

## HRM Tekniği ile Asma Çeşitlerinin Belirlenmesi ve Farklı Kullanım Alanları

Mehmet KOÇ<sup>1\*</sup>, Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU<sup>2</sup>, Kürşat Alp ASLAN<sup>3</sup>, Ümit Haydar EROL<sup>4</sup>, Muhittin KULAK<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl., Adıyaman; ORCID: 0000-0001-8060-3407

<sup>3</sup>Ziraat Yük. Müh., Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Gaziantep; ORCID: 0009-0009-5785-3833

<sup>4</sup>Öğr. Gör. Dr., Kilis 7 Aralık Üniv., İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Kilis; ORCID: 0000-0001-6126-5844

<sup>5</sup>Doç. Dr., Iğdır Üniv., Iğdır Teknik Bil. MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl., Iğdır; ORCID: 0000-0003-3673-9221

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: mk\_mehmetkoc@outlook.com

### ÖZ

Asma, dünya genelinde neredeyse tüm kıtalarda ekonomik olarak yetiştirilebilen önemli bir bitki türüdür. Günümüzde en geniş yayılıma sahip asma türü olan *Vitis vinifera* L.'nin 12.000'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. 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 kabul edilebilir sonuçların elde edilmesi açısından önem arz etmektedir. Son yıllarda öne çıkan Yüksek çözünürlüklü erime (HRM) analizi, DNA dizilerindeki genetik varyasyonları tanımlamak için kullanılan güçlü bir tekniktir. Bu nedenle, 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 kullanılabileceği özetlenerek sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek çözünürlüklü erime analizi, *Vitis vinifera* L., SSR, genetik çeşitlilik

### Identification of Grapevine Varieties by HRM Technique and Different Uses

#### ABSTRACT

The grapevine is an important plant 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 12.000 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. While accurate identification of grape varieties is of great importance, especially in countries that rank high in wine production, research on local varieties is limited in Turkey. Since morphological methods are sometimes inadequate in the identification of grape varieties, it is important to use molecular methods to obtain more precise results, especially in distinguishing homonymous and synonymous varieties. High resolution melting (HRM) analysis is a powerful technique used to identify genetic variation in DNA sequences. Therefore, the use of 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:** High resolution melting analysis, *Vitis vinifera* L., SSR, genetic diversity

### GİRİŞ

Geçmiş 150 milyon yıl öncesine dayandığı tahmin edilen asma bitkisi hem meyvesi olan üzümlerin hem de üzümünden 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 [1, 2]. Botanik olarak asmalar Vitaceae (asmağiller) ailesi altında sınıflandırılmaktadır [3]. Günümüzde de dünyada yoğun olarak yetiştiriciliği sürdürülen asmaların, en geniş yayılıma ve yüksek ekonomik değere sahip olan türü *Vitis vinifera* L.'dir [4]. *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

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: mk\_mehmetkoc@outlook.com

merkezinden göç veya ticaret gibi insan hareketleri neticesinde bütün dünyaya yayılmıştır [5].

*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 [6]. 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 [8, 9, 10]. Bu durum asma gen kaynaklarımızın etkin kullanılmamasına, 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 Müdürlüğünde Bağ Genetik Kaynakları projesi kapsamında 117 adet yerel üzüm çeşidi ve genotipleri muhafaza altına alınmıştır [11]. 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 [12, 13]. 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 uyum sağlayabilecek ve hastalık ve zararlılara karşı direnci yüksek üzüm çeşitlerinin ıslah edilmesi oldukça önemlidir [14].

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. Çeşit tanılamada PCR temelli pek çok yöntem geliştirilmiştir ve halen gelişmeye devam etmektedir. PCR temelli yöntemlerin arasından son yıllarda HRM analizi ön plana çıkmaya başlamıştır. HRM analizi, DNA erime (ayırışma) eğrilerindeki küçük farklılıkları tespit eden bir PCR sonrası yöntemdir. Hedef DNA bölgesini çoğaltarak ve ardından DNA’yı denatüre etmek için numuneyi kademeli olarak ısıtarak çalışır. DNA eridikçe, çift sarmallı DNA’ya bağlanan floresan bir boya sinyalinin kaybederek dizi varyasyonlarının tespit edilmesini sağlar [15]. Örnekler arasındaki erime sıcaklıkları ve eğri şekillerindeki farklılıklar tek nükleotid polimorfizmleri (SNP’ler), mutasyonlar, metilasyon farklılıkları ve diğer genetik varyasyonların varlığını ortaya çıkarabilir [16]. Homozigot varyantlar tipik olarak erime eğrisindeki sıcaklık kaymaları ile tanımlanırken, heterozigotlar eğri şeklinde değişiklikler gösterir. Benzersiz erime eğrisi profillerinin analizi yoluyla DNA örneklerindeki genetik varyasyonları tespit etmek için hassas, esnek ve güçlü bir tekniktir.

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 genetik koleksiyonu oldukça fazla sayıda homonim ve sinonim çeşitler bulunmaktadır [17]. 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 [18]. Daha sonra Türkiye’de ve dünyada yaygın olarak bağcılık yapılan diğer ülkelerde de üzüm çeşitlerinin tanımlanması ve morfolojik, pomolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yürütülmüştür [19, 20, 21, 22, 23, 24]. 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 Gen 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 [25, 26]. 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 [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35]. Buna karşın son yıllarda moleküler araştırmaların gelişmesi ve asma bitkisinin morfolojik ve pomolojik özelliklerinin çevresel faktörlerden etkilendiğinin saptanması nedeniyle temel ampelografik tanımlayıcıların yanı sıra asmaların genetik özelliklerine dayalı karakterizasyonlarının da yapılması gerektiği, genel kabul görmektedir [36, 37, 38, 39, 40]. 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 [41, 42, 43, 44, 45, 46, 47]. 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 [48, 49, 50, 51, 52, 53]. Türkiye'de yetiştirilen üzüm çeşitleri üzerine, söz konusu metotlardan bazıları kullanılarak yapılmış araştırmalar olmasına karşın bu çalışmalar oldukça sınırlıdır [54, 55, 56]. 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 hâkim 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 [57]. Hatta OIV çalışmalarda kullanılmaya başlanarak çekirdek seti olarak yüksek polimorfik özelliğe sahip VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VrZAG62, VrZAG79 SSR markörleri paylaştıran gen bankalarının karşılaştırılabilmesi için ortak bölge olarak tercih edilmiştir [58]. Liste daha sonra VVMD25, VVMD28, VVMD32 SSR markörleri eklenerek güncellenmiştir [59].

## HRM TEKNİĞİ VE ÇEŞİT TANILAMASI

HRM, hedeflenen DNA bölgelerinin PCR amplifikasyonundan sonra, DNA parçaları arasındaki bağların sıcaklık ile kinetik enerjisi artırılarak 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 [60]. 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 [15]. 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 [61].

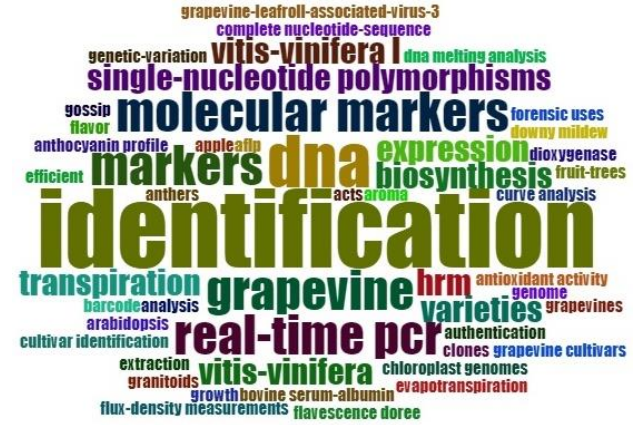
## ASMA'DA HRM YÖNTEMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

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 ayrıştırılabilmektedir. Yine aynı çalışmada şaraplık çeşitler, alınan örnekler ile HRM yöntemiyle birbirlerinden ayrılmış ve çalışma sonucunda HRM yönteminin asmaların tanılanmasında kullanılabilirliği etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır [62]. Portekiz’de bulunan eski bağlardaki yerel üzüm popülasyonunun tanımlanması ile ilgili yapılan çalışmada antosiyanin sentezi ile ilişkili UFGT gen bölgesinde 58 farklı SNP sayesinde 22 yerel asma varyetesinin 18’i sınıflandırılabilmiştir [63]. Gomes ve meslektaşları, 2018 yılında yapmış oldukları HRM yöntemi ile LDOX gen bölgelerinin kıyaslanmasında 20 çeşidi 4 ana gruba ayırırken, polimorfizmi daha yüksek olan F3H geni ile bu 20 üzüm çeşidini 7 gruba ayırmıştır [16].

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 şıradaki başarılı sonuçlar alınırken Vv2 geninde tüm örneklerin testinde başarılı sonuç sergilemiş ve ayırımın doğru bir şekilde yapılmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca Vv3 geninde yaprak ve şarap ayrılmasına olanak sağlamıştır [65]. Bunların yanı sıra HRM yöntemi, asma virüslerinin saptanmasında ve hatta aynı virüs ailesinin farklı varyantlarının belirlenmesinde de kullanılabilir [65, 66]. Islah çalışmalarında ise bu yöntem, homozigot- heterozigot teşhisinde kullanılabilir [67]. Örneğin, VviAGL11 geni üzerinde Arg-197-Leu mutasyonu [G/T] homozigot çekirdeksizlik ve heterozigot çekirdeksizliğin ve ayrıca çekirdekli çeşitlerin HRM yöntemi ile

ayrılmasına olanak sağlamaktadır [68]. 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 [69].



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

## SONUÇ

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 bölgelelerinde 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. Gautier, J.F. 2005. Şarabın tarihi (Çeviri). Dost Kitapevi Yayınları, Ankara, 126s.
2. 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.
3. Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G. 1998. Genel bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253s.
  4. Goldammer, T. 2013. Grape grower's handbook, a complete guide to viticulture for wine production (1.edit). Apex Publishers, Virginia, 555p.
  5. Odabaşoğlu, 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.
  6. 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.
  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-1. 11-15 Ocak, Ankara, s:493-513.
  8. 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.
  9. Kiracı, M.A., Şenol, M.A. 2017. Türkiye bağcılığında ekonomik durum analizi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştayı Özel Sayı):122-131.
  10. Binici, T., Gürsöz, S., Odabaşoğlu, M.İ., Palabıçak, M. 2021. TRC3 bölgesinde bağcılığın geliştirilmesi raporu. Dicle Kalkınma Ajansı, Mardin, 107s.
  11. 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.
  12. Kılıç, S. 2008. Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi 39(Ekim):161-186.
  13. Turan, E.S. 2018. Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi 4(1):63-69.
  14. Odabaşoğlu, 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.
  15. 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.
  16. 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.
  17. Karataş, H., Ağaoğlu, Y.S. 2008. Genetic diversity among Turkish local grape accessions (*Vitis vinifera* L.) using RAPD markers. Hereditas 145(2):58-63.
  18. Sachs, P.J. 1661. Ampelographia sive *Vitis viniferae* ejusque partium consideratio physico-philologico-historico-medico-chymica. Leipzig, Germany, 670p.
  19. Oraman, N. 1937. Ankara vilayeti bağcılığı ve Ankara'da yetişen başlıca üzüm çeşitlerinin ampelografisi. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü, Sayı:61, Ankara, 206s.
  20. Bioletti, F. 1938. Outline of ampelography for the vinifera grapes in California. Hilgardia, 11(6):227-293.
  21. 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 Üniv. Ziraat Fak., Yayın No:21, Ankara, 206s.
  22. 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.
  23. 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.
  24. Fidan, Y. 1976. Bağ-Bahçe kürsüsü araştırma bağında yetiştirilen standart sofralık üzüm çeşitlerinin ampelografik vasıflar üzerinde araştırmalar. Ankara Üni. Ziraat Fak., Yayın No:590, Bil. Araşt. ve İnc. No:338, Ankara, 88s.
  25. IBPGR, 1983. Descriptors for grape. Rome, 93p.
  26. 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.
27. 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.
28. Kara, Z. 1990. Tokat yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara, 318s.
29. 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 (Doktora Tezi), Adana, 363s.
30. 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.
31. 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.
32. Martínez, M.C., Pérez, J.E. 2000. The forgotten vineyard of the Asturias principality (north of Spain) and ampelographic description of its grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). American Journal of Enology and Viticulture 51(4):370-378.
33. Ünal, M.S. 2000. Malatya ve Elazığ illeri bağcılığı ile Malatya ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri (Doktora Tezi), 105s.
34. Gülerüz, M., Köse, C. 2003. Olur (Erzurum) ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34(3):205-209.
35. 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.
36. Moreno, S., Gogorcena, Y., Ortiz, J.M. 1997. Molecular markers for grapevine characterization and breeding. ITEA 93(3):135-155.
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. Polat, İ., Göçmen, M., Uzun, H.İ. 1998. Bazı melez üzüm çeşitlerinin DNA parmak izlerinin belirlenmesi. 4. Bağcılık Sempozyumu, Yalova, s:132-137.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. Sabır, A. 2008. Bazı üzüm çeşit ve anaçlarının ampelografik ve moleküler karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Adana, 154s.
46. 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.
47. Baykul, A., Söylemezoğlu, G. 2023. Eskişehir ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin SSR markörler ile tanımlanması. Bahçe 52(Özel Sayı 1):18-23.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. Franczyk, B., Hernes, M., Koziarkiewicz, A., Kozina, A., Pietranik, M., Roemer, I., Schieck, M. 2020. Deep learning for grape variety recognition. *Procedia Computer Science* 176:1211-1220.
52. 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.
53. 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 J.* 23(9):10132-10139.
54. Erez, M.E., Fidan, M., Pinar, 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.
55. 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.
56. 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.
57. Yorgancılar, M., Yakışır, E., Erkoyuncu, M.T. 2015. Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 4(2):1-12.
58. OIV, 2014. Descriptor list for grape varieties and vitis species. 2. Edition of the OIV. <http://www.oiv.int>: (Erişim Tarihi: 24.09.2023).
59. 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.
60. Dirican, E., Akkiprik, M. 2017. Moleküler tanıma yüksek çözünürlüklü erime yöntemi ve klinik önemi. *Clinical and Exp. Health Sci.* 7(1):20-26.
61. 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.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
65. 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.
66. 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.
67. Anhalt, U.C., Martini, K., Ruehl, E.H., Forneck, A. 2013. Tracing heterozygosity in the Vvlexp1 locus in grapevine by sequencing and high-resolution melt analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 138(2):120-124.
68. Ocarez, 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.
69. 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.