

Research Article

0900 Ziraat ve Starks Gold Kiraz Çeşitlerinde Mineral Madde Kompozisyonunun Yıllara ve Farklı Bitki Kısımlarına Göre Değişimi

Levent KIRCA¹, Kerem MERTOĞLU²

¹Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye

²Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Uşak, Türkiye

*Corresponding author e-mail: krmertoglum@gmail.com

Ö Z E T

MAKALE
BİLGİSİ

Bu çalışma kapsamında, '0900 Ziraat' ve 'Starks Gold' kiraz çeşitlerinde, birbirini takip eden 2019 ve 2020 yıllarında yaprak, meyve ve meyve sapının bazı mineral maddelerce kompozisyonu tayin edilerek; yıllar, çeşitler ve farklı bitki kısımları arasındaki farklılıklar araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kirazın önemli mineral kaynağı olduğu kanaatine ulaşılrken, mineral kompozisyonun başta çeşit olmak üzere, yetiştiricilik yapılan sezonun iklim şartlarına ve bitki kısımlarına göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. 'Starks Gold' çeşidi; N (%1.69), P (2484.82 mg kg⁻¹), K (32484.15 mg kg⁻¹), Ca (7998.63 mg kg⁻¹) ve Zn (48.95 mg kg⁻¹) mineralleri yönüyle öne çıkarken, '0900 Ziraat' ise Na (1065.02 mg kg⁻¹) birikimiyle dikkat çekici bulunmuştur. İncelenen mineraller genel olarak miktar yönüyle; yaprak> meyve > sap şeklinde sıralanmıştır. Bu durum, yaprakların temel üretim merkezi konumunda olduğunu doğrularken, meyvelerin taşınım merkezi ve sapsların ise aracı pozisyonunda olduğunu göstermiştir. Hasada yakın dönemde, hava ve toprak neminde görülen düşüşün, mineral birikimini tetiklediği ve yıllar arasında farklılığa sebep olduğu düşünülmektedir. Temel bileşen analizi kullanılarak üretilen Bi-plot grafiğinde toplam varyasyonun %97.5'i açıklanırken, incelenen minerallerin tamamı değişen seviyelerde birbirleri ile pozitif ilişki içerisinde tespit edilmiştir.

Geliş:
28.10.2024
Kabul:
17.01.2025

Anahtar kelimeler: *Prunus avium*, *Pedisel*, *Mineraller*, *PCA*, *Korelasyon*

Mineral Composition Variation of 0900 Ziraat and Starks Gold Sweet Cherry Varieties According to Years and Different Plant Parts

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

This study aimed to determine the mineral content of the leaves, fruits, and fruit stalks of the cherry varieties "0900 Ziraat" and "Starks Gold" in the consecutive years 2019 and 2020 by revealing the variations among the years, varieties, and plant parts. The study's results indicated that cherries are a significant source of minerals but the mineral composition changes depending on the plant parts, growing seasons, and variety. 'Starks Gold' was discovered to be exceptional with its accumulation of N (%1.69), P (2484.82 mg kg⁻¹), K (32484.15 mg kg⁻¹), Ca (7998.63 mg kg⁻¹), and Zn (48.95 mg kg⁻¹) minerals, whereas '0900 Ziraat' stands out with its Na (1065.02 mg kg⁻¹) accumulation. The analyzed minerals generally were ranked as follows: leaf > fruit > stalk regarding the quantity. This demonstrated that the leaves were the main production center, while the fruits were the transport center and the stalks were the intermediary positions. It is thought that the decrease in air and soil moisture in the period close to harvest triggers mineral accumulation and causes differences between years. The Bi-plot graph created by principal component analysis explained 97.5% of the total variation and examined minerals were positively correlated with each other at varying levels.

Received:
28.10.2024
Accepted:
17.01.2025

Keywords: *Prunus avium*, *Pedisel*, *Minerals*, *PCA*, *Correlation*

To Cite: Kırca, L. & Mertoğlu, K. (2025). 0900 Ziraat ve Starks Gold kiraz çeşitlerinde mineral madde kompozisyonunun yıllara ve farklı bitki kısımlarına göre değişimi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 15 (1), 113-123. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1574982>

GİRİŞ

Tüketicilerin sağlık üzerine pozitif etkiler barındıran, fonksiyonel gıdalara eğilimi giderek artmaktadır (Baker ve ark., 2022). Bu bağlamda çeşitli ve zengin biyokimyasal içeriğe sahip türlerden birisi olan kiraza, günlük diyet içerisinde yer verilmesinin oksidatif stresi baskıladığı, kronik rahatsızlıklara iyi geldiği, diyabetik, kardiyovasküler ve kanser türevlerini engellemek üzere pozitif etki gösterdiğinin altı çizilmektedir (Gonçalves ve ark., 2019; Fonseca ve ark., 2022; Arbizu ve ark., 2023).

Son yıllarda Avrupa ülkelerinde şiddet ve sıklığını arttıran yaz yağışları, kiraz meyvelerinde çatlamalara sebep olmakta ve bu ülkelerde kiraz yetiştiriciliğinden kaçışlar görülmektedir (Quero-García ve ark., 2021). Nitekim, 2015 yılında (535.000 ton), %20'sini tek başımıza karşıladığımız kiraz türünde, 2021 yılında Dünya üretimindeki payımız %25'e yükselmiş durumdadır (690.000 ton). Ancak, ihracat miktarımız henüz 70.000 ton dolaylarında olup, potansiyelimizin oldukça altındadır (FAO, 2021). Kiraz üretiminde Dünya'ya liderlik eden ülkemizin, kiraz pazarında da lider olabilmesi için, üretilen kirazların taze olarak pazarlanmasına ek olarak, katma değer kazandırılmış formlarda da pazarlanması, kirazda arzu edilen dış gelirin yakalanmasında önemli olabilir. Bu bağlamda, meyve haricinde kalan kısımlarının da değerlendirilmesi ön plana çıkabilir. Kiraz bitkisine ait yapraklar sarma olarak değerlendirildiği gibi farklı gıdaların içerisine tat ve aroma düzenleyici olarak da ilave edilmektedir. Sapları ise özellikle diüretik etki yönüyle alternatif tıpta uzun yıllardır değerlendirilmektedir (Faienza ve ark., 2020; Maxiselly ve ark., 2022). Ayrıca bu kısımlar, antioksidan ve anti-inflamatuar etkilere sahip zengin fenolik bileşikler içerdiği için yaşlanma karşıtı ve detoksifikasyon özelliklerinde olup, kozmetik ürünlere ilave edilmektedir (Švarc-Gajić ve ark., 2018; Gonçalves ve ark., 2022; García-Villegas, 2024).

Yapılan bir çalışmada, kirazda on sekiz mineral madde bulunduğu vurgulanırken (Nunes ve ark., 2022), minerallerin bitki dokularının yapılarında yer almasına ilave olarak, metabolizma ve bağışıklık sistemi enzimlerinin aktivasyonları için önemine değinilmiştir. Fotosentetik pigmentlerin yapısında yer alan mineraller, stoma hareketlerini regüle ederek, bitkilerin su dengesinde kilit rol oynarlar (Kelebek ve Selli, 2011; Morhart ve ark., 2016; Şimşek ve Süfer, 2021). Bitkiler vasıtası ile alınan mineraller, canlılarda; kemik ve diş gibi organların yapısında direk bulunurken, sinir ve kas sistemlerinin düzgün çalışmasını sağlar. Homeostazinin devamlılığında, hormon üretiminde, bağışıklığın sağlanmasında, enerji ve antioksidan mekanizmalarının etkinliğinde önemli görevler üstlenirler (Quintaes ve Diez-Garcia, 2015). Bu yönleriyle öne çıkan kirazın taze tüketimine ek olarak farklı formata sahip ürünlerin içerisinde kullanım potansiyelinin oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Nunes ve ark., 2022). Bu bağlamda, farklı bitki organlarında miktarlarının bilinmesi hem beslenme hem de taşıyım fizyolojisinin bilinmesi bakımından önemlidir.

Bu çalışmada, ülkemizin en popüler, yerli ve dış pazarda "Türk kirazı" olarak tanınan 0900 Ziraat ve bu çeşide tozlayıcı olarak kullanılan, meyveleri taze tüketimden daha çok işlenerek tüketilen Starks Gold çeşidinin farklı kısımları bazı minerallerce karakterize edilerek, kompozisyonlarına, taşıyımına ve aralarındaki ilişkilere dair bilgilere yer verilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüş olup, materyal olarak, 2011 yılında, MaxMa-14 anacına aşıllı, 5m*4m dikim mesafelerine sahip '0900 Ziraat' ve 'Starks Gold' çeşitleri kullanılmıştır. Damla sulama yöntemi kullanılan parselde, yıllık bakım işlemleri rutin şekilde yürütülmüştür. Materyal olarak kullanılan bitkiler, Eskişehir (Merkez) ekolojik koşullarında yetiştirilmiştir. Deneme yerinin genel iklimsel özelliklerine ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Deneme dönemini içine alan Mart-Temmuz döneminde; 2019 ve 2020 yılları uzun yıllar ortalamasına göre genellikle daha az yağışlı ve daha kurak geçmiştir. Özellikle 2020'de yağışların ve nemin düşük olması, bu dönemin kurak geçtiğini düşündürmektedir. Sıcaklıklar ise her iki yılda da uzun yıllar ortalamasına yakın seyretmiştir.

Tablo 1. Deneme alanına ait iklimsel özellikler

YAĞIŞ (mm)													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Uzun Yıllar	38.7	32.5	33.4	35.0	44.8	30.6	14.0	7.8	14.4	27.0	29.2	45.1	352.4
2019	60.2	50.1	13.4	26.7	42.2	45.7	33.5	2.4	5.0	18.3	33.9	74.1	405.5
2020	52.7	43.3	20.0	13.0	38.0	73.3	1.2	1.0	6.0	37.6	1.4	9.8	299.2
ORTALAMA SICAKLIK (°C)													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
Uzun Yıllar	0.3	4.7	9.3	13.1	16.5	20.4	23.3	22.9	20.0	12.9	7.5	3.6	12.8
2019	4.3	3.4	6.3	9.5	16.5	20.9	21.3	22.3	18.1	14.2	7.9	2.9	12.3
2020	0.3	4.1	8.2	10.9	16.3	19.5	23.2	23.4	21.5	16.1	6.3	5.7	13.0
ORTALAMA NEM (%)													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ekstrem
Uzun Yıllar	98.2	92.6	81.6	67.8	86.1	83.3	75.8	74.1	68.1	79.6	80.3	93.6	81.8
2019	91.0	79.6	64.5	69.3	65.1	67.9	62.3	61.0	62.1	70.1	76.2	89.9	71.6
2020	78.7	70.8	63.5	57.2	58.0	60.5	58.0	52.1	59.9	73.8	72.7	77.2	65.5

Kaynak: Her metriğe ait aylık ortalamalar Türkiye Cumhuriyeti Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından sağlanmaktadır.

Örneklemler, Meyvelerin olgunlaştığı Temmuz ayı içerisinde yapılmıştır. Meyvelerin hasat edilmesinde; tat ve renklenme kriter olarak dikkate alınmıştır. Sap örnekleri, meyve analizi yapılan meyvelerin sapı olacak şekilde seçilmiştir. Aynı gün alınan yaprak örneklerinde ise gelişimini tamamlamış en genç yapraklar seçilmiştir. Tüm örnekler zaman kaybetmeden laboratuvar ortamına aktarılarak, analizler için hazırlanmaya başlanmıştır. Saf suyla muamele edilen bitki kısımları, filtre kâğıdı ile kurutulup, havalandırıldıktan sonra sabit ağırlığa ulaşmaya kadar 65 °C'ye ayarlanmış etüve alınmıştır. Kurutulan örnekler, öğütme değirmeni kullanılarak un kıvamına getirildikten sonra 0.2 g'mı nitrik asit (HNO₃) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) (2:3) ile yaş yakma yöntemine göre mikrodalga fırında çözündürülmüştür. Ekstraksiyonu yapılan numunelerde; (potasyum (K), fosfor (P), çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonları İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) (Agilent 7500ce, Agilent Technologies, Santa Clara, ABD) kullanılarak belirlenmiştir (Dağhan ve ark., 2020). Azot tayini Kacar ve Inal (2008) tarafından önerilen Kjeldahl metodunda bazı modifikasyonlar yapılarak ölçülmüştür. Gerçekleştirilen mineral analizlerinin doğrulaması aynı analitik yöntemler ile referans örneğin (domates yaprağı; 1573a-NIST, Gaithersburg, MD, ABD) element içerikleri belirlenerek yapılmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre tasarlanarak, beş tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İncelenen özelliklerin, yıllar, çeşitler ve farklı bitki kısımları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterip göstermediği Minitab-17 paket programında, GLM prosedürü kullanılarak tespit edilmiştir. Faktörler arası farklılıkların ortaya çıkarılmasında, Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Özellikler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında, korelasyon analizinden faydalanılmıştır. Veri setinin, faktörlere göre dağılımını görsel olarak şematize etmede, temel bileşen analizi kullanılmıştır (Zar, 2013).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçları

Yapılan çalışmada, '0900 Ziraat' ve 'Starks Gold' kiraz çeşitlerinin meyve, pedisel ve yaprak örneklerinin mineral madde içerikleri birbirini takip eden iki yıl boyunca incelenmiştir. Her bir faktörün (yıllar, çeşitler, bitki kısımları) ve faktörler arası etkileşimlerin mineral madde içerikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup, sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bulgular, incelenen minerallerin büyük kısmında; yıllar, çeşitler ve bitki kısımları arasında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir (Tablo 1). Yıl*çeşit etkileşimini incelenen tüm mineraller üzerine önemli bulunurken, çeşit*bitki kısımları etkileşimini de Cu hariç tüm minerallerin

miktarı üzerine oldukça önemli düzeyde etkili belirlenmiştir. Yıl*bitki kısımları interaksyonu ise N, K, Mg, Na, Fe ve Mn miktarlarına anlamlı etkide bulunmuştur.

Yılların minarel madde içerikleri üzerine etkisi anlamlı bulunurken, 2019 ve 2020 yılları arasında mineral madde kompozisyonu değişim göstermiştir. Bu bağlamda, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve mangan (Mn) mineralleri yıllar arasında anlamlı değişimler gösterirken, Çinko (Zn), Demir (Fe), bakır (Cu) ve bor (B) mineralleri ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). N, P, K, Ca, Mg ve Mn mineralleri çalışmanın ilk yılında sırası ile %1.54, 2277.77 mg kg⁻¹, 30988.21 mg kg⁻¹, 7336.23 mg kg⁻¹, 1437.24 mg kg⁻¹ ve 32.09 mg kg⁻¹ düzeylerinde ölçülürken, takip eden yılda sırası ile %1.65, 2493.53 mg kg⁻¹, 32013.97 mg kg⁻¹, 8027.10 mg kg⁻¹, 1528.46 mg kg⁻¹ ve 36.40 mg kg⁻¹ seviyelerine yükselmiştir. Ters olarak Na 2019 yılında (1073.92 mg kg⁻¹), 2020 yılına (993.41 mg kg⁻¹) göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo 1).

'0900 Ziraat' ve 'Starks Gold' kiraz çeşitlerinin mineral madde içerikleri karşılaştırıldığında, Fe, Mn, Cu ve B ve hariç incelenen tüm mineraller çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Tablo 1). 'Starks Gold' çeşidi; N (%1.69), P (2484.82 mg kg⁻¹), K (32484.15 mg kg⁻¹), Ca (7998.63 mg kg⁻¹) ve Zn (48.95 mg kg⁻¹) mineralleri yönüyle öne çıkarken, '0900 Ziraat' ise Na (1065.02 mg kg⁻¹) birikimiyle dikkat çekici bulunmuştur.

Yapılan çalışmada, bitki kısımlarının (meyve, meyve sapı ve yaprak) mineral madde içerikleri incelenmiş ve ölçülen miktarların tüm mineraller maddeler için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yapraklar, azot (%1.93), fosfor (2642.39 mg/kg), potasyum (35044.08 mg/kg), magnezyum (1673.66 mg/kg), sodyum (1198.99 mg/kg), çinko (64.54 mg/kg), demir (141.43 mg/kg), mangan (43.36 mg/kg), bakır (40.37 mg/kg) ve bor (38.25 mg/kg) içeriklerinde en yüksek değerlere sahip olup, bu durum yaprakların besin depolama kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir. Kalsiyum (8466.75 mg/kg) bakımından ise meyve öne çıkarken, genel olarak yapraklardan daha düşük, ancak meyve saplarından daha yüksek mineral içeriklerine sahiptir. Meyve sapları ise tüm minerallerde en düşük değerlere sahiptir, bu da sapların besin depolama kapasitesinin meyve ve yaprağa göre daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Minerallere ait varyasyon katsayıları (CV) incelendiğinde; bor (%43.67), bakır (%42.35), çinko (%38.55) ve Mangan (%35,54) minerallerinde yüksek katsayılar elde edilirken, diğer minerallerde faktörlere bağlı varyasyonların daha düşük seviyelerde olduğu görülmüştür.

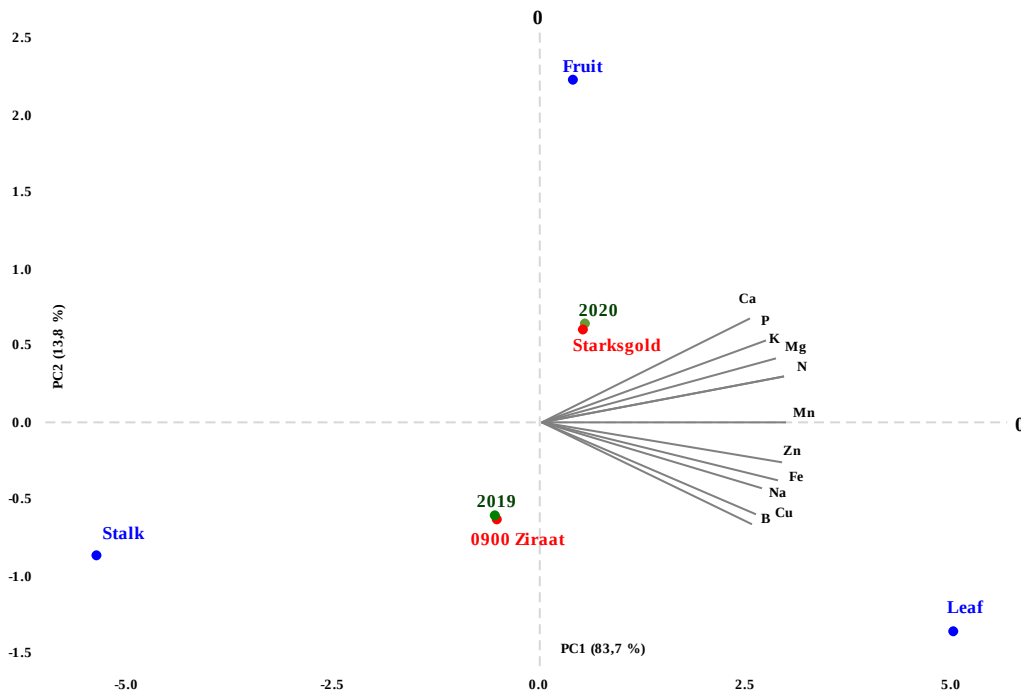
Tablo 2. İncelenen minerallerin farklı yıllara, çeşitlere ve farklı bitki kısımlarına göre dağılımı (mg kg⁻¹).

	N (%)	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Yıllar											
2019	1.54 B	2277.77 B	30988.21 b	7336.23 B	1437.24 B	1073.92 A	4410 NS	109.59 NS	32.09 B	25.56 NS	26.05 NS
2020	1.65 A	2493.53 A	32013.97 a	8027.10 A	1528.46 A	993.41 B	4573	113.99	36.40 A	27.00	24.43
Çeşitler											
0900 Ziraat	1.50 B	2286.48 B	30518.03 B	7364.71 B	1420.58 b	1065.02 A	4062 B	114.87 NS	35.44 NS	25.49 NS	25.54 NS
Starks Gold	1.69 A	2484.82 A	32484.15 A	7998.63 A	1545.37 a	1002.30 B	4895 A	108.72	33.85	27.15	24.96
Bitki Kısımları											
Meyve	1.740 B	2614.47 A	34016.94 B	8466.75 A	1553.94 B	1010.88 B	4066 B	105.64 B	35.54 B	19.87 B	19.39 B
Meyve sapı	1.11 C	1900.09 B	25442.25 C	6348.71 B	1221.32 C	891.11 C	29.15 C	88.31 C	25.04 C	18.72 B	18.12 B
Yaprak	1.93 A	2642.39 A	35044.08 A	8229.55 A	1673.66 A	1198.99 A	64.54 A	141.43 A	43.36 A	40.37 A	38.25 A
% CV	28.938	19.648	18.568	20.888	17.964	24.017	38.545	25.149	35.544	42.350	43.669
LSD	Y: 0.079 C: 0.073 PP: 0.077	Y: 106.237 C: 160.794 PP: 109.678	Y: 1004.458 C: 1267.063 PP: 109.678	Y: 321.039 C: 246.125 PP: 425.322	Y: 54.101 C: 88.109 PP: 54.937	Y: 21.553 C: 42.770 PP: 46.784	C: 7.578 PP: 3.852	PP: 8.221	Y: 2.021 PP: 2.924	PP: 4.917	PP: 5.453
F Değeri											
F_{Yıl}	183.747**	406.305**	19.306*	85.734**	277.684**	1374.528**	9.503ns	6.281ns	55.729*	2.436ns	3.194ns
F_{Çeşit}	146.419**	32.253**	51.040**	140.620**	15.464*	45.582**	25.567**	3.623ns	1.274ns	4.543ns	0.135ns
F_{Yıl x Çeşit}	58.666**	37.933**	98.549**	98.549**	41.401*	308.594**	2.883ns	3.393ns	1.362ns	5.393ns	8.296*
F_{Bitki Kısımları}	523.179**	251.090**	521.402**	127.019**	310.555**	187.778**	374.754**	105.393**	180.737**	104.759**	72.945**
F_{Yıl x Bitki Kısımları}	11.275**	3.400ns	21.553**	0.371ns	27.067**	77.075**	1.004ns	26.890**	5.111*	0.759ns	0.107 ns
F_{Çeşit x Bitki Kısımları}	170.065**	58.352**	229.575**	124.909**	60.147**	113.418**	31.946**	28.466**	5.482*	1.056ns	8.328**

*%5'te anlamlı, **%1'de anlamlı, ns %5'te anlamsız; a %5'e anlamlı, A %1'e anlamlı

Faktör ve PCA analizi

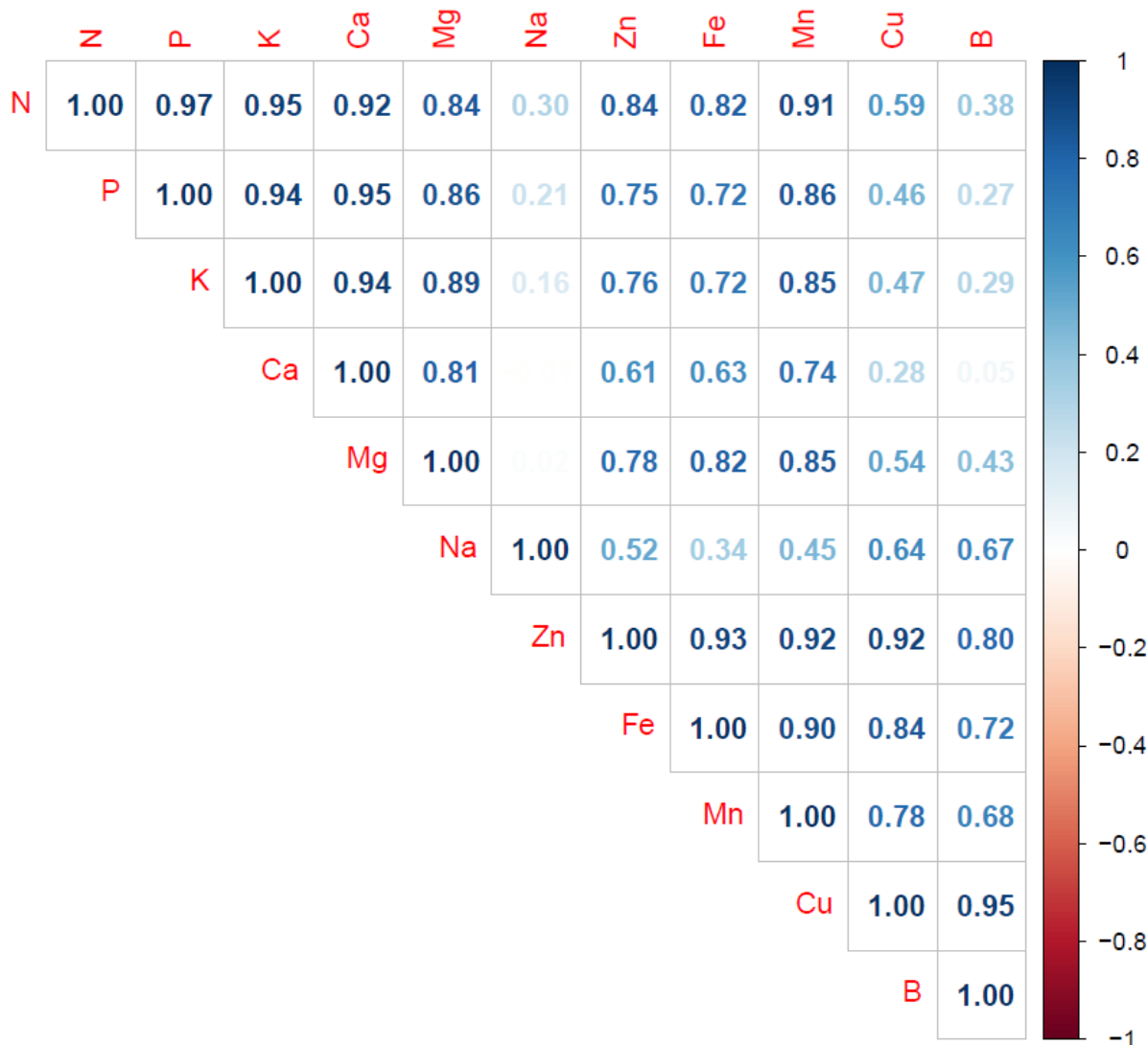
Çalışmada incelenen minerallerin; faktörlere (yıllar, çeşitler ve bitki kısımları) göre dağılımını görsel olarak şematize eden Bi-plot analizi Şekil 1’de verilmiş olup, ilk iki ana bileşen (PC1 ve PC2) ekseninde verilerin dağılımı incelenmiştir. İlgili iki bileşen toplam varyasyonun %97.5’ini kapsamakta olup, verideki değişkenliğin neredeyse tamamını yakaladığını ve bu nedenle iyi bir model olduğunu göstermektedir. PC1, toplam varyasyonun %83.7’sini tek başına oluştururken; N, K, Mg, Zn, Fe ve Mn mineralleri bu faktörde hem en yüksek hem de pozitif yükler göstermiştir (sırasıyla 0.32, 0.31, 0.32, 0.32, 0.31 ve 0.32). Benzer şekilde PC2, varyasyonun %13.8’ine karşılık gelirken, P (0.36) ve Ca (0.45) bu faktörle pozitif, Cu (-0.39) ve B (-0.44) ise, yüksek negatif korelasyon içerisinde tespit edilmiştir. Yaprakların, PC1’de en sağda yer alarak yüksek mineral içeriğine sahip olduğu, meyve saplarının ise en solda yer alarak daha düşük mineral içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. PC2, kalsiyum ve fosforun yüksek olduğu, ancak sodyum, çinko, bakır ve borun düşük olduğu örnekleri ayırt etmektedir. Meyve örneklerinin, bu eksenin üstte yer alarak kalsiyum ve fosfor açısından zengin olduğu tespit edilmiştir. Çeşit ve yıllar incelendiğinde, ‘Starks Gold’ çeşidi ve 2020 yılının daha sağda ve yukarıda yer aldığı, genel olarak daha yüksek mineral içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Ters şekilde, ‘0900 Ziraat’ çeşidinin 2019 yılında daha solda ve aşağıda yer alarak daha düşük mineral madde içerdiği tespit edilmiştir.



Şekil 1. Kiraz çeşitlerinin meyve, sap ve yaprak örneklerinde, yılların incelenen mineral madde içeriklerine göre nasıl gruplandığı gösteren temel bileşenler (PCA) biplot analizi.

Çalışmada incelenen mineral maddeler arasındaki korelasyonlara ait bulgular Şekil 2’de verilmiştir. İncelenen mineral maddelerin çoğunun birbiriyle yüksek düzeyde pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. N ile P (0.97), K (0.95), Ca (0.92), Mg (0.84), Zn (0.82), Fe (0.82) ve Mn (0.91) arasında yüksek düzeyde pozitif; Cu (0.59) ile orta düzeyde pozitif, Na ve B ile ise düşük düzeyde pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum, bu minerallerin birlikte artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. P ile K (0.94), Ca (0.95), Mg (0.86), Zn (0.75), Fe (0.72) ve Mn (0.86) arasında yüksek düzeyde pozitif; Na (0.21), Cu (0.46) ve B (0.27) ile ise düşük düzeyde pozitif bir ilişki belirlenmiştir. K ile Ca (0.94), Mg (0.89), Zn (0.76), Fe (0.72) ve Mn (0.85) arasında yüksek düzeyde pozitif; Cu (0.47) ile orta düzeyde, Na (0.16) ve B (0.29) ile ise düşük düzeyde pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ca ile Mg (0.81) ve Mn (0.74) arasında yüksek düzeyde pozitif; Zn (0.61) ve Fe (0.63) ile orta düzeyde, Cu (0.28) ile ise düşük düzeyde pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Mg ile Zn (0.78), Fe (0.82) ve Mn (0.85) arasında yüksek düzeyde pozitif; Cu (0.54) ve B (0.43) ile ise orta düzeyde pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Na ile Zn (0.52), Fe (0.34), Mn (0.45), Cu (0.64) ve B (0.67) arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon olduğu, ancak Na’nın Ca ve Mg ile bir ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir. Zn ile

Fe (0.93), Mn (0.92), Cu (0.92) ve B (0.80) arasında oldukça yüksek düzeyde pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Fe ile Mn (0.90), Cu (0.84) ve B (0.72) arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki bulunmuş; Cu ile B (0.95) arasında da yüksek düzeyde pozitif bir ilişki belirlenmiştir.



Şekil 2. İncelenen mineraller arasındaki korelasyonlar

Varyans analizi

Mineraller bitkilerde regüle ettikleri fizyolojik döngüler yönüyle oldukça önemlidir. Kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) da bitki hücrelerinin yapısal bütünlüğü ve enzimatik işlevler için önemlidir. Kalsiyum özellikle hücre duvarı stabilitesi için önemlidir ve çeşitli fizyolojik süreçleri düzenleyen sinyal yollarında yer almaktadır (Morhart ve ark., 2016). Magnezyum ise klorofilin merkezi bir bileşenidir ve fotosentez için gereklidir. Bu besin maddelerindeki eksiklikler meyvelerde çiçek ucu çürüklüğü ve zayıf meyve tutumu gibi fizyolojik bozukluklara yol açabilir (Usenik ve ark., 2015). Çinko (Zn), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve bor (B) gibi mikro besinler daha az miktarlarda gereklidir, ancak bitki sağlığı için eşit derecede önemlidir. Çinko, enzim fonksiyonu ve protein sentezi için çok önemliyken, demir fotosentezde klorofil sentezi ve elektron taşınması için gereklidir (Şimşek ve Süfer, 2021). Manganez fotosentez ve azot metabolizmasında rol oynar ve bakır çeşitli enzimatik süreçlerde yer alır. Bor, hücre bölünmesi ve üreme yapılarının gelişimi için önemlidir (Kelebek ve Selli, 2011). *Prunus avium*'da mineral eksikliklerinin, meyve verimini ve kalitesini düşürdüğü, ayrıca abiyotik ve biyotik stres kaynaklarına karşı dayanıklılığı azalttığı ifade edilmektedir (Usenik ve ark., 2015; Lamichhane, 2014; Guan ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018). Bu sebeplere istinaden, mineral kompozisyonuna ve miktar tayinlerine sıklıkla başvurulmaktadır. Elde edilen sonuçlar hem bitkinin beslenme fizyolojisinin yorumlanması hem de insanlara tüketim materyali olarak servis edilmesi bakımından önem taşımaktadır.

İkinci ve Aldanmaz (2022), *P. mahaleb* üzerine aşılı '0900 Ziraat' çeşidi üzerine farklı yaprak gübresi uyguladıkları çalışmada, kontrol grubu kiraz ağaçlarının yaprak azot içeriğini %2.03 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca yapraklarda makro ve mikro besin elementlerini; P (3.000 mg/kg), K (20.100 mg/kg), Ca (16.000 mg/kg), Mg (5.400 mg/kg), Fe (117.33 mg/kg), Cu (12.90 mg/kg), Zn (21.35 mg/kg), Mn (34.25 mg/kg) ve B (36.05 mg/kg) olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde yürütülen farklı bir çalışmada ise 'Gisela 6' anacı üzerine aşılı '0900 Ziraat' çeşidinin kontrol grubunda yaprak N içeriği %2.28 olarak raporlanırken, diğer mineral maddeler ise P (2.900 mg/kg), K (19.800 mg/kg), Ca (16.700 mg/kg), Mg (3.600 mg/kg), Fe (71.07 mg/kg), Cu (11.01 mg/kg), Mn (26.82 mg/kg), Zn (13.14 mg/kg) ve B (53.87 mg/kg) seviyelerinde ölçülmüştür (Uçgun ve Cansu, 2024). Benzer şekilde Demirel (2019), 'Gisela 6' anacı üzerine aşılı '0900 Ziraat' çeşidi ile yaptığı çalışmada, kontrol grubunun yapraklarında N (%2.863), P (2.660 mg/kg), K (21.430 mg/kg), Ca (12.700 mg/kg), Mg (3.330 mg/kg), Fe (23.130 mg/kg), Cu (9.650 mg/kg), Zn (15.323 mg/kg) ve Mn (33.590 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Gonçalves ve ark (2022) 23 kiraz çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, meyve örneklerinin mineral madde içeriklerini şu şekilde tespit etmişlerdir; P (683-2219 mg/kg), K (11.774-19.524 mg/kg), Ca (73-373 mg/kg), Mg (320-679 mg/kg), Na (2.32-10.7 mg/kg), Zn (1.08-6.92 mg/kg), Fe (2.44-12.2), Mn (1.64-7.30 mg/kg) ve Cu (2.12-5.22 mg/kg). Mahleple yürütülen farklı bir çalışmada ise meyve saplarının mineral madde içeriği incelenmiş ve P (3054 mg/kg), K (21458 mg/kg), Ca (13851 mg/kg), Mg (1166 mg/kg), Na (91,2 mg/kg), Fe (211,8 mg/kg), Cu (7,2 mg/kg), Mn (10,0 mg/kg), Zn (31,0 mg/kg) ve B (19,4 mg/kg) olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Sekeroglu ve ark, 2012).

Çalışma bulguları, literatür ile uyumluluk gösterirken, ürünlerin nihai kompozisyonunun; çeşit, ekolojik faktörler, kültürel işlemler ve izlenen yetiştiricilik modellerinin kümülatif etkisi altında şekillendiği bilinmektedir. Bu bağlamda, gözlemlenen farklılıkların; verim, anaç/çeşit kombinasyonu, ekolojik faktörler, kültürel işlemler, bitki yaşı ve analiz yöntemlerindeki farklılıklardan ileri geldiği düşünülmektedir (Hu ve Schmidhalter, 2005; Lacerda ve ark., 2018; Uçgun ve ark., 2020; Maatallah ve ark., 2022; Nunes ve ark., 2022; Dziadek ve ark., 2018; Gonçalves ve ark., 2022; Danzomo ve ark., 2024; Ross ve ark., 2020; Legua ve ark., 2017; Papapetros ve ark., 2019).

PCA analizi

Çalışmamızda, kiraz çeşitlerinin mineral madde içeriklerine göre gruplandırılmasında, PC1 ve PC2'nin toplam varyansın %97.5'ini açıklaması, analizimizin yüksek bir açıklayıcılığa sahip olduğunu göstermektedir. Gonçalves ve ark. (2022) çalışmasında ise, PC1 ve PC2'nin toplam varyansın %46.5'ini; Ross ve ark. (2020), yaprak mineral içeriği için toplam varyansı ~%55, meyve içinse ~%57 bildirmiştir. Benzer şekilde Nunes ve ark. (2022), kiraz meyvesi, kökleri ve çiçeklerinin mineral içeriğini incelediği çalışmada, PCA'nın toplam varyansın %54.7'ini açıklaması, bizim çalışmamızın önceki çalışmalardan daha fazla varyansı kapsadığını ve dolayısıyla kiraz çeşitlerinin mineral içeriklerine göre daha belirgin bir şekilde ayrılabilmesini ortaya koymaktadır. Bu durum, çalışmamızın kiraz çeşitlerinin mineral profillerine dayalı olarak sınıflandırılmasında daha güçlü bir model sunduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, bu bulgular, farklı yıllar ve kiraz yan ürünleri arasında mineral içeriklerinin tutarlılığını ve çeşitliliğini daha iyi anlamamıza olanak tanımaktadır.

Korelasyon analizi

Araştırmalar, çeşitli bitki türlerinde fosfor ve potasyum seviyeleri arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu göstermiştir (Edelstein ve ark., 2016). Bir başka çalışmada, kalsiyum mevcudiyetindeki artışın magnezyum alımını olumlu yönde etkileyebileceği ve böylece genel bitki sağlığını iyileştirebileceği bildirilmektedir (López-Lefebvre ve ark., 2001). Zeytinin besin içeriğini inceleyen bir çalışmada, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi makro besin maddelerinin seviyelerinin birbiriyle ilişkili olduğu ve fosforun potasyum seviyeleri ile pozitif bir korelasyon gösterdiği raporlanmıştır (Zincircioğlu, 2018). Yine şeftali ağaçlarında besin maddesi bölünmesine odaklanan bir çalışmada, meyvelerin varlığının kaynaklar için rekabet nedeniyle yaprak besin maddesi konsantrasyonlarını etkilediği ve özellikle azot (N) ve potasyum (K) arasında pozitif korelasyon olduğu vurgulanmıştır (Zhou ve Melgar, 2018). Delfini ve ark. (2020), özellikle demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu) ve fosfor (P) olmak üzere çeşitli mikro besinler arasında olumlu bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Vera-Vega ve ark. (2022), manganez (Mn) ile çinko (Zn) arasında önemli bir pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Fallahi ve ark. (2010) çalışmasında, 'Redchief Delicious'da yaprak N ve K, yaprak K ve Mg ile meyve Ca ve yaprak K arasında negatif korelasyonlar bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca, yaprak N ve meyve N, meyve K ve yaprak K gibi birçok mineral arasında önemli ve pozitif korelasyonlar olduğunu tespit etmiştir. Bulgularımız, önceki çalışmalarla büyük oranda paralellik göstermektedir. Mineraller arası rekabet, bazı durumlarda negatif korelasyonu beraberinde getirmektedir Fallahi ve ark., (2010). Ancak, çalışmada

ölçülen mineral konsantrasyonlarının, büyük oranda düşük olması bu tip rekabetin önüne geçtiğinden, incelenen tüm mineraller arasında pozitif korelasyon ortaya çıktığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Yapılan çalışmada, ‘0900 Ziraat’ ve ‘Starks Gold’ kiraz çeşitlerinin mineral madde içerikleri, yıllar, çeşitler ve farklı bitki kısımları bakımından kapsamlı şekilde incelenmiştir. Mineral kompozisyonunun her üç faktör tarafından da etkilendiği gözlemlenirken, mineral içerikleri yaprak> meyve > sap şeklinde sıralanmıştır. ‘Starks Gold’ mineral birikimi bakımından ‘0900 Ziraat’ çeşidine göre daha üstün bulunmuştur. Yetiştiricilik yapılan sezonda hüküm süren iklim şartları da mineral kompozisyonu üzerine belirleyici olup, hasada yakın kurak koşulların, mineral birikimini tetiklediği görülmüştür.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamışlardır.

ETİK BEYAN

“0900 Ziraat ve Starks Gold Kiraz Çeşitlerinde Mineral Madde Kompozisyonunun Yıllara ve Farklı Bitki Kısımlarına Göre Değişimi ” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Çalışmamızda herhangi bir canlıya ait veri bulunmadığından etik kurul izni gerekmemektedir.

KAYNAKLAR

- Arbizu, S., Mertens-Talcott, S. U., Talcott, S., & Noratto, G. D. (2023). Dark sweet cherry (*Prunus avium*) supplementation reduced blood pressure and pro-inflammatory interferon gamma (IFN γ) in obese adults without affecting lipid profile, glucose levels and liver enzymes. *Nutrients*, 15(3), 681.
- Baker, M. T., Lu, P., Parrella, J. A., & Leggette, H. R. (2022). Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1217.
- Dağhan, H., Gülmezoğlu, N., Köleli, N., & Karakaya, B. (2020). Impact of titanium dioxide nanoparticles (TiO $_2$ -NPs) on growth and mineral nutrient uptake of wheat (*Triticum vulgare* L.). *Biotech Studies*, 29(2), 69-76.
- Danzomo, I. M., Yunusa, A., Adamu, A. U., Danjaji, H. I., Dalhatu, M. M., Usman, I. M., & Lawan, U. (2024). Phytochemicals, mineral elements and antioxidants evaluation of some commonly consumed desert fruits. *Sahel Journal of Life Sciences FUDMA*, 2(1), 118-131. <https://doi.org/10.33003/sajols-2024-0201-014>
- Delfini, J., Moda-Cirino, V., Neto, J. d. S., Buratto, J. S., Ruas, P. M., & Gonçalves, L. S. A. (2020). Diversity of nutritional content in seeds of brazilian common bean germplasm. *Plos One*, 15(9), e0239263. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239263>
- Demirer, T. (2019). Effect of leonardite application on leaf nutrient content and fruit chemical parameters of cherry (*Prunus avium* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 42(19), 2532-2538. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1659352>
- Dziadek, K., Kopeć, A., & Tabaszewska, M. (2018). Potential of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles. *European Food Research and Technology*, 245(3), 763-772. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3198-x>
- Edelstein, M., Cohen, R., Elkabetz, M., Pivonia, S., Maduel, A., Sadeh-Yarok, T., ... & Ben-Hur, M. (2016). The potential of enriched fertilization in overcoming nutritional deficiency in grafted melons. *HortScience*, 51(4), 435-438. <https://doi.org/10.21273/hortsci.51.4.435>
- Faienza, M. F., Corbo, F., Carocci, A., Catalano, A., Clodoveo, M. L., Grano, M., ... & Portincasa, P. (2020). Novel insights in health-promoting properties of sweet cherries. *Journal of functional foods*, 69, 103945.
- Fallahi, E., & Simons, B. R. (2010). Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in ‘Delicious’ apples. *Journal of Tree Fruit Production*, 1(1), 15-25. https://doi.org/10.1300/J072v01n01_02
- FAO, 2021, Food and Agricultural Organization, Erişim tarihi 01.12.2024.
- Fonseca, L. R., Silva, G. R., Luís, Â., Cardoso, H. J., Correia, S., Vaz, C. V., ... & Socorro, S. (2021). Sweet cherries as anti-cancer agents: From bioactive compounds to function. *Molecules*, 26(10), 2941.

- García-Villegas, A., Fernández-Ochoa, Á., Alañón, M. E., Rojas-García, A., Arráez-Román, D., Cádiz-Gurrea, M. d. I. L., ... & Segura-Carretero, A. (2024). Bioactive compounds and potential health benefits through cosmetic applications of cherry stem extract. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(7), 3723. <https://doi.org/10.3390/ijms25073723>
- Gonçalves, A. C., Bento, C., Silva, B., Simões, M., & Silva, L. R. (2019). Nutrients, bioactive compounds and bioactivity: The health benefits of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Current Nutrition & Food Science*, 15(3), 208-227.
- Gonçalves, A. C., Campos, G., Pinto, E., Oliveira, A. S., Almeida, A., de Pinho, P. G., ... & Silva, L. R. (2022). Essential and non-essential elements, and volatile organic compounds for the discrimination of twenty-three sweet cherry cultivars from Fundão, Portugal. *Food Chemistry*, 367, 130503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130503>
- Gonçalves, A. C., Costa, A. L. S., Flores-Félix, J. D., Falcão, A., Alves, G., & Silva, L. (2022). Anti-inflammatory and antiproliferative properties of sweet cherry phenolic-rich extracts. *Molecules*, 27(1), 268. <https://doi.org/10.3390/molecules27010268>
- Guan, J., Wang, J., & Lv, X. (2018). Pn-par and CO₂ responses of *Prunus avium* to drought stress during hard nucleus stage. Proceedings of the 2018 7th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development (ICEESD 2018). <https://doi.org/10.2991/iceesd-18.2018.72>
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541–549. <https://doi.org/10.1002/jpln.200420516>
- Ikinci, A., & Aldanmaz, S. (2022). The effect of boron and zinc containing foliar fertilizer applications on leaf mineral content of '0900 Ziraat' cherry (*Prunus avium* L.) cultivar. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19(2), 283-295. <https://doi.org/10.33462/jotaf.939675>
- Kacar, B., & Inal, A. (2008). Plant analysis. *Nobel Pres*, 1241, 891.
- Kelebek, H., & Selli, S. (2011). Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(12), 2530-2537. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02777.x>
- Lacerda, C. F. D., Ferreira, J. F. D. S., Suarez, D. L., Freitas, E. D., Liu, X., & Ribeiro, A. D. A. (2018). Evidence of nitrogen and potassium losses in soil columns cultivated with maize under salt stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(8), 553–557. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p553-557>
- Lamichhane, J. R. (2014). *Xanthomonas arboricolidiseases* of stone fruit, almond, and walnut trees: progress toward understanding and management. *Plant Disease*, 98(12), 1600-1610. <https://doi.org/10.1094/pdis-08-14-0831-fe>
- Legua, P., Domenech, A., Martínez, J. J., Sánchez-Rodríguez, L., Hernández, F., Carbonell-Barrachina, A. A., & Melgarejo, P. (2017). Bioactive and volatile compounds in sweet cherry cultivars. *Journal Of Food and Nutrition Research*, 5(11), 844-851. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-11-8>
- López-Lefebvre, L. R., Rivero, R. M., García, P. C., Sánchez, E., Ruiz, J. M., & Romero, L. (2001). Effect of calcium on mineral nutrient uptake and growth of tobacco. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(14), 1334-1338. <https://doi.org/10.1002/jsfa.948>
- Maatallah, S., Dabbou, S., Castagna, A., Guizani, M., Hajlaoui, H., Ranieri, A. M., & Flamini, G. (2020). *Prunus persica* by-products: A source of minerals, phenols and volatile compounds. *Scientia Horticulturae*, 261, 109016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109016>
- Maxiselly, Y., Anusornwanit, P., Rugkong, A., & Chiarawipa, R. (2022). Phytochemical analysis of leaves and cherries of coffee and sensory evaluation of tea products of robusta coffee in Songkhla, Thailand. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 44(3), 470-478.
- Morhart, C., Sheppard, J., Schuler, J., & Spiecker, H. (2016). Above-ground woody biomass allocation and within tree carbon and nutrient distribution of wild cherry (*Prunus avium* L.) – a case study. *Forest Ecosystems*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40663-016-0063-x>
- Nunes, A. R., Gonçalves, A. C., Pinto, E., Amaro, F., Flores-Félix, J. D., Almeida, A., ... & Silva, L. R. (2022). Mineral content and volatile profiling of *Prunus avium* L. (sweet cherry) by-products from Fundao region (Portugal). *Foods*, 11(5), 751.
- Papapetros, S., Louppis, A., Kosma, I., Kontakos, S., Badeka, A., Papastefanou, C., & Kontominas, M. G. (2019). Physicochemical, spectroscopic and chromatographic analyses in combination with chemometrics for the discrimination of four sweet cherry cultivars grown in northern Greece. *Foods*, 8(10), 442. <https://doi.org/10.3390/foods8100442>
- Quero-García, J., Letourmy, P., Campoy, J. A., Branchereau, C., Malchev, S., Barreneche, T., & Dirlwanger, E. (2021). Multi-year analyses on three populations reveal the first stable QTLs for tolerance to rain-induced fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Horticulture Research*, 8.
- Quintaes, K. D., & Diez-Garcia, R. W. (2015). The importance of minerals in the human diet. *Handbook of mineral elements in food*, 1-21.
- Ross, K. A., Toivonen, P. M. A., Godfrey, D. V., & Fukumoto, L. (2020). Pre-harvest conditions associated with Staccato sweet cherry fruit quality: mineral status in leaves and fruitlets and orchard growing factors. *Canadian Journal of Plant Science*, 101(2), 262-267. <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0115>
- Sekeroglu, N., Meraler, S. A., Özkutlu, F., & Kulak, M. (2012). Variation of mineral composition in different parts of mahaleb. *Asian Journal of Chemistry*, 24(12).



- Švarc-Gajić, J., Cerdà, V., Clavijo, S., Suárez, R., Mašković, P., Cvetanović, A., ... & Novakov, V. (2018). Bioactive compounds of sweet and sour cherry stems obtained by subcritical water extraction. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 93(6), 1627-1635. <https://doi.org/10.1002/jctb.5532>
- Şimşek, M. and Süfer, Ö. (2021). Effect of pretreatments on refractance window drying, color kinetics and bioactive properties of white sweet cherries (*Prunus avium* L. Starks Gold). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15895>
- Uçgun, K. and Cansu, M. (2024). Sınırlandırılmış alanlara uygulanan ph düşürücü bazı materyallerin bazı toprak özellikleri, kiraz ağaçlarının beslenmesi ve meyve özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(1), 165-179. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1264307>
- Uçgun, K., Ferreira, J. F. D. S., Liu, X., Filho, J. B. D. S., Suarez, D. L., Lacerda, C. F. D., & Sandhu, D. (2020). Germination and growth of spinach under potassium deficiency and irrigation with high-salinity water. *Plants*, 9(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/plants9121739>
- Usenik, V., Štampar, F., Mikulič-Petkovšek, M., & Kastelec, D. (2015). The effect of fruit size and fruit colour on chemical composition in ‘Kordia’ sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.10.007>
- Vera-Vega, M., Jimenez-Davalos, J., & Zolla, G. (2022). The micronutrient content in underutilized crops: The *Lupinus mutabilis* sweet case. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19202-8>
- Wang, J., Guan, J., & Lv, X. (2018). Effects of drought stress on leaf gas exchange parameters in development of sweet cherry fruit. Proceedings of the 2018 7th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development (ICEESD 2018). <https://doi.org/10.2991/iceesd-18.2018.71>
- Zar, JH. 2013. Biostatistical Analysis: Pearson New International Edition. Pearson Higher Ed.
- Zhou, Q. and Melgar, J. C. (2018). Ripening season affects tissue mineral concentration and nutrient partitioning in peach trees. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 182(2), 203-209. <https://doi.org/10.1002/jpln.201800304>
- Zincircioğlu, N. (2018). Domat zeytin çeşidinde meyve - yaprak besin elementleri değişimlerinin incelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.352207>