

## Erikte (cv. Angeleno) Bazı Fitokimyasal ve Anti-mikrobiyal Aktivite Özellikleri Üzerine Yükseltinin Etkisi

Kerem MERTOĞLU<sup>1\*</sup> Aysel GÜLBANDILAR<sup>2</sup> İbrahim BULDUK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 26160, Eskişehir

<sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 26160, Eskişehir

<sup>3</sup>Uşak Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, 64200, Uşak

\*Sorumlu yazar e-mail: [kmertoglu@ogu.edu.tr](mailto:kmertoglu@ogu.edu.tr)

Geliş tarihi: 17.03.2020, Yayına kabul tarihi: 03.06.2020

**Özet:** Bu çalışma kapsamında, 'Angeleno' erik çeşidine ait meyvelerde, rakım değişimine bağlı olarak meydana gelen fitokimyasal ve anti-mikrobiyal değişimlerin tespiti hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, 2017 ve 2018 yıllarında, Eskişehir sınırları içerisinde yer alan iki farklı lokasyondan hasat edilen 'Angeleno' erik çeşidine ait meyvelerde örneklemeler yapılarak, analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, rakımın yükselmesine bağlı olarak, fenolik bileşiklerde artış tespit edilirken, organik asitlerin ve anti-mikrobiyal etkinin düşüş gösterdiği sonucuna varılmıştır. Her iki rakımda da organik asitlerin sıralaması malik asit> asetik asit> okzalik asit> askorbik asit şeklinde bulunurken, fenolik asitlerde stabil bir sıralama gözlenmemiştir. Fenolik bileşiklerden, rutin anti-fungal ve anti-bakteriyel etkisi yüksek düzeyde tespit edilirken, aynı etki organik asitlerde; malik asit, okzalik asit ve askorbik asitte bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Candida parapsilozis*, *Escherichia coli*, Fenolik ve organik asitler, rakım

### Altitude Effects on Fruit Phytochemical Composition and Anti-microbial Activity of Plum (cv. Angeleno)

**Abstract:** In scope of this study, phytochemical and anti-microbial changes that occur due to altitude change in the fruits of 'Angeleno' plum variety were targeted. For this purpose, analyzes were conducted by sampling the fruits of the 'Angeleno' plum variety that are harvested from two different locations within the borders of Eskişehir. According to the obtained results, increase in phenolic compounds was determined with the increase of altitude, while organic acids and anti-microbial effects were decreased. While the ranking of organic acids was found as malic acid> acetic acid> oxalic acid> ascorbic acid in both altitudes, stable ranking could not be observed in phenolic acids. Anti-fungal and anti-bacterial effects of routine were detected at a high level among the phenolic compounds. Same effect was found for malic acid, oxalic acid and ascorbic acid among the organic acids.

**Keywords:** *Candida parapsilozis*, *Escherichia coli*, Phenolic and organic acids, altitude

#### Giriş

Tarımsal faaliyetlerin verimliliğini etkileyen en önemli unsur ekolojik faktörlerin uygunluğudur. Farklı iklimsel özelliklere sahip yörelerde, aynı çeşide ait bitkilerin morfolojisinde ve bu bitkilere ait meyvelerin pomolojisinde ve içeriğinde değişimler olmaktadır (Bugaud ve ark., 2007; Mikulic Petkovsek ve ark., 2015; Gündüz ve

Özbay, 2018; Usanmaz ve ark., 2018). Yöreler arası farklı iklim özelliklerinin görülmesinde ise, iklim üzerine etki eden; enlem, su kütlesine yakınlık, topografya ve rakım (yükselti) gibi özelliklerin değişkenlik göstermesi etkili olmaktadır (Korner, 2007; Bais ve ark., 2018).

Rakım, herhangi bir yerin deniz seviyesine olan dikey uzaklığı olarak ifade edilir. İklim üzerine etki eden diğer

faktörlerin etkileri göz ardı edildiğinde, rakımın değişmesine bağlı olarak, iklim özelliklerinde, büyük değişimlerin olduğu gözlenmektedir. Genel olarak rakımın yükselmesi ile birlikte, atmosfer katman kalınlığı, güneş ışınlarının geliş açısı, ışık yoğunluğu, radyasyon, yağış miktarı ve rüzgar faaliyetleri artarken, atmosfer sıcaklığı ve atmosfer basıncı ise azalmaktadır (Korner, 2007; Muniz ve ark., 2018). Meteorolojik parametrelerde meydana gelen bu değişim, bitkilerin toprak altı ve toprak üstü organlarında farklı gelişim kuvvetlerinin görülmesine (Yoon ve ark., 2009), fenolojik seyirde değişimlere (Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2017), morfolojik farklılıkların görülmesine (Bugaud ve ark., 2007) ve fitokimyasal içeriğin değişmesine sebep olmaktadır (Palmieri ve ark., 2017).

Erik meyvelerinde yaygın olarak bulunan fenol ve organik asitler, oksidasyon ve peroksidasyon reaksiyonlarının başlamasını önleyerek, yüksek antioksidan aktivite özelliği gösteren bileşiklerdir. Bu antioksidatif etkinin, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar dahil olmak üzere, pek çok kronik hastalığın görülme riskini düşürdüğü belirtilmektedir (Tang ve Tsao, 2017; Pham ve ark., 2019). Ancak bu fitokimyasal özelliklerin, kalıtım dereceleri düşük olup, çevre şartlarına duyarlılıkları yüksektir. Üstün fitokimyasal özellikler, ancak ürünün uygun ekolojide yetiştirilmesi ile mümkündür. Bu sebeple, ekolojiye uygun çeşitlerin tespiti ve ıslahı üzerine yapılan çalışmalar son dönemde artmıştır (Mditshwa ve ark., 2013; Mezzetti ve ark., 2016; Blando ve ark., 2019).

Bu çalışmada, yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan 'Angelino' erik çeşidinde, rakım değişimine bağlı olarak gerçekleşen iklim değişiminin, erik meyvelerinde, fitokimyasal ve antimikrobiyal özellikleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Yapılan korelasyon

analizleri sonucunda, incelenen fitokimyasal özelliklerin, antimikrobiyal potansiyelleri tespit edilmiş olup, birlikte ele alınma bakımından değerlendirilmeleri yapılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2017 ve 2018 yıllarında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait 2 farklı deneme arazisinde yürütülmüştür. Materyal olarak, çöğür anacına aşılandıktan sonra 2011 yılında araziye dikilen, 'Angelino' erik çeşidi kullanılmıştır. Tam çiçeklenmeden 40 gün sonra, ağaçlarda ürün yükünü dengelemek maksadı ile seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir (Mertoğlu ve ark., 2019). Erik meyveleri, daldan kopma direnci ve tat analizleri doğrultusunda hasat edilmiştir (Arion ve ark., 2014). Her bir ağacın meyveleri diğerleri ile karıştırılmaksızın hasat edildikten sonra üç paralel ve her paralelde 20 meyve olacak şekilde örneklenmiştir (Her bir yörede, 3 tekrür, 9 paralel, 180 meyve). Meyveler, katı meyve suyu sıkacağı aracılığı ile meyve suyuna dönüştürüldükten sonra, Whatman filtre kağıdı ile süzölmüştür. Fitokimyasal ve mikrobiyal analizlerin tamamında bu meyve suları kullanılmıştır. Analizlere, hasat olumuna daha geç gelen, yüksek rakımdaki (Merkez) meyvelerin hasadından hemen sonra başlanmıştır. Düşük rakımdan hasat edilen meyveler, analizler yapılana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Analizlerden hemen önce meyve suları santrifüj edilmiştir.

Çalışma materyalini kapsayan parsellerden biri, tipik karasal iklimin görüldüğü Eskişehir-Merkez bölgede yer alırken, diğeri Akdeniz iklimine yakın, mikro-klima özelliklerin görüldüğü Eskişehir-Sarıcakaya bölgesinde yer almaktadır. Çalışma alanlarına ait

iklimsel veriler Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki deneme yılında da, hava sıcaklığı ve basıncı, rakımın düşük olduğu Sarıcakaya yöresinde daha yüksek ölçülürken, rüzgar hızı Merkez yörede daha yüksek

görülmüştür. Nem ve yağış miktarları ise yılın ilk yarısında, daha erken ısınan Sarıcakaya yöresinde yüksek iken, geri kalan aylarda Merkez’de daha yüksek düzeyde seyretmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanının 2017 ve 2018 yılları ilgili aylarına ait iklimsel veriler

Table 1. Climatic parameters in related months of experimental areas in 2017 and 2018

| Merkez -Yüksek Rakım (800 m)       |       |       |       |         |        |         |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|
| 2017                               |       |       |       |         |        |         |       |       |
|                                    | Mart  | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim  |
| Rüzgar hızı (m.san <sup>-1</sup> ) | 3.4   | 3.0   | 3.1   | 3.0     | 3.6    | 3.7     | 2.9   | 2.6   |
| Ortalama sıcaklık (°C)             | 7.6   | 9.6   | 14.4  | 19.1    | 23.1   | 22.0    | 19.6  | 10.8  |
| Aktüel basınç (hPa)                | 923.2 | 924.9 | 923.1 | 923.9   | 922.3  | 923.0   | 924.7 | 926.6 |
| Nem (%)                            | 68.7  | 66.9  | 73.2  | 73.4    | 59.5   | 67.3    | 57.0  | 72.9  |
| Yağış (mm.m <sup>-2</sup> )        | 16.2  | 62.0  | 50.8  | 44.8    | 13.4   | 31.4    | 2.6   | 46.4  |
| 2018                               |       |       |       |         |        |         |       |       |
| Rüzgar hızı (m.san <sup>-1</sup> ) | 3.5   | 2.9   | 2.9   | 2.9     | 3.4    | 3.1     | 3.1   | 2.6   |
| Ortalama sıcaklık (°C)             | 9.2   | 13.8  | 16.8  | 19.9    | 22.3   | 22.9    | 18.6  | 13.3  |
| Aktüel basınç (hPa)                | 920.0 | 924.9 | 922.4 | 921.1   | 920.8  | 922.5   | 925.9 | 927.9 |
| Nem (%)                            | 73.5  | 61.6  | 74.8  | 69.5    | 65.5   | 63.5    | 65.4  | 77.4  |
| Yağış (mm.m <sup>-2</sup> )        | 53.6  | 12.6  | 62.2  | 46.6    | 39.2   | 18.0    | 2.8   | 29.2  |
| Sarıcakaya – Düşük Rakım (200 m)   |       |       |       |         |        |         |       |       |
| 2017                               |       |       |       |         |        |         |       |       |
| Rüzgar hızı (m.san <sup>-1</sup> ) | 1.9   | 1.8   | 1.9   | 2.1     | 2.4    | 2.7     | 2.1   | 1.6   |
| Ortalama sıcaklık (°C)             | 11.0  | 14.2  | 19.1  | 23.6    | 26.7   | 26.8    | 24.9  | 15.3  |
| Aktüel basınç (hPa)                | 983.1 | 984.4 | 981.4 | 981.2   | 978.7  | 979.5   | 981.0 | 985.3 |
| Nem (%)                            | 67.2  | 64.5  | 94.7  | 77.0    | 49.9   | 64.9    | 62.9  | 75.5  |
| Yağış (mm.m <sup>-2</sup> )        | 32.1  | 58.4  | 90.4  | 48.9    | 0.8    | 49.4    | 2.0   | 39.4  |
| 2018                               |       |       |       |         |        |         |       |       |
| Rüzgar hızı (m.san <sup>-1</sup> ) | 1.8   | 2.1   | 2.0   | 2.0     | 2.4    | 2.4     | 2.1   | 1.7   |
| Ortalama sıcaklık (°C)             | 13.3  | 18.4  | 21.4  | 23.6    | 26.0   | 26.7    | 22.1  | 16.9  |
| Aktüel basınç (hPa)                | 978.7 | 982.9 | 979.7 | 977.6   | 976.7  | 978.7   | 983.2 | 986.3 |
| Nem (%)                            | 77.3  | 70.6  | 76.0  | 64.9    | 50.9   | 50.4    | 54.2  | 66.8  |
| Yağış (mm.m <sup>-2</sup> )        | 73.2  | 14.9  | 113.3 | 75.8    | 37.1   | 6.2     | 13.4  | 44.0  |

### Fitokimyasal özelliklerin tespiti

Polifenollerin ayırımında, Ace C18 (4.6 mm x 150 mm, 5 µm) kolonu ile donatılmış, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC, Agilent - 1260) sistemi kullanılmıştır. Hareketli faz A; % 0.02 trifloroasetik asit (TFA) içeren su iken, faz B; % 0.02 TFA içeren metanoldür. Gradyan koşulları, 0-5 dakika % 25 B; 5-10 dakika % 25-30 B; 10-16 dakika % 30-45 B; 16-18 dakika % 45 B; 18-25 dakika % 45-80 B; 25-30 dakika % 80 B; 30-40 dk % 80-25 B şeklinde olup, kolon sıcaklığı 25 °C’de kontrol edildi. Enjeksiyon hacmi, 10 µL olarak ayarlanmış, mobil fazın akış hızı ise 0.5 mL/d’da tutulmuştur. Diot Array

Dedektörün (DAD) algılama dalga boyları dört farklı konuma (254, 275, 305 ve 320 nm) ayarlanmıştır (Dawei ve ark.2005).

Organik asitlerin ayırımı da aynı HPLC düzeneği ile gerçekleştirilmiştir. Kromatografik ayırım, 35 °C’de gerçekleştirilirken, hareketli fazın akış hızı 0.6 mL/d olarak ayarlanmıştır. Mobil faz olarak 0.01 M amonyum hidrojen fosfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> kullanılmış olup, pH’sı H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ile 2.4’e ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 10 µL olarak ayarlanmış ve tüm organik asitler 210 nm dalga boyunda UV dedektör ile belirlenmiştir (Hongxue ve ark. 2015).

Antioksidan kapasite tayininde, DPPH yöntemi kullanılmış olup, Polat

ve ark (2018)'nın belirttiği yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle meyve sularının tamamı karıştırılmış ve bu meyve sularının farklı konsantrasyonlarda, DPPH radikalini giderme kabiliyetleri tespit edilerek, % 50 inhibisyon sağlayan numune konsantrasyonu (IC50) tespit edilmiştir. Ardından lokasyonlara ait meyve sularından, tespit edilen IC50 değeri kadar örnek alınarak, antioksidan aktivite tespit edilmiş, sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Toplam fenol miktarının belirlenmesinde ise Folin-Ciocalteu yöntemi, Selçuk ve Erkan (2016)'ın belirttiği şekilde yürütülmüştür. Standart eğrinin hazırlanmasında, gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg GAE L<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

#### ***Anti-mikrobiyal aktivite tayini***

Antimikrobiyal aktivite tayininde kuyu diffüzyon yöntemi kullanılmış olup, 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Bu kapsamda, 2'si gram negatif (*Escherichia coli*-ATCC 25922, *Enterococcus faecalis*-ATCC 29212) ve 1'i gram pozitif (*Staphylococcus aureus*-ATCC 29213) olmak üzere 3 bakteri ve 2 maya (*Candida albicans*-ATCC 14053, *Candida parapsilosis*-ATCC 22019) kullanılmıştır. Bakteri ırkları, Brain Heart Infusion Broth (BHİB)'a ekilerek 37°C'de 24 saat süreyle, maya suşları ise Sabouraud Dextrose Broth (SDB)'a ekilerek 25°C'de 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmış ve aktivasyonları sağlanmıştır. Antimikrobiyal aktivitenin değerlendirilmesinde, besiyeri olarak Mueller Hilton Agar (MHA)

kullanılmıştır. Yaklaşık 1x10<sup>6</sup> cfu mL<sup>-1</sup> mikroorganizma içeren 24 saatlik sıvı kültürden alınan bakteri ve mayalar, 0.5 McFarland standardı ile standardize edilmiştir. Daha sonra bu sıvı kültürlerden 0.01 mL alınarak, önceden steril olarak hazırlanan MHA içeren petri kutularına aşılanmıştır. Aşılama işlemi takiben ortam üzerinde, cork-borer (No.9, Ø 11 mm) vasıtası ile kuyucuklar açılarak, içlerine 100 µL meyve suyu ilave edilmiştir. Petriler 37 °C de 24 saat inkübe edildikten sonra, her bir petrideki kuyucukların etrafındaki inhibisyon zonu mm olarak ölçülmüştür (İlkinen ve Gülbandılar, 2018). Çalışmada, vankomisin, sefepim ve levoflaksasin antibiyotikleri ile flukonazol fungusiti referans olarak kullanılmıştır.

#### ***İstatistiksel değerlendirme***

Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülmüştür. İncelenen özelliklerin farklı rakımlarda istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterip göstermediği Minitab-17 paket programında, t-testi yöntemi kullanılarak belirlenmiş olup, sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir. Fitokimyasal özelliklerin, anti-fungal ve anti-bakteriyel özelliklerinin tespitinde, korelasyon analizi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

#### ***Bulgular ve Tartışma***

Farklı rakımlardan hasat edilen 'Angelino' çeşidinin meyvelerinde incelenen özelliklere ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir

Çizelge 2. 'Angeleno' çeşidinin rakımlara göre fitokimyasal ve anti-mikrobiyal özellikleri  
 Table 2. Phytochemical and anti-microbial characteristics of 'Angeleno' according to altitudes

|   | Sarıcakaya (Rakım: 200) | Merkez (Rakım:800)           |                              |                         |                             |
|---|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Genel fitokimyasal özellikler</b>  |                         |                              |                              |                         |                             |
| Toplam fenol (mg L <sup>-1</sup> )  | 701.8±24.0 a*           | 537.5±23.6 b                 |                              |                         |                             |
| Antioksidan aktivite (%)  | 48.3±4.5 b              | 62.7±4.71 a                  |                              |                         |                             |
| <b>Organik asitler (mg L<sup>-1</sup>)</b>  |                         |                              |                              |                         |                             |
| Malik asit  | 7655.8±586.0 a          | 5924.5±697.0 b               |                              |                         |                             |
| Asetik asit   | 2822.4±343.0 b          | 1937.1±251.0 a               |                              |                         |                             |
| Okzalik asit  | 838.4±94.0 a            | 564.1±68.7 b                 |                              |                         |                             |
| Askorbik asit   | 12.7±0.9 öd**           | 12.0±0.8                     |                              |                         |                             |
| <b>Fenolik asitler (mg L<sup>-1</sup>)</b>  |                         |                              |                              |                         |                             |
| p-hidroksibenzoik asit  | 25.3±3.8 b              | 41.0±4.7 a                   |                              |                         |                             |
| p-kumarik asit  | 1.3±0.5 öd              | 1.5±0.4                      |                              |                         |                             |
| Klorojenik asit   | 50.3±7.2 b              | 75.2±4.63 a                  |                              |                         |                             |
| Protokateşik asit   | 14.4±4.4 öd             | 18.1±7.9                     |                              |                         |                             |
| Gallik asit   | 18.0±1.6 öd             | 18.1±3.8                     |                              |                         |                             |
| Vanillik asit   | 17.5±2.1 b              | 25.0±4.2 a                   |                              |                         |                             |
| Kafeik asit   | 10.2±3.1 b              | 17.4±2.1 a                   |                              |                         |                             |
| Siringik asit   | 8.1±1.4 b               | 13.2±2.2 a                   |                              |                         |                             |
| Rutin   | 1.1±0.2 a               | 0.2±0.1 b                    |                              |                         |                             |
| *: Sütünlükler arası farklı harfler, istatistiksel düzeyde önemliliği ifade etmektedir (P<0.05), **: Önemli değil |                         |                              |                              |                         |                             |
| <b>Anti-mikrobiyal aktivite (mm)</b>  |                         |                              |                              |                         |                             |
|   | <i>Escherichia coli</i> | <i>Enterococcus faecalis</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Candida albicans</i> | <i>Candida parapsilosis</i> |
| Sarıcakaya (Rakım: 200)   | 13.7±0.9 a***           | 13.8±0.9 a                   | 14.2±1.5 a                   | 13.1±1.1 b              | 8.2 ±0.3 ns                 |
| Merkez (Rakım:800)  | 0.0±0.0 b               | 6.9±0.5 b                    | 7.3±0.4 b                    | 0.0 ±0.0 a              | 8.0 ±0.6                    |
| Vankomisin (Antibiyotik)  | 14.1                    | 30.8                         | 32.9                         | -                       | -                           |
| Sefepim (Antibiyotik)   | 13.6                    | 13.7                         | 12.9                         | -                       | -                           |
| Levoflaksasin (Antibiyotik)   | 13.9                    | 28.8                         | 14.7                         | -                       | -                           |
| Flukonazol (Fungusit)   | -                       | -                            | -                            | 12.4                    | 8.4                         |
| ***: Satırlar arası farklı harfler, istatistiksel düzeyde önemliliği ifade etmektedir (P<0.05)                    |                         |                              |                              |                         |                             |

Melgarejo ve ark. (2012) ile Ionica ve ark. (2013)'nın, çalışmalarında malik asidi, erik meyvelerinde baskın organik asit olarak belirlemeleri, çalışma sonuçları ile paralellik göstermekte olup, her iki rakımda da organik asitlerin sıralaması malik asit> asetik asit> okzalik asit> askorbik asit şeklinde bulunmuştur. İncelenen tüm organik asitlerin, düşük rakımda daha yüksek düzeylerde bulunduğu tespit edilmiştir. Malik asit, asetik asit, okzalik asit ve askorbik asit miktarları, düşük rakımda sırası ile 7655.8, 2822.4, 838.4 ve 12.7 mg L<sup>-1</sup> düzeylerinde tespit edilirken, yüksek rakımda bu değerler 5924.5, 1937.1, 564.1 ve 12.0 mg L<sup>-1</sup> seviyelerine düşmüştür. Meydana gelen bu düşüşler, askorbik asit haricindeki diğer organik asitlerde, istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Angeleno, hasadı geç yapılan (Eylül-Ekim) bir çeşit olup, tam çiçeklenmeden hasada yaklaşık 150 gün gelişim göstermektedir (Sevinç, 2016). Rakımın yüksek olduğu Merkez yörede, vejetasyon dönemi kısa olup, hasada yakın dönemlerde hava sıcaklığı ciddi düşüş göstermektedir (Çizelge 1). Düşüşlerin meydana gelmiş olmasında, bu durumun etkili olduğu düşünülmektedir. Rakım artışına bağlı olarak, organik asitlerin miktarında, artışın (Kumar ve ark., 2019) veya azalışın (Gündüz ve Özbay, 2018) bildirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Hatta çeşitlerin, organik asitler bakımından, stabil bir durum sergilemediği ve daha yüksek değerlere yıllara göre hem düşük rakımda, hem de

yüksek rakımda rastlandığı bildirilmektedir (Correia ve ark., 2016). Bu durum, bitkilerde fitokimyasal kompozisyon ve birikimin birçok faktörün kümülatif etkisi altında şekillendiği ve özellikle birikimin hızlandığı hasada yakın evrelerde seyreden koşulların önemli olduğu şeklinde yorumlanabilir (Rivera ve ark., 2017; Edgley ve ark., 2019).

Fenolik asitler, organik asitlerin aksine rakım artışından olumlu etkilenmiş olup, rutin hariç olmak üzere incelenen tüm fenolik asitlerin miktarında rakım artışına paralel, artış tespit edilmiştir. Gallik asit, protokateşik asit ve *p*-kumarik asitte meydana gelen değişimler önemsiz bulunmuştur. İstatistiksel düzeyde önemliliğin görüldüğü, *p*-hidroksibenzoik asit, klorogenik asit, vanillik asit, kafeik asit ve siringik asit miktarları düşük rakımda sırası ile 25.3, 20.3, 17.5, 10.2 ve 8.1 mg L<sup>-1</sup> düzeylerinde bulunurken, yüksek rakımda bu değerlerin 41.0, 75.2, 25.0, 17.4 ve 13.2 mg L<sup>-1</sup> seviyelerine çıktığı görülmüştür. Rutin ise düşük rakımda daha yüksek (1.1 mg L<sup>-1</sup>) düzeyde tespit edilmiş olup, rakımın yükselmesine bağlı olarak düşüş (0.2 mg L<sup>-1</sup>) göstermiştir (Çizelge 2). Genel olarak fenolik asitlerin miktarında meydana gelen artışa, yüksek rakımda daha yüksek düzeyde bulunan UV ışınları sebep olmuş olabilir. Bitkiler yüksek UV'nin zararlı etkilerine karşı, savunma olarak epidermal dokularda, fenilpropanoid yolunda, özellikle UV absorbe etme yeteneği yüksek olan fenolik bileşikleri daha fazla üretmektedir (Kalt, 2005). Rakım yükselmesi ile artış gösteren, bireysel fenolik bileşiklerin aksine toplam fenol miktarı, düşük rakımda 701.8 mg L<sup>-1</sup> düzeyinde iken, yüksek rakımda 537.5 mg L<sup>-1</sup> düzeyine kadar düşüş göstermiştir (Çizelge 2). Benzer durumun, ceviz (Ghasemi ve ark., 2011) ve nar (Mphahlele ve ark., 2014) gibi

meyve türlerinde de tespit edildiği rapor edilmiştir. Toplam fenol miktarının azalmış olması, fenolik özellik gösteren bileşiklerin hepsinin azalacağı anlamına gelmez. Fenolik bileşiklerin, değişen iklim şartlarına gösterdikleri tepkiler birbirinden farklı olmaktadır (Mphahlele ve ark., 2014). Ayrıca fenolik bileşikler farklı antioksidan aktivite özelliğine sahiptirler (Lin ve ark., 2018). Bu sebeple toplam fenolik madde azalıyor olmasına rağmen, antioksidan aktivitenin artması mümkün olabilmektedir. Antioksidan aktivitenin, düşük rakımdan yüksek rakıma, yükselme göstermiş olması (%48.3'den %62.7'ye), bu durumdan kaynaklanmış olma ihtimali yüksektir. Ayrıca rakımın yükselmesine paralel artan UV miktarı, bitkilerde enzimatik olan ve olmayan savunma sistemlerini uyularak antioksidan aktiviteyi arttırmaktadır (Martinez-Lüscher ve ark., 2013). Çalışmada incelenen, organik ve fenolik asit bileşikleri, antioksidan özelliği yüksek olan fitokimyasallardır (de Souza ve ark., 2012; Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2019). Rakım artışına bağlı olarak organik asitlerin miktarında düşüş, fenolik asitlerin miktarında ise artış gözlenmiştir. Antioksidan aktivitenin, düşük rakımdan yüksek rakıma, yükselme göstermiş olması, fenolik asitlerin antioksidan aktivite bakımından organik asitlere nazaran daha yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu izlenimi vermektedir.

Farklı rakımlarda hasat edilen eriklerden, düşük rakımda yetiştirilenlerin, anti-bakteriyel etkileri daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus* bakteri ırklarına karşı, yüksek rakımda sırası ile 0.0, 6.9 ve 7.3 mm olarak ölçülen inhibisyon zonları, düşük rakımda 13.7, 13.8 ve 14.2 mm düzeylerine çıkmıştır. Düşük rakımda ölçülen bu değerlerin,

referans olarak kullanılan sefepim antibiyotığından daha etkili olduğu tespit edilirken, vankomisin ve levoflaksasin'den ise düşük bulunmuştur. Anti-fungal durum bakımından, *Candida parapsilozis*'e karşı farklı rakımdan hasat edilen meyveler arasında farklılık tespit edilmezken, etkinin referans olarak kullanılan flukonazol fungusitine eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. *Candida albicans*'ın gelişimine karşı yüksek rakımdan hasat edilen meyvelerin engelleyici etkisi görülmezken, düşük rakımdan hasat edilen meyvelerde inhibisyon zonu 13.1 mm olarak ölçülerek, flukonazolden daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Bitkisel bileşiklerin, mikroorganizmalarda, nükleik asit sentez inhibisyonu, biyofilm oluşumu, bazı önemli enzimlerle etkileşim, sitoplazmik membran fonksiyon inhibisyonu ve polipeptid reaksiyonu gibi mekanizmaları sekteye uğratarak anti-

mikrobiyal etki gösterdikleri belirtilmektedir (Gonelimali ve ark., 2018; Mickymaray, 2019). Eriğinde dahil olduğu, zengin ve çeşitli fitokimyasal kompozisyona sahip meyve türlerinde, yüksek anti-mikrobiyal etkinin olduğu rapor edilmiştir (Yılmaz and Ercisli, 2011; Sirdarta ve ark., 2015; Erbil ve ark., 2018).

Mikroorganizma faaliyeti ile fitokimyasal özellikler arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 3'te verilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, fitokimyasal özelliklerin, anti-bakteriyel ve anti-fungal özelliklerinin paralellik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Organik asitlerin, anti-mikrobiyal etkileri, fenolik asitlere göre daha etkili görülürken, okzalik asit, malik asit ve askorbik asidin bakterilerin ve mayaların gelişimleri üzerine engelleyici etkilerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer etki, fenolik asitler içerisinde sadece rutinde bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fitokimyasal özellikler ile mikroorganizma aktiviteleri arasındaki korelasyon katsayıları

Table 3. Correlation coefficients between phytochemical characteristics and activity of microorganisms

|   | 1    | 2     | 3    | 4    | 5    | 6     | 7    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
|---|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.98 | -0.89 | 0.92 | 0.86 | 0.50 | -0.95 | 0.98 | -0.89 | -0.91 | -0.19 | 0.03  | -0.30 | -0.81 | -0.80 | -0.82 |
| 2 | 0.92 | -0.93 | 0.89 | 0.84 | 0.52 | -0.90 | 0.99 | -0.83 | -0.84 | -0.21 | 0.01  | -0.38 | -0.73 | -0.74 | -0.79 |
| 3 | 0.90 | -0.91 | 0.88 | 0.82 | 0.49 | -0.87 | 0.99 | -0.79 | -0.80 | -0.24 | -0.1  | -0.30 | -0.73 | -0.72 | -0.74 |
| 4 | 0.97 | -0.84 | 0.87 | 0.84 | 0.41 | -0.97 | 0.94 | -0.92 | -0.94 | -0.25 | -0.02 | -0.31 | -0.80 | -0.86 | -0.86 |
| 5 | 0.95 | -0.80 | 0.84 | 0.77 | 0.44 | -0.94 | 0.91 | -0.90 | -0.90 | -0.28 | 0.12  | -0.28 | -0.69 | -0.81 | -0.91 |

**Başlangıç sütununda;** 1: Escherichia coli. 2: Enterococcus faecalis. 3: Staphylococcus aureus. 4: Candida albicans. 5: Candida parapsilozis

**Başlangıç satırında;** 1:Total phenol. 2:Antioxidant activity. 3:Oxalic acid. 4:Malic acid. 5:Ascorbic acid. 6:Acetic acid. 7:Rutin. 8:Parahydroxybenzoic acid. 9:Chlorogenic acid. 10:P-coumaric acid. 11:Gallic acid. 12:Protocatechuic acid. 13:Vanilic acid. 14:Caffeic acid. 15:Syngic acid

## Sonuç ve Öneriler

Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, aynı enlem derecesi içerisinde, rakım değişimine paralel, fitokimyasal kompozisyonun ve anti-mikrobiyal aktivitenin değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 'Angeleno' çeşidinde rakımın yükselmesi ile fenolik

bileşiklerin miktarında artış, organik asitler ile anti-mikrobiyal aktivite de ise düşüş tespit edilmiştir. Ancak, farklı tür ve türlere ait çeşitlerde, yükselti değişimine bağlı olarak bu özelliklerin değişebileceği, bu sebeple, bu tip çalışmaların olabildiğince farklı tür ve çeşitle yürütülerek, çeşitler bakımından uygun ekolojilerin,

olabildiğince fazla parametre incelenerek tespit edilmesi önem taşımaktadır.

Hastalık etmenlerine karşı tedavi maksatlı kullanılan etken maddelere, mikroorganizmaların dayanım kazanmaları, sağlıkçıları doğal kaynaklara yönlendirmiş olup, bu noktada, erik meyvesinin, sahip olduğu fitokimyasal kompozisyon ile iyi bir alternatif olabileceği söylenebilir. Bu bağlamda, insan sağlığı açısından, rutin, malik asit, asetik asit ve askorbik asidin dikkate alınması gerektiği ve bu maddelerce yüksek içeriğe sahip çeşitlerin ön plana çıkabileceği ve ıslah çalışmalarında bu kimyasalları daha yüksek düzeyde barındıran çeşitlerin ebeveyn olarak tercihi önerilebilir.

#### Kaynaklar

- Arion, C.M., Tabart, J., Kevers, C., Niculaua, M., Filimon, R., Beceanu, D. ve Dommes, J. 2014. Antioxidant Potential of Different Plum Cultivars During Storage. *Food Chemistry*, 146: 485-491.
- Bais, A.F., Lucas, R.M., Bornman, J.F., Williamson, C.E., Sulzberger, B., Austin, A.T., ve Aucamp, P.J. 2018. Environmental Effects of Ozone Depletion, UV Radiation and Interactions with Climate Change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 17(2): 127-179.
- Blando, F., Berland, H., Maiorano, G., Durante, M., Mazzucato, A., Picarella, M.E., ... ve Andersen, O.M. 2019. Nutraceutical Characterization of Anthocyanin-Rich Fruits Produced by 'Sun Black' Tomato Line. *Frontiers in Nutrition*, 6: 133.
- Bugaud, C., Daribo, M.O. ve Dubois, C. 2007. Climatic Conditions Affect The Texture and Colour of Cavendish bananas (Grande Naine cultivar), *Scientia Horticulturae*, 113(3): 238-243.
- Correia, S., Gonçalves, B., Aires, A., Silva, A., Ferreira, L., Carvalho, R., ... & Paula Silva, A. 2016. Effect of Harvest Year and Altitude on Nutritional and Biometric Characteristics of Blueberry Cultivars. *Journal of Chemistry*, 8648609: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8648609>.
- Dawei, W., Chen Chen, L., Hao, D., Yiping, L. ve Huwei, L. 2005. A Universal HPLC Method for The Determination of Phenolic Acids in Compound Herbal Medicines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(17): 6624-6629.
- de Souza, V.R., Pereira, P.A.P., Queiroz, F., Borges, S.V. ve Carneiro, J.D.D.S. 2012. Determination of Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Chemical Composition of Cerrado Brazilian fruits. *Food Chemistry*, 134(1): 381-386.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik metotları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, 381s, Ankara.
- Edgley, M., Close, D.C. ve Measham, P.F. 2019. Effects of Climatic Conditions During Harvest and Handling on The Postharvest Expression of Red Drupelet Reversion in Blackberries. *Scientia Horticulturae*, 253: 399-404.
- Erbil, N., Murathan, Z.T., Arslan, M., Ilcim, A. ve Sayin, B. 2018. Antimicrobial, Antioxidant, and



- Antimutagenic Activities of Five Turkish Pear Cultivars. *Erwerbs-Obstbau*, 60(3): 203-209.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ehteshamnia, A., Nabavi, S.M., Nabavi, S.F., Ebrahimzadeh, M. A. ve Pourmorad, F. 2011. Influence of Environmental Factors on Antioxidant Activity, Phenol and Flavonoids Contents of Walnut (*Juglans regia* L.) green husks. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(7): 1128-1133.
- Gonelimali, F.D., Lin, J., Miao, W., Xuan, J., Charles, F., Chen, M. ve Hatab, S.R. 2018. Antimicrobial Properties and Mechanism of Action of Some Plant Extracts Against Food Pathogens and Spoilage Microorganisms. *Frontiers in microbiology*, 9: 1639.
- Gündüz, K. ve Özbay, H. 2018. The Effects of Genotype and Altitude of The Growing Location on Physical, Chemical, and Phytochemical Properties of Strawberry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42(3): 145-153.
- Hongxue, F., Lingli, Z., Bo, H., Pengxiang, Y. ve Xueling, G. 2015. Analysis of Organic Acids in Blueberry Juice and Its Fermented Wine by High Performance Liquid Chromatography. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 9(2): 127-134.
- Ionica, M.E., Nour, V., Andafir, I.T.R., Cosmulescu, S. ve Botu, M. 2013. Physical and Chemical Properties of Some European Plum Cultivars (*Prunus domestica* L.) *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(2): 499-503.
- İlkimen, H. ve Gülbandılar, A. 2018. Lavanta, Ada Çayı, Kekik ve Papatya Ekstrelerinin Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması. *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 48(4): 241-246.
- Kalt, W. 2005. Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of food science*, 70(1), R11-R19.
- Korner, C. 2007. The Use of 'Altitude' in Ecological Research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(11): 569-574.
- Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R.R., Singh, S., Saha, S., Sharma, V.K., ... ve Varghese, E. 2019. Influence of Altitudinal Variation on The Physical and Biochemical Characteristics of Apple (*Malus domestica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 89(1): 145-152.
- Lin, H.Y., Chang, T.C. ve Chang, S.T. 2018. A Review of Antioxidant and Pharmacological Properties of Phenolic Compounds in *Acacia confusa*. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(4): 443-450.
- Martinez-Lüscher, J., Morales, F., Delrot, S., Sanchez-Diaz, M., Gomes, E., Aguirreolea, J. ve Pascual, I. 2013. Short-and Long-Term Physiological Responses of Grapevine Leaves to UV-B Radiation. *Plant Science*, 213: 114-122.
- Mditshwa, A., Fawole, O.A., Al-Said, F., Al-Yahyai, R. ve Opara, U.L. 2013. Phytochemical Content, Antioxidant Capacity and Physicochemical Properties of Pomegranate Grown in Different Microclimates in South Africa. *South African Journal of Plant and Soil*, 30(2): 81-90.

- Melgarejo, P., Calin-Ssnchez, A., Hernandez, F., Szumny, A., Martinez, J.J., Legua, P., ... ve Carbonell-Barrachina, A.A. 2012. Chemical, Functional and Quality Properties of Japanese Plum (*Prunus salicina* Lindl.) as Affected by Mulching. *Scientia Horticulturae*, 134: 114-120.
- Mertoğlu, K. ve Evrenosoğlu, Y. 2017. Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) Hastalığına Dayanıklılık İslahında, Hastalığa Karşı Testlenmiş F<sub>1</sub> Melez Armut Popülasyonunun Fenolojik ve Meyve Özellikleri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14 (3): 104-115.
- Mertoğlu, K. ve Evrenosoğlu, Y. 2019. Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Fitokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y. ve Polat, M. 2019. Combined Effects of Ethephon and Mepiquat Chloride on Late Blooming, Fruit Set, and Phytochemical Characteristics of Black Diamond plum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(6): 544-553.
- Mezzetti, B., Balducci, F., Capocasa, F., Zhong, C.F., Cappelletti, R., Di Vittori, L., ... ve Battino, M. 2016. Breeding Strawberry for Higher Phytochemicals Content and Claim It: Is It Possible?. *International Journal of Fruit Science*, 16(sup1): 194-206.
- Mickymaray, S. 2019. Efficacy and Mechanism of Traditional Medicinal Plants and Bioactive Compounds against Clinically Important Pathogens. *Antibiotics*, 8(4): 257.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F. ve Veberic, R. 2015. A Comparison of Fruit Quality Parameters of Wild Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Growing at Different Locations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(4): 776-785.
- Mphahlele, R.R., Stander, M.A., Fawole, O.A. ve Opara, U.L. 2014. Effect of Fruit Maturity and Growing Location on The Postharvest Contents of Flavonoids, Phenolic Acids, Vitamin C and Antioxidant Activity of Pomegranate Juice (cv. Wonderful). *Scientia Horticulturae*, 179: 36-45.
- Muniz, L.F., Bombo, A.B., Filartiga, A.L. ve Appezzato-da-Gloria, B. 2018. Can Climate and Soil Conditions Change The Morpho-Anatomy Among Individuals from Different Localities? A Case Study in *Aldama grandiflora* (*Asteraceae*). *Brazilian Journal of Biology*, 78(4): 706-717.
- Palmieri, L., Masuero, D., Martinatti, P., Baratto, G., Martens, S. ve Vrhovsek, U. 2017. Genotype-by-Environment Effect on Bioactive Compounds in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(12): 4180-4189.
- Pham, T., Lecomte, S., Efstathiou, T., Ferriere, F. ve Pakdel, F. 2019. An Update on The Effects of Glyceollins on Human Health: Possible Anticancer Effects and Underlying Mechanisms. *Nutrients*, 11(1): 79.
- Polat, M., Okatan, V., Güçlü, S.F. and Çolak, A.M. 2018. Determination of Some Chemical Characteristics and Total Antioxidant Capacity in Apple Varieties Grown in

- Posof/Ardahan Region. International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 2(4): 131-134.
- Rivera, S.A., Ferreyra, R., Robledo, P., Selles, G., Arpaia, M.L., Saavedra, J. and Defilippi, B.G. 2017. Identification of Preharvest Factors Determining Postharvest Ripening Behaviors in 'Hass' Avocado Under Long Term Storage. *Scientia horticulturae*, 216: 29-37.
- Selçuk, N. ve Erkan, M. 2016. Impact of Passive Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Quality Attributes of Sweet Pomegranates. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(4): 475-488.
- Sevinç, S. 2016. Hasat Öncesi Putresin ve Aminoetoksi-Vinilglisin Uygulamalarının 'Angeleno' Erik Çeşidinde Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta.
- Sirdaarta, J., Matthews, B. ve Cock, I.E. 2015. Kakadu Plum Fruit Extracts Inhibit Growth of The Bacterial Triggers of Rheumatoid Arthritis: Identification of Stilbene and Tannin Components. *Journal of Functional Foods*, 17: 610-620.
- Tang, Y. ve Tsao, R. 2017. Phytochemicals in Quinoa and Amaranth Grains and Their Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Potential Health Beneficial Effects: A Review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7): 1600767.
- Usanmaz, S., Öztürkler, F., Helvacı, M., Alas, T., Kahramanoğlu, I. ve Aşkın, M.A. 2018. Effects of Periods and Altitudes on The Phenolic Compounds and Oil Contents of Olives, cv. ayvalık. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 2(2): 32-39.
- Yılmaz, S.O. ve Ercisli, S. 2011. Antibacterial and Antioxidant Activity of Fruits of Some Rose Species from Turkey. *Rom Biotech Lett*, 16(4): 6407-6411.
- Yoon, S.T., Hoogenboom, G., Flitcroft, I. ve Bannayan, M. 2009. Growth and Development of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Response to CO<sub>2</sub> Enrichment Under Two Different Temperature Regimes, *Environmental and Experimental Botany*, 67(1): 178-187.