

Asma Çeşitlerinin Tanımlanmasında Yüksek Çözünürlüklü Erime (HRM) Yöntemi

Mehmet KOÇ^{1*}, Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU², Kürşat Alp ASLAN³, Ümit Haydar EROL⁴, Muhittin KULAK⁵

¹Dr. Öğr. Üyesi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kilis; ORCID: 0000-0001-5922-5026

²Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adıyaman; ORCID: 0000-0001-8060-3407

³Ziraat Yük. Müh., Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep; ORCID: 0009-0009-5785-3833

⁴Öğr. Gör. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kilis; ORCID: 0000-0001-6126-5844

⁵Doç. Dr., Iğdır Üniversitesi, Iğdır Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl., Iğdır; ORCID: 0000-0003-3673-9221

ÖZ

Asma, dünya genelinde neredeyse tüm kıtalarda ekonomik olarak yetiştirilebilen önemli bir meyve türüdür. Günümüzde en geniş yayılıma sahip asma türü olan *Vitis vinifera* L.'nin 12000'den fazla çeşidinin olduğu tahmin edilmektedir. Anadolu coğrafyasında uzun bir geçmişe sahip olan bağcılık, farklı ekolojik koşullara adaptasyon sağlamış ve çeşitli özelliklere sahip geniş bir asma genetik havuzunun oluşmasına olanak tanımıştır. Türkiye'de, genetik kaynakların korunması projesi kapsamında 1500'e yakın üzüm genotipi tespit edilmiş olup koruma ve muhafaza altına alınmıştır. Ancak bu geniş genetik havuz içinde birçok homonim ve sinonim üzüm çeşidinin ve genotipinin yer aldığı da gözlemlenmektedir. Özellikle şarap üretiminde üst sıralarda yer alan ülkelerde, üzüm çeşitlerinin doğru bir şekilde tanımlanması büyük önem taşırken, Türkiye'de yerel çeşitler üzerine yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır. Üzüm çeşitlerinin tanımlanmasında morfolojik yöntemler bazen yetersiz kaldığından, özellikle homonim ve sinonim çeşitlerin ayırt edilmesinde moleküler yöntemler kullanılması daha kesin sonuçların elde edilmesini açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle, Yüksek Çözünürlüklü Erime (HRM) yönteminin üzüm çeşitlerinin tanımlanmasında kullanılması, etkili ve ekonomik bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Bu derlemede, HRM yönteminin üzüm çeşitlerinin tanımlanmasında ve bağcılığın diğer alanlarında nasıl kullanılabilirliği özetlenerek sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: HRM, *Vitis vinifera* L., SSR, genetik çeşitlilik

High Resolution Melting (HRM) Method for Identification of Vine Varieties

ABSTRACT

The grapevine is an important fruit species that can be economically cultivated on almost all continents worldwide. *Vitis vinifera* L., the most widely distributed grapevine species, is estimated to have more than 12000 varieties. Viticulture, which has a long history in Anatolia, has adapted to different ecological conditions and allowed the formation of a large grapevine genetic pool with various characteristics. In Turkey, nearly 1500 grape genotypes have been identified and taken under protection and conservation within the scope of genetic resources conservation project. However, it is also observed that there are many homonymous and synonymous grape varieties and genotypes in this large genetic pool. While accurate identification of grape varieties is of great importance, especially in countries that rank high in wine production, research on local varieties in Turkey is limited. Since morphological methods are sometimes insufficient in grape variety identification, it is important to use molecular methods to obtain more precise results, especially in distinguishing homonymous and synonymous varieties. Therefore, the use of High-Resolution Melting (HRM) method for grape variety identification is an effective and economical option. In this review, we summarize how the HRM method can be used in grape variety identification and other areas of viticulture.

Keywords: HRM, *Vitis vinifera* L., SSR, genetic diversity

GİRİŞ

Geçmiş 150 milyon yıl öncesine dayandığı tahmin edilen asma bitkisi hem meyvesi olan üzümlerin hem de üzümde elde edilen şarabın, tarihsel olarak Sami halkların kurduğu uygarlıklardan Roma imparatorluğuna kadar tüketiminin

sürdürülmesinin yanı sıra çeşitli dini ve kültürel ritüellerde de yer alması nedeniyle pek çok kültürün önemli bir parçası olmuştur [11, 30]. Botanik olarak Vitaceae (asmagiller) ailesi altında sınıflandırılmaktadır [6]. Günümüzde de dünyada yoğun olarak yetiştiriciliği sürdürülen asmaların, en geniş yayılıma ve yüksek ekonomik değere sahip olan

*Sorumlu yazar / Corresponding author: mk_mehmetkoc@outlook.com

türü *Vitis vinifera* L.'dir [12]. *Vitis vinifera* L. türüne ait çeşitler ve tipler, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon yeteneklerinin yüksek olması nedeniyle Anadolu'nun da içinde bulunduğu Transkafkasya gen merkezinden göç veya ticaret gibi insan hareketleri neticesinde bütün dünyaya yayılmıştır [21].

Vitis vinifera L. türüne ait dünya genelinde çok fazla çeşit bulunmasına rağmen özellikle 1950'li yıllarda Avrupa'da başlayan ıslah çalışmaları neticesinde özellikle şaraplık olarak değerlendirilen bazı üzüm çeşitlerinin bağcılıkta baskın hale gelmesi genetik çeşitliliğin erozyonuna sebep olmuştur [1]. Türkiye, bu türün gen merkezi olan coğrafyanın bir bölümünü kapsamaya sayesinde pek çok varyeteye ev sahipliği yapmaktadır [7]. Özellikle farklı ekolojik özelliklere sahip bölgelerde otokton üzüm çeşitlerinin varlığı, Türkiye'nin büyük asma genetik çeşitliliğinin kanıtı niteliğindedir. Ancak bağcılıkla uğraşan üreticilerin ekonomik olarak diğer tarımsal ürünlere kıyasla daha düşük kazanç elde etmeleri ve ülkemizin üzüm ve üzüm ürünlerine ait dünyadaki pazar payının her geçen gün azalması yetiştiricileri bağcılıktan uzaklaştırmaktadır [5, 18, 27]. Bu durum asma gen kaynaklarımızın etkin kullanılamamasına, mevcut bağ alanlarının azalmasına, yerel ve az bilinen üzüm çeşitlerinin kaybolmasına neden olmaktadır.

Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından 1965 yılında başlatılan "Asma Genetik Kaynaklarının Belirlenmesi, Muhafazası ve Tanımlanması" projesi ile Koleksiyon bağı oluşturulmuştur. Bu Milli Koleksiyon Bağında yaklaşık olarak 1500'e yakın yerel üzüm çeşidi ve genotipi bunun yanı sıra Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde Bağ Genetik Kaynakları projesi kapsamında 117 yerel üzüm çeşit ve genotipler muhafaza altına alınmıştır [29]. Gerek bu genotiplerin korunması gerekse diğer yerel genotiplerin belirlenip koruma altına alınması Türkiye bağcılığının geleceği ve sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Nitekim farklı araştırmacıların ortaya koydukları iklim değişimi senaryolarına göre hali hazırda su kıtlığı sınırındaki ülkelerden biri olan Türkiye'nin, etkisi giderek artan su kıtlığı ve buna bağlı su krizi ile baş başa kalacağı tahmin edilmektedir [17, 28]. Bununla birlikte iklim değişikliğine bağlı olarak mevcut üretim alanlarında bitki hastalık ve zararlılarının yoğunluklarının ve zararlarının da önemli ölçüde değişim göstereceği düşünülmektedir. Bu nedenler göz önüne alındığında sürdürülebilir bağcılık açısından; sıcak-kurak koşullara iyi adapte olabilecek ve hastalık ve zararlılara karşı direnci yüksek üzüm çeşitlerinin ıslah edilmesi oldukça önemlidir [22].

Yeni üzüm çeşitlerinin ıslahında kullanılacak ebeveyn adaylarının söz konusu özelliklere sahip

olup olmadıklarının belirlenmesi ve birbirlerinden farklarının ortaya konması için her geçen gün gelişen moleküler tanımlama tekniklerinin hem koruma altına alınmış hem de henüz korunmaya alınmamış üzüm çeşitlerinin tanımlanmasında kullanılması gerekmektedir. Asma gen kaynaklarının korunmasının yanı sıra özelliklerinin belirlenip sınıflandırılması bu açıdan önemlidir. Ayrıca Türkiye'de özellikle geleneksel bağcılığın sürdürüldüğü yörelerde bağların çoğunlukla vejetatif yöntemlerle çoğaltılmış materyallerle tesis edilmiş olması, bazı çeşitlerin bir bölgeden diğerine götürülürken ismine dikkat edilmemesi ve bu üzüm çeşitlerine bölgeye özgü farklı adlar konulması; üzüm çeşitlerinin tanımlanmasında karışıklıklara yol açmıştır. Türkiye asma germplazmında oldukça fazla sayıda homonim ve sinonim çeşitler bulunmaktadır [16]. Bu çalışmada, Türkiye asma genetik kaynaklarının tanımlanmasına ve gelecekte yapılması planlanan ıslah çalışmalarına katkı sunacağını düşündüğümüz HRM yöntemi hakkında bilgiler sunulmuştur.

ASMA ÇEŞİTLERİNİN TANIMLANMASI

Üzüm çeşit ve genotiplerin doğru sınıflandırılması ve tanımlanması hem ekonomik açıdan hem de ıslah programlarının doğru başlatılması bakımından büyük bir öneme sahiptir. İlk kez 1661 yılında Sachs tarafından kullanılan "Ampelografi", üzüm bitkisinin tanımlanması ve sınıflandırılmasıyla ilgilenen bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır [26]. Daha sonra Türkiye'de ve dünya da yaygın olarak bağcılık yapılan diğer ülkelerde de üzüm çeşitlerinin tanımlanması ve morfolojik, pomolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yürütülmüştür [33, 34, 36, 37, 46, 54]. Ancak çalışmalarda araştırmacıların bulgularının belirli bir standart dahilinde sunulması ve farklı araştırmacıların bulgularının daha kolay karşılaştırılabilmesi için Ampelografik karakterizasyonda incelenen özelliklerin ve bunlara ait bir tanımlayıcının oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle 1983 yılında CGIAR (Uluslararası Tarımsal Araştırmalarla İlgili Danışma Grubu)'ın alt kurulu olan IBPGR (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Kurulu) tarafından, 1997 yılında ise IPGRI (Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Merkezi), OIV (Uluslararası Bağcılık ve Şarapçılık Ofisi) ve UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Birliği) tarafından desteklenen çalışmalar sonucunda çeşitlerin tanımlanmasında kullanılan 'Üzüm Tanımlayıcıları' (Descriptors for Grape) eserinde standartlar oluşturulmuştur [14, 35]. Bu normlar başlangıçta fenolojik gözlemlere ve morfolojik,

pomolojik özelliklerin tanımlanmasına dayalı olarak başlamıştır. Nitekim bu tanımlayıcının oluşturulmasından sonra Türkiye’de ve dünyada birçok ampelografi çalışmasında bu normlar kullanılmıştır [32, 39, 38, 56, 58, 59, 53, 41, 40]. Buna karşın son yıllarda moleküler araştırmaların gelişmesi ve asma bitkisinin morfolojik, pomolojik özelliklerinin çevresel faktörlerden etkilendiğinin saptanması nedeniyle temel ampelografik tanımlayıcıların yanı sıra asmaların genetik özelliklerine dayalı karakterizasyonlarının da yapılması gerektiği, genel kabul görmektedir [57, 44, 43, 45, 60]. Geçtiğimiz 25 yılda Türkiye’de florasında yer alan ve kültürü yapılan asma tür ve çeşitlerinin moleküler markörlerle tanımlanmasına yönelik çalışmalara hız verilmiş ve RFLP, AFLP, RAPD, SSR ve ISSR yöntemleri kullanılan araştırmalar farklı araştırmacılar tarafından yürütülmüştür [64, 62, 63, 65, 42, 61, 66]. Bunların yanı sıra son yıllarda yapay zekâ destekli uygulamalar sayesinde; dijital tanılama/sınıflandırma (DC), dijital ampelometri (DA), makine öğrenimi (ML), derin öğrenme (DL), evrimsel sinir ağları (CNN), yapay sinir ağları (ANN) ve benzeri metotlar kullanılarak üzüm çeşitlerinin tanımlanması, sınıflandırılması üzerine çalışmalar yürütülmektedir [55, 48, 49, 51, 50, 47]. Türkiye’de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerine, söz konusu metotlardan bazıları kullanılarak yapılmış araştırmalar olmasına karşın bu çalışmalar oldukça sınırlıdır [68, 67, 52]. Bu nedenle yerli üzüm çeşitlerinin tanımlanması ve sınıflandırılmasına yönelik yapay zekâ destekli tanılama teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılması amacıyla yeni çalışmaların kurgulanması ve yürütülmesi, ülkemizin bu alandaki yeni gelişmelere hakim olması açısından önem arz etmektedir.

GENETİK VE MOLEKÜLER GELİŞMELER

Genetik tanımlamada kullanılan yöntemler hibridizasyona dayalı ve PCR tabanlı olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Etkinlik ve güvenilirlik bakımından PCR tabanlı yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöntemler arasında, RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), SSR (Simple Sequence Repeats), ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ve SNP (Single Nucleotide Polymorphism) gibi markör sistemleri bulunmaktadır. SSR son yirmi yıldır hipervaryabilite, kodominans ve çoklu değişkenlik özelliklerinden dolayı oldukça popüler genetik belirteçler olmuştur [31]. Hatta OIV çalışmalarda kullanılmak üzere çekirdek seti olarak yüksek polimorfik özelliğe sahip

VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VrZAG62, VrZAG79 SSR markörleri paylaştıran gen bankalarının karşılaştırılabilirliği için ortak bölge olarak tercih etmiştir [23]. Liste daha sonra VVMD25, VVMD28, VVMD32 SSR markörleri eklenerek güncellenmiştir [24].

HRM TEKNİĞİ VE ÇEŞİT TANILAMASI

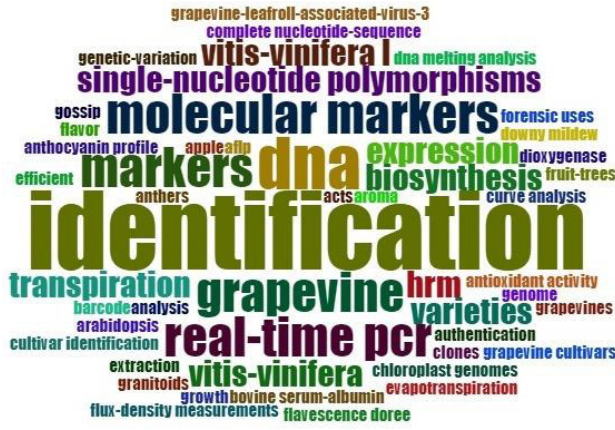
HRM hedeflenen DNA bölgelerinin PCR amplifikasyonundan sonra, DNA parçaları arasındaki bağların sıcaklık ile kinetik enerjisi atılarak hidrojen bağlarının parçalanması temeli esasına dayanır. Genetik materyalin termal denatürasyonuna (erimesine) A/T ve G/C arasındaki hidrojen bağlarının koparken floresan özellikli boyanın ışınımı hassas cihazlar yardımıyla toplanarak bir erime eğrisi vermektedir. Bu sayede dizinde bulunan tek baz değişiminin bile saptanmasına olanak sağlamaktadır [8]. Tek nükleotid polimorfizmi (SNP) ve İNDEL (genoma bazların eklenmesi veya silinmesi) ile oluşan mutasyonların tespiti ile aynı SSR primeri kullanılarak daha fazla bilginin üretilmesi sağlanır. Analizin süresi ve maliyeti PCR ile benzer olsa da ikinci bir basamak olan jel elektroforezine gerek duyulmamaktadır. Ayrıca kapiler elektroforez gibi pahalı değildir [9]. Tek tüpte olması kontaminasyonu önlediği gibi Etidyum bromür gibi kimyasallara maruz kalınmamaktadır. Ancak çalışılan örneğin PCR cihazının kapasitesi kadar olması, üstünde olduğunda sürekli negatif ve pozitif kontrollerin tekrar konulmasına ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra, primerin spesifik olması ve çoğaltılan DNA bölgelerinin uzunluğunun benzer olması farklı sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle sekans analizine ihtiyaç duyulabilmektedir [2].

ASMA’DA HRM YÖNTEMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Scopus veri tabanından “Grapevine” ve “HRM” kelimeleri kullanılarak yapılan aramada (20.09.2023 tarihi itibarı ile) toplam 21 adet dokümana rastlanılmıştır. Şekil 1’de bu dokümanlarda en çok kullanılan anahtar kelimeler ile oluşturulan “kelime bulutu” görüldüğü üzere, HRM yöntemi bağcılıkta en fazla tanılama çalışmalarında kullanılmıştır. Ayrıca farklı amaçlar ile çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

Asma bitkisinde HRM yönteminin kullanılabilirliği üzerine yapılan bir çalışmada Amerikan anaçları ve şaraplık çeşitler referans olarak kullanılmıştır. Çalışmada 5C, SO4, 125AA, 161-49C, 3309C ve 420 Amerikan asma anaçları ve örnekler ZAG62 SSR markörü ile net bir şekilde ayrılmıştır. Birbiriyle yakın akraba olan asma anaçları OIV

tarafından kullanılan SSR markörleri ile kolayca ayırtılabilmektedir. Yine aynı çalışmada şaraplık çeşitlerden, alınan örnekler ile HRM yöntemi ile birbirlerinden ayırılmış ve çalışma sonucunda HRM yönteminin asmaların tanılanmasında kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır [19]. Portekiz’de bulunan eski bağlardaki yerel üzüm popülasyonunun tanımlanması ile ilgili yapılan çalışmada antosiyonin sentezi ile ilişkili UFGT gen bölgesinde 58 farklı SNP sayesinde 22 yerel asma varyetesinin 18’i sınıflandırılabilmiştir [3]. Gomes vd. [13]’nın yapmış oldukları çalışmada HRM yöntemi; LDOX gen bölgelerinin kıyaslanmasında 20 çeşidi 4 ana gruba ayırırken, polimorfizmi daha yüksek olan F3H geni ile bu 20 üzüm çeşidini 7 gruba ayırmıştır.



Şekil 1. Scopus veri tabanında “grapevine” ve “HRM” anahtar kelimeleri kullanılarak çalışmalardaki en fazla kullanılan anahtar kelimeler ile yapılan “kelime bulutu” görseli

Genetik tanımlamanın yanı sıra HRM yöntemi; üzüm ürünlerinden elde edilmiş gıdaların kontrolünde, çeşitli hastalıkların teşhisinde/tanısında ve ıslah programlarında etkin bir şekilde kullanılabilir. Şarapta apelyasyon önemli bir unsurdur. Asma yaprak, şıra ve şarap için özel geliştirilen Vv1, Vv2 ve Vv3 primerleri oluşturulmuştur. HRM testinde Vv1 geninde yaprak ve şırada başarılı sonuçlar alınırken Vv2 geninde tüm örneklerin testinde başarılı sonuç sergilemiş ve ayırmanın doğru bir şekilde yapılmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca Vv3 geninde yaprak ve şarap ayrılmasına olanak sağlamıştır [25]. Bunların yanı sıra HRM yöntemi, asma virüslerinin saptanmasında ve hatta aynı virüs ailesinin farklı varyantlarının belirlenmesinde de kullanılabilmektedir [4, 15]. Islah çalışmalarında ise bu yöntem, homozigot- heterozigot teşhisinde kullanılabilir (Anhalt vd., 2013). Örneğin, Vv1AGL11 geni üzerinde Arg-197-Leu mutasyonu [G/T] homozigot çekirdeksizlik ve heterozigot

çekirdeksizliğin ve ayrıca çekirdekli çeşitlerin HRM yöntemi ile ayrılmasına olanak sağlamaktadır [20]. Ayrıca üzüm çeşitlerinde tanenin muscat aromasına sahip olması önemli bir özelliktir. VviDXS geni üzerindeki SNPs (SNP 1784T>C, SNP 1822G>T, SNP 1917A>G ve SNP 1922C>T) oluşan mutasyon muskat aromasını etkilemektedir. Bu SNP’lerden yararlanarak genotiplerin muscat aromasına sahip olup olmadığı HRM yöntemi ile erkenden belirlemek mümkündür [10].

SONUÇ

HRM analizi, DNA dizilerinin veya varyantlarının erime özelliklerini kullanarak farklılıkları belirlemeye yardımcı olan bir tekniktir. Bu analiz, genetik değişiklikleri veya varyantları hızlı ve hassas bir şekilde tespit etmek için kullanılır. Asma çeşitlerinin tanımlanması, genetik varyantların ayırt edilmesi ve moleküler düzeyde farklılıkların anlaşılması için güçlü bir araç olarak kullanılabilir. Ayrıca HRM yönteminin çoklu amaçlar ile bağcılıkta kullanılabilmesi büyük avantaj sağlamaktadır.

HRM yönteminin Türkiye asma gen kaynaklarının tespiti ve korunması çalışmalarında, bağ bölgelerinde görülen hastalıkların genetik karakterizasyonlarının yapılmasında, son yıllarda sayıları artan üzüm çeşidi ve asma anacı ıslah çalışmalarında adayların seçim sürecinin hızlandırılmasında kullanımının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Atak, A., Kahraman, K.A., Söylemezoğlu, G. 2014. Ampelographic identification and comparison of some table grape (*Vitis vinifera* L.) clones. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 42(2):77-86.
2. Azizi, M.M.F., Lau, H.Y., Abu-Bakar, N. 2021. Integration of advanced technologies for plant variety and cultivar identification. *Journal of Biosciences* 46:1-20.
3. Barrias, S., Pereira, L., Rocha, S., De Sousa, T.A., Ibáñez, J., Martins-Lopes, P. 2023. Identification of Portuguese Traditional Grapevines Using Molecular Marker-Based Strategies. *Scientia Horticulturae* 311:111826.
4. Bester, R., Jooste, A.E., Maree, H.J., Burger, J.T. 2012. Real-time RT-PCR high-resolution melting curve analysis and multiplex RT-PCR to detect and differentiate grape-vine leafroll-associated virus 3 variant groups I, II, III and VI. *Virology Journal* 9:1-12.

5. Binici, T., Gürsöz, S., Odabaşioğlu, M.İ., Palabıçak, M. 2021. TRC3 bölgesinde bağcılığın geliştirilmesi raporu. Dicle Kalkınma Ajansı, Mardin, 107s.
6. Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G. 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253s.
7. Çelik, H., Kunter, B., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G., Atak, A. 2010. Bağcılığın geliştirilmesi yöntemleri ve üretim hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, Ankara, s:493-513.
8. Dirican, E., Akkiprik, M. 2017. Moleküler tanıda yüksek çözünürlüklü erime yöntemi ve klinik önemi. Clinical and Experimental Health Sciences 7(1):20-26.
9. Distefano, G., Caruso, M., La Malfa, S., Gentile, A., Wu, S.B. 2012. High resolution melting analysis is a more sensitive and effective alternative to gel-based platforms in analysis of SSR-an example in citrus. PLoS ONE 7(8):e44202.
10. Emanuelli, F., Sordo, M., Lorenzi, S., Battilana, J., Grando, M.S. 2014. Development of user-friendly functional molecular markers for VvDXS gene conferring Muscat flavor in grapevine. Molecular Breeding 33:235-241.
11. Gautier, J.F. 2005. Şarabın Tarihi (Çeviri). Dost Kitapevi Yayınları, Ankara, 126s.
12. Goldammer, T. 2013. Grape grower's handbook, a complete guide to viticulture for wine production (1. edit.). Apex Publishers, Virginia, 555p.
13. Gomes, S., Castro, C., Barrias, S., Pereira, L., Jorge, P., Fernandes, J.R., Martins-Lopes, P. 2018. Alternative SNP detection platforms, HRM and biosensors, for varietal identification in *Vitis vinifera* L. using F3H and LDOX genes. Scientific Reports 8(1):5850.
14. IPGRI, UPOV, OIV. 1997. Descriptors for grapevine (*Vitis* spp.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Geneva, Switzerland/Office International de la Vigne et du Vin, Paris, France/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
15. Jooste, A.E., Molenaar, N., Maree, H.J., Bester, R., Morey, L., De Koker, W.C., Burger, J.T. 2015. Identification and distribution of multiple virus infections in grapevine leaf-roll diseased vineyards. European Journal of Plant Pathology 142:363-375.
16. Karataş, H., Ağaoğlu, Y.S. 2008. Genetic diversity among Turkish local grape accessions (*Vitis vinifera* L.) using RAPD markers. Hereditas 145(2):58-63.
17. Kılıç, S. 2008. Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi 39(Ekim):161-186.
18. Kiracı, M.A., Şenol, M.A. 2017. Türkiye bağcılığında ekonomik durum analizi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştay Özel Sayı):122-131.
19. Mackay, J.F., Wright, C.D., Bonfiglioli, R.G. 2008. A new approach to varietal identification in plants by microsatellite high resolution melting analysis: application to the verification of grapevine and olive cultivars. Plant Methods 4(1):1-10.
20. Ocares, N., Jiménez, N., Núñez, R., Perniola, R., Marsico, A.D., Cardone, M.F., Bergamini, C., Mejía, N. 2020. Unraveling the deep genetic architecture for seed lessness in grapevine and the development and validation of a new set of markers for Vviagl11-Based gene-assisted selection. Genes 11(2):151.
21. Odabaşioğlu, M.İ. 2020. Semi-arid koşullarda farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen sofralık üzüm çeşitlerinin verim, kalite ve çekirdek özellikleri ile stoma morfolojilerinin incelenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 307s.
22. Odabaşioğlu, M.İ., İşlek, F., Çakır, A. 2021. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye bağcılığının geleceğine muhtemel etkileri. In: Tarım Uygulamalarında Yenilikçi Yaklaşımlar (Edit: Kökten, K., İnci, H.) İksad Publishing House, s:257-294.
23. OIV 2014. Descriptor list for grape varieties and vitis species. 2. Edition of the OIV. <http://www.oiv.int> (Erişim Tarihi: 24.09.2023).
24. Panara, F., Bergamini, C., Palliotti, A., Calderini, O. 2018. Use of molecular markers (SSRS) and public databases in *Vitis vinifera* L. as the main case of efficient crop cultivar identification. JOJ Hortic. Arboric 2(1):555576.
25. Pereira, L., Gomes, S., Barrias, S., Fernandes, J.R., Martins-Lopes, P. 2018. Applying high-resolution melting (HRM) technology to olive oil and wine authenticity. Food Research International 103:170-181.
26. Sachs, P.J. 1661. Ampelographia sive *Vitis viniferae* ejusque partium consideratio physico-philologico-historico-medico-chymica. Leipzig, Germany, 670p.
27. Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A.D., Kiracı, M.A. 2015. Türkiye bağcılığının genel durumu. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2):42-51.

28. Turan, E.S. 2018. Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi 4(1):63-69.
29. Uysal, T., Boz, Y., Yaşasın, A.S., Gündüz, A., Avcı, G.G., Sağlam, M., Öztürk, L., Kıran, T., Solak, E. 2016. Türkiye asma genetik kaynaklarının belirlenmesi, muhafazası ve tanımlanması üzerinde araştırmalar (milli koleksiyon bağı tesisi). Bahçe 45(Özel Sayı):525-529.
30. Yeğenoğlu, E.D., Aydın, Ş., Cuma, Arık., Gevrekçi, Y., Aşık, M. 2016. Üzümde çeşitliliğin belirlenmesinde morfolojik farklılıkların kullanılması. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi 2(22):13-20.
31. Yorgancılar, M., Yakışır, E., Erkoyuncu, M.T. 2015. Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 4(2):1-12.
32. Marasalı, B., Demir, İ., Çelik, H. 1988. Ankara koşullarında yetiştirilen yerli ve yabancı kökenli üzüm çeşitlerinin yaprak ampelografik ölçülerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Bağcılık Sempozyumu Bildiri Özetleri, 3 Haziran, Bursa, s:30.
33. Kısakürek, H. 1950. Güney-Doğu Anadolu ve bilhassa Gaziantep bağcılığı ve bu bölgede yetişen başlıca üzüm çeşitlerinin morfolojik vasıfları ve iktisadi önemleri üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:21, Ankara, 206s.
34. Oraman, N. 1937. Ankara vilayeti bağcılığı ve Ankara'da yetişen başlıca üzüm çeşitlerinin ampelografisi. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü, Ankara, 61:206.
35. IBPGR 1983. Descriptors for Grape. Rome, 93p.
36. Fidan, Y. 1976. Bağ-bahçe kürsüsü araştırma bağında yetiştirilen standart sofralık üzüm çeşitlerinin ampelografik vasıflar üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:590, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No:338, Ankara, 88s.
37. Oraman, M.N., Ağaoğlu, Y.S. 1969. Türkiye bağcılığının bugünkü durumu, gelişme imkanları ve memleketimizde mevcut başlıca sofralık, kurutmalık ve şaraplık üzüm çeşitleri üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:348, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No:221, Ankara, 67s.
38. Gürsöz, S. 1993. GAP alanına giren Güneydoğu Anadolu bölgesi bağcılığı ve özellikle Şanlıurfa ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik nitelikleri ile verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 363s.
39. Kara, Z. 1990. Tokat yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 318s.
40. Boso, S., Gago, P., Alonso-Villaverde, V., Santiago, J.L., Martinez, M.C. 2010. Ampelographic and agronomic variability of two Iberian grapevine cultivars grafted onto 110R and SO4 rootstocks. International Journal of Fruit Science, 10:195-214.
41. Güleryüz, M., Köse, C. 2003. Olur (Erzurum) ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34(3):205-209.
42. Sabır, A. 2008. Bazı üzüm çeşit ve anaçlarının ampelografik ve moleküler karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 154s.
43. Garcia-Muñoz, S., Muñoz-Organero, G., de Andrés, M. T., Cabello, F. 2011. Ampelography-an old technique with future uses: The case of minor varieties of *Vitis vinifera* L. from The Balearic Islands. Oeno One 45(3):125-137.
44. Casanova, J., Mozas, P., Marcide, J.M.O. 2011. Ampelography and microsatellite DNA analysis of autochthonous and endangered grapevine cultivars in the province of Huesca (Spain). Spanish Journal of Agricultural Research 9(3):790-800.
45. Carka, F., Maul, E., Sevo, R. 2015. Study and parentage analysis of old Albanian grapevine cultivars by ampelography and microsatellite markers. Vitis 54(Special Issue):127-131.
46. Pamir, T. 1956. Marmara bölgesi ve bilhassa Kocaeli bağcılığı ve bu bölgede yetişen başlıca üzüm çeşitlerinin ampelografik vasıfları ve iktisadi önemleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:96; Çalışmalar No:54, Ankara, 113s.
47. Magalhaes, S.C., Castro, L., Rodrigues, L., Padilha, T.C., De Carvalho, F., dos Santos, F.N., Pinho, T., Moreira, G., Cunha, J., Cunha, M., Silva, P., Moreira, A.P. 2023. Toward grapevine digital ampelometry through vision deep learning models. IEEE Sensors Journal 23(9):10132-10139.
48. Fuentes, S., Hernández-Montes, E., Escalona, J.M., Bota, J., Viejo, C.G., Poblete-Echeverría, C., Tongson, E., Medrano, H. 2018. Automated grapevine cultivar classification based on machine learning using leaf morpho-colorimetry, fractal dimension and near-infrared spectroscopy

- parameters. Computers and Electronics in Agriculture 151:311-318.
49. Gutiérrez, S., Fernández-Novales, J., Diago, M.P., Tardaguila, J. 2018. On-the-go hyperspectral imaging under field conditions and machine learning for the classification of grapevine varieties. Frontiers in Plant Science 9:1102.
50. Nasiri, A., Taheri-Garavand, A., Fanourakis, D., Zhang, Y.D., Nikoloudakis, N. 2021. Automated grapevine cultivar identification via leaf imaging and deep convolutional neural networks: a proof-of-concept study employing primary Iranian varieties. Plants 10(8):1628.
51. Franczyk, B., Hernes, M., Kozierekiewicz, A., Kozina, A., Pietranik, M., Roemer, I., Schieck, M. 2020. Deep learning for grape variety recognition. Procedia Computer Science 176:1211-1220.
52. Terzi, İ., Özgüven, M.M., Yağcı, A. 2023. Derin öğrenme teknikleri ile bazı üzüm çeşitlerinin tespiti. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 11(1):125-130.
53. Ünal, M.S. 2000. Malatya ve Elazığ illeri bağcılığı ile Malatya ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 105s.
54. Bioletti, F. 1938. Outline of ampelography for the vinifera grapes in California. Hilgardia 11(6):227-293.
55. Mancuso, S., Pisani, P.L., Bandinelli, R., Rinaldelli, E. 1998. Application of an artificial neural network (ANN) for the identification of grapevine genotypes. Vitis 37(1):27-32.
56. Ecevit, F.M., Kelen, M. 1999. Isparta (Atabey)'de yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23:511-518.
57. Moreno, S., Gogorcena, Y., Ortiz, J.M. 1997. Molecular markers for grapevine characterization and breeding. ITEA 93(3):135-155.
58. Boselli, M., Corso, C., Monaco, A. 2000. Ampelographic characterization of white grape varieties in Campania (southern Italy) by multivariate analysis. Acta Horticulturae 528:75-84.
59. Martinez, M.C., Pérez, J.E. 2000. The forgotten vineyard of the Asturias principedom (north of Spain) and ampelographic description of its grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). American Journal of Enology and Viticulture 51(4):370-378.
60. Milisic, K., Sivcev, B., Stajner, N., Jakse, J., Matijasevic, S., Nikolic, D., Popovic, T., Rankovic-Vasic, Z. 2021. Ampelographic and molecular characterization of grapevine varieties in the gene bank of the experimental vineyard 'Radmilovac' -Serbia. Oeno One, 55(4):129-144.
61. İşçi, B., Dilli, Y. 2015. Characterization of autochthonous grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) from the Aegean Region of Turkey using simple sequence repeats (SSRs). Journal of Agricultural Sciences 21(4):538-545.
62. Ağaoğlu, Y.S., Karataş, H., Ergül, A. 2005. Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde yaygın olarak yetiştirilen aynı isimli üzüm çeşitlerinin RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) tekniği ile moleküler özelliklerinin karşılaştırılması. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu, Tekirdağ, 1:238-244.
63. Ergül, A., Kazan, K., Aras, S., Çevik, V., Çelik, H., Söylemezoğlu, G. 2006. AFLP analysis of genetic variation within the two economically important Anatolian grapevine (*Vitis vinifera* L.) Varietal Groups. Genome, 49:467-475.
64. Polat, İ., Göçmen, M., Uzun, H.İ. 1998. Bazı melez üzüm çeşitlerinin DNA parmak izlerinin belirlenmesi. 4. Bağcılık Sempozyumu, Yalova, s:132-137.
65. Şelli, F., Bakır, M., İnan, G., Aygün, H., Boz, Y., Yaşasın, A.S., Özer, C., Akman, B., Söylemezoğlu, G., Kazan, K., Ergül, A. 2007. Simple sequence repeat-based assessment of genetic diversity in 'Dimrit' and 'Gemre' grapevine accessions from Turkey. Vitis 46(4):182-187.
66. Baykul, A., Söylemezoğlu, G. 2023. Eskişehir ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin SSR markörler ile tanımlanması. Bahçe 52(Özel Sayı 1):18-23.
67. İmak, A., Doğan, G., Şengür, A., Ergen, B. 2023. Asma yaprağı türünün sınıflandırılması için doğal ve sentetik verilerden derin öğrenme çıkarma, birleştirme ve seçmeye dayalı yeni bir yöntem. Int. J. Pure Appl. Sci., 9(1):46-55.
68. Erez, M.E., Fidan, M., Pınar, S.M., İnal, B., Kaya, Y., Altıntaş, S. 2017. Siirt ilinde yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin tanımlanması ve kalite değerlerinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(1):31-42.