highest in *C. sinaica* (74.40%). The lowest FRAP value was determined in *C. orientalis* (557.8 µgFeII/g) and the highest in *C. sinaica* (651.4 µgFeII/g) species. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Escherichia coli* ATCC 8739 were observed to be the most sensitive bacteria to all sample extracts, while the lowest antibacterial activity was detected against *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 and *Klebsiella pneumoniae* ATCC 33495. No mutagenic activity was found against *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100 strains at any tested dose of the extracts.

## 1. Giriş

*Crataegus* spp. (Alıç) Rosaceae familyasına ait, dünya genelinde 200'e yakın türle temsil edilen bir cinstir. Ülkemizde cinse ait 16 tür, 3 alttür, 6 varyete ve 6 melez tür olmak üzere 27 takson yetişmekte olup bunlardan 2 tanesi kültüre alınmıştır [1]. Bitki ülkemizin birçok bölgesinde çalılık ve kayalıklarda doğal olarak yetişebilmektedir. Genellikle alıç olarak bilinen bitki farklı bölgelerde halıç, yemişen, aluç, yaban gülü, akdiken, geyik dikenini gibi isimlerle de tanınmaktadır [2]. Meyveleri turuncu, sarı, kırmızı, mor veya siyah renkte olabilmektedir. Ülkemizde en fazla yetişen türler *Crataegus monogyna*, *Crataegus orientalis*, *Crataegus oxyacantha* ve *Crataegus aronia*'dır [3].

Alıç bitkisinin yaprağı, çiçeği ve meyvesi tıbbi amaçla kullanılmaktadır. Özellikle meyvesi sağlığa faydalı aromatik aminler, uçucu bileşenler, fenolik asitler, hyperin, quersetin, spirein, rutin ve apigenin gibi flavanoidler, proantosiyanidinler gibi çok sayıda biyoaktif bileşen içermektedir [4]. Ayrıca meyvelerin yüksek miktarda Ca, P, K, Mg ve Fe mineralleri ile C vitamini içerdikleri bildirilmiştir [5]. Meyveler içerdikleri önemli biyoaktif bileşiklerle paralel olarak güçlü antioksidan aktiviteye de sahiptirler. Araştırma sonuçlarına göre özellikle kalp damar sistemi fonksiyonlarını düzenleyici etkisinin bulunduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte kolesterolün ve yüksek tansiyonun düşürülmesinde, sinir sisteminin yatıştırılması amacıyla, uykusuzluk problemlerinde, idrar söktürücü olarak ve barsak hareketlerinin düzenlenmesinde faydalı sonuçlar verdiği belirlenmiştir [6].

Ülkemizde mevcut alıç genotiplerinin belirlenmesi, seleksiyonlarının yapılması ve ümitvar genotiplerin belirlenmesi amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır [7], [8], [9], [10]. Ancak meyvelerin bileşimi mikrobiyolojik ve mutajenik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışma çok daha azdır [11]. Bu çalışmada Elazığ ilinde yetişen 4 farklı *Crataegus* türünün (*C. monogyna* JACQ., *C. tanacetifolia* (LAM.)

PERS, *C. orientalis* PALLAS EX BIEB., *C. sinaica* BOISS.) biyoaktif bileşenleri, antioksidan, antibakteriyel ve mutajenik özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Bitki Materyali

Çalışmada kullandığımız *Crataegus* türlerinin (*C. monogyna* JACQ., *C. tanacetifolia* (LAM.) PERS, *C. orientalis* PALLAS EX BIEB., *C. sinaica* BOISS.) meyveleri Elazığ il merkezine bağlı Kalkantepe (Tilek) köyünden 2019 yılı Ekim ayında toplanmıştır (Tablo 1). Toplanan örnekler polietilen torbalara konularak, soğutucu çanta ile laboratuvara getirilmiş, ekstrakt hazırlanmaya kadar + 4 °C'de bekletilmiştir.

**Tablo 1.** Örneklerin meyve rengi, alındığı koordinat ve rakımlar

	Meyve rengi	Koordinat	Rakım (m)
<i>C. monogyna</i>	Kırmızı	38 41 47 N 38 57 25 E	1347
<i>C. tanacetifolia</i>	Sarı	38 41 47 N 38 57 24 E	1349
<i>C. orientalis</i>	Turuncu	38 41 51 N 38 57 24 E	1361
<i>C. sinaica</i>	Kırmızı	38 41 27 N 38 57 07 E	1341

### 2.2. Ekstrakt Hazırlanması

5'er g çekirdeğinden ayrılmış meyve örneği 50 ml metanolla (%80) ile homojenize edildikten sonra 24 saat çalkalamalı inkübatörde (150 rpm) 4 °C'de bekletilmiş ve sonrasında 10 dk süreyle 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant toplam flavanoid madde, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ölçümlerinde kullanılmıştır. Toplam askorbik asit analizi için aynı ekstraksiyon metodu kullanılmış, ancak homojenat hazırlanırken metanol yerine okzalik asit (% 0.4) kullanılmıştır.

Antimikrobiyal ve mutajenik aktivite analizlerinde kullanılmak üzere; 40 gr meyve örneğinin üzerine 200 ml saf su ilave edilmiş ve

homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım 190 rpm'de, oda sıcaklığında, 72 saat süre ile ekstrakte edilmiş ve 72 saat sonunda 5000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Bu işlem sonucunda süpernatant toplanmış ve rotary evaporatör yardımıyla konsantrasyon edilmiştir [12].

### 2.3. Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavanoid Madde ve Toplam Askorbik Asit Tayini

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiş, karışımın absorbansı spektrofotometrede 750 nm'de ölçülmüştür [13]. Alıç ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarları galik asit standardı ile mg/100g olarak hesaplanmıştır. Toplam flavanoid madde miktarı Quettier ve ark. [14]'nın metoduna göre 415 nm dalga boyunda spektrofotometre ile belirlenmiştir. Quersetin ile hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak mg/100g olarak hesaplanmıştır. Toplam askorbik asit tayini AOAC [15]'a göre 520 nm'de spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Örneklerin toplam askorbik asit miktarı kalibrasyon grafiği kullanılarak mg/100 g cinsinden hesaplanmıştır.

### 2.4. Antioksidan Kapasite Analizleri

#### 2.4.1. DPPH Metodu

DPPH serbest radikallerinin indirgenme kapasitesi Bakhshi ve Arakawa [16]'ya göre belirlenmiştir. Hazırlanan karışımların absorbansı 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir. %DPPH inhibisyonu formülüyle belirlenmiştir.

#### 2.4.2. ABTS Metodu

ABTS yöntemi Re ve ark. [17]'na göre yapılmıştır. Örneklerin absorbansı 734 nm'de ölçülmüştür. % ABTS inhibisyonu formülüyle belirlenmiştir.

#### 2.4.3. FRAP Metodu

Örneklerin antioksidan gücü FRAP yöntemi Benzie ve Strain [18]'in metoduna göre yapılmıştır. Absorbans 593 nm'de belirlenmiştir. FeSO<sub>4</sub> solüsyonu kullanılarak

hazırlanan standart eğriden yararlanılmış (100-1000 µl) ve sonuçlar µmol Fe II/g olarak hesaplanmıştır.

### 2.5. Antibakteriyel Aktivite Analizleri

#### 2.5.1. Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK)

Alıç meyvelerinin antibakteriyel aktivitesi broth mikrodilüsyon metoduna göre belirlenmiştir [19], [20]. Test bakterisi olarak 16 saat inkübe edilmiş ve McFarland 0.5'e göre ayarlanmış olan *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 33495, *Bacillus licheniformis* ATCC 14580, *Escherichia coli* ATCC 8739 ve *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048; Test esnasında kapaklı, steril, 96 kuyucuklu plaka kullanılmış olup, kuyucuklar içerisine 100 µl besiyeri olarak ise Muller Hinton Broth eklenmiştir kullanılmıştır. Daha sonra, ilk kuyucuğa 100 µl meyve ekstraktı eklenmiş ve Analizler esnasında *C. tanacetifolia* için 11.14-0.0435 mg/ml, *C. orientalis* için 11.09-0.0433 mg/ml, *C. monogyna* için 17.82-0.0696 mg/ml ve *C. sinaica* için 17.4-0.0679 mg/ml aralığında dilüsyon yapılmıştır. 16 saat inkübe edilmiş ve McFarland 0.5'e göre ayarlanmış olan bakteri kültürlerinden ise 100 µl ilave edilmiştir. Mikroplakalar 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.

#### 2.5.2. Maksimum Tolere Edilebilir Konsantrasyon (MTC)

Bakteri gelişimi üzerine etki göstermeyen en yüksek ekstrakt konsantrasyonu maksimum tolere edilebilir konsantrasyon (MTC) olarak belirlenmiştir [21].

### 2.6. Mutajenik Aktivite Tayini

Örneklerin sulu ekstraktların mutajenik aktivitesinin tespitine yönelik analizler, Maron ve Ames [22] tarafından geliştirilen plak inkorporasyon yöntemine göre yapılmıştır. Mutajen aktivite analizleri *Salmonella typhimurium* TA 98 ve *Salmonella typhimurium* TA 100 suşları üzerinde çalışılmıştır. Plaklar 37°C'de 48-72 saat inkübe edilmiş, daha sonra his+ revertant bakteri kolonileri sayılmıştır. Analizler S9 mix yokluğunda,

pozitif kontrol eşliğinde ve üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

## 2.7. İstatistiksel Analizler

Tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programından yararlanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile  $P < 0.05$  önem düzeyinde belirlenmiştir. Mutajenite testlerinde dört farklı alıç meyve örneğinden elde edilen ekstraktların etkisiyle geri dönen koloni sayıları saptanmıştır. Kontrol plakları ile meyve örneklerinin farklı konsantrasyonlarının denendiği plaklar arasında istatistiksel analiz SPSS 23 paket yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normalitesi Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılan verilere sahip parametrelerde gruplar arasındaki ayırım One-Way ANOVA, normal dağılmayan verilere sahip parametrelerde gruplar arasındaki ayırım Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiştir. Tüm sonuçlar aritmetik ortalama  $\pm$  aritmetik ortalamadan sapma şeklinde sunulmuştur (N=3).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı alıç türlerinin meyvelerindeki toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit ve antioksidan kapasite sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bilindiği gibi kırmızı meyveler içerdikleri renk pigmentlerinin yapısı nedeniyle yüksek antioksidan kapasiteye sahip meyvelerdir. Bu çalışmada kırmızı renkli meyvelere sahip olan *C. sinaica* türünün biyoaktif bileşen ve antioksidan aktivite değerlerinin diğer türlerden yüksek bulunması bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Örneklerdeki toplam fenolik madde içeriğinin 670.43 ile 773.32 mg/100g aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre *C. monogyna* türünün meyvesi en düşük fenolik madde içeriğine sahiptir. Çoklar ve Akbulut [23] *C. orientalis* meyvelerinin metanol ekstraktında toplam fenolik madde içeriğini 1018.8 mg/100 g kuru ağırlık olarak bildirmişlerdir. Bu değer farklı alıç türlerinde Ercişli ve ark. [24] çalışmasında 660 ile 3460 mg/100g yaş ağırlık, Çalışkan ve ark. [25] çalışmasında 26.6 ile 57.1 mg/g kuru ağırlık, Mraih ve ark. [26] çalışmasında 60.89 ile 122.26 mg/100g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Keser ve ark. [27] kurutulmuş *C. monogyna* meyvelerinin sulu ekstraktında fenolik madde içeriğinin 70.58 mg/g, etanolik

ekstraktında ise 71.69 mg/g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Ercişli ve ark. [24] sonuçlarıyla paralellik gösterirken, diğer çalışmalardan daha düşük bulunmuştur. Bunun en önemli nedeninin diğer çalışmalarda kuru meyve kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte türün özellikleri, iklimsel faktörler, toprak yapısı, hasat zamanı, ekstraksiyon metodu ve çözücüsü gibi faktörler de sonuçların farklılığına neden olabilmektedir. Bahrı-Sahloul ve ark. [28] kırmızı alıç ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarlarının (779.4-810.7mg/100 g) sarı alıç ekstraktlarınınkine oranla (498.5-530.3 mg/100 g FW) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da kırmızı alıç (*C. sinaica*) örneklerinin fenolik içerik değeri diğer alıç örneklerinden daha yüksek bulunmuştur.

Toplam flavanoid madde içeriğinin 345.52 ile 452.46 mg/100g arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek değer *C. sinaica* ve *C. monogyna*, en düşük değer ise *C. tanacetifolia* türlerinde belirlenmiştir. Güzel [29] Çorum ilinden topladıkları alıç örneklerinin taze ekstraktlarında toplam flavanoid madde içeriğini 78.2 ile 272.6 mg/100 g aralığında belirlemişlerdir. Ebrahizadeh ve Bahramian [30] alıç örneklerinin toplam flavanoid madde miktarını 10.56- 23.98 mg/g olarak bildirmiştir. Edwards ve ark. [31] alıç örneklerinin toplam flavanoid madde içeriklerinin 4.46 ile 147.3 mg/g arasında olduğunu rapor etmiştir.

Toplam askorbik asit içeriği en düşük *C. orientalis* (17.7 mg/100g), en yüksek ise *C. sinaica* meyve ekstraktında (60.3 mg/100g) belirlenmiştir. Liu ve ark. [32] alıç meyvelerinde askorbik asit miktarının çok düşük düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. García-Mateos ve ark. [33] alıç meyvelerinde toplam askorbik asit içeriğinin 27.51 ile 84.15 mg/100g değerleri aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Nieto-Ángel [34] 16 alıç genotipinde toplam askorbik asit değerlerinin 38.6 ile 49.7 mg/100g aralığında olduğunu tespit etmiştir. Barros ve ark. [35] *C. monogyna* meyvelerinin toplam askorbik asit içeriğini 220.24 mg/100g kuru ağırlık olarak bildirmiştir.

Örneklerin antioksidan kapasite içerikleri 3 farklı metotla belirlenmiştir. ABTS radikali süpürücü aktivitesi en düşük *C. tanacetifolia* (% 51.62), en yüksek *C. sinaica* (% 68.61) türlerinde belirlenmiştir. DPPH radikali süpürücü aktivite *C. monogyna* türünde en düşük (% 67.76), *C. sinaica* türünde en yüksek (% 74.4) tespit edilmiştir. FRAP değeri en düşük *C. orientalis* (557.8  $\mu$ gFeII/g), en yüksek *C. sinaica* (651.4  $\mu$ gFeII/g) türlerinde

belirlenmiştir. Keser ve ark. [36] ABTS radikali süpürücü aktivitenin kurutulmuş *C. monogyna* meyvelerinin sulu ekstraktında % 50.76, etanolik ekstraktında % 52.50 olduğunu, DPPH radikali süpürücü aktivitenin ise sulu ekstraktta %27.63, etanolik ekstraktta % 33.24 olduğunu belirlemişlerdir. Okatan ve ark. [37] Uşak ilinde yetişen alıç örneklerinin DPPH radikali süpürme aktivitelerinin % 19.24 ile 59.24 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışkan ve ark. [25] Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen alıç genotiplerindeki DPPH radikali süpürme oranının % 21.4 ile 33.2 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Samec ve Piljac-Zegarac [38] alıçların FRAP değerini 6.33 mmol Fe<sup>2+</sup>/100g

olarak bildirmiştir. Keser [39] *C. monogyna* meyve etanol ekstresinde DPPH radikali süpürücü aktivitenin % 88.22, su ekstresinde % 87.22 olduğunu; ABTS radikali süpürücü aktivitenin ise etanol ekstresinde % 52.50, su ekstresinde % 50.76 olduğunu tespit etmiştir. Kiselova ve ark. [40] *C. monogyna* meyvelerinin su ekstresinin ABTS radikali süpürücü kapasitelerinin % 50.76 olduğunu gözlemişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen antioksidan aktivite sonuçları literatürde verilen bazı sonuçlardan düşük, bazılarında ise daha yüksek bulunmuştur. Bu durum metotsal farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi çözücü farklılıkları, iklimsel ve coğrafik farklılıklardan da kaynaklanabilir.

**Tablo 2.** Alıç örneklerinin bazı biyoaktif bileşen ve antioksidan kapasite sonuçları

	<b>Toplam Fenolik Madde (mg/100g)</b>	<b>Toplam Flavanoid Madde (mg/100g)</b>	<b>Toplam Askorbik Asit (mg/100g)</b>	<b>ABTS (%)</b>	<b>DPPH (%)</b>	<b>FRAP (µgFeII/g)</b>
<i>C. monogyna</i>	670.43±22.3d	441.96±0.4a	28.9±2.1c	60.52±2.9b	67.76±0.5c	628.7±0.5b
<i>C. tanacetifolia</i>	742.19±15.1b	345.52±1.5c	32.4±1.2b	51.62±0.6c	70.9±0.4b	572.6±0.9c
<i>C. orientalis</i>	705.06±37c	365.78±0.4b	17.7±1.9d	59.39±1.9b	70.75±0.6b	557.8±1.1d
<i>C. sinaica</i>	773.32±19.4a	452.46±0.1a	60.3±2.8a	68.61±2.4a	74.40±0.2a	651.4±2.9a

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p<0.05)

Örneklerin antibakteriyel aktivite sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tüm alıç ekstraktlarına karşı en duyarlı bakterilerin *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 ve *Escherichia coli* ATCC 8739 olduğu gözlenirken, en düşük antibakteriyel aktivite ise *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 33495'ye karşı tespit edilmiştir. Ghendov-Moşanu ve ark. [41] kurutulmuş alıç meyve pudrasından elde ettikleri etanolik ekstraktın MİC değerlerinin *Staphylococcus aureus* ATCC 25923'e karşı 41.66 mg/mL, *Escherichia coli* ATCC 25922'ye karşı 62.5 mg/mL iken MTC değerlerinin *Staphylococcus aureus* ATCC 25923'e karşı 83.33 mg/mL, *Escherichia coli* ATCC 25922'ye karşı 125 mg/mL olduğunu tespit etmişlerdir. Ekstraktların *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883'e karşı etkili olmadığı belirlenmiştir. Zhang ve ark. [42] alıç meyvelerinin metanolik ekstraktlarının *S. aureus* ve *S. typhimurium*'a karşı MIC ve MBC değerlerinin 1.25 µg/mL olduğunu belirlemişlerdir. Duffy ve Power [43] *C. cuneata* etanol ekstraktının MIC değerinin *E. coli*'ye karşı 9.50 mg/mL olduğunu; Orhan ve ark. [44] ise *C. monogyna*, *C. pseudoheterophylla*, ve *C. azarolus*'un etanolik ekstraktının MIC değerinin *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve çalışmada kullanılan

diğer bakterilere karşı 8 ve 128 µg/mL arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Yine Güven ve ark. [45], *C. tanacetifolia* ve *Crataegus x bornmüellerii* meyve ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini incelemiş, *C. tanacetifolia* türünün ekstraktının 25 bakteri (*Salmonella Typhimurium*, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. gingeri* hariç) ve *Penicillium notatum* üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. *Crataegus x bornmüellerii* ekstraktının ise bazı test bakterileri ve maya türleri üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği, ancak *Yersinia enterocolitica* ve *P. fluorescens* üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir. Tadić ve ark. [46] etanolik alıç ekstraktlarının *Micrococcus flavus*, *Bacillus subtilis* ve *Lysteria monocytogenes* gibi gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etki gösterdiğini, fakat *Candida albicans*'a karşı antifungal aktivite göstermediğini bildirmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında farklı *Crataegus* türlerinin farklı düzeylerde antimikrobiyal aktivite sergilediği gözlenmektedir. Ancak; yapılan çalışmalardan elde edilen verilerde bazı farklılıklar söz konusu olabilmektedir. Bu farklılıklar ise genel olarak bitkilerin yetiştiği coğrafik ve ekolojik koşullar, kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve ekstrakttaki madde konsantrasyonu, tercih edilen

mikroorganizma türü ve/veya suşu, kullanılan analiz yöntemi gibi birçok nedenden kaynaklanabilmektedir.

**Tablo 3.** Alıç örneklerinin antibakteriyel aktivite sonuçları

		<i>C. monogyna</i>		<i>C. tanacetifolia</i>		<i>C. orientalis</i>		<i>C. sinaica</i>	
		MIC (mg/ml)	MTC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MTC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MTC (mg/ml)	MIC (mg/ml)	MTC (mg/ml)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538		2.2275	1.1137	1.3925	0.6962	1.3862	0.6931	2.175	1.0875
<i>Enterobacter aerogenes</i> ATCC 13048		17.82	8.91	11.14	5.57	5.545	2.7725	17.4	8.7
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 33495		17.82	8.91	11.14	5.57	11.09	5.545	17.4	8.7
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739		1.1137	0.5568	1.3925	0.6962	0.6931	0.3465	2.175	1.0875
<i>Bacillus licheniformis</i> ATCC 14580		8.91	4.455	2.785	1.3925	2.7725	1.3862	8.7	4.35

Bitkilerin içerdikleri bazı bileşenler yüksek dozda alındığında toksik etki göstermekte ve mutajen olarak görev yapmaktadırlar [47]. Bu nedenle bitkilerin mutajenik aktivitelerinin araştırılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada alıç ekstraktlarının ön denemelerle belirlenen 4 farklı dozunun (10, 20, 40, 80 µl/plak) mutajenik aktiviteleri *S. typhimurium* TA 98 ve TA 100 suşları üzerinde araştırılmıştır (Tablo 4, 5). Alıç ekstraktlarının denenen hiçbir dozunda *S. typhimurium* TA 98 ve TA 100 suşları üzerinde mutajenik aktiviteye rastlanmamıştır. Benzer

şekilde Sun ve ark. [48]'da *C. sanguinea* ekstraktlarının hiçbir dozunun (50-150 mg/plaka) TA 98 ve TA 100 soylarına karşı önemli düzeyde bir mutajenik etki göstermediğini belirlemişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak Quadros ve ark. [49] *C. oxyacantha* ekstraktlarının çalışmalarında kullandıkları tüm dozlarının (2.5-500 µg/ml) *S. typhimurium*'un TA 98 soyuna karşı S9 varlığında mutajenik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. TA 100 soyunda S9 varlığında ve yokluğunda mutajenik etki gözlenmemiştir.

**Tablo 4.** Alıç örneklerinin *Salmonella typhimurium* TA 98 üzerine mutajenik aktivitesi

Örnek Miktarı (µl plak <sup>-1</sup> )	<i>C. monogyna</i>	<i>C. tanacetifolia</i>	<i>C. orientalis</i>	<i>C. sinaica</i>
<b>Pozitif kontrol (SA)*</b>	6328.67±769.31**			
<b>Kontrol</b>	19.00±4.58			
<b>10</b>	11.00±1.73	31.33±18.58	14.67±3.06	12.67±2.31
<b>20</b>	20.00±13.00	21.67±2.08	15.00±3.61	20.67±0.58
<b>40</b>	28.33±6.51	17.67±6.11	13.67±2.08	16.00±4.36
<b>80</b>	23.67±10.50	14.33±5.86	15.33±2.08	21.00±6.08

\*SA: Sodyum Azid; \*\*Pozitif kontrol; kontrol dahil tüm gruplardan istatistiksel olarak farklıdır ( $P<0.05$ ).

**Tablo 5.** Alıç örneklerinin *Salmonella typhimurium* TA 100 üzerine mutajenik aktivitesi

Örnek Miktarı (µl plak <sup>-1</sup> )	<i>C. monogyna</i>	<i>C. tanacetifolia</i>	<i>C. orientalis</i>	<i>C. sinaica</i>
<b>Pozitif Kontrol (4-NPD)*</b>	1876.00±432.93**			
<b>Kontrol</b>	110.00±27.40			
<b>10</b>	93.33±19.01	94.67±12.42	129.33±14.57	99.33±14.74
<b>20</b>	122.33±42.16	108.33±38.70	121.67±22.48	113.00±19.98
<b>40</b>	93.00±16.09	101.00±37.24	102.33±32.13	142.00±25.87
<b>80</b>	113.00±26.85	113.33±12.06	129.00±43.09	133.33±30.44

\*4-NPD: 4-nitro-o-phenylenediamine; \*\*Pozitif kontrol; kontrol dahil tüm gruplardan istatistiksel olarak farklıdır ( $P<0.05$ ).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz çok çeşitli yabancı meyve türlerine ev sahipliği yapmaktadır. Bunların arasında sağlığı destekleyici bileşenlerinin fazlalığına rağmen en az değeri bilinen türlerden bir tanesi alıç meyvesidir. Alıç meyveleri çiğ olarak tüketilebilmektedir, bununla birlikte fermantasyonu sonucunda elde edilen sirkesi de günümüzde oldukça değerli bir üründür. Bu çalışmada Elazığ ilinde yetişen 4 alıç türünün bazı biyolojik özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Türler arasında kırmızı, iri meyveleriyle dikkat çeken *C. sinaica* meyvesinin biyoaktif bileşen miktarı ve antioksidan kapasitesi diğer türlere oranla yüksek bulunmuştur. Meyvelerin dikkat çekici düzeyde biyoaktif bileşen ve antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda meyveler antibakteriyel özelliğe de sahipken, mutajenik özelliklerine rastlanmamıştır. Bütün bu değerler alıç meyvelerinin sağlığı destekleyici olarak kullanılabilmesini göstermektedir. Ülkemizde sadece Hatay bölgesinde kültür bitkisi olarak üretilen alıç bitkisinin üretiminin diğer illerde de desteklenmesi ve halk arasında tüketiminin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması tarafımızca önerilmektedir.

#### Kaynaklar

- [1] N. G. Özkan, S. Aslan and M. Fırat, L. Phlomis, U. Akkemik, "Türkiye'nin doğal-egzotik ağac ve çalıları II." *Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara, Türkiye, 2014, pp. 58-65.
- [2] T. Karadeniz, "Şifalı meyveler," K.T.Ü. Ordu Ziraat Fakültesi, *Bahçe Bitkileri Bölümü*, Ordu, Türkiye, 2004, pp.34-36.
- [3] F. Balta, O. Karakaya and G. Kaptan Ekici, "Çorum'da yetişen alıçların (*Crataegus* spp.) fiziksel özellikleri," *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, vol. 5, no. 2, pp. 35-41, 2015.
- [4] J. Bruneton, "*Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*" 2nd ed. Lavoisier Publishing, Paris, France, 1999.
- [5] M. Özcan, H. Haciseferogullari, T. Marakoglu and D. Arslan, "Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties," *J. Food Eng.*, vol. 69, no. 4, pp. 409-413, 2005.
- [6] H. Çelik, "Erzincan yöresinin ağaç ve çalı formundaki tıbbi aromatik bitkileri", in *Erzincan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Arama Çalıştayı*, Erzincan, Türkiye, 16 Feb. 2017, pp.129.
- [7] R. İ. Gazioğlu, "Van yöresinde yetişen alıçlar," Yüksek Lisans Tezi, Yüzyüncü Yıl Üniv., Van, Türkiye, 2000.
- [8] B. Asma and O. Birhanlı, "Malatya ve çevresinde doğal olarak yetişen alıçlarda seleksiyon çalışmaları," *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*. Akdeniz Üni., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., Antalya, Türkiye, 2003, pp. 61-62.
- [9] M. F. Balta, F. Çelik, N. Türkoğlu, K. Özenk and F. Özgökçe, "Some fruit traits of hawthorn (*Crataegus* sp.) genetic resources from Malatya, Turkey," *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 531-536, 2006.

#### Teşekkür

Çalışmada kullanılan alıç örneklerinin toplanması esnasında yardımlarını esirgemeyen Rabia MURATHAN ve Murat MURATHAN'a teşekkürlerimizi sunarız.

#### Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye olan katkıları eşit orandadır.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.



- [10] M. Yanar, S. Ercişli, K. U. Yılmaz, H. Şahiner, T. Taşkın, Y. Zengin, I. Akgül and F. Çelik, "Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus spp.*) genotypes from Turkey," *Sci. Res. Essays*, vol. 6, no. 1, pp. 35-38, 2011.
- [11] M. Gündoğdu, K. Özrenk, S. Ercişli, T. Kan, O. Kodad and A. Hegedus, "Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus spp.*) from Turkey," *Biol. Res.*, vol. 47, pp. 21, 2014.
- [12] Z. T. Murathan, M. Arslan and N. Erbil, "Analyzing biological properties of some plum genotypes grown in Turkey," *Int. J. Fruit Sci.*, vol. 20, no. 3, pp. 1729-1740, 2020.
- [13] G. A. Spanos and R. E. Wrolstad, "Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 40, no. 9, pp. 1478-1487, 1992
- [14] C. Quettier-Deleu, B. Gressier, J. Vasseur, T. Dine, C. Brunet, M. Luyckx, M. Cazin, J. C. Cazin, F. Bailleul and F. Trotin, "Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*fagopyrum esculentum* moench) hulls and flour," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 72, no. 1-2, pp. 35-40, 2000.
- [15] AOAC, "*Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*," 15th ed. Arlington VA., 1990, pp.1058-1059.
- [16] D. Bakhshi and O. Arakawa, "Effects of UV-b irradiation on phenolic compound accumulation and antioxidant activity in 'Jonathan' Apple influenced by bagging, temperature and maturation," *J. Food, Agric. Environ.*, vol. 4, no. 1, pp. 75-79, 2006.
- [17] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans, "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay," *Free Radic. Biol. Med.*, vol. 26, no. 9/10, pp.1231-1237, 1999.
- [18] I. F. F. Benzie and J. J. Strain, "The ferric reducing ability of plasma (FRAB) as a measure of antioxidant power: The FRAB assay," *Anal. Biochem.*, vol. 239, pp. 70-76, 1996.
- [19] U. Abbasoğlu, F. Tosun and A. Aydınoğlu, "Antimicrobial activity of *Gonocytisus angulatus* (L.) spach," *FABAD J. Pharmaceutical Sci.*, vol. 20, pp. 125-127, 1995.
- [20] N. E. Uysal, "Determination of antibacterial activities of *Taraxacum farinosum* hausskn. et bornm. and *Taraxacum mirabile* wagenitz extracts," Master Thesis, Selçuk Univ., Institute of Sciences, Konya, Turkey, 2011.
- [21] O. Erkmén, "*Laboratory Techniques in Microbiology*," Nobel Academic Publishing Education Consultancy, Ankara, Turkey, 2016.
- [22] D. Maron and B. Ames, "Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test," *Mutation Res.*, vol. 113, pp.173-215, 1983.
- [23] H. Çoklar and M. Akbulut, "Alıç (*Crataegus orientalis*) meyvesinin antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşiklerinin ekstraksiyonu üzerine farklı çözümlerin etkisi," *Derim*, vol. 33, no. 2, pp. 237-248, 2016.
- [24] S. Ercişli, M. Yanar, M. Sengül, H. Yıldız, E. F. Topdas, T. Taskin, Y. Zengin, and K. U. Yılmaz, "Physico-chemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus spp.* L.) fruits in Turkey," *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, vol. 14, no. 1, pp. 83-93, 2015.
- [25] O. Caliskan, K. Gündüz, S. Serçe, C. Toplu, Ö. Kamiloğlu, M. Sengül and S.Ercişli, "Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus spp.*) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey," *Pharmacogn. Mag.*, vol. 8, no. 29, pp. 1-16, 2012.
- [26] F. Mraïhi, M. Journi, J. K. Chérif, M. Sokmen, A. Sokmen and M. Trabelsi-Ayadi, "Phenolic contents and antioxidant potential of *Crataegus* fruits grown in tunisia as determined by DPPH, FRAP, and  $\beta$ -carotene/linoleic acid assay," *J. Chem.*, vol. 2013, pp. 6, 2013.
- [27] S. Keser, S. Celik, S. Turkoglu, Ö. Yılmaz and I. Turkoglu, "The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq)," *J. Intercult. Ethnopharmacol.*, vol. 3, no. 2, pp. 51, 2014.
- [28] R. Bahri-Sahloul, S. Ammar, S. Grec and F. HarzallahSkhiri, "Chemical characterisation of *Crataegus azarolus* L. fruit from 14 genotypes found in Tunisia," *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, vol. 84, no. 1, pp. 23-28, 2009.
- [29] N. Güzel, "Alıç: Biyoaktif bileşenlerin termosonikasyon ile ekstraksiyonu ve fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi," *Gıda*, vol. 46, no. 4, pp. 939-948, 2021
- [30] M. A. Ebrahimzadeh and F. Bahramian, "Antioxidant activity of *Crataegus pentaegyna* subsp. *elburensis* fruits extracts," *Pak. J. Biol. Sci.*, vol. 12, no. 5, pp. 413-419, 2009.



- [31] J. E. Edwards, P. N. Brown, N. Talent, T. A. Dickinson and P. R. Shipley, "A review of the chemistry of the genus *Crataegus*," *Phytochem.*, vol. 79, pp. 5-26, 2012
- [32] P. Liu, H. Kallio, D. Lu, C. Zhou, S. Ou and B. Yang, "Acids, sugars, and sugar alcohols in Chinese hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 58, no. 2, pp. 1012-1019, 2010
- [33] R. García-Mateos, E. Ibarra-Estrada and R. Nieto-Angel, "Antioxidant compounds in hawthorn fruits (*Crataegus* spp.) of Mexico," *Rev. Mex. Biodivers.*, vol. 84, no. 4, pp. 1298-1304, 2013.
- [34] R. Nieto-Ángel, "Colección, conservación y caracterización del tejocote (*Crataegus* spp.) in frutales nativos, un recurso fitogenético de México," R. Nieto-Ángel (ed.). Universidad Autónoma Chapingo-Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Snics-Sagarpa), Chapingo, México, 2007, pp. 25-107.
- [35] L. Barros, A. M. Carvalho and I. C. Ferreira, "Comparing the composition and bioactivity of *Crataegus monogyna* flowers and fruits used in folk medicine," *Phytochem. Anal.*, vol. 22, no. 2, pp. 181-188, 2011.
- [36] V. Okatan, M. Gündoğdu and A. M. Çolak, "Uşak'ta yetişen farklı alıç (*Crataegus* spp.) genotipi meyvelerinin bazı kimyasal ve pomolojik karakterlerinin belirlenmesi," *Journal of the Institute of Science and Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 39-44, 2017.
- [37] D. Šamec and J. Piljac-Žegarac, "Postharvest stability of antioxidant compounds in hawthorn and cornelian cherries at room and refrigerator temperatures-Comparison with blackberries, white and red grapes," *Sci. Hort.*, vol.131, pp. 15-21, 2011.
- [38] S. Keser, "Determination of total antioxidant activities of yarrow (*Achillea millefolium*), hawthorn (*Crataegus monogyna*) and blackberry (*Rubus discolor*) and investigation of their effects on some biochemical parameters in oxidative stress generated rats," Ph. D. Thesis, Firat Univ., Sciences Institute, Elazığ, Turkey, 2012.
- [39] Y. Kiselova, D. Ivanova, T. Chervenkov, D. Gerova, Galunska B. and T. Yankova, "Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs," *Phytotherapy Res.*, vol. 20, no. 11, pp. 961-965, 2006.
- [40] A. Ghendov-Mošanu, D. Cojocari, G. Balan, and R. Sturza, "Antimicrobial activity of rose hip and hawthorn powders on pathogenic bacteria," *J. Eng. Sci.*, vol. 25, no. 4, pp. 100-107, 2018.
- [41] L. L. Zhang, L. F. Zhang and J. G. Xu, "Chemical composition, antibacterial activity and action mechanism of different extracts from hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bge.)," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, pp. 1-13, 2020.
- [42] C. F. Duffy and R. F. Power, "Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant extracts," *Int. J. Antimicrob. Agents*, vol. 17, no. 6, pp. 527-529, 2001.
- [43] I. Orhan, B. Ozcelik, M. Kartal, B. Ozdeveci and H. Duman, "HPLC quantification of vitexine-2-O-rhamnoside and hyperoside in three *Crataegus* species and their antimicrobial and antiviral activities," *Chromatography*, vol. 66, no. 1, pp. 153-157, 2007.
- [44] K. Guven, E. Yucel and F. Cetintas, "Antimicrobial activities of fruits of *crataegus* and *pyrus* species," *Pharmaceutical Biol.*, vol. 44, pp. 79-83, 2006.
- [45] V. M. Tadic, S. Dobric, G. M. Markovic, S. M. Dordevic, I. A. Arsicc, N. R. Menkovic and T. Stevic, "Anti-inflammatory, gastroprotective, free-radical-scavenging, and antimicrobial activities of hawthorn berries ethanol extract," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 56, no. 17, pp. 7700-7709, 2008.
- [46] W. I. Wan-Ibrahim, K. Sidik and U. R. Kuppusamy, "A high antioxidant level in edible plants is associated with genotoxic properties," *Food Chem.*, vol. 122, no. 4, pp. 1139-1144, 2010.
- [47] J. Sun, G. Gao, Y. Gao, X. Li, J. Guo and Y. Zhang, "Experimental research on the in vitro antitumor effects of *Crataegus sanguinea*," *Cell Biochem. Biophys.*, vol. 67, no. 1, pp. 207-213, 2013.
- [48] A. P. O. de Quadros, D. E. C. Mazzeo, M. A. Marin-Morales, F. F. Perazzo, P. C. P. Rosa, E. L. Maistro, "Fruit extract of the medicinal plant *Crataegus oxyacantha* exerts genotoxic and mutagenic effects in cultured cells," *J. Toxicol. Environ. Health, Part A*, vol. 80, no. 3, pp. 161-170, 2017.