

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Bazı Turunçgil Anaçlarının *In vitro* Kuraklık Stresi Koşullarında Performanslarının Araştırılması

Özhan ŞİMŞEK^{1*}, Dicle DÖNMEZ², Yıldız AKA KAÇAR^{1,3}

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Adana

³Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana

*e-posta: ozhan12@gmail.com; Tel: +90 (322) 3386388; Fax: +90 (322) 338 6388

Öz: Turunçgiller dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan bir meyve türüdür. Bitkilerin büyüme ve gelişimleri tuzluluk, kuraklık gibi abiyotik faktörlerden etkilenmektedir. Küresel iklim değişikliğinin yakın gelecekte su stresi riskini artıracığı beklenmektedir. Bitki biyoteknolojisinin amaçlarından biri kuraklığa tolerant bitkilerin geliştirilmesidir. Çevresel stresler arasında kuraklık stresi bitki büyüme ve verimini en olumsuz etkileyen faktörlerden biridir. Bitkilerin kuraklık stresine verdiği cevap oldukça karmaşık ve birçok genin ifadesinin gerçekleştiği bir süreçtir. Bu çalışmada turunçgil anaçları arasında yer alan Troyer sitranji ve C-35 sitranji kullanılmıştır. Bitkisel materyallere ait tohumlar çimlendirildikten sonra *in vitro* koşullarda kuraklık stresi uygulanmıştır. Bitkilerin *in vitro*'da kuraklık stresi altında çoğaltım performansları ve verdikleri tepkiler belirlenmiştir. Her iki anacında artan PEG dozlarında yaşamları ve çoğalmalarına devam ettirdikleri ancak performanslarının gerilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Abiyotik stres, Bitki doku kültürü, C-35, PEG, Troyer sitranji

Investigation into Performance of Some Citrus Rootstocks in *In vitro* Drought Stress Conditions

Abstract: Citrus is a fruit species commercially in the tropical and subtropical regions of the world. Growth and development of plants are affected by environmental factors such as salinity and drought. Global climate change will increase water stress risk in the near future. One of the purposes of plant biotechnology is the development of plants tolerant to drought. Among environmental stresses, drought stress is one of the factors that negatively affect plant growth and yield. The response of plants to drought stress is quite complex and is the process of many genetic expressions. In this study, Troyer citrange and C-35 citrange from the significant citrus rootstocks were used. After seeds of plant materials were germinated drought stress was applied in *in vitro* condition. The response of the plants to drought and performance of micropropagation has been determined. It was determined that both rootstocks continued their life and proliferation in increasing PEG doses, however their performance found to be declining.

Keywords: Abiotic stress, Plant tissue culture, C-35, PEG, Troyer citrange

Giriş

Turunçgillerin sahip olduğu tür ve çeşit zenginliği, meyvelerinin olgunlaşmasının uzun bir döneme yayılması ve olgunlaşan meyvelerin ağaç üzerinde bekletilebilmesi turunçgillerin önemini artırmakta ve dünyada yetiştiriciliği yapılan önemli meyve gruplarından biri olmasını sağlamaktadır. Bu durum turunçgillerin pazara taze sunumunda avantaj sağlamaktadır. Turunçgiller C vitamini, A vitamini, folat, potasyum, selenyum ve diyet lifi gibi önemli besinler içermektedir. Turunçgil çiçek ve yaprakları flavonoid (hesperidin, naringin, narirutin, nobiletin, tangeretin), uçucu yağ (limonen, linalool), limonoidler (limonin, nomilin), alkaloidler (synephrine), karotenoidler, kumarinler, glukatatlar, antosiyaninler ve fenolik asitler gibi sekonder metabolitleri içerir (Sohi ve Shri 2018). Turunçgiller ayrıca önemli tıbbi bitkiler olarak da kabul edilirler. Örneğin, turunçgillerden elde edilen flavonoidler *in vitro* ve *in vivo* anti-inflamatuar, antikanser, antioksidan ve kardiyovasküler koruyucu aktiviteler göstermektedir (Dulay ve Castro 2016).

Bitkilerin büyüme ve gelişimleri tuzluluk, kuraklık gibi çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Olumsuz çevre koşulları bitkilerde vejetatif büyümeyi ve verimi azaltır, meyve büyüklüğü ve kalitesini düşürür, ayrıca ekonomik kayıplara neden olur.

Turunçgil ıslah programları kuraklık koşullarına daha iyi cevap veren anaç-kalem kombinasyonlarının kullanılmasına ve seleksiyonuna odaklanmıştır. Kuraklık toleransı az veya çok yoğun olabilir veya stres süresi ve şiddeti, bitki yaşı veya gelişim aşamasından, ayrıca komşu bitkiler ile yapılan rekabetten etkilenebilir (Souza ve ark. 2017). Birçok bitki kuraklık stresine maruz kaldığında, kısıtlı su stresi ile başa çıkmak için çeşitli mekanizmalar geliştirmektedir (Xiao ve ark. 2017). Bitkilerin kuraklık stresine geliştirdiği mekanizmalar stresin önlenmesi ve strese tolerans olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır (Verslues ve ark. 2006; Lawlor ve ark. 2013). Stresin önlenmesi kökün daha derine gitmesi veya daha yüksek yoğunlukta radiküler sistem tarafından suyu emmeye yönelik etkinliklerle oluşur (Blum 2005). Sulama olmasa bile, bitki düşük oranda da olsa büyümeye devam etmektedir (Zhao ve ark. 2014). Öte yandan, tolerans mekanizmaları, önleme mekanizmaları hala yeterli olmadığında ciddi yaralanmalardan hücreyi korumayı amaçlamaktadır. Bitki; terleme, büyümenin azalması ve yaprak yaşlanması ile su kayıplarını önlemek için stoma kapanması gibi bazı stratejiler geliştirir (Claeys ve Inze 2013). Kuraklık toleransı için stratejiler, anaç seçimi ve bunların çoğaltma durumunda oldukça önemlidir (Souza ve ark. 2017). Turunçgillerde su eksikliğinde vejetatif gelişme ve verim azalır. Ayrıca meyve hacimleri de su eksikliğine bağlı olarak küçülür. Sonuç olarak turunçgil bahçelerinde önemli kayıplar meydana gelebilmektedir (Rodriguez-Gamir ve ark. 2010).

Akdeniz bölgesinde yaz aylarında düşük yağış miktarı ve yüksek sıcaklık ile birlikte sulama sularının yüksek miktarlarda tuz içermesi sonucu tarımsal ürünlerde kuraklık ve tuzluluk stresi eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır (Paranychianakis ve Chartzoulakis 2005) Kuraklığa karşı duyarlılığa ek olarak turunçgil türleri tuza duyarlı olarak sınıflandırılmıştır (Perez-Perez ve ark. 2007). Ticari turunçgil türleri kuraklık ve tuz stresine hassastır (Şahin-Çevik 2012).

Küresel iklim değişikliği yakın gelecekte su stresi riskini artıracaktır, bu nedenle kuraklığa tolerant bitkilerin geliştirilmesi bitki biyoteknolojisinin oldukça önemli ve stratejik amaçlarından biridir (Gimeno ve ark. 2009). Çevresel stresler arasında kuraklık stresi bitki büyüme ve verimini en olumsuz etkileyen faktörlerden biridir (Reddy ve ark. 2004). *In vitro* koşullarda kuraklık stresi ile ilgili çalışmalar bitkilerde gerçekleştirilmektedir. Sivritepe ve ark. (2008) *in vitro* koşullarda PEG 8000 (%1, 2, 4) kullanarak kuraklık oluşturmuşlardır. Joshi ve ark. (2011) PEG kullanarak *in vitro* koşullarda çeltik bitkisinde kuraklık stresi oluşturmuşlar ve tarama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla somatik embriyogenesis yoluyla elde ettikleri kallusların kuraklık stresi altında nasıl tepki verdiklerini araştırmışlardır. Marssaro ve ark. (2017) muzda *in vitro* kuraklık stresi oluşturmuşlar. Çalışmalarında farklı konsantrasyonlarda PEG ve sorbitol kullanmışlardır.

Bu çalışmada, önemli turunçgil anaçları arasında yer alan iki farklı üç yapraklı melez anacının *in vitro* kuraklık stresine tepkisinin araştırılması amaçlanmıştır. *In vitro* kuraklık stresi farklı dozlarda (% 0, 1, 2, 4 ve 6) PEG 8000 (polietilen glikol) kullanılarak oluşturulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel Materyal

Çalışma kapsamında üç yapraklı melezi olan Troyer sitranjı (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck 'Washington Navel' x *Poncirus trifoliata* L.) ve C-35 sitranjı (*Citrus sinensis* 'Ruby' orange x *Citroncirus webberii* 'Webber-Fawcett' trifoliata) kullanılmıştır. Kullanılan bitkisel materyallere ait tohumlar California Riverside Üniversitesi, (Citrus Variety Collection)'nden temin edilmiştir.

Tohumların sterilizasyonu ve in vitro koşullarda çimlendirilmesi

Çalışmada kullanılan tohumlar yüzey sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Tohumlar ilk olarak % 70'lik etil alkol'de 2 dk bekletilerek 3 defa steril saf su ile yıkanmış, ardından 15 dakika % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde (2-3 damla Tween-20) bekletilerek, 4-5 defa steril saf suda yıkanmıştır. Sterilizasyon sonrası hormon içermeyen MS (Murashige ve Skoog 1962) basal ortamı içeren tüplerde 6 hafta süresince büyütme odası koşullarında kültüre alınmışlardır (16 saat aydınlık 8 saat karanlık, 25 °C) kültüre alınmıştır.

Kuraklık Stresinin Oluşturulması

Çimlenen tohumlardan elde edilen bitkiler ile kuraklık stresi denemesi kurulmuştur. Bu amaçla içerisinde % 0, 1, 2, 4 ve 6 oranında PEG bulunan MS ortamları hazırlanmış ve bitkiler bu ortamlara aktarılmıştır. MS besin ortamı içerisine bitkilerin mikro çoğaltımını teşvik etmek amacıyla 1 mg/BA eklenmiştir. Bitkiler 4 hafta süre ile her hafta olmak üzere incelenmiş ve toplamda 3 alt kültür gerçekleştirilmiştir. Alt kültür süresi 4 hafta olarak ayarlanmıştır. Her alt kültür döneminde bitkilerin kuraklığa verdikleri tepkiler incelenmiştir. Bu amaçla kültür süresinin başlangıcından itibaren her alt kültür döneminde; kuru ağırlık (g), yaş ağırlık (g), sürgün uzunluğu (cm), ve kardeşlenme katsayısı (adet/bitki) verileri alınmıştır.

In vitro Kuraklık Stresi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

In vitro kuraklık uygulamaları iki farklı turunçgil anacında toplam beş farklı PEG konsantrasyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme üç tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Bitki doku kültüründe farklı turunçgil anaçlarına uygulanan kuraklık stresi sonucunda bitkilerden elde edilen veriler her iki genotip için ayrı ayrı varyans analizlerine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda farklılıkların önemli olduğu uygulamalara ait ortamlar LSD testi ile ayrılmıştır. Ayrıca her iki genotip arasında elde edilen tüm veriler açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığının tespiti bağımsız t-testi analizi ile gerçekleştirilmiştir. İstatistik analizler JMP programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada ilk olarak kullanılan anaçlara ait tohumlar *in vitro* koşullarda çimlendirilmiştir. Tohumların çimlendirilmesini takiben elde edilen bitkiler ile kuraklık stresi denemeleri yürütülmüştür. Kuraklık stresi oluşturmak amacıyla farklı oranlarda (% 0, 1, 2, 4, 6) PEG kullanılmıştır. Turunçgil anaçlarının rutin olarak çoğaltıldığı besin ortamı olan 1 mg/L BA içeren MS içerisine PEG eklenmiştir.

In vitro Kuraklık Stresi Bulguları

Bitkisel materyale ait tohumların çimlendirilmesini takiben elde edilen bitkiler ile kuraklık stresi denemeleri yürütülmüştür. Kuraklık stresi oluşturmak amacıyla farklı oranlarda (% 0, 1, 2, 4, 6) PEG kullanılmıştır. Bitkiler aynı ortam koşulları içerisinde 4 haftada bir 3 alt kültür işlemine alınmıştır. Alt kültür süreleri sonunda bitkilere ait kardeşlenme katsayısı (adet/bitki), yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), sürgün uzunluğu (cm) verileri alınmıştır. Bitkilerin farklı konsantrasyonlarda PEG içeren ortamlar içerisinde oluşturduğu kardeşlenme katsayısı verileri Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Turunçgil anaçlarının farklı ortamlarda oluşturduğu kardeşlenme katsayısı

Uygulama	C-35 Sitranjı	Troyer Sitranjı
PEG %0	5.33 a	4.66 a
PEG %1	4.33 ab	4.00 a
PEG %2	3.66 bc	2.33 b
PEG %4	2.33 bc	1.66 b
PEG %6	1.33 cd	1.33 b
Ortalama	3.40	2.80
P değeri	0,0014	0,0004

LSD_{C-35}= 1.55, LSD_{Troyer}=1.24

İstatistik analiz sonuçlarına dayalı olarak en yüksek kardeşlenme katsayısının her iki turunçgil anacı için de PEG içermeyen kontrol ortamında olduğu tespit edilmiştir. PEG konsantrasyonu yükseldikçe kardeşlenme katsayısının düştüğü en yüksek PEG ortamında (% 6) çoğaltmanın son derece düşük olduğu belirlenmiştir. Turunçgil anaçlarının farklı konsantrasyonlarda PEG içeren ortamlar içerisinde oluşturduğu sürgün uzunluğu verileri Çizelge 2.'de verilmiştir.

Sürgün uzunluğunun en yüksek olarak tespit edildiği ortamın her iki turunçgil anacı için PEG içermeyen kontrol ortamı olduğu gözlemlenmiştir. Sürgün uzunluğunun artan kuraklık stresinde düştüğü net olarak tespit edilmiştir. Turunçgil anaçlarının farklı konsantrasyonlarda PEG içeren ortamlar içerisinde oluşturduğu yaş ağırlık verileri Çizelge 3.'te verilmiştir.

Çizelge 2. Turunçgil genotiplerinin farklı ortamlarda oluşturduğu sürgün uzunluğu (cm)

Uygulama	C-35		Troyer	
	Sitranjı		Sitranjı	
PEG %0	5.66	a	6.00	a
PEG %1	5.00	a	5.66	a
PEG %2	4.33	ab	5.33	a
PEG %4	3.33	b	4.00	b
PEG %6	3.33	b	2.33	c
Ortalama	4.33		4.66	
P değeri	0.0208		0.0002	

LSD_{C-35}= 1.48, LSD_{Troyer}=1.15

Çizelge 3. Turunçgil anaçlarının farklı ortamlarda oluşturduğu yaş ağırlık (g)

Uygulama	C-35		Troyer	
	Sitranjı		Sitranjı	
PEG %0	0.66	a	0.63	a
PEG %1	0.53	ab	0.46	ab
PEG %2	0.36	bc	0.33	bc
PEG %4	0.20	cd	0.16	c
PEG %6	0.13	d	0.10	c
Ortalama	0.38		0.34	
P değeri	0.0004		0.0032	

LSD_{C-35}= 0.18, LSD_{Troyer}=0.24

Farklı PEG dozları içeren ortamlarda çoğaltılan C-35 ve Troyer sitranjı bitkilerine ait yaş ağırlığı verileri her iki genotip açısından istatistiki olarak farklı tespit edilmiştir. Artan PEG dozlarında bitkilerin yaş ağırlıklarının düştüğü belirlenmiştir. Turunçgil anaçlarının farklı konsantrasyonlarda PEG içeren ortamlar içerisinde oluşturduğu kuru ağırlık verileri Çizelge 4.'te verilmiştir.

Çizelge 4. Turunçgil anaçlarının farklı ortamlarda oluşturduğu kuru ağırlık (g)

Uygulama	C-35		Troyer	
	Sitranjı		Sitranjı	
PEG %0	0.08	a	0.07	a
PEG %1	0.05	ab	0.03	b
PEG %2	0.03	bc	0.02	b
PEG %4	0.02	c	0.02	b
PEG %6	0.01	c	0.01	b
Ortalama	0.04		0.03	
P değeri	0.0028		0.0029	

LSD_{C-35}= 0.02, LSD_{Troyer}=0.02

Kuru ağırlığın en yüksek olarak tespit edildiği ortam her iki genotip için PEG içermeyen ve kuraklık stresine maruz kalmayan kontrol ortamı olmuştur. Diğer ortamlarda PEG dozları yükseldikçe kuru ağırlık azalmıştır. Çalışmada kullanılan iki farklı genotipin incelenen kriterler açısından istatistiki olarak bir farklılık içerip içermedikleri bağımsız t-testi ile karşılaştırılmıştır. t-testi sonucunda elde edilen ortalamalar ve P değerleri Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5. Turunçgil anaçlarının incelenen kriterler açısından bağımsız t-testi ile karşılaştırılması

Özellik	Genotip	Ortalama	P Değeri
Kardeşlenme Katsayısı	Troyer Sitranjı	2.80	0.30
	C-35 Sitranjı	3.40	
Yaş Ağırlık (g)	Troyer Sitranjı	0.340	0.633
	C-35 Sitranjı	0.380	
Kuru Ağırlık (g)	Troyer Sitranjı	0.032	0.410
	C-35 Sitranjı	0.040	
Sürgün Uzunluğu (cm)	Troyer Sitranjı	4.67	0.51
	C-35 Sitranjı	4.33	

Çalışmada kullanılan C-35 ve Troyer anaçlarının farklı dozlardaki ortamlarda mikroçoğaltım sonucu elde edilen tüm veriler ile gerçekleştirilen bağımsız t-testi analizi sonucunda iki genotip arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak her iki genotipe ait farklı PEG dozlarındaki çoğalma performansları istatistik olarak önemli bulunmuştur. Yapılan istatistik analizler sonucunda tüm ortamlar değerlendirildiğinde en yüksek kardeşlenme katsayısı 3.40 ile C-35 sitranjında tespit edilmiştir. Troyer sitranji ise 2.80 değeri hesaplanmıştır.

Turunçgillerde kuraklık stresi ile ilgili bazı çalışmalar yürütülmüştür. Yirmi üç turunçgil genotipinin kuraklığa tepkisinin araştırıldığı bir çalışmada üç yapraklı kuraklığa en dayanıklı bulunurken, şadok kuraklığa en hassas genotip olarak belirlenmiştir (Bhusal ve ark. 2002). Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde üç yapraklı melezleri olan iki farklı anacın *in vitro* şartlarda oluşturulmuş kuraklık stresi koşullarında çoğalmaya devam ettiği gözlenmiştir. Ancak artan PEG dozlarında çoğaltım katsayısının düştüğü gözlenmiştir. Rodriguez-Gamir ve ark. (2010) FA-5 (Fornir-Alcaide) anacı ve bu anacın ebeveynleri olan Kleopatra mandarini ve *Poncirus trifoliata*'da kuraklık stresine tolerans testleri gerçekleştirmişlerdir. Belirtilen bu üç genotip ve ayrıca Valencia portakalı üzerine aşılınmış şekilleri ile deneme kurulmuştur. Bitkiler kontrollü iklim odası koşullarında özel olarak hazırlanmış besin solüsyonu ile sulanmıştır. Bitkilerdeki hasarın % 50'ye ulaştığı dönemde bitkiler hasat edilmiş ve kuraklık ile ilişkili çeşitli parametreler değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek yaprak biyokütlesine sahip genotip Kleopatra mandarini olarak tespit edilirken, en düşüğü FA-5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek sürgün/kök oranının da Kleopatra mandarininde tespit edilmiştir. Ayrıca aşılı genotiplerde kuraklığın anaçlara göre değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında kullanılan iki farklı turunçgil anacı da FA-5 anacı gibi üç yapraklı meleze aittir. Her iki anaçta artan PEG dozlarına bağlı olarak olumsuz etkilenmiş ve çoğalma performansları düşmüştür. Ortamlar arasında bitkilerin çoğalma performansları açısından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilirken, bağımsız t-testi sonucunda genotiplerin genel performanslarının benzer olduğu belirlenmiştir. Farklı bitki türlerinde de *in vitro* kuraklık stresi çalışmaları da yürütülmüştür. Sivritepe ve ark. (2008) *in vitro* koşullarda PEG 8000 (% 1, 2, 4) kullanarak kuraklık oluşturmuşlardır. Kirazda yapılan çalışmada, stres koşullarında yeşil aksam kuru ağırlığında azalma meydana gelirken, MDA miktarında artış belirlenmiştir. Oksidatif stres ile birlikte K, Ca, Fe ve Mn konsantrasyonlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında da benzer PEG dozları kullanılmış ve artan PEG dozlarında bitkilerin hasarlanmaya başladığı ve çoğalma katsayısında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Joshi ve ark. (2011) PEG kullanarak *in vitro* koşullarda çeltik bitkisinde kuraklık stresi oluşturmuşlar ve tarama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla somatik embriyogenesis yoluyla elde ettikleri kallusların kuraklık stresi altında nasıl tepki verdiklerini araştırmışlardır. İlk olarak 2.4 D'nin farklı konsantrasyonları kullanılarak kalluslar elde edilmiş ve kuraklık stresi oluşturmak amacıyla kalluslar içerisinde 10, 20, 30, 40, 50, 60 ve 70 g/l PEG 6000 içeren MS ortamlarına aktarılmıştır. Stres oluşturulduktan 15-30 gün sonra elde edilen kalluslarda prolin içeriği ve kallus ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 70 g/l PEG kullanımının kuraklık için kritik konsantrasyon olduğu belirtilmiştir. İki farklı turunçgil anacında tamamlanan bu çalışma kapsamında ise % 1, 2, 4 ve 6 olmak üzere toplam 4 farklı PEG konsantrasyonu denenmiştir. Çalışmada kullanılan anaçlar tüm konsantrasyonlarda yaşamlarını ve çoğalmalarını sürdürmüşlerdir. Bununla beraber özellikle % 6 PEG içeren besin ortamlarında çoğalmanın düştüğü gözlenmiştir.

Sonuç olarak önemli turunçgil anaçları arasında yer alan Troyer sitranji ve C-35 sitranjının *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performansları araştırılmıştır. Her iki anacında artan PEG dozlarında yaşamları ve çoğalmalarına devam ettirdikleri ancak performanslarının gerilediği tespit edilmiştir. Bitki doku kültürü çalışmaları ile bitkilerin hızlı bir şekilde bazı özellikler açısından taranması mümkün olabilmektedir. Kuraklık taraması da bu özellikler arasında yer almakta ve farklı bitkilerde örnekleri bulunmaktadır. Ancak bitki doku kültürü çalışmalarının sonunda yapılan bazı değerlendirmelerin arazi koşullarında da tekrar edilmesi önerilmektedir. Turunçgil yetiştiriciliği ve ıslahının günümüzde son derece önemli yerlerde olduğu tartışılmaz bir konudur. Dünya'nın belli ülkelerinin hiç turunçgil yetiştiremediği gerçeği, turunçgil ithalat ve ihracatında büyük bir pazar olduğunu açıkça ortaya koyan önemli maddelerden biridir. Günümüzde turunçgil anaç ve çeşit ıslah çalışmaları gerek ülkemizde gerekse dünyada hızlı bir şekilde devam etmektedir. Dünyada meydana gelen iklim değişikliği etkisi sebebiyle kuraklık ile ilgili risk günden güne daha da artmaktadır. Kuraklık, tarımın evrensel olarak en önemli sorunlarından biridir. Büyüme ve gelişme sırasında, besin alımını sınırlar, metabolizmayı yavaşlatır ve bu durum sonuçta ürüne yansımaktadır (Aydın ve ark. 2016). Bu yüzden mevcut genetik kaynakların kuraklık stresine dayanım koşullarının araştırılması ve artırılması önemli konular arasında yer almaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje No.: FBA-2016-6254).

Kaynaklar

- Aydın M, Hossein Pour A, Tosun M, Haliloğlu K (2016) Effect of application of putrescine on seedling growth and cell division of wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought stress. *YYÜ Tar Bil Derg.* 26(3): 319-332.
- Bhusal RC, Mizutani F, Rutto KL (2002). Selection of rootstocks for flooding and drought tolerance in citrus species. *Pak. J. Biol. Sci.* 5: 509-512.
- Blum A (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Aust. J. Agric. Res.* 56(11): 1159–68.
- Claeys H, Inzé D (2013). The agony of choice: How plants balance growth and survival under water-limiting conditions. *Plant Physiol.* 162(4): 1768–79.
- Dulay RMR, Castro MEGD (2016). Antibacterial and antioxidant activities of three Citrus leaves extracts. *Der Pharmacia Lettre*, 8: 13.
- Gimeno J, Gadea J, Forment J, Perez-Valle J, Santiago J, Martinez-Godoy MA, Yenush L, Belles JM, Brumos J, Colmenero-Flores JM, Talon M, Serrano R (2009). Shared and novel molecular responses of mandarin to drought. *Plant Mol. Biol.*, 70: 403–420.
- Joshi R, Shukla A, Sairam RK (2011). *In vitro* screening of rice genotypes for drought tolerance using polyethylene glycol. *Acta Physiol. Plant.* 33(6): 2209-2217.
- Lawlor DW (2013). Genetic engineering to improve plant performance under drought: physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities. *J. Exp. Bot.* 64(1): 83–108.
- Marssaro AL, Morais-Lino LS, Cruz JL, Ledo, CADS, Santos-Serejo JAD (2017). Simulation of in vitro water deficit for selecting drought-tolerant banana genotypes. *Pesq. Agropec. Bras.* 52(12), 1301-1304.
- Paranychianakis NV, Chartzoulakis KS (2005). Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. *Agr. Ecosyst. Environ.* 106: 171–187.
- Perez-Perez JG, Syvertsen JP, Botia P, Garcia-Sanchez F (2007). Leaf water relations and net gas exchange responses of salinized Carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. *Ann. Bot.* 100: 335–345.
- Reddy AR, Chaitanya KV, Vivekanandan M (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.* 161: 1189–1202.
- Rodriguez-Gamir J, Primo-Millo E, Forner JB, Forner-Giner MA (2010). Citrus rootstock responses to water stress. *Sci. Hortic.* 126: 95–102.
- Şahin-Çevik M (2012). A WRKY transcription factor gene isolated from *Poncirus trifoliata* shows differential responses to cold and drought stresses. *J. Plant Omics* 5(5): 438-445.
- Sivritepe N, Erturk U, Yerlikaya C, Türkan I, Bor M, Özdemir F (2008). Response of the cherry rootstock to water stress induced *in vitro*. *Biol. Plant.* 52(3): 573-576.
- Sohi S, Shri R (2018). Neuropharmacological potential of the genus Citrus: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 7(2): 1538-1548.
- Souza JD, de Andrade Silva EM, Coelho Filho MA, Morillon R, Bonatto D, Micheli F, da Silva Gesteira A (2017). Different adaptation strategies of two citrus scion/rootstock combinations in response to drought stress. *PloS one*, 12(5): e0177993.
- Verslues PE, Agarwal M, Katiyar-Agarwal S, Zhu J, Zhu JK (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *J Plant.* 45(4): 523–39.
- Xiao JP, Zhang LL, Zhang HQ, Miao LX (2017). Identification of genes involved in the responses of Tangor (*C. reticulata* × *C. sinensis*) to drought stress. *BioMed Res. Int.* 1-15.
- Zhao P, Liu P, Shao J, Li C, Wang B, Guo X, et al (2014). Analysis of different strategies adapted by two cassava cultivars in response to drought stress: ensuring survival or continuing growth. *J. Exp. Bot.* 66(5): 1477-1488.