



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Erzincan Karaerik Üzümü (*Vitis vinifera* L. 'Karaerik')'nün Fenolik Asit İçeriğinin Belirlenmesi

 Nesrin COLAK*

Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: ncolak@ktu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1121156

Öz

Bu çalışmada Erzincan İli'ne özgün 'Karaerik' (*Vitis vinifera*) üzümü potansiyel olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı altı farklı popülasyondan (Üzümlü, Bayırbağ, Karakaya, Pişkidağ, Göller Köyü ve Çağlayan-Yamaçlı) toplanmıştır. Toplanan üzüm örneklerinin fenolik asit (FA) içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi-diyot array dedektör (HPLC-DAD) kullanılarak tüm meyve, kabuk ve çekirdek düzeyinde taze ağırlık (TA) düzeyinde çalışılmıştır. Tüm meyvede toplam çözünebilir serbest FA içeriği ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ TA}$) 2123,91 (Karakaya) ile 4481,48 (Pişkidağ) arasında, ester konjuge FA içeriği 5091,12 (Çağlayan-Yamaçlı) ile 11111,19 arasında, glikozit konjuge FA içeriği ise 2051,22 (Karakaya) ile 4001,33 (Pişkidağ) arasında değişiklik göstermiştir. Kabuk FA içeriği sırasıyla ile 1394,89 (Göllerköyü) – 4912,19 (Pişkidağ), 46852,63 (Karakaya) – 80318,86 (Pişkidağ) ve 6429,38 (Karakaya) – 18558,63 (Pişkidağ) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çekirdekte ise FA içeriği sırasıyla 806,30 (Bayırbağ) – 1038,23 (Pişkidağ), 3134,15 (Bayırbağ) – 4768,07 (Pişkidağ) ve 2574,72 (Karakaya) – 3957,23 (Pişkidağ) arasında değiştiği belirlenmiştir. Tüm bu sonuçlara göre, FA içeriği meyvenin kabuk kısmında tüm meyve ve çekirdeğe kıyasla popülasyon düzeyinde istatistikî olarak önemli ($p < 0,05$) farklılıklar sergilemiştir. Ayrıca Pişkidağ popülasyonu tüm meyve, kabuk ve çekirdek fenolik asitleri bakımından diğer popülasyonlara kıyasla ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karaerik, *Vitis vinifera*, Fenolik asit

Determination of Phenolic Acid Content of Different Populations of Erzincan Karaerik Grape Berry (*Vitis vinifera* L. 'Karaerik')

ABSTRACT

In this study, 'Karaerik' (*Vitis vinifera*) grape was collected from six different populations potentially grown (Üzümlü, Bayırbağ, Karakaya, Pişkidağ, Göllerköyü and Çağlayan-Yamaçlı) in Erzincan. Phenolic acid (PA) contents of collected grape samples were studied at fresh weight (FW) at the level of whole fruit, skin and seed using high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD). Total soluble free PA content ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ FW}$) in whole fruit ranged from 2123.91 (Karakaya) to 4481.48 (Pişkidağ), ester conjugated PA content ranged between 5091.12 (Çağlayan-Yamaçlı) to 11111.19, glycoside conjugated PA content ranged between 2051.22 (Karakaya) and 4001.33 (Pişkidağ). It was determined that skin PA content ranged between 1394.89 (Göllerköyü) – 4912.19 (Pişkidağ), 46852.63 (Karakaya) – 80318.86 (Pişkidağ) and 6429.38 (Karakaya) – 18558.63 (Pişkidağ) respectively. In the seed, the PA content was determined to range between 806.30 (Bayırbağ) – 1038.23 (Pişkidağ), 3134.15 (Bayırbağ) – 4768.07 (Pişkidağ) and 2574.72 (Karakaya) – 3957.23 (Pişkidağ) respectively. According to all these results, PA content showed statistically significant ($p < 0.05$) differences at the population level in the skin of the fruit compared to the whole fruit and the seed. Also, Pişkidağ population stands out compared to other populations in terms of whole fruit, skin and seed phenolic acids.

Keywords: Karaerik, *Vitis vinifera*, Phenolic acid

I. GİRİŞ

Sürdürülebilir tarım, insanların gıda ihtiyacını karşılayabilmenin yanında çevreyi ve doğal kaynakları korumak ve yenilenmeyen kaynakları en verimli şekilde kullanarak doğal biyolojik döngüleri kontrol etmek olarak tanımlanmaktadır [1]. Ancak artan nüfus oranı ve küresel ısınma etkisi ile değişen iklim koşulları sonucu bitki çeşitliliği, verimli arazi alanı ve tarımda verim azalmaktadır. Dünya nüfusunun besin ihtiyacının karşılanmasında, sürdürülebilir tarıma ihtiyaç duyulmakla birlikte, mevcut rakamlara göre 2050 yılına kadar 10 milyar olacağı tahmin edilen toplam nüfus, sürdürülebilir tarımı zor durumda bırakmaktadır. Sonuç olarak gelecek nesillerde nüfusun büyük bir bölümünün yetersiz gıda ve tatlı su kaynağı tehdidi ile karşılaşacağı tahmin edilmektedir. Şimdiye kadar geliştirilen tarım ürünlerinin verimini artırmaya yönelik uygulanan tarım stratejileri, değişen çevresel koşullar, dengesiz beslenme ya da besin eksikliği dikkate alındığında yeni tarım ürün çeşitleri geliştirmeye ve var olanların kalitesini artırmaya yönelik olmalıdır [2]–[5].

Dünyanın karasal yüzeyinin yaklaşık %38'ini kaplayan tarım alanları [6] günümüzde dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğunun gıda ihtiyacını karşılamaktadır. Türkiye, dünyada yedinci en büyük tarım ürünü üreticisi konumundadır ve sahip olduğu coğrafi konumundan dolayı sulu ve kuru tarıma çok elverişlidir, tropik bahçe bitkileri dışında tüm meyve ve sebzelerin yetişmesine olanak sağlayan bir iklime sahiptir [7]. Bağcılık için de en uygun iklim kuşağında bulunan ülkemiz, köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir. Yaz ayları nemli ve yağışlı geçen Karadeniz kıyıları hariç Ülkemizin tamamında bağcılık faaliyetlerine rastlanılmakla beraber üretimde ilk sırayı Ege Bölgesi almaktadır [8]. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2021 yılında ülkemizde 4 milyon 200 bin ton üzüm üretimi gerçekleşmiştir [9]. Ülkemizde yaklaşık 1200 çeşit şaraplık, şıralık, kurutmalık ve sofralık üzüm çeşidi yetiştirilmektedir [10]. Kuzeydoğu Anadolu Tarım Bölgesi içerisinde yer alan Erzincan İli'nde yetiştirilen 'Karaerik' (*Vitis vinifera*) üzümü ülkemizin ilk ve tek patentli üzüm çeşidi olma özelliğine sahiptir [11].

Erzincan'ın Üzümlü İlçesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 'Karaerik' üzümü (Cimin üzümü), mayhoş bir tada ve kendine has bir aromaya sahiptir. Siyah renkli, basık oval şeklinde, yaklaşık 300-400 gr salkım ağırlığına sahip bir üzüm çeşididir [12]. 'Karaerik' üzümü sofralık üzüm olarak değerlendirilmesinin yanında, pekmez, pestil ve köme yapımında da kullanılmaktadır. Ayrıca bu üzüm çeşidinden aromalı maden suyu da üretilmektedir [13]. Yapılan çalışmalarda 'Karaerik' üzümünün bağışıklık sisteminini güçlendirdiği, toksik maddelerin vücuttan atılmasına yardımcı olduğu, yağlı maddelerin damarlarda birikimini engellediği, potansiyel kalp hastalık riskini azalttığı, kansızlığa iyi geldiği rapor edilmiştir [14]–[16]. 'Karaerik' üzümünün terapötik etkileri, içermekte olduğu yüksek miktardaki polifenollerinden kaynaklanmaktadır [16]. Fenolik bileşiklerin içeriğini etkileyen en önemli faktör genetik çeşitliliğidir. Bunun yanında, bağcılık uygulamaları, toprak koşulları ve iklim gibi çevresel koşullar ve patojen saldırıları da üzümün yetiştiriciliğini etkilemektedir [17].

Genel olarak üzümlerde bulunan önemli (poli)fenolik bileşikler fenolik asitler, flavan-3-oller, flavonoller, antosiyaninler, proantosiyanidinler ve stilbenlerdir. Fenolik bileşiklerin miktarı ve bileşimi üzümün türüne, çeşidine, olgunluğuna ve meyve üzerinde bulunduğu kısma (kabuk, iç kısım, çekirdek) göre değişiklik göstermektedir [17], [18]. Fenolik asitler hidroksisünamik (C6-C3) ve hidroksibenzoik asitler (C6-C1) olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Serbest form ve glikozit formlarının yanında, tartarik, treonik, şikimik ve

kuinik asit ile ester formunda bulunabilirler [19]. En yaygın bulunan hidroksibenzoik asitler vanilik, siyringik ve gallik asit, hidroksisinamik asitlerde ise ferulik, *p*-kumarik ve kafeik asittir [17]. Çalışmamızda Erzincan İli Üzümlü İlçesi ile civar beldelerindeki farklı popülasyonlardan toplanan ‘Karaerik’ üzümünün tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarındaki serbest, ester konjuge ve glikozit konjuge formda fenolik asit içeriği değişimini popülasyon düzeyinde karşılaştırmalı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

II. GEREÇ VE YÖNTEMLER

A. BİTKİ MATERYALİNİN SAĞLANMASI

Erzincan ‘Karaerik’ (*Vitis vinifera*) üzümü meyveleri, yetiştiriciliğinin en yüksek düzeyde yapıldığı Erzincan İli’nin Üzümlü İlçe’si ile birlikte ilçenin Bayırbağ, Karakaya, Pişkidağ, Göller köyü belde ve köylerinden ve Çağlayan İlçesi’nden olmak üzere toplam 6 popülasyondan (üzüm bağı) ve her popülasyonu temsilen 15 bireyden örneklenerek yapıldı. Toplanan üzüm örnekleri üzerindeki olası bitkisel ya da hayvansal kalıntılardan arındırılmak koşuluyla su ile yıkandıktan sonra sıvı azot (-196 °C) ile muamele edildi ve analizler için -80°C’de muhafaza edildi.

B. MEYVE ÖZÜTLERİNİN ELDE EDİLMESİ

Fenolik asit ekstraksiyonu ve yüksek performanslı sıvı kromatografisi-diyot array dedektör (HPLC-DAD) kullanılarak fenolik asitlerin belirlenmeleri Lago-Vanzela vd. [20], Herмосín-Gutiérrez vd. [21] ve Bouafia vd. [22]’ne göre biraz değiştirilerek yapıldı. Öncelikle 100 x 2 adet üzümün ayıklandıktan (çürük, olgunlaşmamış, vb.) sonra taze ağırlıkları alındı ve üzümler yıkandı. İlk parti (100 adet x 1)’ye ait üzümlerin kabukları ve çekirdekleri ayıklandı ve -80°C’de 12 saat bekletildi. İkinci partiye ait üzüm örnekleri (100 adet) ise tüm meyve olarak homojenizasyona hazırlandı. Örnekler 500’er mL metanol:su:formik asit (50:48:1,5, h/h) içeren çözücü karışımında üç tekrarlı olarak homojenize edildi ve santrifüjlendi (2500 x g’de 5°C’de 20 dk, Hermle Z 326 K, Hermle Labortechnik, Wehingen, Tuttlingen, Germany). Metanol bir rotary evaporatör (Laborata 4003, Heidolph Instruments, Schwabach, Germany) kullanılarak 38 °C’de vakum altında uzaklaştırıldı. Kalan sulu kısım liyofilizatör (Christ alpha 1-2 LD, Osterode am Harz, Germany) yardımıyla tamamen kuruluğa kadar uçuruldu.

C. FENOLİK ASİT İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

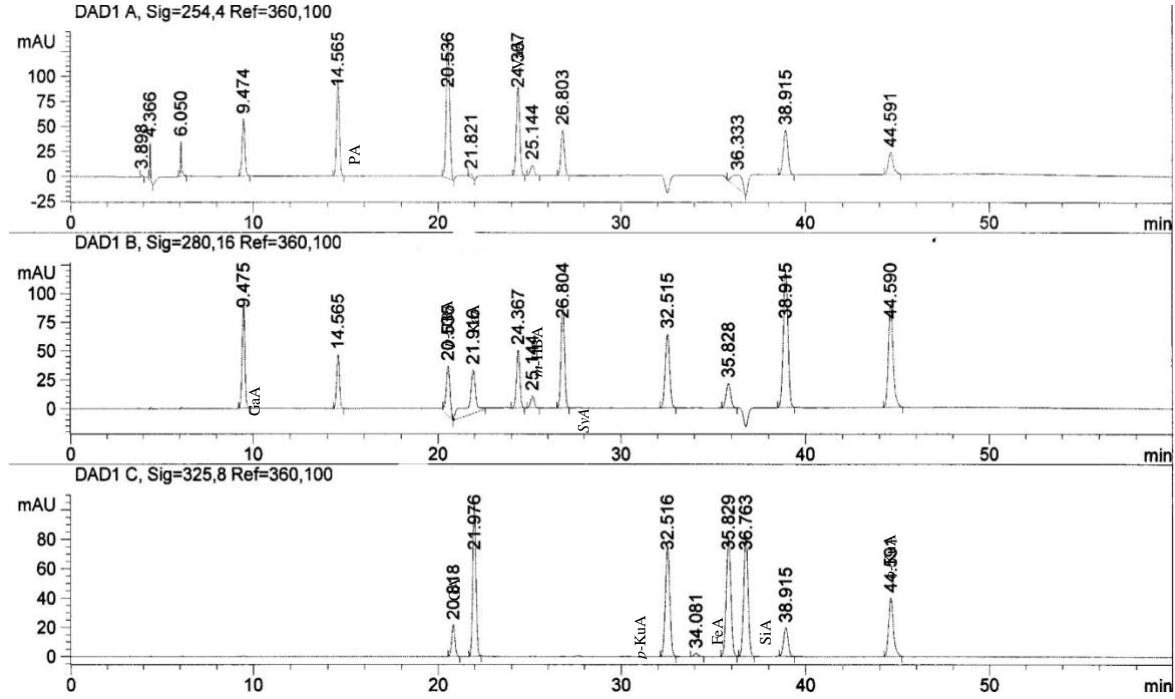
Kuru ham ekstratlar 2 N NaOH ve 1 N HCl ile çözüldükten sonra 3 defa dietil eter ile ekstre edildi ve azot gazı kullanılarak organik faz kurutuldu. Kuru örnekler %80 metanol (h/h)’de çözündürüldükten sonra 0,22 µm por büyüklüğünde filtreden geçirilerek ve HPLC’de ölçüme hazır hale getirildi.

Fenolik asit içeriği DAD dedektörü, dörtlü bir HPLC pompası, mikro vakum degazörü (MVD), UV/VIS dedektör, termostatik kolon bölmesi (TTC) ve standart mikro ve hazırlayıcı otoörnekleyici ile donatılmış bir Agilent 1100 HPLC (Palo, Alto, CA, USA) ile belirlendi. Kolon sıcaklığı 35 °C olan Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18 kolon (4.6 mm x 250 mm, 5-µm parçacık boyutu) kullanıldı. Fenolik asitlerin belirlenmesi için üç farklı dalga boyu seçildi; 214 nm için *p*-hidroksibenzoik asit (*p*-HBA), *m*-hidroksibenzoik asit (*m*-HBA) ve vanilik asit (VaA), 280 nm için gallik asit (GaA), prokateşik asit (PA), kafeik asit (CaA) ve siyringik asit (SyA), 325 nm için gentisik asit (GA), *p*-kumarik asit (*p*-CoA), ferulik asit (FeA), *o*-kumarik asit (*o*-CoA) ve *m*-kumarik asit (*m*-CoA) fenolik asitleri belirlendi. Metanol ve su olmak üzere iki farklı mobil faz kullanıldı (Şekil 1)[22].

D. İSTATİSTİK ANALİZLER

Tüm veriler tek yönlü bir varyans analizine (ANOVA) tabi tutuldu. Bileşiklerin içeriklerindeki farklılıkların önemi, anlamlılık eşiği $p < 0,05$ olan Duncan’ın Çoklu Aralık Testi (IBM SPSS

Statistics V22.0) kullanılarak değerlendirildi. Temel bileşen analizini (PCA) gerçekleştirmek için SigmaPlot (version V14.5, Systat Software, Inc., San Jose, CA, USA) kullanıldı.



Şekil 1. 'Karaerik' üzümünün tüm meyve kısmına ait fenolik asitlerin temsili HPLC-DAD kromatogramı.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

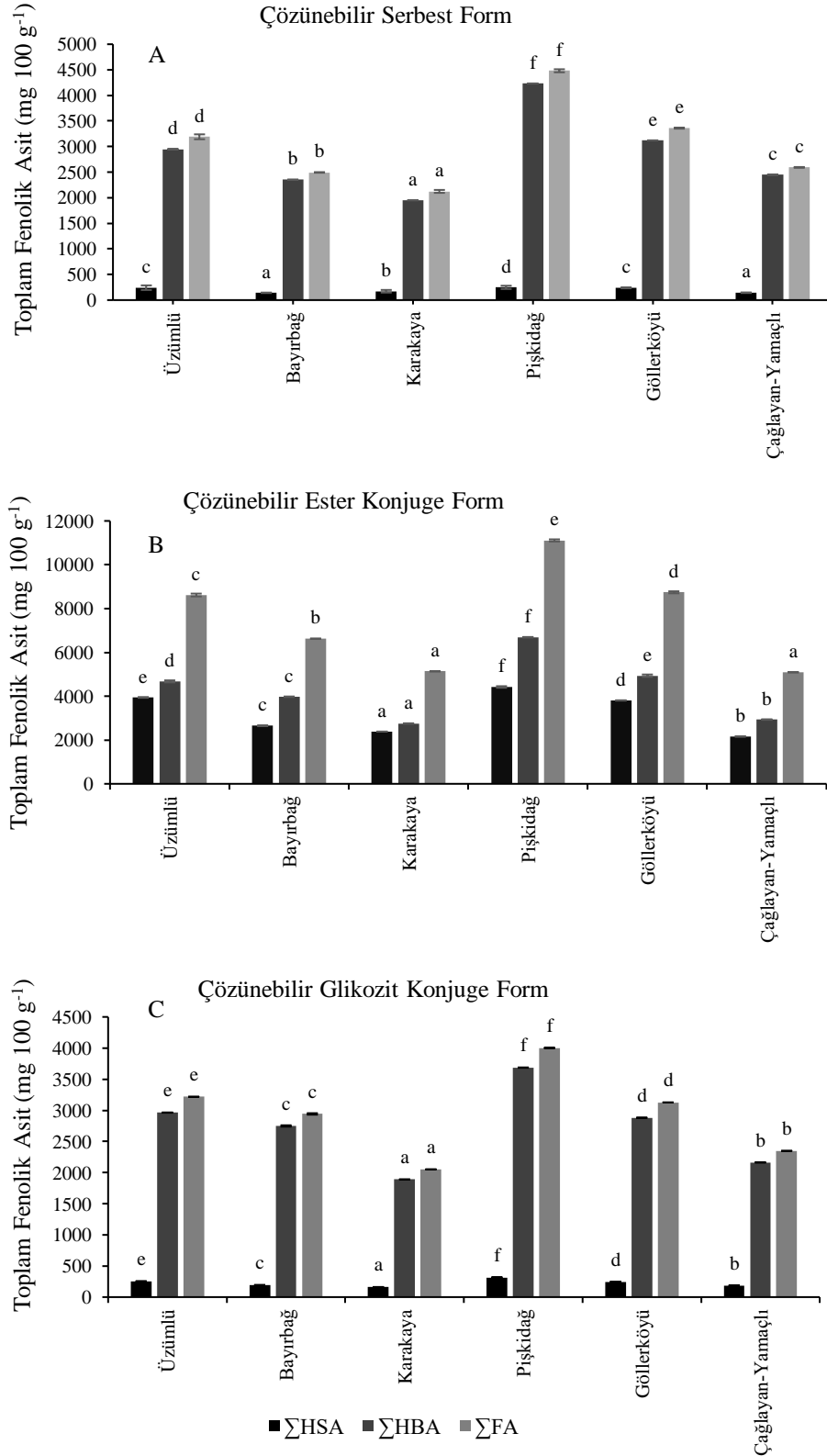
'Karaerik' üzüm çeşidinin tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarında vanilik asit (VaA), gallik asit (GaA), protokateşik asit (PA), *p*-hidroksibenzoik asit (*p*-HBA), *m*-hidroksibenzoik asit (*m*-HBA), siyringik asit (SyA), gentisik asit (GA), *p*-kumarik asit (*p*-KuA), *o*-kumarik asit (*o*-KuA), ferulik asit (FeA), sinamik asit (SiA), kafeik asit (KaA) olmak üzere toplamda 12 farklı fenolik asidin varlığı HPLC-DAD ile belirlenmiştir (Şekil 1). Tüm meyve kısmına ait farklı formlardaki (serbest, ester ve glikozit) bireysel fenolik asit (FA) içeriği Tablo 1 ve toplam FA içeriği (bireysel FA toplamı olarak) Şekil 2'de verilmiştir. Tablo 1'e göre serbest formda en yüksek miktarda içerilen fenolik asit GA olup, içeriği 1229,99 (Karakaya popülasyonu) – 3179,44 mg 100 g⁻¹ TA (Pişkidağ popülasyonu) arasında (ort. 2035,25 mg 100 g⁻¹ TA) bulunmuştur. Yine serbest formda ikinci derecede yüksek miktarda içerilen FA ise *m*-HBA (ort. 550,89 mg 100 g⁻¹ TA) olmuştur. Çözünebilir ester konjuge form FA'ler arasında *p*-KuA ortalama 3079,41 mg 100 g⁻¹ TA, glikozit konjuge form FA'ler arasında ise *m*-HBA ortalama 836,68 mg 100 g⁻¹ TA ile en yüksek değerde belirlenen fenolik asitler olmuştur. Üzüm çeşitlerinin tüm meyve kısmında FA formlarının tümünde en yüksek toplam FA (Σ FA) içeriğine sahip popülasyonun Pişkidağ olduğu belirlenmiştir. En düşük içerikteki fenolik asitlerin ise Karakaya popülasyonundan toplanan üzüm örneklerinde olduğu ortaya konulmuştur.

Erzincan İli'nin başta Üzümlü İlçe'si olmak üzere toplam altı potansiyel popülasyondan toplanan üzüm örneklerinde genel olarak *m*-HBA kabuk kısmında tüm FA formlarında en yüksek miktarda içerilen fenolik asit olarak belirlenmiştir (Tablo 2). *m*-HBA içeriğinin kabuk kısmında serbest formda 41,76 – 4257,65 mg 100 g⁻¹ TA (ort. 2555,25 mg 100 g⁻¹ TA),

çözünabilir konjuge ester formda 33859,48 – 58351,51 mg 100 g⁻¹ TA (ort. 42378,77 mg 100 g⁻¹ TA), çözünabilir glikozit konjuge formda 3749,41 – 10226,97 mg 100 g⁻¹ TA

Tablo 1. 'Karaerik' (*V. vinifera*) üzüm çeşidinde tüm meyvenin çözünabilir serbest, ester konjuge ve glikozit konjuge formlardaki fenolik asit içeriği (mg 100 g⁻¹ TA). Her değer ortalama ± standart hata olarak belirtilmiştir (n=3). Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır. Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır.

Fenolik Asit	Üzümlü	Bayırbağ	Karakaya	Pışkıdağ	Göllerköyü	Çağlayan-Yamaçlı	Ortalama	Aralık
Çözünabilir Serbest Form								
VaA	47,96 ± 1,54c	47,00 ± 0,74c	38,93 ± 0,89a	57,74 ± 0,69d	38,91 ± 0,50a	41,92 ± 0,60b	45,41	38,91 – 57,74
GaA	138,97 ± 0,01c	152,36 ± 0,62d	170,97 ± 0,17e	216,34 ± 0,02f	125,28 ± 0,10a	129,76 ± 0,21b	155,61	138,97 – 216,34
PA	21,69 ± 0,59d	18,05 ± 0,15c	14,72 ± 0,28a	30,68 ± 0,21f	24,18 ± 0,21e	17,28 ± 0,55b	21,10	14,72 – 30,68
p-HBA	38,32 ± 0,18f	21,28 ± 0,32b	22,56 ± 0,44c	17,73 ± 0,61a	24,83 ± 0,28d	31,66 ± 0,42e	26,06	17,73 – 38,32
m-HBA	516,83 ± 3,19c	546,28 ± 13,98d	470,66 ± 9,55b	726,79 ± 7,52f	605,02 ± 11,62e	439,76 ± 0,17a	550,89	439,76 – 726,79
SyA	25,74 ± 1,25d	9,61 ± 0,30c	3,73 ± 0,30b	3,86 ± 0,10b	2,03 ± 0,06a	3,62 ± 0,01b	8,10	2,03 – 25,74
GA	2158,84 ± 41,38d	1558,02 ± 19,69b	1229,99 ± 15,72a	3179,44 ± 30,69f	2300,42 ± 7,85e	1784,79 ± 6,45c	2035,25	1229,99 – 3179,44
p-KuA	46,28 ± 0,64e	32,67 ± 0,23d	30,09 ± 0,34c	47,71 ± 1,00f	25,06 ± 0,86b	17,97 ± 0,49a	33,30	17,97 – 47,71
o-KuA	26,55 ± 0,50c	20,69 ± 0,34a	24,02 ± 0,17b	38,90 ± 0,32d	50,44 ± 0,55e	26,82 ± 0,11c	31,24	20,69 – 50,44
FeA	49,38 ± 0,92e	31,65 ± 0,27c	38,64 ± 0,54d	73,77 ± 0,69f	17,13 ± 0,20a	26,57 ± 0,35b	39,52	17,13 – 73,77
SiA	81,27 ± 1,25d	36,30 ± 1,51a	57,62 ± 2,22c	53,12 ± 0,14b	115,57 ± 1,63e	52,50 ± 1,40b	66,06	36,30 – 115,57
KaA	39,06 ± 2,22e	20,50 ± 0,10ab	21,94 ± 0,10b	35,42 ± 0,38d	31,33 ± 0,83c	19,88 ± 0,10a	28,02	19,88 – 39,06
Çözünabilir Ester Konjuge Form								
VaA	982,39 ± 12,64e	64,68 ± 0,86a	95,33 ± 2,24b	277,15 ± 6,41d	132,63 ± 0,32c	91,55 ± 0,52b	273,96	64,68 – 982,39
GaA	748,17 ± 2,76e	370,65 ± 6,17b	291,34 ± 0,28a	672,84 ± 0,85d	593,84 ± 13,48c	297,68 ± 2,28a	495,76	291,34 – 748,17
PA	50,37 ± 0,18c	44,14 ± 0,48b	60,79 ± 0,19d	94,75 ± 0,17f	62,52 ± 0,77e	41,36 ± 0,29a	58,99	41,36 – 94,75
p-HBA	49,45 ± 0,16f	43,56 ± 1,54b	22,15 ± 0,15c	25,42 ± 0,26d	18,83 ± 0,30b	15,78 ± 0,27a	29,20	15,78 – 49,45
m-HBA	2416,75 ± 43,32b	2813,02 ± 2,84c	2127,64 ± 11,42a	4742,32 ± 11,33e	3586,86 ± 36,46d	2166,66 ± 8,70a	2975,54	2127,64 – 4742,32
SyA	9,64 ± 0,18b	7,83 ± 0,17a	26,01 ± 0,38d	41,07 ± 0,92e	18,89 ± 18,89c	19,43 ± 19,43c	20,48	7,83 – 41,07
GA	419,52 ± 6,40c	630,02 ± 0,41e	128,06 ± 2,13a	836,62 ± 7,94f	522,52 ± 2,82d	299,93 ± 1,39b	472,78	128,06 – 630,02
p-KuA	3717,12 ± 15,65e	2539,36 ± 4,02c	2261,45 ± 1,93b	4267,55 ± 34,61f	3674,17 ± 8,87d	2016,81 ± 0,66a	3079,41	2016,81 – 4267,55
o-KuA	91,66 ± 0,66f	33,24 ± 0,22b	40,71 ± 0,71c	72,34 ± 0,65e	61,17 ± 1,50d	31,54 ± 0,28a	55,11	31,54 – 91,66
FeA	27,70 ± 0,10d	22,47 ± 0,54c	17,34 ± 0,27a	40,01 ± 0,42f	28,65 ± 0,64e	20,41 ± 0,26b	26,09	17,34 – 40,01
SiA	9,20 ± 0,10a	20,54 ± 0,14e	13,96 ± 0,10b	20,23 ± 0,39e	18,42 ± 0,19d	14,51 ± 0,31c	16,14	9,20 – 20,54
KaA	97,09 ± 1,14f	35,24 ± 0,95c	49,88 ± 0,52d	20,89 ± 20,89a	23,57 ± 0,29b	75,46 ± 0,74e	50,35	20,89 – 97,09
Çözünabilir Glikozit Konjuge Form								
VaA	73,41 ± 0,46d	267,46 ± 1,86f	46,81 ± 0,29a	91,31 ± 0,57e	71,35 ± 0,45c	53,57 ± 0,34b	100,65	46,81 – 267,46
GaA	919,39 ± 0,22e	442,06 ± 5,32a	586,24 ± 0,14b	1143,58 ± 1,27f	893,55 ± 2,87d	670,93 ± 1,56c	775,96	442,06 – 1143,58
PA	114,78 ± 1,17d	385,07 ± 2,57f	73,19 ± 7,74a	142,77 ± 1,45e	111,56 ± 1,35c	83,76 ± 1,85b	151,86	73,19 – 385,07
p-HBA	18,94 ± 1,57c	236,65 ± 7,84e	12,08 ± 0,12a	23,56 ± 0,20d	18,41 ± 0,15c	13,82 ± 0,12b	53,91	12,08 – 236,65
m-HBA	950,91 ± 10,33e	661,92 ± 9,95b	606,34 ± 6,59a	1182,78 ± 12,85f	924,18 ± 10,04d	693,93 ± 7,54c	836,68	606,34 – 1182,78
SyA	5,40 ± 0,24c	15,61 ± 0,19e	3,44 ± 0,15a	6,71 ± 0,30d	5,25 ± 0,23c	3,94 ± 0,18b	6,72	3,44 – 15,61
GA	880,50 ± 12,03e	739,63 ± 15,53c	561,44 ± 7,67a	1095,20 ± 14,97f	855,74 ± 11,69d	642,55 ± 8,78b	795,84	561,44 – 1095,20
p-KuA	131,86 ± 0,91e	107,40 ± 1,59c	84,06 ± 0,58a	164,01 ± 1,13f	128,15 ± 0,88d	96,22 ± 0,66b	118,62	84,06 – 164,01
o-KuA	55,62 ± 1,08d	29,42 ± 0,65a	35,47 ± 0,69b	69,18 ± 1,34e	54,05 ± 1,05d	40,59 ± 0,79c	47,39	29,42 – 69,18
FeA	9,48 ± 0,12e	3,27 ± 0,17a	6,04 ± 0,08b	11,79 ± 0,15f	9,21 ± 0,12d	6,92 ± 0,09c	7,78	3,27 – 11,79
SiA	10,94 ± 0,14e	3,77 ± 0,20a	6,98 ± 0,08b	13,61 ± 0,17f	10,63 ± 0,14d	7,98 ± 0,10c	8,99	3,77 – 13,61



Şekil 2. Farklı 'Karaerik' (*V. vinifera*) üzüm popülasyonlarına ait tüm meyvenin toplam (A) serbest, (B) çözünabilir ester konjuge ve (C) çözünabilir glikozit konjuge formlardaki fenolik içerikleri. Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır. Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır. ΣHSA: Toplam Hidroksisünamik Asitler; ΣHBA: Toplam Hidroksibenzoik Asitler; ΣFA: Toplam Fenolik Asitler

(ort. 5545,34 mg 100 g⁻¹ ta) arasında değiştiği belirlenmiştir. Diğer önemli ikinci derecede yüksek miktarda içerilen çözünebilir serbest formdaki FA ise KaA (ort. 638,55 mg 100 g⁻¹ ta) olarak belirlenmiştir. Her iki FA en yüksek miktarda Pişkidağ popülasyonundan hasat edilen örneklerde, en düşük miktarda ise Bayırbağ popülasyonundan hasat edilen örneklerde tespit edilmiştir. Protokateşik asit (PA, ort. 86,71 mg 100 g⁻¹ TA) ve SiA (96,81 mg 100 g⁻¹ TA) ise bu popülasyonlardan hasat edilen üzüm örneklerinde en düşük miktarlarda içerilen çözünebilir serbest formdaki FA'ler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 2'de 'Karaerik' üzümü kabuk kısmında SiA ve KaA'lerin (ort. 99,36 ve 116,16 mg 100 g⁻¹ TA) özünebilir konjuge ester formdaki, SyA ve *p*-HBA'lerin (ort. 59,57 ve 143,74 mg 100 g⁻¹ TA) ise çözünebilir konjuge glikozit formlardaki en düşük miktarda içerilen FA'ler olduğu görölmektedir. şekil 2 ise, Pişkidağ popülasyonunun toplam FA'leri en yüksek miktarda içeren (özünebilir ester konjuge form hidroksisinamik asit (Σ HSA) hariç) 'Karaerik' örnekleme popülasyonu olduğunu göstermektedir. Göllerköyü'nün en düşük miktarda toplam çözünebilir serbest formdaki FA içeriğine sahip popülasyon olduğu, Karakaya'nın ise en düşük miktarda toplam çözünebilir ester ve glikozit form FA içeriğine sahip 'Karaerik' örnekleme popülasyonları olduğu belirlenmiştir (şekil 3).

'Karaerik' üzümünün çekirdeğine ait bireysel FA içeriği Tablo 3'te ve toplam FA içeriği ise şekil 3'te verilmiştir. *m*-HBA ve GaA (ort. 303,94 ve 237,73 mg 100 g⁻¹ TA) ekirdekte çözünebilir serbest formda en yüksek miktarda içerilen FA'lerdir. Gallik asit çekirdekte çözünebilir ester konjuge form ve glikozit konjuge formlarda en yüksek miktarda içerilen FA olmuştur. İçeriğin sırasıyla 1383,57 (Bayırbağ popülasyonu) – 2079,91 mg 100 g⁻¹ TA (Karakaya popülasyonu) ve 1391,48 (Karakaya popülasyonu) – 2300,15 mg 100 g⁻¹ TA (Pişkidağ Popülasyonu) arasında değiştiği kaydedilmiştir. Pişkidağ tüm meyve ve kabuk kısımlarında olduğu gibi tohum kısmına ait Σ FA içeriğin en yüksek belirlendiği Karaerik popülasyonudur (şekil 4).

Çalışmamıza benzer şekilde diğer siyah üzüm çeşitlerinin tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarının fenolik asit içeriği çeşit bazında farklılık gösterdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir [23]-[27]. Ancak bu çalışmalarda, FA içerikleri serbest form ya da toplam serbest ve bağlı formlarda belirlendiği rapor edilmiştir. Önceki çalışmalarla kıyaslandığında, üzümde FA içeriği çözünebilir serbest, çözünebilir ester konjuge form ve çözünebilir glikozit konjuge formlarda ilk defa mevcut çalışmada 'Karaerik' üzümünde belirlenmiştir.

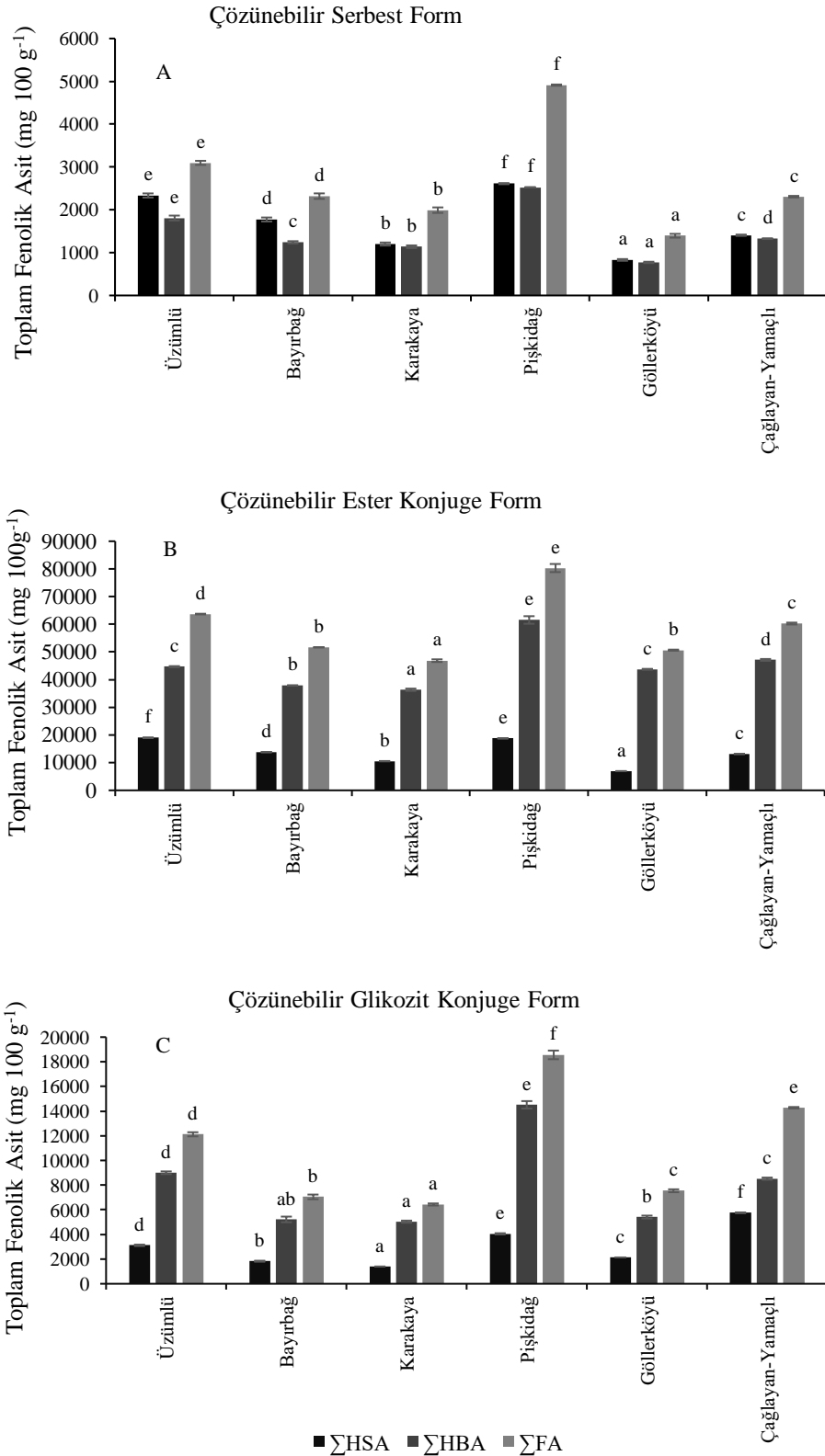
Mota vd. [24] dört farklı sofralık üzüm eşidinin (Alponse Lavallee, Cardinal, Dona Maria ve Muscat Hamburg) ekirdek, kabuk ve i kısımların fenolik asit içeriklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, GaA, PA, klorojenik asit (KlA), KuA ve KaA olmak üzere beş farklı FA'in varlığını rapor etmişlerdir. Bu araştırmacılar [24] üzümlerin çekirdek kısmında yalnızca GaA (ort. 18,57 μ g/g ta) ve PA (12,73 μ g/g ta)'leri, 'Dona Maria' eşidinin kabuk kısmında ise KlA (19,0 μ g/g ta) ve KuA (2,2 μ g/g ta)'leri belirlemişlerdir. Ancak, iç kısmında ise herhangi bir fenolik asidin varlığını rapor etmemişlerdir.

Erzincan İli'nin Üzümlü İlçesi'nden dokuz farklı 'Karaerik' klonunun çekirdek, i ve kabuk kısımlarında *p*-KuA, KaA, SyA, GaA, FeA, VaA ve KlA olmak üzere toplamda yedi farklı FA belirlenmiştir [25]. Çekirdek 101,68 mg/100 g TA ile kabuk ve iç kısma kıyasla daha yüksek miktarda GaA içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Kabuk kısmında belirlenen SyA'in en yüksek miktarda içerilen FA olduğu ve miktarın ise klonlar arasında 51,1 – 73,6 mg/100 g TA arasında değiştiği bu çalışmada gösterilmiştir. Ayrıca bizim sonuçlarımızın

aksine, iç kısma ait FA içerikleri çok düşük düzeyde belirlenmiş olup [25] mevcut çalışmanın sonuçlarıyla istatistiksel olarak karşılaştırılmak için uygun bulunmamıştır.

Tablo 2. Karaerik (*V. vinifera L.*) üzüm çeşidinde kabuk kısmına ait çözünebilir serbest, ester konjuge ve glikozit konjuge form fenolik asit içeriği (mg 100 g⁻¹ TA), Her değer ortalama ± standart hata olarak belirtilmiştir (n=3), Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır, Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır.

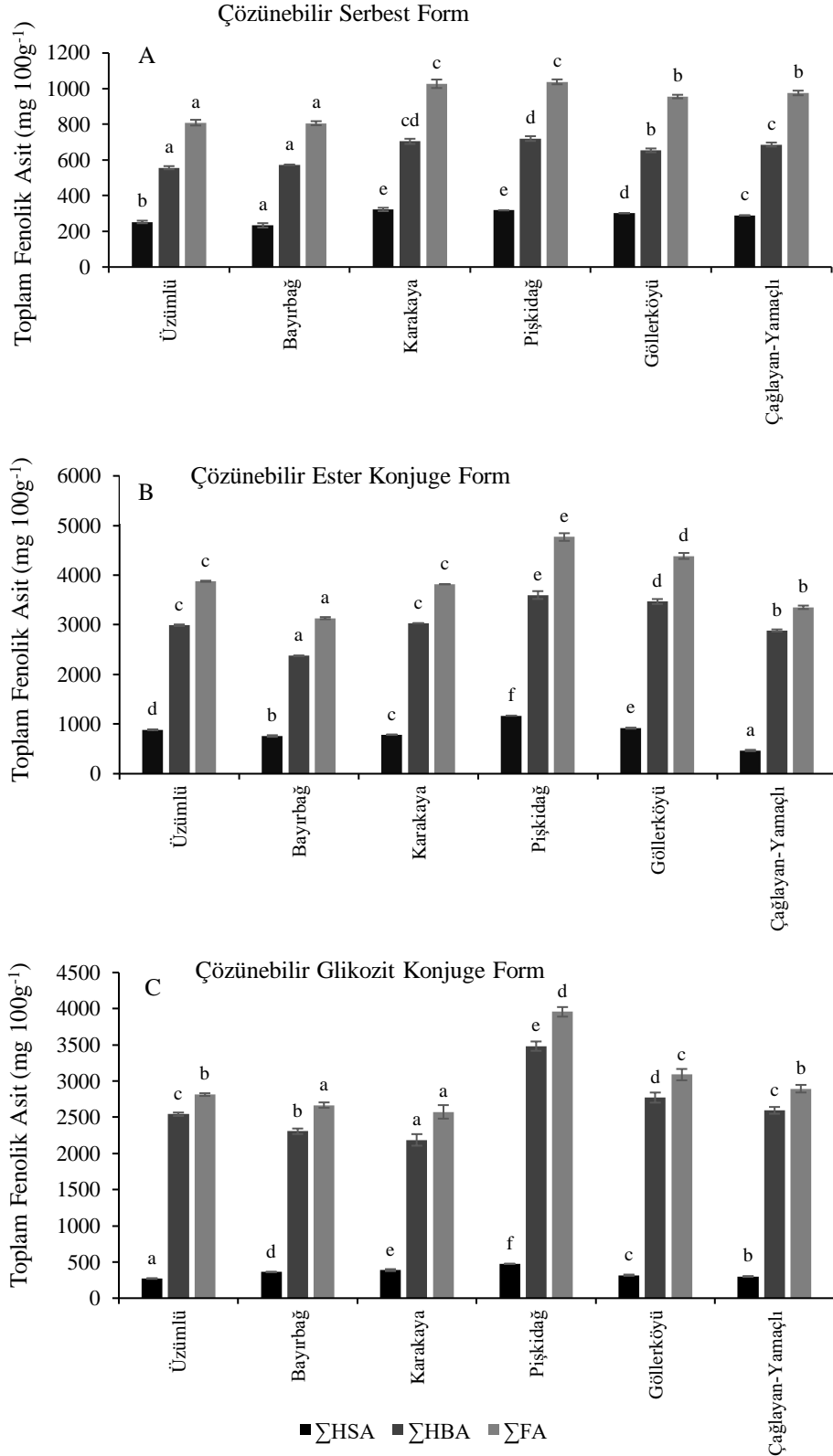
Fenolik Asitler	Üzümlü	Bayırbağ	Karakaya	Pişkidag	Göllerköyü	Çağlayan-Yamaçlı	Ortalama	Aralık
Çözünebilir Serbest Form								
VaA	360,93 ± 5,05f	292,88 ± 15,80e	104,36 ± 3,60b	179,74 ± 3,72d	88,37 ± 6,28a	145,65 ± 5,07c	195,32	88,37 – 360,93
GaA	78,18 ± 2,52a	82,65 ± 5,16a	129,37 ± 11,09c	151,63 ± 7,44d	85,92 ± 2,91a	110,10 ± 4,12b	106,31	78,18 – 151,63
PA	117,30 ± 7,52c	61,76 ± 2,99a	68,27 ± 1,53a	120,55 ± 4,96c	65,81 ± 0,15a	86,58 ± 8,28b	86,71	61,76 – 120,55
p-HBA	216,26 ± 1,23b	134,23 ± 1,93a	232,13 ± 13,92b	1534,29 ± 3,41e	294,15 ± 20,83c	493,65 ± 7,72d	484,12	134,23 – 1534,29
m-HBA	246,22 ± 7,49b	41,76 ± 3,32a	3906,24 ± 95,99d	4257,65 ± 44,94e	3439,70 ± 148,22c	3439,94 ± 109,25c	2555,25	41,76 – 4257,65
SyA	660,15 ± 14,87d	96,37 ± 5,29a	101,79 ± 5,04ab	126,59 ± 7,33c	113,89 ± 3,52bc	94,81 ± 8,86a	198,93	94,81 – 660,15
p-KuA	526,14 ± 8,59d	532,36 ± 20,33d	63,25 ± 4,14ab	86,64 ± 7,39c	58,23 ± 4,29a	79,87 ± 6,30bc	224,41	58,23 – 532,36
o-KuA	378,38 ± 2,03f	314,19 ± 16,52e	280,06 ± 2,95d	196,21 ± 1,18c	120,08 ± 5,08a	163,59 ± 0,22b	242,09	120,08 – 378,38
FeA	1046,70 ± 57,61e	696,08 ± 8,81d	346,61 ± 3,68b	224,24 ± 4,65a	207,50 ± 7,53a	426,17 ± 5,59c	491,22	224,24 – 1046,70
SiA	98,32 ± 3,07c	54,49 ± 3,50a	205,00 ± 6,72d	80,69 ± 2,22b	56,52 ± 1,27a	85,85 ± 6,87b	96,81	54,49 – 205,00
KaA	285,24 ± 1,62b	177,04 ± 2,54a	306,18 ± 18,36b	2023,72 ± 4,97e	387,98 ± 27,47c	651,12 ± 10,17d	638,55	177,04 – 2023,72
Çözünebilir Ester Konjuge Form								
VaA	2012,68 ± 99,94e	680,53 ± 4,44a	643,36 ± 19,51a	1288,70 ± 28,66c	1841,26 ± 9,26d	1101,63 ± 4,96b	1261,36	643,36 – 2012,68
GaA	871,44 ± 5,40c	606,14 ± 14,40a	840,87 ± 1,08b	1209,11 ± 5,31d	608,67 ± 4,72a	834,86 ± 7,82b	828,51	606,14 – 1209,11
PA	281,54 ± 2,92d	198,72 ± 6,03b	217,02 ± 2,51c	332,47 ± 3,78e	109,81 ± 0,59a	375,23 ± 1,59f	252,56	109,81 – 375,23
p-HBA	262,79 ± 1,42c	159,97 ± 2,01b	748,16 ± 5,72f	342,46 ± 1,41d	19,70 ± 0,86a	708,69 ± 3,29e	373,63	19,70 – 748,16
m-HBA	41133,46 ± 86,36c	35768,77 ± 105,27b	33859,48 ± 393,75a	58351,51 ± 1354,50e	41106,59 ± 162,90c	44052,85 ± 308,77d	42378,77	33859,48 – 58351,51
SyA	124,97 ± 0,88e	468,78 ± 0,31f	18,66 ± 0,36a	24,72 ± 1,71b	37,48 ± 0,14c	54,47 ± 3,08d	121,51	18,66 – 468,78
p-KuA	17712,30 ± 81,26f	12695,54 ± 47,34d	9652,30 ± 41,72b	17517,14 ± 99,23e	6004,53 ± 28,55a	12393,15 ± 9,01c	12662,49	6004,53 – 17712,30
o-KuA	333,39 ± 2,66f	366,71 ± 1,06e	301,81 ± 3,98d	801,63 ± 3,82c	549,91 ± 4,06a	434,63 ± 7,07b	464,68	301,81 – 801,63
FeA	749,33 ± 22,19f	522,80 ± 3,68e	449,25 ± 10,79d	160,22 ± 7,59c	85,61 ± 0,66a	106,73 ± 0,72b	345,66	85,61 – 749,33
SiA	144,11 ± 2,73c	93,47 ± 0,36a	107,68 ± 0,58d	159,43 ± 1,49b	44,89 ± 1,82a	46,57 ± 1,06b	99,36	44,89 – 159,43
KaA	56,99 ± 1,51b	104,67 ± 2,18c	14,05 ± 0,40a	131,46 ± 1,31d	244,36 ± 0,86f	145,43 ± 3,05e	116,16	14,05 – 244,36
Çözünebilir Glikozit Konjuge Form								
VaA	711,21 ± 19,73c	197,58 ± 3,63a	196,19 ± 6,71a	1306,34 ± 23,11d	232,37 ± 15,45b	2280,84 ± 27,96e	820,75	196,19 – 2280,84
GaA	389,48 ± 2,05d	250,81 ± 7,57a	261,59 ± 2,07b	881,85 ± 0,51e	348,37 ± 10,39c	972,49 ± 2,65f	517,43	250,81 – 972,49
PA	773,33 ± 17,10d	619,02 ± 11,11b	259,48 ± 0,26a	1938,21 ± 15,91f	707,16 ± 34,93c	869,64 ± 14,10e	861,14	259,48 – 1938,21
p-HBA	53,27 ± 0,85b	71,70 ± 1,48c	70,97 ± 1,68c	56,51 ± 0,62b	48,79 ± 2,40a	561,22 ± 3,66d	143,74	48,79 – 561,22
m-HBA	7010,60 ± 113,77c	4037,26 ± 252,18ab	4223,95 ± 78,25b	10226,97 ± 287,30d	4023,84 ± 90,79ab	3749,41 ± 76,23a	5545,34	3749,41 – 10226,97
SyA	61,66 ± 2,69d	38,66 ± 1,77b	22,44 ± 0,18a	99,61 ± 9,21f	48,18 ± 1,07c	86,84 ± 8,06e	59,57	22,44 – 99,61
p-KuA	2359,70 ± 66,92d	1459,18 ± 19,61c	641,28 ± 3,43a	2785,72 ± 9,24e	1203,51 ± 14,97b	4178,67 ± 36,09f	2104,68	641,28 – 4178,67
o-KuA	268,01 ± 4,37f	68,19 ± 4,02e	151,33 ± 10,68d	309,79 ± 26,76c	94,82 ± 5,00a	558,61 ± 8,54b	241,79	68,19 – 558,61
FeA	252,28 ± 10,29d	171,18 ± 2,82b	215,13 ± 10,21c	336,75 ± 0,78e	112,39 ± 2,36a	417,35 ± 0,60f	250,85	112,39 – 417,35
SiA	208,45 ± 1,79c	70,19 ± 6,79a	171,57 ± 2,41d	155,99 ± 0,77b	198,97 ± 2,37a	294,31 ± 5,72b	183,25	70,19 – 294,31
KaA	30,38 ± 4,75a	60,15 ± 6,33b	215,45 ± 2,06c	460,9 ± 11,47e	523,37 ± 7,41f	306,06 ± 8,51d	266,05	30,38 – 523,37



Şekil 3. Farklı karaerik (*V. vinifera*) üzüm popülasyonlarına ait kabuk kısımlarının toplam (A) çözünabilir serbest, (B) çözünabilir ester konjuge ve (C) çözünabilir glikozit konjuge fenolik içerikleri. Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır. Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır. ΣHSA: Toplam Hidroksisünamik Asitler; ΣHBA: Toplam Hidroksibenzoik Asitler; ΣFA: Toplam Fenolik Asitler.

Tablo 3. Karaerik (*V. vinifera*) üzüm çeşidinde tohum kısmına ait çözünebilir serbest, ester konjuge ve glikozit konjuge form fenolik asit içeriği (mg 100 g⁻¹ TA), Her değer ortalama ± standart hata olarak belirtilmiştir (n=3). Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır. Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır.

Fenolik Asitler	Üzümlü	Bayırbağ	Karakaya	Piškidağ	Göllerköyü	Çağlayan-Yamaçlı	Ortalama	Aralık
Çözünebilir Serbest Form								
VaA	42,71 ± 0,95b	36,17 ± 5,59a	51,15 ± 0,47d	48,68 ± 1,40cd	44,44 ± 2,55bc	41,88 ± 4,23b	44,17	36,17 – 51,15
GaA	153,26 ± 4,81a	220,38 ± 14,22b	276,37 ± 11,59c	267,72 ± 11,59c	226,45 ± 0,61b	282,22 ± 5,51c	237,73	153,26 – 282,22
PA	39,25 ± 1,39ab	36,71 ± 0,45a	43,00 ± 4,40bc	50,44 ± 0,18d	44,53 ± 1,54c	42,41 ± 3,81bc	42,72	36,71 – 50,44
p-HBA	32,99 ± 0,22d	16,78 ± 0,10b	23,93 ± 2,50c	9,30 ± 0,80a	31,93 ± 1,62d	8,92 ± 0,36a	20,64	8,92 – 32,99
m-HBA	288,69 ± 1,48ab	262,61 ± 7,32a	310,26 ± 27,49b	344,08 ± 11,98c	306,67 ± 13,88b	311,31 ± 16,05b	303,94	262,61 – 344,08
p-KuA	46,24 ± 4,43ab	41,30 ± 3,60a	51,46 ± 1,12bc	55,23 ± 5,01c	52,03 ± 1,64bc	54,23 ± 6,43c	50,08	41,30 – 55,23
o-KuA	39,99 ± 0,81b	38,36 ± 0,37a	51,75 ± 0,10e	53,28 ± 1,25f	49,22 ± 0,37d	47,03 ± 0,62c	46,61	38,36 – 53,28
FeA	47,06 ± 0,24a	42,47 ± 2,94a	57,75 ± 2,86b	56,07 ± 2,04b	55,42 ± 2,51b	53,06 ± 4,03b	51,97	42,47 – 57,75
SiA	48,36 ± 1,08b	42,49 ± 2,18a	79,78 ± 1,99d	60,07 ± 2,43c	59,43 ± 0,21c	56,59 ± 2,31c	57,79	42,49 – 79,78
KaA	71,07 ± 0,55a	69,03 ± 3,09a	82,09 ± 3,35bc	93,36 ± 3,75d	85,85 ± 4,40c	78,37 ± 2,38b	79,96	69,03 – 93,36
Çözünebilir Ester Konjuge Form								
VaA	122,87 ± 2,23d	75,20 ± 2,71b	116,77 ± 1,81c	166,10 ± 3,45f	136,12 ± 1,61e	65,27 ± 1,26a	113,72	65,27 – 166,10
GaA	1781,24 ± 21,10b	1383,57 ± 22,30a	2079,91 ± 20,40d	1946,92 ± 86,40c	1900,62 ± 45,58c	1742,86 ± 44,68b	1805,45	1383,57 – 2079,91
PA	424,19 ± 4,56c	337,92 ± 10,64ab	326,20 ± 1,46a	775,17 ± 4,03e	580,92 ± 1,73d	341,31 ± 11,76b	464,29	326,20 – 775,17
p-HBA	76,84 ± 2,93d	35,75 ± 2,41c	12,14 ± 0,42a	123,92 ± 0,50e	127,13 ± 1,35f	25,18 ± 0,40b	66,83	12,14 – 127,13
m-HBA	586,49 ± 9,84c	542,07 ± 0,84b	496,15 ± 20,63a	871,28 ± 7,43e	724,30 ± 8,69d	709,95 ± 9,47d	655,04	496,15 – 871,28
p-KuA	66,79 ± 2,42a	68,39 ± 3,42ab	72,39 ± 3,14b	90,13 ± 0,59c	65,39 ± 4,16a	70,05 ± 0,73ab	72,19	65,39 – 90,13
o-KuA	37,37 ± 1,64a	133,46 ± 0,23d	38,65 ± 0,06a	46,99 ± 1,35b	85,56 ± 3,27c	40,20 ± 0,73a	63,71	37,37 – 133,46
FeA	66,95 ± 0,78b	62,53 ± 3,10a	78,73 ± 0,64c	81,80 ± 2,06d	140,83 ± 0,75e	69,40 ± 0,48b	83,37	62,53 – 140,83
SiA	264,24 ± 21,29d	268,10 ± 1,51d	166,04 ± 4,01b	71,37 ± 0,503a	209,65 ± 4,55c	69,68 ± 2,22a	174,85	69,68 – 268,10
KaA	449,87 ± 19,30c	227,17 ± 7,68a	430,27 ± 2,62b	1069,80 ± 2,27d	416,70 ± 7,00b	218,20 ± 10,35a	468,67	218,20 – 1069,80
Çözünebilir Glikozit Konjuge Form								
VaA	95,00 ± 2,86b	89,50 ± 3,53a	87,89 ± 4,71a	113,90 ± 1,94d	103,70 ± 0,14c	88,89 ± 1,13a	96,48	87,89 – 113,90
GaA	1696,22 ± 36,07bc	1621,29 ± 17,73b	1391,48 ± 70,21a	2300,15 ± 74,61d	1772,76 ± 66,29c	1392,31 ± 44,20a	1695,70	1391,48 – 2300,15
PA	117,01 ± 1,93b	107,01 ± 3,95a	122,55 ± 1,48c	227,97 ± 3,22f	192,62 ± 1,61e	186,31 ± 0,37d	158,91	107,01 – 227,97
p-HBA	27,60 ± 3,57a	23,35 ± 0,16a	34,02 ± 3,09b	62,69 ± 2,93c	60,06 ± 2,96c	25,87 ± 1,63a	38,93	23,35 – 62,69
m-HBA	606,44 ± 15,49c	465,26 ± 13,03a	551,32 ± 0,32b	778,34 ± 1,79e	643,02 ± 0,82d	902,08 ± 0,32f	657,74	465,26 – 902,08
p-KuA	56,98 ± 4,03b	54,65 ± 0,57ab	63,54 ± 3,20c	75,03 ± 1,18d	66,35 ± 2,65c	51,60 ± 0,63a	61,36	54,65 – 75,03
o-KuA	31,27 ± 1,73a	44,34 ± 2,44b	43,67 ± 1,67b	59,59 ± 1,72d	50,74 ± 1,27c	66,76 ± 2,70e	49,39	31,27 – 66,76
FeA	55,44 ± 0,54a	56,35 ± 2,65a	66,68 ± 3,14b	81,17 ± 2,40c	77,35 ± 2,62c	62,54 ± 2,13b	66,59	55,44 – 81,17
SiA	59,61 ± 2,37b	53,91 ± 0,90a	60,26 ± 3,17b	87,30 ± 3,53e	77,43 ± 0,54d	72,79 ± 1,75c	68,54	53,91 – 87,30
KaA	68,06 ± 0,40b	152,49 ± 7,31c	153,31 ± 2,39c	171,09 ± 1,80d	45,48 ± 1,34a	46,08 ± 1,62a	106,08	45,48 – 171,09



Şekil 4. Farklı karaerik (*V. vinifera*) üzüm popülasyonlarına ait tohum kısımlarının toplam (A) çözünebilir serbest, (B) çözünebilir ester konjuge ve (C) çözünebilir glikozit konjuge fenolik içerikleri. Karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) kullanılmıştır. Her kolon kendi içinde karşılaştırılmıştır. ΣHSA: Toplam Hidroksisünamik Asitler; ΣHBA: Toplam Hidroksibenzoik Asitler; ΣFA: Toplam Fenolik Asitler.

Bir diğer çalışmada [26] ‘Bangalore Blue’, ‘Krishna Sharad’ ve ‘Dilkhush’ (*V. vinifera* L.) Hindistan kaynaklı üzüm çeşitlerinin meyve olgunlaşması süresince GaA, PA, VaA, SyA,

KaA, FeA, SiA ve *p*-KuA'lerin varlığı belirlenmiştir. Bu FA'ler üzümün tam olarak olgunlaştığı safhada en yüksek miktarda içerildikleri rapor edilmiştir. Üzüm çeşitleri arasında 'Bangalore Blue' ve 'Krishna Sharad' diğerlerine kıyasla en yüksek miktarda GaA (1,472 ve 1,843 mg/100 g TA) içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. 'Dilkhush' çeşidinde ise KaA (1,107 mg/100 g TA) en yüksek asit olarak belirlenmiştir. Çalışılan bütün bu üzüm çeşitlerinde PA ikinci derecede yüksek miktarda içerilen FA olduğu rapor edilmiştir [26].

Li vd. [27] on bir farklı *V. vinifera* siyah üzüm çeşidine ait kabuk ve iç kısımların fenolik asit içeriklerini toplam serbest ve bağlı formlarda karşılaştırmıştır. Bu üzümün genel olarak serbest formda içermiş oldukları GaA, kaftarik asit (CAT), PA, VaA, KaA, SyA, *p*-KuA'lerin miktarları bağlı formdakilerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak, Li vd. [27] çalışılan on farklı üzüm çeşidinde FA içeriğinin büyük çapta varyasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir. Üzümler arasında CAT serbest formda tüm çeşitlerde ortak olarak belirlenen tek FA olmuştur. En yüksek serbest CAT içeriği 'Hakuho' çeşidinde (4,71 mg/100 g TA), en düşük CAT içeriği ise 'Shine Muscat' çeşidinde (0,8 mg/100 g TA) tespit edilmiştir. Bağlı formdaki GaA (2,97 – 0,08 mg/100 g TA), CaA (1,83 – 0,55 mg/100 g TA) ve *p*-KuA (4,15 – 0,07 mg/100 g TA) içerikleri çalışılan tüm çeşitlerde ortak içerilen, ancak çeşit-bağımlı FA'ler oldukları rapor edilmiştir [27].

Eyduran vd. [28] Iğdır ilinde yetiştirilen dokuz farklı siyah üzüm (*V. vinifera*) çeşidinin fenolik asit içeriklerini rapor ettikleri bir çalışmada, KLA, FeA, *o*-KuA, *p*-KuA, KaA, SyA, VaA ve GaA olmak üzere sekiz farklı FA'in varlığını belirlemişlerdir. Çalışmaya göre KLA, *o*-KuA ve *p*-KuA'lerin çalışılan üzümlerde en yüksek miktarlarda içerilen FA'ler olduğu gösterilmiştir. Ancak bu sonuçlar mg/L cinsinden ifade edildiğinden dolayı mevcut çalışmamızın sonuçlarıyla ile kıyaslanabilir nitelikte kayda değer bulunamamıştır.

Çalışmamızda 'Karaerik' üzümü için belirlediğimiz FA içerikleri (mg 100 g⁻¹ TA) ile literatürde verilen FA içerik değerleri arasında geniş bir varyasyon olduğu sonucuna varılmıştır. Üzüm çeşitlerinde belirlenen FA içerikleri genetik ve çevre şartlarına bağlı olarak değişmekle birlikte, kullanılan ekstraksiyon ve izolasyon/saflaştırma yöntemleri de FA çeşidi ve miktarını önemli düzeyde değiştirmektedir [29]. Fenolik bileşikler örneklerden homojenizasyon ile ham halde elde edildikten sonra, özütten yağlar, terpenler ve pigmentler gibi istenmeyen içeriklerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu durum da FA saflaştırma basamaklarının değiştirilmesi anlamına gelmektedir [30]. Ayrıca ekstraksiyonun başarılı şekilde gerçekleşmesi pH, ışık, sıcaklık, örnek miktarı, örnek/çözücü oranı, ekstraksiyon süresi gibi birçok değişkene de bağlıdır [31], [32].

Tablo 4. Farklı popülasyondan toplanan ‘Karaerik’ üzümünün tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarına ait bireysel fenolik asitlerin Temel Bileşen (PCA) ve Faktör (F) Analizleri.

Tüm meyve	Serbest (PC1 x PC2; %73,37)			Ester (PC1 x PC2; %83,86)		Glikozit (PC1 x PC2 %100)		Tüm FA (PC1 x PC2; 73,21)				
	F1	F2	F3	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F3	F4	
Üzümlü	0,765	0,613	3,432	0,031	4,473	1,711	-0,032	1,916	-3,821	4,172	-0,071	
Bayırbağ	-1,034	-1,702	-0,279	-1,028	-0,910	-4,377	3,290	-3,377	4,939	2,595	0,561	
Karakaya	-1,894	-1,237	-0,621	-2,215	-0,987	-1,920	-2,752	-4,096	-0,954	-1,897	-1,875	
Piškidağ	4,944	-0,849	-1,011	4,636	-0,975	4,154	1,798	7,873	1,974	-1,197	-1,543	
Göllerköyü	-0,226	3,321	-1,277	1,272	-0,770	1,429	-0,243	1,602	-0,693	-2,168	3,255	
Çağlayan-Yamaçlı	-2,553	-0,147	-0,243	-2,695	-0,831	-0,997	-2,060	-3,919	-1,445	-1,504	-0,327	
Kabuk	Serbest (PC1 x PC2; %80,81)			Ester (PC1 x PC2; %65,75)		Glikozit (PC1 x PC2; %85,56)		Tüm FA (PC1 x PC2; 65,24)				
	F1	F2	F3	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F3	F4	
Üzümlü	-4,162	1,526	0,557	0,742	-1,725	-0,191	0,016	-2,003	4,881	0,379	-0,791	
Bayırbağ	-2,521	-0,987	-0,967	-2,044	-1,198	-2,612	-0,104	-4,471	0,810	-0,661	-0,807	
Karakaya	1,267	-1,294	2,381	-0,812	-1,850	-2,394	-0,894	-2,119	-1,753	0,947	4,031	
Piškidağ	2,876	2,893	-0,355	3,815	1,018	2,482	2,979	6,106	1,399	-2,855	0,943	
Göllerköyü	1,346	-1,743	-1,235	-2,093	3,230	-1,790	0,128	-1,112	-4,320	-1,989	-2,067	
Çağlayan-Yamaçlı	1,194	-0,395	-0,382	0,392	0,525	4,505	-2,125	3,598	-1,018	4,179	-1,309	
Çekirdek	Serbest (PC1 x PC2; %88,09)			Ester (PC1 x PC2; %74,35)		Glikozit (PC1 x PC2; %85,95)		Tüm FA (PC1 x PC2; %73,09)				
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F1	F2	F3	F4
Üzümlü	-2,853	1,364	-0,769	-0,631	0,098	0,570	-2,023	-0,500	-3,287	1,824	0,993	-0,382
Bayırbağ	-4,246	-1,109	0,410	-3,028	1,120	-1,685	-2,621	-1,070	-5,805	1,334	-1,693	1,425
Karakaya	2,205	1,121	1,571	-0,742	-1,469	1,427	-1,462	-0,920	0,026	-2,448	3,330	1,345
Piškidağ	3,453	-0,932	-1,080	4,456	-0,487	-1,199	4,575	-0,875	7,224	1,148	-1,319	1,728
Göllerköyü	0,814	1,107	-0,552	1,099	2,389	1,190	1,977	0,141	2,210	1,874	0,931	-2,722
Çağlayan-Yamaçlı	0,627	-1,550	0,420	-1,155	-1,651	-0,304	-0,446	3,225	-0,367	-3,732	-2,243	-1,395

‘Karaerik’ üzümünün tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarına ait bireysel fenolik asit içeriklerinin popülasyon düzeyinde ‘popülasyon-bağımlı’ dağılımlarını daha ayrıntılı bir şekilde görebilmek için, veriler Temel Bileşen Analizi (TBA ya da PCA)’nde kullanıldı. Tablo 4’ten görüleceği üzere altı popülasyondan hasat edilen ‘Karaerik’ üzümünün tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımların çözünebilir serbest, ester ve glikozit konjuge formdaki fenolik asitlerin TBA ve faktör düzeyleri istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0,05$) farklılık göstermiş, toplam varyansları ise %70’in üzerine bir dağılıma sahip olmuştur. Bu bağlamda tüm meyve, kabuk ve çekirdek serbest fenolik asitleri bakımından sırasıyla %73,37, 80,81 ve 88,09, ester formdaki fenolik asitleri bakımından %83,86, 65,75 ve 74,35 ve glikozit formdaki fenolik asitleri bakımından ise %100, 85,56 ve 85,95 toplam varyans değeriyle (PC1 x PC2) Piškidağ popülasyonunu istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0,05$) öne çıkarmıştır (Tablo 4). Tüm meyve için serbest formda 4,944, ester formda 4,636 ve glikozit formda 4,154, kabuk kısmında serbest formda 2,876, ester formda 3,815 ve glikozit formda 2,482, çekirdek kısmında ise serbest formda 3,453, ester formda 4,456 ve glikozit formda 4,575 faktör (F1) değerleriyle Piškidağ popülasyonunu FA’leriyle birlikte istatistiki olarak önemli düzeyde ($p < 0,05$) diğer faktörlerden (F2-F3) ayrı bir şekilde yüksek pozitif değerde ilişki oluşturarak diğer beş popülasyondan ayırarak öne çıkartmıştır (Tablo 4). Tüm meyve ve kısımlarına ait (kabuk ve çekirdek) FA (serbest, ester ve glikozit) popülasyon bazında TBA/PCA analizine sunulduğunda ise yine Piškidağ popülasyonu diğer popülasyonlar arasından sırasıyla, 7,873, 6,106 ve 7,224 faktör (F1) değeriyle diğer faktörlerden (F2-F5) sıyrılarak öne çıkararak ayrılmıştır (Tablo 4).

IV. SONUÇ

Mevcut çalışma Erzincan İli’nin başta Üzümlü İlçesi olmak üzere Bayırbağ, Göller Köyü, Piškidağ, Karakaya ve Çağlayan-Yamaçlı ilçe ve beldeleri olmak üzere toplam altı potansiyel üretim yerinden

toplanan 'Karaerik' üzümünün fenolik asit içeriği HPLC-DAD tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Üzüm popülasyonlarının tüm meyve, kabuk ve çekirdek kısımlarına ait çözünebilir serbest, ester konjuge ve glikozit konjuge formlardaki FA içerikleri ilk defa bu çalışmada ayrıntılı olarak belirlenmiştir. Üzümün bu kısımlarında belirlenen *m*-HBA, GaA, GA, KaA'ler en yüksek miktarlarda içerilen FA'ler olmuştur. Genel olarak bireysel ve toplamda en yüksek FA içeriğine sahip üzüm örneklerinin Pişkidağ popülasyonundan hasat edilenlerden sağlandığı ortaya konulmuştur.

Sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi, toprak yapısı üzümün vejetasyon dönemindeki gelişimini ve üzümün besinsel içeriğini belirleyen önemli faktörlerdir. Örnekleme yapılan popülasyonlardan, Çağlayan-Yamaçlı Erzincan'ın doğusunda kuzeye bakan yamaçlarda bulunur. Diğer popülasyonlar ise güneye bakan yamaç ve etek sahalarında bulunur. Aynı yükselti kuşağında bulunmalarına rağmen, Pişkidağ diğer beş popülasyona kıyasla nispeten daha alçak etek sahasında bulunur ve eğim daha azdır. Bu da sıcaklık ortalaması, toprak besin içeriği, su tutma kapasitesi gibi faktörleri değiştirmekte ve bu faktörler de üzüm fenolik asit içeriklerinde genel bir artışa neden olmaktadır.

V. KAYNAKLAR

- [1] C. M. Cullum, "Using sustainable agriculture to improve human nutrition and health," *Journal of Community Nutrition*, vol. 6, no. 1, pp. 18-25, 2004.
- [2] H. T. J. Godfray, J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas, and C. Toulmin, "Food security: the challenge of feeding 9 billion people," *Science*, vol. 327, no. 5967, pp. 812-818, 2010.
- [3] A. Dobermann, and R. Nelson, "Opportunities and solutions for sustainable food production," *Sustainable Development Solutions Network*, pp. 1-33, 2013.
- [4] K. R. Hakeem, ed. "Crop production and global environmental issues," 1st ed. Switzerland AG: Springer, 2015, pp.598.
- [5] D. P. Roberts, and A. K. Mattoo, "Sustainable crop production systems and human nutrition," *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 3, pp. 72, 2019.
- [6] H. Ritchie, and M. Roser "Land use," *Our World in Data*, 2019, <https://ourworldindata.org/land-use>.
- [7] M. Gül, and M. G. Akpınar, "Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi," *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 19, no. 1, ss.15-27, 2006.
- [8] H. Doğanay, A. Çavuş, *Türkiye Ekonomik Coğrafyası*, 7. Baskı, Ankara, Türkiye: Pagem Akademi Yayıncılık, 2011, ss. 142.
- [9] Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, "2020 yılı kuru üzüm sektör raporu," Türkiye, 2021.
- [10] B. Sırlı Alsancak, M. Peşkiroğlu, H. Torunlar, K. A. Özaydın, A. Mermer, S. Kader, M. G. Tuğaç, O. Aydoğmuş, Y. Emeklier, Y. E. Yıldırım, ve S. Kodal, "Türkiye'de üzüm (*Vitis* spp.) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak İklim ve Topoğrafya Faktörlerine Göre Belirlenmesi", *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, c. 24, no. 1, ss. 56-64, 2005.

- [11] E. Akpınar ve Ş. Çelikoğlu, “Karaerik (Cimin) üzümünün Erzincan ekonomisine ve tanıtımına katkıları”, Uluslararası Erzincan Sempozyumu, Erzincan, 2018.
- [12] A. P. Ekinci, “Erzincan üzümünün (*Vitis vinifera* ssp. Cimin) farklı dokularına ait ekstraktların antioksidan özelliklerinin in vitro incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye, 2008.
- [13] N. N. Kalkan, H. Öz, ve R. Cangı, “Saruç’un üretim tekniği ve bazı fiziksel-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi”, *Gıda ve Yem Bilimi-Teknoloji Dergisi*, c. 12, ss.11-18, 2012.
- [14] C. J. Dillard, and J. B. German, “Phytochemicals: nutraceuticals and human health,” *Journal of Science of Food and Agriculture*, vol. 80, pp. 1744-1756, 2000.
- [15] R. L. Prior, “Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage,” *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, pp. 570-578, 2003.
- [16] H. Ozpinar, N. Ozpinar, and S. Karakus, “The effects of Erzincan grape (*Vitis vinifera* spp., Cimin) and benzothiazol on a *Caenorhabditis elegans* organism model,” *Pharmacognosy Magazine*, vol. 13, no. 2, pp.380, 2017.
- [17] R. Hornedo-Ortega, M. R. González-Centeno, K. Chira, M. Jourdes, and P. L. Teissedre, “Phenolic compounds of grapes and wines: Key compounds and implications in sensory perception,” in *Chemistry and biochemistry of winemaking, wine stabilization and aging*, London, United Kingdom: IntechOpen, 2020, pp. 1-27.
- [18] V. M. Burin, L. D. Falcão, L. V. Gonzaga, R. Fett, J. P. Rosier, and M. T. Bordignon-Luiz, “Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice”, *Food Science and Technology*, vol. 30, no. 4, pp. 1027-1032, 2010.
- [19] D. Šuković, B. Knežević, U. Gašić, M. Sredojević, I. Ćirić, S. Todić, J. Mutić, and Ž. Tešić, “Phenolic profiles of leaves, grapes and wine of grapevine variety vranac (*Vitis vinifera* L.) from Montenegro,” *Foods*, vol. 9, no. 2, pp. 138, 2020.
- [20] E. S. Lago-Vanzela, R. Da-Silva, E. Gomes, E. Garcia-Romero, and I. Hermosin-Gutierrez, “Phenolic composition of the Brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS Morena”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, no. 15, pp. 8314-8323, 2011.
- [21] I. Hermosín-Gutiérrez, S. Gómez-Alonso, J. Pérez-Navarro, A. Kurt, N. Colak, E. Akpınar, S. Hayırlıoğlu-Ayaz, and F. A. Ayaz, “*Vitis vinifera* Turkish grape cultivar Karaerik. Part I: anthocyanin composition, and identification of a newly found anthocyanin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 100 no. 3, pp.1301-1310, 2020.
- [22] M. Bouafia, N. Colak, F. A. Ayaz, A. Benarfa, M. Harrat, N. Gourine, and M. Yousfi, “The optimization of ultrasonic-assisted extraction of *Centaurea* sp. antioxidative phenolic compounds using response surface methodology,” *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, vol. 25, 100330, 2021.
- [23] P. Doshi, P. Adsule, K. Banerjee, and D. Oulkar, “Phenolic compounds, antioxidant activity and insulinotropic effect of extracts prepared from grape (*Vitis vinifera* L) by products” *Journal of Food Science and Technology*, vol.52 no.1, pp.181-190, 2015.
- [24] A. Mota, J. Pinto, I. Fartouce, M. J. Correia, R. Costa, R. Carvalho, A. Aires, and A. A. Oliveira, “Chemical profile and antioxidant potential of four table grape (*Vitis vinifera*) cultivars grown in Douro region, Portugal,” *Ciência e Técnica Vitivinícola*, vol. 33, no. 2, 125-135, 2018.

- [25] M. Kupe, N. Karatas, M. S. Unal, S. Ercisli, and M. Baron, "Phenolic composition and antioxidant activity of peel, pulp and seed extract of different clones of the Turkish grape cultivar 'Karaerik'," *Plants*, vol. 10, pp. 2154, 2021.
- [26] O. Prakash, A. Supriya, and V. B. Kudachikar, "Physicochemical changes, phenolic profile and antioxidant capacities of colored and white grape (*Vitis vinifera* L.) varieties during berry development and maturity," *International Journal of Fruit Science*, vol. 20, no. S3, pp. 1773-1783, 2020.
- [27] F.-X. Li, F.-H. Li, Y.-X. Yang, R. Yin and J. Ming, "Comparison of phenolic profile and antioxidant activities in skins and pulps of eleven grape cultivars (*Vitis vinifera* L.)," *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 18, no. 5, pp. 1148-1158, 2019.
- [28] S. P. Eyduran, M. Akin, S. Ercisli, E. Eyduran and D. Maghradze, "Sugar, organic acids, and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) from Igdir province Eastern Turkey," *Biological Research*, vol. 48, pp. 2, 2015.
- [29] O. R. Alara, N. H. Abdurahman, and C. I. Ukaegbu, "Extraction of phenolic compounds: A review," *Current Research in Food Science*, vol. 4, pp. 200-214, 2021.
- [30] A. Żwir-Ferenc, and M. Biziuk, "Solid phase extraction technique. Trends, opportunities and applications," *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 15, no. 5, pp. 677-690, 2006.
- [31] M. Herrero, M. Plaza, A. Cifuentes, and E. Ibáñez, "Extraction techniques for the determination of phenolic compounds in food," *Comprehensive Sampling and Sample Preparation*, vol. 4, pp. 159-180, 2012.
- [32] S. Hayli, "Erzincan ovası ve yakın çevresindeki köylerin başlıca coğrafi özellikleri," *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, c. 12, no. 1, ss. 1-24, 2002.