



Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

Bazı Kiraz ve Kokteyl Domates Hatlarının Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi

Gülnur AYDIN^{1*}, Hakan AKTAŞ¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: aydingulnur@hotmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 08/09/2023

Kabul tarihi: 20/12/2023

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Domates, Fenolik, Likopen, Vitamin C

DOI: 10.55979/tjse.1357454

ÖZET

Domates dünya genelinde en çok üretilen sebzelerden biridir ve domates ile ilgili ıslah çalışmaları da gün geçtikçe yeni bir boyut kazanmakta, yeni taleplere cevap vermektedir. Çalışmada, aynı koşullarda yetiştirilmiş kokteyl ve kiraz tipli, kırmızı, kırmızı-yeşil kırçılı, sarı ve turuncu domateslerin mineral içeriği, C vitamini, likopen, β-karoten miktarları, antioksidan aktiviteleri, fenolik ve flavonoid madde miktarları tespit edilmiştir. Hem insan sağlığı hem de bitkilerin gelişme ve adaptasyon yetenekleri için birçok açıdan faydalı olan bu bileşiklerden askorbik asit (4.91-60.09 mg/100 g) sarı ve turuncu domateslerde daha düşük bulunurken, koyu renkli domatesler yüksek değerler göstermiştir. Flavonoid madde miktarları 4.42-35.40 mgC/100 g arasında değişmekte olup benzer şekilde koyu renkli domateslerde daha yüksektir. Bu durum antioksidan kapasiteleri (0.28-0.71 mmolTE/100 g) içinde geçerli olup fenolik madde miktarları (30.25-80.91 mgGAE/100 g) ise boyutlara bağlı olarak kiraz domateslerde daha yüksek bulunmuştur. Likopen (0.31-18.6 mg/100 g) ve β-karoten (0.75-6.29 mg/100 g) miktarları ise renklere bağlı olarak değişebilmekte olup sarı-turuncu domateslerin β-karoten açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak albenisi yüksek bu farklı renklerdeki domateslerin tüketimi ve ıslah çalışmalarının artırılması önerilmektedir.

Determination of Biochemical Contents of Some Cherry and Cocktail Tomato Lines

ARTICLE INFO

Received: 08/09/2023

Accepted: 20/12/2023

Keywords: Antioxidant, Lycopene, Tomato, Phenolic, Vitamin C

DOI: 10.55979/tjse.1357454

ABSTRACT

Tomato is one of the most produced vegetables worldwide, and breeding efforts related to tomatoes are continually evolving and responding to new demands. The mineral content, vitamin C, lycopene, β-carotene levels, antioxidant activity, and phenolic and flavonoid compound amounts of cocktail and cherry-type tomatoes, red, zebra, yellow, and orange tomatoes grown under the same conditions have been determined. These compounds, which are beneficial in many ways for both human health and the development and adaptation abilities of plants, exhibit lower values of ascorbic acid (4.91-60.09 mg/100g) in light-colored tomatoes while showing higher values in dark-colored tomatoes. Flavonoid compound amounts range from 4.42-35.40 mgC/100g and are similarly higher in dark-colored tomatoes. This is also true for antioxidant capacities (0.28-0.71 mmolTE/100g), while phenolic compound amounts (30.25-80.91 mgGAE/100g) are found to be higher in cherry tomatoes, depending on size. Lycopene (0.31-18.6) and β-carotene (0.75-6.29) levels can vary depending on color, and it has been determined that yellow-orange tomatoes are rich in β-carotene. Based on these results, it is recommended to increase the consumption of these appealing, differently colored tomatoes and to enhance breeding efforts.

1. Giriş

Domatesin anavatanı Güney ve Orta Amerika olarak bilinmektedir. İlk olarak Meksika yerlileri tarafından kültüre alındığı düşünülmektedir. Domatesin Avrupa'ya girişi ile ilgili ilk kayıtlar ise 1554 yılında İtalyan herbalist Pier Andrea Mattioli tarafından oluşturulmuştur. Zehirli olduğu sanılan domatesin burada bir sebze olarak karşılanması ve kültür bitkisi olarak değer kazanması ise uzun zaman almıştır. Domatesin Kuzey Amerika'daki yetiştiriciliğiyle alakalı ilk kayıtlar ise 1710 yılına dayanmaktadır. Türkiye'ye 1. Dünya Savaşı yıllarında gelmiştir. Avrupa ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de başlarda zehirli olduğu düşünülmüştür. İlk olarak Marmara ve Ege bölgelerinde yaygınlaşmıştır (Tigchelaar, 1986; Mamay & Yanık, 2012; Baykal, 2020).

Günümüzde Domates dünya çapında yetiştiriciliği yapılan en önemli sebzelerden biridir öyle ki dünya genelinde iklimi elverişli olup da yetiştiricilik yapılmayan yer yoktur. Bunun yanında iklim koşullarının uygun olmadığı yerlerde de örtü altı yetiştiricilik tekniklerinin gelişmesi ile beraber neredeyse dünya üzerinde insan elinin değdiği her yerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. En son FAO verilerine göre dünya genelinde toplam 180 milyon tonun üzerinde üretim yapıldığı bildirilmiştir. Domates yetiştiriciliği yapılan alan ve verim miktarı 1999'dan 2009 yılına kadar hızla artmaya devam etmiş, 2009 yılından günümüze kadar ise ivme azalsa da artış devam etmiştir (FAO, 2022).

Domatesin 2021 yılında dünya genelinde yaklaşık 5.16 milyon ha alanda yetiştirildiği bilinmektedir. Dünyanın ve ülkemizin hemen her yerinde farklı miktarlarda

ekim/dikim alanına sahip olan ülke Çin'dir. Toplam dünya üretiminde 56 milyon ton ile en büyük paya sahiptir. Türkiye önceki yıllarda ortalama 12 milyon ton üretim ile Çin, Hindistan ve ABD'den sonra 4. sırada yer alırken üretimdeki artışlar ile 2021 yılında 3. sıraya yerleşmiştir (FAO, 2022).

Domates, gıda sanayinde salça, ketçap, turşu, domates suyu ve dondurulmuş, salça, sos, ketçap domates suyu, turşu, domates püresi, soyulmuş domates, dilimlenmiş, küp şeklinde doğranmış, kurutulmuş, konserve, reçel ve domates kuru gibi çeşitli kullanım alanlarına da sahiptir (Kaur vd., 2008; Yesdhanulla & Aparna, 2018; AbdElrazig vd., 2018).

Tüketiminin bu derece yaygın olmasının nedeni, domates piyasasında günümüz arz-talep dengesi sayesinde bulunabilirliğinin kolay olmasının yanında şüphesiz besleyici değerinin de oldukça yüksek olmasıdır. Günümüzde dünyanın birçok yerinde insan beslenmesinin önemli bir parçası olan domates yüksek miktarlarda lif, vitamin (askorbik asit, tokoferol), mineral, fenolik maddeler ve karotenoidler içermektedir (Lavelli & Torresani, 2011; Cárdenas-Castro vd., 2021; Chattopadhyay vd., 2021; Zhang vd., 2021; Badin vd., 2021; Carbajal-Vázquez vd., 2022). Yapılan çalışmalar domatesin insan sağlığına katkılarının özellikle içerdiği bu bileşenlerden ileri geldiğini bildirmektedir (George vd., 2004; Frusciante vd., 2007; Dono vd., 2020). Bu biyoaktifler arasında polifenoller, karotenoidler ve vitaminler, anti-inflamatuar, antialerjenik, antimikrobiyal, antitrombotik, kardiyokoruyucu ve antioksidan etki gibi çok çeşitli fizyolojik fayda sağlamaktadır (Yang vd., 2008; Szabo vd., 2019).

Sebzelerin ve meyvelerin antioksidan içerikleri, türlere hasat zamanı ve hasat yöntemlerine, depolama ve muhafaza ortamının ısısına, ışığına, iklime, nemine, gıdanın hazırlanması, hatta kişi ve toplumun tüketim alışkanlıklarına göre değişebilmektedir (Moure vd., 2001; Cornelli, 2009). Beslenme yoluyla alınan antioksidanlar, meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan vitaminler (C, E ve A vitaminleri), mineraller ve bitkisel bileşikler (polifenoller, flavonoidler ve karotenoidler) içerir. Bu antioksidanlar, serbest radikallerle savaşarak hücrelerin oksidatif hasardan korunmasına yardımcı olur ve sağlığın korunmasında önemli bir rol oynar. Bu bileşikler (karotenoidler, fenolik bileşikler, askorbik asit) antioksidan özelliklere sahip olup, domateste bol miktarda bulduklarından bu bileşiklerin konsantrasyonu ile paralel olarak domateslerin antioksidan kapasiteleri de yükselir (Serio vd., 2006; Vági vd., 2007; Butt vd., 2008; Alhathloul vd., 2021; Campos-Lozada vd., 2022).

Bitkilerde karotenoidler hücreleri aşırı radyasyondan korur ve çiçeklere, meyvelere ve vejetatif organlara sarı, turuncu ve kırmızı gibi çeşitli renkleri verir (Giuliano vd., 1993; Rapoport vd., 2021). Çiçeklerin ve meyvelerin parlak renkleri, tozlayıcıları çeker ve böylece bitkilerin çoğalmasını kolaylaştırır. Karotenoidler, absisik asit (ABA) ve strigolaktonlar gibi bitki hormonlarının yanı sıra çeşitli apokarotenoidlerinde öncüleridir (Ahrazem vd., 2016). Karotenoidler önemli antioksidan ve antikanserijen

pigmentler olup insan vücudunda sentezlenemediklerinde dışarıdan alınması gereklidir (Nisar vd., 2015). Her karotenoidin insan sağlığını geliştirmekte farklı rolleri vardır. Örneğin, A vitamininin öncüsü olan β -karoten, göz sağlığı için gerekli olup kataraktı ve maküler dejenerasyonu önler. β -karoten, yaklaşık 50 farklı karotenoid içerisinde en yüksek pro-vitamin A aktivitesine sahip olduğu bilinen bileşendir (Giorio vd., 2013; Li vd., 2021; Fraser & Bramley, 2004). Benzer şekilde, likopende kronik hastalıklara karşı koruyucu etki göstermekte, kanser ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltmaktadır (Ford & Erdman, 2012; Nayak & Bhushan, 2019; Sharma vd., 2021; Trombino vd., 2021).

Fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın olarak bulunan sekonder metabolitler olup, bitkileri böcek ve hayvan zararlılarına karşı korurken aynı zamanda tat ve aroma oluşumuna katkı sağlarlar (Călinoiu vd., 2018). Domateste bulunan fenolik bileşiklere kafeik, klorojenik, p-kumarik, ferulik ve rosmarinik asit örnek verilebilir (Çetković vd., 2012). Bu bileşikler, enzim sistemlerinde inhibitör veya aktivatör olarak, metal şelatı oluşturma ve serbest radikallerin süpürülmesinde rol alarak fonksiyonel özelliklerini gösterir. (Nichenametla vd., 2006; Wang vd., 2022; Kim & Lee, 2004; Scalbert vd., 2005; Fernandez-Panchon vd., 2008; Szabo vd., 2019).

Flavonoidler, bitkilere çeşitli renkler veren ve aynı zamanda insan sağlığı için faydalı olan biyoaktif bileşenlerdir. Antosiyaninler, flavonoidlerin bir alt grubu olup, bitkilerde kırmızı, mavi ve mor renklerden sorumludur. Bu bileşikler, antioksidan, anti-inflamatuar ve anti-kanser etkileri ile bilinir (Manach vd., 2004; Pandey & Rivzi, 2009; Cassidy & Minihane, 2017; Tsao, 2010; Panche vd., 2016).

Domateste askorbik asit oldukça yüksek miktarda bulunmaktadır. 100 gr domates tüketimi yetişkin bir bireyin günlük vitamin C ihtiyacının %40'ını karşılayabilmektedir (Anıl, 2006). Bu sebeple askorbik asit miktarı yüksek domates çeşitlerinin ıslahı ve araştırılması insan beslenmesi için ayrıca önem kazanmaktadır (Durmuş vd., 2018).

Vitamin ve antioksanların yanı sıra da önemli olan minerallerden potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, kükürt, klor, demir, çinko, selenyum, bakır, krom, manganez, kobalt, iyot, flor, molibden insan beslenmesinde önemlidir (Strain & Cashman, 2009; Nieder vd., 2018; Yin vd., 2023).

Kalsiyum, magnezyum ve bakır, kemik gelişiminde hayati bir rol oynarken, fosfor, nükleik asitler ve fosfolipidler gibi fosfor içeren organiklerin bileşeni olarak önem taşır (Sana vd., 2020; Yang vd., 2021; Sommer vd., 2022). Bu elementler, domatesin besin değeri, tat ve hasat sonrası depolama kalitesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Domatesin kalitesi, verilen besin maddelerinin tipi ve miktarı ile de doğrudan ilişkilidir. Doğru besin maddelerinin kullanılması ve dengeli bir şekilde uygulanması, domatesin verimini ve besin değerini artırabilir, tadını geliştirebilir ve hasat sonrası depolama

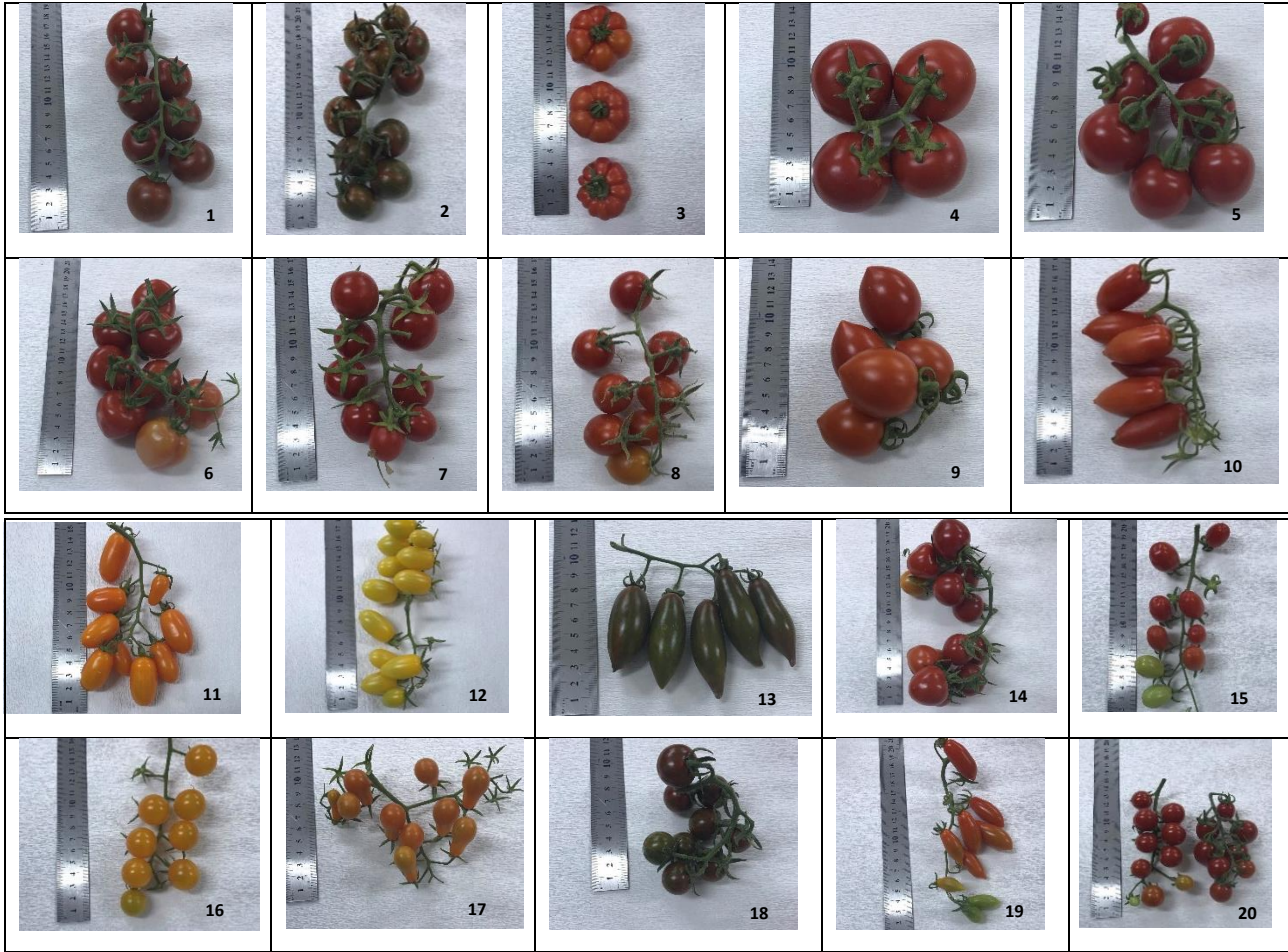
kalitesini iyileştirebilir (Sainju vd., 2003; Fernandez-Ruiz vd., 2011).

Bu çalışmada, farklı renk ve boyutlardaki domateslerin biyokimyasal içerikleri incelenmiştir. Piyasada nispeten yeni olan renkli domateslerin yanı sıra yaygın olarak tüketilen kırmızı domatesler de bu çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada, aynı koşullarda yetiştirilmiş kokteyl ve kiraz tipli, kırmızı, kırmızı-yeşil (zebra), sarı ve turuncu renkli 20 adet domates hattının mineral içeriği, C vitamini, likopen, β -karoten miktarları, antioksidan süpürme aktiviteleri, fenolik ve flavonoid madde miktarları tespit edilmiştir. İncelenen bu parametrelerin hem kendi aralarındaki ilişkileri hem de domateslerin renk ve irilikleri ile olan ilişkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışma 2021-2022 yılları arasında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan seralarda ve Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında kullanılan hatlar Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı gen havuzundan temin edilmiştir. Islah amacıyla yetiştirilen farklı segmentlerdeki F7-F8 jenerasyonunda 118 domates hattı (Şekil 1) içerisinde seçilen farklı renk ve iriliklerdeki 20 domates hattı incelenmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan domates hatları
Figure 1. Tomato lines used in the study

2.2. Metot

Çalışmada kullanılan domates hatları 2021 yılı bahar sezonunda Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan serada yetiştirilmiştir. Yetiştiricilik yapılan sezon boyunca iklim değerleri minimum sıcaklık ortalaması 9 °C, maksimum sıcaklık ortalaması 32 °C olarak kaydedilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Denemede domates hatlarının sıra arası 100 cm, sıra üzeri 50 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme süresince kültürel işlemler (ipe alma, dolama, budama gibi) devam

etmiştir. Vibrasyon yapılarak tozlanma ve dölleme gerçekleştirilmiştir. Denemede gübreleme ve sulama fertigasyon sistemine göre damlama sulama yapılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Domates örneklerinin muhafazası

Hasat edilen domates meyvelerinde belirlenen agronomik gözlemler tamamlandıktan sonra biyokimyasal analizlere kadar muhafaza edebilmek için meyveler alüminyum folyo ile sarılıp etiketlendikten sonra sıvı azot ile -196 °C'de dondurulmuştur. Dondurulan örnekler -20 °C'de analizlere kadar muhafaza edilmiştir.

2.2.2. Meyve sap kalınlığı (mm)

Hasat edilen meyvelerin sapları dijital kumpas (Mitutoyo 500-171-30) yardımıyla milimetre olarak ölçülmüştür.

2.2.3. Kaliks durumu

Hasat edilen domateslerin kaliks durumu açık-kapalı şeklinde gruplandırılmıştır.

2.2.4. Meyve parlaklığı

Kolorimetre yardımı ile ölçülen L* değerlerinin yanında meyvenin albenisi gösteren parlaklık değeri ayrıca gözlem olarak kaydedilmiştir. Parlaklık değerleri 1-mat, 5- çok parlak olmak üzere 1-5 skalası ile değerlendirilmiştir. (1-mat, 2-yarı mat, 3-orta, 4-parlak, 5-çok parlak)

2.2.5. Ortalama meyve ağırlığı (g)

Her genotipten 10 ayrı meyvenin ağırlığı hassas terazi yardımı ile gram cinsinden ölçülmüştür. Kaydedilen rakamların ortalaması alınarak ortalama meyve ağırlığı hesaplanmıştır.

2.2.6. Meyve çapı (mm)

Her genotipten 10 meyvenin ekvatorial kısmı dijital kumpas (Mitutoyo 500-171-30) yardımıyla milimetre ölçülmüştür.

2.2.7. Meyve uzunluğu (mm)

Her hattan 10 meyvenin sap çukurundan çiçek burnuna kadar olan kısmı dijital kumpas yardımıyla milimetre cinsinden ölçülmüştür.

2.2.8. Meyve şekli

Meyve şekillerinin belirlenmesinde UPOV tarafından belirlenen meyve özellikleri, şekil grupları listesi kullanılmıştır.

2.2.8. Meyve kabuk rengi

Her genotipten 10'ar adet seçilen pazarlanabilir domates meyvelerinin ekvatorial eksenlerinde renk ölçer (Konica, Minolta CR-410, ABD) yardımı ile ölçümler yapılarak L*, a*, b*, hue° ve kroma olarak belirlenmiştir.

CIE renk sistemine göre, L* (lightness) ölçüm yapılan alanın ışığı yansıtma durumu, (0=Beyaz; 100=Siyah), a* değeri kırmızıdan yeşil renge; b* değeri ise sarıdan maviye renk değişimlerini ifade edilmektedir. Hue° açı değeri rengin niteliğini (0°=kırmızı-pembe, 90°=sarı, 180°=yeşil, 270°=mavi) belirtirken, kroma değeri de rengin canlılığını (doygunluğunu) göstermektedir (Mc Guire, 1992).

2.2.9. Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) içeriği (% brix)

Meyvelerin pulp haline getirilmesi ve süzülmesi sonrasında elde edilen meyve suyunda dijital refraktometre (Milwaukee MA 884) kullanılarak belirlenmiştir.

2.2.10. C vitamini (Askorbik asit) tayini

Hasat edilen domates örneklerinin vitamin C miktarları spektrofotometrik tayin metodu ile belirlenmiştir. Daha önce sıvı azot ile dondurulan ve -20 derecede muhafaza edilen örnekler kullanılmıştır. Bu yöntem 2, 6

dikloroindofenol Na tuzunun (boya) askorbik asit ile tepkimeye girerek renk değiştirmesine dayanır. Askorbik asit oksidasyon boyasını renksizleştirir ve boyanın kalanı pembe renk alır. Boya çözeltisi için 1 L saf suya 12 mg boya eklenip çözünmesi için ısıtılmış daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Örneklerin vitamin C değerlerini kaybetmemesi amacıyla stabilizan çözelti hazırlanmıştır. Stabilizan çözelti için 4 g oksalik asit 1 L suda çözdürülmüştür. Daha sonra bu çözelti içerisinde örnekler parçalanarak ekstrakte edilmiştir. Her genotip için 3 tekrar ekstrakte hazırlanmıştır ve kaba filtre kağıdıyla süzülerek kullanılmıştır. Her genotip için iki tüpe 1 ml ekstrakt alınıp birine 9 ml saf su diğerine 9 ml boya çözeltisi eklenmiş saf su ile hazırlanan tüp şahit olarak kullanılıp boya ile hazırlanan tüp bu şahit çözeltisine karşı 518 nm dalga boyunda okunmuştur. Kaydedilen absorbans değerlerinin hesaplanması için standart grafik hazırlanmıştır. Standard askorbik asit grafiği için 100 mg askorbik asit 100 ml oksalik asit içerisinde çözdürülerek stok çözelti hazırlanmış daha sonra bu stoktan 1 mg/100 ml, 2 mg/100 ml, 3 mg/100 ml ve 4 mg/100 ml askorbik asit içeren çözeltiler elde edilmiştir. Bu çözeltilerinde aynı şekilde spektrofotometre ile absorbans değerleri kaydedilmiş bu değerlerden standart grafik oluşturulmuştur ve grafik denklemi hesaplamada kullanılmıştır. Sonuçlar mg/100 g askorbik asit cinsinden ifade edilmiştir (Nakilcioğlu-Taş & Ötleş, 2020).

$$\text{Askorbik asit (mg/100 g)} = \frac{(\text{Abs}+0.0095)}{0.061} \times S_f \quad (1)$$

Abs = Örnek absorbans değeri

Sf = Seyreltme faktörü

2.2.11. Likopen ve β-karoten tayini

Ekstraksiyon hazırlığı için 1'er g'lık domates örnekleri 15 ml aseton: hekzan karışımı (4:6) ile homojenizatörde 2 dk boyunca homojenize edilmiştir. Hazırlanan çözelti faz ayırmasının gerçekleşmesi için oda sıcaklığında, karanlık koşullarda 5 dk inkübe edilmiş olup, inkübasyondan sonra üst kısımdaki hekzan fazı mikropipet yardımı ile alınarak spektrofotometrede 663, 645, 505 ve 453 nm dalga boylarında aseton:hekzan (4:6) şahit çözeltisine karşı okunmuştur. Kaydedilen absorbans değerleri formüllerde yerine koyulup elde edilen sonuçlar mg/100 ml olarak ifade edilmiştir. (Nagata & Yamashita, 1992).

Likopen ve β-karoten için kullanılan formüller

$$\text{Likopen} \left(\frac{\text{mg}}{100} \text{ ml} \right) = -0.0458x_{A663} + \dots \\ 0.204x_{A645} + 0.372x_{A505} + 0.0806x_{A453} \quad (2)$$

$$\beta - \text{Karoten} \left(\frac{\text{mg}}{100} \text{ ml} \right) = 0.216x_{A663} - \dots \\ 1.22x_{A645} - 0.304x_{A505} + 0.452x_{A453} \quad (3)$$

2.2.12. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde miktarını belirlemek amacı ile 1 g meyve örneği %80'lik metanol ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra homojenizatörde 2 dk boyunca homojenize edilip karanlık koşullarda 24 saat +4°C'de (buzdolabında) beklemeye bırakılmıştır. Örnekler

10000 rpm'de 20 dk santrifüj edildikten sonra üst faz analizde kullanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocaltaeu kolorimetrik yöntemi kullanılarak spektrofotometrik ile belirlenmiştir (Swain & Hillis, 1959). Ekstrakte edilen örneklerden; 150 µL alınarak üzerine 2400 µL saf su + 150 µL Folin Ciocaltaeu çözeltisi ilave edilmiştir. 300 µL %20'lik sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi eklenerek karanlıkta oda koşullarında 2 saat beklemeye bırakılmıştır ve daha sonra 725 nm'de spektrofotometre ile absorbans değerleri kaydedilmiştir. Değerlerin hesaplanması için gallik asit ile standard grafiği hazırlanmıştır. Grafiği elde etmek için 20 mg/100 ml gallik asit içeren stok çözelti hazırlanmıştır, daha sonra bu stoktan 2.5 mg/100 ml, 5 mg/100 ml, 10 mg/100 ml ve 20 mg/100 ml gallik asit çözeltiler elde edilmiştir. Çözeltiler yonteme göre aynı işlemlere tabii tutularak absorbans değerleri kaydedilip standart grafiğin hazırlanmasında kullanılmış ve kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Grafikten elde edilen denklem ile sonuçlar hesaplanarak mg/100 g gallik asit (mgGAE/100 g) şeklinde ifade edilmiştir.

$$\text{mgGAE}/100 \text{ g} = \frac{(\text{Abs}+0.0059)}{0.0121} \times \text{Sf} \quad (4)$$

GAE = Gallik asit eşdeğeri

Abs = Örnek absorbans değeri

Sf = Seyreltme faktörü

2.2.13. Toplam flavonoid madde miktarı

Daha önce hazırlanmış olan metanolik ekstraktan 0.25 ml alınarak üzerine 1.25 ml saf su ve 75 µL %5 NaNO₂ (Sodyum nitrit) ilave edilmiştir. 6 dakika bekletildikten sonra 150 µL %10 AlCl₃ (Alüminyum klorit) eklenip 5 dakika daha bekletilmiştir. Son olarak 5 ml 1 N NaOH (Sodyum hidroksit) eklenerek hızlıca 510 nm dalga boyunda okunup absorbans değerleri kaydedilmiştir. Değerlerin hesaplanmasında kullanılacak kalibrasyon grafiğini elde etmek için 5 farklı kateşin çözeltisi hazırlanmıştır. Stok çözeltiler 1.25 mg/ 100 ml, 2.5 mg/100 ml, 5 mg/100 ml, 10 mg/100 ml ve 20 mg/100 ml olarak hazırlanmıştır. Çözeltiler yonteme göre aynı işlemlere tabii tutularak absorbans değerleri kaydedilip standart grafiğin hazırlanmasında kullanılmış ve kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Grafikten elde edilen denklem ile sonuçlar hesaplanarak mgC/100 g kateşin şeklinde ifade edilmiştir (Dewanto vd., 2002).

$$\text{mgC}/100 \text{ g} = \frac{(\text{Abs}+0.0025)}{0.0113} \times \text{Sf} \quad (6)$$

C = Kateşin eşdeğeri

Abs = Örnek absorbans değeri

Sf = Seyreltme faktörü

2.2.14. Toplam antioksidan madde miktarı

Toplam antioksidan madde miktarını belirlemek amacı ile toplam fenolik madde tayini için hazırlanan stok halindeki süpernatantlar kullanılmıştır. Toplam antioksidan madde miktarı (serbest radikalleri indirgeme kapasitesi) DPPH (1,1-diphenly-2-picrylhrazy) metodu ile spektrofotometre yardımıyla belirlenmiştir. DPPH radikal süpürücü aktivite tayini için 0.2 mM'lık DPPH (1,1-diphenly-2-

picrylhrazy) çözeltisi hazırlanmıştır. Bunun için 7.94 mg DPPH tartılıp 50 ml %80'lik methanolde çözdürülmüştür. Analiz için 10 ml'lik test tüplerinin, her birine 1 ml DPPH çözeltisi ve süpernatanttan 500 µL alınıp, içlerinde radikal çözeltisi bulunan tüpler üzerine ilave edilmiştir. Tüp içeriklerinin toplam hacmi 2 ml'ye %80'lik metanol ile tamamlanmıştır. Tüpler 20-30 saniye vortekslenip ve oda sıcaklığında karanlık ortamda 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. Hesaplama yapılacak kontrol absorbans değerini elde etmek için 1000 µL DPPH radikal çözeltisi üzerine 1 ml %80'lik methanol eklenip ve oda sıcaklığında karanlıkta 30 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi dolduktan sonra, spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda kontrol absorbans çözeltisi ve inkübasyonu tamamlanmış örnekler %80'lik methanol blankine karşı okunmuştur. Elde edilen değerler kontrol absorbans değerine karşı değerlendirmeye tabii tutularak Δ absorbans değeri kaydedilmiş ve bu değer üzerinden aşağıdaki formül ile mg/100 g troloks eşdeğeri (mmolTE/100 g YA) elde edilmiştir (Brand-Williams vd., 1995; Bener vd., 2022; Erdoğan & Erdoğan, 2022).

$$(\text{mmol TE}/100 \text{ g}) = \left(\frac{\Delta A}{\text{ETE}} \times \frac{V_m}{V_s} \times \text{Sf} \times \text{VE} \right) \times 100 \quad (5)$$

ΔA= Örnek absorbansının kontrol absorbansa farkı (Ne demek)

ETE= Troloks eşdeğerinde molar soğurma katsayısı

V_m= Yöntemin toplam hacmi

V_s= Numune hacmi

Sf= Seyreltme faktörü

VE= Ekstrakt hacmi

2.2.15. Mineral madde tayini

Hasat edilen domates meyveleri saf su ile yıkanarak temizlenmiştir. Ardından etüvde 70 °C üç gün boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler değirmende parçalanarak toz haline getirilmiştir. Öğütme işleminden sonra her bir örnekten 0.4 g numune tartularak mikrodalga tüpleri içerisine konulmuştur. Tüplerin içerisine 2 ml hidrojenperoksit ve 5 ml nitrik asit eklenerek 200 °C de 1 saat boyunca mikrodalga cihazında yaş yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hacim 20 ml'ye tamamlanarak filtrasyon işlemi yapılmıştır. Filtre edilen örnekler Agilent 5110 ICP-OES cihazında elementel analizleri gerçekleştirilmiştir ve gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Örnekler Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarında analiz edilmiştir

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen değerlere uygulanan varyans analizleri (p<0.01) sonucunda istatistiki olarak önemli fark gösteren parametreler TUKEY testine tabii tutularak gruplandırılmıştır (p<0.05). Birbirleri ile ilişkili olduğu öngörülen parametreler arasında korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin verilerin değerlendirilmesinde Minitab 19.0 paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1. Çalışmada incelenen domates hatlarının genel özellikleri
Table 1. General characteristics of the tomato lines analyzed in the study

Tip	Hat	Şekil (UPOV)	Renk	Parlaklık (1-5)	°Brix(%)	Sap kalınlığı (mm)	Kaliks şekli
Kokteyl	1	Yuvarlak	kırmızı-yeşil	2.8	8.6	2.41	Açık
	2	Yuvarlak	kırmızı-yeşil	2.8	8.4	2.25	Açık
	3	Dilimli Basık	kırmızı	3.4	6.6	2.61	Kapalı
	4	Yuvarlak	kırmızı	4.4	7.4	2.98	Açık
	5	Yuvarlak	kırmızı	4.2	6.3	2.85	Kapalı
	6	Yuvarlak Basık	kırmızı	4.8	5.5	2.31	Açık
	7	Yuvarlak	kırmızı	4.4	7.8	2.51	Açık
	8	Ters Oval	kırmızı	4.0	8.0	1.83	Açık
	9	Ters Oval	kırmızı	4.6	6.7	2.73	Kapalı
	10	Uzun Basık	kırmızı	2.6	7.9	1.77	Kapalı
Kiraz	11	Oval Hafif Basık	turuncu	5.0	8.8	1.49	Kapalı
	12	Oval Hafif Basık	sarı	3.8	9.7	1.16	Açık
	13	Uzun Basık	kırmızı-yeşil	4.6	7.6	1.36	Kapalı
	14	Kalp	kırmızı	4.8	8.3	2.18	Açık
	15	Oval Hafif Basık	kırmızı	4.8	9.8	1.61	Kapalı
	16	Yuvarlak	turuncu	5.0	9.6	1.61	Açık
	17	Armut	turuncu	3.6	9.4	1.17	Açık
	18	Yuvarlak	kırmızı-yeşil	5.0	8.3	1.67	Açık
	19	Uzun Basık	kırmızı	4.8	8.3	1.39	Kapalı
	20	Yuvarlak	kırmızı	5.0	10.3	2.01	Kapalı
Ort.				4.2	8.16	1.99	
Max.				5.0	10.3	2.98	
Min.				2.6	5.5	1.16	

Çizelge 1’de çalışmada incelenen hatların genel özellikleri listelenmiştir. Domates meyvelerinin şekilleri UPOV kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Meyve şekilleri yuvarlak, yuvarlak basık, dilimli basık, ters oval, uzun basık, oval hafif basık, kalp ve armut şekilli olarak birçok gruba ayrılmaktadır.

Domateslerin renkleri ise kırmızı, turuncu, sarı ve yeşil kırmızı olacak şekilde dört farklı gruba ayrıldığı görülmüştür.

Gözlem alınarak kaydedilen parlaklık değeri ortalamaları bakımından genel olarak kiraz tipi hatların daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. En yüksek parlaklık değerine kiraz grubunda 11, 16, 18 ve 20 numaralı hatlar sahip olmuştur. En düşük değerler ise genellikle yeşil-kırmızı renklerde olan kokteyl grubundan 1, 2 ve 10 numaralı hatlarda görülmüştür. Bu değerler kolorimetre yardımı ile alınan parlaklık ölçümleri ile paralellik göstermemektedir ve bu durum duyu analizlerin güvenilirliği ile ilgili sorunları ortaya koymaktadır.

Domateslerde brix değeri ve sap kalınlığı depolama ile yakından ilişkili olup brix değeri bakımından genel olarak kiraz tipi domatesler daha yüksek değerler göstermiş olup,

sap kalınlığı bakımından ise kokteyl tipi domatesler daha yüksek değerler göstermektedir. Yine meyve kalikslerinin kıvrılma durumlarına göre açık veya kapalı olma durumları da Çizelge 1’de verilmiştir.

Domateslerin sap kalınlığı, özellikle hasat ve taşıma sırasında meyve sapının dayanıklılığı ve meyve tutma gücü açısından önemlidir. Sap kalınlığı, domates bitkisinin genetik özelliklerine ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bir çalışmada, domates bitkisinin asimilat değişimi ve karbonhidrat birikimi mekanizmalarını incelenmiştir. Araştırmacı, domates meyvesi ve sapı arasındaki asimilat akışının, meyve sapının kalınlığı ve gücü ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Bu, kiraz ve kokteyl domateslerin sap kalınlığının, meyve tutunma gücü ve meyve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini ortaya koymaktadır (Ho, 1996).

Daha önce yapılan çalışmalarda incelenen domates meyvelerinin brix değerleri çalışmamıza yakın olsa da bazı hatların brix değerleri literatüre göre yüksek bulunmuştur. Araştırmamızda kiraz tipi domateslerin genel olarak daha yüksek brix değerine sahip olduğu görülmüştür (Causse vd., 2002; Renna vd., 2019).

Çizelge 2. Domates hatlarına meyvelerin pomolojik özellikler
Table 2. Pomological characteristics of fruits of tomato lines

Hat	Meyve ağırlığı		Meyve boyu		Meyve çapı	
	(g)		(mm)		(mm)	
1	21.34±0.54	D-F	33.59±1.04	F-H	32.73±0.83	C-D
2	21.08±0.65	E-F	35.31±0.49	E-G	33.83±0.50	B-D
3	40.61±1.22	B	29.07±0.68	H-I	52.10±2.23	A
4	51.41±2.97	A	41.72±1.30	C-D	48.87±1.58	A
5	27.45±1.07	C	36.95±0.63	D-F	38.20±0.51	B
6	25.60±1.13	C-D	37.59±0.73	D-F	38.09±1.34	B
7	16.32±0.75	G-H	31.26±0.96	G-H	29.60±0.71	D-E
8	16.46±0.50	G-H	39.76±1.21	C-E	26.98±0.44	E-F
9	23.38±1.23	C-E	43.39±0.86	B-C	34.99±0.92	B-C
10	23.82±0.93	C-E	57.59±0.70	A	25.29±0.69	E-G
11	12.94±0.55	H-J	41.52±1.13	C-D	22.81±0.71	F-H
12	7.04±0.18	K-L	33.90±0.88	F-G	18.86±0.41	H-I
13	13.85±0.51	G-I	53.68±1.67	A	21.72±0.41	G-I
14	18.03±0.48	F-G	31.26±0.49	G-H	32.16±0.42	C-D
15	11.25±0.43	I-K	33.20±0.62	F-H	24.01±0.41	F-G
16	9.05±0.28	J-L	25.82±1.03	I-J	24.70±0.45	F-G
17	5.39±0.16	L	33.76±0.76	F-H	18.83±0.41	H-I
18	9.51±0.30	I-L	23.42±0.24	J	24.73±0.34	F-G
19	9.13±0.19	J-L	48.40±1.25	B	18.10±0.69	I
20	6.90±0.18	K-L	24.71±0.55	I-J	21.75±0.60	G-I
Ort.	18.53		36.80		29.42	
Max.	51.41		57.59		52.10	
Min.	5.39		23.42		18.10	

Aynı sütunda farklı harfleri alan domates hatlarının değerleri arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

± : Standart hata değerleri

Meyve irilik özellikleri bakımından elde edilen verilere yapılan varyans analizi sonucunda değerler ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Yapılan Tukey testi sonuçları meyve iriliğine dair ortalamalar üzerinde harfler ile gösterilmiştir. Müşterek harf taşıyan değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değilken, müşterek harf taşımayan değerler arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$).

3.1. Meyve ağırlığı

Meyve ağırlığı açısından kokteyl domatesler içerisinde en yüksek ortalama değer 51.41 g ile kokteyl tipi, dilimli bir

domates olan 4 numaralı genotipte, en düşük değer ise 16.32 g ile 7 numaralı genotipte belirlenmiştir. Benzer şekilde kokteyl domateslerle yapılan bir çalışmada meyve ağırlıkları 30-40 g arasında değişirken, genel olarak kokteyl domateslerin 20-50 g arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Carrillo-Rodriguez vd., 2018; Renna vd., 2019; Georgaki vd., 2023). Kiraz domatesler için meyve ağırlığı bakımından ise en yüksek değer 18.03 g ile 14, en düşük değer 5.39 g ile 17 numaralı genotipte bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan bir çalışmada kiraz domateslerin meyve ağırlıkları belirlenmiş ve en düşük ağırlığın 7.9 g olduğu görülmüştür. Benzer çalışmalarda kiraz domateslerin meyve ağırlıklarının 18-20 g aralığında olduğu saptanmıştır (Ibitoye vd., 2009; Carrillo-Rodriguez vd., 2018; Georgaki vd., 2023).

Sonuç olarak, incelenen özelliklerin değerleri ve gruplandırmaları, farklı hatların meyve özellikleri açısından önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, meyve özelliklerinin aynı koşullarda yetiştirilen bu hatlarda genetik faktörlerden kaynaklandığı öngörülmektedir.

3.2. Meyve boyu

Hatların meyve boyu ortalamaları 57.59 ile 23.42 mm arasında değişmektedir. 16, 18 ve 20 numaralı hatların meyve boyları arasındaki farklar istatistik olarak önemli olmayıp bu üç genotip daha düşük meyve boyu ortalamalarına sahiptir. 10 ve 13. Hatlar arasındaki farklarda istatistik olarak önemli olmayıp en yüksek meyve boyu ortalamasına sahip hatlar olarak dikkat çekmektedir ($p<0.05$). Çalışma sonuçları mini segment domateslerin incelendiği literatürlerle benzerlik (20-50 mm) gösterirken en yüksek ortalama gösteren domates hatları oval, uzun tipli olanlardır. Bu hatlar daha iri veya meyve ağırlığı bakımından daha yüksek değerler

göstermezken meyve boyu bakımından yüksek değerler göstermeleri uzun meyve yapılarından ileri gelmektedir (Renna vd., 2019; Islam vd., 2019).

3.3. Meyve çapı

Hatların meyve çapı ortalamaları 18.1 ile 52.1 mm arasında değişmektedir. Meyve çapı açısından, verilerde hatlar arasında farklar istatistik olarak önemli olup 52,10 mm ile kokteyl tipi bir domates olan 3 ve 4 numaralı hatlarda en yüksek meyve çapı değeri belirlenmiştir. Bu genotipin en yüksek çap değerine sahip olması köy tipi dilimli domateslerin tipik özelliği olan basık, geniş meyve şeklinden kaynaklanmaktadır. En düşük değerler ise kiraz tipi domatesler olan 12, 17 ve 19 numaralı hatlarda görülmüştür. Bu değerler köy tipi kokteyl domates olan 3 numaralı genotipin dışında literatür ile uyum içerisinde (Renna vd., 2019; Islam vd., 2019).

Çizelge 3. Hatlara ait meyvede belirlenen antioksidan, fenolik madde, flavonoid, likopen, B-karoten ve askorbik asit içerikleri

Table 3. Antioxidant, phenolic substance, flavonoid, lycopene, B-carotene and ascorbic acid contents determined in the fruit of the lines

Hat	Antioksidan		Fenolik		Flavonoid		Likopen		β-karoten		C vitamini	
	(mmol TE/100g)		(mg GAE/100g)		(mg C/100g)		(mg/100g)		(mg/100g)		(mg/100g)	
1	0.50±0.01	E-G	49.4±1.3	E-G	10.2±0.5	G-H	4.45±0.1	I-J	2.1±0.02	D-E	60.1±0.7	A
2	0.56±0.01	C-E	58.6±2.0	C-D	18.7±0.6	D-F	14.4±0.1	B	4.0±0.08	C	33.9±0.4	C
3	0.50±0.01	E-G	49.5±1.2	E-G	9.88±0.7	G-H	4.03±0.1	J	1.9±0.04	E-F	24.1±0.9	D-F
4	0.41±0.01	I-J	43.2±0.8	G-J	21.3±0.8	C-E	7.24±0.2	E-G	1.9±0.06	E-F	19.9±0.8	GH
5	0.35±0.01	J	30.3±1.4	L	5.01±0.5	I	5.99±0.1	G-H	1.8±0.06	E-F	25.4±0.7	D
6	0.28±0.01	K	33.1±0.5	K-L	4.42±0.5	I	13.9±0.4	B	2.0±0.05	E	15.8±0.7	I
7	0.45±0.01	G-I	40.1±0.9	I-K	11.2±1.1	G	7.49±0.2	E-F	1.8±0.04	E-F	21.7±0.6	E-G
8	0.42±0.02	I	37.6±1.8	J-K	4.57±0.2	I	9.42±0.4	C	2.0±0.17	E	25.7±0.9	D
9	0.62±0.01	C	55.9±1.2	C-E	33.2±0.9	A-B	6.45±0.2	F-H	2.2±0.06	D-E	24.1±0.6	D-F
10	0.63±0.01	B-C	67.7±1.1	B	29.8±0.9	B	5.29±0.4	H-I	1.8±0.17	E-F	25.0±0.7	D-E
11	0.58±0.01	C-D	58.1±1.5	C-D	5.75±0.5	I	0.48±0.1	L	1.8±0.27	E-F	22.0±0.5	E-G
12	0.54±0.01	D-F	61.4±1.4	B-C	17.6±0.4	E-F	0.40±0.1	L	1.2±0.08	F-G	4.91±0.3	K
13	0.71±0.01	A	80.9±1.7	A	35.4±1.4	A	4.57±0.4	I-J	5.0±0.25	B	24.5±0.5	D-F
14	0.44±0.01	G-I	53.7±1.2	D-F	6.78±0.8	H-I	18.6±0.2	A	6.3±0.30	A	21.5±1.1	F-G
15	0.60±0.01	C-D	58.1±1.3	C-D	11.1±0.7	G	6.28±0.3	G-H	1.7±0.06	E-F	36.0±0.6	C
16	0.49±0.03	F-H	42.0±1.5	H-J	9.73±0.5	G-H	0.31±0.1	L	0.8±0.14	G	10.2±0.7	J
17	0.43±0.03	H-I	49.0±1.1	E-H	11.7±0.6	G	2.19±0.1	K	1.6±0.04	E-F	13.9±0.4	I
18	0.39±0.01	I-J	47.1±1.3	F-I	23.7±0.8	C	9.22±0.3	C-D	3.8±0.09	C	24.8±0.5	D-E
19	0.59±0.01	C-D	68.0±1.9	B	21.5±0.7	C-D	5.61±0.3	H-I	2.3±0.15	D-E	17.0±0.4	H-I
20	0.69±0.01	A-B	76.0±1.4	A	16.8±0.9	F	8.22±0.1	D-E	2.8±0.19	D	44.9±0.6	B
Ort.	0.50		51.76		15.34		6.65		2.41		23.71	
Max.	0.71		80.91		35.40		18.60		6.29		60.09	
Min.	0.28		30.25		4.42		0.31		0.75		4.91	

Aynı sütunda farklı harfleri alan domates hatlarının değerleri arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Çalışmada incelenen domates hatlarının fito-kimyasal özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Meyvelerin fito-kimyasal özellikleri bakımından elde edilen verilere

yapılan varyans analizi sonucunda değerler ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Yapılan Tukey testi sonuçları meyve fitokimyasal içeriklerine dair ortalamalar üzerinde latin harfleri ile gösterilmiştir. Müşterek harf taşıyan değerler arasındaki

farklar istatistik olarak önemli değilken, müşterek harf taşımayan değerler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.4. Antioksidan

Domateslerin antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile belirlenmiş ve mmol Trolox eşdeğeri/100 g taze ağırlık olacak şekilde ifade edilmiştir. Hatların antioksidan

süpürme kapasiteleri incelendiğinde en yüksek antioksidan aktivitesine sahip hatlar kiraz tipi domateslerden olan 13 ve 20 numaralı hatlardır. Bunu takiben kokteyl domateslerden 9 ve 10 numaralı hatlar üçüncü en yüksek antioksidan aktivite gösteren hatlar olmuşlardır. En düşük antioksidan aktivite ise 6, 5 ve 18 numaralı hatlarda gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).

Bu sonuçlara göre genel olarak koyu renkli kırmızı-yeşil olarak sınıflandırılan hatlar yüksek antioksidan aktivite göstermektedir. Turuncu veya sarı renkli domatesler ise ortalamaya yakın değerler göstermiştir ve genel olarak kırmızı domateslerden önemli derecede farklı oldukları söylenemez. Kokteyl ve kiraz domateslerin ortalama antioksidan aktivitesi ayrı olarak değerlendirildiğinde kiraz domateslerin önemli bir farkla kokteyl domateslerden daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği görülmüştür.

Bu çalışmada genel olarak örneklerin antioksidan aktiviteleri 0.28-0.71 mmol TE/100 g YA arasında değişim göstermektedir ve bu değerler literatürlerle de yakınlık göstermektedir (Figàs vd., 2015; Szabo vd., 2019). Çalışmalarda genel olarak hem mini segment hem de iri domateslerin antioksidan aktiviteleri incelendiğinde ortalama 0.25-0.55 mmol TE/100 g YA aralığında değişmektedir. Çalışmamızda 0.71 mmolTE/100 g YA ile en yüksek değeri alan 13 numaralı kiraz tipi domates hattının (kırmızı-yeşil) koyu renkli bir domates olması da ayrıca dikkat çekmektedir (Proteggente vd., 2002; Capanoglu vd., 2008; Figàs vd., 2015; Groveza vd., 2020; Yang vd., 2021; Georgaki vd., 2023).

3.5. Fenolik madde miktarı

Toplam Fenolik madde miktarları bakımından hatlar arasında ciddi farklar olduğu görülmektedir. Toplam fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilmiş olup en değerlere sahip hatlar sırasıyla 80.9 ve 76.0 mgGAE/100 g taze ağırlık olmak üzere 13 ve 20 numaralı hatlar olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise 30.2 mgGAE/100 g ile 5 numaralı hatta gözlenmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi kiraz tipi domatesler genel olarak daha yüksek toplam fenolik madde içermektedir. Domatesin biyokimyasal içeriklerini inceleyen çalışmalarda toplam fenolik madde miktarları 25 – 135 mgGAE/100g YA (Yaş Ağırlık) ile çok geniş bir aralıkta değişmektedir ve çalışmamızın da bu değerler içerisinde yer aldığı görülmektedir (Pek vd., 2010; Figàs vd., 2015; Renna vd., 2019; Groveza vd., 2020; Formisano vd., 2021; Vega-López vd., 2022). Yine çalışmamızda en yüksek

fenolik miktarının 13 numaralı, koyu renkli, kiraz tipi genotip olması dikkat çekmektedir.

3.6. Flavonoid madde miktarı

Çalışmada toplam flavonoid madde miktarları kateşin eşdeğeri ile ifade edilmiştir. En yüksek flavonoid madde miktarı 13, 9 ve 10 numaralı hatlarda gözlenmiştir. En düşük miktarlar ise 6, 8, 5 ve 11 numaralı hatlarda belirlenmiştir. Yine bu değerlerin renkle ilişkisi incelendiğinde 1 numaralı genotip hariç koyu renkli domatesler yüksek flavonoid madde içeriğine sahipken açık renkli yani sarı ve turuncu domateslerin daha düşük değerler aldığı görülmüştür. Bu durumun bitki bünyesinde flavononların renk maddelerinin birikiminde rol oynaması ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda incelenen domateslerin toplam flavonoid madde miktarları 1.5-50 mg/100 g YA gibi geniş bir aralıkta yer aldığı gözlemlenebilmektedir (İlahy vd., 2011; Friedman vd., 2019; Georgaki vd., 2023). Çalışmamızda belirlenen en yüksek değer yine koyu renkli, kiraz tipi domates hatlarından 13 numaralı genotipte (35.4 mg/100 g) belirlenmiştir ve çalışmamızda belirlenen değerler literatür ile yakınlık göstermektedir. Yapılan çalışmalarda flavonoidlerin renk maddeleri ile ilişkisini ispatlamaktadır (Tsao, 2010; İlahy vd., 2011; Elbadrawy & Sello, 2016; Panche vd., 2016; Cassidy & Minihane, 2017; Friedman vd., 2019; Fernandes vd., 2021).

3.7. Likopen

Genotiplerin toplam likopen miktarları mg/100 g taze ağırlık şeklinde ifade edilmiştir. Hatlar arasında farklı renklerin olması sebebiyle likopen bakımından önemli farklar olduğu görülmektedir. En yüksek likopen miktarları koyu kırmızı ve kırmızı yeşil hatlarda gözlenmiştir. Bu hatlar sırasıyla 14, 2, 6 ve 8 numaralı olanlardır. En düşük likopen miktarına sahip hatlar ise beklendiği gibi sarı ve turuncu renkli olanlardır. Bunlar sırasıyla 16, 12, 11 ve 17 numaralı hatlar olup bunlar içerisinde koyu turuncu, kırmızıya yakın bir renk gösteren 17 numaralı genotip diğer açık renkli domateslere göre oldukça yüksek likopen içermektedir. Çalışmamızda incelenen domates hatlarının likopen içerikleri 0.31-18.6 mg/100 g arasında değişim gösterirken literatüre bakıldığında bu aralığın 0.5-25 mg/100 g arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Çalışmamız genel olarak daha önce yapılan çalışmalar ile uyum gösterse de sarı renkli domateslerin oldukça düşük miktarlarda likopen içerdiği görülmektedir (İbitoye vd., 2009; Pek vd., 2010; George vd., 2011; İlahy vd., 2011; Djidonou vd., 2016; Yang vd., 2021; Felföldi vd., 2022).

3.8. β -karoten

En yüksek β -karoten miktarı 14, 13 ve 2 numaralı hatlarda gözlemlenmiştir. En düşük değerlere sahip hatlar ise yine açık renkli domatesler olan 16, 12 ve 17 numaralı hatlardır. Toplam β -karoten miktarlarının renkle ilişkisi incelendiğinde açık renkli domatesler düşük miktarda β -karoten içerirken koyu renkli, kırmızı-yeşil renkli domatesler genel olarak yüksek miktarda β -karoten içermektedir. Çalışmamızdaki domates hatlarının β -karoten içerikleri 0.75-6.29 mg/100 g arasında

değişmektedir. Literatürde ise domateslerin β -karoten miktarları 0.3-6.2 mg/100 g arasında değiştiği görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi çalışmamızdaki turuncu renkli domateslerde likopenin aksine β -karoten miktarları yüksektir. Bu durum β -karotenin sarı, turuncu renklerle ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır (Pinela vd., 2012; Figàs vd., 2015; Djidonou vd., 2016; Kondratieva & Golubkina, 2017; Felföldi vd., 2022).

3.9. C vitamini

Domates yüksek miktarda askorbik asit içeren bir sebzedir. Domateslerin vitamin C miktarları birçok faktöre göre değişebilmektedir. Çizelge 3'te görüldüğü gibi aynı koşullarda yetiştirilen domateslerin vitamin C miktarları genetik faktörlerden etkilenerek oldukça yüksek değişimler göstermektedir. Çalışmamızda incelenen domates hatlarının askorbik asit miktarları 4.91-60 mg/100 g arasındadır. İncelenen domates hatları arasında en yüksek askorbik asit miktarına sahip olanlar 1, 20, 15 ve 2 numaralı hatlar olarak belirlenmiştir. En düşük askorbik asit miktarı ise 12, 16, 17 ve 6 numaralı hatlarda

gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre açık renkli, sarı ve turuncu domateslerin diğerlerinden daha düşük miktarda askorbik asit içerdiği görülmektedir. En düşük değer ise en açık renkli olan (sarı) 12 numaralı domateste gözlemlenmiştir. Bunun yanında en yüksek askorbik asit içeren genotipin kırmızı-yeşil renkli domateslerden olan 1 numaralı genotip olduğu belirlenmiştir. Koyu renkli olan domatesler genel olarak daha yüksek veya ortalamaya yakın askorbik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan literatürde domatesin askorbik asit miktarının 15-67 mg/100 g arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Çalışmamızda literatürde belirlenen değerlerin altında askorbik asit içeren domateslerin de olduğu görülmüştür. Bu durum çalışmamızda değerlendirilen açık renkli domateslerin askorbik asit miktarlarının klasik kırmızı domateslerden oldukça düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu konuda özellikle en yüksek değeri alan domates hattında koyu renkli (kırmızı-yeşil) bir domates hattı olan 1 numaralı genotipde belirlenmesi, askorbik asit miktarı ile renk arasında bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir (Pinela vd., 2012; Djidonou vd., 2016; Renna vd., 2019; Felföldi vd., 2022; Georgaki vd., 2023).

Çizelge 4. Biyokimyasal özelliklerin korelasyon katsayıları
Table 4. Correlation coefficients of biochemical properties

	Fenolik (mgGAE/100g)	Antioksidan (mmolTE/100g)	Flavonoid (mgC/100g)	Likopen (mg/100g)	β-karoten (mg/100g)
Antioksidan (mmolTE/100g)	0.860				
	0.000				
Flavonoid (mgGAE/100g)	0.621	0.578			
	0.000	0.000			
Likopen (mg/100g)	-0.151	-0.295	-0.127		
	0.106	0.001	0.178		
β-karoten (mg/100g)	0.334	0.164	0.238	0.633	
	0.000	0.080	0.011	0.000	
C Vitamini (mg/100g)	0.192	0.272	0.001	0.192	0.187
	0.040	0.003	0.988	0.043	0.050

Her korelasyon katsayısının altında önem dereceleri belirtilmiştir ($p < 0.05$).

Yukarıda Çizelge 4'de bileşenlerinin arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çizelgedeki her hücre, ilgili iki değişken arasındaki korelasyon katsayısını gösterirken. Çizelgedeki değerler, Pearson korelasyon katsayısına (r^2) dayanmaktadır.

Bu çizelgeye göre, farklı renk ve iriliklerdeki domateslerin fenolik ile antioksidan kapasitesi (0.86), flavonoid (0.621), β -karoten (0.334) ve vitamin C ($r^2=0.192$) arasında pozitif ve istatistiksel olarak önemli korelasyon gösterirken ($p < 0.01$), fenolik ile likopen arasında istatistiksel olarak önemsiz fakat negatif yönlü bir korelasyon vardır (-0.151).

Antioksidan kapasitesi ve fenolik madde miktarları bakımından elde edilen veriler arasında hesaplanan pearson korelasyon 0.86 olarak bulunmuş olup istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Bu değer

1'e yakınlığı iki özellik arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ve doğrusal artış sergilediklerini göstermektedir.

İkisinde renk maddesi olan likopen ve β -karoten miktarları arasında katsayısı 0.63 olan pozitif bir korelasyon olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Öte yandan, likopen değerleri ile fenolik ve antioksidan değerleri arasında düşük düzeyde negatif korelasyonlar

(-0.151 ve -0.295) gözlenmektedir. Bununla birlikte, bu korelasyonlar önemli düzeyde değildir ($p > 0.05$).

Son olarak, askorbik asit değeri ile diğer tüm değişkenler arasında düşük düzeyde pozitif korelasyonlar gözlemlenirken, sadece β -karoten değeri ile askorbik asit arasında anlamlı bir korelasyon vardır ($p < 0.05$). Çizelgede görülen değerler içerisinde en çok dikkat çeken, fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan aktiviteleri

arasında görülmektedir. Bu maddeler ayrıca kendi aralarında da önemli korelasyon göstermektedir (Četković vd., 2012).

Antosiyaninler ve renk maddeleri ile ilişkili olan flavononların ise likopen ile korelasyonu istatistik olarak önemli olmayıp, β -karoten ile düşüğe olsa pozitif bir korelasyon gösterdiği görülmekte bu durumun ise açık

renkli domateslerin renk değerleri ortalamalarını düşürmesi ile ilişkili olduğu öngörülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda ise renk maddeleri ile flavononlar arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Manach vd., 2004; Panche vd., 2016; Cassidy & Minihane, 2017; Coyago-Cruz vd., 2019; Friedman vd., 2019).

Çizelge 5. Domates hatlarına ait kolorimetrik renk değerleri
Table 5. Colorimetric color values of tomato lines

Hat	L*	a*	b*	C*	h°					
1	35.5±0.2	D-H	16.6±0.7	E-F	17.4±0.4	E-H	24.1±0.6	F-I	46.4±1.2	F-G
2	38.0±0.8	C-E	6.3±0.7	G-H	20.8±1.3	C-F	21.8±1.3	G-I	74.8±1.4	B-C
3	37.8±0.6	C-E	27.2±1.1	B	22.6±0.7	B-C	35.4±0.8	B-C	39.6±2.7	G-I
4	39.8±0.5	C	31.4±0.9	A	26.2±0.9	B	41.0±1.0	A	39.6±1.1	G-I
5	34.7±0.9	F-H	22.8±0.3	C	17.3±1.3	F-H	28.6±0.8	D-F	37.1±1.5	I
6	35.3±0.3	D-H	20.7±0.4	C-D	17.3±0.7	E-H	27.0±0.7	D-F	39.8±0.7	G-I
7	35.2±0.6	E-H	23.0±0.6	C	17.7±0.7	D-H	29.0±0.9	D-F	37.6±0.6	I
8	37.4±0.3	C-F	22.2±0.8	C	20.5±0.5	C-F	30.2±0.8	D-E	42.7±0.8	F-I
9	38.1±0.7	C-D	21.6±1.0	C-D	21.6±1.1	C-E	30.6±1.5	C-D	45.0±0.6	F-H
10	36.3±0.5	D-H	19.7±0.5	C-E	17.7±0.8	D-H	26.6±0.8	D-G	41.5±0.6	F-I
11	36.4±0.5	D-H	7.2±0.5	G-H	19.0±0.7	C-H	20.3±0.8	H-I	69.3±1.1	C-D
12	45.4±0.5	A-B	16.6±0.6	E-F	34.7±1.0	A	38.4±1.1	A-B	64.5±0.5	D-E
13	48.1±0.9	A	1.9±0.2	I	21.8±0.7	C-D	21.9±0.7	G-I	85.6±0.5	A
14	33.9±0.3	G-H	21.8±0.8	C-D	15.7±0.5	G-H	26.9±0.9	D-G	35.9±0.5	I
15	36.7±0.9	D-G	3.6±0.6	H-I	19.0±1.3	C-H	19.3±1.3	I	81.7±2.1	A-B
16	34.1±0.3	G-H	20.9±0.8	C-D	15.1±0.6	H	25.8±1.0	D-G	35.8±0.3	I
17	35.8±0.3	D-H	9.3±1.9	G	17.5±0.7	D-H	20.2±1.5	H-I	64.4±3.8	D-E
18	36.3±0.7	D-H	17.9±0.6	D-F	19.9±1.1	C-G	26.8±1.1	D-G	47.9±1.0	F
19	33.7±0.3	H	19.9±0.7	C-E	15.5±0.6	H	25.2±0.9	E-H	37.9±0.5	H-I
20	43.1±0.5	B	15.4±0.5	F	26.5±0.7	B	30.7±0.7	C-D	59.8±0.9	E
Ort	37.6		17.3		20.2		27.5		51.3	
Max	48.1		31.4		34.7		41.0		85.6	
Min	33.7		1.9		15.1		19.3		35.8	

Aynı sütunda farklı harfleri alan domates hatlarının değerleri arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Yukarıdaki çizelgede domates meyvelerinin renk değerleri verilmiştir. Renk değerleri L*(parlaklık, 0-siyah, 100-beyaz), a*(kırmızı/yeşil, +a-kırmızı, -a-yeşil), b*(sarı/mavi, +b-sarı, -b-mavi), c*(doğunluk, +c-canlı, -c-donuk), hue° açı değeri (rengin niteliğini, 0°=kırmızı-pembe, 90°=sarı, 180°=yeşil, 270°=mavi), birimleri ile ifade edilmiştir.

3.10. L* parlaklık değeri

Kolorimetre yardımı ile belirlenen parlaklık değerleri incelendiğinde en yüksek parlaklık, 13, 12 ve 20 numaralı, diğer taraftan en düşük parlaklığa sahip olanların ise 19, 14 ev 16 numaralı hatlar olmuştur. Hem en yüksek hem de en düşük parlaklık değerlerine sahip olan hatlar kiraz tipi domateslerden olduğundan parlaklık ile kokteyl veya kiraz tipi domates olması arasında bir ilişki görülmemiştir. Genel olarak hatların L* değerleri 33.7 ile 48.1 arasında değiştiği saptanmıştır. Bu sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında bir çok domates hattının aynı koşullarda genetikçevre interaksyonunun incelendiği çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Sacks & Francis, 2001; Formisano vd., 2021).

Çalışma sonuçlarının domateslerin renkleri ile ilişkisini bakıldığında en yüksek değerleri gösteren üç genotipin sarı, kırmızı ve kırmızı-yeşil renklerde olduğu ve bu duruma bakılarak parlaklık değerinin görünen renklerden etkilenmeyip yüzey parlaklığı ile daha yüksek ilişkili olduğu öngörülmektedir.

3.11. a* değeri

Domates meyvelerinin kırmızı ve yeşil tonlarını belirleyen a* değeri bakımından en yüksek değerleri gösteren hatlar, 4, 3 ve 7 numaralı hatlar olmuştur. En düşük değerler ise 13, 15 ve 2 numaralı hatlarda görülmüştür. a* değerinin tanımına uygun olarak kırmızı-yeşil renkli domateslerin daha düşük değerler almış olması da bu ifade uyumludur. Bunun yanında turuncu ve sarı renkli domateslerde Çizelge 5'te görüldüğü gibi daha düşük likopen içerdiğinden kaynaklı olduğu tahmin edilerek bu hatlarında a* değerleri genel olarak daha düşüktür. Bu değerler daha önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir. En düşük değer yeşil renginden dolayı -a* değerine yakınlık gösteren 13 numaralı genotipte 1.9 olarak belirlenmiş olup benzer

çalışmalardaki değerlerin altında kalmıştır (Jing vd., 2010; George vd., 2011).

3.12. b* değeri

Sarı ve mavi renkleri ifade eden b* değeri açısından en yüksek değere sahip olan 12, 20 ve 4 numaralı hatlar olup, en düşük değere sahip olanlar ise 16, 19 ve 14 numaralı hatlar olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi b* değerinin tanımına uygun olarak sarı renkli bir kiraz domates olan 12 numaralı en yüksek değere sahip olmuştur. Bunun yanında koyu renkli, kırmızı-yeşil domates örnekleri b* değeri açısından belirgin bir dağılım göstermemiştir.

Sarı ve kırmızı renklerdeki domateslerin b* değerlerinin incelendiği bir çalışmada b* değeri sarı domates için ortalama 50, kırmızı domates için 25'tir. Çalışmamız ile kıyaslandığında makale ile benzer sonuçlar gösteren hatlar olsa da genel olarak değerler daha düşüktür. Bunun yanında daha önce yapılan çalışmalarda sarı renkli domateslerde benzer şekilde daha yüksek b* tespit edilmiştir (Jing vd., 2010; George vd., 2011).

3.13. C* değeri

Domates örneklerinin renklerinin canlılığını gösteren C* parametresine göre en yüksek değere sahip olan örnekler 4, 12, ve 3 numaralı hatlar olarak belirlenmiş olup, en düşük değerlere sahip olanlar ise 15, 17 ve 11 numaralı hatlardır. Çizelge 5'te de görüldüğü gibi genel olarak kokteyl tipi domateslerin canlılık değerleri daha yüksektir. Yine C* değeri bakımından sarı renkli bir kiraz domates olan 12 numaralı genotip genellemenin dışında en yüksek

değerlerden birine sahiptir, fakat diğer açık renklere sahip turuncu domatesler ortalamaya yakın değerler göstermektedir.

Çalışmamızda incelenen domates hatlarının C* değerlerinin literatürlerde belirtilen değerlerin altında kaldığı görülmektedir fakat benzer şekilde çalışmalarda sarı renkli domates meyvelerinin daha yüksek değerler C* değerleri gösterdiği tespit edilmiştir (Jing vd., 2010; George vd., 2011).

3.14. Hue° değeri

İncelenen domates örneklerinin renklerinin niteliğini belirten hue° açısı değeri bakımından en yüksek sonuçlar 13, 15 ve 2 numaralı hatlarda gözlemlenmiştir. Kaydedilen en düşük değerler ise 16, 14, 5 ve 7 numaralı hatlarda belirlenmiştir. Hatlar arasında hue° açısı değeri bakımından turuncu renkli kiraz tipi bir domates olan 16 numaralı genotip hariç kırmızıdan farklı renklere sahip (sarı, turuncu ve kırmızı-yeşil) domateslerin daha yüksek değerler aldıkları gözlemlenmiştir. Bu durum hue° açısı değerinin tanımına uygun olarak 0'dan uzaklaştıkça koordinat düzleminde kırmızı-pembe renklerden uzaklaşılması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Diğer renk parametrelerinin aksine bu çalışmada hue değeri bakımından en yüksek değer kırmızı-yeşil renkli bir domateste belirlenmiş olup sarı ve turuncu renkli domateslerinde yüksek değerler aldığı ama ortalamaya daha yakın olduğu öngörülmüştür (Sacks & Francis, 2001; George vd., 2011; Formisano vd., 2021).

Çizelge 6. Renk pigmentleri ile kolorimetrik renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları

Table 6. Correlation coefficients between color pigments and colorimetric color values

	Likopen	β-karoten	L*	a*	b*	C*
β-karoten	0.686 0.001					
L*	-0.213 0.367	0.129 0.588				
a*	0.142 0.551	-0.195 0.409	-0.330 0.155			
b*	-0.213 0.366	-0.127 0.594	0.795 0.000	0.024 0.919		
C*	-0.023 0.923	-0.199 0.401	0.288 0.218	0.766 0.000	0.652 0.002	
h°	-0.190 0.423	0.139 0.559	0.593 0.006	-0.917 0.000	0.325 0.163	-0.470 0.036

Her korelasyon katsayısının altında önem dereceleri belirtilmiştir (p<0.05).

Çizelge 6'da birbirleriyle ilişkili olan farklı değişkenler arasındaki korelasyon değerleri verilmiştir. Çizelgedeki her hücre, ilgili iki değişken arasındaki korelasyon katsayısını göstermekte ve değerler, Pearson korelasyon katsayısına dayanmaktadır.

Likopen değeri ile β-karoten değeri arasında yüksek bir pozitif korelasyon vardır (0.686). L* değeri ile a* ve b*

değerleri arasında düşük düzeyde negatif korelasyonlar (-0.213 ve -0.195), L* değeri ile C* değeri arasında düşük düzeyde pozitif korelasyon (0.129), a* değeri ile b* değeri arasında düşük düzeyde negatif korelasyon (-0.330), b* değeri ile C* değeri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon (0.795), C* değeri ile h* değeri arasında orta düzeyde pozitif korelasyon (0.652) ve h* değeri ile L*, a*,

b* ve C* değerleri arasında düşük düzeyde korelasyonlar gözlemlenirken, β -karoten değeri ile düşük düzeyde pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Bu korelasyonlar, bu değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamak ve özellikle gıda endüstrisi gibi uygulama alanlarında renk ve bileşenler arasındaki ilişkileri anlamak için önemlidir.

Çeri domateslerindeki karotenoid içeriğinin renk değerleri ile renk pigmentleri arasındaki korelasyonu incelemeyi

Çizelge 7. Domates örneklerinin mineral içerikleri

Table 7. Mineral contents of tomato samples

Hat	K (%)	P (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe (mg/kg)
1	3.17	0.20	0.11	0.11	0.08	0.05	30
2	3.56	0.19	0.14	0.11	0.12	0.11	26
3	3.63	0.22	0.16	0.06	0.11	0.07	24
4	3.58	0.24	0.16	0.16	0.12	0.06	23
5	3.17	0.22	0.18	0.18	0.12	0.06	29
6	3.21	0.22	0.19	0.19	0.10	0.06	20
7	2.90	0.23	0.14	0.12	0.09	0.07	21
8	2.73	0.19	0.15	0.16	0.10	0.05	23
9	3.43	0.21	0.17	0.09	0.13	0.05	29
10	2.87	0.27	0.16	0.10	0.11	0.04	22
11	2.33	0.13	0.10	0.17	0.07	0.07	26
12	2.79	0.14	0.15	0.17	0.08	0.08	21
13	2.95	0.19	0.14	0.11	0.10	0.08	20
14	2.72	0.14	0.14	0.18	0.09	0.08	32
15	2.68	0.18	0.15	0.09	0.08	0.04	19
16	2.77	0.16	0.14	0.14	0.08	0.04	16
17	2.42	0.17	0.13	0.13	0.07	0.05	21
18	3.08	0.11	0.15	0.18	0.09	0.06	22
19	2.74	0.22	0.14	0.13	0.11	0.05	26
20	3.28	0.21	0.18	0.10	0.10	0.04	22
Ort	3.00	0.19	0.15	0.13	0.10	0.06	23.52
Max	3.63	0.27	0.19	0.19	0.13	0.11	32.30
Min	2.33	0.11	0.10	0.06	0.07	0.04	15.62

Çizelge 7'de çalışmada incelenen domates hatlarının potasyum (K), fosfor (P), kükürt (S), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve demir (Fe) içerikleri verilmiştir. K elementi bakımından en yüksek değerler 3 ve 4 numaralı hatlarda görülürken en düşük değerler 11 ve 17 numaralı hatlarda belirlenmiştir. P elementi için en yüksek değerler 10 ve 4 numaralı hatlarda, en düşük değerler 18 ve 11 numaralı hatlarda, S elementi bakımından en yüksek 6 ve 5, en düşük 11 ve 11, Ca elementi bakımından en yüksek 6, 5, 14 ve 18, en düşük 3 ve 9, Mg elementi bakımından en yüksek 9, 2, 4 ve 5, en düşük 11 ve 17, Na elementi bakımından en yüksek 2, 12, 13 ve 14, en düşük 10, 15, 16 ve 20, Fe elementi bakımından en yüksek 1 ve 14, en düşük 16 ve 15 numaralı hatlarda belirlenmiştir. Çalışmamızda belirlenen domateslerin element miktarları literatür ile uyum içerisinde (Guil-Guerrero & Rebolloso-Fuentes, 2009; Renna vd., 2019; Formisano vd., 2021).

4. Sonuç

Bu çalışma sonuçlarına göre; koyu renkli domateslerin daha yüksek askorbik asit, flavonoid ve antioksidan kapasitesi yüksek bulunurken, açık renkli domateslerde bu değerlerin daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir.

amaçlayan bir çalışmada renk yüzey değeri a* ile toplam karotenoidler (0.82) ve likopen içeriği (0.87) arasında güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Ayrıca, b* renk değeri ile β -karoten (0.86) arasında pozitif korelasyon gözlemlenmiştir. L* değeri, karotenoidlerdeki artışla negatif korelasyon (-0.78) göstermiştir. Renk değerleri L*, a*, b* ve karotenoidler arasındaki bu yakın ilişkilerin bazıları paralellik gösterse de genel olarak çalışmamızdaki korelasyon katsayılarının daha düşük olduğu görülmüştür (Pandurangaiah vd., 2020).

Özellikle askorbik asit değerleri 4.91-60.09 mg/100 g arasında değişim gösterirken, flavonoid madde miktarları ise 4.42-35.40 mgC/100 g arasında değişim göstermiştir. Kiraz ve kokteyl domatesler kıyaslandığında ise kiraz domateslerinde daha yüksek fenolik madde içerdiği belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre fenolik madde miktarları 30.25-80.91 mgGAE/100 g aralığında belirlenmiştir. Bu durum, kiraz domateslerin daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir.

Likopen ve β -karoten miktarlarının meyve renklerine bağlı olarak değiştiği belirlenmiş, buna göre likopen miktarı 0.31-18.6, β -karoten miktarları ise 0.75-6.29 aralığında belirlenmiştir. Turuncu domatesler yüksek miktarda β -karoten içermekte olup göz sağlığı üzerine olumlu etkileri olan bu fitokimyasalın alımında turuncu renkli domatesler değerli materyaller olduğunu göstermektedir.

Fonksiyonel gıdalarda önemli olan diğer bir kriterde tüketilen meyve ve sebzelerin mineral madde içerikleri olup, besleyicilik açısından önemli olduğu birçok araştırmayla belirlenmiştir. Potasyum elementinin domates meyvelerinin renkleri ile ilişkisi incelendiğinde koyu renkli domatesler kırmızı domateslerden kesin olarak

ayrılmasa da daha yüksek, açık renkli domatesler ise genellikle daha düşük değerler göstermektedir. S ve Mg elementlerinin açık renkli domateslerde daha düşük olduğu düşünülmektedir. P, Ca, Na, ve Fe elementlerinin renklerle ilişkisi gözlemlenmemiştir.

Sonuç olarak koyu renkli domateslerin insan beslenmesindeki önemli olduğu bu bağlamda yapılacak ıslah çalışmalarında bu tip domateslerin özellikle mini segment olarak adlandırılan kiraz ve kokteyl grubu domateslerin öneminin artacağı düşünülmektedir. Bu tip araştırmaların kapsamı genişletilerek, araştırma sonuçlarının genetik tabanının incelenmesi ve bu tiplerin ıslah çalışmalarında kullanımı için daha detaylı bilgilerin ortaya konulması gerekmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Gülnur AYDIN tarafından hazırlanan “Bazı Kiraz ve Kokteyl Domates Hatlarının Biyokimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi” isimli Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

6. Kaynaklar

- Abdelrazig, H. E., Musa, M. I., & Elsheikh, S. E. (2018). Value chain analysis for tomato production and marketing in khartoum state, sudan. *Current Investigations in Agriculture and Current Research*, 5(4), 715-721.
- Ahrzazem, O., Gómez-Gómez, L., Rodrigo, M. J., Avalos, J., & Limón, M. C. (2016). Carotenoid cleavage oxygenases from microbes and photosynthetic organisms: features and functions. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(11), 1781. <https://doi.org/10.3390/ijms17111781>
- Alhailoul, H. A., Galal, F. H., & Seufi, A. M. (2021). Effect of extreme temperature changes on phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum L.*). *Plant Biology*, 9, e11193.
- Anıl, M. (2006). Antioksidan Olarak Tahıllar Hububat (2006) - *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*. 7-8 Eylül, Gaziantep.
- Badin, E. E., Quevedo-Leon, R., Ibarz, A., Ribotta, P. D., & Lespinard, A. R. (2021). Kinetic modeling of thermal degradation of color, lycopene, and ascorbic acid in crushed tomato. *Food and Bioprocess Technology*, 14(2), 324-333.
- Baykal, N. (2020). Güney Amerika'dan sofralarımıza domatesin yolculuğu. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/domatesin-yolculugu>. (Son erişim tarihi: 05 Kasım 2022)
- Bener, M., Şen, F. B., Önem, A. N., Bekdeşer, B., Çelik, S. E., Lalikoglu, M., Aşçı, Y. S., Capanoglu, E., & Apak, R. (2022). Microwave-assisted extraction of antioxidant compounds from by-products of Turkish hazelnut (*Corylus avellana L.*) using natural deep eutectic solvents: Modeling, optimization and phenolic characterization. *Food Chemistry*, 385, 132633.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Butt, M. S., Nazir, A., Sultan, M. T., & Schroën, K. (2008). Morus alba L. nature's functional tonic. *Trends in Food Science & Technology*, 19(10), 505-512.
- Călinoiu, L. F., & Vodnar, D. C. (2018). Whole grains and phenolic acids: A review on bioactivity, functionality, health benefits and bioavailability. *Nutrients*, 10(11), 1615. <https://doi.org/10.3390/nu10111615>
- Campos-Lozada, G., Perez-Marroquin, X. A., Callejas-Quijada, G., Campos-Montiel, R. G., Morales-Peñaloza, A., León-López, A., & Aguirre-Álvarez, G. (2022). The effect of high-intensity ultrasound and natural oils on the extraction and antioxidant activity of lycopene from tomato (*Solanum lycopersicum*) waste. *Antioxidants*, 11(7), 1404.
- Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., Hall, R., & De Vos, R. (2008). Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3), 964-973.
- Carbajal-Vázquez, V. H., Gómez-Merino, F. C., Alcántar-González, E. G., Sánchez-García, P., & Trejo-Tellez, L. I. (2022). Titanium increases the antioxidant activity and macronutrient concentration in tomato seedlings exposed to salinity in hydroponics. *Plants*, 11(8), 1036.
- Cárdenas-Castro, A. P., Zamora-Gasga, V. M., Alvarez-Parrilla, E., Ruiz-Valdiviezo, V. M., Venema, K., & Sáyago-Ayerdi, S. G. (2021). In vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) and husk tomato (*Physalis ixocarpa Brot.*): Phenolic compounds released and bioconverted by gut microbiota. *Food Chemistry*, 360, 130051.
- Chattopadhyay, T., Hazra, P., Akhtar, S., Maurya, D., Mukherjee, A., & Roy, S. (2021). Skin colour, carotenogenesis and chlorophyll degradation mutant alleles: genetic orchestration behind the fruit colour variation in tomato. *Plant Cell Reports*, 40(5), 767-782. <https://doi.org/10.1007/s00299-020-02650-9>
- Carrillo-Rodriguez, J. C., Valdez-Torres, J. B., Villarreal-Romero, M., Murillo-Amador, B., Rueda-Puente, E., & Martinez-Espinosa, J. C. (2018). Genetic variation of fruit quality traits and their relationships with yield in tomato (*Solanum lycopersicum L.*) genotypes. *HortScience*, 53(9), 1217-1223.
- Cassidy, A., & Minihane, A. M. (2017). The role of metabolism (and the microbiome) in defining the clinical efficacy of dietary flavonoids. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 105(1), 10-22.
- Causse, M., Saliba-Colombani, V., Lecomte, L., Duffe, P., Rousselle, P., & Buret, M. (2002). "QTL analysis of fruit quality in fresh market tomato: A few chromosome regions control the variation of sensory and instrumental traits". *Journal of Experimental Botany*, 53(377), 2089-2098.
- Ćetković, G., Savatović, S., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Vulić, J., Mandić, A., & Četojević-Simin, D. (2012). Valorisation of phenolic composition, antioxidant and cell growth activities of tomato waste. *Food Chemistry*, 133(3), 938-945. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.007>
- Cornelli, U. (2009). Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in Dermatology*, 27(2), 175-194. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2008.01.010>
- Coyago-Cruz, E., Corell, M., Moriana, A., Mapelli-Brahm, P., Hernanz, D., Stinco, C. M., Beltrán-Sinchiguano, E., & Melendez-Martínez, A. J. (2019). Study of commercial quality parameters, sugars, phenolics, carotenoids and plastids in different tomato varieties. *Food Chemistry*, 277, 480-489.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Djidonou, D., Simonne, A. H., Koch, K. E., Brecht, J. K., & Zhao, X. (2016). Nutritional quality of field-grown tomato fruit as affected by grafting with interspecific hybrid rootstocks. *Hort Science*, 51(12), 1618-1624.
- Dono, G., Ravbla, J. L., Frusciant, S., Granel, A., Doretto, G., & Mazzucato, A. (2020). Color mutations alter the biochemical composition in the San Marzano tomato fruit. *Metabolites*, 10(3), 110.
- Durmuş, M., Yetgin, Ö., Abed, M. M., Haji, E. K., & Akcay, K. (2018). Domates bitkisi, besin içeriği ve sağlık açısından değerlendirmesi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 1(2), 59-74.
- Elbadrawy, E., & Sello, A. (2016). Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, 1010-1018. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.11.011>
- Erdoğan, Ü., & K. Erdoğan, G. (2022). Yulaf (*Avena sativa L.*) Tanelerinin ultrasonik destekli etanolik ekstraksiyonunun toplam antioksidan kapasitesi, radikal süpürücü aktivitesi ve yağ asidi

- kompozisyonunun belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(2), 326-334. <https://doi.org/10.18016/kstutarimdogavi.1111915>
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Son erişim tarihi: 03 Ekim 2022).
- Felföldi, Z., Ranga, F., Roman, I. A., Sestras, A. F., Vodnar, D. C., Prohens, J., & Sestras, R. E. (2022). Analysis of physico-chemical and organoleptic fruit parameters relevant for tomato quality. *Agronomy*, 12(5), 1232.
- Fernandes, I., Leça, J. M., Aguiar, R., Fernandes, T., Marques, J. C., & Cordeiro, N. (2021). Influence of crop system fruit quality, carotenoids, fatty acids and phenolic compounds in cherry tomatoes. *Agricultural Research*, 10, 56-65.
- Fernandez-Panchon, M. S., Villano, D., Troncoso, A. M., & Garcia-Parrilla, M. C. (2008). Antioxidant activity of phenolic compounds: from in vitro results to in vivo evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(7), 649-671. <https://doi.org/10.1080/10408390701761845>
- Fernandez-Ruiz, V., Olives, A. I., Camara, M., Sanchez-Mata, M. C., & Torija, M. E. (2011). Mineral and trace elements content in 30 accessions of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) and wild relatives (*Solanum pimpinellifolium* L., *Solanum cheesmaniae* L. Riley, and *Solanum habrochaites* S. Knapp & D.M. Spooner). *Biological Trace Element Research*, 141, 329339.
- Figàs, M. R., Prohens, J., Raigón, M. D., Fita, A., García-Martínez, M. D., Casanova, C., Borràs, D., Plazas, M., Andújar, I., & Soler, S. (2015). Characterization of composition traits related to organoleptic and functional quality for the differentiation, selection and enhancement of local varieties of tomato from different cultivar groups. *Food Chemistry*, 187, 517-524. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.083>
- Ford, N. A., & Erdman, J. W. (2012). Are lycopene metabolites metabolically active?. *Acta Biochimica Polonica*, 59(1), 1-4.
- Formisano, L., Ciriello, M., El-Nakhel, C., Poledica, M., Starace, G., Graziani, G., & Roupheal, Y. (2021). Pearl grey shading net boosts the accumulation of total carotenoids and phenolic compounds that accentuate the antioxidant activity of processing tomato. *Antioxidants*, 10(12), 1999.
- Fraser, P. D., & Bramley, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, 43(3), 228-265.
- Fiedman, M., Kozukue, N., Mizuno, M., Sakakibara, H., Choi, S., Fujitake, M., & Land, K. M. (2019). The analysis of the content of biologically active phenolic compounds, flavonoids, and glycoalkaloids in harvested red, yellow, and green tomatoes, tomato leaves, and tomato stems. *Current Topics in Phytochemistry*, 15, 43-53.
- Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M. R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., & Pellegrini, N. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(5), 609-617.
- Georgaki, E., Nifakos, K., Kotsiras, A., Fanourakis, D., Tsaniklidis, G., Delis, C., & Spiliopoulos, I. K. (2023). Comparison of nutrient composition and antioxidant activity of hydroponically grown commercial and traditional greek tomato cultivars. *Horticulturae*, 9(2), 163.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. S., & Kapoor, H. C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84(1), 45-51. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00165-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00165-1)
- George, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E., & Caris-Veyrat, C. (2011). Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chemistry*, 124(4), 1603-1611.
- Giorio, G., Yildirim, A., Stigliani, A. L., & D'Ambrosio, C. (2013). Elevation of lutein content in tomato: a biochemical tug-of-war between lycopene cyclases. *Metabolic Engineering*, 20, 167-176.
- Giuliano, G., Bartley, G. E., & Scolnik, P. A. (1993). Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development. *The Plant Cell*, 5(4), 379-387.
- Grozeva, S., Nankar, A. N., Ganeva, D., Tringovska, I., Pasev, G., & Kostova, D. (2020). Characterization of tomato accessions for morphological, agronomic, fruit quality and virus resistance traits. *Canadian Journal of Plant Science*, 101(4), 476-489. <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0030>
- Guil-Guerrero, J. L., & Rebollosa-Fuentes, M. M. (2009). Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2), 123-129.
- Ho, L. C. (1996). The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. *Journal of Experimental Botany*, 47(3), 1239-1243.
- Ibitoye, D. O., Akin-Idowu, P. E., & Ademoyegun, O. T. (2009). Agronomic and lycopene evaluation in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) as a function of genotype. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(5), 892-895.
- Ilahy, R., Hdidder, C., Lenucci, M. S., Tlili, I., & Dalessandro, G. (2011). Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5), 588-595.
- Islam, M. S., Mohanta, H. C., Ismail, M. R., Rafii, M. Y., & Malek, M. A. (2012). Genetic variability and trait relationship in cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme (Dunal) A. Gray). *Bangladesh Journal of Botany*, 41(2), 163-167.
- Jing, H., Lihong, G., Xiaowei, T., & Mingchi, L. (2010). Comparison in quality characters of five different tomato cultivars. *Acta Horticulturae*, 856, 133-140. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.856.17>
- Kaur, D., Wani, A. A., Oberoi, D. P. S., & Sogi, D. S. (2008). Effect of extraction conditions on lycopene extractions from tomato processing waste skin using response surface methodology. *Food Chemistry*, 108(2), 711-718.
- Kim, D. O., & Lee, C. Y. (2004). Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 253-273. <https://doi.org/10.1080/10408690490464960>
- Kondratieva, I. Y., & Golubkina, N. A. (2017). Lycopene and β-carotene in tomato. *Vegetable Crops of Russia*, (4), 80-83.
- Lavelli, V., & Torresani, M. C. (2011). Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato processing. *Food Chemistry*, 125(2), 529-535.
- Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wu, C., Rao, Z., Du, L., Zhao, R., Yi, M., Wan, Q., & Zhou, Y. (2021). Tomato and lycopene and multiple health outcomes: umbrella review. *Food Chemistry*, 343, 128396. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128396>
- Mamay, M., & Yanik, E. (2012). Şanlıurfa'da domates alanlarında domates güvesi [Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin popülasyon gelişimi. *Türk Entomol Bülteni*, 2(3), 189-198.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., & Jimenez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Mc Guire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Horticultural Science*, 27(12), 1254-1255.
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J., Dominguez, H., & Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(2), 145-171.
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Journal of Japan Food Industry Association*, 39(10), 925-928. <https://doi.org/10.136/nskkk1962.39.925>
- Nakilcioglu-Taş, E., & Ötleş, S. (2020). Kinetic modelling of vitamin C losses in fresh citrus juices under different storage conditions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2), 1-9.
- Nayak, A., & Bhushan, B. (2019). An overview of the recent trends on the waste valorization techniques for food wastes. *Journal of Environmental Management*, 233, 352-370.
- Nichenametla, S. N., Taruscio, T. G., Barney, D. L., & Exon, J. H. (2006). A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2), 161-183.
- Nieder, R., Benbi, D. K., Reichl, F. X., Nieder, R., Benbi, D. K., & Reichl, F. X. (2018). Macro- and secondary elements and their role in human health. In *Soil components and human health*. (pp. 257-315)
- Nisar, N., Li, L., Lu, S., Khin, N. C., & Pogson, B. J. (2015). Carotenoid metabolism in plants. *Molecular Plant*, 8(1), 68-82.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5, E47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278. <https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>

- Pandurangaiah, S., Sadashiva, A. T., Shivashankar, K. S., SudhakarRao, D. V., & Ravishankar, K. V. (2020). Carotenoid content in cherry tomatoes correlated to the color space values L*, a*, b*: a non-destructive method of estimation. *Journal of Horticultural Sciences*, 15(1), 27-34.
- Pek, Z., Helyes, L., & Lugasi, A. (2010). Color changes and antioxidant content of vine and postharvest-ripened tomato fruits. *HortScience*, 45(3), 466-468.
- Pinela, J., Barros, L., Carvalho, A. M., & Ferreira, I. C. (2012). Nutritional composition and antioxidant activity of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) farmer's varieties in Northeastern Portugal homegardens. *Food and Chemical Toxicology*, 50(3-4), 829-834.
- Proteggente, A. R., Pannala, A. S., Paganga, G., Buren, L. V., Wagner, E., Wiseman, S., & Rice-Evans, C. A. (2002). Düzenli olarak tüketilen meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitesi, fenolik ve C vitamini kompozisyonlarını yansıtır. *Serbest Radikal Araştırması*, 36(2), 217-233.
- Rapoport, A., Guzhova, I., Bernetti, L., Buzzini, P., Kieliszek, M., & Kot, A. M. (2021). Carotenoids and some other pigments from fungi and yeasts. *Metabolites*, 11(2), 92. <https://doi.org/10.3390/metabo11020092>
- Renna, M., D'Imperio, M., Gonnella, M., Durante, M., Parente, A., Mita, G., Santamaria, M., & Serio, F. (2019). Morphological and chemical profile of three tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces of a semi-arid mediterranean environment. *Plants*, 8(8), 273.
- Sacks, E. J., & Francis, D. M. (2001). Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(2), 221-226.
- Sainju, U. M., Dris, R., & Singh, B. (2003). Mineral nutrition of tomato. *Food, Agriculture and Environment*, 1(2), 176-183.
- Sana, B., S. Mimouna, M., Chemek, A., Ostertag, M., & Cohen, I. (2020). Messaoudi Disruption of bone zinc metabolism during postnatal development of rats after early life exposure to cadmium. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 1218 <https://doi.org/10.3390/ijms21041218>
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Remesy, C., & Jimenez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287-306.
- Serio, F., Ayala, O., Bonasia, A., & Santamaria, P. (2006). Antioxidant properties and health benefits of tomato. In *Recent Progress in Medicinal Plants Search for Natural Drugs*. (pp. 159-179)
- Sharma, P., Roy, M., & Roy, B. (2021). Assessment of lycopene derived fresh and processed tomato products on human diet in eliminating health diseases. *International Journal of Plant & Soil Science*, 33(17), 165-172.
- Sommer, N. G., Hirtzberger, D., Paar, L., Berger, L., Ćwieka, H., Schwarze, U. Y., Herber, V., Okutan, B., Bodey, A. J., Römer, R. W., Plumhoff, B. Z., Löffler, J. F., & Weinberg, A. M. (2022). Implant degradation of low-alloyed Mg-Zn-Ca in osteoporotic, old and juvenile rats. *Acta Biomaterialia*, 147, 427-438. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2022.05.041>
- Strain, J. S., & Cashman, K. D. (2009). Minerals and trace elements. In *Introduction to Human Nutrition*. (pp. 188-237)
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of prunus domestica. I-the quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10, 63-68.
- Szabo, K., Diaconeasa, Z., Cătoi, A. F., & Vodnar, D. C. (2019). Screening of ten tomato varieties processing waste for bioactive components and their related antioxidant and antimicrobial activities. *Antioxidants*, 8(8), 292. <https://doi.org/10.3390/antiox8080292>
- Tigchelaar, E. C. (1986). Tomato breeding. In *Breeding Vegetable Crops*. (pp. 135-166)
- Trombino, S., Cassano, R., Procopio, D., Di Gioia, M. L., Barone, E. (2021). Valorization of tomato waste as a source of carotenoids. *Molecules*, 26(16), 5062. <https://doi.org/10.3390/molecules26165062>
- Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12), 1231-1246. <https://doi.org/10.3390/nu2121231>
- Vági, E., Simándi, B., Vásárhelyine, K. P., Daood, H., Kery, Á., Doleschall, F., & Nagy, B. (2007). Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids, tocopherols and sitosterols from industrial tomato by-products. *The Journal of Supercritical Fluids*, 40(2), 218-226.
- Vega-López, B., Carvajal-Miranda, Y., Brenes-Peralta, L., Gamboa-Murillo, M., Venegas-Padilla, J., Rodríguez, G., Jiménez-Bonilla, P., & Álvarez-Valverde, V. (2022). Phytonutraceutical evaluation of five varieties of tomato (*Solanum lycopersicum*) during ripening and processing. *LWT*, 164, 113592. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113592>
- Wang, C., Wu, H., Liu, Z., Barrow, C., Dunshea, F., & Suleria, H. A. (2022). Bioaccessibility and movement of phenolic compounds from tomato (*Solanum lycopersicum*) during in vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation. *Food & Function*, 13(9), 4954-4966.
- Yang, C., Jiang, X., Ma, L., Xiong, W., Zhang, S., Zhang, J., & Zhang, L. (2021). Carotenoid composition and antioxidant activities of Chinese orange-colored tomato cultivars and the effects of thermal processing on the bioactive components. *Journal of Food Science*, 86(5), 1751-1765.
- Yang, X., Zhao, Y., Yang, Y., & Ruan, Y. (2008). Isolation and characterization of immunostimulatory polysaccharide from an herb tea, *Gynostemma pentaphyllum* Makino. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(16), 6905-6909.
- Yesdhanulla, S., & Aparna, B. (2018). Marketing channels and price spread of tomato in chittoor district of andhra pradesh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 873-876.
- Yin, M., Chen, M., Li, Z., Matsuoka, R., Xi, Y., Zhang, L., & Wang, X. (2023). The valuable and safe supplement of macro-and trace elements to the human diet: Capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 115, 104996. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104996>
- Zhang, Y., Ntagkas, N., Fanourakis, D., Tsaniklidis, G., Zhao, J., Cheng, R., & Li, T. (2021). The role of light intensity in mediating ascorbic acid content during postharvest tomato ripening: A transcriptomic analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 180, 111622.