ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeynep GİRİCİ

SEÇİLMİŞ KAYISI GENOTİPLERİNİN *IN VITRO* KURAKLIK STRESİ KOŞULLARINDA MİKROÇOĞALTIM VE KÖKLENME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEÇİLMİŞ KAYISI GENOTİPLERİNİN *IN VİTRO* KURAKLIK STRESİ KOŞULLARINDA MİKROÇOĞALTIM VE KÖKLENME PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

Zeynep GİRİCİ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
Yıl: 2021, Sayfa: 51
Jüri : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
: Prof. Dr. N. Yeşim YALÇIN MENDİ
: Doç. Dr. Özhan ŞİMŞEK

Tez çalışmasında, PRIMA (Proje No: 118O855) projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 5 genotipin *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performansları incelenmiştir. Ayrıca, köklenme üzerine farklı besin ortamları (MS - Murashige and Skoog Medium, ½ MS ve WPM - Woody Plant Medium) ve IBA (İndol Butirik Asit) konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l) etkisi araştırılmıştır. *In vitro* kuraklık denemelerinde farklı konsantrasyonlarda PEG8000 (Polietilen Glikol) içeren (%0, 1, 2, 4 ve 6) MS besin ortamı kullanılmıştır. Besin ortamlarına 1 mg/l BAP ilave edilmiştir. Çalışma sonunda, en yüksek kardeşlenme katsayısı PEG içermeyen kontrol grubunda Aldeniz (2.76) genotipinde elde edilmiştir. En fazla bitki boyu PEG içermeyen kontrol grubunda Hatay 1 (1.54) genotipinde elde edilmiştir. Kök denemelerinde en fazla kök sayısı 1 mg/l IBA içeren ½ MS besin ortamında Hatay 1 (4.50) genotipinde elde edilmiştir. En fazla kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren ½ MS (1.37 cm) besin ortamında elde edilmiştir. *In vitro* kuraklık çalışmaları sonucunda bitkilerin tüm besin ortamlarında yaşamlarını devam ettirdikleri ve çoğaldıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber artan PEG konsantrasyonlarında bitki gelişiminin olumsuz etkilendiği gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *In vitro* kuraklık, *Prunus*, Kayısı, PEG

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF MICROPROPAGATION AND ROOTING PERFORMANCE OF SELECTED APRICOT GENOTYPES UNDER *IN VITRO* DROUGHT STRESS CONDITIONS

Zeynep GİRİCİ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY

Supervisor : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
Year: 2021, Pages: 51
Jury : Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR
: Prof. Dr. N. Yeşim YALÇIN MENDİ
: Assoc. Prof. Dr. Özhan ŞİMŞEK

In the thesis study, the micropropagation performances of 5 genotypes, obtained after selection studies on apricots within the scope of PRIMA (Project No: 118O855) project, under *in vitro* drought stress conditions were investigated. In addition, the effects of different nutrient media (MS - Murashige and Skoog Medium, ½ MS and WPM - Woody Plant Medium) and IBA (Indole Butyric Acid) concentrations (1 and 2 mg/l) on rooting were investigated. MS nutrient medium containing different concentrations of PEG8000 (Polyethylene Glycol) (0, 1, 2, 4 and 6%) was used in *in vitro* drought experiments. 1 mg/l BAP was added to the nutrient media. At the end of the study, the highest micropropagation coefficient was obtained in the Aldeniz (2.76) genotype in the PEG-free (control) group. The highest plant height was obtained in Hatay 1 (1.54) genotype in the PEG-free (control) group. In rooting experiments, the highest number of roots was obtained in Hatay 1 (4.50) genotype in ½ MS nutrient medium containing 1 mg/l IBA. The maximum root length was obtained in ½ MS (1.37 cm) nutrient medium containing 2 mg/l IBA. As a result of *in vitro* drought studies, it has been determined that plants survive and micropropagated in all nutrient media. However, it was determined that plant growth was negatively affected at increasing PEG concentrations.

Key words: *In vitro* drought, *Prunus*, apricot, PEG

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Kayısı (Prunus armeniaca L.) Rosaceae familyasına ait bir meyve türüdür. Kayısı ağaçları kumlu, kumlu-tınlı ve tınlı-kireçli topraklarda yetiştirilmektedir. Ağaçları büyük ve yayvan taç teşkil eder. Kışı soğuk, yazı sıcak, iklimlerin meyvesidir. Kayısılar kurutulmuş, sofralık, reçel ve meyve suyu olarak yıl boyunca tüketilebilen meyvelerden biridir. Kayısı çekirdeklerinden tatlı olanları çerez olarak tüketilmektedir. Acı olanları ise kozmetik sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Koçal, 2011). Dünya kayısı üretiminde Türkiye birinci sırada yer almaktadır. Kayısı yetiştiriciliği en fazla Malatya, Elazığ, Erzincan, Sivas, Antalya, Hatay, Kars illerinde yapılmaktadır. Kayısının anavatanı Türkistan, Yakındoğu, Batı Çin ve Orta Asya içerisinde olan çok geniş bir coğrafyanın kayısının anavatanı olduğu bilinmektedir (Koçal, 2011). Kayısı, kışları çok soğuk geçen Doğu Anadolu Bölgesinin bazı kesimleri ve nispi nemin çok yüksek olduğu Karadeniz sahilleri dışında Türkiye'nin her yerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kayısı yetiştiriciliği ilkbahar donlarına bağlıdır. Çünkü kayısı erken çiçeklenen bir meyve türüdür (Paydaş ve Kaşka, 1995). Ülkemiz kayısı yetiştiriciliği için oldukça elverişli koşullara sahiptir.

In vitro teknikler ile çoğaltma, mikroçoğaltım olarak ifade edilmekte ve bu teknikler, özellikle bir türün klasik yöntemler ile çoğaltılması güç olduğu zaman ve popülasyonu sınırlı olan bitki türlerinin korunması için çok avantajlı olmaktadır. *In vitro* çoğaltma teknolojisi, kısa bir zaman periyodunda, sınırlı alanda, daha az anaç bitki kullanarak çok sayıda bitkiyi mevsimden bağımsız olarak elde etme olanağı sağlamaktadır (Bürün, 2021). Mikroçoğaltım, bir bitkiden alınan ve tam bir bitkiyi oluşturabilme potansiyeline sahip bitki eksplantlarından *in vitro* koşullarda üniform ve çok sayıda bitki üretmek amacıyla kullanılan bir doku kültürü yöntemidir. Mikroçoğaltım çalışmaları, yüksek potansiyel sağlayıp hız, zaman ve yerden kazanç sağlamaktadır (Aka-Kaçar ve ark, 2001).

Tez çalışmasında, PRIMA (Proje No: 118O855) projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 3 genotip ve kontrol amaçlı kullanılan 2 çeşidin *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performanslarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin köklenmesi üzerine farklı besin ortamları (MS, ½ MS ve WPM) ve IBA konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l IBA) etkisi incelenmiştir.

In vitro kuraklık koşullarında mikroçoğaltım denemelerinde farklı konsantrasyonlarda PEG8000 içeren (%0, 1, 2, 4 ve 6) MS besin ortamında *in vitro* kuraklık denemeleri kurulmuştur. Besin ortamlarına 1 mg/l BAP ilave edilmiştir. Kuraklık denemelerinde genotiplere ait kardeşlenme katsayısı (kardeş/bitkicik), bitki boyu (cm) ve yaprak sayısı (adet) parametreleri incelenmiştir. *In vitro* kuraklık koşullarında mikroçoğaltım denemeleri sonucunda kardeşlenme katsayısı PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Aldeniz (2.76) genotipinde elde edilmiştir. En düşük kardeşlenme katsayısı %4 PEG içeren besin ortamında Aldeniz (1.20) genotipinde elde edilmiştir. En fazla bitki boyu PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Hatay 1 (1.54) genotipinde elde edilmiştir. En düşük bitki boyu %4 PEG içeren besin ortamında Flopria (0.7) genotipinde ölçülmüştür.

Köklendirme denemelerinde MS, ½ MS ve WPM besin ortamları ile IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin farklı konsantrasyonları (1.0 ve 2.0 mg/l) kullanılmıştır. Sekiz haftalık kültür süresi sonucunda bitkilerde kök sayısı (kök/bitki), kök uzunluğu (cm) ve bitki boyu (cm) parametreleri incelenmiştir. Kök denemelerinde en fazla kök sayısı 1 mg/l IBA içeren ½ MS besin ortamında Hatay 1 (4.50) genotipinde elde edilmiştir. En düşük kök sayısı 1 ve 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Aldeniz genotipinde (1.00) elde edilmiştir. En fazla kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren ½ MS (1.37 cm) besin ortamında, en düşük kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Hatay 1 genotipinde tespit edilmiştir. En yüksek bitki boyu 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında (1.17 cm), en düşük bitki boyu ise 2.0 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında (0.52 cm) Hatay 1 genotipinde ölçülmüştür.

Çalışma sonunda *in vitro* koşullarda oluşturulan kuraklık stresi altında mikroçoğaltım uygulamaları sonucunda bitkilerin tüm ortamlarda yaşamlarını devam ettirdikleri ve çoğaldıkları tespit edilmiştir. Bununla beraber artan PEG konsantrasyonlarında bitki gelişiminin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince, tezimin belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, akademik alanda gelişimime sonsuz katkı sağlayan ve her alanda örnek aldığım değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yıldız AKA KAÇAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin değerlendirilmesine emek harcayan, yapıcı ve yönlendirici katkılarıyla çalışmalarıma destek olan hocalarım Sayın Prof. Dr. N. Yeşim YALÇIN MENDİ ve Sayın Doç. Dr. Özhan ŞİMŞEK'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında her türlü konuda yardımlarını benden esirgemeyen Dr. Dicle DÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmasında Tübitak-Prima projesinin (118O855) bitkisel materyali kullanılmış olup bu materyalin sağlanmasında Proje Yürütücüsü Sayın Hocam Prof. Dr. Ayzin KÜDEN ve proje ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın laboratuvar aşamasında bana yardımcı olan Çukurova Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanları Zir. Yük. Müh. Belgin BİÇEN, Tütün Tekn. Yük. Müh. Mansur Hakan EROL, Fatma KARA ve Eda ARSLANKILIÇ'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek olan canım annem Işın YILDIZ, kardeşim Batuhan GİRİCİ ve nişanlım Zir. Müh. Şaban Özgür ÇETİN başta olmak üzere değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XII
KISALTMALAR XIV
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
2.1. *Prunus* Türlerinde Gerçekleştirilen Mikroçoğaltım Çalışmaları 7
2.2. *Prunus* ve Diğer Bitkilerde Gerçekleştirilen *In Vitro* Kuraklık Çalışmaları 13
3. MATERYAL VE METOD 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Bitkisel Materyal 17
3.2. Metod 17
3.2.1. Sürgün Uçlarının Sterilizasyonu 17
3.2.2. Besin Ortamı ve Sürgün Uçlarının Kültüre Alınması 19
3.2.3. *In Vitro* Kuraklık Stresinin Oluşturulması 21
3.2.4. Köklendirme Denemelerinin Kurulması 21
3.2.5. Deneme Planı, İncelenecek Kriterler ve İstatistiksel Analizler 22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 25
4.1. *In Vitro* Kuraklık Koşullarında Mikroçoğaltım Denemelerine Ait Bulgular 25
4.1.1. Kardeşlenme Katsayısına Ait Bulgular 25
4.1.2. Bitki Boyuna Ait Bulgular 27
4.1.3. Yaprak Sayısına Ait Bulgular 29
4.2. Kök Denemelerine Ait Bulgular 30

4.2.1. Kök Sayısına Ait Bulgular 30
4.2.2. Kök Uzunluğuna Ait Bulgular 32
4.2.3. Yaprak Sayısına Ait Bulgular 33
4.2.4. Bitki Boyuna Ait Bulgular 35
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 41
KAYNAKLAR 43
ÖZGEÇMİŞ 51

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2010-2020 yılları itibariyle kayısı üretimi (ton)..... 2
Çizelge 3.1. MS Besin ortamı içeriği..... 20
Çizelge 3.2. WPM besin ortamı içeriği..... 22
Çizelge 4.1. Kuraklık stresi altında kardeşlenme katsayısına ait veriler..... 26
Çizelge 4.2. Kuraklık stresi altında bitki boyuna ait veriler..... 28
Çizelge 4.3. Kuraklık stresi altında yaprak sayısına ait veriler..... 29
Çizelge 4.4. Kök sayısına (adet) ait veriler..... 31
Çizelge 4.5. Kök uzunluğuna (cm) ait veriler..... 33
Çizelge 4.6. Katı kültür yaprak sayısına (adet) ait veriler..... 34
Çizelge 4.7. Kök denemelerinde bitki boyuna (cm) ait veriler..... 36

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. 2019 yılında Dünyada gerçekleştirilen kayısı üretiminde ülkelerin payı 2
Şekil 3.1. Bitkisel materyalin sterilizasyonuna ait görüntü 18
Şekil 3.2. Bitkisel materyalin kültüre alınmasına ait görüntü 19
Şekil 4.1. Hatay 1 genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü 27
Şekil 4.2. Mikado genotipinin farklı PEG konsnatrasyonlarındaki görüntüsü 28
Şekil 4.3. Flopria genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü 30
Şekil 4.4. Hatay 1 genotipinin köklenmesine ait görüntü 32
Şekil 4.5. Aldeniz genotipinin 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında köklenmesine ait görüntü 35

KISALTMALAR

µl : Mikrolitre
BAP : 6-Benzylamino purine
BBD : Bitki Büyüme Düzenleyici
dk : Dakika
DKW : Driver and Kuniyuki Walnut Medium
DNA : Deoxyribonucleic acid
RNA : Ribonucleic acid
FAO : Food and Agriculture Organisation (Gıda ve Tarım Örgütü)
g : Gram
GA_3 : Gibberallic acid
IBA : Indolebutyric acid
L : Litre
mg : Miligram
ml : Mililitre
Mm : Milimolar
MS : Murashige ve Skoog, 1962
NAA : Naphtalaneacatic acid
TDZ : Thidiazuron
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
WPM : WP, Lloyd ve McCown, 1980
µM : Mikromolar
PEG : Polypropylene glycol
SOD : Süperoksit dismutaz
CAT : Katalaz
APX : Askorbat peroksidaz
POX : Peroksidaz
GR : Glutatyon redüktaz

RWC : Yaprak nispi su içeriği

MSI : Membran stabilite indeksi

1. GİRİŞ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) *Rosaceae* familyasına ait bir meyve türüdür. Kayısı ağaçları kumlu, kumlu-tınlı ve tınlı-kireçli topraklarda yetiştirilmektedir. Ağaçları büyük ve yayvan taç teşkil eder. Kışı soğuk, yazı sıcak, iklimlerin meyvesidir. Kayısılar kurutulmuş, sofralık, reçel ve meyve suyu olarak yıl boyunca tüketilebilen meyvelerden biridir. Kayısı çekirdeklerinden tatlı olanları çerez olarak tüketilmektedir. Acı olanları ise kozmetik sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Koçal, 2011)

Kayısı bitkisinin bilimsel sınıflandırılması aşağıdaki gibidir.

Alem : *Plantae*
Şube : *Magnoliophyta*
Sınıf : *Magnoliopsida*
Takım : *Rosales*
Aile : *Rosaceae*
Cins : *Prunus*
Tür : *P. armeniaca*

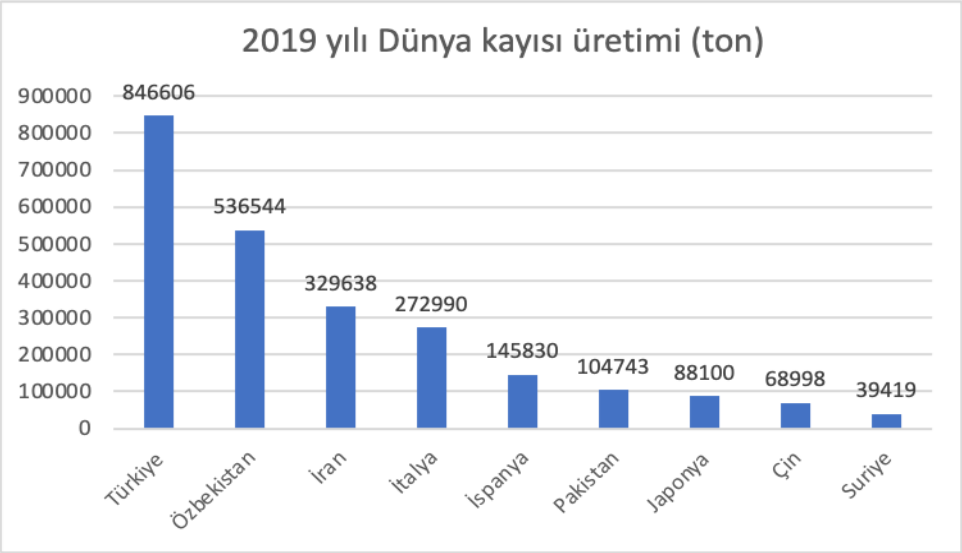
Dünya kayısı üretiminde Türkiye birinci sırada yer almaktadır. Kayısı yetiştiriciliği en fazla Malatya, Elazığ, Erzincan, Sivas, Antalya, Hatay, Kars illerinde yapılmaktadır. Kayısının anavatanı Türkistan, Yakındoğu, Batı Çin ve Orta Asya içerisinde olan çok geniş bir coğrafyanın kayısının anavatanı olduğu bilinmektedir (Koçal, 2011).

Kayısı, kışları çok soğuk geçen Doğu Anadolu Bölgesinin bazı kesimleri ve nispi nemin çok yüksek olduğu Karadeniz sahilleri dışında Türkiye'nin her yerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kayısı yetiştiriciliği ilkbahar donlarına bağlıdır. Çünkü kayısı erken çiçeklenen bir meyve türüdür (Paydaş ve Kaşka, 1995). Ülkemiz kayısı yetiştiriciliği için oldukça elverişli koşullara sahiptir ve 2019 yılı verilerine

göre 846606 ton üretim ile Dünya sıralamasında ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Yıllara göre Türkiye kayısı üretimi Çizelge 1.1'de sunulmuştur. 2019 yılında Dünyada gerçekleştirilen kayısı üretiminde ülkelerin payı Şekil 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de 2010-2020 yılları itibariyle kayısı üretimi (ton) (TUİK, 2020)

Yıllar	Üretim
2010	450000
2011	650000
2012	760000
2013	780000
2014	270000
2015	680000
2016	730000
2017	985000
2018	750000
2019	846606
2020	833398



Şekil 1.1. 2019 yılında Dünyada gerçekleştirilen kayısı üretiminde ülkelerin payı

Günümüzde en büyük küresel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkan iklim değişikliği ve küresel ısınma, küresel çözüm arayışlarıyla beraber yeni önlemler almayı gerektirmektedir. İklim değişikliğinin kıtlık, göç ve kuraklık gibi etkileri de dikkate alındığında sorunun bir çevre sorunu olmadığı görülmektedir. Ayrıca ekonomik ve uluslararası işbirliğini gerektiren önemli bir sorun olduğu görülmektedir. Türkiye için geliştirilmiş iklim modellerine göre; su sorunu, küresel ısınmanın bir sonucu olarak beklenen en önemli sorunlardan biridir. Bunun yanı sıra su kaynaklarının azalması sonucu enerji sıkıntısına, tarım ve orman ürünlerinde azalışa, kıyı kesimlerden iç kısımlara doğru nüfus hareketine neden olması beklenmektedir. Son yıllarda, kuraklık ülkemizdeki zararlı böcek salgınlarının artmasına ve ağaç kurumalarındaki hızlı artışa sebep olmuştur (Küçükkılavuz, 2009).

Küresel ısınma tarım başta olmak üzere tüm sektörler etkilenmektedir. Ancak küresel ısınmanın diğer sektörlere nazaran tarım sektörü üzerine etkilerinin daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Tarımsal üretimin büyük oranda doğal koşullara bağlı gerçekleştiği göz önünde bulundurulduğunda değişen iklim ve toprak özelliklerinin tarımsal ürünlerin verim ve kalitesinde değişime neden olacağı düşünülmektedir. Tarım sektörü; nüfus ve istihdama, milli gelire, toplum beslenmesine, dış ticarete katkısı ile ekonomik bağlamda büyük öneme sahip bir sektördür. Dolayısıyla, küresel ısınmanın etkisi ile hem ekonomik hem de sosyal anlamda bu sektörün büyük kayıplar yaşayacağı açıktır (Yalçın ve Kara, 2014).

Çevre şartlarının bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesi halinde bitkide meydana gelen duruma stres denir. Bir başka deyişle bitki üzerinde negatif etkileri olan dış faktörler olarak tanımlanır. Birçok durumda stres, bitkinin canlı kalabilmesi, ürün verebilmesi, özümleme ve biokütle birikimi ile ilişki kurarak açıklanması gereken bir kavramdır (Büyük ve ark, 2012).

Canlıların, en uygun sınırlar dışındaki çevresel faktörlere nasıl cevap oluşturduklarının açıklığa kavuşturulması, ekofizyolojinin bir alt bölümü olan stres

ekolojisinin temel araştırma alanını oluşturur. Bitkilerin stres fizyolojilerinin araştırılması, kültür bitkilerinin verimliliğinin artırılması çalışmalarına, biyocoğrafik bakımdan türlerin yayılış alan sınırlarını anlamamıza ve bitki metabolizması hakkındaki bilgilere katkı sağlar. Tuzluluk, kuraklık, kimyasal toksisite, oksidatif stres ve aşırı sıcaklıklar gibi abiyotik stresler çevrenin bozulmasına ve tarımsal faaliyetlerin sekteye uğramasına sebep olan ciddi tehditlerdir (Korkmaz ve Durmaz, 2017).

Kuraklık meteorolojik bir terimdir ve yaygın olarak önemli yağışların olmadığı bir dönem olarak tanımlanır. Genellikle kuraklık stresi, topraktaki su azaldığında ortaya çıkar ve atmosferik koşullar terleme veya buharlaşma yoluyla sürekli su kaybına neden olur. Kuraklık stres toleransı hemen hemen tüm bitkilerde görülür, ancak kapsamı türden türe ve hatta türler içinde değişir (Jaleel ve ark., 2009).

Kuraklık, aşırı sıcaklıklar, kimyasal toksisite, oksidatif stres ve tuzluluk gibi abiyotik stresler tarım için ciddi tehditlerdir. Çevrenin bozulmasına sebep olur. Abiyotik stres, dünya çapında mahsul kaybının başlıca nedenidir. Ortalama verimi %50'den fazla azaltır (Wang ve ark., 2004).

Bitkiler tuzluluk, kuraklık, aşırı yağış ve sıcaklık gibi abiyotik stres koşullarına büyüme ve gelişmeleri en az zarar görecek şekilde metabolik ve fizyolojik değişikliklerle tepki vermektedirler (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Kuraklık stresi bitkilerde birçok biyokimyasal, moleküler ve fizyolojik tepkileri başlatmaktadır. Bununla birlikte bitkilerde strese cevap niteliğinde değişen çevre şartlarına uyum sağlayabilecek adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler. Su noksanlığına karşı oluşturulan cevaplar, genotipe, türe, su kaybı şiddetine ve uzunluğuna, bitkinin gelişme durumuna, yaşına, organ ile hücre tipine bağlı olarak değişmektedir (Bray, 1997).

Küresel iklim değişikliği yakın gelecekte su stresi riskini artıracaktır. Bu nedenle kuraklığa tolerant bitkilerin geliştirilmesi bitki biyoteknolojisinin oldukça önemli ve stratejik amaçlarından birisidir (Gimeno ve ark, 2009). Çevresel stresler

arasında bulunan kuraklık stresi, bitki büyümesini ve verimini olumsuz etkileyen faktörlerden biridir (Reddy ve ark, 2004).

In vitro teknikler ile çoğaltma, mikroçoğaltım olarak ifade edilmekte ve bu teknikler, özellikle bir türün klasik yöntemler ile çoğaltılması güç olduğu zaman ve popülasyonu sınırlı olan bitki türlerinin korunması için çok avantajlı olmaktadır. *İn vitro* çoğaltma teknolojisi, kısa bir zaman periyodunda, sınırlı alanda, daha az anaç bitki kullanarak çok sayıda bitkiyi mevsimden bağımsız olarak elde etme olanağı sağlamaktadır (Bürün, 2021).

Meyve anaçlarının *in vitro* koşullarda klonal üretimi gerek Türkiye'de gerekse Dünya'da vazgeçilmez bir çoğaltım yöntemidir. Kısa sürede çok sayıda anaç materyali elde etmek amacıyla *in vitro* çoğaltım tekniklerinden uzun yıllardır yararlanılmaktadır. *In vitro* koşullarda gerçekleştirilen mikroçoğaltım, ekolojik koşullardan bağımsız olarak yapılmaktadır. Klasik yöntemlerle çoğaltmaya alternatif bir yaklaşım sağlamaktadır (Hasan Ali Dagman, 2019).

Mikroçoğaltım, bir bitkiden alınan ve tam bir bitkiyi oluşturabilme potansiyeline sahip bitki eksplantlarından *in vitro* koşullarda üniform ve çok sayıda bitki üretmek amacıyla kullanılan bir doku kültürü yöntemidir. Mikroçoğaltım çalışmaları, yüksek potansiyel sağlayıp hız, zaman ve yerden kazanç sağlamaktadır (Aka-Kaçar ve ark, 2001). Mikroçoğaltımla kısa bir zamanda, dar bir alanda, yetiştirme mevsimine bağlı kalmaksızın, hastalıksız çok fazla sayıda bitki üretimi yapılabilmektedir (Kozai ve ark, 1997a).

Bu tez çalışmasında, PRIMA (Proje No: 118O855) projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 3 genotip ve kontrol amaçlı kullanılan 2 çeşidin *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performanslarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin köklenmesi üzerine farklı besin ortamları (MS, ½ MS ve WPM) ve IBA konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l IBA) etkisi incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Prunus* Türlerinde Gerçekleştirilen Mikroçoğaltım Çalışmaları

Harada ve Murai (1996) yapmış oldukları mikroçoğaltım çalışmasında, *P. mume Sieb*'in aksiller tomurcuklarını 1 ile 5 µM BA, %3 sorbitol ile desteklenmiş, %0.5 ile 0.7 agar ile katılaştırılmış WPM besin ortamında kültüre almışlardır. Çalışmada, sürgün çoğaltımı üzerine farklı karbon kaynaklarının etkisi incelenmiştir. Glikoz; sükroz, sorbitol ve fruktozdan daha iyi sürgün çoğaltımı sağlamıştır. Sükroz varlığında yaprak klorozu meydana gelmiş ve sürgünlerde azalma gözlenmiştir. En iyi köklenme yüzdesi 1 µM NAA ile desteklenmiş WPM besin ortamında elde edilmiştir. Köklü bitkiler aralıklı sislemeyle dış ortama alıştırılmıştır. Fakat hayatta kalma oranı nispeten düşük olmuştur (%20-%30).

Perez-Tornero ve ark. (2000), farklı bazal ortamların ve sitokinin konsantrasyonlarının *P. armenica L.* sürgünlerinin mikroçoğaltımı üzerine etkisi incelemişlerdir. Optimum çoğalmanın sağlandığı modifiye edilen WPM besin ortamı kullanıldığında, daha sağlıklı ve daha yeşil sürgünler elde edilmiştir. En iyi sürgün gelişimi 0.5 ve 0.6 mg/l BA konsantrasyonunda elde edilmiştir. IBA ve NAA'nın farklı konsantrasyonlarında köklenme görülmüştür. En iyi köklenme yüzdeleri 2 mg/l NAA'da, sürgün başına en fazla kök sayısı ise 6 mg/l IBA'da elde edilmiştir.

Perez-Tornero ve Burgos (2000), Çeşitli kayısı çeşitlerinin *in vitro* çoğaltılmasını etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Besin ortamının ve BA konsantrasyonunun etkisinin genotipe bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Genel olarak, en iyi sonuçlar Quoirin ve Lepoivre (1977) ve WPM besin ortamının modifikasyonu ile elde edilmiştir (Lloyd ve McCown, 1981). Optimum BA konsantrasyonu her çeşit için farklı bulunmuştur, ancak en iyi sonuçlar 1,78 ile 3,11 µM arasında elde edilmiştir. Kayısı sürgünleri, farklı IBA konsantrasyonları ile köklendirilmiştir. Sürgün uçları, köklendirme ortamına transfer edilmeden önce 22.2 veya 44.4 µM BA çözeltilerine daldırılmıştır.

Aka-Kaçar ve ark. (2001) *in vitro* besi ortamlarında kullanılan farklı katılaştırıcı maddelerin ve farklı pH düzeylerinin bazı kiraz anaçlarının mikroçoğaltılması üzerine etkileri üzerine çalışmalar gerçekleştirmiş ve Damil, Edabriz, Gisel A5 ve Maxma kiraz anaçlarını doku kültürü ile çoğaltmayı hedeflemişlerdir. Bu amaçla besi ortamlarına eklenen değişik katılaştırıcı maddelerin ve farklı pH düzeylerinin sürgünlerin çoğaltılması, sürgün ağırlık ve uzunluğuna etkilerini araştırmışlardır. Uygulanan pH düzeyleri arasında en iyi çoğalma pH 6.2'de gerçekleşmiş, farklı katılaştırıcı maddeler arasında en iyi çoğalma agargel ortamında (5.8 kardeş/bitki) elde edilmiştir.

Hepaksoy (2004), yapmış olduğu çalışmada, Gisela 5 ve Gisela 6'nın sürgün ucu metodu ile *in vitro* koşullarda çoğaltılmasında, uygun besin ortamlarını belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonunda, Gisela 6 anacının çoğalma eğiliminin Gisela 5'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak çoğalmada meydana gelen yeni sürgünlerin gelişmesi üzerine düşük konsantrasyonda GA_3 herhangi bir etkide bulunmamıştır. Buna karşılık konsantrasyonun arttırılması halinde çoğalma olumsuz yönde etkilenmiştir. Çalışma sonunda, en uygun besin ortamının 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA / NAA olduğu belirlenmiştir.

Arıcı (2008), MaxMa 14, MaxMa 60, Myrobolan 29-C, GN ve GF 677 anaçlarının sürgün uçları ve yan sürgünlerini kullanarak *in vitro* koşullarda çoğaltma olanaklarını araştırmıştır. Eksplantlar NAA, BA ve GA3'nın farklı konsantrasyonlarını içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Ortamlar arasında istatistiksel açıdan bir fark gözlenmemiştir. Ancak, en fazla sürgün oluşumu MaxMa 60 için MS 2 mg/l BAP,+0.02 mg/l NAA, , GN için MS 1 mg/l BAP+0.02 mg/l NAA+0.5 mg/l GA3, MaxMa 14 için MS 2 mg/l BAP+0.2 mg/l NAA+0.5 mg/l GA3, Myrobolan için MS 1 mg/l BAP+0.2 mg/l NAA ve GF 677 için MS 1 mg/l BAP+ 0.2 mg/l NAA içeren ortamlarda gözlenmiştir.

Çelik (2008), AK-1, AK-2 ve GF-677 badem x şeftali melez genotipleri ile Ferragnes badem, Francoise şeftali ve Ninfa kaysı çeşitlerine ait eksplantları kullanarak mikroçoğaltım çalışmaları gerçekleştirmiştir. Araştırmada MS besin

ortamı kullanılmıştır. Eksplant geliştirme ve çoğaltma aşamasında 1.0 mg/l BA ve 0.1 mg/l GA3 konsantrasyonları kullanılmıştır. Sürgünlerin kardeşlenmesi bakımından en iyi sonuç 1 mg/I BA içeren MS besin ortamda elde edilmiştir. Çalışma sonunda 1.0 mg/l BA kullanılmasının sürgün verimi ve gelişmesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Güçlü ve ark. (2010), SL 64, MaxMa 14, MaxMa 60 ve Gisela 5 klonal kiraz anaçlarının mikroçoğaltım olanaklarını araştırmışlardır. Çalışmada eksplant materyali olarak sürgün uçları kullanılmıştır. Sürgün uçları farklı BBD kombinasyonları ilave edilmiş MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Sürgün boyu bakımından en iyi sonuçlar 1 mg/l BAP + 0.02 mg/l IBA + 1 mg/l GA3 (1.43-1.61 cm) ve 1 mg/l BAP + 0.02 mg/l IBA + 0.5 mg/l GA3 (1.44-1.50 cm) ilave edilmiş ortamlardan elde edilmiştir.

Dejampour ve ark. (2011), GF677 yerine alternatif bir anaç olarak kullanılabilecek badem ve şeftali arasında bir melez olan HS314 anacı için bir mikroçoğaltım protokolü geliştirmişlerdir. Çalışmada, yüzey sterilizasyonu yapılmış nodal eksplantlar %3 sükroz, 100 mg/l phloroglucinol, %0.7 agar ve 0.5 mg/l BA içeren modifiye DKW ortamında kültüre alınmıştır. 2 mg/l BA içeren besin ortamında maksimum sürgün sayısı elde edilmiştir. Kök sayısı ve kök uzunluğu en yüksek 2 mg/l IBA içeren besin ortamında elde edilmiştir.

Erbaş (2011), Myrobolan 29C ile Garnem (GN15) anaçlarının *in vitro* koşullarda klonal üretimini gerçekleştirmiştir. 2-3 yaşındaki anaçların sürgün gözü, yaprak ve petiolleri Gamborg B5 vitaminlerini içeren modifiye MS ortamında kültüre alınmıştır. Sürgün teşviki çalışmalarında, Myrobolan 29C sürgün gözlerinde, en yüksek sürgün sayısı (3.00) ve en uzun sürgün gelişimi (18,67 mm) 4 mg-¹ KIN içeren modifiye MS ortamında meydana gelmiştir. Garnem anacında ise sürgün gelişimi saptanmamış olup, kallus meydana gelmiştir. Anaçların yaprak ve yaprak sapı (petiol) eksplantlarında ise kallus oluşumu dışında sürgün gelişimi saptanmamıştır. Kardeşlenme denemelerinde, Myrobolan 29C'nin kültüre alınan her sürgün gözünde ortalama üç kardeş (sürgün) oluşumu saptanmış olup, en

yüksek sürgün sayısı (4.778) 2.0 mg/l BAP, 2.0 mg/l KIN ve 0.5 mg/l NAA içeren modifiye MS ortamında, en yüksek sürgün uzunluğu (11.167 mm) 1.0 mg/l BAP, 1.0 mg/l ve KIN ve 0.5 mg/l IBA içeren modifiye MS ortamında meydana gelmiştir. Kültüre alınan Garnem sürgün gözlerinde ise kallus ile birkaç yaprak oluşumu gözlenmiştir. Köklenme çalışmalarında kullanılan bitki büyüme düzenleyici kombinasyon ve konsantrasyonlarında, bitkilerde kök oluşumu saptanmamıştır. Garnem anacında kallus oluşumu meydana gelmiştir.

Hacıhaliloğlu, Türkiye'de en çok yetiştirilen kayısı (*P. armeniaca L.*) çeşitlerinden biridir. İyi kalitede meyve üretir ve hem taze hem de kurutulmuş olarak tüketilir. Yıldırım ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, Hacıhaliloğlu kayısı çeşidinin *in vitro* koşullarda çoğalması, köklenmesi ve dış koşullara alıştırılmasını etkileyen çeşitli faktörleri incelemişlerdir. Çalışma sırasında, Hacıhaliloğlu'nun *in vitro* koşullarda kültüre alınması için en iyi zamanın Mayıs ayı olduğu belirlenmiştir. BA, Kinetin ve TDZ'nin etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve farklı BA konsantrasyonları da test edilmiştir. Sürgün uzunluğu bakımından en iyi sonuç 2 mg/l BA içeren besin ortamında elde edilmiştir. Bir karbon kaynağının mikroçoğaltım üzerindeki etkisi, %3 konsantrasyonda glukoz, sakaroz, fruktoz ve laktoz kullanılarak incelenmiştir. Sukroz, test edilen diğer şeker çeşitlerinden daha iyi sürgün gelişimi sağlamıştır. En iyi köklenme yüzdesi, 2 mg/l IBA ilave edilmiş MS besin ortamında elde edilmiştir. Elde edilen bitkiler başarıyla dış koşullara alıştırılmıştır.

Sulusoglu ve Cavusoglu (2013), yapmış oldukları çalışmada, *P. laurocerasus L.*'nin *in vitro* mikroçoğaltımı için bir protokol geliştirmişlerdir. Eksplantlar, kontrol grubuyla birlikte 6 farklı BA konsantrasyonu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Sonuçlar, en iyi köklemenin 0.5 mg/1 IBA içeren MS ortamında elde edildiğini göstermiştir. Kök sayısı ve uzunluğu sırasıyla 4.17 sürgün/eksplant ve 3.29 cm olarak bulunmuştur. 0.5 mg/1 IBA ilave edilmiş besin ortamında köklenmiş bitkiler ile yüksek bir hayatta kalma oranı (%77.3) elde edilmiştir.

Bulunuz-Palaz ve Uğur (2018), yapmış oldukları çalışmada klonal anaç adayı SP-2 (*P. spinosa*)'nin *in vitro* mikroçoğaltım performansını incelemişlerdir. Çalışmada, farklı bitki büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonlarını içeren MS besin ortamı kullanılmıştır (MS-1 (0.75 mg/l TDZ, 0.5 mg/l NAA, 0.5 mg/l GA3) MS-2 (1.5 mg/l TDZ, NAA, 1.5 mg/l NAA, 0.5 mg/l GA3), MS-0 (bitki büyüme düzenleyici içermeyen MS). Çalışma sonunda eksplant başına en yüksek çoğalma sayısının MS-1 ortamından (12.60 adet/eksplant) ve en uzun sürgün boyunun 14.19 mm değeriyle MS-0 ortamından elde edildiği saptanmıştır. Çalışma sonunda en yüksek kardeşlenme oranının elde edildiği ve daha az miktarda BBD kullanıldığı MS1 ortamının, MS2 ortamına göre daha başarılı ve ekonomik olduğuna karar verilmiştir.

Abbasi ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada, *P. scoparia*'nın mikroçoğaltımı üzerine sitokinin ve oksinin etkisini araştırmışlardır. Eksplant olarak fidelerin tek tip boğumlu sürgün parçaları (3-5 cm uzunluğunda) kullanılmıştır. Sürgün gelişimi için eksplantlar 7g/l agar, 30 g/l sakaroz, BA'nın farklı konsantrasyonları (0.00, 0.50, 1.00, 2.00 ve 4.00 mg/l) ve Thidiazuron (TDZ)'nin farklı konsantrasyonlarını (0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 5.00 ve 7.00 mg/1) içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Köklenme için 2-3 cm uzunluğundaki bitkicikler, 30 g/l sakaroz, 7.5 g/l agar ve farklı konsantrasyonlarda IBA (0.00, 0.25, 0.50 ve 1.00 mg/l) ile desteklenmiş ½ MS ortamına aktarılmıştır. Sürgün gelişimi, sadece 2 mg/l BA, 4 mg/l BA ve 2 mg/l TDZ konsantrasyonlarında elde edilirken, diğer ortamlarda sürgün oluşumu gerçekleşmemiştir. Köklenme denemelerinde, IBA konsantrasyonları arasında sadece 0.50 mg/l IBA köklenmeyi sağlarken, diğer IBA konsantrasyonlarını içeren ortamlarda köklenme gerçekleşmemiştir. NAA içeren besin ortamlarında kök gelişimi gözlenmemiştir.

Aydın ve Yarılgaç (2020), 2015-2016 yılları arasında yürüttükleri çalışmada, 3 adet vişne ve 3 adet kiraz genotipi ile Gisela 6 anacının *in vitro* koşullarda çoğalma performanslarını araştırmışlardır. Kiraz ve vişne genotipleri ile

Gisela 6 anacının eksplantları başlangıç aşamasında 0.5 mg/l BAP+0.1 mg/l GA3 ve 0.1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Enfeksiyon oranı vişne genotiplerinde %22.30-26.23 ve kiraz genotiplerinde %12.03-17.87 arasında gerçekleşmiştir. Sürgün çoğaltma aşamasında BAP (0, 0.5 ve 1 mg/l) dozlarının etkisini belirlemek için çalışma yapılmıştır. BAP konsantrasyonunun artması ile sürgün sayısının arttığı belirlenmiştir. En fazla sürgün sayısı 1 mg/l BAP içeren MS besin ortamından elde edilmiştir. Köklendirme aşamasında ½ MS besin ortamında farklı IBA (0, 0.5, 1, 2 mg/l) konsantrasyonunun köklenme oranına etkisi incelenmiştir. IBA konsantrasyonunun artması ile köklenme oranının arttığı belirlenmiştir. Kiraz genotiplerinde en yüksek köklenme oranı 2 mg/l IBA ve vişne genotiplerinde ise en yüksek köklenme oranı 1 mg/l IBA dozundan elde edilmiştir. Vişne genotiplerinde köklenme oranı %76.46-96.33 iken kiraz genotiplerinde köklenme oranı %89.44-99.17 olarak tespit edilmiştir.

Nas, (2021) *in vitro* şartlarda klonal olarak mikroçoğaltım potansiyeli olan bir *P. armeniaca* anacının geliştirilmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla anaçlık özellikleri üstün olan 42-01 zerdali genotipinin *in vitro* mikroçoğaltım özellikleri araştırılmıştır. Ana bitkiden alınan çelikler laboratuvar ortamında yüzey sterilizasyona tabi tutulmuştur. Eksplantlar 0,5 mg/l BA+0,01 mg/l IBA+0,5 mg/l GA içeren NRM (Nas ve Read, 2004) ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantlar üçer haftalık aralıklarla aynı sürgün kültür ortamında altkültüre alınmıştır. Yeterli sayıda, 1-1,5 cm uzunluğunda sürgün elde edildikten sonra, kültürlerin *in vitro*' da en iyi mikroçoğaltım katsayısını sağlayacak kültür ortamını belirlemişlerdir. Başlangıç aşamasından alınacak eksplantlar farklı kombinasyonlarda BA (0, 0.5, 1.0 mg l/L) ve IBA (0, 0.01, 0.025 mg l/L) içeren NRM ve MS besin ortamları üzerinde alt kültüre alınmıştır. Daha sonra bitkicikler farklı konsantrasyonlarda (0.0, 1.0 ve 2.0 mg l/L) IBA içeren 1/1 ve ½ yoğunluktaki MS ve NRM besin ortamlarına köklendirmeye alınmıştır. Köklenmiş ve sağlıklı bitkicikler kademeli bir şekilde dış ortama alıştırılmıştır. Çalışmada, ortalama bitki canlılığı oranı, 0,0 mg/l BA + 0,025 mg/l IBA + 0,5 mg/l GA içeren NRM (%30,56) ve 0,0 mg/l BA +

0,01 mg/l IBA+ 0,5 mg/l GA içeren MS besin ortamı dışında (%38,90), diğer tüm uygulamalarda %69,44-100,00 arasında değişmiştir. Eksplant başına ortalama en yüksek sürgün sayısı 1,0 mg/l BA + 0,00 mg/l IBA + 0,5 mg/l GA içeren MS besin ortamında belirlenmiştir (5,97 adet/eksplant). Sürgün boyu bakımından en uzun sürgünler 0,5 mg/l BA + 0,01 mg/l IBA + 0,5 mg/l GA içeren MS besin ortamından elde edilmiştir (2,77 cm). En yüksek köklenme oranı, 2,0 mg/l IBA içeren ½ MS ortamında (%61) bulunmuştur. 2,0 mg/l IBA içeren ½ NRM ortamında eksplant başına 6,33 kök sayısı kaydedilmiştir. Kök uzunluğu bakımından en iyi sonucu 2,0 mg/l IBA içeren ½ NRM uygulamasında belirlenmiştir (2,46 cm).

2.2. *Prunus* ve Diğer Bitkilerde Gerçekleştirilen *In Vitro* Kuraklık Çalışmaları

Sivritepe ve ark. (2008), kiraz (*P. cerasus* × *P. canescens*) anacı Gisela 5'in kültür ortamında *in vitro* kuraklığa verdiği tepkiyi incelemişlerdir. %1, 2 ve 4 polietilen glikolün (PEG-8000) MS besin ortamına eklenmesiyle bitkicikler 6 hafta boyunca kültüre alınmıştır. PEG kaynaklı su stresi, sürgün kuru ağırlığını, uzunluğunu, su içeriğini ve bağıl klorofil içeriğini azaltmıştır. Su stresi ayrıca eksplantlarda canlılık kaybına neden olmadan yaprak nekrozuna neden olmuştur. Malondialdehit içeriğindeki artış oksidatif strese neden olmuştur. Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POX) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi antioksidan enzimlerin aktiviteleri de önemli ölçüde yükselmiştir. Sürgünlerin K, Ca, Fe ve Mn konsantrasyonları azalmıştır.

Sorkheh ve ark. (2011), 3 bölgeden topladıkları 8 yerli İran badem türünün '*Euamygdalus*' (*P. communis; P. eleagnifolia ve P. orientalis*); '*Lycioides*' (*P. lycioides ve P. reuteri*) ve '*Spartioides*' (*P. arabica, P. glauca ve P. scoparia*) *in vitro* kuraklık toleransını araştırmak için sorbitol ve PEG kullanmışlardır. Su stresi WPM besin ortamında sorbitol veya PEG'in 5 farklı konsantrasyonu kullanılarak oluşturulmuştur. Kültür ortamında bitkilerin büyümesi su stresinden olumsuz etkilenmiştir. '*Spartioides*' türleri '*Lycioides*' ve '*Euamygdalus*' türlerine göre

daha az etkilenmiştir. Su potansiyelinin aynı düzeyinde sorbitolün PEG'e göre daha az olumsuz etkileri olmuştur. '*Spartioides*' türünde toplam kök uzunluğu ve kök sayısı en fazla 0.2 M sorbitol ve 0.003 M PEG içeren besin ortamında elde edilmiştir.

Karimi ve ark. (2012), yüksek verim ve geç çiçek açan 5 badem genotipinin *in vitro* kuraklık stresine verdikleri yanıtları değerlendirmiş ve kuraklık toleranslarını kuraklığa toleranslı şeftali × badem hibriti 'GF677' ile karşılaştırmışlardır. Eksplantlar MS ortamında 40 gün boyunca PEG ile ozmotik stresine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda, kuraklık stresi altında bitki büyüme endeksi, yaprak nispi su içeriği (RWC) ve membran stabilite indeksinde (MSI) önemli ölçüde azalma tespit edilmiştir.

Karimi ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmada, beş badem genotipinin ve şeftali × badem hibrid GF'nin *in vitro* kuraklık stresine tepkisini ve kuraklık toleransını değerlendirmişlerdir. Eksplantlar MS ortamında PEG ile ozmotik strese maruz bırakılmıştır. Ortamda PEG seviyesinin arttırılması, eksplantların taze ağırlık ve yaprak büyüme endekslerini önemli ölçüde azaltmıştır. Ozmotik stres altında, yaprak su içeriği, hücresel membran stabilitesi ve pigment konsantrasyonu, toleranslı genotipler 'Supernova' ve GF'nin yapraklarında belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur.

İpek (2015), yapmış olduğu çalışmada, *in vitro* koşullarda Garnem ve Myrobolan 29C anaçlarının farklı dozlardaki PEG içeren besin ortamlarında kuraklığa karşı morfolojik ve biyokimyasal tepkilerini incelemiştir. Çalışmada 3 farklı kuraklık seviyesi (-0.5MPa, -1.0MPa ve -1.5MPa) uygulanmıştır. Bitkilerde ölçümlerin yapılması ve yaprak örneklerinin alınması çalışmanın 0, 3, 5, 7, 9, 11, 13 ve 15. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Garnem anacında en yüksek artış kontrol grubuna ait bitkilerde (%25,31), en az artış da -1,5MPa kuraklık stresi grubunda (%3,88) meydana gelmiştir. Yaprakların membran geçirgenliği bakımından, Garnem anacında en yüksek membran geçirgenliği %97,43 ile -1,5MPa uygulamasından elde edilmiştir. Garnem anacında yapılan protein analizlerinde

tüm uygulamalarda ilerleyen kuraklık döneminde protein miktarında azalma görülmüştür.

Akbarpour ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada, beş badem çeşidinin kuraklık stresine karşı fizyolojik ve morfolojik tepkilerini *in vitro* koşullarda incelemişlerdir. Beş ticari badem çeşidi (Supernova, Tuono, Sahand, Ferragnes ve Shahroud 21) 0.5 mg/l BA içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Bitkicikler, dört hafta boyunca kuraklık stres seviyeleri olarak 0, 0.14, 0.36 ve 0.66 bar su potansiyeline eşdeğer olan sırasıyla %0, 2, 4 ve 6 olmak üzere dört farklı PEG seviyesine maruz bırakılmıştır. Stres döneminin sonunda, yaprak bağıl su içeriği (RWC), prolin içeriği ve yaprakların iyon sızıntısı dahil stresin fizyolojik göstergeleri ve bitki boyu ve gelişen yaprak sayısı gibi morfolojik göstergeler ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, kuraklık stresinin iyon sızıntısını ve prolin içeriğini arttırdığı, RWC'yi, bitki boyunu ve gelişen yaprak sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, Supernova ve Tuono diğer çeşitlere göre kuraklık stresinden daha az etkilenirken, Shahroud 21 ve Ferragnes diğerlerinden daha fazla etkilenmiştir. Sahand'da diğer çeşitlere kıyasla orta düzeyde bir performans göstermiştir.

Kuraklık stresi ciddi bir tehdittir. Bu nedenle, sınırlı su mevcudiyeti koşulları altında mahsul verimliliğindeki gelişmeler, küresel gıda güvenliğini korumak için hayati önem taşımaktadır. Elmalar ve kirazlar dünya çapında en çok üretilen meyvelerdir. Bu nedenle kuraklığa dayanıklı veya toleranslı çeşitler üretmek bitki yetiştiriciliği için önemlidir. Kovalikova ve ark. (2020), beş elma (“Malinové holovouské”, “Fragrance”, “Rubinstep”, “Idared”, “Car Alexander”) ve beş kiraz (“Regina”, “Napoleonova”, “Kaštánka”, “Sunburst”, “P-HL-C”) çeşitlerinin kuraklık stresine verdikleri tepkileri araştırmıştır. *In vitro* kültür koşullarında PEG konsantrasyonunun arttırılmasıyla simüle edilen ozmotik stres reaksiyonu; morfolojik (taze ve kuru ağırlık, su içeriği, yaprak alanı), fizyolojik (klorofil ve karotenoid içeriği) ve biyokimyasal (reaktif oksijen türleri ve malondialdehit içeriği) parametreler ile değerlendirilmiştir. Kuraklık, her iki meyve

türünde de su klorofil içeriğini olumsuz etkilemiştir. Kuraklık koşullarında bitkilerin oksidatif durumu ve zar hasarı, stres tolerans mekanizmasının önemli göstergeleri olarak ortaya çıkmıştır. Kirazlar, elmalara göre daha yüksek hidrojen peroksit seviyeleri gösterirken, malondialdehit değerleri genellikle daha düşüktür. Genel sonuçlar, *in vitro* kültürde elma ve kiraz arasında ve ayrıca tek bitki türleri içindeki çeşitler arasında kuraklığa karşı geniş tolerans aralığını göstermiştir.

Yabani yaprak döken bir bitki türü olan *P. microcarpa* C.A. Mey. Subsp. Tortusa (MK), Kafkasya ve Batı Asya'ya özgüdür ve kuru ılıman bir iklim kuşağında yetişmektedir. Bitki esas olarak yapraklarından koyu grimsi yeşil bir boya elde etmek için kullanılır ve dekoratif özelliklerinden dolayı ekonomik bir değere sahiptir. Sevgin (2021) yapmış olduğu çalışmada, MK, SL-64, Garnem, Pixy ve Gis-6 anaçları kullanılarak kuraklık direnci için uygun PEG-8000 dozlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Her bir anacın mikro filizleri, dördüncü alt kültürün sonunda NRM ortamı içeren Magenta GA7 kaplarına ekilmiştir. Besin ortamına, 1.0 mg/l BA, 0.01 mg/l IBA, 30 g/l sukroz, 5.5 g/l agar ve farklı konsantrasyonlarda (%0,2, 3 ve %4) PEG eklenmiştir. En yüksek sürgün sayısı MK anacı için kontrol uygulamasında ve Gis-6 anacı için %4 PEG uygulamasında kaydedilmiştir. Kontrol uygulamasında ortalama klorofil a (10.66 mg/fw) ve klorofil b (3.63 mg/fw) içerikleri, PEG %4 dozunda yetiştirilen bitkilerin ortalama klorofil a (2.03 mg/fw) ve klorofil b (1.15 mg/fw) içeriklerine göre daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada test edilen Türkiye kökenli *P. microcarpa* genotiplerinin, test edilen diğer standart anaçlar kadar dayanıklı olduğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde potansiyel anaç olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel Materyal

Tez çalışmasında, bitkisel materyal olarak TÜBİTAK-PRIMA projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 3 (Hatay 1, Hatay 2, Aldeniz) genotipleri ile PSB Produccion Vegetal firması tarafından geliştirilen Flopria ve Mikado kayısı çeşitleri kullanılmıştır.
Tez çalışmasına seleksiyon genotipleri yanında kontrol amaçlı denemeye alınan çeşitlere ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Aldeniz: Mersin Mut yöresinden selekte edilmiş bir çeşittir. Yola dayanımı, meyve iriliği, tadı ve verimi oldukça güzeldir. Yayvan bir taç yapısına sahiptir. Meyve rengi, yüksek rakımlı yerlerde kırmızıya yakındır.

Hatay 1 ve Hatay 2: Hatay'ın İskenderun ilçesi Aşkarbeyli mahallesinden selekte edilmiştir. Kuvvetli ağaç yapısına sahip erkenci genotiplerdir.

Flopria çeşidi: PSB Produccion Vegetal firması tarafından geliştirilen yarı erkenci, ağaçları büyük ve güçlü ve yarı yayvan bir yapıya sahiptir. Kendine verimli, meyve şekli yuvarlak ve yumurta şeklinde, meyve rengi turuncu üzerine kırmızı verimli bir çeşittir.

Mikado çeşidi: PSB Produccion Vegetal tarafından geliştirilen güçlü, yarı yayvan gelişen bir ağaç yapısına sahip erken çiçeklenen bir çeşittir. Mikado kayısı çeşidi yuvarlak şekilli, basık, turuncu zemin üzerine kırmızı yanaklıdır. Çatlama hassasiyeti göstermez. Oldukça dayanıklı bir meyve yapısı vardır. Dengeli bir tadı vardır ve lezzetlidir. Kendine verimli bir çeşittir.

3.2. Metod

3.2.1. Sürgün Uçlarının Sterilizasyonu

Çalışmada kullanılan kayısı genotiplerine ait eksplantlar aktif sürgün döneminde araziden alınarak laboratuvara getirilmiştir. Eksplantlar kültüre

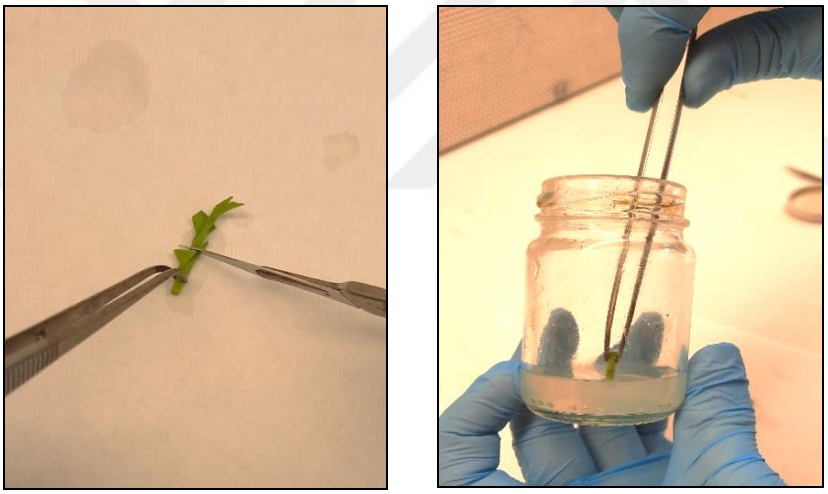
alınmadan önce yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir. Laboratuvara getirilen eksplantlar çeşme suyu altında 10 dk yıkanmış ve %0.1'lik fungusit çözeltisinde 5 dk yıkanmıştır. Ardından %70'lik etil alkolde 3 dk, daha sonra %20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dk bekletilmiştir. Son olarak sterilant maddelerin uzaklaştırılması amacıyla steril kabin içerisinde 3 defa steril saf su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sürgün uçlarının sterilizasyonuna ait görüntü Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Bitkisel materyalin sterilizasyonuna ait görüntü

3.2.2. Besin Ortamı ve Sürgün Uçlarının Kültüre Alınması

Sterilizasyon sonrası sürgün uçları 1mg/l BA, 30 g/l sükroz, 8 g/l agar içeren MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamında kültüre alınmıştır. Besin ortamının pH'sı 5.7'ye ayarlanmıştır. Besin ortamları kültür kaplarına dökülerek 121 °C'de ve 1.05 atm basınçta otoklavda sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Steril edilen besin ortamlarında eksplantlar kültüre alınmıştır. Kültüre alınan bitkisel materyale ait görüntü Şekil 3.2'de verilmiştir. MS besin ortamı içeriği Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Sürgün uçları 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ve 25 °C iklim koşullarında kültüre alınmıştır. Kültüre alınan sürgün uçları 4 haftada bir olmak üzere 3 defa altkültüre alınmış ve elde edilen bitkiler *in vitro* kuraklık stresi denemelerinde kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Bitkisel materyalin kültüre alınmasına ait görüntü

Çizelge 3.1. MS Besin ortamı içeriği

Bileşik	**Konsantrasyon(mg/l)**
Makro Elementler	**(MS, 1962)**
$MgSO_4.7H_2O$	370
KH_2PO_4	170
KNO_3	1900
NH_4NO_3	1650
$CaCl_2.2H_2O$	440
Mikro Elementler	**(MS, 1962)**
H_3BO_3	6,2
$MnSO_4.H_2O$	15,6
$ZnSO_4.7H_2O$	8,6
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0,25
$CuSO_4.5H_2O$	0,025
$CoCl_2.6H_2O$	0,025
KI	0,83
$FeSO_4.7H_2O$	27,8
Na_2 EDTA	37,3
Organik Bileşikler	**(MS, 1962)**
Sakkaroz	30 g
Myo-inositol	100
Nikotinik asit	0.5
Piridoksin HCl	0.5
Thiamine HCl	0.1
Glisin	2

3.2.3. *In Vitro* Kuraklık Stresinin Oluşturulması

Kültüre alınan ve çoğaltılan bitkiler ile kuraklık stresi denemesi kurulmuştur. Bu amaçla 1 mg/l BA ile desteklenmiş ve içerisinde farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2, 4 ve 6) PEG8000 bulunan MS besin ortamları hazırlanmış ve bitkiler bu ortamlara aktarılmıştır. Bitkiler, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ve 25 °C iklim koşullarında kültüre alınmıştır. Bitkiler 4 haftada bir olmak üzere toplamda 3 defa altkültüre alınmıştır. Her altkültür sonunda bitkilerin kuraklığa verdikleri tepkiler incelenmiştir.

3.2.4. Köklendirme Denemelerinin Kurulması

Kültüre alınan ve çoğaltılan bitkiler ile köklendirme denemeleri kurulmuştur. Çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin köklenmesi üzerine farklı besin ortamları (MS, ½ MS ve WPM) ve IBA konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l IBA) etkisi incelenmiştir. WPM besin ortamı içeriği Çizelge 3.2 ’de sunulmuştur. Bitkiler, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ve 25 °C iklim koşullarında kültüre alınmıştır. Bitkiler 6 hafta süresince kültüre alınmış ve süre sonunda köklenme performansları incelenmiştir.

Çizelge 3.2. WPM besin ortamı içeriği

Bileşik	**Konsantrasyon(mg/l)**
Makro Elementler	**(WPM,1981)**
$MgSO_4.7H_2O$	180.54
KH_2PO_4	170
$Ca(NO_3)_2$	386.8
K_2SO_4	990
$CaCl_2.2H_2O$	72.5
NH_4NO_3	400
Mikro Elementler	**(WPM,1981)**
H_3BO_3	6.25
$MnSO_4.H_2O$	22.3
$ZnSO_4.7H_2O$	8.6
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
$CuSO_4.5H_2O$	0.25
FeNa EDTA	36.7
Organik Bileşikler	**(WPM,1981)**
Sakkaroz	30 g
Myo-inositol	100
Nikotinik asit	0.5
Piridoksin HCl	0.5
Thiamine HCl	1
Glisin	2

3.2.5. Deneme Planı, İncelenecek Kriterler ve İstatistiksel Analizler

Kayısı genotiplerinin *in vitro* kuraklık stresi altında mikroçoğaltım ve farklı besin ortamları ve IBA konsantrasyonlarında köklenme performanslarının incelenmesi amacıyla kurulan denemelerin tamamı 4 tekerrürlü, her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde, faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. *İn vitro* kuraklık stresi altında kurulacak mikroçoğaltım

denemelerinde bitkiler 4 haftada bir olmak üzere toplam 3 defa altkültüre alınmıştır. Mikroçoğaltım denemelerinde, her altkültür sonunda;

- kardeş sayısı (kardeş/bitki),
- bitki boyu (cm),
- yaprak sayısına (adet) ait veriler incelenmiştir.

Köklendirme denemelerinde kültüre alma süresi sonunda;

- bitki boyu (cm),
- kök uzunluğu (cm),
- kök sayısına (kök/bitki) ait veriler incelenmiştir.

In vitro kuraklık stresi sonucunda bitkilerden elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda farklılıkların önemli olduğu uygulamalara ait ortamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler JMP programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında, PRIMA (Proje No: 118O855) projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 3 genotip ve kontrol amaçlı kullanılan 2 çeşidin *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performanslarının incelenmiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan bitkisel materyallerin köklenmesi üzerine farklı besin ortamları (MS, ½ MS ve WPM) ve IBA konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l IBA) etkisi araştırılmıştır.

4.1. *In Vitro* Kuraklık Koşullarında Mikroçoğaltım Denemelerine Ait Bulgular

Tez çalışmasında farklı konsantrasyonlarda PEG8000 içeren (%0, 1, 2, 4 ve 6) MS besin ortamında *in vitro* kuraklık denemeleri kurulmuştur. Besin ortamlarına 1 mg/l BAP ilave edilmiştir. Kuraklık denemelerinde genotiplere ait kardeşlenme katsayısı (kardeş/bitkicik), bitki boyu (cm) ve yaprak sayısı (adet) parametreleri incelenmiştir.

4.1.1. Kardeşlenme Katsayısına Ait Bulgular

Tez çalışması kapsamında kullanılan kayısı genotiplerinin *in vitro* kuraklık stresinde kardeşlenme katsayısı üzerine PEG, PEG*genotip interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tez çalışmasında kullanılan genotiplerin *in vitro* kuraklık stresi altında kardeşlenme katsayısına ait veriler Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde, en fazla kardeşlenme katsayısı PEG içermeyen kuraklık stresi olmayan kontrol grubunda (%0) Aldeniz (2.76) genotipi ve Flopria (2.66) çeşidinde elde edilmiştir. En düşük kardeşlenme katsayısı %4 PEG içeren besin ortamında Aldeniz (1.20) genotipi ve %1 PEG içeren besin ortamında Mikado (1.30) çeşidinde elde edilmiştir. %1,2,4,6 oranında PEG içeren ortamlarda kardeşlenme katsayısı bakımından istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Kuraklık stresi içermeyen 1 mg/L BA içeren kontrol

grubunda ortalama kardeşlenme katsayısı 2.48 kardeş/bitkicik olmuştur. Nas (2021) anaçlık özellikleri üstün olan 42-01 zerdali genotipinin *in vitro* koşullarda mikroçoğaltılması ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmiş, eksplant başına ortalama en yüksek sürgün sayısı 5.97 adet/eksplant olarak kaydedilmiştir. Tez çalışmamızda en yüksek sürgün sayısı 2.76 adet/eksplant olarak Aldeniz genotipinden elde edilmiştir. Düşük sayıda gerçekleşen bu çoğalma katsayısının genotip özelliğinden olduğu, *in vitro* da genotipler arasında çoğalma ve köklenme performansalrı bakımından ciddi farklılıklar meydana geldiği bilinmektedir. Hatta "recalcitrant" olarak adlandıran *in vitro*'ya uyumlu olmayan genotiplerin mikroçoğaltmada başarılı olmadığı pek çok çalışmada gözlenmektedir. Tez çalışmasında Hatay 1 genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü Şekil 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Kuraklık stresi altında kardeşlenme katsayısına ait veriler

Genotip	PEG Konsantrasyonu (%)					Genotip Ort.
	0	1	2	4	6	
Aldeniz	2.76a	1.76cd	1.33de	1.20e	1.33de	1.68
Hayat 1	2.33ab	1.30de	1.36de	1.76cd	1.50cde	1.65
Hatay 2	2.33ab	1.50cde	1.90bc	1.66cde	1.40de	1.76
Flopria	2.66a	1.76cd	1.70cd	1.33de	1.40de	1.77
Mikado	2.33ab	1.30de	1.36de	1.76cd	1.50cde	1.65
PEG Konst. Ort.	2.48A	1.52B	1.53B	1.54B	1.42B	

LSD_{PEG}=0.211
$LSD_{PEG*Genotip}$=0.472



Şekil 4.1. Hatay 1 genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü

4.1.2. Bitki Boyuna Ait Bulgular

Tez çalışmasında kullanılan kayısı genotip ve çeşitlerinin *in vitro* kuraklık stresi altında bitki boyu üzerine PEG, genotip ve PEG*genotip interaksiyonu istatiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tez çalışmasında kullanılan genotiplerin *in vitro* kuraklık stresi altında bitki boyuna ait veriler Çizelge 4.2' de sunulmuştur. Çizelge 4.2 incelendiğinde, en fazla bitki boyu PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Hatay 1 (1.54) genotipinden, %6 PEG içeren besin ortamında Hatay 1 genotip ve Mikado (1.36) çeşidinde elde edilmiştir. En düşük bitki boyu %4 PEG içeren besin ortamında Flopria (0.7) genotipinde ölçülmüştür. Bitki boylarının genotiplerin geneli değerlendirildiğinde çok kısa kaldığı gözlenmektedir. Bitki boyu bakımından farklı PEG konsantrasyonları istatistiki açıdan birbirinden farklı bulunmamıştır. Mikado genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Kuraklık stresi altında bitki boyuna ait veriler

Genotip	PEG Konsantrasyonu (%)					Genotip Ort.
	0	1	2	4	6	
Aldeniz	1.23bcd	0.90efghı	1.12bcdef	0.80hı	0.87fghı	0.98B
Hayat 1	1.54a	1.23bcd	1.11bcdef	1.29abc	1.36ab	1.22A
Hatay 2	1.13bcde	0.98defgh	1.15bcde	1.13bcde	0.81ghı	1.04B
Flopria	1.13bcde	1.26bc	1.06cdefg	0.71ı	1.09cdef	1.05B
Mikado	1.12bcdef	1.23bcd	1.11bcdef	1.29abc	1.36ab	1.22A
PEG Konst. Ort.	1.23A	1.12AB	1.11B	1.04B	1.10B	

LSD_{PEG}: 0.116
$LSD_{Genotip}$:0.116
$LSD_{PEG*Genotip}$:0.261



Şekil 4.2. Mikado genotipinin farklı PEG konsnatrasyonlarındaki görüntüsü

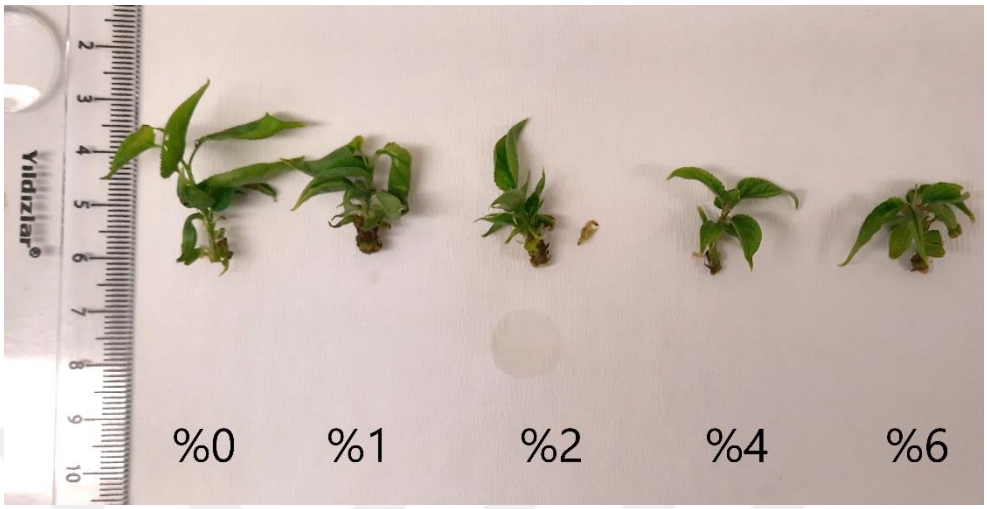
4.1.3. Yaprak Sayısına Ait Bulgular

Tez çalışmasında kullanılan kayısı genotiplerinin *in vitro* kuraklık stresinde yaprak sayısı üzerine PEG ve PEG*genotip interaksiyonu istatiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Tez çalışmasında kullanılan genotiplerin *in vitro* kuraklık stresi altında yaprak sayısına ait veriler Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde, en fazla yaprak sayısı PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Aldeniz (16.33) ve Flopria (16.23) genotiplerinden elde edilmiştir. En düşük yaprak sayısı %4 PEG içeren besin ortamında Aldeniz (7.16) ve Flopria (7.16) genotiplerinden elde edilmiştir. Farklı PEG konsantrasyonları arasında yaprak sayısı bakımından istatistiki bir farklılık bulunmamaktadır. Flopria genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü Şekil 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Kuraklık stresi altında yaprak sayısına ait veriler

	PEG Konsantrasyonu (%)					
Genotip	0	1	2	4	6	Genotip Ort.
Aldeniz	16.33a	11.40cde	9.03efg	7.16g	8.00fg	10.38
Hayat 1	14.70ab	9.23efg	9.23efg	11.06cde	10.06defg	10.84
Hatay 2	13.73abc	10.23def	12.36bcd	10.63def	8.63efg	11.12
Flopria	16.23a	10.50def	11.36cde	7.16g	8.63efg	10.78
Mikado	14.70ab	9.16efg	9.23efg	11.06cde	10.06defg	10.84
PEG Konst. Ort.	15.14A	10.09B	10.24B	9.42B	9.08B	

LSD_{PEG}:1.349
$LSD_{PEG*Genotip}$:3.018



Şekil 4.3. Flopria genotipinin farklı PEG konsantrasyonlarındaki görüntüsü

4.2 Kök Denemelerine Ait Bulgular

Aldeniz, Hatay 1 ve Hatay 2 genotiplerinin başarılı bir şekilde çoğaltılmasının ardından kök denemeleri kurulmuştur. Köklendirme denemelerinde MS, ½ MS ve WPM besin ortamları ile IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin farklı konsantrasyonları (1.0 ve 2.0 mg/L) kullanılmıştır. Sekiz haftalık kültür süresi sonucunda bitkilerde kök sayısı (kök/bitki), kök uzunluğu (cm) ve bitki boyu (cm) parametreleri incelenmiştir.

4.2.1. Kök Sayısına Ait Bulgular

Tez çalışmasında kullanılan kayısı genotiplerinin kök sayısı verileri değerlendirildiğinde besin ortamı, BBD, genotip*besin ortamı, genotip*BBD ve genotip*BBD*besin ortamı interaksiyonu sonuçları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kök sayısına ait veriler Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde, en fazla kök sayısı 1 mg/l IBA içeren ½ MS besin ortamında Hatay 1 (4.50) genotipinde elde edilmiştir. En düşük kök sayısı 1 ve 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Aldeniz genotipinde (1.00) elde edilmiştir. Hatay 1 genotipinin köklenmesine ait görüntü Şekil 4.4'te sunulmuştur. Ortalama kök sayısı bakımından Hatay1 genotipi kök sayısı (2.25

kök/bitki) ile diğer genotiplerden daha iyi bir performans sergilese de genel anlamda Prunuslarda yapılan mikroçoğaltım çalışmalarında elde edilen kök sayılarından daha düşük olduğu söylenebilir. Nitekim Sulusoglu ve Cavusoglu (2013), yapmış oldukları çalışmada, *Prunus laurocerasus* L.'nin *in vitro* mikroçoğaltımında en iyi köklemenin 0.5 mg/1 IBA içeren MS ortamında elde edildiğini belirtmişler ve kök sayısı ve uzunluğunu sırasıyla 4.17 kök/eksplant ve 3.29 cm olarak elde etmişlerdir.

Çizelge 4.4. Kök sayısına (adet) ait veriler

Genotip	Besin ortamı	BBD kons. (mg/l)		Genotip Ort.
Aldeniz	1/2 MS	1 IBA	1.25e	1.87
		2 IBA	1.50de	
	MS	1 IBA	**4.00ab**	
		2 IBA	2.25cde	
	WPM	1 IBA	1.00e	
		2 IBA	1.00e	
Hatay 1	1/2 MS	1 IBA	**4.5a**	2.25
		2 IBA	1.25e	
	MS	1 IBA	2.00cde	
		2 IBA	1.25e	
	WPM	1 IBA	2.75bcd	
		2 IBA	1.75cde	
Hatay 2	1/2 MS	1 IBA	1.75cde	1.83
		2 IBA	1.50de	
	MS	1 IBA	2.25cde	
		2 IBA	3.00bc	
	WPM	1 IBA	1.25e	
		2 IBA	1.25e	

LSD_{Ortam}: 0.529
LSD_{BBD}:0.432
$LSD_{Genotip*Ortam}$: 0.917
$LSD_{Genotip*BBD}$: 0.749
$LSD_{Genotip*Ortam*BBD}$: 1.297



Şekil 4.4. Hatay 1 genotipinin köklenmesine ait görüntü

4.2.2. Kök Uzunluğuna Ait Bulgular

Kök denemelerinde kullanılan kayısı genotiplerinin kök uzunluğuna (cm) ait verileri değerlendirildiğinde, besin ortamı*BBD interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunurken, BBD'ler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$). Kök denemelerinde kök uzunluğuna (cm) ait veriler Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Çizelge 4.5 incelendiğinde, en fazla kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren ½ MS (1.37 cm) besin ortamında, en düşük kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Hatay 1 genotipinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Kök uzunluğuna (cm) ait veriler

Genotip	Besin ortamı	BBD kons. (mg/l)		Genotip Ort.
Aldeniz	1/2 MS	1 IBA	0.75	0.85
		2 IBA	0.95	
	MS	1 IBA	0.87	
		2 IBA	0.87	
	WPM	1 IBA	0.87	
		2 IBA	0.82	
Hatay 1	1/2 MS	1 IBA	0.87	0.88
		2 IBA	1.37	
	MS	1 IBA	0.87	
		2 IBA	0.82	
	WPM	1 IBA	0.85	
		2 IBA	0.5	
Hatay 2	1/2 MS	1 IBA	0.65	0.76
		2 IBA	0.87	
	MS	1 IBA	0.72	
		2 IBA	0.82	
	WPM	1 IBA	0.8	
		2 IBA	0.72	

$LSD_{\text{Besin Ortamı*BBD}}$: 0.251

4.2.3. Yaprak Sayısına Ait Bulgular

Kök denemelerinde yaprak sayısına ait veriler değerlendirildiğinde, BBD, genotip*ortam ve genotip*BBD interaksiyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Kök denemelerinde yaprak sayısına ait veriler Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Kök denemeleri sonucunda, en fazla yaprak sayısı 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında Hatay 1 genotipinde (7.50) tespit edilmiştir. En düşük yaprak sayısı ise 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında Aldeniz genotipinde (3.75) tespit

edilmiştir. Aldeniz genotipinin 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında köklenmesine ait görüntü Şekil 4.5'te sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Katı kültür yaprak sayısına (adet) ait veriler

Genotip	Besin ortamı	BBD kons. (mg/l)		Genotip Ort.
Aldeniz	1/2 MS	1 IBA	5.75	5.50
		2 IBA	5.75	
	MS	1 IBA	3.75	
		2 IBA	6.5	
	WPM	1 IBA	5.25	
		2 IBA	6.00	
Hatay 1	1/2 MS	1 IBA	4.75	5.41
		2 IBA	5.75	
	MS	1 IBA	7.50	
		2 IBA	5.75	
	WPM	1 IBA	4.75	
		2 IBA	4.00	
Hatay 2	1/2 MS	1 IBA	4.75	5.62
		2 IBA	5.75	
	MS	1 IBA	4.50	
		2 IBA	6.25	
	WPM	1 IBA	5.50	
		2 IBA	6.00	

LSD_{Hormon}: 0.656
$LSD_{Genotip*Ortam}$: 0.129
$LSD_{Genotip*Hormon}$: 1.137



Şekil 4.5. Aldeniz genotipinin 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında köklenmesine ait görüntü

4.2.4. Bitki Boyuna Ait Bulgular

Kök denemelerinde bitki boyu (cm) açısından en başarılı ortam 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamı (1.17 cm ile Hatay 1 genotipi) iken, MS besin ortamını sırasıyla 1 mg/l IBA içeren WPM (0.92 cm ile Aldeniz genotipi) ve 2 mg/l IBA içeren ½ MS (0.87 cm ile Aldeniz genotipi) besin ortamları izlemiştir. En düşük bitki boyu 2.0 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Hatay 1 genotipinde (0.52 cm) elde edilmiştir. Kök denemelerinde bitki boyuna ait (cm) veriler Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Kök denemelerinde bitki boyuna (cm) ait veriler

Genotip	Besin ortamı	BBD kons. (mg/l)		Genotip Ort.
Aldeniz	1/2 MS	1 IBA	0.57	0.79
		2 IBA	0.87	
	MS	1 IBA	0.97	
		2 IBA	0.70	
	WPM	1 IBA	0.92	
		2 IBA	0.70	
Hatay 1	1/2 MS	1 IBA	0.75	0.78
		2 IBA	0.75	
	MS	1 IBA	1.17	
		2 IBA	0.62	
	WPM	1 IBA	0.87	
		2 IBA	0.52	
Hatay 2	1/2 MS	1 IBA	0.72	0.69
		2 IBA	0.75	
	MS	1 IBA	0.57	
		2 IBA	0.57	
	WPM	1 IBA	0.77	
		2 IBA	0.77	

Yaşam için vazgeçilmez doğal kaynak olan ve önemi giderek artan stratejik kaynak haline gelen su olmadan canlıların yaşamlarını devam ettirmeleri imkansızdır. İklim değişikliği ve küresel ısınmanın önemli sonuçlarından biri olan su kaynaklarının azalması, sürdürülebilir yaşamı engelleyecek boyutlara ulaşmaktadır. Küresel ısınma su kaynaklarına dolaylı veya doğrudan etkide bulunarak, su ve su kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Küresel ısınma sonucu su kaynaklarında ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Bununla birlikte kıyı kesimlerden iç kısımlara doğru nüfus hareketine, tarım ve orman ürünlerinde azalışa ve enerji sıkıntısına sebep olması beklenmektedir (Karaman ve Gökalp, 2010).

Kuraklık, gelişmiş ülkelerde de tarımsal üretimin temel sorunlarından biridir. Dünyada, karaların yaklaşık 21-22 milyon km2 alanın veya %16'sının kurak ve yarı kurak bölgeler olduğu bilinmektedir. Bu bölgelerde yağışların azlığı ve düzensizliği, su kaynaklarının kıt olması gibi faktörler en önemli sorunlardan biridir. Sulama teknolojileri geliştirilmekte ya da kuru tarım uygulanmaları yaparak, su azlığı ve yağış yetersizliğinden kaynaklanan kuraklık sorununu çözmek ve tarım yapılabilir duruma getirmek mümkündür (Kapluhan, 2013).

İklim değişikliğinin etkisiyle yağış miktarındaki azalma, tarımda sulama için gerekli olan su miktarının giderek artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle kuraklık, tarımsal üretim için önemli sınırlayıcı faktörlerden biridir (Capell ve ark., 2004; Kıran ve ark., 2014). Kuraklık, bitkilerde proteinler, karbonhidratlar, iyonlar, nükleik asitler (DNA, RNA, mikroRNA, yağlar, hormonlar), serbest radikaller ve mineral elementler gibi çeşitli biyolojik makro ve mikro molekülleri içeren kompleks fiziksel ve kimyasal olaylara yol açarak bitki gelişimini engellemektedir (Bayoumi ve ark., 2008). Kuraklık stresi ile; bitkilerin gaz alışverişinde ve hücre turgoritesinde azalma (Garg ve ark. 2004; Taiz ve Zeiger, 2006), yaprak su potansiyeli ve stoma iletkenliğinde azalma (Siddique ve ark., 1999; Kıran ve ark., 2014), iyon taşınımı ve birikiminde farklılıklar (Hong-Bo ve ark., 2006), büyüme ve gelişmede yavaşlama (Manickavelu ve ark., 2006; Hussain ve ark., 2008) meydana gelmektedir.

*Prunus*larda kuraklık stresi ile ilgili bazı çalışmalar yürütülmüştür. Beş badem genotipinin *in vitro* kuraklık stresine verdikleri yanıtlar değerlendirilmiştir. Eksplantlar MS besin ortamında PEG'e maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda Supernova ve GF'nin kuraklığa dayanıklı olduğu bulunmuştur (Karimi ve ark, 2013). Sorkheh ve ark. (2011), 3 bölgeden topladıkları 8 yerli İran badem türünün *in vitro* kuraklık toleransını araştırmak için sorbitol ve PEG kullanmışlardır. Su stresi WPM besin ortamında sorbitol veya PEG'in 5 farklı konsantrasyonu kullanılarak oluşturulmuştur. Kültür ortamında bitkilerin büyümesi su stresinden olumsuz etkilenmiştir. '*Spartioides*' türleri '*Lycioides*' ve '*Euamygdalus*' türlerine

göre daha az etkilenmiştir. '*Spartioides*' türünde toplam kök uzunluğu ve kök sayısı en fazla 0.2 M sorbitol ve 0.003 M PEG içeren besin ortamında elde edilmiştir. İpek (2015), yapmış olduğu çalışmada, *in vitro* koşullarda Garnem ve Myrobolan 29C anaçlarının farklı dozlardaki PEG içeren besin ortamlarında kuraklığa karşı morfolojik ve biyokimyasal tepkilerini incelemiştir. Çalışmada 3 farklı kuraklık seviyesi (-0.5MPa, -1.0MPa ve -1.5MPa) uygulanmıştır. Garnem anacında en yüksek artış kontrol grubuna ait bitkilerde (%25,31), en az artış da -1,5MPa kuraklık stresi grubunda (%3,88) meydana gelmiştir. Akbarpour ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada, beş badem çeşidinin kuraklık stresine karşı fizyolojik ve morfolojik tepkilerini *in vitro* koşullarda incelemişlerdir. Beş ticari badem çeşidi (Supernova, Tuono, Sahand, Ferragnes ve Shahroud 21) 0.5 mg/l BA içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Bitkicikler, dört hafta boyunca %0, 2, 4 ve 6 olmak üzere dört farklı PEG seviyesine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda, kuraklık stresinin bitki boyunu ve gelişen yaprak sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, Supernova ve Tuono diğer çeşitlere göre kuraklık stresinden daha az etkilenirken, Shahroud 21 ve Ferragnes diğerlerinden daha fazla etkilenmiştir. Sahand'da diğer çeşitlere kıyasla orta düzeyde bir performans göstermiştir.

Farklı bitki türlerinde de *in vitro* kuraklık stresi çalışmaları yürütülmüştür. Sivritepe ve ark. (2008) *in vitro* koşullarda PEG8000 kullanarak kuraklık oluşturmuşlardır (%1, 2, 4). Kirazda yapılan çalışmada, stres koşullarında MDA miktarında artış meydana gelirken, yeşil aksam kuru ağırlığında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Oksidatif stres ile Fe, K, Mn ve Ca konsantrasyonlarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu tez kapsamında da benzer PEG konsantrasyonları kullanılmıştır. Artan PEG dozlarında bitkilerin hasarlanmaya başladığı ve çoğalma katsayında düşüş olduğu belirlenmiştir. Joshi ve ark. (2011) PEG kullanarak *in vitro* koşullarda çeltik bitkisinde kuraklık stresi oluşturmuşlardır. 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 edilmiştir. Ardından kuraklık stresi oluşturmak amacıyla kalluslar içerisinde 10, 20, 30, 40, 50, 60 ve 70 g/l PEG6000 içeren MS besin ortamlarına aktarılmıştır. Stres oluşturulduktan 15-30 gün sonra elde edilen kalluslarda kallus ağırlıkları ve prolin içeriği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 70 g/l PEG kullanımının kuraklık için kritik konsantrasyon olduğu belirtilmiştir. Tez kapsamında ise %1, 2, 4 ve 6 olmak üzere toplam 4 farklı PEG konsantrasyonu denenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm genotipler tüm konsantarasyonlarda yaşamlarını ve çoğalmalarını sürdürmüşlerdir. Bununla birlikte artan PEG konsantrasyonlarında bitki gelişiminin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

Sahip oldukları yüksek heterozigoti ve köklenme ile ilgili sıkıntılar nedeniyle, kayısılarda *in vitro* mikroçoğaltım çalışmaları oldukça önemlidir. Kayısılar, diğer meyve ağaçları gibi genellikle *in vitro* mikroçoğaltım çalışmalarında rekalsitrant bitkiler olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kayısılarda *in vitro* mikroçoğaltım başarısı yüksek oranda genotipe bağlıdır (Khafri ve ark, 2021). Tez çalışmasında selekte edilen 3 kayısı genotipi ve 2 kayısı çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan *in vitro* kuraklık stresine cevap ve köklenme performansları genotiplere göre farklılık göstermiştir.

Çalışmamızda seleksiyon sonucu elde edilen genotipler arasında farklı PEG dozları ile farklı kuraklık stresine maruz bırakılan bireyler arasında Hatay 2 çeşidinin ortalamada daha yüksek bir çoğalma katsayısı oluşturduğu, bitki boyu ve yaprak sayısı bakımından Hatay 1 çeşidinden daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Köklenme performansı bakımından da Hatay 1 çeşidinin hem kök sayısı hem de kök uzunluğu bakımından daha iyi olduğu görülmektedir. Bu durumda Hatay 1 çeşidi üzerine daha fazla çalışmanın yapılması farklı büyüme düzenleyici konsantrasyonu ve kombinasyonlarının denenmesi ile çeşidin anaçlık özelliklerinin araştırılması önerilmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan 3 kayısı genotipinin (Aldeniz, Hatay 1 ve Hatay 2) *in vitro* koşullarda köklenme performansları MS, ½ MS ve WPM besin

ortamları kullanılarak araştırılmıştır. Köklenme denemeleri sonucunda en fazla kök sayısı ve kök uzunluğunun ½ MS besin ortamında elde edildiği tespit edilmiştir. MS ve WPM besin ortamları içerikleri karşılaştırıldığında; tiamin vitamini WPM besin ortamında 10 kat daha fazla bulunmaktadır. *Prunus* türlerinde, kökler zayıf gelişmekte ve kök kalitesi (köklerin kırılgan olması) düşük olmaktadır. Tiamin vitamini ve demirin köklerinin nitelik ve niceliğini artırmadaki olumlu rolü nedeniyle, Sadeghi ve ark (2015), Tetra (*P. empyrean* 3) anacının *in vitro* köklenme performansını, farklı konsantrasyonlarda Fe-EDDHA (100, 150 ve 200 mg/l) ve tiamin (0, 1.6, 2.8 ve 4 mg/l) içeren 1/2 MS ortamında araştırmışlardır. Çalışma sonunda en iyi köklenme 150 mg/l Fe-EDDHA ve 1.6 thiamin içeren besin ortamında elde edilmiştir. Tiaminin kök kalitesini dolaylı olarak etkilediği bildirilmiştir. Tiaminin sürgün ve kök oluşumu üzerindeki etkisi bazı araştırıcılar tarafından araştırılmış ve en yüksek köklenme oranının 1.6 mg l-1 tiamin içeren besin ortamında elde edildiği bildirilmiştir. Aghaye ve ark (2013), Gisela 6 anacının köklenme performansı üzerine tiamin ve Fe-EDDHA'nın etkisini araştırmıştır. Çalışma sonunda en iyi köklenme performansı 1.6 mg/l tiamin ve 150 mg/l Fe-EDDHA içeren besin ortamında gözlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında, PRIMA (Proje No: 118O855) projesi kapsamında kayısılarda gerçekleştirilen seleksiyon çalışmaları sonrasında elde edilen 3 genotipin ve kontrol olarak seçilen 2 standart çeşidin *in vitro* kuraklık stresi koşullarında mikroçoğaltım performanslarının incelenmiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan ve başarılı bir şekilde çoğaltılan 3 genotipin köklenmesi üzerine farklı besin ortamları (MS, ½ MS ve WPM) ve IBA konsantrasyonlarının (1 ve 2 mg/l IBA) etkisi araştırılmıştır.

In vitro kuraklık stresi altında gerçekleştirilen mikroçoğaltım sonuçlarına göre; en fazla kardeşlenme katsayısı PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Aldeniz (2.76) genotipinde elde edilmiştir. En düşük kardeşlenme katsayısı %4 PEG içeren besin ortamında Aldeniz (1.20) genotipinde elde edilmiştir. En fazla bitki boyu PEG içermeyen kontrol grubunda (%0) Hatay 1 (1.54) genotipinde elde edilmiştir. En düşük bitki boyu %4 PEG içeren besin ortamında Flopria (0.7) genotipinde ölçülmüştür.

Kök denemelerinde en fazla kök sayısı 1 mg/l IBA içeren ½ MS besin ortamında Hatay 1 (4.50) genotipinde elde edilmiştir. En düşük kök sayısı 1 ve 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Aldeniz genotipinde (1.00) elde edilmiştir. En fazla kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren ½ MS (1.37 cm) besin ortamında, en düşük kök uzunluğu 2 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında Hatay 1 genotipinde tespit edilmiştir. En yüksek bitki boyu 1 mg/l IBA içeren MS besin ortamında (1.17 cm), en düşük bitki boyu ise 2.0 mg/l IBA içeren WPM besin ortamında (0.52 cm) Hatay 1 genotipinde ölçülmüştür.

Sonuç olarak tez kapsamında 5 farklı kayısı genotipinin *in vitro* koşullarda oluşturulan kuraklık stresi altında mikroçoğaltım ve çoğaltılan 3 kayısı genotipinin köklendirilmesi çalışmaları yürütülmüştür. %1, 2, 4 ve 6 olmak üzere 4 farklı PEG konsantrasyonunda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bitki doku kültürü çalışmaları sonucunda bitkilerin tüm ortamlarda yaşamlarını devam ettirdikleri ve çoğaldıkları

tespit edilmiştir. Bununla beraber artan PEG konsantrasyonlarında bitki gelişiminin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

Tez kapsamında çalışılan genotipler arasında çoğalma ve köklenme performansı yüksek olarak belirlenen Hatay 1 genotipinin anaçlık özellikleri bakımından değerlendirilmesi, *in vitro* koşullarda farklı büyüme düzenleyici konsantrasyonları ve kombinasyonları ile çoğalma ve köklendirme performanslarının arttırılması ile ilgili çalışmalar önerilmektedir. Ayrıca *in vitro* da kuraklık çalışmalarında farklı parametrelerin incelenmesi genotipler arasında kuraklığa dayanıklılığın araştırılmasında daha kolaylık sağlayacaktır.

Bitki doku kültürü çalışmaları ile bitkilerin hızlı bir şekilde bazı özellikler açısından taranması mümkün olabilmektedir. Kuraklık taraması da bu özellikler arasında yer almaktadır. Farklı bitkilerde örnekleri bulunmaktadır. Ancak bitki doku kültürü çalışmalarının sonunda yapılan bazı değerlendirmelerin arazi koşullarında da tekrar edilmesi önerilmektedir. Dünyada meydana gelen iklim değişikliği etkisi nedeniyle kuraklık ile ilgili risk günden güne daha da artmaktadır. Bu yüzden mevcut genetik kaynakların kuraklık stresine dayanım koşullarının araştırılması ve arttırılması en önemli konular arasında bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Abbasi, F., Khadivi, A., Valizadehkaji, T., 2019. Micropropagation of *Prunus scoparia*, a suitable rootstock for almond under drought conditions. International Journal of Fruit Science, 19:2, 221-230.

Aghaye, R. N. M., Yadollahi, A., Moeini, A., & Sepahvand, S. (2013). In vitro culture of Gisela 6 semi-dwarf rootstock.

Aka-Kaçar, Y., 2001. Türkiye'de yetiştirilen önemli kiraz (*Prunus avium* L.) ve vişne (*Prunus cerasus* L.) çeşit ve tiplerinin DNA parmakizi yöntemi ile sınıflandırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kod No: 640, Adana.

Aka-Kaçar, Y., Yılmaz, N., Yalçın-Mendi, Y., Küden A. ve Çetiner, S. 2001. *In vitro* Besi Ortamında Kullanılan Değişik Katılaştırıcı Maddelerin ve Farklı pH Düzeylerinin Bazı Kiraz (*Prunus avium L.*) Anaçlarının Çoğaltılması Üzerine Etkileri, *I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu,* 161-166, Yalova.

Akbarpour, E., Imani, A., Yeganeh, S., 2017. Physiological and morphological responses of almond cultivars under ın vitro drought stres. Journal of Nuts 8(1):61-72.

Arıcı, Ş.E. 2008. Bazı sert çekirdekli meyve anaçlarının doku kültürü ile çoğaltılması. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1), 19-23.

Aydın, E., Yarılgaç, T., 2020. Anaç adayı kiraz ve vişne genotiplerinin doku kültürü yöntemiyle çoğaltılması. Akademik Ziraat Dergisi 9(2): 171-180.

Bayoumi, T.Y., Eid, M.H., Metwali, E.M., 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. African Journal of Biotechnology, 7 (14): 2341-2352.

Bray, E., 1997. Plant responses to water deficit. Elsevier Science, Vol 2, 48-52.

Bulunuz-Palaz, E., ve Uğur, R., 2018. SP-2 (*Prunus spinosa*) klonal anaç adayının *in vitro* rejenerasyonu üzerine farklı bitki büyüme düzenleyici konsantrasyonlarının etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 28(1), 36-41.

Bürün, 2021. Bitki biyoçeşitliliğinin korunmasında biyoteknolojinin kullanımı ve Türkiye'deki çalışmalar. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(1), 1-16.

Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S., 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 69(2), 97-110.

Capell, T., Bassie, L., Christou, P., 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway in transgenic rice confers tolerance to drought stress. PNAS, 101 (26): 9909- 9914.

Çelik, T., 2008. Klonal anaç genotiplerin *in vitro* koşullarda bazı *Prunus* türleriyle aşı tutma oranlarının saptanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-4.

Dejampour, J., Majidi, I., Khosravi, S., Farhadi, S., and Shadmehr, A., 2011. In Vitro Propagation of HS314 Rootstock (Prunus amygdalus · P. persica). HortScıence, 46(6), 928-931.

Erbaş, B., 2011. Myrobalan ve Garnem anaçlarının *in vitro* doku kültürü teknikleri ile çoğaltımı üzerinde araştırmalar. Gaziantep Üniversitesi, Fen Blimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56s, Gaziantep.

FAO 2019. http://www.fao.org

Garg, B. K., Burman, U., Kathju, S., 2004. The influence of phosphorus nutrition on the physiological response of moth bean genotypes to drought. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 167.

Gimeno, J., Gadea, J., Forment, J., Perez-Valle, J., Santiago, J., Martinezgodoy, M.A., Yenush, L., Belles, J.M., Brumos, J., Colmeneroflores, J.M., Talon, M., and Serrano, R., 2009. Shared and novel molecular responses of mandarin to drought. Plant Mol Biol, 70: 403–420.

Güçlü, F., Koyuncu, F., Şan, B., 2010. Bazı klon kiraz anaçlarının doku kültürü yöntemiyle çoğaltılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14-2, 144-147.

Harada, H., Murai, Y., 1996. Micropropagation of *Prunus mume*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 46: 265-261.

Hasan Ali Dagman, F., 2018. Bazı meyve anaçlarının klasik doku kültürü ve yeni nesil geçici daldırma biyoreaktör sistemi ile mikroçoğaltımı. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Hepaksoy, S., 2004. Bazı kiraz anaçlarının mikroçoğaltımı üzerinde araştırmalar 1. gelişme ve çoğalma. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(3), 11-22.

Hong-Bo, S., Zongsuo, L., Mingan, S., 2006. Osmotic regulation of 10 wheat (Triticum aestivum L.) genotypes at soil water deficits. Biointerfaces, 47: 132–139.

Hussain, M., Malik, M. A., Farooq, M., Ashraf, M. Y., Cheema, M. A., 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. Journal of Agronomy and Crop Science, 194: 193–199.

İpek, M. 2015. *In vitro* şartlarda Garnem ve Myrobolan 29C anaçlarının kurak stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi. Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Jaleel, C.A., P. Manivannan, A. Wahid, M. Farooq, R. Somasundaram and R. Panneerselvam, 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol., 11: 100–105.

Joshi, R., Shukla, A., And Sairam, R. K., 2011. *In vitro* screening of rice genotypes for drought tolerance using polyethylene glycol. Acta Physiologiae Plantarum, 33(6), 2209-2217.

Kalefetoğlu, T., ve Ekmekçi, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanısms (Review). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 18(4), 723-740.

Kapluhan, E. 2013. Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi sayı: 27, ocak - 2013, s. 487-510

Karimi, S., Yadollahi, A., Arzani, K., 2013. Responses of almond genotypes to osmotic stress ınduced ın vitro. Journal of Nuts, 4(4), 1-7.

Karimi, S., Yadollahi, A., Nazari-Moghadam, R., Imani, A., and Arzani, K., 2012. *In vitro* screening of almond (*Prunus dulcis* (mill.)) genotypes for drought tolerance. J. Bıol. Envıron, 6(18), 263-270

Kaya, Y., 2019. Bitki ıslahı ve çeşit geliştirme. https://docplayer.biz.tr/60128411-Bitki-islahi-ve-cesit-gelistirme.html

Khafri, A. Z., Solouki, M., Zarghami, R., Fakheri, B., Mahdinezhad, N., & Naderpour, M. (2021). In vitro propagation of three Iranian apricot cultivars. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 57(1), 102-117.

Kiran S, Özkay F, Ellialtioğlu Ş, Kuşvuran Ş. 2014. Kuraklık stresi uygulanan kavun genotiplerinde bazı fizyolojik değişimler üzerine araştırmalar. Toprak Su Dergisi, 3 (1): 53-58.

Koçal, H., 2011. Kayısı yetiştiriciliği. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 6, 2-5.

Korkmaz, H., ve Durmaz, A., 2017. Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine verdiği cevaplar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, (2);192-207.

Kovalikova, Z., Jiroutova, P., Toman, J., Dobrovolna, D., Drbohlavova, L., 2020. Physiological responses of apple and cherry ın vitro culture under different levels of drought stress. Agronomy, 10, 1689.

Kozai, T., C. Kubota, and B. R. Jeong. 1997a. Environmental control for the largescale production of plants through in vitro techniques. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 51: 49-56.

Küçükkılavuz, 2009. Küresel ısınmanın su kaynakları üzerine etkileri: Türkiye örneği. Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Kurt, O., 2001. Bitki Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı Yayın No: 43.

Manickavelu, A., Nadarajan, N., Ganesh, S. K., Gnanamalar, R. P., Babu, R. C., 2006. Drought tolerance in rice: morphological and molecular genetic consideration. Plant Growth Regulation, 50: 121–138.

Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol Plant, 15, 473-497.

Nas, Z., 2021. Anaçlık Potansiyeli gösteren 42-01 Zerdali, genotipinin *in vitro* mikroçoğaltım özelliklerinin araştırılması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 54s.

Paydas, S., Kaska, N., Yasa, E., Özdemir G., Çağlar, H., 1995. Effect of different does of 2,4,5,-TP on the precocity and quality of some low-chill apricot cultivars. ISHS Acta Horticulturae 422.

Perez-Tornero, O., Burgos, L., 2000. Different media requirements for micropropagation of apricot cultivars. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 63: 133–141.

Pérez-Tornero, O., López, M., Burgos, L., 2000. Effect of basal media and growth regulators on the in vitro propagation of apricot *(Prunus armenica L.)* cv. Canino. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75:3, 283-286.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M., 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161: 1189–1202.

Sadeghi, F., Yadollahi, A., Kermani, M. J., & Eftekhari, M. (2015). Optimizing culture media for in vitro proliferation and rooting of Tetra (Prunus empyrean 3) rootstock. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 13(1), 19-23.

Sevgin, N., 2021. Drought stress responses of prunus microcarpa C. A. Mey. *subsp. tortusa* Rootstocks under in vitro conditions. University of Sirnak, Faculty of Agriculture, Horticulture Department, Sirnak.

Siddique M. R. B., Hamid, A., Islam, M. S., 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 40: 141-145

Sivritepe, N., Erturk, U., Yerlikaya, C., Türkan, I., Bor, M., and Özdemir, F., 2008. Response of the cherry rootstock to water stress induced in vitro.Biologia Plantarum, 52(3), 573-576.

Sivritepe, N., Erturk, U., Yerlikaya, C., Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., 2008. Response of the cherry rootstock to water stress induced in vitro. Bıologıa Plantarum 52 (3): 573-576.

Sorkheh, K., Shiran, B., Khodambshi, M., Rouhi, V., Ercisli, S., 2011. In vitro assay of native Iranian almond species *(Prunus L. spp.)* for drought tolerance. Plant Cell Tiss Organ Cult, 105:395–404.

Sulusoglu, M., and Cavusoglu, A., 2013. Micropropagation of cherry laurel P*runus laurocerasus* L. Journal of Food, Agriculture Environment, 11 (1), 576-579.

Taiz, L., Zeiger, E., 2006. Plant Physiology, 4th Ed., Sinauer Associates Inc. Publishers, Massachusetts. pp: 671-681.

TUİK 2020. http://www.tuik.gov.tr

Uysal, H., Seyis, F., ve Kurt, O., 2007. Tarla bitkilerinde melezleme bariyerlerinin aşılmasında alternatif bir yöntem: embriyo kültürü. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 116-122.

Wang, W., Vinocur, B., Shoseyov, O., Altman, A., 2004. Role of plant heat-shock proteins and molecular chaperones in the abiotic stress response. Trends in Plant Science Vol.9 No.5.

Yalçın GE, Kara FÖ., 2014. Küresel iklim değişikliğinin Türkiye'de tarımsal üretime etkileri ve çözüm önerileri. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun.

Yıldırım, H., Onay, A., Tilkat, E., Aktürk, Z., 2011. Micropropagation of the apricot (*Prunus armeniaca L.*) cv. Hacıhaliloğlu by means of single node culture. Dicle University, Agriculture Faculty, Horticulture Department, 55-64.

ÖZGEÇMİŞ

Adana'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Adana'da, lise öğrenimini ise 15 Temmuz Şehitleri Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2014 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2018 yılında tamamladı. Yüksek lisans eğitimini Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda yapmaktadır.