

## Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Genotiplerine Ait Meyvelerde Besin İçeriği ve Biyokimyasal Kompozisyonunun Araştırılması

Emine AÇAR<sup>1\*</sup>, Ebru KURT<sup>2</sup>, Okan ÖZKAYA<sup>3</sup>, Yıldız AKA KAÇAR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr., Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana; ORCID: 0000-0001-9810-9626

<sup>2</sup>Arş. Gör., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0003-0072-0879

<sup>3</sup>Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-9448-5576

<sup>4</sup>Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0001-5314-7952

### ÖZ

Nar (*Punica granatum* L.), tropik ve subtropik iklim kuşağında yayılış gösteren, olumsuz koşullara dayanıklı bir bitki türüdür ayrıca sahip olduğu meyvelerin metabolit kompozisyonu oldukça yüksektir. Meyvelerin içerdiği değerli fitokimyasallar bu meyveye olan tüketici talebini arttırmaktadır. Son yıllarda besin içeriği zengin gıdalara olan ilginin artması, bu amaca yönelik ıslah çalışmalarını gerekli kılmış ve yeni çeşitlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu çalışmada Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Nar Genetik Koleksiyonu'nda bulunan 35 genotip kullanılmış ve genotiplere ait meyvelerin pH, ŞÇKM, titre edilebilir asitlik, organik asit miktarı, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Elde edilen veriler ile genotiplere ait meyvelerin besin içeriği karşılaştırılmış ve içerik bakımından zengin genotipler belirlenmiştir.

**Anahtar Kelime:** Antioksidan, fitokimyasal, *Punica granatum* L., toplam fenol

### Investigation of Nutrient Content and Biochemical Composition in Some Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes

#### ABSTRACT

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is a plant species that is resistant to adverse conditions and spreads in tropical and subtropical climate zones. Moreover, the nutritional content and metabolite composition of its fruits are quite high. The valuable phytochemicals contained in fruits significantly increase consumer demand for this fruit. In recent years, the increased interest in nutrient-rich foods has necessitated breeding studies for this purpose and made it necessary to develop nutrient-rich varieties. In this study, 35 genotypes from the Pomegranate Genetics Collection of Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture were used and the pH, TSS, titratable acidity, organic acid amount, total phenol content and antioxidant activities of the fruits of the genotypes were investigated. The nutritional content of the fruits belonging to the genotypes was compared with the data obtained and the genotypes rich in content were determined.

**Keywords:** Antioxidant, phytochemical, *Punica granatum* L., total phenol

### GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.  $2n=2x=16, 18$ ), *Lythraceae* familyasına dahil olan, tropik ve subtropik iklim kuşağında yayılış gösteren bir bitki türüdür. Dünya çapında 500'den fazla çeşitle temsil edilmesine karşın bunların yalnızca 50 tanesi ticari öneme sahiptir [1]. Narın anavatanı Güney ve Güneybatı Asya, İran, Afganistan Güney Kafkasya ve Anadolu'dur [2, 3]. Narın, farklı ekolojik koşullara adaptasyon yeteneği yüksektir bu nedenle çok geniş bir coğrafyada yetiştiriciliği yapılmaktadır. Günümüzde anavatanı dışında İtalya, İspanya, Rusya, Çin, Tunus, Pakistan, Hindistan, Peru, Şili, Mısır, Tayland, Suudi Arabistan, Japonya, Amerika Birleşik

Devletleri ve İsrail olmak üzere birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır [3, 4]. Son yıllarda nara olan yoğun talep nar yetiştiriciliğini pozitif yönde etkilemiştir. Bu durum üretim miktarlarına olumlu yansımış ve dünya nar üretiminde kademeli olarak artışlar görülmüştür. Günümüzde nar üretiminde Hindistan, İran, Çin ve Türkiye ilk sıralarda yer almaktadır [5].

Nar besleyici meyvelerinden dolayı yaklaşık 5000 yıl önce kültüre alınmıştır. Meyvelerin sahip olduğu değerli bileşenler narın, geçmişten günümüze ticari önemini korumasına olanak tanımıştır. Son yıllarda besin içeriği zengin gıdalara olan yoğun talep nara olan ilgiyi arttırmış ve narın sahip olduğu değerli

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: acaremine01@gmail.com

fitokimyasalların önemini bir kez daha vurgulamıştır [6, 7].

Nar, karbonhidrat, yağ ve protein gibi primer metabolitlerin yanı sıra fenol, flavonoid, antosiyanin, organik asit ve organik şeker gibi sekonder metabolitlercede zengin bir meyvedir. Ayrıca potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir ve çinko gibi mineral içeriği, C, B, E ve K vitamin içeriği yüksektir [7, 8]. Sahip olduğu bu değerli biyoaktif maddeler narın önemini arttırmakta, özellikle farmakoloji başta olmak üzere tıbbi amaçla kullanılmasına olanak tanımaktadır. Kardiovasküler hastalıklarda, diyabette, ototoksikasyon zararlarına karşı, birçok kanser türüne karşı, immün sisteminin korunmasında, cilt hastalıklarında ve akciğer hastalıkları dahil birçok hastalıkta koruyucu veya tedavi edici olarak kullanıldığı ve bu özelliklerinden dolayı narın, insan sağlığına büyük katkılar sunduğu bildirilmiştir. Sadece beslenme kaynağı olarak kullanımının yanı sıra koruyucu ve tedavi edici özelliği narın vazgeçilmez sağlıklı gıdalar arasında yerini korumasına olanak tanımaktadır [2, 7, 9, 10, 11, 12, 13]. Sunulan çalışmanın amacı, 35 farklı nar genotipine ait meyvelerin besin içeriğinin ve biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi ve elde edilen sonuçların özellikle besin içeriği zengin meyvelere sahip nar çeşitlerinin geliştirilmesi amacıyla ıslah programlarına kaynak olacak değerli katkılar sunmaktır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmada 35 farklı çeşit ve genotip kullanılmıştır. Çeşit ve genotiplere ait meyve örnekleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Nar Genetik Koleksiyonu'ndan temin edilmiştir (Çizelge 1). Genotiplere ait meyve örnekleri olgunluk dönemlerinde hasat edilmiş ve her genotipe ait 10 meyve alınmıştır. Alınan meyve örnekleri kabuklarından ve ince zarlarından temizlenerek danelenmiştir. Daneler, ince bez kullanılarak sıkılmış ve meyve suyu örnekleri elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyu örnekleri analiz aşamasına kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan genotipler

No	Genotipler	No	Genotipler	No	Genotipler	No	Genotipler
1	İzmir 1513	10	Canernar 7	19	17/67	28	07N04
2	İzmir 1265	11	19/147	20	33N12	29	İzmir 1
3	İzmir 10	12	20/17	21	18/19	30	İzmir 16
4	19/121	13	İzmir 1439	22	İzmir 12	31	31N06
5	17/174	14	07N14	23	33N49	32	31N07
6	Türkmen	15	33N34	24	Kadirli	33	Onurnar 1
7	18/20	16	İzmir 8	25	Hicaznar	34	33N16
8	07N08	17	İzmir 29	26	07N13	35	Wonderful
9	İzmir 26	18	İzmir 1499	27	19/60		

### Metot

Genotiplere ait meyve suyu örnekleri kullanılarak SÇKM, pH, titre edilebilir asitlik, toplam fenol ve antioksidan aktivite tayini yapılmıştır. Analiz öncesinde her aşama için farklı ekstraksiyon yöntemlerinden yararlanılmıştır.

•*Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde Miktarı (SÇKM) ve pH:* Genotiplere ait meyve suyu örneği kullanılarak pH ve SÇKM miktarları belirlenmiştir. Analizlerde her meyve örneğine ait üç tekerrür kullanılmış ve bu amaçla refraktometre cihazından (Krüss, HR Series, A. Krüss Optronic, Hamburg, Germany) yararlanılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak genotiplere ait meyve suyu içeriğindeki SÇKM içerikleri ve pH oranları belirlenmiştir.

•*Titre Edilebilir Asit Miktarı (TEA):* Genotiplere ait meyve suyu örneklerinden 5 ml alınarak 0,1 N NaOH çözeltisi ile dijital büret yardımı ile titre edilmiştir. Yapılan titrasyon işleminin ardından alınan sonuçların ortalamaları kullanılarak meyve suyu örneklerine ait titre edilebilir asitlik miktarı sitrik asit cinsinden % olarak verilmiştir.

% Asitlik = Harcanan NaOH × (100 / Alınan Meyve Suyu Miktarı ml) × Faktör × Asitlik Sabiti

•*Antioksidan Aktivite Tayini:* Genotiplere ait meyve suyu örnekleri etil alkol ile 1:20 ve 1:80 oranında seyreltilmiş ve 4000 devir/dk'da 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatanttan alınan 100 µl örneğe 2 mL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH\*; %50 etanolde 0.025 g/l) ilave edilmiştir. Örnekler %96 etanole karşı 0., 15. ve 30. dakikalarda UV/VIS spektrofotometre'de 517 nm dalga boyunda okutularak absorpsiyon değerleri belirlenmiştir (Gil vd., 2000).

•*Toplam Fenolik Madde Miktarı:* Toplam fenol içeriğinin belirlenmesinde Folin-Ciocalteu yönteminden yararlanılmıştır (Abdulkasım vd., 2007). Örnekler için toplam fenol içeriği standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak belirlenmiştir ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir.

•*C Vitamini (L-askorbik asit) Miktarı:* C vitamini (L-Askorbik Asit) içeriği Pearson ve Churchill (1970)'e göre saptanmıştır. C vitamini içeriğini belirlemek amacıyla 5 ml meyve suyu örneği 45 ml %0,4'lük konsantrasyona sahip oksalik asit çözeltisi ile karıştırılmış ve elde edilen karışım kaba filtre kağıdı kullanılarak süzülümüştür. Elde edilen solüsyonlardan 1 ml hacimde örnekler alınarak iki farklı tüpe aktarılmıştır. İlk tüpe 9 ml saf su eklenmiş, ikinci tüpe 9 ml %0 1,2'lik konsantrasyona sahip 2,6-diklorofenolindofenol eklenmiş ve 520 nm dalga boyunda spektrofotometre (Shimadzu, UV-1208) yardımıyla ölçülmüştür.

C vitamini (L-Askorbik Asit) Miktarı = [Kurve Faktörü × (L<sub>2</sub> – L<sub>1</sub>)] / 0.125 × 100

L<sub>1</sub>: 1 ml okzalik asit ile hazırlanmış meyve suyu örneği + 9 ml %0, 1,2'lik 2,6-diklorofenolindofenol okumasına ait değer

L<sub>2</sub>: 1 ml okzalik asit ile hazırlanmış meyve suyu örneği + 9 ml saf su okumasına ait değer

Çalışmada incelenen tüm parametrelere ait alınan değerler ortalama ve standart hata olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Genotiplerin pH, SÇKM ve asitlik parametrelerine ait istatistiki ve ortalama sonuçlar

Genotip	pH	Genotip	SÇKM (%)	Genotip	Asitlik (%)
18/20	4,87 a	33N34	22,40 a	19/121	2,13 a
İzmir-26	4,77 ab	19/147	18,80 b	Hicaznar	1,82 ab
İzmir-12	4,70 bc	İzmir-26	18,80 b	Onurnar 1	1,78 b
İzmir-1439	4,65 bcd	19/60	18,45 b	33N12	1,68 b
07N13	4,65 bcd	Onurnar 1	18,45 b	20/17	1,61 b
07N08	4,61 cde	İzmir-1439	18,05 bc	17/67	1,52 bc
19/147	4,60 cdef	Wonderful	17,60 bcd	33N49	1,25 cd
Canernar 7	4,56 defg	İzmir-10	17,50 bcd	İzmir-1499	1,25 cd
Wonderful	4,48 efgh	İzmir-16	17,05 bcde	İzmir-1265	1,22 cde
İzmir-29	4,48 efgh	18/20	16,90 bcdef	Wonderful	0,97 def
18/19	4,47 fgh	17/67	16,20 cdefg	İzmir-16	0,96 defg
33N34	4,43 gh	17/174	16,05 cdefg	07N04	0,95 defg
17/174	4,41 h	İzmir-1513	15,95 cdefg	İzmir-10	0,90 fgh
33N16	4,38 hi	19/121	15,90 defg	07N14	0,86 fgh
07N14	4,27 ij	33N49	15,80 defg	31N07	0,75 fghi
31N06	4,22 jk	33N16	15,70defghi	33N34	0,72 fghi
İzmir-1265	4,19 jkl	07N08	15,70defghi	33N16	0,70 fghi
Kadirli	4,17 jklm	İzmir-1	15,35efghij	18/19	0,67 fghi
İzmir-8	4,14 klm	Hicaznar	14,9 fghijk	İzmir-12	0,67 fghi
İzmir-10	4,12 klm	İzmir-1265	14,10ghijkl	31N06	0,66 fghi
Türkmen	4,10 klm	İzmir-1499	13,80 hijkl	İzmir-1	0,65 ghi
İzmir-1	4,08 lmn	İzmir-29	13,80 hijkl	İzmir-8	0,65 ghi
33N49	4,05 mno	İzmir-8	13,60 ijkl	19/147	0,62 hi
19/60	3,96 nop	Canernar 7	13,55 jkl	07N08	0,61 hi
İzmir-16	3,93 opq	İzmir-12	13,55 jkl	17/174	0,59 hi
07N04	3,88 pqr	07N14	13,30 jklm	18/20	0,59 hi
19/121	3,83 qrs	18/19	13,30 jklm	Canernar 7	0,59 hi
31N07	3,77 rst	07N04	13,00 klmn	İzmir-29	0,58 hij
Onurnar 1	3,75 rst	20/17	12,75 lmn	Kadirli	0,54 ij
17/67	3,73 st	07N13	12,55 lmno	Türkmen	0,53 ij
İzmir-1499	3,64 stu	31N06	12,50 lmno	İzmir-26	0,52 ij
20/17	3,62 tu	Kadirli	12,30 lmno	19/60	0,49 ij
33N12	3,55 uv	Türkmen	12,30 lmno	İzmir-1513	0,44 ij
Hicaznar	3,47 vw	33N12	10,60 mno	İzmir-1439	0,42 ij
İzmir-1513	3,37 w	31N07	10,70 mno	07N13	0,23 j
P <sub>0,05</sub>	P <sub>pH</sub> :***	P <sub>0,05</sub>	P <sub>SÇKM</sub> :***	P <sub>0,05</sub>	P <sub>asitlik</sub> :***

\*Genotipler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Genotipler arasında istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmiştir (\*\*\*p≤0,001).

•*İstatistiki Analizler:* Çalışmada incelenen parametrelere ait analizler için Varyans (ANOVA) analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben çeşitlerin karşılaştırılması amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Yapılan istatistiki analizlerde JAMP 13.0 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada sunulan genotiplere ait sonuçlar ortalama değerler olarak verilmiş ayrıca istatistiki olarak önemli bulunan ve farklılık gösteren

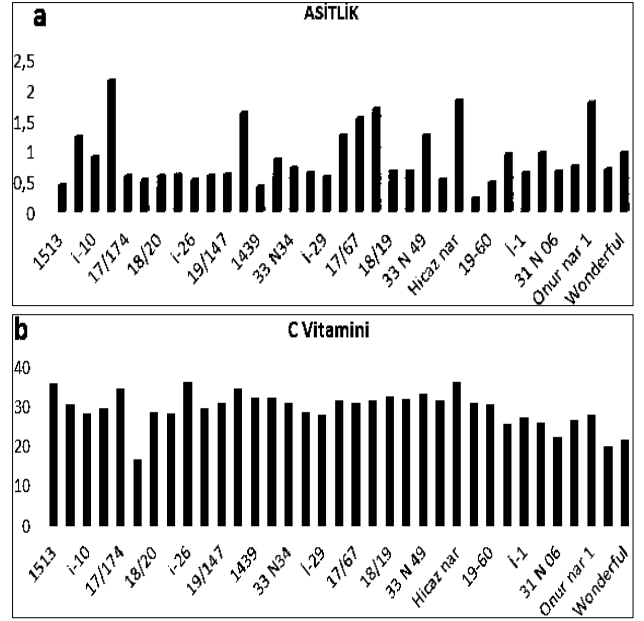
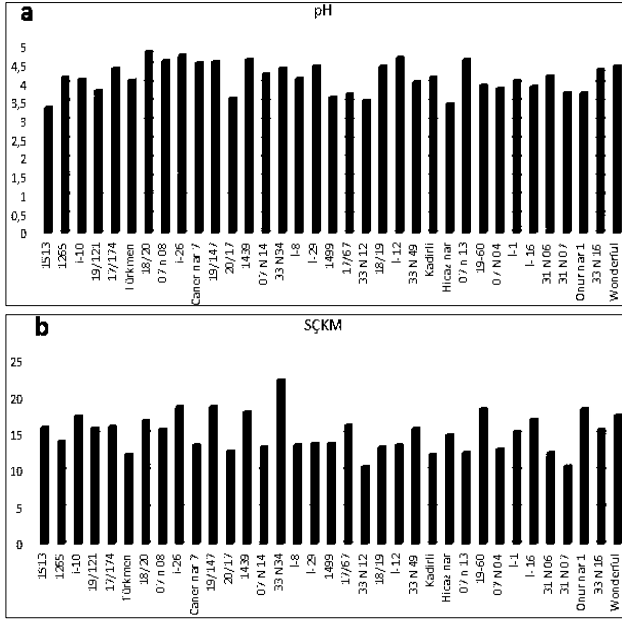
genotipler de Çizelge 2 ve Çizelge3'te sunulmuştur. Çizelgelerde verilen genotiplere ait tüm parametreler p≤0,05 önem düzeyine göre değerlendirilmiş ve tüm parametreler istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genotipler arasındaki farklılıklar farklı harflerle belirtilmiştir. Çalışmada verilen Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Kümeleme Analizi PAST 4.03 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## BULGULAR

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Nar Genetik Koleksiyonu'nda mevcut olan 35 farklı nar çeşit ve genotipe ait meyvelerin biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada genotiplere ait meyvelerin pH, SÇKM, titre edilebilir asitlik, toplam fenol ve antioksidan aktivite miktarı belirlenmiştir. Genotiplere ait veriler ortalama olarak ifade edilmiştir (Çizelge 2). Çalışma ile hem iç ve dış piyasada değerli olan çeşitlerin hem de genetik koleksiyonda mevcut olan diğer genotiplerin biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Böylelikle elde edilen sonuçlar ile çeşitler ve genotipler arasında biyokimyasal içerikler bakımından karşılaştırmalar yapılmış, biyokimyasal kompozisyon bakımından öne çıkan çeşit veya genotipler belirlenmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde pH oranının 3,37 ile 4,87 arasında değerler aldığı tespit edilmiştir. Sonuçlara göre en düşük pH oranına sahip çeşitlerin İzmir 1513 (3,37), 33N12 (3,55) ve Hicaznar (3,47) olduğu belirlenmiştir. En yüksek pH oranlarının ise 18/20 (4,87), İzmir 26 (4,77) ve İzmir 12 (4,70) çeşitlerine ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1-a). Çeşit ve genotiplere ait SÇKM miktarlarının ise %10,6 ile %22,4 arasında değiştiği, en düşük SÇKM miktarının 33N12 (10,6) ve 31N07 (10,7) çeşitlerine ait olduğu buna karşın en yüksek SÇKM miktarının ise 33N34 (22,4) çeşidine ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 1-b).

Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda genotiplere ait titre edilebilir asitlik miktarının %0,23 ile %2,13 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük asitliğin %0,23 ile 07N13 çeşidine ait olduğu, en yüksek asitliğin ise %2,13 ile 19/121 genotipine ait olduğu saptanmıştır (Şekil 2-a). C vitamini içeriği bakımından genotiplere ait değerlerin 16,90 mg/l-36,45 mg/l arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, en düşük C vitamini içeriğinin Türkmen (16,90 mg/l) ve 33N16 (20,20 mg/l) çeşitlerine ait olduğu, en yüksek C vitamini içeriğinin ise Hicaznar (36,45 mg/l), İzmir 26 (36,35) mg/l ve İzmir 1513 (36,25 mg/l) çeşitlerine ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 2-b).



Şekil 1. a) Genotiplere ait SÇKM grafiği, b) genotiplere ait pH grafiği

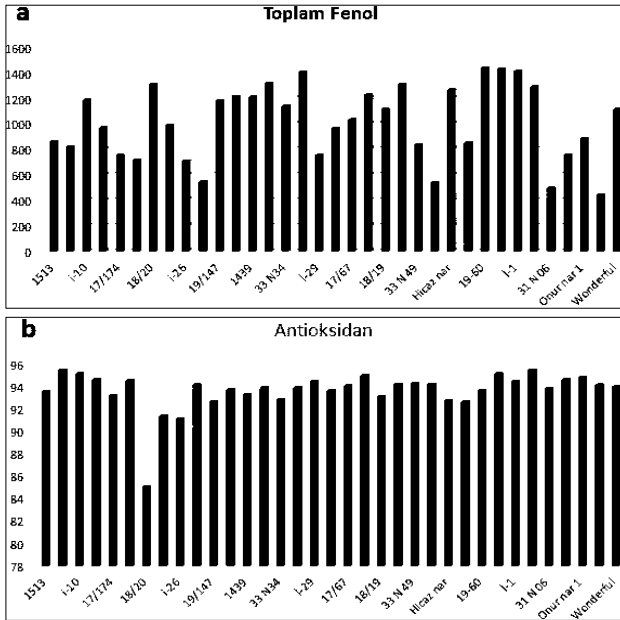
Şekil 2. a) Genotiplere ait asitlik grafiği, b) genotiplere ait C vitamini grafiği

Çizelge 3. Genotiplerin C vitamini, toplam fenol ve antioksidan parametrelerine ait istatistiki ve ortalama sonuçlar

Genotip	C Vitamini (mg/l)	Genotip	Toplam Fenol (GAE/100 ml)	Genotip	Antioksidan (%)
Hicaznar	36,45 a	19/60	1442,45 a	İzmir-1265	95,51 a
İzmir-26	36,25 a	07N04	1437,45 a	İzmir-16	95,51 a
İzmir-1513	36,25 ab	İzmir-1	1413,82 ab	07N04	95,17 ab
17/174	34,75 abc	İzmir-8	1410,86 ab	İzmir-10	95,17 ab
20/17	34,65 abc	07N14	1324,95 abc	33N12	95,01 abc
33N49	33,40 abcd	İzmir-12	1316,09 abc	Onumar 1	94,84 bcd
18/19	32,75 abcde	18/20	1314,95 abc	19/121	94,68 bcde
07N14	32,50 abcde	İzmir-16	1294,27 abcd	31N07	94,68 bcdef
İzmir-1439	32,45 abcde	Hicaznar	1272,91 bcd	Türkmen	94,59 bcdef
İzmir-12	32,25 abcdef	33N12	1232,00 cde	İzmir-1	94,51 cdefg
İzmir-1499	31,90 abcdef	20/17	1220,41 cde	İzmir-29	94,51 cdefg
Kadirli	31,80 abcdef	İzmir-1439	1212,91 cde	33N49	94,34 defghi
33N12	31,70 abcdef	İzmir-10	1189,05 cdef	İzmir-12	94,26 defghij
07N13	31,30 bcdef	19/147	1182,45 cdef	Kadirli	94,26 defghij
19/147	31,20 cdef	33N34	1144,50 defg	33N16	94,18 efghijk
17/67	31,20 cdef	Wonderful	1117,91 efgh	Canernar 7	94,18 efghijk
33N34	31,05 cdefg	18/19	1117,45 efgh	17/67	94,09 efghijk
İzmir-1265	30,90 cdefgh	17/67	1036,32 fghi	Wonderful	94,01 fghijk
19/60	30,80 cdefgh	07N08	994,95 ghij	07N14	93,93 ghijkl
19/121	29,95 cdefgh	19/121	972,00 hijk	İzmir-8	93,93 ghijkl
Canernar 7	29,85 cdefgh	İzmir-1499	971,55 hijk	31N06	93,84 hijklm
İzmir-8	28,90 defgh	Onumar 1	888,36 ijkl	20/17	93,76 ijklmn
18/20	28,85 defgh	İzmir-1513	865,86 jklm	İzmir-1499	93,68 jklmn
İzmir-10	28,65 defgh	07N13	856,55 jklm	19/60	93,68 jklmn
07N08	28,45 defgh	33N49	841,55 jklm	İzmir-1513	93,59 klmn
Onumar 1	28,20 efgh	İzmir-1265	825,18 klm	İzmir-1439	93,34 lmno
İzmir-29	28,15 efgh	31N07	760,64 lm	17/174	93,26 mnop
İzmir-1	27,40 efghi	17/174	755,86 lm	18/19	93,18 nop
31N07	26,80 fghij	İzmir-29	755,64 lm	33N34	92,85 op
İzmir-16	26,10 ghij	Türkmen	718,14 m	Hicaznar	92,76 op
07N04	25,90 hij	İzmir-26	713,82 m	07N13	92,68 p
31N06	22,50 ijk	Canernar 7	549,95 no	19/147	92,68 p
Wonderful	21,80 jkl	Kadirli	544,95 no	07N08	91,43 pq
33N16	20,20 l	31N06	498,82 o	İzmir-26	91,18 qr
Türkmen	16,90 l	33N16	447,91 o	18/20	85,11 r
P <sub>0,05</sub>	P <sub>C vitamini</sub> :***	P <sub>0,05</sub>	P <sub>Top. Fenol</sub> :***	P <sub>0,05</sub>	P <sub>Antioksidan Aktivite</sub> :***

\*Genotipler arasındaki farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir. Genotipler arasında istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmiştir (\*\*p<0,001).

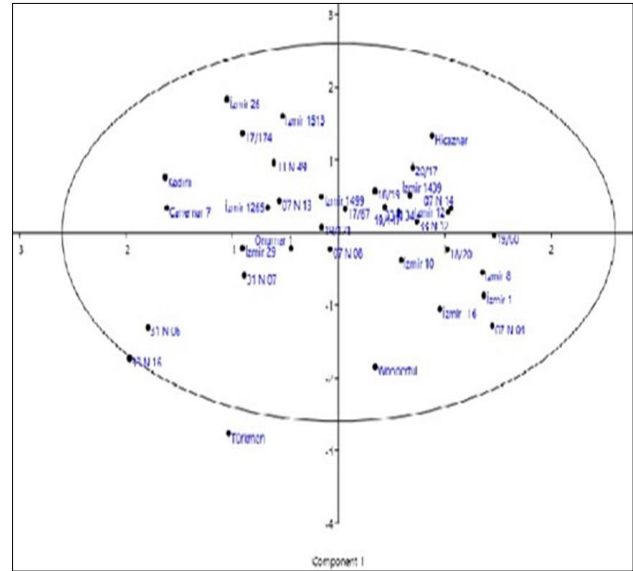
Genotiplere ait toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde alınan sonuçların 447,91 ile 1144,50 arasında değerlere sahip olduğu görülmüştür. Genotiplere ait değerler karşılaştırıldığında en düşük toplam fenol içeriğinin 33N16 (447,91) ile 31N06 (498,82) çeşitlerine ait olduğu, en yüksek fenolik içeriğin ise 19/60 (1437,45), 07N04 (1437,45) ve İzmir 1 (1413,82) çeşitlerine ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 3-a). Genotipler antioksidan aktivite bakımından değerlendirildiğinde, alınan sonuçların %85,11 ile %95,51 arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük antioksidan aktiviteye sahip genotipin 18/20 (%85,11) genotipi olduğu en yüksek antioksidan aktiviteye sahip genotipin ise İzmir 16 (%95,51) ve İzmir 1265 (%95,51) çeşitleri olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3-b).



Şekil 3. a) Genotiplere ait toplam fenol içeriği grafiği, b) genotiplere ait antioksidan aktivite grafiği

Temel bileşenler analizi çok sayıda değişkenin veya örneğin yer aldığı bir kümeleme analizi olarak tanımlanabilir. Çalışmada genotiplere ait biyokimyasal veriler kullanılarak Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) yapılmıştır. Yapılan temel bileşenler analizinde genotiplerin sahip oldukları biyokimyasal içerikler bakımından dört farklı grup oluşturdukları belirlenmiştir. Genotipler arasında yalnızca Hicaznar çeşidinin diğer genotiplerden farklılık gösterdiği ve temel bileşenler analizinde hiçbir gruba dahil olmadığı ve oluşturulan grupların dışında kaldığı görülmektedir (Şekil 4). Analizde Hicaznar, İzmir 1499, İzmir 1439, 07N14 gibi çeşitlerin aynı grupta yer aldıkları, 07N13, İzmir 1265, Gazipaşa ve Canernar çeşitlerinin ise farklı bir grup oluşturdukları

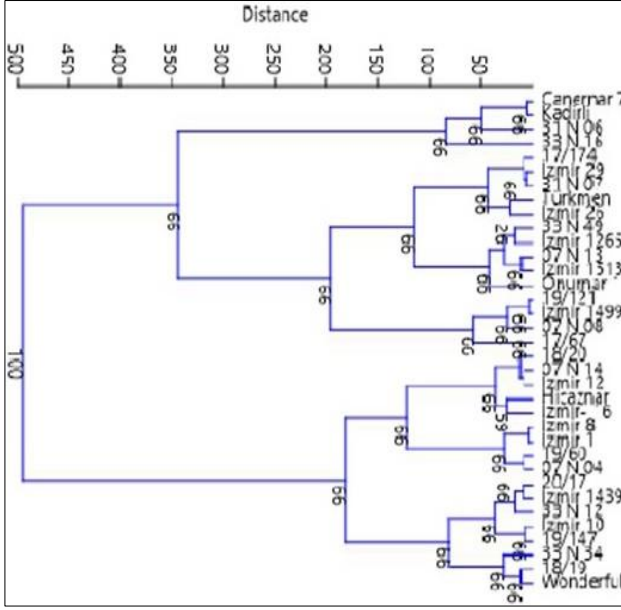
belirlenmiştir. Yine temel bileşenler analizi sonucunda oluşturulan diğer gruplar incelendiğinde Onurnar 1, İzmir 29, 31N07, 31N06 ve 33N16 çeşitlerinin farklı bir grupta yer aldığı buna karşın İzmir 10, 18/20, İzmir 8, İzmir 16, 07N01 ve Wonderful çeşidinin ise diğer grubu oluşturan çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan kümeleme analizinde asitlik, SÇKM, C vitamini, antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriği bakımından birbirine yakın değerler alan genotiplerin aynı grupta yer aldıkları buna karşın verilen parametreler bakımından farklılıklar gösteren genotiplerin ise farklı gruplarda yer alarak farklı kümeleri teşkil ettikleri görülmektedir (Şekil 4). Hicaznar, İzmir 1499, İzmir 1439 ve 07N14 çeşitlerinin ekşi veya mayhoş narlar arasında yer alması ve özellikle bu çeşitlerin pH ve asitlik değerlerinin diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek olması sayılan çeşitlerin aynı grupta yer almalarını desteklemektedir.



Şekil 4. Temel bileşenler analizi (PCA)'ne ait grafik

Genotipler arasında benzerliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir diğer analiz de benzerlik matrisinden yararlanılarak genotiplere ait dendogramın oluşturulmasıdır (Şekil 5). Genotiplerin sahip olduğu içerikler bakımından benzerliklerin tespit edilmesi amacıyla oluşturulan dendogram incelendiğinde genotiplerin iki temel gruba ayrıldıkları tespit edilmiştir. Oluşturulan her temel grubun ise kendi içlerinde yine iki gruba ayrıldıkları belirlenmiştir. Dendogram incelendiğinde genotiplerin genel anlamda dört gruba ayrıldıkları ve dört büyük grup oluşturdukları görülmektedir. Dendogramda verilen gruplara ait genotipler incelendiğinde bazı farklılıklar dışında temel bileşenler analizi ile oluşturulan gruplarda mevcut olan genotiplerle benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Yapılan analizler sonucunda genotiplere ait dendrogramının temel bileşenler analizi ile oluşturulan grafikte örtüştüğü görülmektedir.



Şekil 5. Genotiplere ait kümeleme analizi (dendrogram)

## TARTIŞMA

Yürütülen çalışmada, Çukurova Üniversitesi Nar Genetik Koleksiyonu'nda mevcut olan 18 yaşındaki nar çeşit ve genotiplerine ait meyvelerin biyokimyasal içerikleri araştırılmış ve genotipler arasındaki benzerlik veya farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan genotipler arasında ülkemizde yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan, iç ve dış piyasada ilgi gören standart nar çeşitlerinin yanı sıra farklı bölgelerden selekte edilen veya melezleme ıslahı ile elde edilen genotiplerin mevcut olması çalışmanın detaylandırılması açısından önemlidir.

Analizler sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde genotiplere ait pH'nın 3,37-4,87 arasında değerler aldığı görülmüştür. Sonuçlara göre en düşük pH oranına sahip çeşitlerin İzmir 1513 (3,37), 33N12 (3,55) ve Hicaznar (3,47) olduğu, en yüksek pH oranlarının ise 18/20 (4,87), İzmir 26 (4,77) ve İzmir 12 (4,70) çeşitlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Çeşit ve genotiplere ait SÇKM miktarlarının ise %10,6-22,4 arasında değiştiği, en düşük SÇKM oranının 33N12 (10,6) ve 31N07 (10,7) çeşitlerine ait olduğu buna karşın en yüksek SÇKM oranının ise 33N34 (22,4) çeşidine ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Nar çeşitlerine ait pH ve SÇKM oranlarının incelenmesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Gündoğdu vd. [21] tarafından yapılan çalışmada nar genotiplerine ait pH değerlerinin 3.63-5.87 arasında olduğu SÇKM

oranının ise %12-16 arasında değiştiği bildirilmiştir [21]. Gündoğdu vd. (2015) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada ise, pH değerlerinin 3.45-4,58 arasında değiştiği, SÇKM oranının ise %11,50-14.62 olduğu vurgulanmıştır [2] Şimşek ve Etik [14] yürüttükleri çalışmada nar genotiplerinin pH değerlerini 3.23-4.68, SÇKM değerini ise 13,73-15.87 olarak belirtmiştir. Gözlükçü vd. (2019) [15], ise nar genotiplerine ait pH değerlerini 3,38-3,88, SÇKM oranlarını ise 15.7-17,6 olarak tespit etmiştir. Pakyürek vd. (2022), farklı bölgelerden selekte ettikleri klonlara ait meyvelerin pH değerlerini 2.6-3.8, SÇKM değerlerini ise %12.2-17.6 olarak bildirmişlerdir [4]. Analizler sonucunda elde edilen pH ve SÇKM değerlerinin daha önce yapılan çalışmalarda bildirilen sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz sonuçların farklı çalışmalarla desteklenmesi narın pH ve SÇKM değerlerinde ekstrem sonuçların görülmediğini göstermektedir. Çalışmamızda en düşük pH değerine sahip İzmir 1513 çeşidi ekşi nar grubunda yer almaktadır. Bu özelliğinden dolayı İzmir 1513 çeşidinin en düşük pH değerine sahip olduğu düşünülmektedir. Nitekim Gündoğdu vd. [2] yürüttükleri çalışmada İzmir 1513 çeşidinin en düşük pH ya sahip genotipler arasında yer aldığını bildirmiş ve bu durumu narın ekşi özelliğinden kaynaklandığını vurgulamıştır. Polat vd. (1999)'da yürüttükleri bir çalışmada genotiplere ait pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik değerlerinin meyve tadıyla ters orantılı olduğunu ve bu değerlerin ekşi ve mayhoş narlarda düşük, tatlı narlarda yüksek olduğunu vurgulamıştır [34]. Çalışmamızda elde ettiğimiz en düşük pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik değerlerinin ekşi ve mayhoş narlarda (İzmir 1513, 33N12, Hicaznar), en yüksek pH, SÇKM ve titre edilebilir değerlerin tatlı narlarda (18/20, İzmir 10, İzmir 12, İzmir 26) görülmesi bu değerlendirmeyi desteklemektedir.

Çalışmamıza ait biyokimyasal analizler incelendiğinde, genotiplere ait titre edilebilir asitlik değerlerinin %0,23-2,13 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük asitliğin %0,23 ile 07N13 çeşidine ait olduğu, en yüksek asitliğin ise %2,13 ile 19/121 genotipine ait olduğu saptanmıştır. Analizler sonucunda elde edilen asitlik değerlerinin, benzer çalışmalarda ifade edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir. Nitekim yapılan çalışmalar incelendiğinde narın titre edilebilir asitlik değerleri; %0,06-0,69 [16], %0.55-2.99 [17], %0.12-0.27 [18], %0.19-1.17 [2], %0.21-1.20 [14], %4.02-24.51 [19], %0.25-3.17 [20], %0.47-1.08 [21] arasında değişen değerler aldığı bildirilmiştir. Analizler sonucunda elde ettiğimiz veriler incelendiğinde en düşük asitliğin %0,23 ile 07N13 çeşidine ait olması, en

yüksek asitlik değerinin ise %2,13 ile 19/121 genotipine ait olması sahip oldukları aroma içeriği ile ilgilidir. Narda pH, titre edilebilir asitlik ve SÇKM gibi parametrelere ait değerlerin meyvenin tatlı veya ekşi olması ile ilişkili olduğu ve bu nedenle bu parametreler arasında değişkenliklerin görüldüğü bildirilmiştir [34]. Ayrıca genetik farklılıklar, ekolojik koşullar, kültürel uygulamalar ve hasat zamanı da pH, asitlik ve SÇKM değerlerini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır [14]. Çil vd. (2020), narda asitlik değerlerinin hasat zamanı %0.13 ile %4.98 arasında değiştiğini vurgulamış ve bu oranın tatlı çeşitlerde %1'den az, tatlı-ekşi (mayhoş) çeşitlerde %1-2 ve ekşi çeşitlerde %2'den fazla olduğunu belirtmiştir [22].

C vitamini içeriği narın önemli özelliklerinden birisidir. C vitamini içeriğinin insan sağlığına olan olumlu etkileri birçok çalışmada belirtilmiştir [8]. Genotiplere ait C vitamini içeriği incelendiğinde, alınan sonuçların 16,90 mg/l-36,45 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında en düşük C vitamini içeriğinin Türkmen (16,90 mg/l) ve 33N16 (20,20 mg/l) çeşitlerine ait olduğu, en yüksek C vitamini içeriğinin ise Hicaznar (36,45 mg/l), İzmir 26 (36,35) mg/l ve İzmir 1513 (36,25 mg/l) çeşitlerine ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Çelik vd. (2019), tarafından yürütülen çalışmada farklı nar genotiplerine ait C vitamini içerikleri belirlenmiş ve en düşük oranın 5.21 mg/l, en yüksek oranın ise 30.84 mg/l olduğu bildirilmiştir [23]. Bir diğer çalışma ise Fadavi vd. (2005) tarafından yapılmış ve araştırmada nar meyvelerine ait C vitamini içeriğinin 0.09-0.40 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gündoğdu ve Yılmaz (2013), tarafından yürütülen çalışmada ise farklı nar genotiplerine ait C vitamini içeriğinin 11.38 mg/l ile 94.02 mg/l arasında değerler aldığı belirtilmiştir [24]. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar genel anlamda literatür kaynaklarıyla benzerlik göstermesine karşın, Gündoğdu ve Yılmaz (2013) tarafından yürütülen çalışmada elde edilen C vitamini içeriğinden düşük olduğu görülmektedir [11]. Al-Maiman ve Ahmad (2002), narın farklı olgunluk dönemlerinde C vitamini içeriğinin değişkenlik gösterdiğini, olgunluk öncesi C vitamini miktarının 0.26 mg/100 g, yarı olgunlukta 0.25 mg/100 g ve tam olgun dönemde 0.18 mg/100 g olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen verilere ait farklılıkların hasat dönemlerindeki farklılıklardan veya ekolojik koşullardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bitkilerde önemli fonksiyonlara sahip olan ve bitkiye birçok özellik kazandıran en önemli sekonder metabolit grubunu polifenoller bileşenler oluşturmaktadır. Fenoller, besin zincirinin aktif

üyeleri olmasının yanı sıra bitkilerin, fizyolojik reaksiyonları için de önemli bileşenlerdir [25]. Çalışmamızda 35 genotipe ait toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Alınan sonuçlar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının 447,91 ile 1144,50 mg GEA/L arasında değiştiği görülmektedir. Genotiplere ait değerler karşılaştırıldığında en düşük toplam fenol içeriğinin 33N16 (447,91 mg GEA/L) ile 31N06 (498,82 GEA/L) çeşitlerine ait olduğu, en yüksek fenolik içeriğin ise 19/60 (1437,45 GEA/L), 07N04 (1437,45 GEA/L) ve İzmir 1 (1413,82 GEA/L) çeşitlerine ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Genotiplere ait fenolik içerikler incelendiğinde yalnızca 4 genotipe ait fenolik madde miktarı düşük olarak tespit edilmiştir buna karşın diğer tüm genotiplerin fenolik madde miktarlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür kaynakları ile karşılaştırıldığında, çalışmamızda kullanılan genotiplere ait sonuçların literatür kaynakları ile uyumlu olduğu görülürken bazı kaynaklarda verilen değerlerden daha yüksek değerlere sahip genotiplerimiz tespit edilmiştir. Turgut ve Seydim (2013) tarafından Antalya'da yürütülen çalışmada, 5 çeşit ve 6 genotipe ait nar suyu örnekleri kullanılmış, çeşit ve genotiplere ait fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sonuçların 81.515-138.000 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 mL olarak tespit edildiği vurgulanmıştır [26]. Elde ettiğimiz sonuçlarla Turgut ve Seydim (2013) tarafından yürütülen çalışmada elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği görülmektedir. Özellikle Hicaznar ve Onur nara ait fenolik madde içeriklerine ait değerler benzerlik göstermesine karşın 18/19 genotipine ait fenolik içeriğin çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara kıyasla daha düşük kaldığı belirlenmiştir. İkinci vd. (2021) tarafından yürütülen çalışmada Hicaz narında aralarında bulunduğu farklı çeşit ve genotiplerin fenolik madde miktarları araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda genotiplere ait fenolik madde miktarı 26.60-40.43 µg GAE g/l arasında değiştiği, antioksidan aktivitenin %89.47-96.38 arasında değişen değerler aldığı bildirilmiştir [27]. Özden vd. (2016), farklı nar genotiplerine ait toplam fenol içeriğinin 9484.4 mg GAE kg/1-11440.0 mg GAE kg/L olarak bildirmişlerdir [28]. Yapılan birçok çalışmada farklı nar çeşit veya genotipleri kullanılmış ve meyve içeriğindeki fenolik madde miktarı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmalarda alınan değerler 3.8 mg GAE-18.1 mg GEA/g [29], 348.808-944.75 mgGA/100 g [30], 1284-8295 mg GAE/L [31] olarak bildirilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların literatür verileriyle uyumlu olduğu ve bu durumun birçok çalışma ile desteklendiği görülmektedir.

İnsanlar, hastalık veya toksik zararların etkilerini elimine etmek amacıyla biyoyararlılığı yüksek gıdalara yoğun ilgi göstermektedir. Bu ilgi özellikle gıdaların fenol ve antioksidan kapasitelerinin araştırılmasına yönelik çalışmaları arttırmaktadır. Antioksidan aktivite de tıpkı fenolik meddeler gibi hem insan sağlığı için çok önemli bileşiklerdir, hem de bitkilerin ekolojik ve biyotik zararlarına karşı savunma sisteminin temel bileşenlerini oluşturmaktadır [25]. Çalışmamızda kullandığımız 35 farklı genotipin antioksidan aktivitesine ait değerler incelenmiştir ve bütün genotiplere ait antioksidan aktivitenin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerin antioksidan kapasiteleri karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların %85,11-95,51 arasında değiştiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde yalnızca 18/20 genotipine ait antioksidan aktivitenin %85,11 ile en düşük değere sahip olduğu buna karşın İzmir 16 (%95,51) ve İzmir 1265 (%95,51) genotiplerinin en yüksek antioksidan kapasiteye sahip çeşitler olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Narda antioksidan aktivitenin belirlenmesine yönelik yapılan bazı çalışmalardan alınan sonuçlar 8.98-15.47 µmol/g, 11.91-22.50 mmol/L, [9], %15.59 ile %40.72 [32] olarak bildirilmiştir.

Yapılan analizlerde tüm parametrelerde genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Asitlik ve pH değerlerindeki farklılıklar narın tatlılık veya ekşilik özelliği ile ilişkilendirilebilmektedir. Bu durum aynı zamanda narın olgunluk zamanı ile de ilişkilendirilmektedir. Bazı nar çeşitlerinin belirlenen hasat zamanlarından önce olgunlaşabildikleri ve bu durumun özellikte asit ve pH değerlerinde değişimlere neden olabileceği vurgulanmaktadır [35]. Çalışmamızda C vitamini içeriği, fenolik içerik veya antioksidan aktivitede tatlılık veya ekşilik durumuna bağlı bir ilişkilendirme söz konusu olmamaktadır. Nitekim tatlı, mayhoş veya ekşi narlar arasında da biyokimyasal içerik bakımından istatistiksel açıdan önemli bulunan çeşitler mevcuttur. Fenolik içerik ve antioksidan aktivite arasında negatif bir korelasyonun bulunduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle fenolik içeriğin olgunlaşma sürecinde yükseldiği fakat tam olgunluk döneminde düştüğü bildirilmektedir [35]. Bu durumun fenolik bileşenlerin meyve suyu aromasını oluşturan farklı metabolitlerin biyosentezinde kullanıldığı bu nedenle de fenolik madde miktarının düşüşler gösterdiği vurgulanmıştır [35]. Fenolik içeriğin düşüşünde antioksidan aktivitede yükselmelerin görülebileceği yine bu durumun antioksidan aktivitenin yükselmesine fenolik madde miktarı içeriğinin de destek olduğunu bildiren çalışmalar vardır [35, 36]. Çalışmamızda fenolik içerik ve antioksidan aktivite bakımından

önemli bulunan ortak çeşitler bulunmaktadır. Bazı çeşitlerde fenolik içerik ve antioksidan aktivitede negatif korelasyon görülmemesinin nedenlerinden biri nara rengini veren antosiyanin miktarı olabilir. Nitekim antioksidan aktivite bakımından önemli bulunan çeşitler kırmızı renkli meyvelere sahip çeşitleri barındırmaktadır. C vitamini içeriği ve antioksidan aktivite bakımından güçlü bir ilişkinin olduğu bilinmektedir [37]. Bu nedenle C vitamini içeriği ve antioksidan aktivite bakımından önemli bulunan çeşitlerin benzerlik göstermeleri olağandır. C vitamini, toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivite nar meyvesinin biyokimyasal içeriğini oluşturan temel bileşenleri oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışmada benzer biyokimyasal içeriklere sahip nar çeşitlerinin Temel bileşenler analizinde ve benzerlik matrisleri kullanılarak oluşturulan dendogramda da aynı gruplarda birleştikleri açıkça görülmektedir. Bu durum özellikle biyokimyasal içerik bakımından benzer nar gruplarının oluşturulduğunu bu bilgilerin özellikle ıslah çalışmalarında kullanılacak veriler oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamıza ait sonuçların daha önce yapılan araştırmalarla uyumlu olduğu ve benzer sonuçlara sahip olduğu hatta bazı kaynakların bildirdiği sonuçlardan daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çalışmamızda tüm genotiplere ait antioksidan aktivitesinin yüksek olması, narın zengin bir antioksidan kaynağı olduğunu göstermektedir. Antioksidan aktivitenin yüksek olmasının en önemli nedeni genetik farklılıklardır. Ayrıca SÇKM, asitlik, C vitamini içeriği, toplam fenol ve antioksidan aktivitede görülen farklılıklar ekolojik koşullardan, kültürel uygulamalardan oldukça fazla etkilenmektedir [14]. Nitekim Karaaslan vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada 4 farklı lokasyonda yetiştirilen 4 farklı nar çeşidine ait biyokimyasal içeriklerin farklılık gösterdiği bildirilmiştir [33]. Bu durum narın biyokimyasal içeriğinin farklılık göstermesindeki temel nedenlerin genetik özelliklerin yanı sıra iklim özellikleri, ekolojik koşullar ve kültürel uygulamaların önemli olduğunu açıkça vurgulamaktadır.

## SONUÇ

Yapılan analizlerle 35 farklı çeşit ve genotipe ait meyvelerin biyokimyasal kompozisyon belirlenmiştir. Alınan sonuçlar değerlendirildiğinde bazı çeşitlerin biyokimyasal içeriklerinin düşük olduğu, bazı çeşitlerin ise içeriklerinin diğer çeşitlere kıyasla yüksek değerler aldığı (Hicaznar, Wonderful, 19/147, 07N14) görülmüştür. Yüksek değerlere sahip çeşitlerin SÇKM, C vitamini, toplam fenol ve antioksidan kapasiteleri bakımından diğer çeşitlere



kıyasla öne çıkmaları belirtilen çeşit ve genotiplere ait meyvelerin besin içeriği zengin meyvelere sahip olduklarını güçlendirmektedir. Alınan sonuçların insan sağlığına katkıda bulunacak nar çeşitlerinin tercih edilmesine olanak tanıyacağı gibi aynı zamanda biyoyararlılığı yüksek nar çeşitlerinin geliştirilmesi için ıslah çalışmalarına değerli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yapılan istatistiki analizlere vermiş olduğu destekten dolayı Dr. Şenay Karabıyık'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

1. Naqvi, S.A., Asif, M., Waseem, M., Naqvi, T.A., Nagri, M., Shahzad, U., Jaskani, M.J., Khan M.M. 2023. Fruit characteristics-based diversity in pomegranate accessions of Afghanistan. Pak. J. Agric. Sci. 58(1):19-25.
2. Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Canan, İ. 2005. Nar (*Punica granatum* L.) çeşit ve genotiplerin fizikokimyasal karakterizasyonu. Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri 1(2):57-65.
3. Ünal, A.N., Açar, E., Şimşek, Ö., Kaçar, Y.A. 2021. Determination of expression levels of genes related to anthocyanin synthesis in some pomegranate genotypes. Int. J. Agric. Nat. Sci. 14(3):255-263.
4. Pakyürek, M., Erez, M.E., Özrenk, K., Atlı, H.S., Gezer, R., Şahin, M., Ertaş, A. 2020. Zivzik narında klon seleksiyonu. Euroasia J. Math. Eng. Nat. Med. Sci. 7(8):160-169.
5. Luitel B.P., Khanal, A. 2023. Morphological characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes at Dailekh agrobiodiverse. Life Environ. pp:179-186.
6. Kurt, F., Şahin, G. 2013. Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye'de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. E-Marmara Coğrafya Dergisi 27:551-574.
7. Şimşek, M., İkinci, A. 2017. Narın (*Punica granatum* L.) insan sağlığına etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 21(4):494-506.
8. Şimşek, M., İkinci, A. 2017. Narın (*Punica granatum* L.) insan sağlığına etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 21(4):494-506.
9. Ergin, S.Ö. 2019. Nar meyvesi (*Punica granatum* L.) ile farklı nar ürünlerinin antioksidan özellikleri. Akad. Gıda 17(2):243-251.
10. Gölükçü M., Tokgöz, H., Kıralan, M. 2008. Ülkemizde yetiştirilen önemli nar (*Punica granatum*) çeşitlerine ait çekirdeklerin bazı özellikleri. Gıda 33(6):281-290.
11. Gündoğdu, M., Yılmaz, H. 2013. Bazı standart nar (*Punica granatum* L.) çeşitleri ve genotiplerine ait meyvelerin c vitamini, şeker ve besin elementleri içeriklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 23(3):242-248.
12. Kenan, T., Konca, T., Hoş, A. 2013. *Punica granatum* Linn. (Nar) bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması. Sakarya University J. Sci. 17(2):173-179.
13. Şimşek, M., Gülsoy, E. 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin nar (*Punica granatum* L.) potansiyeli konusunda bir araştırma. J. Inst. Sci. Technol. 7(2):31-41.
14. Şimşek, M., Etik, R. 2022. Diyarbakır ilinin Dicle ilçesinde yetişen yerel nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin fizikokimyasal karakterizasyonu. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 11(1):89-98.
15. Gerçekcioğlu, R., Sönmez, A., Atasever, Ö.Ö. 2015. Kuytucak yöresi bazı nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin bitkisel ve pomolojik özellikleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8(2):32-34.
16. Öztürk, İ., Pakyürek, M., Çelik, F. 2019. Mardin ili Artuklu ve Kızıltepe ilçelerinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(4):925-931.
17. İkinci, A., Kılıç, M.E. 2016. Siverek (Şanlıurfa) yöresinde yetiştirilen yerel nar (*Punica granatum* L.) genotiplerinin bazı pomolojik ve kimyasal özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 26(4):556-562.
18. Mohammed, T.T.A. 2023. Kuzey Irak bölgesinde yetiştirilen yerel nar çeşitlerinin (*Punica Granatum* L.) morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, s:41.
19. Yaviç, A., Burkan, B., Şimşek, M. 2021. Kocaköy (Diyarbakır) ilçesinde yetiştirilen önemli standart ve mahalli nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin bazı ağaç ve meyve özellikleri. Euroasia J. Math. Eng. Nat. Med. Sci. 8(18):1-10.
20. Mars, M., Marrakchi, M., 1999. Diversity of pomegranate (*Punica granatum* L.) germplasm in Tunisia. Genet. Resour. Crop Evol. 46:461-467.
21. Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Şensoy, R.İ.G., Gündoğdu, Ö. 2010. Şirvan (Siirt) yöresinde yetiştirilen narların pomolojik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 20(2):138-143.
22. Çil, O., Erdem, F., Aday, M.S. 2020. Nar (*Punica granatum*): sağlığa yararı, ekonomik değeri ve hasat sonrası muhafaza metotları. Gıda J. Food 45(5):881-893

- 23.Çelik, F., Gündoğdu, M., Zenginbal, H. 2019. Bazı nar genotiplerine ait meyvelerin organik asit ve C vitamini profili. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 29(3):489-495.
- 24.Gündoğdu, M., Yılmaz, H. 2013. Bazı standart nar (*Punica granatum* L.) çeşitleri ve genotiplerine ait meyvelerin c vitamini, şeker ve besin elementleri içeriklerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 23(3):242-248.
- 25.Uyar, B.B., Gezmen-Karadağ, M., Şanlıer, N., Günyel, S. 2013. Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. Gıda 38(1):23-29.
- 26.Turgut, D.Y., Seydim, A.C. 2013. Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bazı nar (*Punica granatum*, L.) çeşit ve genotiplerinin fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Akademik Gıda 11(2):51-59.
- 27.İkinci, A., Dursun, E., Karaoğul, E. 2021. Şanlıurfa'da yetiştirilen bazı nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 31(3):699-709.
- 28.Özden, A.N., Ak, B.E., Özden, M. 2017. Farklı nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerinin pomolojik, fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 21(2):164-176.
- 29.Mahboubi, A., Asgarpanah, J., Sadaghiyani, N., Faizi, M. 2015. Total phenolic and flavonoid content and antibacterial activity of *Punica granatum* L. var. pleniflora flowers (Golnar) against bacterial strains causing foodborne diseases. BMC Complement. Altern. Med. 15(1):366.
- 30.Amjad, L., Shafighi, M. 2013. Evaluation of antioxidant activity, phenolic and flavonoid content in *Punica granatum* var. Isfahan malas flowers. Int. J. Agric. Crop Sci. 5(10):1133.
- 31.Hmid, I., Elothmani, D., Hanine, H., Oukabli, A., Mehinagic, E. 2017. Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. Arab. J. Chem. 10:2675-2684.
- 32.Karaaslan, M., Vardin, H., Varlıklöz, S., Yılmaz, F.M. 2014. Antiproliferative and antioxidant activities of Turkish pomegranate (*Punica granatum* L.) accessions. Int. J. Food Sci. Technology 49(1):82-90.
- 33.Karaaslan, M., Vardin, H., Varlıklöz, Yılmaz, F.M. 2014. Antiproliferative and antioxidant activities of Turkish pomegranate (*Punica granatum* L.) accessions. Int. J. Food Sci. Technology 49(1):82-90.
- 34.Polat A.A., Durgaç C., Kamiloğlu Ö., Mansuroğlu M. 1999. Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde yetiştirilmekte olan bazı nar tiplerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde çalışmalar. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara, s:746-750.
- 35.Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013. Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. 'Bhagwa'). South African Journal of Botany 85:23-31.
- 36.Dadashi, S., Mousazadeh, M., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S.M. 2013. Pomegranate (*Punica granatum* L.) seed: a comparative study on biochemical composition and oil physicochemical characteristics. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 1(4):351-363.
- 37.Nafees, M., Jaskani, M.J., Ahmad, S., Shahid, M., Malik, Z., Jamil, M. 2017. Biochemical diversity in wild and cultivated pomegranate (*Punica granatum* L.) in Pakistan. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 92(2):199-205.