



Araştırma Makalesi

**Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi**

Serpil TANGOLAR<sup>1\*</sup>, Kaan Fethi KAYA<sup>1</sup>, Nuray MEŞE<sup>1</sup>,  
Melike ADA<sup>1</sup>, Ayfer ALKAN TORUN<sup>2</sup>

**ÖZ**

Çalışmada, 5BB, 41B, 140Ru, SO4, 110R, 1103P, Salt Creek ve Harmony anaçlarının *in vitro* koşullarda bitki büyüme performansları ile besin elementi alım düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anaçların bir gözlü yeşil mikro çeliklerinden, *in vitro*'da 1 mg L<sup>-1</sup> BAP içeren MS ortamında elde edilen sürgünler, 1 mg L<sup>-1</sup> IBA içeren ortamda 45 gün süreyle kültüre alınarak bunlarda kök oluşumu ve sürgün büyümesi sağlanmıştır. Sonuçta, en yüksek sürgün ve kök gelişim performansını sırasıyla 110R ve Harmony anaçlarının gösterdiği belirlenmiştir. Azot bakımından 5BB, 1103P ve 110R; P ve K için SO4; Ca için Salt Creek; Mg için 140Ru; Cu için Salt Creek; Mn için 110R; Fe için 140Ru ve Zn için 5BB'nin en yüksek değer veren anaçlar olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Asma anacı, doku kültürü, makroelement, mikroelement, SPAD değeri

**Determination of *In Vitro* Growth Performances and Nutrient Uptake Levels of Vine Rootstocks**

**ABSTRACT**

This study aimed to determine the plant growth performances and nutrient intake levels of 5BB, 41B, 140Ru, SO4, 110R, 1103P, Salt Creek, and Harmony rootstocks under *in vitro* conditions. The shoots obtained from one-bud green micro cuttings of rootstocks in MS medium containing 1 mg L<sup>-1</sup> BAP *in vitro* were cultured in a medium containing 1 mg L<sup>-1</sup> IBA for 45 days, and root formation and shoot growth was achieved in them. As a result of the research, it was determined that the highest shoot and root development performance among rootstocks were in 110R and Harmony rootstocks, respectively. It was determined that 5BB, 1103P and 110R in terms of nitrogen, SO4 for P and K; Salt Creek for Ca; 140Ru for Mg; Salt Creek for Cu; 110R for Mn; 140Ru for Fe and 5BB for Zn were the rootstocks with the highest values.

**Keywords:** Grape rootstock, tissue culture, macroelement, microelement, SPAD value

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-5563-1972, 0000-0002-8303-6628, 0000-0002-2268-3960, 0000-0001-5182-0787,  
0000-0002-8493-5828

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 19.11.2021

Kabul Tarihi: 24.12.2021

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana

\*E-posta: stangolar@cu.edu.tr

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

### Giriş

Ilıman iklim bitki türü olarak kabul edilen asma, sıcak yazlar ile ılıman kışlara yüksek oranda adapte olmuştur ve genel olarak yıllık 10-20 °C izoterme sahip alanlarda yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Ağaoğlu, 2002). Sofralık, kurutmalık, şaraplık-şıralık gibi değişik tüketim ve değerlendirme alanlarına sahip olan üzüm, dünyada geçmişten günümüze ekonomik yapıya önemli etkileri olan meyvelerden birisi olmuştur (Çelik, 2011). Ancak 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren filoksera ve nematod zararlıları ile toprak kaynaklı stres faktörleri üzüm yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini tehdit etmeye başlamıştır (Mahajan ve Tuteja, 2005). Bu yıllardan itibaren başta filoksera zararlısı nedeniyle dünyada olduğu gibi ülkemizde de bağcılık için anaç kullanma zorunluluğu doğmuştur. *Vitis vinifera* L. çeşitleri filoksera ve nematod zararlıları dışında kalan toprak ve iklim koşullarına çok iyi adapte olmalarına rağmen, Amerikan asma anaçlarının toprak nemi, kuraklık, tuzluluk, aktif kireç gibi faktörlere dayanımları birbirinden farklıdır (Ağaoğlu, 2002; Dardeniz ve ark., 2006; Satisha ve ark., 2006; Çelik, 2011; Babalık, 2012; Suarez ve ark., 2019; Prinsi ve ark., 2021). Bu nedenle bağcılıkta olumsuz çevresel faktörlerin niteliğine göre farklı anaçların kullanılması gerekmiştir. Bunların dışında üzümlerin olgunlaşma zamanı, büyümesi, verimi, kalitesi ve beslenmesinde de anaçların önemli etkisi bulunmaktadır (Hale ve Brien, 1978; Tangolar ve Ergenoğlu, 1989; Fisarakis ve ark., 2001; Çelik ve Kısmalı, 2004; Ibacache ve Sierra, 2009; Keller ve ark., 2012; Wang ve ark., 2019). Arazi koşullarında yetiştiricilikte (*in situ*), besin elementlerinin çok farklı seviyelerde bulunarak antagonizm etkisi oluşturması gibi bazı özellikleri de anaçların beslenmesini sonuç olarak üzüm verim ve kalitesini etkileyebilmektedir (Troncoso ve ark., 1999; Çelik, 2011; Fozouni ve ark., 2012). Ağaoğlu (2002) asma yetiştiriciliğinde 4 makro (N, P, K, Mg) ve 3 mikro (B, Zn, Fe) elementin önemli olduğunu, asmaların beslenme, sulama gibi kültürel işlemlerle verim, kalite, aroma, renk maddesi gibi özelliklerinin değiştirilebileceğini belirtmiştir. Yapılan

çalışmalar ışığında anaçların beslenme üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmaların çoğu dış koşullarda biyotik ve abiyotik etkilerin varlığında gerçekleştirildiğinden anaçların besin elementi tercihleri konusu tam olarak aydınlatılamamıştır.

*In situ*'da gerçekleştirilen çalışmalar yanında *in vitro* koşullarda da anaçların stres koşullarında verdiği tepkiler araştırılmıştır (Bavaresco ve ark., 1993; Hamrouni ve ark., 2008; Yılmaz ve ark., 2008; Alizadeh ve ark., 2010; Barakat ve ark., 2019; Meşe ve Tangolar, 2019; Mohsen ve ark., 2020). Ancak anaçların *in vitro* beslenmesi ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır (Troncoso ve ark., 1999; Popescu ve ark., 2015; Edriss ve ark., 2016). Troncoso ve ark. (1999) çalışmalarında on anacın (41B, R. Lot, 110R, 140Ru, 161-49 C, 13.5 Evex, Ramsey, 196-17 Castel, CH-1 ve CH-2) *in vitro*'da yetişen bitkilerinde makro element düzeylerini belirlemiş, Edriss ve ark. (2016) ise çalışmalarını dört anaç (Salt Creek, Freedom, Dogridge ve Richter) ile gerçekleştirmişlerdir.

Tüm bu bilgilerin varlığında ülkemizde önemli olan anaçların hangi besin elementine hangi miktarda ihtiyaç duyduğu sorusu günümüze kadar cevapsız kalmıştır. İşte bu çalışma *in vitro*'da anaçların ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin konsantrasyonlarının belirlenmesi ve beslenme programlarının oluşturulabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

#### Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bağ'ında yetiştirilen ve bağcılıkta kullanımı yaygın olan 41B, 5BB, SO4, 110R, 1103P, 140Ru, Salt Creek ve Harmony anaçlarının tek gözlü yeşil mikro çelikleri kullanılmıştır (Çizelge 1). Çalışmanın doku kültürü uygulamaları aynı bölümde yer alan Prof. Dr. Saadet Büyükalaca Doku Kültürü Laboratuvarı'nda, bitki besin elementi analizleri ise Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Fizyoloji Laboratuvar'ında gerçekleştirilmiştir.

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

Çizelge 1. Anaçların Bazı Özellikleri (Ağaoğlu, 1999; Çelik, 2011)

Anaçlar	Gelişme Kuvveti (a)	Filokseraya Dayanım (b)	Nematoda Dayanım (b)	Aktif Kirece Dayanım (%)
5BB	2	4	3	20
41B	2	4	1	40
140Ru	4	4	3	20
SO4	2	4	4	17
110R	3	4	2	17
1103P	3	4	2	17
Salt Creek	4	2	4	-
Harmony	3	2	4	-

(a) 4: Yüksek; 1: Düşük (b) 5: Çok Dayanıklı; 1: Çok Duyarlı

### Yöntem

#### Besi Ortamının Bileşimi ve Hazırlığı

Çalışmanın bütün aşamalarında temel besi ortamı olarak MS (Murashige and Skoog, 1962) (Çizelge 2) kullanılmıştır. MS besi ortamına yeşil mikro çeliklerden sürgün elde edilmesi aşamasında  $1 \text{ mg L}^{-1}$  BAP (6-Benzylaminopurine); elde edilen sürgünlerin köklendirilmesi ve büyütülmesi aşamasında ise  $1 \text{ mg L}^{-1}$  IBA (Indole -3-butyric acid) ilave edilmiştir. Bütün kültür aşamalarında besi ortamına  $30 \text{ g L}^{-1}$  sakkaroz ilave edilmiş, pH 5.8'e ayarlanmış ve  $8 \text{ g L}^{-1}$  agar eklenmiştir. Hazırlanan besi ortamı  $15 \times 2.5 \text{ cm}$  boyutlarındaki deney tüplerine  $10'$ ar mL olacak şekilde dağıtılmış ve  $121 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de  $1.2 \text{ atm}$  basınç altında otoklavlanmıştır.

#### Eksplant Hazırlığı ve Bitki Elde Edilmesi

Çalışmada eksplant olarak kullanılan mikro çelikler, mayıs-haziran aylarında yaz sürgünlerinin  $10 \text{ cm}$ 'lik uç kısımlarının bir göz içeren parçaları olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çelikler steril kabin içerisinde %20'lik ticari sodyum hipoklorit ve 1-2 damla Tween 20 eklenen çözeltilde 15 dakika bekletmenin ardından 3 kez steril saf su ile durulanmış ve  $1 \text{ mg L}^{-1}$  BAP eklenmiş MS besi ortamına dikilmiştir. Burada 4 hafta süreyle kültüre alınan çeliklerde sürgün oluşumu sağlanmıştır. Bu sürgünlerden  $2 \text{ cm}$  uzunluğunda 2-3 yaprak oluşturanlar seçilerek  $1 \text{ mg L}^{-1}$  IBA ilave edilmiş MS ortamında 45 gün süreyle kültüre alınmıştır. Kültür sonunda elde edilen bitkiciklerde çalışmada öngörülen incelemeler yapılmıştır.

Çizelge 2. MS besi ortamının kimyasal içeriği (Babaoğlu ve ark., 2001)

Bileşenler	Kültür ortamındaki konsantrasyon ( $\text{mg L}^{-1}$ )
KNO <sub>3</sub>	1900
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22.3
KI	0.83
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.6
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27.8
Na <sub>2</sub> EDTA	37.3
Nikotinic asit	0.5
Pridoksin-HCl	0.5
Thiamin-HCl	0.1
myo-inositol	100
Glisin	2
Sakkaroz	30000

#### Kültür Koşulları

Çalışma süresince kültür odasının sıcaklığı  $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , fotoperiyodu 16 saat ve ışıklandırması  $3000-4000 \text{ lüks}$  ( $11000-15000 \text{ watt m}^{-2}$ ) şiddetinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Işıklanma için Cool daylight tipi TLD 36 w/54 floresan lambalar kullanılmıştır (Tangolar ve ark., 2008; Meşe ve Tangolar, 2019).

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

### İncelenen Özellikler

#### Sürgün ve Kök Özellikleri

Kültür sonunda elde edilen bitkiciklerde; sürgün uzunluğu (cm) ve ortalama kök uzunluğu (cm) cetvel yardımıyla, boğum sayısı (n) ve kök sayısı (n) sayılarak belirlenmiştir. Sürgün ve kök yaş ağırlığı (g) 0.001 g hassasiyette terazi ile, sürgün ve kök kuru ağırlıkları (g) ise 65°C'de 24 saat süre ile etüvde bekletildikten sonra 0.001 g hassasiyette terazi ile tartılarak (Meşe ve Tangolar, 2019) belirlenmiştir. Yaprak klorofil içeriği SPAD metre ile (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan) her bitkide ikişer yaprakta ölçülmüştür.

#### Bitki Besin Elementi Analizleri

Bitki besin elementi analizlerinde bitkiciklerin sürgün kısımları kullanılmıştır. Sürgünler, 65°C etüvde 24 saat kurutulduktan sonra porselen havanda öğütülerek besin elementi analizlerine hazır hale getirilmiştir. Azot (N) konsantrasyonu Kjeldahl yöntemine (Bremner, 1965) göre belirlenmiştir. Fosfor (P), Potasyum (K), Magnezyum (Mg), Kalsiyum (Ca), Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) konsantrasyonlarını belirlemek için öğütülmüş örneklerden 0.2 g tartılarak 550°C'de kül fırınında 5.5 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra oluşan küle 2 mL 1/3'lük HCL çözeltisi ile 18 mL saf su eklenerek mavi bant filtre kâğıdından süzölmüş ve vial içerisine alınmıştır. Fosfor tayini vanadomolibdofosforik asit sarı renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresi kullanılarak saptanmıştır (Kacar, 1972). Potasyum Eppendorf Elex 6361 Fleymfotometresi kullanılarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinde kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, mangan ve bakır konsantrasyonları, Atomik Absorpsiyon spektrofotometre cihazı (Analytik jena contrAA 700) ile yapılan okumalarla gerçekleştirilmiştir.

#### Deneme Deseni ve İstatistik Analiz

Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki

olacak şekilde yürütölmüştür. Deneme sonucunda elde edilen verilere JMP istatistik paket programından (v8.00, SAS Institute Inc., USA) yararlanılarak varyans analizi uygulanmış, farklı grupların belirlenmesinde %5 önem seviyesinde LSD testinden yararlanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

#### Bulgular

Çalışmada kullanılan sekiz anaç arasında boğum sayıları bakımından önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Sürgün uzunlukları bakımından en güçlü büyüyen çeşit 110R (6.75 cm), en zayıf büyüyen çeşit ise Harmony (4.53 cm) olmuştur. Diğer çeşitler istatistiksel olarak ara grupta yer almıştır. Sürgün yaş ve kuru ağırlıkları incelendiğinde Salt Creek (sırasıyla, 0.446 ve 0.065 g), Harmony (sırasıyla, 0.352 ve 0.062 g) ve SO4 (sırasıyla, 0.330 ve 0.055 g) anaçları en fazla kuru madde biriktiren genotipler olurken, 5BB (sırasıyla, 0.254 ve 0.032 g) en düşük değer alınan anaç olarak gözlemlenmiştir. SPAD değerlerinin 30.5 (41B ve SO4) ile 27.5 (1103P) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

5BB çeşidinin en uzun (7.76 cm) ve en az sayıda kök (2.90 adet) oluşturduğu gözlemlenmiştir. 5BB anaçının en uzun köklere sahip olmasının yanı sıra kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından da zayıf kaldığı tespit edilmiştir. Ortalama kök uzunluğu 5.35 cm olan 41B anaçının, 5BB' ye göre %30 daha kısa kök oluşturduğu belirlenmiş ve bu özellik açısından diğer anaçlara göre en kısa kök elde edilen anaç olarak saptanmıştır. Salt Creek, Harmony, 140Ru, SO4, 110R ve 1103P anaçları ortalama kök uzunluğu bakımından aynı ara grupta yer alarak ara değerler vermiş ve SO4 dışındaki bu çeşitlerde en yüksek kök sayısı elde edilmiştir. Kök yaş ve kuru ağırlığına göre anaçlar arasında önemli farklılık saptanmış ve büyükten küçüğe doğru sıralama; Harmony, Salt Creek, 1103P, 110R, 140Ru, SO4, 41B ve 5BB şeklinde olmuştur (Çizelge 4).

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

Çizelge 3. Farklı asma anaçlarının *in vitro*'da sürgün gelişme özellikleri ve SPAD değerleri

Anaçlar	Sürgün uzunluğu (cm bitki <sup>-1</sup> )	Boğum sayısı (n bitki <sup>-1</sup> )	Sürgün yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Sürgün kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	SPAD okumaları
5BB	5.55 <b>ab</b> <sup>x</sup>	8.4	0.254 <b>e</b>	0.032 <b>e</b>	29.5 <b>abc</b>
41B	6.03 <b>ab</b>	8.3	0.307 <b>bcd</b>	0.049 <b>cd</b>	30.5 <b>a</b>
140Ru	5.85 <b>ab</b>	9.0	0.293 <b>cde</b>	0.052 <b>bcd</b>	30.1 <b>ab</b>
SO4	5.84 <b>ab</b>	8.8	0.330 <b>bc</b>	0.055 <b>abc</b>	30.5 <b>a</b>
110R	6.75 <b>a</b>	8.9	0.260 <b>de</b>	0.045 <b>cd</b>	27.8 <b>d</b>
1103P	5.15 <b>ab</b>	8.5	0.268 <b>de</b>	0.044 <b>de</b>	27.5 <b>d</b>
Salt Creek	6.07 <b>ab</b>	8.4	0.446 <b>a</b>	0.065 <b>a</b>	28.4 <b>bcd</b>
Harmony	4.53 <b>b</b>	9.2	0.352 <b>b</b>	0.062 <b>ab</b>	28.2 <b>cd</b>
LSD %5	1.82	Ö.D.	0.048	0.011	1.77
<i>p</i>	0.3162	0.8812	0.0002	0.0030	0.0165

<sup>x</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki düzeyde önemli farklılık bulunmaktadır ( $p \leq 0.05$ ). Ö.D.: Önemli Değil.

Çizelge 4. Farklı asma anaçlarının *in vitro*'da kök özellikleri

Anaçlar	Ortalama kök uzunluğu (cm bitki <sup>-1</sup> )	Kök sayısı (n bitki <sup>-1</sup> )	Kök yaş ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Kök kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )
5BB	7.76 <b>a</b> <sup>x</sup>	2.90 <b>b</b>	0.112 <b>d</b>	0.012 <b>c</b>
41B	5.35 <b>b</b>	4.33 <b>ab</b>	0.167 <b>cd</b>	0.020 <b>bc</b>
140Ru	7.21 <b>ab</b>	4.78 <b>a</b>	0.300 <b>bcd</b>	0.030 <b>bc</b>
SO4	6.53 <b>ab</b>	4.63 <b>ab</b>	0.205 <b>cd</b>	0.024 <b>bc</b>
110R	6.55 <b>ab</b>	5.15 <b>a</b>	0.344 <b>bc</b>	0.033 <b>b</b>
1103P	7.20 <b>ab</b>	4.80 <b>a</b>	0.360 <b>bc</b>	0.037 <b>b</b>
Salt Creek	6.82 <b>ab</b>	4.94 <b>a</b>	0.416 <b>b</b>	0.034 <b>b</b>
Harmony	6.30 <b>ab</b>	4.83 <b>a</b>	0.643 <b>a</b>	0.060 <b>a</b>
LSD %5	2.35	1.81	0.208	0.019
<i>p</i>	0.4838	0.2566	0.0071	0.0119

<sup>x</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki düzeyde önemli farklılık bulunmaktadır ( $p \leq 0.05$ ). Ö.D.: Önemli Değil.

Çizelge 5'e bakıldığında genotiplerin besi ortamından azot elementini %3.50-4.50 aralığında alabildikleri saptanmış ve asma anaçları içerisinde azotu en iyi alabilen çeşitlerin 5BB, 1103P ve 110R oldukları belirlenmiştir. Bu anaçları sırasıyla SO4, Harmony, Salt Creek, 140Ru ve 41B izlemiştir. Besi ortamındaki P ve K element alımı için SO4, Ca element alımı için Salt Creek ve Mg element alımı için 140Ru ön plana çıkan genotipler olmuştur. Makro elementlerden P, K, Ca ve Mg elementlerini en az alabilen anaçların ise 110R ve 1103P oldukları tespit edilmiştir. 110R, 1103P, Harmony asma anaçları bünyelerine %2 konsantrasyonu altında potasyum alımı gerçekleştirirken diğer

genotiplerin potasyum alımları %2'nin üzerinde olmuştur. Fosfor konsantrasyonları bakımından 5BB, 41B, Salt Creek, Harmony ve 140Ru; Ca bakımından 5BB, 41B, SO4, Harmony, 140Ru; Mg bakımından 5BB, 41B, Salt Creek, Harmony, SO4 anaçları birbirine yakın değerler almışlardır. Bitkide analizlenen Cu element konsantrasyonu için Salt Creek, Mn için 110R, Fe için 140Ru ve Zn konsantrasyonu için 5BB'nin en yüksek değer veren anaçlar olduğu saptanmıştır. Bakır elementini bünyesine en az alabilen anaçın 1103P olduğu, diğer anaçların ise 2.5-3.5 ppm aralığında Cu alabildikleri belirlenmiştir. Mangan miktarı bakımından 110R çeşidini (401.8 ppm) sırasıyla 140Ru (346.8 ppm), 1103P (320.1 ppm), SO4 (308.1

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

ppm), 41B (253.0 ppm), Harmony (240.5 ppm), Salt Creek (239.3 ppm) ve en düşük değer ile 5BB (226.0 ppm) takip etmiştir. En düşük Fe elementi alımı 41B (169.3 ppm), Harmony (167.1 ppm) ve Salt Creek (156.7 ppm) anaçlarında belirlenmiştir. Diğer genotiplerin Fe değerleri ise 200-300 ppm arasında

değişmiştir. En düşük Zn değeri 41B ve 110R (57.1 ppm) anaçlarında tespit edilmiştir. Tablodan, anaçların en düşük-en yüksek mikro element konsantrasyonları arasında yaklaşık %50'lik bir fark olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 5. Farklı asma anaçlarının *in vitro*'da makro besin element konsantrasyonları (%)

Anaçlar	N	P	K	Ca	Mg
5BB	4.26 a <sup>x</sup>	0.37 b	2.48 b	0.61 b	0.33 c
41B	3.57 d	0.36 bc	2.48 b	0.67 ab	0.33 c
140Ru	3.58 cd	0.38 b	2.45 bc	0.66 ab	0.36 a
SO4	3.84 bc	0.50 a	2.81 a	0.62 b	0.33 c
110R	4.04 ab	0.29 d	1.39 e	0.33 c	0.14 d
1103P	4.22 a	0.29 d	1.16 f	0.26 d	0.11 e
Salt Creek	3.59 cd	0.36 bc	2.23 c	0.69 a	0.34 b
Harmony	3.74 cd	0.32 cd	1.72 d	0.64 ab	0.34 b
LSD %5	0.26	0.04	0.23	0.07	0.01
<i>p</i>	0.0009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

<sup>x</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki düzeyde önemli farklılık bulunmaktadır ( $p \leq 0.05$ ). Ö.D.: Önemli Değil.

Çizelge 6. Farklı asma anaçlarının *in vitro*'da mikro besin element konsantrasyonları (ppm)

Anaçlar	Cu	Mn	Fe	Zn
5BB	3.21 abc <sup>x</sup>	226.0 e	228.2 d	106.3 a
41B	2.06 bc	253.0 d	169.3 e	57.1 e
140Ru	2.92 bc	346.8 b	310.2 a	69.1 d
SO4	3.60 ab	308.1 c	250.7 cd	75.6 bc
110R	2.46 bc	401.8 a	262.7 bc	57.1 e
1103P	1.77 c	320.1 c	293.8 ab	70.7 cd
Salt Creek	4.62 a	239.3 de	156.7 e	79.5 b
Harmony	3.42 abc	240.5 de	167.1 e	68.5 d
LSD %5	1.69	21.9	33.3	5.8
<i>p</i>	0.0651	<0.0001	<0.0001	<0.0001

<sup>x</sup>Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki düzeyde önemli farklılık bulunmaktadır ( $p \leq 0.05$ ). Ö.D.: Önemli Değil.

### Tartışma

Araştırmada elde edilen en kuvvetli anacın 110R, en zayıf anacın Harmony ve 5BB olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, Çizelge 1'de verilen anaçların gelişme kuvvetleri sütunu ile çalışmamızdaki sürgün özellikleri parametreleri kıyaslandığında, çizelgede gösterildiği gibi 110R nispeten kuvvetli, 5BB anacı zayıf anaç grubunda yer almıştır (Çelik, 2011). 5BB'nin Çizelge 3'de değerlendirilen durumu, Çizelge 1 ile uyumlu görülürken, Harmony anacının

çalışmamızda saptanan sürgün özellikleri performansı daha düşük kalmıştır. Anaçların özelliklerinin yer aldığı diğer bir tabloda (Cousins, 2005) çalışmamızla uyumlu şekilde 5BB, 41B ve SO4 anaçlarının büyüme kuvvetlerinin orta düzeyde olduğu, çalışmamızın tersine 110R anacının büyüme kuvvetlerinin orta, 1103P ve Salt Creek anaçlarının ise büyüme kuvvetlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. 420A, 5BB ve 1103P anaçlarının *in vivo*'da tuz stresine

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

toleranslarının değerlendirildiği bir çalışmada en uzun sürgünler ile daha fazla kök yaş ve kuru ağırlığı 5BB anacında görülmüş ancak boğum sayıları 1103P ve 5BB anaçlarında birbirlerine benzer olmuştur (Turhan ve ark., 2005). 1103P anacı çalışmamızda kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından 5BB'den üstün olmuştur. Hamrouni ve ark. (2008) da *in vitro* da yaptıkları denemeleri sonucunda 41B anacının 1103P ve SO4'e göre daha uzun sürgünlere sahip olduğunu, boğum sayıları bakımından SO4, 1103P ve 41B sıralamasının oluştuğunu bildirilmiştir. Araştırmacıların çalışmalarında elde ettikleri boğum sayıları bizim çalışmamızda elde edilenin yarısı kadar olmuştur. *In vitro* koşullarda yetiştirdikleri asma anaçlarında sürgün uzunluğu ölçümleri yapan Troncoso ve ark. (1999) çalışmamızla uyumlu şekilde bu özellik bakımından 110R, Salt Creek, 140Ru ve 41B sıralamasını elde etmişlerdir. 110R ve Salt Creek anaçlarını 1 mg L<sup>-1</sup> BA ve 0.01 mg L<sup>-1</sup> NAA içeren MS ortamında yetiştiren Edriss ve ark. (2016) Salt Creek'den daha uzun sürgünler ve daha fazla sayıda boğum elde etmişlerdir. Araştırmacılara göre, 110R sürgün yaş ve kuru ağırlıkları bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. *In vitro*'da gerçekleştirilen başka çalışmalarda (Alizadeh ve ark., 2010; Barakat ve ark., 2019) kök sayıları belirlenen SO4 anacından çalışmamızla uyumlu sonuçlar ortaya çıktığı belirlenmiştir. DKW (Driver and Kuniyaki Walnut) besi ortamında asma anaçlarını yetiştiren Mohsen ve ark. (2020) beş farklı (%0, %1.5, %3, %4.5 ve %6) PEG konsantrasyonunda dört farklı asma anacında (1103P, 140Ru, Salt Creek ve Dogridge) sürgün uzunluğu ölçümlerinde 1103P (5.67 cm); boğum sayısı (13.63 adet) ile sürgün yaş ağırlığı (0.68 g) parametrelerinde ise Salt Creek anacının öne çıktığını ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada kullanılan 140Ru anacının 5.85 cm sürgün uzunluğu, 6.55 boğum sayısı ve 0.21 g sürgün yaş ağırlığı gibi ölçüm sonuçlarının denememizle uyum içerisinde olduğu değerlendirilmiştir. Ersöz (2009), sera koşullarında gerçekleştirdiği saksı denemesinde asma anaçlarının klorofil miktarlarını belirlemiş 5BB ve ardından 110R'nin en iyi sonuçları verdiğini, 1103P anacının ise en düşük klorofil

miktarına sahip olduğunu belirtmiştir. Asma anaçlarının klorofil miktarlarını *in vitro* koşullarda belirleyen bazı araştırmacılar da (Edriss ve ark., 2016) 110R anacından en iyi sonuçları elde ederken, Salt Creek anacının bu anacı takip ettiğini beyan etmişlerdir. Mohsen ve ark., (2020) *in vitro* koşullarda yetiştirdiği asma anaçlarının klorofil miktarlarını belirlemiş ve 140Ru ile 1103P anaçlarından en yüksek; Salt Creek anacından ise daha düşük ölçüm değerlerini elde etmişlerdir.

Çalışmamızda gerçekleştirilen bitki besin elementi analiz sonuçları ile Jones ve ark. (1991)'nin çiçeklenme dönemi için asmada belirledikleri bitki besin maddeleri sınır değerleri karşılaştırıldığında tüm anaçlarda N ve Mn içerikleri fazla, P ve Fe konsantrasyonları yeterli bulunmuştur. 110R ve 1103P anaçlarının Mg ve K konsantrasyonları da noksan olarak değerlendirilirken, Harmony anacı K' un yeterli ve Mg konsantrasyonunun ise noksanlık sınır değerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan anaçların Mg konsantrasyonları yine noksanlık sınır değerine yakın olurken K miktarının %2'den fazla olduğu saptanmıştır. Anaçların Zn düzeylerine bakıldığında 5BB'nin fazla, diğer anaçların yeterli düzeyde Zn içerdikleri belirlenmiştir (Jones ve ark., 1991). Yetiştirme ortamının mineral element bileşimi bitkilerin büyümesi ve gelişmeleri üzerinde normal düzeyde etkili olmakta fakat elementlerin yüksek konsantrasyonlarının büyüme ve gelişme üzerinde olumsuz etkileri fizyolojik sorunlara yol açabilmektedir (Alanagh ve ark., 2014). Bitkiler üzerinde yapılan araştırmalar kalsiyumun, tomurcuk oluşumu ve bazı besin elementlerinin bitki bünyesine alımını kolaylaştırmak için önemli bir faktör olduğunu göstermiştir (Jamshidi ve ark., 2016). Troncoso ve ark. (1990) *in vitro* koşullarda besi ortamına ekledikleri farklı dozlardaki (0, 5, 10, 15, 20 ve 25 mM) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>'ün 13.3 Evex asma anacı bitkiciklerinin azot düzeylerini %1.32 (0 mM NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) - %5.50 (25 mM NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) aralığında değiştirdiğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda anaçların azot konsantrasyonlarının araştırmacıların buldukları değerler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Troncoso ve ark. (1999)'nin yine *in vitro* da

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

gerçekleştirdikleri bir çalışmada asma anaçlarının K (%1.63-1.93) ve N konsantrasyonu (%3.01-3.50) çalışmamıza göre bir miktar daha düşük olurken; anaçların P (%0.44-0.67), Ca (%0.59-0.63) ve Mg (%0.24-0.27) konsantrasyonlarının çalışmamızla uyumlu miktarda olduğu değerlendirilmiştir. *In vitro* koşullarda 1 mg L<sup>-1</sup> BAP, 0.5 mg L<sup>-1</sup> IAA ve 20 g sakkaroz içeren MS ortamında gerçekleştirilen başka bir çalışmada (Popescu ve ark., 2015) araştırmacılar Amerikan asma anaçları arasında P elementi için 140Ru (%0.24), 5BB (%0.22) ve SO4 (%0.19) sıralamasını, K için 5BB (%4.17), 140Ru (%4.07) ve SO4 (%0.96) sıralamasını elde etmişlerdir. Çalışmamızda ise tam tersi olarak P ve K düzeyleri en yüksek olan anaç SO4 (sırasıyla, %0.50 ve %2.81) olurken, bunu 5BB (sırasıyla, %0.37 ve %2.48) ve 140Ru (sırasıyla, %0.38 ve %2.45) anaçları izlemiştir. Bunun nedeninin muhtemelen eksplantın alındığı bitkilerin bulunduğu iklim ve toprak koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Edriss ve ark. (2016)'nın *in vitro*'da farklı tuz stresi koşullarında (0, 25, 50, 75, 100 ve 200 mM) gerçekleştirdikleri çalışmalarında Salt Creek ile 110R anaçlarının besin element içerikleri belirlenmiş ve Salt Creek'in K, Ca ve Mg; 110R'nin ise Fe, Zn ve Mn element konsantrasyonları bakımından öne çıktığı bildirilmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz araştırmada N elementi için 110R, Zn için Salt Creek anaçı öne çıkmıştır. Çalışmamızda Mg içeriği en düşük bulunan 110R ve 1103P anaçlarının klorofil miktarlarının da en düşük seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Klorofil bileşimine giren esas mineral element olan Mg eksikliğinde klorofil oluşumunda sorunların yaşandığı ve sonuç olarak da yapraklarda kloroz görüldüğü belirtilmiştir (Güneş, 2009; Çelik, 2011).

### Sonuç

Araştırmada kullanılan anaçlar içerisinde sürgün özellikleri açısından 110R, kök özellikleri yönünden Harmony anacının diğer anaçlardan daha güçlü bir gelişme gösterdiği sonucuna varılmıştır. Sürgün uzunluğu bakımından en zayıf anacın Harmony olduğu belirlenmiştir. Kök uzunluğu dışındaki kök

sayısı, kök yaş ve kuru ağırlığı özellikleri bakımından en düşük değerli anacın 5BB olduğu saptanmıştır. En yüksek sürgün yaş ve kuru ağırlığı 110R, en düşük ağırlıkların 5BB anacında olduğu kaydedilmiştir. En yüksek SPAD okumaları 41B ve SO4, en düşük okumalar ise 110R ve 1103P anaçlarında yapılmıştır.

Besin elementi analiz sonuçlarına göre bitki bünyesinde en yüksek element değerlerinin N için 5BB ve 1103P; K ve P için SO4; Ca için Salt Creek; Mg için 140 Ru; Cu için Salt Creek; Mn için 110R; Fe için 140Ru; Zn için 5BB anacında olduğu belirlenmiştir. 1103P bitkilerinde, yalnızca N konsantrasyonu diğer anaçlara göre en fazla düzeyde tespit edilirken; P, K, Ca, Mg ve Cu konsantrasyonları en düşük miktarda tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada *in vitro*'da yetiştirilen sekiz anacın büyüme performansı açısından 110R anaçı, bitki besleme yönünden 5BB, 140Ru, SO4 ve Salt Creek anaçları öne çıkmıştır. Bitki beslemede en düşük element konsantrasyonlarını 41B ve 1103P anaçı vermiştir. Çalışmamızda sekiz anaç için tek ortam kullanılmıştır. Bundan sonraki araştırmalarda *in vitro*'da her bir anacın köklenmesi için en ideal hormon ve konsantrasyonlarının belirlenmesinden sonra da anaçların beslenme durumlarının tekrar değerlendirilmesinde yarar olduğu kanısına varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FBA-2017-9894 ve FYL-2018-10086).

### Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y. S. (1999) Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık, Cilt 1 Asma Biyolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No 1, Ankara.
- Ağaoğlu, Y. S. (2002) Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık, Cilt 2 Asma Fizyolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No 5, Ankara.
- Alanagh, E. N., Garoosi, G. A., Haddad, R., Maleki, S., Landin, M., Gallego, P. P.



## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

- (2014) Design of tissue culture media for efficient Prunus rootstock micropropagation using artificial intelligence models. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 117:349-359.
- Alizadeh, M., Singh, S. K., Patel, V. B., Bhattacharya, R. C., Yadav, B. P. (2010) *In vitro* responses of grape rootstocks to NaCl. *Biologia Plantarum* 54(2):381-385.
- Babalık, Z. (2012) Tuz ve su stresinin asmaların bazı fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. (2001). Bitki Biyoteknolojisi I. Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya.
- Barakat, A. A., Hussein, B. A., Awad, N. A., Soliman, M. H. (2019) Evaluation of the two rootstocks (SO<sub>4</sub> and Freedom) for the salt stress *in vitro* conditions. *Plant Archives* 19(2):500-507.
- Bavaresco, L., Fregoni, M., Gambi, E. (1993) *In vitro* method to screen grapevine genotypes for tolerance to lime-induced chlorosis. *Vitis* 32:145-148.
- Bremner, J. M. (1965) Total nitrogen. Methods of Soil Analysis: Part 2. *Chemical and Microbiological Properties* 9:1149-1178.
- Cousins, P. (2005) Evolution, genetics, and breeding: Viticultural applications of the origins of our rootstocks. In: Cousins, P., Striegler, R. K. (eds.), Grapevine rootstocks: Current use, research, and application. Proceedings of the 2005 Rootstocks Symposium, February 5, 2005, 1-7. Osage Beach, Missouri, USA
- Çelik, M., Kısmalı, İ. (2004) Bazı Amerikan asma anaçlarının yuvarlak çekirdeksiz üzüm çeşidinde makro mineral besin maddelerinin alımına etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 41(1):31-38.
- Çelik, S. (2011) Bağcılık (Ampeloloji) Cilt-1. Avcı Ofset, İstanbul.
- Dardeniz, A., Müftüoğlu, N. M., Altay, H. (2006) Determination of salt tolerance of some American grape rootstocks. *Bangladesh Journal of Botany* 35(2):143-150.
- Edriss, M. H., Baghdady, G. A., Abdrabboh, G. A., Abdel Aziz, H. F. (2016) *In vitro* responses of some grape rootstocks to salt stress. 3. International Conference on Biotechnology Applications in Agriculture (ICBAA), Benha University, Moshtohor and Sharm El-Sheikh, 5-9 April 2016, Egypt.
- Ersöz, S. (2009) Asma anaçlarında (*Vitis* ssp.) bor ve tuz stresine tolerans mekanizmalarının stresle ilgili fizyolojik parametreler ve antioksidan enzimlerle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.
- Fisarakis, I., Chartzoulakis, K., Stavrakas, D. (2001) Response of sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management* 51:13-27.
- Fozouni, M., Abbaspour, N., Baneh, H. D. (2012) Short term response of grapevine grown hydroponically to salinity: mineral composition and growth parameters. *Vitis* 51(3):95-101.
- Güneş, A. (2009) Manisa-Denizli yöresinde yetiştirilen Amerikan asma anaçlarının tuzluluk ve bor toksisitesinden etkilenme durumlarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- Hale, C. R., Brien, C. J. (1978) Influence of Salt Creek rootstock on composition and quality of Shiraz grapes and wine. *Vitis* 17:139-146.
- Hamrouni, L., Abdallah, F. B., Abdelly, C., Ghorbel, A. (2008) *In vitro* culture: A simple and efficient way for salt-tolerant grapevine genotype selection. *Plant Biology and Pathology, Comptes Rendus Biologies* 331:152-163.
- Ibacache, A. G., Sierra, C. B. (2009) Influence of rootstocks on nitrogen, phosphorus and potassium content in petioles of four table grape varieties. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(4):503-508.
- Jamshidi, S., Yadollahi, A., Ahmadi, H., Arab, M. M., Eftekhari, M. (2016) Predicting *in*

## Asma Anaçlarının *in Vitro*'da Büyüme Performansları ile Besin Elementi Alım Düzeylerinin Belirlenmesi

- in vitro* culture medium macro-nutrients composition for pear rootstocks using regression analysis and neural network models. *Frontiers in Plant Science* 7:1-12.
- Jones, J. B., Wolf Jr. B., Mills, H. A. (1991) Plant Analysis Handbook. Micro-Macro publishing, Inc., USA.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 453, Uygulama Kılavuzu 155, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Keller, M., Mills, L. J., Harbertson, J. F. (2012) Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening. *American Journal of Viticulture* 63(1):29-39.
- Mahajan, S., Tuteja, N. (2005) Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444(2):139-158.
- Meşe, N., Tangolar, S. (2019) Bazı Amerikan asma anaçlarının kurağa dayanımının *in vitro*'da polietilen glikol kullanılarak belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29(3):466-475.
- Mohsen, A. T., Stino, R. G., Abd Allatif, A. M., Zaid, N. M. (2020) *In vitro* evaluation of some grapevine rootstocks grown under drought stress. *Plant Archives* 20(1):1029-1034.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-497.
- Popescu, C. F., Bejan, C., Dumitrica, R. N., Dejeu, L. C., Nedelea, G. (2015) Rootstocks and wild grapevines responses to salinity. *Vitis* 54:197-201.
- Prinsi, B., Simeoni, F., Galbiati, M., Meggio, F., Tonelli, C., Scienza, A., Espen, L. (2021) Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition. *Agronomy* 11(2):1-15.
- Satisha, J., Prakash, G. S., Murti, G. S. R., Upreti, K. K. (2006) Response of grape rootstocks to soil moisture stress. *Journal Horticulture Science* 1(1):19-23.
- Suarez, D. L., Celis, N., Anderson, R. G., Sandhu, D. (2019) Grape rootstock response to salinity, water and combined salinity and water stresses. *Agronomy* 9(6):321.
- Tangolar, S. G., Büyükalaca, S., Ergenoğlu, F. (2008). High efficiency somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of grapevine: The effect of genotype, media, 2,4-D and incubation conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32(4):311-317.
- Tangolar, S., Ergenoğlu, F. (1989) Değişik anaçların erkenci bazı üzüm çeşitlerinde yaprakların mineral besin maddesi ve çubukların karbonhidrat içerikleri üzerine etkisi. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi* 13:1267-1283.
- Troncoso, A., Matte, C., Cantos, M., Lavee S. (1999) Evaluation of salt tolerance of *in vitro*-grown grapevine rootstock varieties. *Vitis* 38:55-60.
- Troncoso, A., Villegas, A., Mazuelos, C., Cantos, M. (1990) Growth and mineral composition of grape-vine rootstock cultured *in vitro* with different levels of ammonium nitrate. Plant Nutrition-Physiology and Applications. Proceedings of the Eleventh International Plant Nutrition Colloquium, 30 July- 4 August 1989, Wageningen, The Netherlands. 553-554p.
- Turhan, E., Dardeniz, A., Müftüoğlu, N. M. (2005) Bazı Amerikan asma anaçlarının tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. *Bahçe Dergisi* 34(2):11-19.
- Wang, Y., Chen, W. K., Gao, X. T., He, L., Yang, X. H., He, F., Duan, C. Q., Wang, J. (2019) Rootstock-mediated effects on Cabernet Sauvignon performance: Vine growth, berry ripening, flavonoids, and aromatic profiles. *International Journal of Molecular Sciences* 20(2):1-16.
- Yılmaz, G. Ü., Tangolar, S., Daşgan, H. Y., Tangolar S. G., Yılmaz, N. (2008) Searching of an *in vitro* method for evaluation of grapevine responses to iron (Fe) deficiency stress. *European Journal of Horticultural Science* 73(5):222-226.