T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI *PİSTACİA* GENOTİPLERİNİN KURAKLIK STRESİNDE MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Belal Ahmad Aljemaa

DOKTORA TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Temmuz-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Belal Ahmad Aljemaa tarafından hazırlanan "**Bazı *Pistacia* genotiplerinin kuraklık stresinde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerinin belirlenmesi**" adlı tez çalışması 14/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof.Dr.	……..
Danışman Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN	……..
Üye Prof. Dr.	……..
Üye Prof. Dr.	……..
Üye Prof. Dr.	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr.
FBE Müdürü

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BAZI *PİSTACİA* GEOTİPLERİNİN KURAKLIK STRESİNDE MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Belal Ahmad ALJEMAA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2020, 120 Sayfa

Jüri
Danışman: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Prof. Dr. Halil ibrahim OĞUZ
Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ
Doç. Dr. Muzaffer İPEK

Bu çalışmada, kontrolsuz sera koşullarında kuraklık stresi ve iyileşme uygulamasının bazı *Pistacia* genotiplerinin [(*Pistacia terebinthus*-melengiç, *Pistacia khinjuk*-buttum, *Pistacia vera*-antepfıstığı türüne ait 3 Türk (Uzun, Antep ve Siirt) ve 2 Suriye çeşidi (Aşuri ve Yabani)] çöğürlerinde morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal özellikler ve bazı antioksidan enzim aktivitileri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Belirlenen morfolojik özelliklerde kuraklık indeksleri ve hasar indeksleri belirlemiş ve tüm özelliklere ait puanlar verilmiş ve genotipler kuraklık stresine tahammül durumları bakımından karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, genotiplerin bir yıllık çöğürleri, ilk kuraklık belirtisi (yapraklarda solma) aşamasına kadar sulamayı keserek kuraklık stresine maruz bırakılıp daha sonra iyileşme uygulaması için bir hafta boyunca tekrar sulanmıştır. Deneme ardışık olarak iki kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar kuraklık stresinin sürgün uzunluğunu, gövde çapını, yaprak alanını, özgün yaprak ağırlığını (ÖYA) ve sürgün yaş ve kuru ağırlıklarını önemli derecede azalttığını göstermiştir. Sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi (SUSTI) değerleri %48 (Yabani) ve %94 (Buttum) arasında; yaş ağırlık stres tolerans indeksi (YASTI) en az %48 ile Siirt'te ve en yüksek %68 ile Yabani'de; kuru ağırlık stres tolerans indeksi (KASTI) %64 (Siirt) ile %75 (Buttum) arasında tespit edilmiştir. Bir haftalık iyileşme süresi, bitkilerin büyümelerini sürdürmeleri için yeterli olmamıştır. ÖYA, taze ve kuru ağırlıklar, YASTI ve KASTI iyileşme uygulamasından sonra iyileşme göstermiş ancak kontrolden düşük olarak belirlenmiştir. Kuraklık uygulamasının kendi kontrollerine göre tüm *Pistacia* genotiplerinde stoma iletkenliğinin ve yaprak oransal su içeriğinin azaltığı ve membran geçirgenliğinin arttığı izlenmiş ve iyileşme uygulamasında genel olarak tüm fizyolojik özellikleri iyileşme göstermiştir. Kuraklık stresi, klorofil b miktarının, karotenoid miktarının, toplam flavonoid miktarının, antosiyanin miktarının, toplam karbonhidrat içeriğinin, prolin içeriğinin, MDA miktarının ve H_2O_2 miktarının artmasına ve yaprak klorofil a miktarının, toplam klorofil miktarının ve protein içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Kuraklık uygulamasında SOD; POD ve KAT aktivitilerinin arttığı izlenmiştir. Hesaplanan toplam hasar indeksine göre, en düşük toplam hasar indeksine sahip olan Uzun kuraklığa en yüksek tolerans gösteren genotip, buna karşılık en yüksek hasar indeksine sahip Siirt ise kuraklığa karşı en hassas genotip olarak belirlenmiştir. Toplam hasar indekslerine göre en toleranslıdan hassasa doğru diğer genotipler şu şekilde sıralanmıştır: Antep, Yabani, Aşuri, Melengiç ve Buttum. Yapılan puanlamaya göre, en düşük toplam puan Antep (281) kuraklığa en yüksek tolerans gösteren genotip, buna karşılık en yüksek puan alan Aşuri (350)

ise kuraklığa karşı en hassas genotip olarak tespit edilmiştir. Toplam puanlara göre kuraklığa dayanıklığı sırayla Uzun (289), Buttum (306), Melengiç (309), Yabani (315) ve Siirt (334) izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pistacia* genotipleri; kuraklık stresi; morfolojik parametreler; fizyolojik parametreler, biyokimyasal parametreler, antioksidan enzim aktivitileri, kuraklık stres indeksleri.

ABSTRACT

Ph. D THESIS

DETERMINATION OF MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL REACTIONS OF SOME *PISTACIA* GENOTYPES IN DROUGHT STRESS

Belal Ahmad ALJEMAA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
DOCTOR OF PHILOSOPHY IN HORTICULTURE

Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2020, 120 Pages

Jury
Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Prof. Dr. Halil ibrahim OĞUZ
Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ
Doç. Dr. Muzaffer İPEK

The aim of this study was to investigate the effect of drought stress and recovery on morphological, physiological and biochemical parameters and some antioxidant enzyme activities of some *Pistaca* genotypes seedlings, and comparing genotypes after identifying some drought indexes and injury index and giving scores to all parameters then arranging genotypes by their responses to drought under greenhouse conditions. One-year-old seedlings of *Pistacia* genotypes were subjected to drought stress by withholding irrigation until the first wilt symptoms were noticed and re-watered for one week. The experiment were carry out twice. The tested *Pistacia* genotypes were (*Pistacia* terebinthus L. (Melengiç), *Pistacia khinjuk* Stocks. (Buttum), 3 Turkish *Pistacia vera* L. cultivar (Uzun, Antep and Siirt) and 2 Syrian cultivar (Aşuri and Yabani). The results indicated that drought stress significantly reduced shoot height, stem diameter, leaf area, specific leaf weight (SLW) and shoot fresh and dry weights. Shoot height stress tolerance index (SHSTI) values were about 48 and 94% in Yabani and Buttum respectively; fresh weight stress tolerance index (FWSTI) was the least in Siirt 48% and the highest in Yabani 68%; dry weight stress tolerance index (DWSTI) was 64% in Siirt and the highest value was 75% in Buttum. One week recovery period was insufficient for plants to continue their growth. In spite of, after recovery period SLW, fresh and dry weights, FWSTI and DWSTI were recovered but still lower than controls. İn comparing to controls, drought application reduced stomatal conductivity and relative water content but increased membrane permeability, all physiological features improved in recovery. Drought stress caused an increase in chlorophyll b content, carotenoid content, total flavonoid content, anthocyanin content, total carbohydrate content, proline content, MDA content and H_2O_2 content, but leaf chlorophyll content, total chlorophyll content, protein content decreased in all *Pistaca* genotypes. SOD, POD and CAT activities increased in drought application. According to total injury index, Uzun was considered a high drought tolerant genotype because it had a lower total injury index, while Siirt was considered more sensitive to drought because it

had higher total injury index. The other genotypes were descending ordered regarding their total injury index as following; Antep, Yabani, Aşuri, Melengiç and Buttum. According to performed scoring, Antep was considered a high tolerant genotype because it had the lowest total scores (281), while Aşuri was considered more sensitive to drought because it had the highest scores (350). According to total scores, the other genotypes were descending ordered as following; Uzun (289), Buttum (306), Melengiç (309), Yabani (315) and Siirt (334).

Keywords: *Pistacia* genotypes; drought stress; morphological parameters; physiological parameters, biochemical parameters, antioxidant enzyme activities, drought stress indexes.

ÖNSÖZ

Son zamanlarda küresel ısınmaya bağlı olarak gerçekleşen iklim değişiklikleri, kuraklığa maruz kalan tarım alanlarının gün geçtikçe artırmasına neden olmaktadır. Bu durum, kurak ve yarı kurak bölgelere adapte olabilecek kuraklığa toleranslı bitkilere olan gereksinimi de arttırmaktadır. Bu nedenle, günümüzün ve geleceğin önemli problemlerinden biri olan kuraklığa karşı, kuraklıkla mücadele stratejileri ve eylem planları hazırlanarak uygulamaya konulmaktadır. Bu açıdan meyve türlerimizde kuraga toleranslı anaç ve/veya çeşitlerin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Bu amaçla, ülkemizin önemli meyve türlerinden birisi olan antepfıstığına anaç olarak kullanılabilecek farklı genotiplerin kuraklığa tolerans durumları ve kuraklık ile iyileşme süreçlerinde meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

Doktora sürecimde değerli katkılarını ve desteklerini benden esirgemeyen, gösterdiği sabır ve özveri ile hiç bir zaman desteğini ve engin bilgilerini benden eksik etmeyen, çalışmalarımın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN'e, tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan hocalarım Doç. Dr. Muzaffer İPEK ve Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ARIKAN'a, Bahçe bitkileri bölümü öğretim kadrosuna, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına, Doktora okumak için bana fırsat veren ikinci ülkem Türkiye Cumhuriyeti'ne, çalışmam süresince manevi desteği esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Belal Ahmad ALJEMAA
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xii**

1. Giriş **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMA **8**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **29**

3.1. Materyal **29**
3.2. Yöntem **29**
3.2.1. Morfolojık ölçümler **33**
3.2.1.1. Sürgün uzunluğu 33
3.2.1.2. Sürgün çapı 33
3.2.1.3. Yaprak alanı 33
3.2.1.4. Özgün yaprak ağırlığı 33
3.2.1.5. Yaş ve kuru ağırlık ölçümleri 33
3.2.1.6. Morfolojik parametrelerine hasar indeksi 34
3.2.2. Fizyolojik ölçümler **34**
3.2.2.1. Membran geçirgenliği 34
3.2.2.2. Yaprak nispi su içeriği 35
3.2.2.3. Stoma iletkenliği 35
3.2.3. Biyokimyasal ölçümleri **35**
3.2.3.1. Yaprakların klorofil ve karotenoid içeriği 35
3.2.3.2. Yapraklardaki antosiyanin içeriği 36
3.2.3.3. Yapraklardaki flavonoid miktarı 36
3.2.3.4. Toplam karbonhidrat içeriği 37
3.2.3.5. Prolin içeriği 39
3.2.3.6. Protein içeriği 40
3.2.3.7. Malondialdehit miktarı 41
3.2.3.8. Hidrojen peroksit miktarı 41
3.2.4. Antioksidan enzim aktiviteleri **42**
3.2.4.1. Süperoksit dismutaz aktivitesi 42
3.2.4.2. Peroksidaz (POD) aktivitesi 43
3.2.4.3. Katalaz aktivitesi 43
3.2.5. Puanlama **44**

4. BULGULAR 45

4.1. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde morfolojik değişimleri üzerine etkisi 45
4.1.1. Yıllık sürgün uzunluğu ve stres tolerans indeksi (SUSTİ)(%) 45
4.1.2. Yıllık sürgün çapı (mm) 46
4.1.3. Yaprak alanı (cm^2) 47
4.1.4. Özgün yaprak ağırlığı (mg/cm^2) 48
4.1.5. Yaş ağırlığı ve yaş ağırlığı stres tolerans indeksi (YASTİ) (%) 49
4.1.6. Kuru ağırlığı ve kuru ağırlığı stres tolerans indeksi (KASTİ) (%) 50
4.2. Morfolojik parametrelerine ait hasar indeksi 52
4.3. Puanlama ile kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin morfolojik parametreleri 52
4.4. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde fizyolojik değişimleri üzerine etkisi 53
4.4.1. Membran geçirgenliği (%) 53
4.4.2. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%) 54
4.4.3. Stoma iletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$) 56
4.5. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin fizyolojik parametreleri ile ilgili Puanlama 57
4.6. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde biyokimyasal değişimleri üzerine etkisi 58
4.6.1. Klorofil a miktarı ($mg.g^{-1}$ TA) 58
4.6.2. Klorofil b miktarı ($mg.g^{-1}$ TA) 59
4.6.3. Toplam klorofil miktarı ($mg.g^{-1}$ TA) 60
4.6.4. Karotenoid miktarı ($mg.g^{-1}$ TA) 62
4.6.5. Toplam flavonoid miktarı (Quercetin $\mu g.ml^{-1}$) 63
4.6.6. Antosiyanin miktarı ($\mu g.ml^{-1}$) 64
4.6.7. Toplam karbonhidrat içeriği (%) TA 65
4.6.8. Prolin içeriği ($\mu g.g^{-1}$ TA) 66
4.6.9. Protein içeriği ($\mu g.g^{-1}$ TA) 67
4.6.10. Yaprak dokularında malondialdahit (MAD) miktarı ($nmmol.ml^{-1}$ TA) . 68
4.6.11. Yaprak dokularında Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarı ($nmmol.ml^{-1}$TA) 70
4.7. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin biyokimyasal parametreleri ile ilgili Puanlama 71
4.8. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi 71
4.8.1. Süperoksit Dismutaz (SOD) aktivitesi (EU g^{-1} TA) 71
4.8.2. Peroksidaz (POD) aktivitesi (EU g^{-1} TA) 73
4.8.3. Katalaz aktivitesi (EU g^{-1} TA) 74
4.9. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin antioksidan enzim aktivitelerini ile ilgili Puanlama 75
4.10. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin tüm parametrelerinin toplam puanları 76

5. TARTIŞMA 77

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 90

KAYNAKLAR 91

ÖZGEÇMİŞ 108

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
µ	Mikro
°C	Santigrad derece
α	Alfa
ΨW	Su potansiyeli

Kısaltmalar

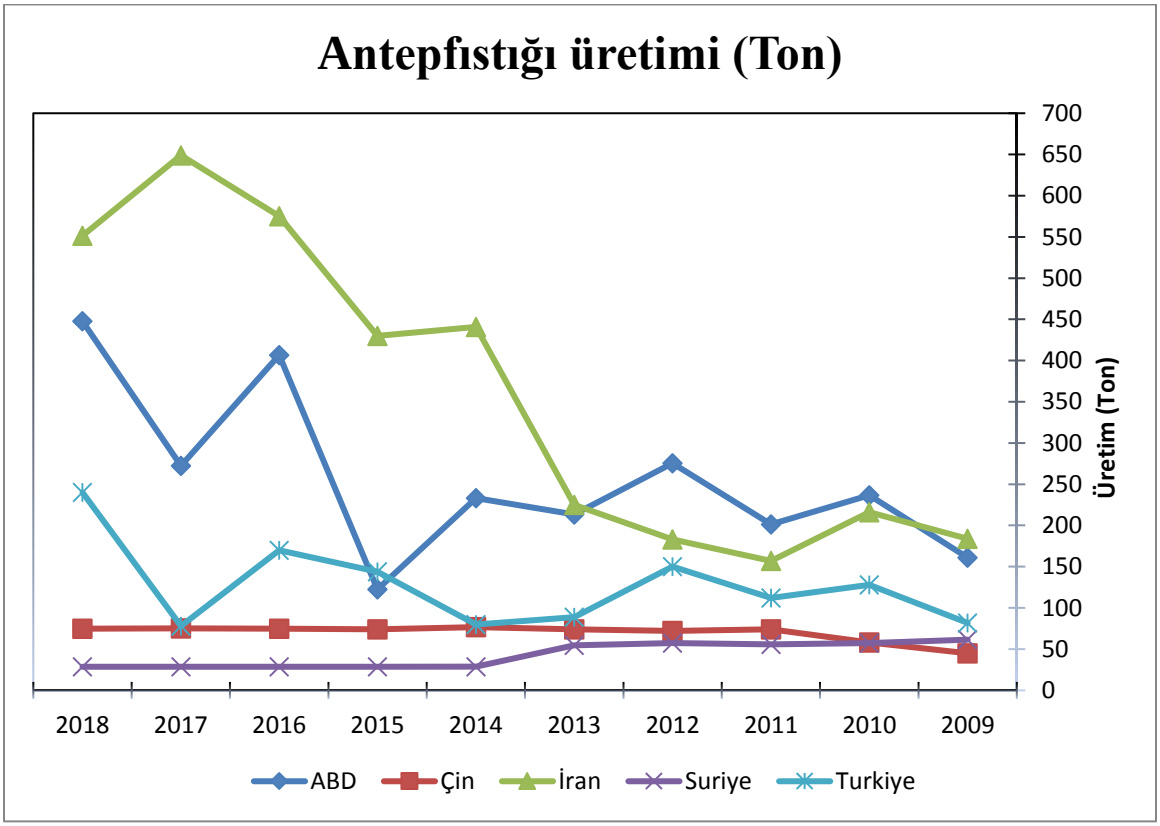
ABA	Absisik Asit
APX	Askorbat Peroksidaz
AsA	Askorbik Asit
BAP	Benzil Amino Pürin
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
CO_2	Karbondioksit
DHA	Dehidroaskorbat
DHAR	Dehidroaskorbat Redüktaz
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
EC	Elektriksel İletkenlik
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetikasit
g	Gram
GA3	Giberellik Asit
GPX	Glutatyon Peroksidaz
GR	Glutatyon Redüktaz
GSH	Glutatyon
GSSG	Okside Glutatyon
H_2O	Su
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
ha	Hektar
IAA	İndol Asetik Asit
IBA	İndol Bütirik Asit
K	Potasyum
KAT	Katalaz
kg	Kilogram
l	Litre
M	Molar
MDA	Malondialdehit
MDHA	Mono Dehidro Askorbat
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
Mn	Mangan

MPa **Mega Paskal**
N **Normalite**
NADP **Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat**
NH_3 **Amonyak**
nm **Nanometre**
NSİ **Nispi Su İçeriği**
O_2 **Serbest Oksijen**
O_2^- **Süperoksit**
OH- **Hidroksil Radikalleri**
PBZ **Paklobutrazol**
PEG **Polietilen Glikol**
POD **Peroksidaz**
RNA **Ribo Nükleik Asit**
ROS **Rekatif Oksijen Türleri**
rpm **Dakikada devir**
RWC **Oransal Su İçeriği**
SNP **Sodyum Nitroprusid**
SOD **Süperoksit Dismutaz**
TCA **Trikloroasetik asit**
U **Ünite**
YOSİ **Yaprak Oransal Su İçeriği**
Zn **Çinko**

1. Giriş

Pistacia L. cinsi *Anacardiaceae* familyasına aittir ve dokuz tür ve beş alt tür içermektedir. Bunlar: *Pistacia atlantica* Desf., *P. chinensis* Bunge subsp. *chinensis*, *P. chinensis* subsp. *falcata* (Bess. ex Martinelli) Rech. f., *P. chinensis* subsp. *integerrima* (J.L. Stew. ex Brandis) Rech. f., *P. eurycarpa* Yalt., *P. khinjuk* Stocks, *P. lentiscus* L. subsp. *lentiscus*, *P. lentiscus* subsp. *emarginata* (Engl.) AL-Saghir, *P. mexicana* Humb., Bonpl., & Kunth, *P. saportae* Burnat, *P. terebinthus* L., *P. vera* L., ve *P. weinmannifolia* Poiss. ex Franch.türleridir. (AL-Saghir ve Porter, 2012). Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesinde *P. vera*, *P. terebinthus* ve *P. khinjuk* ve onların doğal melezleri yaygın olarak bulunmaktadır. (Ak ve ark., 2016) *P. terebinthus*, daha çok Gaziantep, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa illerinde mevcuttur. *P. khinjuk*, Siirt, Hakkari, Gaziantep, Adiyaman ve Bitlis'te yaygındır. *Pistacia vera* ve melezleri Gaziantep ve Kahramanmaraş'ta bulunmaktadır. Akdeniz ve Güneydoğu Ege bölgesinde *P. atlantica*, *P. mutica* ve *P. terebinthus* yayılmıştır ve bu bölgede bazı *P. palaestina* ve *P. lentiscus* yabani ağaçları da bulunabilmektedir. Ege bölgesinde *P. atlantica*, *P. mutica* ve *P. terebinthus* yaygındır. İç Anadolu'da ve Akdeniz ile Ege Bölgesi arasındaki geçit bölgelerinde bazı alanlarda *P. vera, P. atlantica, P. terebinthus* ve *P. mutica* ağaçları bulunmaktadır (Ak ve ark., 2016). Suriye'de Maggs (1973)'a göre, *P. khinjuk, P. terebinthus, P. atlantica, P. palaestine* ve *P. lentiscus* bulunurkek, Basha ve ark. (2007)'a göre, 25 *P. vera* çeşidi bulunmaktadır. Suriye'de *P. terebinthus*, morfolojik olarak ayırt edebilen iki alt türe (*P. terebinthus* subsp. *terebinthus* ve *P. terebinthus* subsp. *palaestina*) ayrılmıştır (Mais ve ark., 2014). *Pistacia* cinsi içerisinde kültürü yapılarak yenebilen en önemli tür *P. vera* (Antepfıstığı)'dır (Padulosi ve ark., 1996). Antepfıstığı, batı Asya ve küçük Asya'da; Suriye ve Türkiye'den Kafkasya ve Afganistan'a kadar yabani olarak yetişmektedir (Crane ve Iwakiri, 1981). Antepfıstığı'nda en fazla üretim yapan ülkeler İran, ABD , Çin, Türkiye ve Suriye'dir (Şekil1.1.) (FAOSTAT, 2018). Türkiye'de 39 ilde Antepfıstığı yetiştirilmekle beraber, en fazla üretim Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılmaktadır. TÜİK'in 2018 verilerine göre, Şanlıurfa 100107. ton üretimle birinci, bunu Gaziantep 90183 ton, Adıyaman 24015 ton, Siirt 11301 ton, Kilis 44304 ton, Kahramanmaraş 3.953 ton ve diğer 33 il 6137 tonla takip etmektedir (Şekil

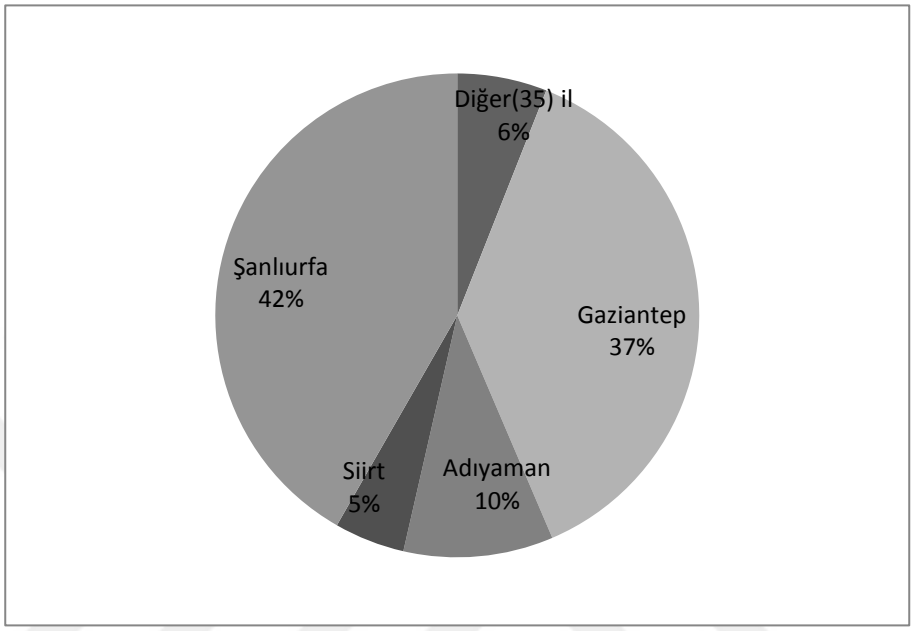
1.2). Şekil 1.2'de belirtildiği göre antepfıstığı üretimien fazla 42% ile Şanlıurfa aittir. Antepfıstığı yetiştiriciliği yapılan alan bakımından (toplam 328.804 ha), Şanlıurfa 1.393 milyon da ile ilk sırada yer almakta bunu 1.363 milyon da ile Gaziantep, 263.928 da ile Adıyaman ve 282.071 da ile Siirt takip etmektedir (TÜİK, 2018).



Şekil 1.1. Antepfıstığı'nda en fazla üretim yapan ülkeler (FAOSTAT, 2018)

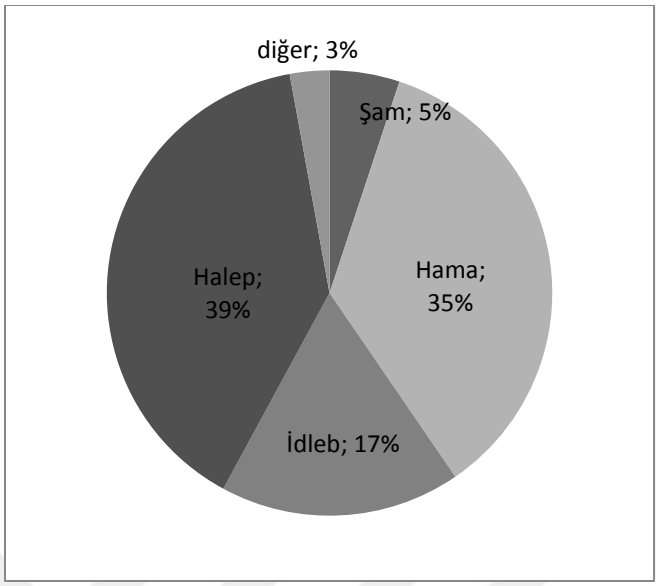
Türkiye'de sekiz ana yerli dişi çeşit (Uzun, Kırmızı, Halebi, Siirt, Beyazben, Sultani, Değirmi ve Keten Gömleği) ve beş yabancı çeşit (Ohadi, Bilgen, Vahidi, Sefidi ve Mümtaz) (Ak ve Acar, 2001) ve iki yeni çeşit Barak Yildizi ve Tekin bulunmaktadır (Ak, 2013). Ayrıca, erkek çeşitler olarak Atlı, Ozturk, Kaşka ve Uygur vardır (Atli ve ark., 1995). Suriye'de Antepfıstığı üretimi, 2018 yılı verilerine göre yaklaşık 51.048 ton olarak gerçekleşmiş olup bunun yaklaşık %80'i sulanmayan alanlarda ve yaklaşık %20'si sulanan alanlarda yapılmıştır. Ağaç sayısı yaklaşık 9.9 milyon olup %71'ini meyve veren yaşta ağaçlar oluşturmaktadır. Antepfıstığı yetiştiriciliği yapılan alan yaklaşık 600 bin da olup %39 ile Halep ilk sırada yer almakta bunu Hama (%37), İdlib (%17), Şam (%5) ve

Suyeda (%1) izlemektedir (MAAR, 2018). Hama'da, Antepfıstığı üretiminin %36'sı yapılmaktadır. Bunu %32 ile İdlib ve %29 ile Halep takip etmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.2. Turkiye'de illere göre Antepfıstığı üretim durumu (TÜİK, 2018).

Suriye'de 25 tane yerli dişi çeşit bulunmaktadır. Bunlar: Ashoury, Bayd altair, Red oleimy, Ain alarab, Baidy, Sen alfeel, Red jalab, Wardany, Nab aldajaml, White oleimy, Marawhy, Zaroory, Boundouky, Aburieha, White Ashoury, Lesan altair, Entaby1, Algrahy, Entaby2, Botmy, Lazwardy, White Turkey, Batoury, Ajamy ve Ain altinaha'dır ve en yaygın çeşitler Ashoury, Oleimy ve Batoury'dir (Basha ve ark., 2007). Ayrıca erkek çeşitler olarak, Arab aleppo, Adam, Basem, CHaliphah, Deep, Elias, Fady, Gaber, Hady, İbrahim, Jamil ve Kamel yetiştirilmektedir (Hadj-Hassan ve Kardouch, 1995). İran'da yetmişten fazla yerli çeşit bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın çeşitler: Kerman, Ohady, Kalehgochi, Ahmadaghai, Badamizarand, Rezaii, Pustpiazi, Badami, Ghazvini, Sarakhs, Akbari,Wahidi,Rafsanjani ve Momtazdır (Esmail-Pour, 2001). Önemli üretici ülkelerden ABD'deki dişi çeşitler Kerman, Golden Hills, Lost Hills, Klehghouchi, Pete 1, Red aleppo, Joly ve Aria, erkek çeşitler Peter, Randy ve Pete, Tunus'ta Sfax, Mateur ve El Guettar'dır. İtalya'da ise Agostana, Girasola, Notaloro, Cappuccia ve Femminello çeşitleri yaygındır (Ak, 2013).



Şekil 1.3. Suriye'de illere göre Antepfıstığı üretim durumu (MAAR, 2018).

Antepfıstığı rüzgarla tozlanan dioik bir bitkidir (Acar ve ark., 2001). Antepfıstığı -20° ila 40°C sıcaklık aralığında yetiştirilebilir. Antepfıstığı kuraklığa, sıcak ve kurak yaz havalarına toleranslıdır. Soğuklama ihtiyaçlarını (600-1000 saat) karşılamak için soğuğa ve meyve oluşturmak ve olgunlaşmak için sıcak ve uzun yaz mevsime ihtiyaçları vardır (Ak ve ark., 2016). Antepfıstığı çeşitli topraklara uyum sağlamıştır, ancak en iyi ticari üretim süzek, derin, hafif ve kireçli kumlu-tınlı topraklarda yapılabilmektedir. Antepfıstığı insan sağlığına çok faydalı içeriklere sahiptir. Yenilebilir tohumları sağlıklı yağlar içerir ve iyi bir protein, vitaminler, lif ve antioksidan kaynağıdır. Antepfıstığı düşük yağ ve enerji içeriğine ve en yüksek K, γ-tokoferol, K vitamini, fitosteroller, ksantofil karotenoidleri, bazı mineraller (Cu, Fe ve Mg), B6 vitamin seviyelerine sahiptir. Antepfıstığı, ayrıca yüksek bir antioksidan ve anti-enflamatuar potansiyele sahiptir (Bulló ve ark., 2015).

Kuraklık, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemi ifade eder ve toprağın su tutma kapasitesi ile bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapo-transpirasyon hızına bağlı olarak ortaya çıkar (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2010). Gelecekte kuraklık şiddetinin, süresinin ve sıklığının artacağı ve hatta karaların yaklaşık %16'sını kaplayan kurak ve yarı kurak alanların (21-

22 milyon km²) 21. yüzyılın sonuna kadar iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (Eriyagama ve ark., 2009; Deeba ve ark., 2012; Kapluhan, 2013). Coğrafi yapısından dolayı düzensiz bir yağış rejimine sahip olan Türkiye, belirli dönemlerde kuraklık riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Kapluhan, 2013). Kuraklığın bitki gelişiminde diğer stres faktörlerine göre daha büyük etkilere neden olduğu ve bu etkilerin bitkinin genotipi ve gelişim evresi ile kuraklığın şiddeti ve süresine bağlı olduğu bildirilmiştir (Da Silva ve ark., 2012).

Kuraklığın; bitki büyüme ve gelişmesini (Ashraf ve Iram, 2005; Kashiwagi ve ark., 2006; Hu ve ark., 2010; Ji ve ark., 2012; Orange ve Ebadi, 2012) ve fotosentetik aktiviteyi (Ekmekci ve ark., 2005; Liu ve ark., 2005; Praxedes ve ark., 2006; Galmés ve ark., 2007; Macar ve Ekmekçi, 2008; Da Silva ve ark., 2012; Hozain ve ark., 2012), olumsuz yönde etkilediğini bildiren pek çok çalışma bulunmaktadır. Kuraklık stresi altında bitki performansında önemli role sahip olan fotosentezde (Pinheiro ve Chaves, 2010) ilk ortaya çıkan cevap stoma kapanmasına bağlı olarak fotosentez aktivitesinin azalmasıdır (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Fotosentez aktivitesinin azalmasında stoma kapanması ile birlikte fotosentetik enzim aktivitesinin azalması gibi birçok mekanizma birlikte rol oynamaktadır (Aranjuelo ve ark., 2010). CO_2 alımının sınırlanması sonucu ışığın yakalanması ile bu enerjinin kullanımı arasındaki dengenin bozulmasına bağlı olarak, fotosistem II (PSII) aşırı uyarılmakta ve bu durum hem fotosentez oranının azalmasına hem de absorbe edilen enerjinin fluoresans, ısı veya başka bir moleküle aktarılması şeklinde yayılmasına neden olmaktadır (Faraloni ve ark., 2011).

Kuraklık stresinin fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkilemesinin bir diğer nedeni ise ozmoozmotik stresin tetiklenmesidir. Stres koşullarına bağlı olarak fotosistemlerin, özellikle de PSII'nin aşırı uyarılması fotosentetik fonksiyonların bozulmasına ve reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşmasına neden olmaktadır (Sperdouli ve Moustakas, 2012). Moleküler O_2'nin H_2O oluşturmak için enerji veya elektron transferinin gerçekleştirdiği indirgenme reaksiyonlarının ara ürünleri olan ve stres koşullarında sentezlenme miktarı artan ROT'lar [singlet oksijen ($^1O_2$), süperoksit molekülü (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali (OH^-) ve perhidroksil radikali (HO^2)] (Van Breusegem ve ark., 2001;

Apel ve Hirt, 2004) yapraklarda membran hasarına yol açarak lipid peroksidasyona neden olmaktadır (Li-Ping ve ark., 2006). Lipid peroksidasyonun yanı sıra; proteinlerde bozulma, enzim inhibisyonu, klorofil parçalanması, DNA ile RNA'da hasarlar ve hücre ölümü gibi olumsuz etkilere sebep olan ROT'ları (Mittler, 2002) ortamdan uzaklaştırmak için bitkiler; süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (KAT), peroksidaz (POD) gibi enzimatik ve askorbik asit (AsA), glutatyon (GSH), antosiyanin ve karotenoid gibi düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidanlardan oluşan savunma sistemleri geliştirerek (Johnson ve ark., 2003; Marok ve ark., 2013); hücrelerini oksidatif hasara karşı koruyabilmektedirler. Çeşitli bitkilerde, kuraklığa karşı dayanıklılığın kazanılmasında antioksidan savunma sistemlerinin devreye girmesinin önemli role sahip olduğu pek çok çalışma ile ortaya konulmuştur (Pinheiro ve ark., 2004; Türkan ve ark., 2005; Khanna-Chopra ve Selote, 2007; Ozkur ve ark., 2009; Pompelli ve ark., 2010; Terzi ve ark., 2010; Hojati ve ark., 2011; Marok ve ark., 2013).

Kuraklık stresi ile başa çıkabilmek için bitkiler antioksidan savunma sistemlerinin yanı sıra birbiri yerine geçebilen farklı tipteki iyonları ve molekülleri (ozmoozmolitler) sentezler ve biriktirirler (De Ronde ve ark., 2004; Efeoğlu ve ark., 2009). Toksik olmayan ve metabolizmaya zarar vermeyen çözünebilir ozmoozmolitler [şekerler (sakaroz, heksoz, rafinoz vb.), siklik polyoller (pinnitol, D-ononitol, sorbitol) ve amino asitler (glisinbetain ve prolin)], küçük nötral bileşikler olup sitoplazmada molar konsantrasyonda birikirler (Valliyodan ve Nguyen, 2006; Kantar ve ark., 2011). Çözünebilir ozmoozmolitlerin ozmoozmotik düzenlemede, protein ile hücre yapısının stabilizasyonunda ve ROT'ların etkisizleştirilmesinde görev aldıkları bildirilmektedir (Bartels ve Sunkar, 2005; Mahajan ve Tuteja, 2005; Cuin ve Shabala, 2007).

Son zamanlarda küresel ısınmaya bağlı olarak gerçekleşen iklim değişiklikleri, kuraklığa maruz kalan tarım alanlarının gün geçtikçe artmasına neden olmaktadır. Bu durum, kurak ve yarı kurak bölgelere adapte olabilecek kuraklığa toleranslı bitkilere olan ihtiyacı da arttırmaktadır. Günümüzde sıcaklık artışına bağlı olarak etkisi daha da yoğun hissedilen ve küresel iklim değişikliklerinin sonuçlarından biri olan kuraklık, kullanılabilir su miktarını azaltarak özellikle tarım alanlarını etkilemekte ve tarımsal ürünlerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Sulamanın önemi ise her geçen gün biraz daha artmakta; buna karşın, dünyanın birçok bölgesinde, tarımsal amaçla

kullanılan su kaynakları da giderek azalmaktadır. Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır. Suyun, bitki büyüme ve gelişimindeki önemli rolü göz önüne alındığında, kuraklığın bitkilerde verim azalmasının en önemli nedeni olduğu görülmektedir. Yapılan bilimsel tahminlere göre kuraklık, gelecekte şiddeti artacak olan tehditler arasındadır. Bu nedenle, günümüzün ve geleceğin önemli problemlerinden biri olan kuraklığa karşı, kuraklıkla mücadele stratejileri ve eylem planları hazırlanarak uygulamaya konulmaktadır. Bu açıdan meyve türlerinde kurağa toleranslı anaç ve/veya çeşitlerin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, gerek ülkemiz gerekse Suriye açısından önemli meyve türlerinden olan ve yetiştiricilik yapılan alanların genellikle kurak ve sulama imkanlarının yetersiz olması nedeniyle anaç olarak kullanılabilecek bazı *Pistacia* genotiplerinin kurağa tepkileri ve tolerans durumlarının belirlenmesi amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

2. KAYNAK ARAŞTIRMA

Ranjbar (2017) Kashan, İran'da bahçe koşullarında yapmış oldukları çalışmada iki antepfıstığı anacının (*P. atlantica* ve *P. khinjuk*) fidanlarında su stresinin fotosistem II (PSII)deki klorofil floresans (CF) ve pigment içeriğinin özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Sonuçta, su stresinin, karanlığa adapte edilmiş yapraklarda, minimum flüoresansı (F0), kuantum verimini (F0/Fm) ve maksimum flüoresansı (Fm) ve maksimum kuantum verimini, PSII fotokimya (Fv/Fm) parametrelerini düşürdüğü bulunmuştur. Ayrıca, ışığa uyumlu yapraklarda, fotokimyasal olmayan söndürmede (NPQ) ve ışık enerjisinin dağılımında (D) önemli bir artış ve elektron taşıma hızında (ETR) ve fotosistem II'nin fotokimyasal etkinliğinde (ΦPSII) bir azalma meydana gelmiştir. Fotosentetik pigmentlerin (Klo a), (Klo b) ve karotenoidlerin (Kar) içeriği artan su stresi ile azalırken, Klo (a/b) ve Kar/(a+b) oranları üzerinde önemli etkisi olmamıştır. Klo_a, Klo_b, Klo(a+b) ve karotenoid içerikleri *P. khinjuk*'ta *P. atlantica*'dan daha yüksek bulunmuştur.

Esmaeilpour ve ark. (2016) Ghent, Belçika'da sera koşullarında yaptıkları çalışmada üç Antepfıstığı çeşitinin farklı kuraklık stresinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, kuraklık stresinin, karbonhidrat birikimi vasıtasıyla ozmotik ayarlamaya neden olduğu bulunmuştur. Her iki kuraklık stresi, yaprakların çözünebilir karbonhidratını ve nişasta içeriğini artırmıştır. Oransal su içeriği sadece Kaleghochi'de kuraklık stresinde düşürmüştür. Stoma yoğunluğu ve morfolojisi antepfıstığı çeşitlerine göre değişmekle birlikte kuraklık stresinden çok etkilenmemiştir. Kuraklık stresi, su kullanım verimliliğinin genel ortalamasını önemli ölçüde artırmıştır. Stres altındaki tüm antepfıstığı çeşitlerinin yaprak karbon izotop bileşimleri arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Yaprak azot izotop bileşimi, çeşitten bağımsız olarak kuraklık stresi altında azalmıştır.

Hamed ve ark. (2016) Tunus'ta saksıda plastik örtü altında, su stresinde ve iyileşmede iki *Pistacia* türünün tepkilerini incelemiştir. Su stresi ve yeniden sulama sırasında yaprak su potansiyeli, oransal su içeriği, toplam klorofil içeriği ve yaprak gaz değişimleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, su stresi altında büyük bir düşüş yaşayan

Pistacia vera ile karşılaştırıldığında *Pistacia atlantica*'nın su durumu, yaprak gazı değişimleri ve toplam klorofil içeriği, sabit kalmıştır. Yeni sulamadan sonra, *P. atlantica* stoma parametrelerinin *P. vera* ile karşılaştırıldığında hızlı bir şekilde iyileşme ve su stresine iyi bir tolerans gösterdiği belirlenmiştir. *P. vera* ve *P. atlantica*'nın su stresi ve yeniden sulamaya verdiği tepkilerin değişmesi, *P. atlantica*'nın *P. vera*'ya kıyasla su stresine daha yüksek adaptasyonunu göstermiştir. Su stresi, *P. vera*'nın stres altındaki çöğürlerinin özgün yaprak ağırlığını önemli ölçüde azaltmıştır. Tüm su stresi muamalelerinde, *P. atlantica*'nın özgün yaprak ağırlığı *P. vera*'dan daha yüksek tespit edilmiştir. Tekrar sulamadan sonra, *P. atlantica*'nın stres altındaki bitkilerinin özgün yaprak ağırlığı kontrol bitkilerine benzerken *P. vera*'nın özgün yaprak ağırlığı iyileşmemiş ve düşük değerlerinde kalmıştır.

Khoyerdi ve ark. (2016) İran'da tam kontrollu serada saksı denemesinde yapmış oldukları çalışmada kuraklık stresinin bazı antepfıstığı çeşitlerinin fizyolojik ve ozmoozmotik parametreleri üzerine etkisini değerlendirmiştir. Sonuçlar kuraklık stresinin sürgün ve kök kuru ağırlığını, yaprak alanını, yaprak bağıl su içeriğini, toplam klorofil, karotenoidler, toplam çözünebilir protein içeriğini azalttığını göstermiştir. Kuraklık stresi, dört çeşidin kök ve yapraklarının prolin, glisin betain, toplam çözünebilir karbonhidrat, sakkaroz, fenol, hidrojen peroksit ve MDA içeriğini artırmıştır. Çeşitler su stresine farklı tepkiler vermiştir. Kuraklık koşullarında çeşitlerin kök ve yapraklarında yukarıdaki parametrelerin en yüksek ve en düşükleri sırasıyla Badami-Rize-Zarand ve Abareqi çeşitlerinde bulunmuştur. Sonuçlara göre, Badami-Rize-Zarand çeşidi daha fazla ozmolit biriktirdikçe kuraklık stresine daha fazla direnç göstermiş ve kuraklık stresi altında daha iyi su ilişkileri ve kuru ağırlıklar üretmiştir.

Vasques ve ark. (2016) Portekiz'de kontrollu denemede PEG 6000 ve hidroponik sistemi kullanarak kuraklık muamelelerinin ve *P.lentiscus*'un iki tohum kaynağının fidan büyümesi, fizyolojik parametreler ve yaprak pigmentleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Sonuçta, kuraklık koşullarında sürgün büyümesi, net CO_2 asimilasyon hızı, stoma iletkenliği ve transpirasyon önemli ölçüde azaltılmıştır. Tohum kaynağının kuraklık tepkisi üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Çalışmanın son 7 günü boyunca artan kuraklığa maruz kalma ile birlikte sürgün büyümesinde belirgin bir azalma

kaydedilmiştir. Yaprak oransal su içeriği, iki tohum kaynağı arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Kuraklık uygulaması hem klorofil hem de karotenoid içeriği üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahipken antosiyaninler üzerine etki belirlenememiştir. Kuraklığa maruz kalan bitkiler, kontrol bitkilerinden %21 daha düşük klorofil (a) içeriğine ve %16 daha düşük karotenoid içeriğine sahiptir. Buna karşılık, antosiyanin içeriği, iki kuraklık uygulaması arasında önemli ölçüde değişmemiştir.

Esmaeilpour ve ark. (2015) Ghent, Belçika'da sera koşullarında üç antepfıstığı çeşidinde yapmış oldukları çalışmada farklı kuraklık stresi etkilerini PEG 6000 kullanılarak hidroponik sisteminde incelemiştir. Sonuç olarak, her iki kuraklık stres seviyesinde yaprak klorofil içeriği ve toplam bitki kuru ağırlığı azalmıştır. Ohadi, kuraklık stres koşullarında Akbari'ye göre daha yüksek oranda oransal klorofil içeriği ve bitki kuru ağırlığı (biyokütle) oranlarına sahipken, Kaleghochi orta sonuçları göstermiştir. Kuraklık stres koşullarındaki bitkilerde bitki kuru ağırlığı ve yaprak kuru ağırlığı önemli derece azalmışken, sürgün ve kök kuru ağırlığı etkilenmemiştir. Stres uygulanan bitkilerin biyokütlesi, kontrol bitkilerinin biyokütlesine kıyasla azalmıştır. Kuraklık stresi kontrole kıyasla Akbari'de toplam bitki kuru ağırlığı ve yaprak kuru ağırlığını ve Ohadi'de yaprak kuru ağırlığını önemli ölçüde azaltmıştır. Ohadi diğer çeşitlere göre daha iyi performans gösterdiğinden, biyokütle verimliliği açısından kuraklığa daha toleranslı olabileceği değerlendirilmiştir.

Cherit-Hacid ve ark. (2015) Cezayir'de plastik örtü altında saksı denemesinde kuraklık stresinin *Pistacia lentiscus*'un iki farklı tohum kaynaklı çöğürlerinde bazı biyokimyasal, fizyolojik parametreler, yapraklarda toplam polifenoller ve flavonoidlerin birikimi üzerine etkilerini incelemiştir. Kuraklık stresinde yaprak bağıl su içeriği iki kaynakta (Azazga %4 ve Bouira %3) da hafif azalmış, ancak kontrol ve stresli bitkiler arasındaki önemli fark görülmüştür. İki kaynakta stresli bitkilerde prolin artışı yaklaşık 2 kat olmuştur. Su stresi tüm pigmentlerde belirgin bir azalmaya neden olurken, Klo a/b ve karotinoid(c+x)/toplam Klo oranı değişmemiştir. Tüm pigmentler Bouira'da Azazga'dan daha fazla azalmıştır. Kontrole kıyasla, her iki kaynakta da stres altındaki bitkilerde yüksek MDA içeriği belirlenmiştir, Bouira'da artış %121,31 iken, Azazga'da sadece

%30,80 olarak meydana gelmiştir. Kuraklık uygulaması ile toplam polifenoller ve toplam flavonoid miktarları etkilenmemiştir.

Lotfi ve ark. (2015) Rafsanjan, İran'da *P. vera*'nın beş çeşidinde bazı organik metabolitlerin ve antioksidan savunma sistemlerinin kuraklık stresine tepkilerini araştırmıştır. Sera koşullarında yetiştirilen üç aylık çöğürler artan su eksikliği rejimine (3, 6 ve 9 gün) maruz bırakılmıştır. Sonuçta, kuraklık stresi altında Sarakhs ve Badami çeşitleri diğer çeşitlere göre daha yüksek hayatta kalma oranı göstermiştir. Sarakh'da en yüksek prolin, glisin betain ve antosiyanin birikimi tespit edilmiştir. H_2O_2 ve MDA üretimi en düşük Sarakhs'ta belirlenmiştir. Badami yapraklarında daha yüksek çözünebilir şeker içeriği ve toplam fenol miktarı bulunmuştur. Tüm çeşitlerde SOD ve KAT aktivitesi başlangıçta artmış ve daha sonra su stresi uzattıkça azalmıştır. Polifenol oksidaz (PPO) 6 gün boyunca sabit kalmış ve daha sonra 9. günde artmıştır. Sarakhs ve Badami çeşitlerinde antioksidan enzimlerin aktivitesi yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Badami ve Sarakhs, ozmotik ayarlama ve antioksidan koruma kapasiteleri nedeniyle diğer çeşitlere kıyasla kuraklık stresine karşı daha toleranslı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca prolin, H_2O_2, KAT ve PPO aktivitesi gibi fizyolojik parametrelerin, *Pistacia vera*'nın toleranslı çeşitlerinin tanımlanmasında gösterge olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Habibi ve Hajiboland (2013) Miandoab, İran'da saksıda bahçe şartlarında, Ahmadaghaii antepfıstığı çeşidi ile yürüttükleri çalışmada, iki kuraklık seviyesi (tarla kapasitesinin %35 ve %70'i) ve silikon uygulamasının etkisi incelemiştir. Sonuç olarak, bitkilerin taze ve kuru ağırlığı kuraklık stres koşullarında silikon muamalesi ile önemli ölçüde artmıştır. Silikon uygulaması, kuraklık koşullarında bitki biyokütlesini, taze ağırlığı, kuru ağırlığı ve oransal su içeriğini arttırmıştır. Kuraklık stresi PSII'nin maksimum kuantum verimini (Fv / Fm) ve PSII'nin etkili kuantum verimini (Φ_{PSII}) azaltmıştır. Net asimilasyon oranı, transpirasyon hızı ve stoma iletkenliği, bitkilerin kuraklık stresine maruz kalmasıyla azalmıştır ve silikon uygulaması bu parametreleri her iki sulama seviyesinde de etkilemiştir. İyi sulanan bitkilerde net asimilasyon oranı, silikon uygulamasından dolayı hafifçe artmıştır. Silikon muamelesiyle artan stoma iletkenliğini takiben net asimilasyon oranının ve transpirasyon hızının artması nedeniyle,

su kullanım etkinliği (SKE) değişmeden kalmıştır. Kuraklık stresi, SOD ve APX'in aktivitesinde önemli bir artışa neden olmuştur, ancak POD'un aktivitesini değiştirmezken, KAT'in aktivitesini azaltmıştır. Kuraklık koşulları altında, silikon uygulaması APX hariç, analiz edilen tüm antioksidan enzimlerin aktivitesinde önemli artışa neden olmuştur. Kuraklık stresi, MDA ve H_2O_2'de önemli bir birikim ile sonuçlanmıştır. Silikon destekli bitkiler kuraklık stresi altında en düşük MDA içeriğine sahiptir.

Kasmani ve ark. (2013) Karaj, İran'da saksı denemesinde Badami antepfıstığı çeşidinde yaptıkları çalışmada bir yaşlı çöğürlere üç kuraklık muamelesi (kontrol D_1: TK%80, tarla kapasitesi (TK), D_2: TK%40 orta su stresi, D_3: TK%20 şiddetli su stresi) ve dört hümik asit ($H_1$0, H_2 500, $H_3$1000 ve H_4 1500 ppm) seviyelerini uygulanmıştır. Sonuç olarak, kurak uygulaması Badimi çöğürlerinde prolin ve absisik asit miktarlarında önemli derecede artışa neden olmuştur. En yüksek prolin miktarı H_4D_3 uygulamasında kaydedilmiştir. Aksine, en düşük prolin miktarı H_2D_1 uygulamasında belirlenmiştir. Bununla birlikte, en yüksek ve en düşük ABA miktarı sırasıyla H_4D_2 ve H_3D_1 uygulamalarında belirlenmiştir. Ayrıca kuraklık stresi kök kuru ağırlığını, yaprak oransal su içeriğini (YOSİ) ve yaprak klorofil içeriğini azaltmıştır. Kök kuru maddesinin en yüksek miktarı sırasıyla H_2D_1 ve H_2D_2'de, en düşük miktar H_4D_2, H_4D_3 uygulamalarında ve en yüksek oransalı su içeriği H_4D_3 ve H_2D_2 uygulamalarında ve en düşük oransal su içeriği H_2D_1'de ve en yüksek klorofil içeriği H_2D_2'de ve en düşük H_4D_2 ve H_4D_3'te tespit edilmiştir.

Mirzaei ve Yousefzadeh (2013) tam kontrollu serada bir yaşlı *Pistacia khinjuk* çöğürleri ile yaptıkları çalışmada, 8 ay boyunca su stresi koşullarda (%25, %50, %75 ve %100 tarla kapasitesi) bazı morfolojik ve biyokimyasal tepkileri değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, kuraklık stresinin *P. khinjuk* çöğürlerinin boyunu, gövde çapını, sürgün kuru ağırlığını ve kök kuru ağırlığını azalttığı bulunmuştur. Kuraklık stresi kök ve sürgün antioksidan enzim aktiviteleri üzerinde farklı etkilere neden olmuş, sürgünlerde SOD aktivitesini arttırırken, kök SOD aktivitesi üzerinde hiçbir etkiye neden olmamıştır. Ayrıca, stres altındaki çöğürlerin kök ve sürgünlerinin POD aktivitesi artmıştır. Kuraklık stresi fidanların sürgün ve köklerinde KAT aktivitesini arttırmış ve tarla kapasitesinin

%25'i seviyesinde yapılan sulamada KAT aktivitesi diğer sulama seviyelerinden daha yüksek tespit edilmiştir. Kuraklığa maruz kalan bitkilerde sürgün ve kök prolin içerikleri artmıştır. En düşük prolin içeriği kontrolde görülmüş ve kuraklık stresinin artmasıyla yükselmiştir.

Glomus etunicatum (arbuskular mikoriza, AM) kolonizasyonunun iki farklı su seviyesi uygulanan saksıdaki 3 aylık *Pistacia vera* çöğürlerinin bitki büyümesi ve kuraklık toleransı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçta, AM ile muamele edilmiş fidanların büyümesi, su stresi durumuna bakılmaksızın, kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Kuraklık koşullarında mikoriza muamele edilmiş bitkilerinin yaprak alanı, klorofil içeriği, kök ve sürgün ağırlıkları AM uygulanmamış fıdanlara kıyasla daha yüksektir. Tüm sulama seviyelerinde, çözünebilir şekerler, proteinler, flavonoid ve prolin içeriği, mikoriza ile muamele edilmiş bitkilerde, mikoriza ile muamele edilmeyen bitkilerden daha yüksektir. AM, peroksidaz enziminin aktivitelerini artırmış, ancak iyi sulanmış koşullar ve kuraklık stresi altında sürgünlerde ve köklerde katalaz aktivitesini etkilememiştir AM kolonizasyonunun, ozmotik bileşiklerin, beslenme ve antioksidan enzim aktivitesinin birikimini artırarak *P. vera* fidanlarının kuraklık toleransını arttırdığı belirlenmiştir (Abbaspour ve ark., 2012).

Bagheri ve ark. (2012) kuraklık stresi şartlarında iki antepfıstığı çeşidinin farklı büyüme parametrelerine iki mikoriza türünün etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, kuraklığın başlamasından üç ay sonra, bitki uzunluğu ve çapı, yaprak alanı, kuru yaprak ağırlığı, nispi su içeriği ve su kullanım verimi, kök ağırlığının kuraklık yoğunluğu arttıkça azaldığını göstermiştir. Kuraklık stresi antepfıstığı bitkilerinin yapraklarında prolin ve çözünebilir karbonhidrat içeriklerinde bir artışa yol açmıştır. Mikoriza uygulaması kontrolle karşılaştırıldığı zaman, antepfıstığı bitkilerinde vejetatif büyümeyi ve bitki su ilişkilerini önemli derecede geliştirmiştir.

Bagheri ve ark. (2011) Rafsanjan, İran'da sera koşullarında iki antepfıstığı çeşidi (Badami-Riz-Zarand ve Qazvini) ile yaptıkları sera denemesinde, arbusüler mikorhiz ve su stresi [%100 tarla kapasitesi (TK),%75 TK,%50 TK ve %25 TK] uygulamasının fotosistem II (PSII) fotokimyasının (Fv/Fm) maksimum kuantum verimi ve bazı

ekofizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Su stresi her iki çeşitte de mikoriza kolonizasyonu ile aynı oranda azaltmış, ancak şiddetli su stresi seviyesinde (%25 TK) fark önemli olmuştur. Su stresi Qazvini çeşidinde Fv/Fm üzerinde olumsuz etkiye neden olurken, Badami'de Fv/Fm üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Gaz değişim parametreleri artan stres yoğunluğu ile azalmıştır. Klorofil pigmentleri, hafif su stresi (%75 TK) ile kontrol (%100 TK) karşılaştırıldığında artmış ve daha sonra artan stres yoğunluğu ile azalmıştır. Karotenoid içeriği, AM uygulamasına ve çeşidine bakılmaksızın, tüm su stresi seviyelerinde yapraklarda önemli ölçüde artmıştır. Klo a, Klo b ve Kar içeriği Badami'de Qazvini'den önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kar/Klo, tüm su stresi seviyelerinde nispeten sabit kalmış, ancak şiddetli su stresi (%25 TK) uygulamasında Kar/Klo oranında, özellikle Qazvini çeşidinde, belirgin bir artış tespit edilmiştir.

Chebouti-Meziou ve ark. (2011) Cezayir'de saksı denemesinde yaptıkları çalışmada atlantik sakızı bitkilerinde farklı kuraklık seviyelerde (10-20-30gün) gösterdikleri bazı morfolojik ve fizyolojik değişimleri incelemişlerdir. Sonuç olarak, kuraklık stresi sürgün uzunluğunu ve yaprak sayısını azaltmaktadır. Ayrıca, dökülen yaprak sayısı artmaktadır. Kuraklık stresi, yaprak, gövde ve kökler gibi bütün bitki organlarının kuru maddelerinin nispi içeriğini azaltmıştır. Kuraklık stresi, *P.atlantica* yapraklarında oransal su içeriğinde bir azalmaya ve stres süresi arttıkça, sürgün uzunluğunda da bir azalmaya neden olmuştur.

Gijón ve ark. (2010) Ciudad real, İspanya'da saksıda bahçe şartlarında yapmış oldukları çalışmada üç farklı antepfıstığı anacı (*P. terebbinthus* (PT), *P. atlantica* (PA) ve *P. atlantica x P vera* (H)) üzerine aşılı Kerman çeşidinin su stresine fizyolojik tepkisini incelemiştir. Toprak nemi, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı, yaprak ve gövde kuru ağırlığı, gövde su potansiyeli, yaprak stoma iletkenliği değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, gövde çapı tüm su seviyelerde ve anaçlarda zamanla artmış, ancak su stresi tüm anaçlarda kontroluna göre gövde çapını azaltmıştır. Su stresi, PT ve H'nin yaprak alanı gelişimini etkilenmiş ve her iki anacının yaprak alanında önemli azalmalara sebep olmuş ve en büyük yaprak alanı azalması H'de meydana gelmiştir. Su stresi, PT ve H'de yaprak sayısında önemli bir azalmaya yol açmış, ancak PA'da etki yapmamıştır. Stresdeki

PA'nın yaprak ve gövde kuru ağırlığının PA'nın kontrol bitkilerine benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Su stresi tüm anaçların stoma iletkenliğini etkilenmiş, ancak PA anacı daha az etkilenmiş, bunu H ve PT takip etmiştir. İyileşmeden 1 hafta sonra, PT ve H'in stoma iletkenliği kontrol bitkilerinde ölçülen değerlerin %96 ve %93.5'i olarak tespit edilmiştir.

Shahraji ve ark. (2010) Sanandaj, İran'da Haziran ve Temmuz aylarında saksı denemesinde yapmış oldukları çalışmada *Pistacia khinjuk* çöğürlerini dört farklı sulama rejiminde (3 gün, 5 gün, 7 gün ve 9 gün) kuraklık stresine maruz bırakmışlardır. Sulama aralığının uzatması fotosentez değeri, stoma iletkenliği, transpirasyon hızı, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil içeriği ve klorofil a/b oranında azalmaya ve prolin içeriğinde artmaya neden olmuştur. Su stresi, stoma iletkenliğini önemli bir şekilde etkilenmiştir. Bu nedenle stoma iletkenliğinde azalma, transpirasyon hızında ve CO_2 asimilasyon oranında azalma ile ilişkilendirilmiştir.

Panahi (2009) tam kontrollu serada yaptıkları çalışmada ozmotik ve tuz streslerinin antepfıstığı fidanlarının su ilişki parametreleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Kontrolde stoma iletkenliği deneme boyunca çok az değişim göstermiş, ancak çeşitler arasında farklılıklar tespit edilmiş ve *P. mutica*'da en yüksek ve *P. vera* Badamide en düşük değerler belirlenmiştir. Stresde, stoma iletkenliği zamanla kademeli olarak azalmış ve NaCl, PEG'den daha güçlü etkiler göstermiştir. Tuz ve polietilen glikol ile muamele edilmiş bitkilerin yaprak suyu potansiyeli ve yaprak su içeriği zamanla azalmış ve Badami bitkileri 14 gün sonra diğer fidanlardan önemli ölçüde daha düşük potansiyeller göstermiştir. Su içeriği 150 mM NaCl ile muamele edilmiş bitkilerde %20 PEG'den daha düşük bulunmuştur. *P. mutica* ve Badami de ABA seviyeleri kontrollerinin yaklaşık 2 kat üzerinde artmıştır, ancak Sarakhs da 1,5 kat artış saptanmıştır.

Tajabadi Pour ve ark. (2005) Shiraz, İran'da serada saksı denemesinde üç antepfıstığı çeşitinde 3 sulama aralığı (1, 3 ve 7 günlük) ve K uygulamasının yaprak suyu potansiyeli, ozmotik potansiyel ve turgor potansiyeli üzerine etkisini araştırmıştır. Sulama sıklığındaki azalma tüm büyüme parametrelerini (yaprak, sap ve köklerin kuru ağırlıkları, toplam yaprak alanı, yaprak sayısı ve gövde uzunluğu) azaltmıştır. Sürgün

kuru ağırlığı, üç ve yedi günlük sulama aralıklarında sırasıyla Badami'de %50 ve %68, Ghazvini'de %42 ve %66 ve Sarakh'da %26 ve %46 azalırken, kök kuru ağırlığı Badami'de %7 ve %47, Ghazvini'de %18 ve %48 ve Sarakhs'da %10 ve %28 oranında azalmıştır. Sulama sıklığı artışı ile yaprak suyu potansiyeli ve turgor potansiyeli önemli derece artmıştır. Ancak, sulama sıklığı yaprak ozmotik potansiyelini azaltmıştır. K uygulamasının yaprak suyu potansiyeli, ozmotik potansiyel ve turgor potansiyeli üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır.

Bing-she ve ark. (2004) antepfıstığında yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında fotosentetik oran ve klorofil floresan parametrelerini araştırmıştır. Sonuçta, kuraklık stresinde Klorofil a ve Klorofil b içeriği ve yaprak net fotosentetik oranı azalırken, karotenoid içeriği artmıştır. Kuraklık stresi altında, yaprakların net fotosentetik oranı azalmasının ana nedeninin, PS II elektron taşınmasının (Φ PS II) kuantum veriminin toprak kuraklığı ve yüksek ışınım ile azalması ile bağlantılı olduğu ifade edilmiştir.

Lu ve ark. (2004) kuraklık stresinin antepfıstığı yapraklarının fotosentetik oranı üzerine etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak, kuraklık stresi uzattıkça, fotosentez hızı ve traspirasyon oranı azalmış, stoma direnci artmıştır. Azalan fotosentez oranının kuraklık stresi altında stomatik ve stomatik olmayan kısıtlamalardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Bağıl toprak nemi içeriği %60, %40 ve %20 olduğunda, fotosentetik oranın azalmasının ana nedenleri sırasıyla stomatik kısıtlama ve stomatik olmayan kısıtlamalar olarak belirlenmiştir. Bitkinin sulamaya ihtiyaç duyduğu kritik toprak suyu içeriği seviyesi %40 olarak tespit edilmiştir.

Kuraklık stresinin *Pistacia khinjuk* ve *P. mutica*'nın pigment içeriği ve fotosentetik gaz değişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, net fotosentetik oran, stoma iletkenliği, klorofil (Klo) floresan parametreleri, yaprak su potansiyeli etkilenmiştir. Yaprak su potansiyelinde, kontrolden önemli değişim -1.0 Mpa'da başlamış ve -1.6 Mpa'da artmaya devam etmiştir. *P. mutica*, *P. khinjuk*'tan daha düşük yaprak su potansiyeli göstermiştir. Klo (a) içeriğinde önemli azalma -1.0 Mpa'da başlamış ve -1.6 Mpa'ya kadar azalmaya devam ederken, Klo (b)'de önemli azalış sadece -1.6 Mpa'da gözlenmiştir. İki türde de şiddetli stresde net fotosentez ve gaz değişimi azalmıştır. *P.*

mutica'ın stresteki ve kontrol bitkilerinde net fotosentez ve gaz değişim performansı, *P. khinjuk*'un performansından önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. *P. khinjuk*'un *P. mutica*'dan kuraklık stresine daha yüksek direnç gösterdiği belirlenmiştir (Ranjbarfordoei ve ark., 2000).

Aras ve Keles (2019) yaptıkları çalışmada M9 ve MM106 anaçları üzerine aşılı Red Chief çeşidinin 15 gün (orta kuraklık stresi) ve 19 gün (şiddetli kuraklık stresi) kuraklık şartlarında verdikleri bazı biyokimyasal ve fizyolojik tepkilerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, her iki anaç kuraklık koşullarından önemli ölçüde etkilenmiştir. Şiddetli kuraklık stresi, her iki anaç üzerine aşılı Red Chief çeşidinde SPAD değerinin düşmesine neden olmuş, şiddetli kuraklık stresi, M9 ve MM106 üzerine aşılı Red Chief'te SPAD değerinde sırasıyla %15.7 ve %11.1 azalmaya neden olmuştur. Şiddetli kuraklık stresi, M9 ve MM106'daki antosiyanin içeriğini sırasıyla %7.8 ve %28.4 oranında azaltmıştır. Yaprak oransal su içeriği kuraklık koşullarında azalmış ve M9 ve MM106'da kontrol uygulamasında YOSİ değerleri sırasıyla %84.18 ve %82.86 olarak belirlenirken şiddetli kuraklık stresi altında, sırasıyla %64.63 ve %66.89 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde stoma iletkenliği kuraklık stresinden önemli ölçüde etkilenmiş ve şiddetli kuraklık stresinde, M9 ve MM106 üzerine aşılı Red Chief'te sırasıyla %82,9 ve % 88,26 azaldığı tespit edlmiştir. Sonuç olarak, MM106 anacının, M9 anacına kıyasla kuraklığa daha fazla toleranslı olduğu ifade edilmiştir.

Dias ve ark. (2018) tam kontrollu serada yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin bazı zeytin çeşitlerinin fizyolojik parametreleri üzerine etkisini incelemiştir. Kuraklık stresi bağıl su içeriğini, klorofil ve karotenoid içeriklerini ve fotosentezi azaltmıştır, ancak kuraklık stresi membran geçirgenliğini ve toplam antioksidan aktiviteyi arttırmıştır. Çeşitler arasında kuraklığa verdiği tepkilerinde farklılıklar bulunmuştur.

Nar çeşitlerinde sulama kesilerek 14 günlük su stresine maruz bırakıldığı ve ardından 7 gün boyunca tekrar sulandığı çalışmada su stresinden sonra, Klo a + b 'Ghojagh' hariç tüm çeşitlerde önemli ölçüde azalmıştır. Ghojagh ve M-Saveh dışında çeşitler, iyileşme süresinin sonunda Klo a + b miktarında iyileşme göstermemiştir. Şiddetli su stresi koşulları altında, yaprak karotenoid konsantrasyonları kontrole göre

Ghojagh'da %14,48, MSaveh'de %13,08 ve M-Yazdi'de %4,22 oranında artış göstermiştir. M-Saveh, Ghojagh ve M-Yazdi deki karotenoid seviyeleri iyileşme döneminde düşmüştür. Tüm çeşitlerde stres uygulaması yaprak antosiyanin içeriğinde önemli artış meydana getirmiştir. MSaveh hariç tüm çeşitlerde antosiyanin içeriği, yeniden sulamadan sonra yüksek seviyede kalmıştır. Şiddetli su stresi, tüm çeşitlerde SOD aktivitesini önemli ölçüde artırmıştır. Ghojagh ve M-Saveh hariç tüm çeşitlerde POD aktivitesi önemli ölçüde artırmıştır. Tüm çeşitlerde SOD aktivitesi ve Rabab, Shishecap ve M-Yazdi çeşitlerinde POD aktivitesi iyileşme süresinin sonunda yüksek düzeyde kalmıştır. M-Yazdi hariç tüm çeşitlerde KAT aktivitesi önemli ölçüde artmıştır. Tüm çeşitlerde şiddetli kuraklık MDA konsantrasyonunda önemli artışa neden olmuştur. 7 günlük yeniden sulamadan sonra, Rabab'ın stresli bitkilerinin MDA konsantrasyonları ve M-Saveh kontrol seviyeleri azalırken M-Yazdi ve Shishecap da yüksek düzeyde kalmıştır. Şiddetli su stresi, tüm çeşitlerde prolin üretimini önemli ölçüde artırmıştır. Tüm çeşitlerde prolin konsantrasyonu iyileşme döneminde önemli ölçüde düşmüştür (Pourghayoumi ve ark., 2017).

Zaher-Ara ve ark. (2016) 10 portakal çeşidinde yapmış oldukları çalışmada, stres koşulları altında sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, sürgün ve kök taze ağırlığı, doku su içeriği ve çimlenme yüzdesi belirgin şekilde azalmıştır. Çeşitler arasında tepkiler bakımından farklılıklar bulunmuştur. Stres altındaki toleranslı çeşitlerin bitkileri sürgünlerde ve köklerde en yüksek çözünebilir şeker içeriğine ve dokularında daha az nişasta içeriğine sahip olmuşlardir. Ayrıca, prolin ve çözünebilir şeker seviyeleri, toleranslı çeşitlerde hem sürgünlerde hem de köklerde kuraklık stresinin şiddetine paralel olarak artmıştır.

İpek (2015) in vitro koşullarında Garnem ve Myrobolan 29c anaçlarda yapmış oldukları çalışmada farklı kuraklık stresinde (-0.5MPa, -1.0MPa ve -1.5MPa) PEG 6000 kullanılarak morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerini değerlendirmiştir. Sonuçlarda, her iki anaçta kuraklık stresinde bitki boyu, yaprak alanı ve nispi ağırlığın azaldığı izlenmiştir. Kuraklık süresi ve şiddeti arttıkça klorofil miktarı, membran geçirgenliği ve yaprak oransal su içerikleri düşürmüştür. Kuraklık stresinde her iki anaçta prolin miktarında artış, protein miktarlarında azalış olduğu gözlemlenmiştir. Kuraklık

stresin şiddeti arttıkça MDA birikimi, H_2O_2 birikimi ve Askorbik asit miktarının arttığı görülmüştür. Kuraklık stresinde Garnem anacında KAT aktivitesinde artış olurken, SOD ve APX enzim aktivitelerinde kuraklık süresi arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Myrobolan 29C anacında ise KAT, SOD, APX aktivitelerinde başlarda artış olurken, kuraklık stresi arttıkça azalışlar bulunmuştur. Sonuç olarak, Garnem anacının Myrobolan 29C anacına göre kuraklık stresine daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Bir yaşlı nar fidanlarının su eksikliğinde bazı morfolojik ve biyokimyasal tepkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, su stresi bitki boyu, gövde çapı ve sürgün kuru ağırlığını azaltmış, ancak kök kuru ağırlığını artmıştır. Su stresi kök/sürgün oranı belirgin derecede yükselmiştir. Su stresinde protein içeriği düşmüştür. Su stresi arginin ve prolin içeriklerinin artmasına neden olmuştur (Xie ve ark., 2015).

Bir yaşlı dört incir çeşidinde (Sultani, White Adissi, Conadria ve Kadota) üç sulama uygulamanın (%100 tarla kapasitesi (TK), %75 TK ve %50 TK) bazı vejetatif büyüme parametreleri, toplam ve bağıl su içeriği ve yaprak klorofil içeriği üzerine etkisi incelenmiştir. Vejetatif büyüme parametreleri ile ilgili sonuçlar, tüm sulama uygulamalarında White Adissi, Conadria ve Kadota çeşitlerine kıyasla, Sultani çeşidinin en yüksek büyüme oranı, bitki boyu, gövde ve sürgün çapı, yaprak taze ve kuru ağırlıkları ve yaprak alanı değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Sulama uygulamaları ile ilgili olarak, %75 TK ve %50 TK sulama, %100 TK'ye kıyasla büyüme oranı değerlerini düşürmüştür. Sulama seviyeleri azaldıkça bitkinin sürgün uzunluğu ve çapı, gövde capı, yaprak taze ve kuru ağırlıkları ve yaprak alanı önemli ölçüde azalmıştır. %50 TK sulama %100 TK ile karşılaştırıldığında yaprak toplam su içeriği, oransal su içeriği ve toplam klorofil içeriği önemli ölçüde azalmıştır (El-Shazly ve ark., 2014).

Fouad ve ark. (2014) Fas'ta tam kontrollu serada zeytinde kuraklık stresinde oksidatif stresine karşı mikoriza inokulasyonun etkilerini incelenmişlerdir. Kuraklık stresi sürgün ve kök uzunluğunu, sürgün ve kök taze ve kuru ağırlıklarını, büyüme ve biyokütle üretimini ve protein içeriğini önemli ölçüde azaltmıştır. H_2O_2 ve MDA içerikleri ve SOD, POD ve KAT aktivitesi su stresi ile artmıştır. Kuraklık stresi elektrolit sızıntısını (%157)

ve lipit oksidatif hasarını (%600) önemli derecede artırmıştır. Mikoriza inokulasyonu kuraklık stresinin etkilerini azaltmış ve zeytin'in kuraklığa toleransını arttırmıştır.

Zonouri ve ark. (2014) Sananjad, İran'da araştırma bahçe şartlarında yapmış oldukları çalışmada iki asma çeşidinde (White seedless ve Khoshnav) kuraklık stresi altında yapraklara askorbik asit (AsA) uygulamasının etkilerini incelemiştir. Kuraklık stresi klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoidler, yaprak sıcaklığı ve yaprak bağıl su içeriği ve hidrojen peroksit miktarını önemli ölçüde azaltmıştır. Kuraklık stresi (%25 TK) ve tam sulama (%75 TK) uygulamalarında çeşitler farklı tepkiler vermiştir. Khoshnav çeşidi kuraklık stresinde en yüksek karotenoid seviyeleri göstermiş ve tam sulamada klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarında artış göstermiştir. Tam sulamada White seedless, hidrojen peroksit miktarını azaltmıştır. AsA uygulamasının klorofil miktarı üzerinde bir etkisi belirlenmemiştir. Anti-oksidatif özelliklere sahip AsA, klorofilin bozulmasını önlemekte ve her iki çeşitte de tam sulama muamalesinde endirekt olarak artmaktadır. Kuraklık koşullarında, iki çeşit oransal su içeriğinde önemli bir fark göstermemiştir. Kuraklık koşullarında AsA uygulaması, Khoshnav'da karotenoidlerin artmasına neden olmuştur.

Rostami ve Rahemi (2013) Shiraz, İran'da serada saksı denemesinde yaptıkları çalışmada bir yaşlı dört incir genotipinin (Dane Sephid, Pouz Donbali, Şah Anjiri ve Khormaei) su stresi (14 gün) ve yeniden sulamaya (10 gün) verdiği yanıtları değerlendirmiştir. Su stresi döneminde genotiplerin büyüme parametreleri önemli ölçüde azalmıştır. En düşük sürgün uzunluğu büyümesi Dane Sephid ve Khormaei'de bulunmuştur. Kuraklık stresi bitkilerin gövde çapını azaltmış ve en düşük gövde çapı Shah Anjiri'de bulunmuş, Shah Anjiri ve Khormaei'nin gövde çapı tekrar sulandıktan sonra artmıştır. Su stresi yaprak alanını önemli ölçüde azaltmış; bununla birlikte, yeniden sulamada Shah Anjiri ve Khormaei'nin yaprak alanında iyileşme görülmüştür. Su stresi özgün yaprak alanını önemli ölçüde artmış ve en yüksek özgün yaprak alanı Khormaei'de bulunmuştur. Stresdeki bitkilerin özgün yaprak alanı, yeni sulama döneminden sonra azalmış ve en düşük özgün yaprak alanı Dane Sephid'te bulunmuştur. Su stresi bağıl su içeriğini ve yaprak suyu potansiyelini önemli ölçüde azaltmış ve en düşük değerler Dane Sephid'de bulunmuştur. Yeniden sulama, stresli bitkilerin bağıl su içeriğini artmıştır.

Membran geçirgenliği, yaprak bağıl su içeriği ve yaprak su potansiyeli azalmasına paralel olarak artmış ve membran geçirgenliği Dane Sephid yapraklarında önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Dane Sephid hariç tüm genotiplerde yaprak prolin içeriği önemli ölçüde artmıştır. Su stresinin sonunda, en yüksek yaprak prolin içeriği Shah Anjiri'de bulunmuş ve Dane Sephid'de en düşük prolin içeriği belirlenmiştir. Prolin içeriği tekrar sulamadan sonra azalmıştır. Son olarak, Khormaei ve Shah Anjiri kuraklığa en yüksek tolerans gösteren genotipler olarak belirlenmiştir.

Karimi ve ark. (2012) in vitro koşullarda su stresinde kuraklığa toleranslı anaç ile bazı badem çeşitlerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, bitki büyüme endeksleri, yaprak bağıl su içeriği, membran stabilite indeksi kuraklık altında önemli ölçüde azalmıştır. Eksplantların kuru ağırlığı, uzunluğu ve çapı kuraklık stresi altında önemli ölçüde azalmıştır. Kuraklık stresi badem eksplantlarının özgün yaprak alanını önemli ölçüde arttırmıştır. Prolin konsantrasyonu ve lateral sürgünlerin sayısı kuraklık stresi altında önemli ölçüde artmıştır. Kuraklığa toleranslı genotipler kuraklık stresi altında daha yüksek yaprak bağıl su içeriği ve membran stabilite indeksine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Petridis ve ark. (2012) Yunanstan'da tam kontrollu serada saksı denemesinde 4 zeytin çeşidi (Gaidourelia, Kalamon, Koroneiki ve Megaritiki) ile yaptıkları çalışmada, su stresinde (%100 TK, %66 (TK66) ve %33, TK33) bazı fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri incelemiştir. Sonuç olarak, CO_2 asimilasyon oranı, stoma iletkenliği ve Fv/Fm oranının sadece TK33'de azaldığı saptanmıştır. Su stresi, fenolik bileşiklerin, özellikle oleuropein birikimini uyarmıştır. Toplam fenol içeriği TK33'te artmış ve oleuropein TK66'da hafif artmış ve TK33'te en yüksek artışı göstermiştir. Su stresi ilerledikçe hidroksitirosol kademeli bir azalma göstermiştir. Su stresinde malondialdehit (MDA) içeriği artmıştır. Tüm çeşitlerde antioksidan aktivitesi TK33'te artmıştır. Gaidourelia çeşidi, iki aylık su stresinden sonra en yüksek fenolik konsantrasyon ve antioksidan aktivitesi ve en düşük lipit peroksidasyonu ve fotokimyasal hasar gösteren çeşit olmuş ve en toleranslı çeşit olarak değerlendirilmiştir.

Boughalleb ve Mhamdi (2011) Tunus'ta tam kontrollu serada saksı denemesinde yaptıkları çalışmada üç zeytin çeşidinde organik metabolitlerin ve antioksidatif savunma sisteminin kuraklığa toleransdaki rolü araştırmıştır. Serada saksıda yetiştirilen yaklaşık 2 yaşında zeytin ağaçları, artan su eksikliği rejimine (5, 10, 20 ve 40 gün) maruz bırakılmıştır. Sulama yapılmadan 40 gün sonra, üç zeytin çeşidinde biyokütle üretimi, ozmotik potansiyel ve turgor potansiyeli azalmış ve Zalmati'de en düşük azalma belirlenmiştir. Su stresi koşulları altında, Chemlali ve Zalmati çeşitler daha fazla prolin biriktirmiştir. Farklı çeşitler, fenolik bileşiklerin birikmesi ve artan antioksidatif enzim aktiviteleri dahil olmak üzere bazı antioksidatif savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Bununla birlikte, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar üç çeşit arasında farklılıklar göstermiştir. Zalmati yaprakları daha büyük miktarlarda fenolik bileşikler biriktirmiş ve bunu antioksidan tepkilerini artırabilen Chemlali izlemiştir. Su stresi altında süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, Zalmati'de Chemlali'den daha fazla artmış, ancak Chetoui'de azalmıştır. Su stresi altında Chetoui'de katalaz (KAT) aktivitesi daha fazla artmıştır. Su stresi altında peroksidaz (POD) ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi artmış ve Zalmati'de en yüksek seviyelere ulaşmış bunu Chemlali takip etmiştir. Buna karşılık, su stres koşulları altında Chemlali ve Zalmati'de polifenol oksidaz (PPO) aktivitesi azalmış, ancak bu azalma Chetoui'de az olmuştur. Su stresi altında Zalmati, Chemlali ve Zalmati'de Malondialdehit içeriği ve H_2O_2 üretimi artmıştır. Sonuç olarak, fenolik bileşiklerin yüksek birikimi, artan SOD aktivitesi ve en yüksek POD aktivitesi, özellikle APX aktivitesi gösteren Zalmati zeytin çeşidinin antioksidan savunmanın şiddetli su stresi altında daha iyi performansıyla bağlantılı olabileceği ifade edilmiştir.

Farklı sulama seviyelerinin mahlep anacı üzerine aşılı Dalbastı kiraz çeşidinde fizyolojik (yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su kapsamı, klorofil miktarı) ve morfolojik (sürgün uzunluğu, yaprak alanı, gövde çapı) özelliklere etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, sera koşullarında saksıda yetiştirilen bir yaşlı fidanlara her gün faydalı suyun %100 (kontrol), %75, %50 ve %25'i düzeyinde su verilmiştir. Su stresinin şiddeti arttıkça yaprak alanı, sürgün uzunluğu ve gövde çapı gibi parametrelerde kontrol konusuna göre önemli oranda azalmalar gözlenmiştir. Yaprak alanında %25'lik su seviyesinde kontrole göre %19 oranında bir azalma oluşmuştur. Bu azalma oranı

uygulanan su miktarı arttıkça azalmıştır. Sürgün uzunluğu ve gövde çapında ise %25'lik sulama seviyesinde kontrole göre sırasıyla %10,1 ve % 10,95 oranında düşüş görülmüştür. Yaprak oransal su kapsamında, bitkilere verilen su kısıtlamasına paralel olarak düşme gerçekleşmiştir. Tüm uygulamalarda yaprakların klorofil içerikleri bakımından belirgin farklılıklar oluşmuş, bitkilere verilen su miktarı azaldıkça klorofil miktarında azalmalar gözlemlenmiştir. Genel olarak su stresinin şiddetiyle, ölçülen fizyolojik parametreler arasında doğru bir ilişki gözlenmiştir. Günlük su kullanımındaki azalmalara paralel olarak; yaprak su potansiyeli, şiddetli su noksanlığının hissedildiği %25 seviyesinde 75'nci gün sonunda –35 bara kadar düşmüştür. Bitkilerin streste kaldıkları süre uzadıkça su noksanlığının oluşturduğu fizyolojik ve morfolojik değişimler daha da belirginleştirmiştir (Kırnak ve Demirtaş, 2010).

Su stresi altında poliamin uygulamalarının elma fidanlarının büyüme ve kuraklık direncine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, orta düzeyde kuraklık koşulunda poliaminlerin fotosentetik oran ve su kullanım randımanını arttığı ve amino asit, prolin ve şeker içeriğini arttığı gösterilmiştir. Orta düzey kuraklık koşullarında SOD ve KAT aktivitesi azalmış ve membran ve MDA içeriği artmıştır. Bununla birlikte, kuraklık koşulu altında poliamin muamelesi, SOD ve KAT aktivitesinin artmasına ve MDA içeriğinin, membran geçirgenliğinin ve lipit peroksidasyonunun azalmasına neden olmuştur. Orta düzey kuraklık koşullarında, poliaminler fotosentez aktivitesini geliştirmiş, lipit peroksidasyonunu azaltmış, normal metabolizmayı korumuş, büyümeyi teşvik etmiş ve elma fidanlarının kuraklık direncini arttırmıştır (Liu ve ark., 2010).

Pompelli ve ark. (2010) Alagoas, Brezilya'da serada saksı denemesinde yaptıkları çalışmada Hint fıstığı (*Jatropha curcas*) bitkilerinin kuraklık stresinde gösterdikleri bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri incelemiştir. Sonuç olarak kuraklık stresinde net fotosentez ve stoma iletkenliği azalmıştır. Su stresi stomata kaynaklı ve stomata kaynaklı olmayan sınırlamalar nedeni ile fotosentetik aktivitede azalmaya sebep olmuştur. Stresdeki bitkilerde SOD, KAT, APX ve GS aktiviteleri ve yaprak MDA içeriği sulanan bitkilere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulunmuş, ancak bitki sulandığında azaldığı tespit edilmiştir.

Ahmed ve ark. (2009) Tunus'ta doğal havada örtülü saksı denemesinde su stresindeki 1 yaşlı zeytin bitkilerinin (Chemlali, Meski ve Picholine) fotosentetik performans, ozmolit birikimi ve süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (KAT) ve polifenol oksidaz (PPO) aktivitelerindeki değişimleri incelemiştir. Chemlali hariç diğer çeşitlerde sürgün uzama oranları ve fotosentetik performans su eksikliği rejimide önemli ölçüde azaltılmıştır. Su eksikliği stoma iletkenliği, traspirasyon oranı, net fotosentez, Klo (a+b) ve karotenoid içeriklerinin azlamasına neden olmuştur. Chemlali ve Meski'de Picholine'a göre daha yüksek fotosentetik performans (net fotosentez, stoma iletkenliği ve traspirasyon oranı) bulunmuştur. Su eksikliği Chemlali, Meski ve Picholine'nin oransal su içeriğini sırasıyla %25, %33 ve %38 oranında azaltmıştır. Su eksikliği uygulamasında prolin içeriği ve çözünebilir şeker miktarı artmış ancak nişasta miktarı düşürmüştür. Tüm çeşitlerde yapraklarda şekerler ve prolin köklerden daha yüksek seviyelerde birikmiştir. En yüksek prolin birikimi Chemlali çeşidinde belirlenmiştir. Tüm dokularda SOD, KAT ve APX aktiviteleri, su eksikliği altında önemli artış göstermiş ancak genç veya yaşlı yapraklarda PPO aktivitesi azalmıştır. Chemlali'de APX ve KAT aktivitelerinin artışları sadece genç ve yaşlı yapraklar ve ince köklerde önemli olduğu bulunmuş, Meski ve Picholine'da APX aktivitesi artışının genç ve yaşlı yapraklarda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Boussadia ve ark. (2008) Tunus'ta serada saksı denemesinde yapmış oldukları çalışmada iki zeytin çeşidinde (Koroneiki ve Meski) su stresinin bitki su durumu, fotosentetik gaz değişimi ve flüoresans parametreleri üzerine etkilerini incelemiştir. Koroneiki, özellikle şiddetli kuraklık stresinde, Meski'den daha yüksek yaprak suyu potansiyeli ve oransal su içeriği değerleri göstermiştir. Net fotosentetik asimilasyon ve stoma iletkenliği kuraklıkla azalmıştır. 10 günlük kuraklık stresinden sonra, Koroneiki'de yaprak fotorespirasyonu iyi sulanan bitkilere kıyasla %30.38 oranında artış göstermiştir. Orta ve şiddetli streste fotorespirasyon önemli ölçüde azalmıştır.

Su stresi altında Nanguo armut çeşidinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada, kontrol (% 75), hafif su stresi (% 55), orta su stresi (% 40) ve şiddetli su stresi (% 30) olmak üzere 4 seviyede stres uygulanmıştır. Tüm su stres seviyelerinde, klorofil içeriği, IAA değeri ve su potansiyel değeri azalmıştır. Yaprakların

çözünebilir şeker içeriği, su stresinin erken döneminde artmıştır. Su stresi uzattıkça çözünebilir şeker içeriği önce artan ve daha sonra azalan bir grafik göstermiştir. Yaprakların membran geçirgenliği, MDA içeriği, nispi iletkenlik, prolin ve SOD aktivitesi stresle birlikte artmıştır. Sonuç olarak, Nanguo armutunda kuraklık direnci ile çözünebilir şeker, prolin ve MDA içeriği arasında önemli bir ilişkinin olduğu ifade edilmiştir (Chun-xia, 2008).

Yunnan, Çin'de saksı denemesinde iki mango çeşidinin (Choke Anand ve hi Khieo Sawoei) fidanlarının 15 gün boyunca su stresi ve yeniden sulamada ve %50 güneş ışığı ve tam güneş ışığı altında tepkileri incelenmiştir. Her iki çeşit için de su stresi, yaprak bağıl su içeriğinde, fotosentezde ve stoma iletkenliğinde kademeli bir azalmaya neden olmuş, ancak karotenoid/klorofil oranı, MDA içeriği, toplam çözünebilir şeker içeriği ve prolin içeriğinde artışa neden olmuştur. Klorofil içeriği 10 günlük su stresinde önemli ölçüde düşmemiş, ancak her iki ışınlamada her iki çeşitte 15 günlük su stresinden sonra etkilenmiş, Choke Anand ve hi Khieo Sawoei çeşitlerinde klorofil içeriği sırasıyla %16.9 ve %30.6 oranında azalmıştır (Elsheery ve Cao, 2008).

Guerfel ve ark. (2008) tam kontrollu serada saksı denemesinde 2 zeytin çeşitinde (Chemlali ve Chetoui) yaptıkları çalışmada kuraklık stresi etkilerini incelemiştir. 30 günlük su stresinden sonra, yaprak suyu potansiyeli azalmış, Chemlali'nin yaprak suyu potansiyeli -4.8 MPa olurken Chetoui'nin yaprak suyu potansiyeli -6.5 MPa olmuştur. Chemlali'de stoma iletkenliği kontrole kıyasla yaklaşık %47 azalmış, toprak nemi %29'dan %20'ye düştüğünde Chétoui'de stoma iletkenliği yaklaşık %59 azalmıştır. Chemlali çeşidi Chétoui'den kuraklık stresine daha fazla tolerans göstermiştir. 30 günlük su stresi, toplam lipid içeriğinde Chetoui'de %60, Chemlali'de %44 oranında bir düşüşe neden olmuştur. Yaprakların toplam yağ asidi bileşimi ve lipit sınıfları su eksikliği ile değişmiştir.

Wang ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada Cuiguan armut çeşidinde su stresinin yaprak fizyolojik ve biyokimyasal indeksleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Tarla toprak nem içeriği azaltıkça yaprak bağıl su içeriği ve yaprak suyu potansiyeli azalmıştır; membran geçirgenliği, prolin ve çözünebilir şeker içeriği artmış; süperoksit dismutaz

aktivitesi önce artmış ve daha sonra azalmış, IAA içeriği azalmış ve absisik asit içeriği artmıştır.

Yuhua ve ark. (2008) elmanın (*Malus domestica*) saksıda hafif, orta, şiddetli kuraklık stresi ve yeniden sulama koşulları altında tepkisini incelemiştir. Sonuç olarak, kuraklık stres koşulları altında membran geçirgenliği, MDA ve H_2O_2 içerikleri kademeli olarak artmış ve yeniden sulamadan sonra azalmıştır.

Aganchich ve ark. (2007) 2 zeytin çeşitinde yaptıkları çalışmada iki su stresi rejiminin etkilerini incelemiştir. Her iki su stresi rejiminde kontrol ile karşılaştırıldığında stoma iletkenliği, yaprak suyu potansiyeli ve bağıl su içeriği azalmıştır. Bitki vejetatif büyümesi (sürgün uzunluğu, yaprak sayısı ve toplam yaprak alanı) önemli ölçüde azalmıştır. Her iki su stresi rejiminde süperoksit dismutaz, çözünebilir peroksidaz, çözünmez peroksidaz ve polifenol oksidaz aktiviteleri kontrole kıyasla artmıştır.

Castellarin ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada kuraklık koşullarında asma bitkilerinin yaprak sayısının önemli ölçüde azaldığını, su stresinin antosiyanin ve flavonoid biyosentezinde hafif artışa neden olduğunu bulmuştur.

Bertamini ve ark. (2006) tam kontrollu serada yapmış oldukları çalışmada kuraklık stresinin Riesling asma çeşidinin bazı fizyolojik ve morfolojik parametreleri üzerine etkisini değerlendirmiştir. Oransal su içeriği, yaprak alanı, yaprak kuru ve taze ağırlığı, Klo a, Klo b, toplam Klo içeriği ve net fotosentetik oran önemli ölçüde azalmıştır. Toplam yaprak protein içeriği, serbest amino asitlerin birikiminin artışıyla beraber azalmıştır. Aynı zamanda dokulardaki proteaz aktivitesi de artmıştır. Stresli bitkide prolin içeriğinde iki kat artış kaydedilmiştir.

Sofo ve ark. (2005) Basilicata, İtalya'da doğal koşullarda saksı denemesinde zeytinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (KAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POD) aktivitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Sulama yapılmadan 20 gün sonra net fotosentezde ve transpirsyonda azalma meydana gelmiştir. SOD, APX, KAT ve POD aktiviteleri, hem yapraklarda hem de köklerde kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak artmıştır. Özellikle, şiddetli kuraklık

stresi altındaki bitkilerin yapraklarında APX aktivitesinde belirgin bir artış bulunmuştur. KAT aktivitesi yapraklarda ve ince köklerde şiddetli su stresinde artmıştır. POD ve IAA oksidaz aktivitesi kuraklık derecesine paralel artışlar göstermiştir. Buna karşılık, PPO aktivitesi incelenen tüm dokularda ilerleyen stres sırasında azalmıştır. Sonuçta, zeytin ağaçlarının enzimatik antioksidan sistemi yüksek düzenleme yeteneğinin kuraklığa toleransla bağlantılı önemli bir özellik olabileceği ifade edilmiştir.

Beş dut (*Morus alba*) çeşidi (BC2-59, K-2, MR- 2, S-13 ve TR-10) yaprak suyu potansiyeli -2.50 MPa'ya ulaşana kadar su kısıtlama yoluyla su stresine maruz bırakılmıştır. Yaprak askorbat, antioksidan enzim aktiviteleri ve prolin, glisin betain ve absisik asitin (ABA) içeriği, lipid peroksidasyon oranları ve elektrolitik sızıntı incelenmiştir. Sonuç olarak, su stres altındaki bitkilerin yapraklarında süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz, peroksidaz, glutatyon redüktaz ve monodehidroascorbat redüktaz antioksidan enzimlerin aktiviteleri önemli ölçüde artmıştır. Tüm dut çeşitlerinin yaprak ekstraktlarının askorbat ve monodehidroaskorbat içeriği su stresine yanıt olarak farklılıklar göstermiştir. S-13'ün yaprak ekstraktlarında en yüksek antioksidan enzim aktiviteleri gözlenirken, en düşük aktiviteler TR-10'de izlenmiştir. Su stresi altında BC2-59 ve S-13 yapraklarında en düşük membran lipit peroksidasyonu ve elektrolitik sızıntı oranları bulunmuştur. Kuraklığa yanıt olarak beş çeşit arasında yaprak prolin, glisin betain ve absisik asit içeriğinde kantitatif farklılıklar bulunmuştur. Su stresi altında BC2-59 ve S-13 yapraklarında, K-2, TR-10 ve MR-2 yapraklarına kıyasla prolin, glisin betain ve absisik asit daha fazla birikmiştir. Su stresi altında S-13 ve BC2-59 yapraklarda en etkili antioksidatif özelliklere sahiptir (Reddy ve ark., 2004).

Sofo ve ark. (2004) Basilicata, İtalya'da doğal koşullarda saksı denemesinde 2 yaşlı Coratina zeytin çeşidinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, transpirasyon oranı, stoma iletkenliği ve net fotosentez hızında hafif stres seviyelerinde kademeli bir düşüş belirlenirken orta stres seviyelerinde hızlı bir şekilde azalmış, şiddetli stres seviyelerinde ise neredeyse sıfıra düşmüştür. Özellikle yapraklar ve orta köklerde prolin içeriği, kuraklık stresinin şiddeti ile ilişkili olarak önemli ölçüde artmıştır. MDA seviyeleri hafif stres seviyelerinde hafifçe artmış ve

daha sonra şiddetli kuraklık stresinde kontrol bitkilerinin yaklaşık 3,3 katına yükselmiştir. Orta kuraklık stresi yapraklarda ve kökte Lipoksijenaz aktivitesinde belirgin artışa neden olmuştur. Özellikle, yapraklar su eksikliğinden en fazla etkilenmiş ve şiddetli kuraklık stresinde Lipoksijenaz aktivitesinde üç kat artış tespit edilmiştir.

Rieger ve ark. (2003) Atina'da kontrollu sera koşullarında yaptıkları çalışmada *Prunus ferganensis, Prunus persica* ve iki türler-arası melez fidalarının kuraklık stresine karşı tepkilerini belirlemiştir. Kuraklık stresi, fotosentez ve stoma iletkenliğini %49-83 oranında ve toplam yaprak alanını %17-24 oranında azaltmış, ancak genellikle yaprak suyu potansiyelini etkilememiştir. Taşınabilir şekerlerinin birikimi *P. ferganensis*'te en yüksek olarak bulunmuş ve bunun kuraklığa tolerans için önemli bir strateji olabileceğini ifade edilmiştir. *Prunus ferganensis* ve melez bitkilerin *P. persica*'dan daha yüksek ET'ye sahip olduğu ve suyu daha etkin kullandıkları, yüksek gaz değişim oranlarını korudukları ve toprak suyu azaldıkça stomalarını kapatarak düşük su potansiyellerinden kaçındıkları bulunmuştur. Yaprak alanı ve özgün yaprak alanı *P. ferganensis* ve melezlerde P. *persica*'dan daha düşüktür.

Chartzoulakis ve ark. (2002) Yunanstan'da doğal şartlarda saksı denemeside iki avokado çeşidinin (Fuerte ve Hass) bitkilerinde 6 ay boyunca iki sulama rejimi altında büyüme tepki ve yaprak fizyolojik ve anatomik değişimlerini incelemiştir. Su stresinde gövde çapı, bitki toplam yaprak alanı ve toplam bitki kuru ağırlığı önemli ölçüde azalmıştır. Su-stresli bitkiler her iki çeşitte de en küçük yapraklara ve en düşük özgün yaprak ağırlığına sahiptir. Ayrıca, uzun süreli su stresi, her iki çeşitte de lifli köklerin biyokütlesini azaltmış ve Hass çeşidinde Fuerte'ye göre kök sisteminden daha görünür hasar meydana gelmiştir. Her iki çeşitte de stres döneminde net fotosentetik oran, oransal su içeriği ve stoma iletkenliği azalmıştır. Yeniden sulamadan 2 gün sonra Fuerte'nin fotosentezi ve stoma iletkenliği tamamen iyileşme gösterirken, Hass bitkilerinde kontrolden %20 daha düşük değerlere ulaşılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, 2018-2019 yılları arasında Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait kontrolsuz sera ve laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak antepfıstığına anaç olarak kullanılabilen *Pistacia terebinthus* (Melengiç), *Pistacia khinjuk* (Buttum) ve *Pistacia vera* (Antepfıstığı) türüne ait 5 antepfıstığı çeşidinin [3 Türk (Uzun, Antep ve Siirt) ve 2 Suriye çeşidi (Aşuri ve Yabani)]'ne ait 1 yaşlı çöğür kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Bir yaşlı *Pistacia terebinthus* (melengiç) ve *Pistacia khinjuk* (buttum) çöğürleri Gaziantep'ten, 3 Türk *Pistacia vera* çeşidi (Uzun, Antep ve Siirt) tohumları Harran Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nden ve 2 Suriye çeşidi [(Achoury (Aşuri) ve Botmy (Yabani)] tohumları yerel Suriye pazarından alınmıştır. Tohumlar üç ay boyunca 4ºC'de katlama yapılmış. 7 Mart 2017'de tohumlar laboratuvarda torf ile doldurulmuş plastik kaplarda çimlendirildikten sonra seraya nakledilmiştir (Şekil 3.1). Serada belirtilen tür ve çeşitlere ait çöğür torf ve bahçe toprağı (1\1, v\v) doldurulmuş siyah polietilen tüplere (60x15 cm) dikilmiştir. Birinci yaşını tamamlamış soğuklama ihtiyacı giderilmiş çöğürlerde büyüme başladıktan ve yıllık sürgün yaklaşık 10-15 cm ulaştıktan sonra kurak uygulamasına başlanmıştır (Şekil 3.2). Çöğürler iki gruba (kontrol grubu ve kuraklık uygulaması grubu) ayrılmıştır. Kuraklığa tabi tutulan çöğürlere başlangıçta tarla kapasitesi seviyesinde sulama yapılıp gübrelenmiş ve daha sonra ilk kuraklık belirtisi (yapraklarda solma, yaklaşık 30 gün sonra) aşamasına kadar sulama yapılmamıştır. Bu süre zarfında kontrol grubundaki çöğürlere her üç günde bir sulama yapılmıştır. İlk kuraklık belirtisinden sonra (Şekil 3.2) bitkiler tekrardan sulamaya başlanarak iyileşme uygulaması (7 gün) yapılarak canlılığının devam etmesi sağlanmıştır. Deneme, kuraklık uygulaması ve ardından yeniden sulama ile bitkilerin iyileşmesi üzerine planlanmıştır (Şekil 3.3). 2018'de deneme ardışık olarak iki kez tekrarlanmış, ilk deneme 1 Mayıs ile 6 Haziran arasında, gece sıcaklık 15°-18°C, gündüz sıcaklık 25°-30°C şartlarında, ikinici deneme ise 1 Haziran ile 3 Temmuz arasında, gece sıcaklık 20°-22°C, gündüz sıcaklık 30°-35°C, her iki denemede nespi nem 55% ile 60% şartlarında yürütülmüştür.

Denemeler, tam şansa bağlı deneme deseninde 3 tekerrür ve her tekerrürde beş bitki olacak şekilde yapılmıştır. Denemelerden elde edilen verilere, istatistik paket programı (MiniTab 16) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Her genotip için, elde edilen verilerin kıyaslanmasında %5 önem seviyesinde Tukey karşılaştırma testi uygulanmıştır. Denemede kuraklık uygulaması süresince ve yeniden sulama aşamasında bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır.



Şekil 3.1. Denemenin ilk yılında çöğür elde etme çalışmaları (Orjinal)



Şekil 3.2. Antepfıstığı çöğürleri; yukardaki ilk başlangıç durumunda, altındaki kuraklık uygulaması en son gündedir (Solma belirtleri). (Orjinal)



Şekil 3.3. Kuraklık uygulaması sonundaki kontrol ve kuraklık uygulamasında Uzun ve Aşuri çöğürleri. (Orjinal)

3.2.1. Morfolojık ölçümler

3.2.1.1. Sürgün uzunluğu

Kontrol ve kuraklık uygulama grubundaki bitkilerin yıllık sürgün uzunlukları (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Ayrıca elde edilen bu verilere göre sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi (SUSTI) Ahmed ve ark. (2009)'a göre hesaplanmıştır.

SUSTI = (Strese maruz kalan bitkilerin sürgün uzunluğu/Kontrol bitkilerinin sürgün uzunluğu) × 100

3.2.1.2. Sürgün çapı

Kontrol ve uygulama grubundaki bitkilerin yıllık sürgünlerin çapları (mm) dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.3. Yaprak alanı

Kontrol ve uygulama grubundaki bitkilerden örnekler alındığı dönemde yaprak alanları da bir tarayıcı aracılığıyla Winfolia paket programı ile ölçülmüştür (İpek ve ark., 2009). Yaprak alanı, bir tarayıcı tarafından yaprakların taranması ile görüntünün bilgisayara aktarılıp yüklü Winfolia paket programı ile hesaplanması esasına dayanmaktadır.

3.2.1.4. Özgün yaprak ağırlığı

Yaprak kuru ağırlığı ile yaprak alanının oranı hesaplanmıştır (Zokaee-Khosroshahi ve ark., 2014).

Özgün yaprak ağırlığı (ÖYA) = KA/YA; KA: yaprak kuru ağırlığı ve YA: yaprak alanı.

3.2.1.5. Yaş ve kuru ağırlık ölçümleri

Çöğürlere ait bitkilerin toprak üstü aksamı 3 tekrarlı (n=3) olacak şekilde tartılarak çöğürlerin yaş ağırlıkları (g), yaş ağırlığı belirlenen bitkilerin, 80°C'lik etüvde

48 saat kurutulup yeniden tartılmasıyla kuru ağırlıkları (gr) belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, yaş ağırlık stres tolerans indeksi (YASTI) ve kuru ağırlık stres tolerans indeksi (KASTI) Ahmed ve ark. (2009)'a göre hesaplanmıştır.

YASTI =(Strese maruz kalan bitkilerin yaş ağırlığı/Kontrol bitkilerinin yaş ağırlığı)×100

KASTI=(Strese maruz kalan bitkilerin kuru ağırlığı/Kontrol bitkilerinin kuru ağırlığı) ×100

3.2.1.6. Morfolojik parametrelerine hasar indeksi

Kontrol ve kuraklık uygulama grubundaki bitkilerin ölçülen morfolojik parametreleri verilere göre hasar indeksi aşağıdaki modifiye edilmiş formülle hesaplanmıştır (Glerum, 1985).

Hasar indeksi = (kontrol-kuraklık stresi) / [1 - (kontrol / 100)]

Daha sonra, her bir genotip için toplam hasar indeksi hesaplanmıştır. Buna göre, en az toplam hasar indeksi olan genotip en yüksek kuraklığa toleranslı kabul edilmiştir. Ayrıca en yüksek toplam hasar indeksi olan genotip, kuraklığa en duyarlı olarak kabul edilmiştir.

3.2.2. Fizyolojik ölçümler

3.2.2.1. Membran geçirgenliği

Membran geçirgenliği için her biri 1 cm^2 büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içerisinde 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su eklenip kapalı viallerde 24 saat 25°C'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC ölçülmüş (C1), aynı örnekler 20 dk 120°C'de otoklavda bekletildikten sonra 25°C'ye kadar soğumaları beklenmiş ve sonra yine EC ölçümü yapılmıştır (C2). Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Lutts ve ark., 1996).

Membran geçirgenliği = (C1 / C2) X 100

3.2.2.2. Yaprak nispi su içeriği

Her uygulama sonunda yaprak örneklerinden alınmış 5 yaprak diski tartılarak yaş ağırlığı belirlenmiş sonra saf su dolu petri kaplarında hava almayacak şekilde bekletilmiş ve turgor durumundaki ağırlıkları alınmıştır. Sonra yaprak diskleri 80°C'de etüvde 48 saat tutularak kuru ağırlığı tartılmış ve aşağıdaki formüle göre nispi su içeriği hesaplanmıştır (Kaya ve ark., 2003).

YNSİ % = [(YA – KA) / (TA – KA)] x 100

(YNSİ= Yaprak Nispi Su İçeriği, YA= Yaş Ağırlık, KA= Kuru Ağırlık, TA= Turgor Durumundaki Ağırlık)

3.2.2.3. Stoma iletkenliği

Bitkiden rastgele seçilen gelişmesini tamamlamış yaprakların orta kısmından "Leaf Porometer" cihazı ile ölçülmüştür. Bu ölçümler her uygulama sonunda yapılmıştır (Kuşcu, 2006).

3.2.3. Biyokimyasal ölçümleri

3.2.3.1. Yaprakların klorofil ve karotenoid içeriği

Kuraklık ve iyileşme grupları ile bunların kontrol gruplarındaki fidanların sürgünlerinin ilk 10 cm'lik kısmında bulunan yapraklardan alınmış örneklerde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karatenoid içeriği belirlenmiştir. Örnekler, her gram yaprak için 50 ml %100 aseton ile homojenize edilerek filtre kağıdından geçirilmiştir (Arnon, 1949). Elde edilen süpernatant 652 nm'de toplam klorofil, 663 nm'de klorofil a, 645 nm'de klorofil b ve 470 nm'de karotenoid ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.4). Hesaplamalar Lichtenthaler (1987) tarafından aşağıda verilen formüllere göre yapılmıştır.

Toplam klorofil (**mg.g^{-1} TA)** = $Abs_{652\ nm}$ x 27.8

Klorofil a (**mg.g^{-1} TA)** = [(11.75 x $Abs_{663\ nm}$) – (2.35 x Abs_{645nm})]

Klorofil b (**mg.g^{-1} TA)** = [(27.05 x $Abs_{645\ nm}$) – (3.90 x Abs_{663nm})]

Karotenoid (**mg.g^{-1} TA)** = [(1000 x $Abs_{470\ nm}$) – (2.27 x klorofil a) - (81.4 x klorofil b)]/227



Şekil 3.4. Klorofil analizinin aşmalarından görüntüleri. (Orjinal)

3.2.3.2. Yapraklardaki antosiyanin içeriği

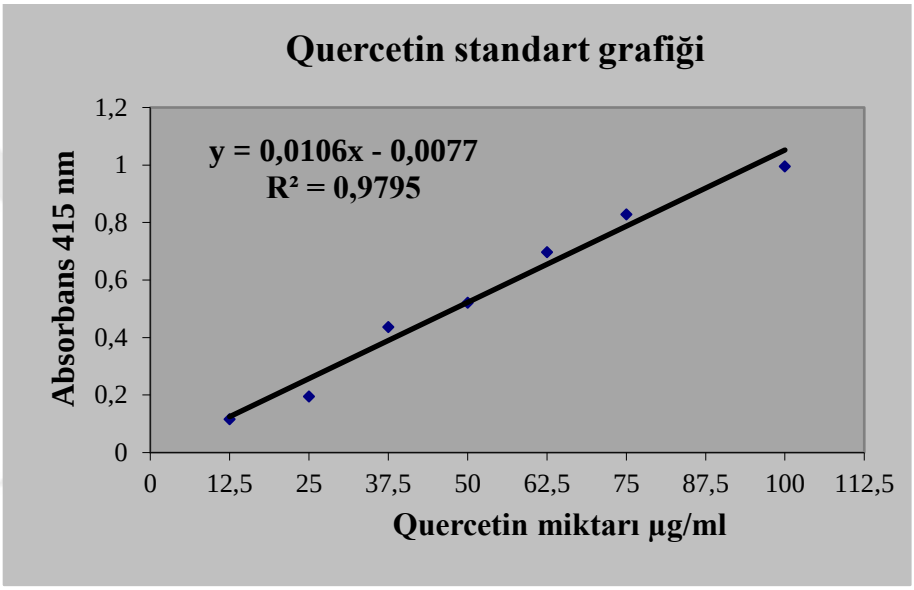
Kuraklık ve iyileşme grupları ile bunların kontrol gruplarındaki bitkilerin yaprak dokularındaki antosiyanin içeriği Mancinelli ve ark. (1975) göre belirlenmiştir. Yönteme göre 0.1 gr taze yaprak örneği 6 ml %79 metanol, %20 distile su ve %1 HCl'den oluşan çözelti eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenat +4°C'de 10000 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiş ve elde edilen süpernatandan aşağıda belirtilen adımlar izlenerek antosiyanin içeriği belirlenmiştir. Antosiyanin içeriğini belirleyebilmek için, elde edilen süpernatanın spektrofotometrede 530 ve 657 nm dalga boylarında absorbans değerleri okunmuştur. Yaprak dokularındaki antosiyanin miktarları ($\mu g\ ml^{-1}\ gTA^{-1}$) formüle göre hesaplanmıştır.

Antosiyanin = A530 – (A657/3) x 1000

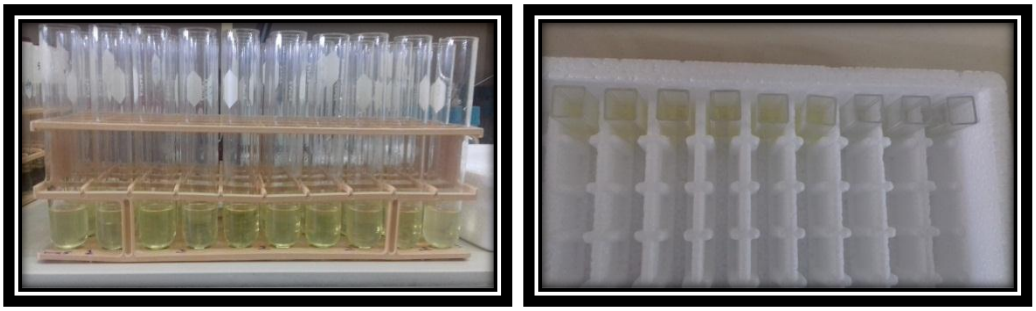
3.2.3.3. Yapraklardaki flavonoid miktarı

Kuraklık ve iyileşme grupları ile bunların kontrol gruplarındaki bitkilerin yaprak dokularındaki flavonoid içeriği Woisky ve Salatino (1998)'a göre belirlenmiştir. Her bir uygulamaya ait 0.5 g yaprak örneği ile 10 ml %80 etanol havanda ezilerek homojenizasyon yapılmıştır. Daha sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı fazdan 0.5 ml alınıp, 1.5 ml %95 etanol, 0.1 ml %10 alüminyum klorit, 0.1 ml 1M potasyum asetat ve 2.8 ml saf su ile karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyondan sonra, reaksiyon karışımının absorbansı spektrofotometre ile 415 nm'de ölçülmüştür (Şekil 3.6). Metot

için gerekli standart grafik şu şekilde hazırlanmıştır; 1 ml'sinde 1000 µg Quercetin içeren stok çözeltiden tüplere 12.5- 25-37.5- 50- 62.5- 75 ve 100 µl alınarak her tüpün üzeri saf su ile 1 ml'ye tamamlanmıştır ve ayni yukarıdaki kullanan metot ile yapılmıştır (Şekil 3.5). Kör numune için özüt hariç tüm reaktifleri kullanılmıştır. Daha sonra standart grafikten yararlanılıp, gerekli hesaplamalar yapılarak toplam flavonoid miktarları Quercetin µg/ml olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Quercetin stndart grafiği.

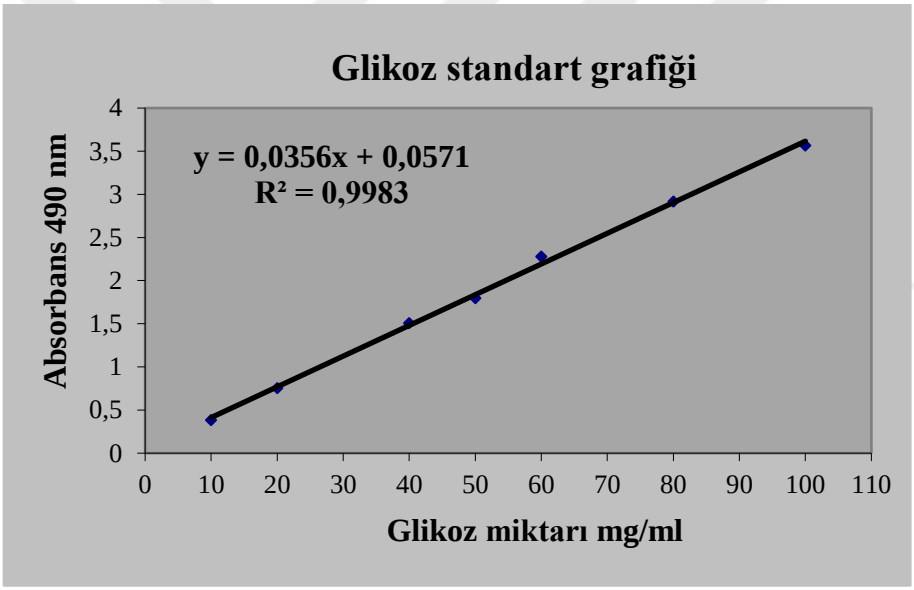


Şekil 3.6. Flavonoid analizinin aşmalarından görüntüleri. (Orjinal)

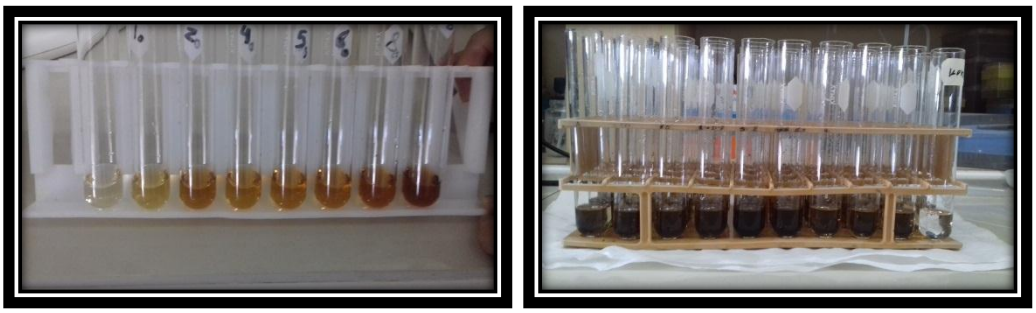
3.2.3.4. Toplam karbonhidrat içeriği

Toplam karbonhidrat Herbert ve ark. (1971) metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, 0.1 g kuru numuneler bir test tüpüne yerleştirilmiştir ve su banyosu üzerine art arda

10 ve 5 ml NaOH içerisinde özüt çıkarılmıştır ve 10 dakika sonra, 5 ml saf su kullanarak protein ekstrakte çıkarılmıştır. Kalıntılar suyla yıkanıp iki kez oda sıcaklığında 30 dakika boyunca 10 ml %67 H_2S0_4 ile ekstre edilmiştir. Örneklerin uygun dilüsyonu yapılmış, seyreltilmiş ve daha sonra örnekler süzülmüştür. 1 ml numuneye 1 ml %5 fenol, daha sonra 5 ml konsantre H_2S0_4, numune ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir (Şekil 3.8). Elde edilen karışım spektrofotometre kullanılarak 490 nm'de ölçülmüş ve toplam karbonhidratlar standart glikoz grafiği (Şekil 3.7) kullanılarak hesaplanmıştır.



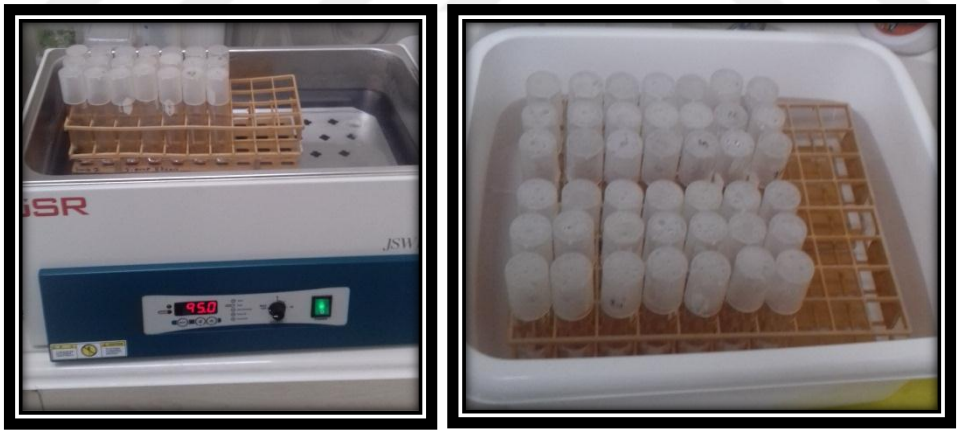
Şekil 3.7. Glikoz standart grafiği.



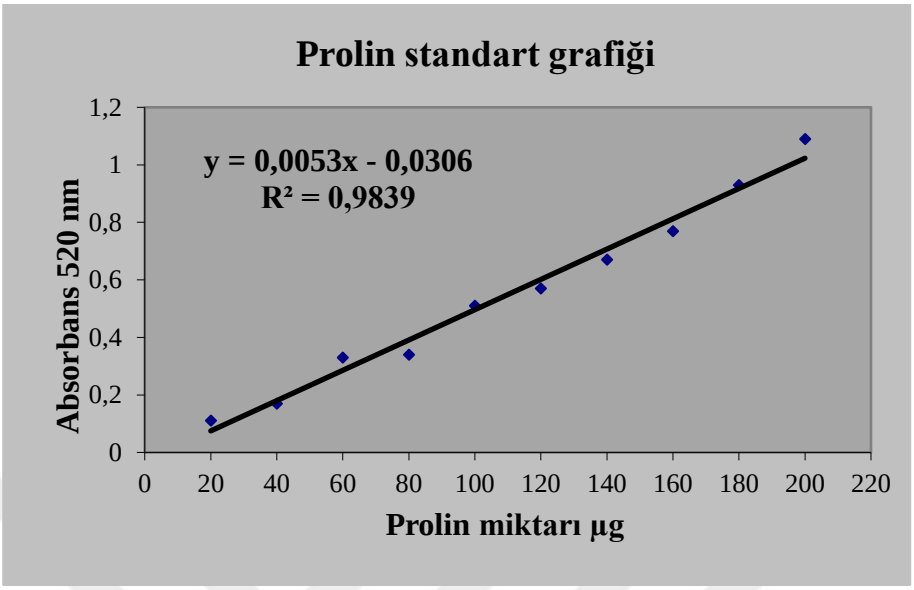
Şekil 3.8. Toplam karbonhidrat analizinin aşmalarından görüntüleri. (Orjinal)

3.2.3.5. Prolin içeriği

Yaprak dokularındaki prolin miktarı Bates ve ark. (1973)'larının metoduna göre belirlenmiştir. 1 ml'sinde 200 µg prolin içeren stok çözeltiden tüplere 0,2- 0,4-0,6- 0,8- 1,0- 1,2- 1,4- 1,6- 1,8 ve 2,0 ml alınarak her tüpün üzeri saf su ile 2 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra tüplere 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asit-ninhidrin çözeltisi ilave edilmiştir. Sonrasında örnekler 100°C'ye ayarlı etüve alınmıştır. Bir saat sonra buz banyosunda 10 dk. tutularak her tüpe 4 ml toluen ilave edilmiş, bir vorteksle 20-30 sn karıştırılmıştır. Daha sonra her tüpte üstte kalan faz otomatik pipetle alınarak 520 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Kör numune için toluen kullanılmıştır. Yapraklarda prolin tayini için 0,1 g doku 10 ml %3'lük sülfosalisilik asit içinde bir porselen havanda homojenize edilmiştir. Homojenat filtre kâğıdıyla analitik bir huniden süzülerek, süzüntüden 2 ml alınmış yukarıda standart hazırlamada bahsedilen işlemlerden geçirilmiştir (Şekil 3.9). Daha sonra 520 nm'de okunan değerler standart grafik üzerinden µg prolin/g taze yaprak olarak belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Prolin analizinin aşmalarından görüntüleri. (Orjinal)

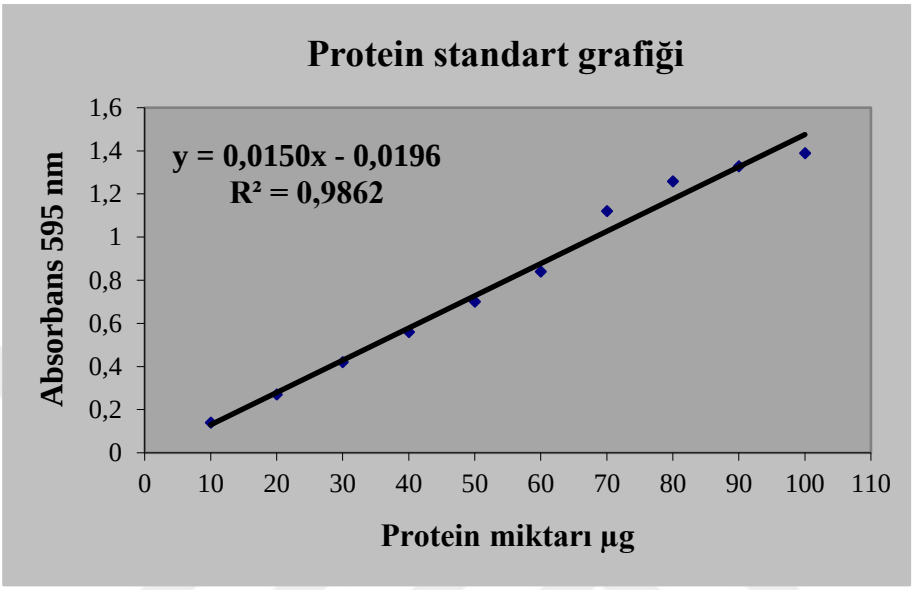


Şekil 3.10. Prolin standart grafiği.

3.2.3.6. Protein içeriği

Bitkilerde protein tayini, alınan 0,5 g'lık yaprak örnekleri kullanılarak Bradford metoduna göre yapılmıştır (Bradford, 1976). Sonuçlar "mg protein/g" taze doku cinsinden hesap edilmiştir. Her bir uygulamaya ait 0.5 g bitki örnekleri küçük parçalara ayrılmış ve 10 misli hacimdeki 0.05 M fosfat tamponunda (pH: 6,5) havanda ezilerek homojenizasyon yapılmıştır. Homojenat, santrifüj tüplerine alınıp, 15.000 rpm'de 20 dk. boyunca santrifüj edilmiştir. Protein tayini için tüplerin üst kısmındaki sıvı faz (süpernatant) kullanılmıştır. Metot için gerekli standart grafik şu şekilde hazırlanmıştır; 1 ml'sinde 1 mg protein içeren standart sığır albumin çözeltisinden 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 µg protein içeren hacimler tüplere aktarılıp, saf su ile bütün tüplerin hacimleri 0.2 ml'ye tamamlanmıştır. Bu tüplere 3'er ml'de Bradford tampon çözeltisi ilave edilip vorteks ile karıştırılmıştır. Kör numune olarak 0,2 ml aynı tampondan ve 3 ml Bradford tampon çözeltisinden oluşan karışım kullanılmıştır. Yapılan spektrofotometrik ölçümler sonucunda, 595 nm'deki absorbans değerlerine karşılık gelen protein değerlerinden yararlanılarak standart grafik elde edilmiştir. Standart grafik hazırlama çalışmasında olduğu gibi, bitki organlarından elde edilen özütlerden 0,2 ml alınıp, 3 ml Bradford tampon çözeltisi ile karıştırılmış ve 595 nm'de absorbansları ölçülerek, standart grafikten yararlanılıp (Şekil 3.11), 0,2 ml özütdeki protein miktarları belirlenmiştir. Daha

sonra, gerekli hesaplamalar yapılarak protein miktarları µg protein/g doku olarak hesaplanmıştır (Bradford, 1976).



Şekil 3.11. Protein standart grafiği.

3.2.3.7. Malondialdehit miktarı

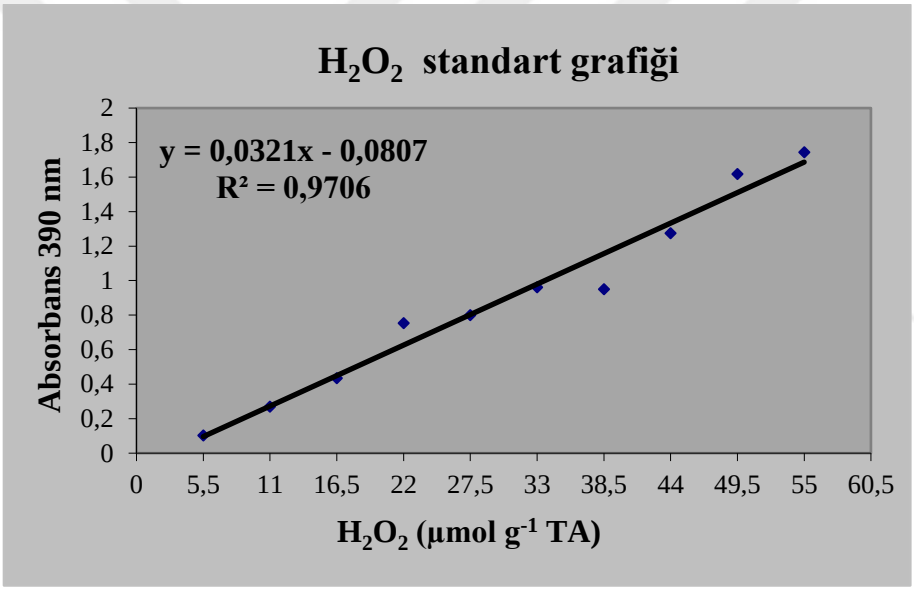
Yaprak dokularında membran hasarının son ürünü olan malondialdehit (MDA) miktarı Esterbauer ve Cheeseman (1990)'ın metoduna göre belirlenmiştir. Bitkilerden alınan 0,1 g yaprak örneği 4 ml %0.1 trikloroasetik asit (TCA) ile 4°C'de homojenize edilmiştir. Homojenat 10000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatandan 0.5 ml cam tüpe aktarılarak üzerine 1 ml TCA-TBA-HCl ajanı ile 0,5 ml olan 0.1 M tris/HCl tamponundan (pH 7.6) eklenmiştir. Reaksiyon karışımı, 97°C'lik su banyosunda 45 dk reaksiyona sokulduktan sonra tekrar santrifüjlenip spektrofotometrede 532 ve 600 nm dalga boylarında absorbans değerleri okunmuştur. Yaprak dokularındaki MDA miktarı nmol g T.A.$^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

MDA (nmol g TA^{-1}) = [(A 532 – A 600) / 155000)]10^6, (A: Absorbans)

3.2.3.8. Hidrojen peroksit miktarı

Yaprak dokularında oksidatif stres sonucu oluşan ve bir aktif oksijen türü olan hidrojen peroksit (H_2O_2)'in miktarı Esterbauer ve Cheeseman (1990)'ın metoduna göre

belirlenmiştir. Bitkilerden alınan 0,1 g yaprak örneği 4 ml %0.1 trikloroasetik asit (TCA) ile 4°C'de homojenize edilmiştir. Homojenat 10000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatandan 0.5 ml cam tüpe aktarılarak üzerine 0.5 ml pH'sı 7.6 olan 0.1 M tris/HCl tamponu ve 1 ml 1 M KI eklenmiştir. Reaksiyon karışımı 90 dk karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede 390 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. H_2O_2'nin konsantrasyonu standart grafikten hesaplanmıştır. Standart konsantrasyon grafiği (Şekil 3.12), mevcut protokolde bitki ekstrakı yerine hidrojen peroksitin 0-50 µmol konsantrasyonları kullanılarak oluşturulmuştur. Yaprak dokularındaki H_2O_2 µmol g T.A.$^{-1}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. H_2O_2 standart grafiği.

3.2.4. Antioksidan enzim aktiviteleri

3.2.4.1. Süperoksit dismutaz aktivitesi

Süperoksit dismutaz (SOD; EC 1.15.1.1) aktivitesi, Nitrobluetetrazolyum'un (NBT) fotokimyasal indirgenmesini esas alan yönteme göre 560 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Beyer ve Fridovich, 1987). Bitkilerden alınan taze yapraklar (0.5 g) sıvı azotta özütlendikten sonra 1.5 ml'lik ekstraksiyon çözeltisi [100 mM K-PO_4 tamponu (pH 7.0), %2'lik PVP (polivinilpirolidon) ve 1mM Na 2 EDTA] ile homojenize edilmiştir. Bu karışım +4°C'de 14000 rpm'de 20 dakika santrifüjlendikten sonra

süpernatan kısmından alınan örnek, 50 mM fosfat tamponu (pH 7.8), 9.9 mM L-Metiyonin, 57µM NBT ve %1 Triton X-100 ile karıştırılarak ve reaksiyonu başlatmak için 10 µL riboflavin ilave edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra tüpler 375 µmol. $m^{-2}.s^{-1}$ ışık yoğunluğunda 15 dakika boyunca floresan ışığına maruz bırakılmış ve absorbans değerleri spektrofotometrede 560 nm dalga boyunda köre karşı okunmuştur. Toplam SOD aktivitesi ünite. mg $protein^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Bir enzim ünitesinin aktivitesi, NBT redüksiyonunda %50'lik bir inhibisyon oluşturmak için gereken SOD miktarı olarak tanımlanmaktadır.

3.2.4.2. Peroksidaz (POD) aktivitesi

Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) aktivitesi Bergmeyer ve ark. (1974) göre belirlenmiştir. Reaksiyon karışımı 3 ml olup 100 mM potasyum fosfat tamponu (pH 7.0), 20.1 mM guaiakol, 12.3 mM H_2O_2 ve enzim ekstraktı içermektedir. Reaksiyon enzim ekstraktının ilavesiyle başlatılmış ve 10 dakikalık süre içinde izlenmişir. Toplam POD aktivitesi, guaiakol'ün ekstinksiyon katsayısı (26.6 $mM.cm^{-1}$, 470 nm) kullanılarak reaksiyon başlangıç hızından (nmol H_2O_2 dak^{-1}.mg $protein^{-1}$) hesaplanmıştır.

3.2.4.3. Katalaz aktivitesi

Katalaz'ın (KAT) aktivite tayini için Havir ve Mchale (1987)'nin Luck (1965)'e dayandırarak uyguladığı metot kullanılmıştır. Bu metot, katalazın ortamdaki H_2O_2'nin oksijen ve suya dönüşümünü sağlarken, meydana gelen absorbans değişiminin 240 nm'de izlenmesi esasına dayanır. Önce reaksiyonda azalan H_2O_2 miktarını belirlemek için standart grafik hazırlanmıştır. Standart grafik hazırlamak için, 5 mM H_2O_2 çözeltisinden 3 mL'lik spektrofotometre tüplerine sırasıyla; 0,15- 0,3- 0,45- 0,6- 0,75- 0,9- 1,05- 1,2- 1,35 ve 1,5 ml konulmuş, tüplerin hacimleri saf su ile 1,5 ml'ye tamamlanmış ve her tüpe 1,47 ml 103,5 mM KH_2PO_4 ve 30 µl su ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de absorbans köre karşı okunmuş ve absorbans değerlerine karşılık gelen µM H_2O_2 değerleri kullanılarak standart grafik elde edilmiştir. Aktivite ölçümü için 3 ml'lik spektrofotometre küvetine, 103 mM KH_2PO_4 tamponundan 1,475 ml ve 40 mM'lık H_2O_2 substrat çözeltisinden 1,5 ml konulduktan sonra, 25 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de 3

dk. boyunca 1 dakika aralıklarla köre karşı absorbansı okunmuştur. Ölçümlerde absorbansın doğrusal olarak azaldığı aralıktan dakika başına absorbans azalması hesaplanmıştır. Bu ortalama absorbans değerleri, standart grafik yardımıyla μmol cinsinden H_2O_2 miktarına dönüştürülmüştür. 25^oC'de, 1 dakika içinde, absorbansı 1 μmol azaltan enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilmiş ve sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU g^{-1} TA) olarak sunulmuştur (Gong ve ark., 2001).

3.2.5. Puanlama

Genotiplerin hem kuraklık uygulaması sonucunda oluşan hasar (%) olarak hem de yeniden sulama sonucunda gerçekleşen iyileşme düzeyleri (%) olarak, ölçümler sonucu tüm parametrelerde kendi kontrollerine göre ayrı ayrı hesaplanmış ve her bir parametre için iki verinin sonuçları birleştirilerek puanlama yapılmıştır. Hesaplamalarda parametrelerden stresle azalanlar için (morfolojik parametreleri, stoma iletkenliği, yaprak oransal su içeriği, toplam klorofil miktarı, protein içeriği) parametre değeri en yüksek olan genotipe en düşük puan (1), stresle olumsuz artan parametreler (membran geçirgenliği, H_2O_2 ve MDA) için ise parametre değeri en yüksek olan çeşide en yüksek puan (7) verilmiştir. Ayrıca, stresle olumlu artan parametre (SOD; POD; KAT, karotenoid, antosiyanin, flvonoid, toplam karbonhidrat ve prolin içeriği) için parametre değeri en yüksek olan genotipe en düşük puan (1) ve en düşük değere sahip çeşide en yüksek (7) puan verilmiştir. Yeniden sulamada ise stresli bitkilere kıyasla en fazla iyileşme göstermiş (artış (%) yada azalış (%) prarametrelere göre) genotipe en düşük puan (1) verilmiştir. Parametrelere göre genotiplerin aldığı puanlar, toplam puan olarak hesaplanmış ve sınıflandırılmaları yapılmıştır. Buna göre, en az toplam puana sahip olan genotip en yüksek kuraklığa toleranslı kabul edilmiştir. Ayrıca en yüksek toplam puana sahip olan genotip, kuraklığa en duyarlı olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde morfolojik değişimleri üzerine etkisi

4.1.1. Yıllık sürgün uzunluğu ve stres tolerans indeksi (SUSTİ)(%)

Pistacia genotiplerinde yapılan kuraklık uygulamasının sürgün uzunluğu üzerine etkilerini gösterir bulgular Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde, genelde kuraklık stresi uygulamasının kontrole göre birinci yıl %20.6, ikinci yıl %21.6 oranında sürgün uzunluğunu azalttığı ve bu azalmanın istatistiki ($p<0.05$) olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Birinci yılında, kuraklık uygulamasının kendi kontrollerine göre Antep çeşidi hariç tüm *Pistacia* genotiplerinde sürgün uzunluğundaki azalış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrollerine göre sürgün uzunluğunda en fazla azalış belirlendiği genotip Yabani (%45.6) olurken, bunu Siirt (%29.4), Uzun (%20.8), Aşuri (%19.2), Melengiç (%18), Buttum (%10) ve Antep (%1.4) takip etmiştir. Kuraklık şartlarında *Pistacia* genotiplerinin tolerans durumlarını belirlemek amacıyla yapılan sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi (SUSTİ, %) hesaplamalarında da genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Tolerans indeksi değerinin yüksek olması toleransın fazla olmasını, düşük olması ise strese toleransın azalmasını göstermektedir. SUSTİ değerleri en yüksekten en düşüğe doğru sırasıyla Antep, Buttum, Melengiç, Aşuri, Uzun, Siirt ve Yabani'de belirlenmiştir. İkinci yılda da kurak uygulaması tüm genotiplerde sürgün uzunluğunun önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Buttum hariç tüm *Pistacia* genotiplerinde stres şartlarında kendi kontrollerine göre sürgün uzunluğundaki azalışın istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. Yıllık sürgün uzunluğunda kuraklığa bağlı olarak meydana gelen azalma en fazla Yabani'de (%56.2) saptanmıştır. Bunu Aşuri (%25.3), Siirt (%23.7), Antep (%20.2), Uzun (%12.9) ve Melengiç (%10.8) izlemiştir. Kuraklık şartlarında yıllık sürgün uzunluğunun kontrole göre en düşük azalış gösterdiği genotip ise % 2.02 ile Buttum olmuştur. Yıllık sürgün uzunluğunda meydana gelen bu etkilenme durumuna göre kuraklık şartlarında sürgün uzunluğu en az etkilenen genotiplerin SUSTİ değerleri de yüksek olmuş ve en yüksekten en düşüğe doğru Buttum,

Melengiç, Uzun, Antep, Siirt, Aşuri ve Yabani olarak sıralanmıştır. Kurak uygulamasından sonra bitkilerin sulama ile yeniden büyümeye başlamayabilme durumlarını incelemek amacıyla iyileşme uygulaması yapılmıştır. Denemede kullanılan tüm *Pistacia* genotipleri kuraklık sonrası 7 gün süresince iyileşme uygulaması sonrasında yeniden sürgün büyümesi yapamamıştır. Buna göre, antepfıstığı için 7 günlük iyileşme süresinin kısa olduğu ve daha uzun tutulması gerektiği söylenebilir.

Çizelge 4.1. Kuraklık uygulamasının yıllık sürgün uzunluğu ve sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi (SUSTİ) üzerine etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Yıllık sürgün uzunluğu (cm)**					
	Birinci yıl			**İkinci yıl**		
	Kontrol	**Kuraklık**	**SUSTİ %**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**SUSTİ %**
Uzun	10.73 ^{a} *	8.50 ^{b}	79.19	6.17 ^{a}	5.37 ^{b}	87.14
Aşuri	7.80 ^{a}	6.30 ^{b}	80.77	6.13 ^{a}	4.58 ^{b}	74.68
Antep	9.77 ^{ÖD}	9.63	98.63	8.67 ^{a}	6.92 ^{b}	79.85
Siirt	18.50 ^{a}	13.07 ^{b}	70.63	17.66 ^{a}	13.47 ^{b}	76.29
Buttum	10.00 ^{a}	9.00 ^{b}	90.00	10.56 ^{ÖD}	10.35	97.98
Melengiç	10.90 ^{a}	8.93 ^{b}	81.96	12.30 ^{a}	10.97 ^{b}	89.16
Yabani	8.50 ^{a}	4.63 ^{b}	54.43	12.72 ^{a}	5.58 ^{b}	43.85
Ortalama	10.89 ^{A}	8.58 ^{B}	-	10.60 ^{A}	8.18^{B}	-

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.1.2. Yıllık sürgün çapı (mm)

Pistacia genotiplerinin çöğür çapı üzerine kuraklık stresinin etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bulunan sonuçlarda genelde kuraklık stresi uygulaması kontrole göre birinci yıl %8, ikinci yıl %11.1 oranında çöğür çapını azalttığı ve bu azalmanın istatistiki ($p<0.05$) olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Birinci yılında, kuraklık şartlarında kendi kontrollerine göre Buttum çeşidi hariç tüm *Pistacia* genotiplerinin sürgün çapındaki azalış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre sürgün çapında en fazla azalışın belirlendiği genotip Siirt (%14.9) olurken, bunu Yabani (%10.4), Aşuri (%9.7), Uzun (%7.7), Melengiç (%6.6), Antep (%5.6) ve Buttum (%1) takip etmiştir. İkinci yılda kurak uygulaması tüm genotiplerde sürgün çapının önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Antep hariç tüm *Pistacia* genotiplerinde stres şartlarında kendi kontrollerine göre sürgün çapındaki azalışın istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir.

Yıllık sürgün çapında kuraklığa bağlı olarak meydana gelen azalma en fazla Yabani'de (%17.5) saptanmıştır. Bunu Siirt (%14.9), Melengiç (%14.5), Aşuri (%12), Buttum (%8.9) ve Uzun (%7.5) izlemiştir. Kuraklık şartlarında yıllık sürgün çapının kontrole göre azalış göstermediği genotip ise Antep olmuştur.

Çizelge 4.2. Kuraklık uygulamasının yıllık sürgün çapına etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Yıllık sürgün çapı (mm)**			
	Birinci yıl		**İkinci yıl**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	2.63 a*	2.43 b	2.38 a	2.20 b
Aşuri	2.54 a	2.29 b	2.47 a	2.18 b
Antep	2.58 a	2.44 b	2.49 ÖD	2.49
Siirt	3.12 a	2.65 b	3.31 a	2.82 b
Buttum	3.98 ÖD	3.94	4.10 a	3.73 b
Melengiç	3.85 a	3.60 b	4.31 a	3.68 b
Yabani	2.57 a	2.30 b	3.00 a	2.50 b
Ortalama	3.04 A	2.81 B	3.15 A	2.80 B

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.1.3. Yaprak alanı (cm^2)

Çizelge 4.3'te verilen sonuçlara göre genelde kuraklık stresi uygulamasının kontrole göre birinci yıl %22.1, ikinci yıl %22.8 oranında yaprak alanı azalttığı ve bu azalmanın istatistiki ($p<0.05$) olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Birinci yılında stres uygulamasının kendi kontrollerine göre tüm *Pistacia* genotiplerin yaprak alanındaki azalış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre yaprak alanında en fazla azlış belirlendiği genotip Aşuri (%40.5) olurken, bunu Buttum (%24.6), Yabani (%23.9), Antep (%21.3), Melengiç (%21.2), Uzun (%18.3) ve Siirt (%3. 7) takip etmiştir. İkinci yılda kurak uygulaması tüm genotiplerde yaprak alanının önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Tüm *Pistacia* genotiplerinde stres şartlarında kendi kontrollerine göre yaprak alanındaki azalışın istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir. Yaprak alanında kuraklığa bağlı olarak meydana gelen azalma en fazla Antep'te (%34.4) saptanmıştır. Bunu Siirt (%29.4), Yabani (%24.9), Aşuri (%23.6), Uzun (%21.8), Buttum (%13.8) ve Melengiç (%11.61) izlemiştir.

Çizelge 4.3. Kuraklık uygulamasının yaprak alanına etkisi.

Pistacia genotipleri	Yaprak alanı(cm^2)			
	Birinci yıl		İkinci yıl	
	Kontrol	Kuraklık	Kontrol	Kuraklık
Uzun	24.59 ^{a} *	20.10 ^{b}	16.88 ^{a}	13.19 ^{b}
Aşuri	32.18 ^{a}	19.14 ^{b}	16.83 ^{a}	12.86 ^{b}
Antep	32.82 ^{a}	25.84 ^{b}	24.42 ^{a}	16.02 ^{b}
Siirt	34.13 ^{a}	32.88 ^{b}	23.27 ^{a}	16.43 ^{b}
Buttum	56.69 ^{a}	42.73 ^{b}	29.03 ^{a}	25.04 ^{b}
Melengiç	37.78 ^{a}	29.78 ^{b}	20.65 ^{a}	18.25 ^{b}
Yabani	31.66 ^{a}	24.09 ^{b}	18.07 ^{a}	13.58 ^{b}
Ortalama	35.69 ^{A}	27.79 ^{B}	21.31 ^{A}	16.48 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir.

4.1.4. Özgün yaprak ağırlığı (mg/cm^2)

Özgün yaprak ağırlığı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması kontrole göre, birinci yıl %16.3 ve ikinci yıl %13.1 oranında özgün yaprak ağırlığını azaltmış ve bu istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Birinci yılında, kuraklık uygulamasının kendi kontrollerine göre tüm *Pistacia* genotiplerinde özgün yaprak ağırlığının azalışı istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olarak belirlenmiştir. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre özgün yaprak ağırlığında en fazla azalışın belirlendiği genotip Siirt (%44) olurken, bunu Buttum (%18.4), Melengiç (%18.2), Antep (%14.2), Aşuri (%6.3) ve Uzun (%2.9) takip etmiştir. Kuraklık şartlarında özgün yaprak ağırlığının kontrole göre azalış göstermediği genotip ise Yabani olmuştur. 7 gün tekrar sulandıktan sonra, kuraklık stresli çöğürlerdeki özgün yaprak ağırlığı stresli bitkilerinseviyesinden daha fazla yükselmiştir. Kuraklık stresli çöğürlerdeki iyileşme değerlerine bağlı olarak meydana gelen artış en fazla Buttum'da (%130) saptanmıştır. Bunu Yabani (%124), Siirt (%120), Antep (%114.), Aşuri (%112), Melengiç (%109) ve Uzun (%104)) takip etmiştir. İkinci yılında, kuraklık uygulaması Uzun (%15.2) ve Antep (%15.4) çeşitlerinde özgün yaprak ağırlığının kontrole göre artışına, diğer genotiplerde ise özgün yaprak ağırlığının kontrole göre azalışına neden olmuştur. Azalış değerlerine göre en yüksekten en düşüğe doğru Melengiç (%30.3), Buttum (%27.4), Aşuri (%27.2), Siirt (%15.4) ve Yabani (%12.1) olarak sıralanmıştır. İyileşme uygulaması Uzun, Siirt ve Melengiç'de özgün yaprak ağırlığının stresli bitkilere

göre sırayla %9.9, %9.6 ve %5.8 azalışına neden olmuş, diğer genotiplerde ise artışa neden olmuş ve artış değerlerine göre en yüksekten en düşüğe doğru Buttum (%121), Aşuri (%118), Antep (%115.) ve Yabani (%108) olarak sıralanmıştır.

Çizelge 4.4. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının özgün yaprak ağırlığına etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Özgün yaprak ağırlığı (mg cm^{-2})**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	23.2 ^{a} *	22.5 ^{b}	23.3 ^{ÖD}	23.6
Aşuri	24.2 ^{a}	22.7 ^{b}	24.1 ^{b}	25.8 ^{a}
Antep	26.1 ^{a}	22.4 ^{b}	27.1 ^{a}	25.9 ^{b}
Siirt	29.3 ^{a}	16.4 ^{b}	21.1 ^{a}	20.4 ^{b}
Buttum	21.7 ^{a}	17.7 ^{b}	24.8 ^{ÖD}	25.2
Melengiç	23.3 ^{a}	19.1 ^{b}	21.8 ^{a}	20.9 ^{b}
Yabani	17.9 ^{ÖD}	17.9	22.3 ^{ÖD}	23.6
Ortalama	23.7 ^{A}	19.8 ^{B}	23.5 ^{ÖD}	23.7
İkinci yıl				
Uzun	27.2 ^{b}	32.0 ^{a}	27.8 ^{ÖD}	28.9
Aşuri	38.9 ^{a}	28.3 ^{b}	30.3 ^{b}	34.5 ^{a}
Antep	28.1 ^{b}	33.4 ^{a}	34.8 ^{b}	39.5 ^{a}
Siirt	37.3 ^{a}	31.6 ^{b}	36.2 ^{a}	28.5 ^{b}
Buttum	32.7 ^{a}	23.8 ^{b}	32.4 ^{a}	30.2 ^{b}
Melengiç	38.3 ^{a}	26.7 ^{b}	35.0 ^{a}	25.2 ^{b}
Yabani	36.7 ^{a}	32.2 ^{b}	35.8 ^{ÖD}	35.1
Ortalama	34.2 ^{A}	29.7 ^{B}	33.2 ^{A}	31.7 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.1.5. Yaş ağırlığı ve yaş ağırlığı stres tolerans indeksi (YASTİ) (%)

Kuraklık stresi ve iyileşme sonunda yaş ağırlığındaki azalış istatistiksel açısından önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kuraklık stresi kontrole göre birinci yıl %45 ve ikinci yıl %37.5 oranında sürgün yaş ağırlığında azalışa neden olmuştur. İyileşme sonunuda ise yaş ağırlığındaki azalış kontrole göre birinci yıl %35.4 ve ikinci yıl %22.8 olarak belirlenmiştir. Birinci yılında genotiplerde yaş ağırlıkların kontrole göre kuraklık stresinde azalışı %32 ile %53 arasında elde edilmiştir. Uzun'da %53.3 ile en fazla azalış bulunurken, Buttum'da %32 ile en düşük azalış bulunmuştur. İyileşme sonunda en fazla azalış %48.6 ile Aşuri çeşidinde bulunurken, Melengiç'te en düşük azalış %21.2 olarak bulunmuştur. Kuraklık şartlarında *Pistacia* genotiplerinin tolerans durumlarını belirlemek amacıyla yapılan sürgün yaş ağırlığı stres tolerans indeksi (YASTİ) hesaplamalarında da genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. YASTİ değerleri en

yüksekten en düşüğe doğru sırasıyla Buttum, Yabani, Aşuri, Antep, Melengiç, Siirt ve Uzun ve iyileşme sonunda ise Melengiç, Uzun, Buttum, Antep, Siirt, Yabani ve Aşuri'de belirlenmiştir. İkinci yılında genotiplerde yaş ağırlıkların kontrole göre kuraklık stresinde azalışı %27.2 ile %53.2 arasında elde edilmiştir. Siirt'te (%53.2) en fazla azalış bulunurken, Yabani'de (%27.2) en düşük azalış bulunmuştur. İyileşme sonunda en fazla azalış %34.6 ile Siirt çeşidinde bulunurken, Uzun'da en düşük azalış %8.4 olarak bulunmuştur. Kuraklık sonunda YASTİ değerlerine göre en yüksekten en düşüğe doğru Yabani, Melengiç, Antep, Buttum, Uzun, Aşuri ve Siirt; iyileşme sonunda ise Uzun, Antep, Buttum, Yabani, Aşuri, Melengiç ve Siirt şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının yaş ağırlığı ve yaş ağırlığı stres tolerans indeksine (YASTİ) etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Yaş ağırlığı (g) ve YASTİ (%)**					
	Birinci yıl					
	Kuraklık sonunda			**İyileşme sonunda**		
	Kontrol	**Kuraklık**	**YASTİ**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**YASTİ**
Uzun	6.20 ^{a} *	2.89 ^{b}	46.73	6.76 ^{a}	5.27 ^{b}	76.67
Aşuri	6.01 ^{a}	3.27 ^{b}	55.69	5.52 ^{a}	2.82 ^{b}	51.38
Antep	7.13 ^{a}	3.86 ^{b}	54.07	8.31 ^{a}	5.51 ^{b}	66.43
Siirt	9.14 ^{a}	4.49 ^{b}	48.90	13.84 ^{a}	7.61 ^{b}	56.76
Buttum	8.27 ^{a}	5.58 ^{b}	68.05	10.52 ^{a}	7.07 ^{b}	68.13
Melengiç	9.62 ^{a}	4.77 ^{b}	49.69	7.62 ^{a}	6.02 ^{b}	78.76
Yabani	3.60 ^{a}	2.24 ^{b}	62.07	5.80 ^{a}	3.11 ^{b}	54.22
Ortalama	7.14 ^{A}	3.87 ^{B}	55.03	8.34 ^{A}	5.34 ^{B}	64.62
	İkinci yıl					
Uzun	4.51 ^{a}	2.75 ^{b}	60.80	3.00 ^{ÖD}	2.60	91.56
Aşuri	5.12 ^{a}	3.05 ^{b}	59.38	3.87 ^{a}	2.75 ^{b}	73.42
Antep	6.01 ^{a}	4.00 ^{b}	66.83	3.46 ^{ÖD}	3.02	88.47
Siirt	9.06 ^{a}	4.32 ^{b}	47.81	9.39 ^{a}	6.10 ^{b}	65.45
Buttum	7.60 ^{a}	4.53 ^{b}	60.82	5.87 ^{a}	4.52 ^{b}	76.41
Melengiç	9.73 ^{a}	6.48 ^{b}	69.36	10.91 ^{a}	7.59 ^{b}	72.37
Yabani	4.23 ^{a}	3.09 ^{b}	72.83	7.58 ^{a}	5.54 ^{b}	73.22
Ortalama	6.61 ^{A}	4.03 ^{B}	62.55	6.30 ^{a}	4.59 ^{b}	77.27

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.1.6. Kuru ağırlığı ve kuru ağırlığı stres tolerans indeksi (KASTİ) (%)

Kuraklık stresi ve iyileşme sonunda kuru ağırlığındaki azalış istatistiksel açısından önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kuraklık stresi kuru ağırlıkta genelde birinci yıl %32.7 ve ikinci yil %27.8 oranında azalışa neden olmuştur (Çizelge 4.6.). İyileşme sonunuda genelde kuru ağırlığındaki azalış birinci yıl %28.80 ve ikinci yıl %17.9

oranında meydana gelmiştir. Genotiplerde kuraklık stresinde kuru ağırlıkların azalışı %25.2 ile %42.9 arasında belirlenmiştir. Buttum'da %25.2 ile en düşük azalış bulunurken, Uzun'da %42.9 ile en fazla azalış bulunmuştur. İyileşme sonunda en fazla azalış %47.8 ile Yabani çeşidinde bulunurken, Melengiç'te en düşük azalış %9.9 olarak bulunmuştur. Kuraklık sonunda kuru ağırlığı stres tolerans indeksi (KASTİ) değerleri en yüksekten en düşüğe doğru Buttum, Aşuri, Antep, Melengiç, Yabani, Siirt ve Uzun; iyileşme sonunda ise Melengiç, Uzun, Antep, Buttum, Siirt, Aşuri ve Yabani şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının kuru ağırlığı ve kuru ağırlığı stres tolerans indeksine (KASTİ) etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Kuru ağırlığı (g) ve KASTİ (%)**					
	Birinci yıl					
	Kuraklık sonunda			**İyileşme sonunda**		
	Kontrol	**Kuraklık**	**KASTİ**	**Kontrol**	**Kuraklık**	**KASTİ**
Uzun	2.40 ^{a} *	1.37 ^{b}	57.16	2.89 ^{ÖD}	2.42	82.46
Aşuri	2.18 ^{a}	1.60 ^{b}	75.22	2.18 ^{a}	1.31 ^{b}	61.04
Antep	2.69 ^{a}	1.88 ^{b}	69.85	3.38 ^{a}	2.53 ^{b}	75.49
Siirt	3.33 ^{a}	2.12 ^{b}	63.39	5.89 ^{a}	3.55 ^{b}	62.30
Buttum	4.04 ^{a}	3.02 ^{b}	76.14	4.92 ^{a}	3.60 ^{b}	74.80
Melengiç	4.33 ^{a}	2.81 ^{b}	65.43	3.31 ^{ÖD}	2.91	90.13
Yabani	1.37 ^{a}	0.87 ^{b}	63.92	2.63 ^{a}	1.37 ^{b}	52.21
Ortalama	2.91 ^{A}	1.95 ^{B}	67.30	3.60 ^{A}	2.53 ^{B}	71.20
	İkinci yıl					
Uzun	1.79 ^{ÖD}	1.35	75.27	1.44 ^{ÖD}	1.18	83.12
Aşuri	2.14 ^{a}	1.40 ^{b}	65.11	1.61 ^{ÖD}	1.20	76.52
Antep	2.57 ^{ÖD}	2.04	80.53	1.56 ^{ÖD}	1.36	87.40
Siirt	3.67 ^{a}	2.34 ^{b}	63.83	3.49 ^{a}	2.80 ^{b}	80.85
Buttum	3.51 ^{a}	2.66 ^{b}	77.17	2.89 ^{ÖD}	2.28	78.76
Melengiç	4.91 ^{a}	3.45 ^{b}	71.35	5.08 ^{a}	4.19 ^{b}	84.10
Yabani	1.86 ^{a}	1.31 ^{b}	72.40	3.26 ^{a}	2.71 ^{b}	83.69
Ortalama	2.92 ^{A}	2.08 ^{B}	72.24	2.76 ^{ÖD}	2.25	82.06

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yılda ise kuraklık stresinde kontrole göre kuru ağırlıkları azalışı %19.5 ile %36.2 arasında tespit edilmiştir. En fazla azalış Siirt'te (%36.2) bulunurken, en düşük azalış Antep'te (%19.5) bulunmuştur. İyileşme sonunda en fazla azalış %23.5 ile Aşuri çeşidinde, en düşük azalış ise %12.6 ile Antep'te bulunmuştur. Kuraklık sonunda KASTİ değerleri en yüksekten en düşüğe doğru Antep, Buttum, Uzun, Yabani, Melengiç, Aşuri ve Siirt olarak sıralanırken, iyileşme sonunda ise Antep, Melengiç, Yabani, Uzun, Siirt, Buttum ve Aşuri şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 4.6.).

4.2. Morfolojik parametrelerine ait hasar indeksi

Her genotip ve her morfolojik parametre için iki yıl ortalaması hesaplandıktan sonra verilen formülle hasar indeksi hesaplanmıştır. Daha sonra, her genotip için toplam hasar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam hasar indeksine göre, en düşük toplam hasar indeksine sahip olan Uzun kuraklığa en yüksek tahammül gösteren genotip buna karşılık en yüksek hasar indeksine sahip Siirt ise kuraklığa karşı daha hassas genotip olarak belirlenmiştir. Toplam hasar indekslerine göre tahammüllüden hassasa doğru diğer genotipler şöyle sıralanmıştır, Antep, Yabani, Aşuri, Melengiç ve Buttum (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Kuraklık stresinde morfolojik parametrelerin hasar indeksi.

Antepfıstığı genotipleri	Kuraklık stresinde morfolojik parametrelerin hasar indeksi.							
	Sürgün uzunluğu	Sürgün çapı	Yaprak alanı	Özgün yaprak ağırlığı	Yaş ağırlığı	Kuru ağırlığı	Toplam	sıra
Uzun	1.65	0.188	5.16	-2.80	2.68	0.758	**7.64**	1
Aşuri	1.64	0.277	11.27	8.84	2.55	0.678	**25.26**	4
Antep	1.04	0.075	10.77	-1.03	2.82	0.688	**14.36**	2
Siirt	5.87	0.496	5.68	13.95	5.17	1.316	**32.48**	7
Buttum	0.68	0.214	15.71	8.90	3.13	0.966	**29.60**	6
Melengiç	1.86	0.459	7.34	11.46	4.48	1.560	**27.16**	5
Yabani	6.16	0.394	8.03	3.04	1.30	0.532	**19.46**	3

4.3. Puanlama ile kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin morfolojik parametreleri

Kuraklıkta morfolojik parametreleri en az etkilenen genotipe en düşük puan (1 puan) ve yeniden sulamada ise en fazla iyileşmiş genotipe en düşük puan (1 puan) verilmiştir. Elde edilen puanlama Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bulunan puanlamaya göre birinci yılda *Pistacia* genotipleri, kuraklığa tolerans bakımından Buttum, Antep, Melengiç, Uzun, Aşuri, Yabani ve Siirt olarak sıralanırken, ikinci yılda ise Antep, Buttum, Uzun, Melengiç, Yabani, Aşuri ve Siirt şeklinde bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin morfolojik parametrelerine ait puanları.

Morfolojik Parametreleri	Uygulama	Morfolojik parametreleri ait puanlar						
		Birinci yıl						
		Uzun	Aşuri	Antep	Siirt	Buttum	Melengiç	Yabani
Sürgün uzunluğu	Kuraklık	5	4	1	6	2	3	7
Sürgün çapı		4	5	2	7	1	3	6
Yaprak alanı		2	7	4	1	6	3	5
Özgün yaprak ağırlığı		2	3	4	7	6	5	1
Yaş ağırlığı		7	3	4	6	1	5	2
Kuru ağırlığı		7	2	3	6	1	4	5
Özgün yaprak ağırlığı	İyileşme	7	5	4	3	1	6	2
Yaş ağırlığı		2	7	4	5	3	1	6
Kuru ağırlığı		2	6	3	5	4	1	7
Toplam		**38**	**42**	**29**	**46**	**25**	**31**	**41**
	İkinci yıl							
Sürgün uzunluğu	Kuraklık	3	6	4	5	1	2	7
Sürgün çapı		2	4	1	6	3	5	7
Yaprak alanı		3	4	7	6	2	1	5
Özgün yaprak ağırlığı		2	5	1	4	6	7	3
Yaş ağırlığı		5	6	3	7	4	2	1
Kuru ağırlığı		3	6	1	7	2	5	4
Özgün yaprak ağırlığı	İyileşme	7	2	3	6	1	5	4
Yaş ağırlığı		1	4	2	7	3	6	5
Kuru ağırlığı		4	7	1	5	6	2	3
Toplam		**30**	**44**	**23**	**53**	**28**	**35**	**39**

4.4. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde fizyolojik değişimleri üzerine etkisi

4.4.1. Membran geçirgenliği (%)

Membran geçirgenliği üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Elde edilen verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması kontrole göre, birinci yıl %50 ve ikinci yıl %71 oranında membran geçirgenliğinin artışına sebep olmuş ve bu istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Birinci yılında, tüm *Pistacia* genotiplerinde kuraklık uygulamasının membran geçirgenliğine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre membran geçirgenliğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Siirt (%145) olurken, bunu Aşuri (%109), Yabani (%52.6), Buttum (%24.6), Melengiç (%23.3), Uzun (%21) ve Antep (%10) takip etmiştir. Yeniden sulama sonunda membran geçirgenliğinde Antep ve Uzun hariç diğer genotiplerde azalışlar

bulunmuş ve en fazla azalış gösteren Siirt çeşidi (%58) olurken, bunu Buttum (%42), Aşuri (%39), Melengiç (%38) ve Yabani (%20) takip etmiştir. Yeniden sulama sonunda membran geçirgenliğinde artış Antep (%26) ve Uzun (%27) çeşitlerde devam etmiştir. İkinci yılında, kuraklık uygulamasının kendi kontrollerine göre tüm *Pistacia* genotiplerinde membran geçirgenliğinin artışı istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olarak belirlenmiştir. *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre membran geçirgenliğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Uzun (%128) olurken, bunu Aşuri (%120), Yabani (%118), Buttum (%67), Antep (%38), Siirt (%36) ve Melengiç (%18) takip etmiştir. Yeniden sulama sonunda tüm *Pistacia* genotipleride membran geçirgenliğinde azalışlar bulunmuş ve en fazla azalış gösteren Yabani (%64) olurken, bunu Melengiç (%31), Uzun (%28), Aşuri (%26), Siirt (%25), Buttum (%7) ve Antep (%2) takip etmiştir.

Çizelge 4.9. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının membran geçirgenliğine (%) etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Membran geçirgenliği (%)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	36.22 ^{b} *	43.87 ^{a}	42.73 ^{b}	55.56 ^{a}
Aşuri	26.81 ^{b}	55.95 ^{a}	28.56 ^{b}	34.14 ^{a}
Antep	37.78 ^{b}	41.64 ^{a}	38.13 ^{b}	52.40 ^{a}
Siirt	26.87 ^{b}	65.97 ^{a}	27.39 ^{ÖD}	27.60
Buttum	28.48 ^{b}	35.50 ^{a}	28.94 ^{a}	20.28 ^{b}
Melengiç	35.37 ^{b}	43.62 ^{a}	35.95 ^{a}	26.86 ^{b}
Yabani	30.42 ^{b}	46.41 ^{a}	31.73 ^{b}	36.91 ^{a}
Ortalama	31.71 ^{B}	47.57 ^{A}	33.35 ^{B}	36.25 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	25.27 ^{b}	57.60 ^{a}	24.11 ^{b}	41.42 ^{a}
Aşuri	21.49 ^{b}	47.34 ^{a}	24.12 ^{b}	34.93 ^{a}
Antep	27.98 ^{b}	38.67 ^{a}	26.97 ^{b}	38.08 ^{a}
Siirt	25.08 ^{b}	33.98 ^{a}	24.88 ^{ÖD}	25.40
Buttum	29.92 ^{b}	50.10 ^{a}	28.36 ^{b}	46.61 ^{a}
Melengiç	31.61 ^{b}	37.27 ^{a}	28.52 ^{ÖD}	25.58
Yabani	23.46 ^{b}	51.03 ^{a}	24.07 ^{a}	18.19 ^{b}
Ortalama	26.40 ^{B}	45.14 ^{A}	25.86 ^{B}	32.89 ^{A}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.4.2. Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%)

Yaprak oransal su içeriği üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bulunan verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması

kontrole göre birinci yıl %11 ve ikinci yıl %12 oranında YOSİ'nin azalışına yol açmış ve bu istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Birinci yılında, kuraklık uygulamasının YOSİ etkisi Aşuri ve Yabani hariç tüm genotiplerde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi uygulamasının YOSİ'de en fazla azalışa neden olduğu genotip Buttum (%21) olurken, bunu Siirt (%18), Antep (%16), Melengiç (%13), Uzun (%9) ve Yabani (%2) takip etmiştir, ancak Aşuri çeşidinde YOSİ değeri (%2) artmıştır.

Çizelge 4.10. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının yaprak oransal su içeriğine (%) etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Yaprak oransal su içeriği (%)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	69.76 ^{a} *	63.85 ^{b}	72.25 ^{b}	85.29 ^{a}
Aşuri	74.09 ^{ÖD}	75.75	78.16 ^{b}	82.67 ^{a}
Antep	81.88 ^{a}	68.62 ^{b}	83.34 ^{b}	92.37 ^{a}
Siirt	84.64 ^{a}	69.18^{b}	84.81 ^{b}	87.08 ^{a}
Buttum	77.87 ^{a}	61.19 ^{b}	77.64 ^{ÖD}	78.40
Melengiç	70.67 ^{a}	61.39 ^{b}	76.20 ^{b}	81.83 ^{a}
Yabani	75.34 ^{ÖD}	74.04	75.87 ^{ÖD}	77.31
Ortalama	76.32 ^{A}	67.72 ^{B}	78.33 ^{B}	83.57 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	76.29 ^{a}	66.05 ^{b}	81.34^{b}	84.81 ^{a}
Aşuri	81.23 ^{ÖD}	80.37	80.90 ^{ÖD}	80.73
Antep	85.53 ^{ÖD}	83.59	84.38 ^{ÖD}	85.76
Siirt	78.05 ^{a}	63.15 ^{b}	81.88 ^{a}	78.67 ^{b}
Buttum	83.20 ^{a}	65.49 ^{b}	81.15 ^{ÖD}	80.50
Melengiç	80.49 ^{a}	63.72 ^{b}	82.27 ^{a}	76.87 ^{b}
Yabani	78.90 ^{a}	73.64 ^{b}	80.09 ^{a}	76.17 ^{b}
Ortalama	80.53 ^{A}	70.86 ^{B}	81.72 ^{ÖD}	80.50

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

Yeniden sulama sonunda tüm *Pistacia* genotiplerinde YOSİ artışlar bulunmuş ve en fazla artış gösteren Antep çeşidi (%34.6) olurken, bunu Uzun (%33.6), Melengiç (%33.3), Buttum (%28), Siirt (%25.9), Aşuri (%9.1) ve Yabani (%4.4) takip etmiştir. İkinci yılında, kuraklık uygulamasının YOSİ'ne etkisi kendi kontrollerine göre Aşuri ve Antep hariç tüm *Pistacia* genotiplerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Kuraklık uygulamasının YOSİ'de en fazla azalışa neden olduğu genotip Buttum (%21.3) olurken, bunu Melengiç (%20.8), Siirt (%19.1), Uzun (%13.1), Yabani (%6.7), Antep (%2.3) ve Aşuri (%1.1) takip etmiştir. Tüm *Pistacia* genotiplerinde

yeniden sulama sonunda YOSİ'de artışlar bulunmuş ve en fazla artış gösteren Uzun çeşidi (%28.4) olurken, bunu Siirt (%24.6), Buttum (%22.9), Melengiç (%20.6), Yabani (%3.4), Antep (%2.6) ve Aşuri (%0.4) takip etmiştir.

4.4.3. Stoma iletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)

Stoma iletkenliği üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bulunan verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması stoma iletkenliğini istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli seviyede etkilemiş ve kontrole göre birinci yıl %76 ve ikinci yıl %68 oranında azalış belirlenmiştir. Ayrıca, tüm genotiplerde kuraklık uygulaması ile stoma iletkenliğinde belirlenen azalış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli olmuştur. Stoma iletkenliğinde en fazla azalışın belirlendiği genotip Melengiç (%89) olurken, bunu Buttum (%85), Antep (%84), Siirt (%77), Uzun (%70), Yabani (%65) ve Aşuri (%51) takip etmiştir. Yeniden sulama sonunda strese göre stoma iletkenliğinde artışlar meydana gelmiş ve en fazla artış gösteren Melengiç genotipi (%911) olurken, bunu Buttum (%618), Antep (%467), Uzun (%464), Siirt (%410), Yabani (%324) ve Aşuri (%221) takip etmiştir.

Çizelge 4.11. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının stoma iletkenliğine etkileri.

***Pistacia* genotipleri**	**Stoma iletkenliği (mmol $m^{-2}s^{-1}$)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	282.51 ^{a} *	85.29 ^{b}	386.47 ^{ÖD}	395.80
Aşuri	320.60 ^{a}	155.94 ^{b}	423.73 ^{a}	344.13 ^{b}
Antep	457.30 ^{a}	71.07 ^{b}	343.67 ^{ÖD}	332.07
Siirt	339.33 ^{a}	76.77 ^{b}	368.23 ^{a}	314.93 ^{b}
Buttum	355.48 ^{a}	53.33 ^{b}	325.33 ^{ÖD}	329.80
Melengiç	338.37 ^{a}	37.35 ^{b}	408.87 ^{a}	340.13 ^{b}
Yabani	296.30 ^{a}	104.70 ^{b}	403.20 ^{a}	339.40 ^{b}
Ortalama	341.41 ^{A}	83.49 ^{B}	379.93 ^{A}	342.32 ^{B}
İkinci yıl				
Uzun	368.30 ^{a}	138.30 ^{b}	296.97 ^{a}	262.53 ^{b}
Aşuri	324.97 ^{a}	94.30 ^{b}	435.73 ^{ÖD}	381.60
Antep	266.83 ^{a}	98.33 ^{b}	432.20 ^{a}	372.97 ^{b}
Siirt	291.07 ^{a}	121.63 ^{b}	357.93 ^{ÖD}	320.80
Buttum	254.70 ^{a}	47.77 ^{b}	410.37 ^{a}	361.43 ^{b}
Melengiç	244.63 ^{a}	46.57 ^{b}	389.47 ^{a}	324.43 ^{b}
Yabani	301.77 ^{a}	106.60 ^{b}	349.07 ^{a}	275.80 ^{b}
Ortalama	293.18 ^{A}	93.36 ^{B}	381.68 ^{A}	328.51 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yılında da stoma iletkenliğinin tüm *Pistacia* genotiplerinde kuraklık uygulamasından istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli seviyede etkilendiği belirlenmiştir. Stoma iletkenliğinin kuraklık stresi ile en fazla azaldığı genotip Buttum (%81.2) olurken, bunu Melengiç (%81), Aşuri (%71), Yabani (%65), Antep (%63), Uzun (%62) ve Siirt (%58) takip etmiştir. Yeniden sulama ile stoma iletkenliğinde iyileşmeler tüm genotiplerde belirlenmiş ve en fazla artış gösteren Buttum (%775) olurken, bunu Melengiç (%697), Aşuri (%405), Antep (%379), Siirt (%264), Yabani (%159) ve Uzun (%90) takip etmiştir.

4.5. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin fizyolojik parametreleri ile ilgili Puanlama

Kuraklıkta fizyolojik parametreleri en az etkilenen genotipe en düşük puan (1 puan) ve yeniden sulamada ise enfazla iyileşme gösteren genotipe en düşük puan (1 puan) verilmiştir. Elde edilen puanlama Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bulunan puanlamaya göre birinci yılda kuraklığa tolerans sırası Uzun, Antep, Melengiç, Aşuri, Buttum, Yabani ve Siirt olarak bulunurken, ikinci yılda Siirt, Melengiç, Yabani, Uzun, Antep, Aşuri ve Buttum şeklinde bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin morfolojik parametrelerine ait puanları.

Fizyolojik parametreleri	**Uygulama**	**Fizyolojik parametreleri ait puanları**						
		Birinci yıl						
		Uzun	**Aşuri**	**Antep**	**Siirt**	**Buttum**	**Melengiç**	**Yabani**
Membran geçirgenliği	**Kuraklık**	2	6	1	7	4	3	5
Oransl su içeriği		3	1	5	6	7	4	2
Stoma iletkenliği		3	1	5	4	6	7	2
Membran geçirgenliği	**İyileşme**	7	3	6	1	2	4	5
Oransl su içeriği		2	6	1	5	4	3	7
Stoma iletkenliği		4	7	3	5	2	1	6
Toplam		**21**	**24**	**21**	**28**	**25**	**22**	**27**
	İkinci yıl							
Membran geçirgenliği	**Kuraklık**	7	6	3	2	4	1	5
Oransl su içeriği		4	1	2	5	7	6	3
Stoma iletkenliği		2	5	3	1	7	6	4
Membran geçirgenliği	**İyileşme**	3	4	7	5	6	2	1
Oransl su içeriği		1	7	6	2	3	4	5
Stoma iletkenliği		7	3	4	5	1	2	6
Toplam		**24**	**26**	**25**	**20**	**28**	**21**	**24**

4.6. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde biyokimyasal değişimleri üzerine etkisi

4.6.1. Klorofil a miktarı (mg.g^{-1} TA)

Yaprak klorofil a miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulama (iyileşme) uygulamalarının etkilerini Çizelge 4.13'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması klorofil a miktarını kontrole göre birinci yıl %2 ve ikinci yıl %3.7 azalmasına sebep olmuş ve bu istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Birinci yılında, klorofil a miktarı Aşuri, Antep ve Siirt çeşitlerinde kuraklık uygulamasında kendi kontrolleri ile aynı seviyelerde iken, Buttum, Melengiç ve Yabani'deki azalma ve Uzun'da artış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Kuraklık stresi uygulaması ile klorofil a miktarında en fazla azalışın belirlendiği genotip Yabani (%12) olurken, bunu Buttum (%5.2) ve Melengiç (%5.1) takip etmiştir ve Uzun çeşidinde ise klorofil a miktarında (%14.7) artmış tespit edilmiştir. Yeniden sulama sonunda klorofil a miktarındaki azalma tüm genotiplerde devam etmiş ve en fazla azalış gösteren Melengiç (%33) olurken, bunu Uzun (%18), Antep (%14), Aşuri (%6.8), Siirt (%6.5), Buttum (%0.98) ve Yabani (%0.73) takip etmiştir. Ancak iyileşme sonunda Buttum, Antep, Siirt ve Yabani'de kontrol ile istatistiki olarak önemli fark belirlenemezken, Uzun, Aşuri ve Melengiç'de ise farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İkinci yılında, klorofil a miktarı Aşuri ve Buttum'da kuraklık uygulaması ile kontrol arasında fark önemli olmazken, Uzun, Antep, Siirt ve Yabani'deki azalış ve Melengiç'deki artış istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Klorofil a miktarında en fazla azalışın belirlendiği genotip Uzun (%14) olurken, bunu Antep (%10.5), Yabani (%9.9) ve Siirt (%7) takip etmiştir. Yeniden sulama uygulaması klorofil a miktarında Melengiç ve Yabani'de azalmanın devam etmesini durduramazken diğer genotiplerde artış gerçekleşmiştir. İyileşme sonunda, Buttum ve Siirt'de kuraklık uygulanan bitkilerin klorofil a seviyesi kontrol ile aynı düzeylerde olurken, Uzun, Aşuri, Melengiç ve Yabani'de klorofil a kontrolden daha düşük, Antep'te ise kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının klorofil a miktarına etkisi.

Pistacia genotipleri	Klorofil a miktarı (mg.g^{-1} TA)			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		İyileşme sonunda	
	Kontrol	Kuraklık	Kontrol	Kuraklık
Uzun	22.85^{b} *	26.21^{a}	24.09^{a}	22.21^{b}
Aşuri	27.74 ^{ÖD}	27.18	27.49^{a}	25.44^{b}
Antep	27.09 ^{ÖD}	26.79	24.28 ^{ÖD}	23.42
Siirt	27.92 ^{ÖD}	27.90	26.88 ^{ÖD}	26.19
Buttum	29.68^{a}	28.14^{b}	28.53 ^{ÖD}	27.86
Melengiç	29.88^{a}	28.37^{b}	25.39^{a}	21.29^{b}
Yabani	27.65^{a}	24.30^{b}	24.45 ^{ÖD}	24.12
Ortalama	27.54^{A}	26.98^{B}	25.87^{A}	24.36^{B}
İkinci yıl				
Uzun	26.87^{a}	23.55^{b}	27.46^{a}	23.72^{b}
Aşuri	25.48 ^{ÖD}	26.62	28.23^{a}	26.55^{b}
Antep	23.39^{a}	21.18^{b}	23.40^{b}	26.22^{a}
Siirt	22.04^{a}	20.55^{b}	24.76 ^{ÖD}	24.72
Buttum	28.22 ^{ÖD}	28.15	27.93 ^{ÖD}	28.56
Melengiç	23.77^{b}	25.46^{a}	26.99^{a}	24.28^{b}
Yabani	25.47^{a}	23.16^{b}	27.39^{a}	22.66^{b}
Ortalama	25.03^{A}	24.09^{B}	26.59^{A}	25.24^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.2. Klorofil b miktarı (mg.g^{-1} TA)

Yaprak klorofil b miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi kuraklık stresi uygulaması ile klorofil b miktarındaki değişim genotiplere göre farklılık göstermekle beraber genel olarak birinci yıl kontrole göre %3.8 ve ikinci yıl %4 artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). Birinci yılında, klorofil b miktarı kuraklık uygulaması ile Aşuri, Buttum ve Yabani'de artarken diğer genotiplerde azalış belirlenmiştir ($p<0.05$). Klorofil b miktarı bakımından kuraklık uygulamasına genotiplerin tepkileri farklı olmuştur. Yabani (%27.5), Aşuri (%18.2) ve Buttum'da (%18.1) klorofil b miktarı kuraklık uygulamasıda düşerken Melengiç (%37), Uzun (%22), Antep (%10) ve Siirt'de (%9) yükselmiştir. Yeniden sulamada ise klorofil b miktarı Buttum hariç tüm genotiplerde azalmanın meydana gelmesine sebep olmuş ve en fazla azalış gösteren Melengiç (%48) olurken, bunu Antep (%31), Uzun (%27), Siirt (%18), Aşuri (%5) ve Yabani (%4) takip etmiştir. Buttum'da ise klorofil b miktarı (%52) artmıştır. Ancak iyileşme sonunda, Uzun, Antep, Buttum, Melengiç ve Yabani'de klorofil b kontrolden daha düşük olurken, Aşuri ve

Siirt'te kontrolden daha yüksek bulunmuştur. İkinci yılında da ilk yılda olduğu gibi kuraklık uygulamasına genotiplerin tepkileri farklılık göstermiştir. Klorofil b miktarı Aşuri, Siirt ve Yabani'de kontrol ile benzer olurken, Antep ve Buttum'da azalma ve Uzun ve Melengiç'de yükseliş tespit edilmiştir ($p<0.05$). Klorofil b miktarında en fazla düşüşün belirlendiği genotipler Antep ve Buttum (%9), en fazla artışın belirlendiği genotipler Uzun(39%) ve Melengiç (%14) olmuştur. Yeniden sulamada klorofil b miktarında Uzun, Melengiç ve Yabani'de azalış, diğerlerinde ise artış bulunmuştur. Ancak iyileşme sonunda, Siirt'de kuraklık uygulanan bitkilerde klorofil b miktarı kontrol ile aynı düzeylerde olurken, Uzun, Aşuri, Melengiç ve Yabani ise kontrolden daha düşük olarak belirlenmiş, Buttum ve Antep'te kontrolden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının klorofil b miktarına etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Klorofil b miktarı (mg.g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	12.31 ^{b} *	14.97 ^{a}	13.44 ^{a}	10.86 ^{b}
Aşuri	22.62 ^{a}	18.52 ^{b}	13.36 ^{b}	17.68 ^{a}
Antep	15.90 ^{b}	17.50 ^{a}	13.01 ^{a}	12.02 ^{b}
Siirt	19.46 ^{b}	21.24 ^{a}	14.84 ^{b}	17.49^{a}
Buttum	18.27 ^{a}	14.97 ^{b}	24.12 ^{a}	22.77 ^{b}
Melengiç	14.98 ^{b}	17.93 ^{a}	15.40 ^{a}	11.97 ^{b}
Yabani	17.87 ^{a}	12.96 ^{b}	13.27 ^{a}	12.45 ^{b}
Ortalama	17.34 ^{B}	18.01 ^{A}	15.63 ^{A}	15.03 ^{B}
İkinci yıl				
Uzun	12.53 ^{b}	17.52 ^{a}	16.96 ^{a}	13.43 ^{b}
Aşuri	14.84 ^{ÖD}	15.18	18.59 ^{a}	15.32 ^{b}
Antep	12.09^{a}	11.02^{b}	12.56 ^{b}	14.65 ^{a}
Siirt	11.76 ^{ÖD}	11.78	13.34 ^{ÖD}	13.11
Buttum	22.28 ^{a}	19.97 ^{b}	24.44 ^{b}	26.46 ^{a}
Melengiç	13.57 ^{b}	15.49 ^{a}	16.98 ^{a}	14.13 ^{b}
Yabani	14.07 ^{ÖD}	14.28	17.20 ^{a}	11.59 ^{b}
Ortalama	14.46 ^{B}	15.04 ^{A}	17.15 ^{A}	15.53 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.3. Toplam klorofil miktarı (mg.g^{-1} TA)

Yaprak toplam klorofil miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Genel olarak kuraklık stresi uygulaması toplam klorofil miktarını kontrole göre birinci yıl %5.3 ve ikinci yıl %4.4 azaltmıştır ($p<0.05$). Birinci yılında, toplam klorofil miktarı üzerine kuraklık uygulamasının etkisi

Antep, Siirt, Buttum ve Melengiç hariç diğer genotiplerde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Toplam klorofil miktarında en fazla azalışın belirlendiği genotip Yabani (%18) olurken, bunu Aşuri (%10), Uzun (%4), Melengiç (%3), Siirt (%2) ve Buttum (%1) takip etmiş ve Antep'de ise toplam klorofil miktarı bir miktar artmıştır. Yeniden sulamada toplam klorofil miktarındaki azalışın Buttum hariç diğer genotiplerde devam ettiği bulunmuş ve en fazla azalış gösteren Melengiç (%40) olurken, bunu Uzun (%26), Antep (%21), Aşuri (%17), Siirt (%13) ve Yabani (%3) takip etmiş ve Buttum'da toplam klorofil miktarı (%7) artmıştır.

Çizelge 4.15. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının toplam klorofil miktarına etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Toplam klorofil miktarı (mg.g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	63.37 ^{a} *	60.75 ^{b}	53.02 ^{a}	44.87 ^{b}
Aşuri	72.04 ^{a}	65.09 ^{b}	54.78 ^{ÖD}	54.16
Antep	62.65 ^{ÖD}	62.74	52.88 ^{a}	49.75 ^{b}
Siirt	68.89 ^{ÖD}	67.57	59.95 ^{ÖD}	59.04
Buttum	67.41 ^{ÖD}	66.93	76.06 ^{a}	71.73 ^{b}
Melengiç	78.68 ^{ÖD}	76.13	57.57 ^{a}	45.45 ^{b}
Yabani	63.89 ^{a}	52.58 ^{b}	52.98 ^{ÖD}	51.21
Ortalama	68.13 ^{A}	64.54^{B}	58.18 ^{A}	53.74^{B}
İkinci yıl				
Uzun	61.62 ^{a}	50.91 ^{b}	63.47 ^{a}	52.61 ^{b}
Aşuri	56.62 ^{b}	59.50 ^{a}	67.25 ^{a}	59.25 ^{b}
Antep	49.30 ^{a}	45.16 ^{b}	50.38 ^{b}	57.71 ^{a}
Siirt	47.26 ^{a}	44.99 ^{b}	53.71 ^{ÖD}	53.14 ^{a}
Buttum	74.04 ^{a}	69.04 ^{b}	73.29 ^{b}	76.60 ^{a}
Melengiç	52.63 ^{b}	57.41 ^{a}	62.40 ^{a}	53.23 ^{b}
Yabani	54.95 ^{a}	51.98 ^{b}	63.50 ^{a}	46.13 ^{b}
Ortalama	56.63 ^{A}	54.14 ^{B}	62.00 ^{A}	56.95 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yılda ise kuraklık uygulamasının Aşuri ve Melengiç hariç diğer *Pistacia* genotiplerinde toplam klorofil miktarının azalışına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Toplam klorofil miktarında en fazla azalışın belirlendiği genotip Uzun (%17) olurken, bunu Antep (%8), Buttum (%7), Yabani (%5.4) ve Siirt (%4.8) takip etmiş, Aşuri ve Melengiç genotiplerinde ise toplam klorofil miktarı sırayla %5 ve %9 oranında yükselmiştir. Yeniden sulama uygulaması toplam klorofil miktarının Aşuri, Melengiç ve Yabani hariç diğer genotiplerde iyileşmesini sağlamış ve en fazla artış gösteren Antep (%28) olurken, bunu Siirt (%18), Buttum (%11) ve Uzun (%3) takip

etmiştir ve toplam klorofil miktarı Aşuri, Melengiç ve Yabani genotiplerinde sırayla %0.4, %7 ve %11 oranında azalmıştır.

4.6.4. Karotenoid miktarı (mg.g^{-1} TA)

Karotenoid miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulama (iyileşme) uygulamalarının etkileri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Karotenoid miktarı kuraklık uygulamasında kontrole göre genelde birinci yıl %22 ve ikinci yıl %36 oranında artmıştır ($p<0.05$). Birinci yılında, kuraklık uygulaması ile Melengiç hariç tüm genotiplerde karotenoid miktarının artışı istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. Kuraklık uygulamasının karotenoid miktarını en fazla artırdığı genotip Antep (%58) olurken, bunu Uzun (%41), Siirt (%26), Yabani (%24), Aşuri (%13), Buttum (%9) ve Melengiç (%5) takip etmiştir. Yeniden sulama tüm genotiplerde stresle beraber yükselen karotenoid miktarının azalmasını sağlamış ve en fazla azalış gösteren Antep (%55) olurken, bunu Yabani (%49), Melengiç (%43), Uzun (%41), Aşuri (%39), Siirt (%21) ve Buttum (%20) takip etmiştir.

Çizelge 4.16. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının karotenoid miktarına etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Karotenoid miktarı (mg.g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	6.11 ^{b} *	8.64 ^{a}	5.84 ^{a}	5.10 ^{b}
Aşuri	11.18 ^{b}	12.65 ^{a}	6.87 ^{b}	7.70 ^{a}
Antep	7.85 ^{b}	12.37 ^{a}	5.95 ^{ÖD}	5.53
Siirt	9.25 ^{b}	11.66 ^{a}	5.99 ^{b}	9.26 ^{a}
Buttum	12.72 ^{b}	13.91 ^{a}	9.97 ^{b}	11.17 ^{a}
Melengiç	9.49 ^{ÖD}	9.97	5.88 ^{ÖD}	5.71
Yabani	8.44 ^{b}	10.44 ^{a}	5.20 ^{ÖD}	5.36
Ortalama	9.29 ^{B}	11.38 ^{A}	6.53 ^{B}	7.12 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	6.65 ^{b}	8.31 ^{a}	6.44 ^{a}	5.51 ^{b}
Aşuri	5.61 ^{b}	6.74 ^{a}	6.48 ^{ÖD}	6.27
Antep	5.02 ^{b}	7.34 ^{a}	5.43^{b}	6.36 ^{a}
Siirt	5.03 ^{b}	6.67 ^{a}	4.62 ^{b}	5.65 ^{a}
Buttum	10.30 ^{b}	12.19 ^{a}	10.59 ^{a}	9.86 ^{b}
Melengiç	5.19 ^{b}	9.31 ^{a}	6.95 ^{a}	5.84 ^{b}
Yabani	5.48 ^{b}	7.59 ^{a}	6.91 ^{a}	4.63 ^{b}
Ortalama	6.11 ^{B}	8.31 ^{A}	6.83^{A}	6.43 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yılda da ilk yılda olduğu gibi kuraklık uygulaması tüm genotiplerde karotenoid miktarının istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli seviyede artmasına neden olmuştur. Karotenoid miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip %79 ile Melengiç olurken, bunu %46 ile Antep, %39 ile Yabani, %33 ile Siirt, %25 ile Uzun, %20 ile Aşuri ve %18 ile Buttum takip etmiştir. İlk yılda olduğu gibi yeniden sulama ile karotenoid miktarı tüm genotiplerde azalma meydana gelmiş ve en fazla azalış Yabani'de (%39) tespit edilmiş, bunu Melengiç (%37), Uzun (%34), Buttum (%19), Siirt (%15), Antep (%13) ve Aşuri (%7) takip etmiştir.

4.6.5. Toplam flavonoid miktarı (Quercetin µg.ml^{-1})

Toplam flavonoid miktarını kuraklık stresi ve yeniden sulama (iyileşme) uygulamaları istatistiki olarak önemli seviyede etkilemiştir (Çizelge 4.17). Toplam flavonoid miktarında genelde kuraklık stresi uygulaması ile kontrole göre birinci yıl %16 ve ikinci yıl %30 artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, birinci yılda, kuraklık uygulaması tüm genotiplerde kendi kontrollerine göre toplam flavonoid miktarının artışı istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Toplam flavonoid miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Siirt (%30) olurken, bunu Antep (%20), Aşuri (%18), Buttum (%17.6), Melengiç (%16), Uzun (%9) ve Yabani (%1.5) takip etmiştir. Yeniden sulama ise toplam flavonoid miktarının tüm genotiplerde azalmasına yol açmış ve en fazla azalış gösteren Uzun (%23) olurken, bunu Siirt (%17), Yabani (%15.1), Buttum (%14.9) ve Aşuri (%14), Antep (%11) ve Melengiç (%10) takip etmiştir. Toplam flavonoid miktarı ikinci yılda da ilk yılda olduğu gibi kuraklık uygulaması ile tüm *Pistacia* genotiplerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli derecede artmıştır. Toplam flavonoid miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Melengiç (%40) olurken, bunu Buttum (%38), Yabani (%31), Antep (%26), Aşuri (%23), Uzun (%11) ve Siirt (%7) takip etmiştir. Uzun hariç tüm *Pistacia* genotipleride yeniden sulama ile toplam flavonoid miktarında azalışlar bulunmuş ve en fazla azalış gösteren Melengiç (%27) olurken, bunu Buttum (%26), Antep (%22), Aşuri (%8.1), Yabani (%8) ve Siirt (%0.4) takip etmiştir. Uzun'da (%4) ise yeniden sulama toplam flavonoid miktarının artmasını sağlamıştır.

Çizelge 4.17. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının toplam flavonoid miktarına etkisi.

Pistacia genotipleri	Toplam flavonoid miktarı (Quercetin µg.ml^{-1})			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		İyileşme sonunda	
	Kontrol	Kuraklık	Kontrol	Kuraklık
Uzun	44.35 ^{b} *	48.41 ^{a}	41.58 ^{a}	37.50 ^{b}
Aşuri	39.24 ^{b}	46.35 ^{a}	41.34 ^{a}	39.84 ^{b}
Antep	40.80 ^{b}	48.87 ^{a}	39.85 ^{b}	43.40 ^{a}
Siirt	43.90 ^{b}	56.93 ^{a}	42.20 ^{ÖD}	47.12
Buttum	45.34 ^{b}	53.30 ^{a}	49.48 ^{a}	45.35 ^{b}
Melengiç	40.31 ^{b}	46.72 ^{a}	40.48 ^{b}	42.21 ^{a}
Yabani	43.59 ^{b}	44.21 ^{a}	45.70 ^{a}	37.53 ^{b}
Ortalama	42.50 ^{B}	49.26 ^{A}	42.95 ^{A}	41.85 ^{B}
İkinci yıl				
Uzun	39.62 ^{b}	44.15 ^{a}	51.10 ^{a}	46.06 ^{b}
Aşuri	38.85 ^{b}	47.97 ^{a}	41.01 ^{b}	44.08 ^{a}
Antep	41.13 ^{b}	51.61 ^{a}	38.30 ^{b}	40.44 ^{a}
Siirt	38.45 ^{b}	41.13 ^{a}	41.63 ^{ÖD}	40.97
Buttum	51.72 ^{b}	71.56 ^{a}	48.77 ^{b}	53.20 ^{a}
Melengiç	36.57 ^{b}	51.28 ^{a}	48.32 ^{a}	37.37 ^{b}
Yabani	31.71 ^{b}	41.63 ^{a}	45.49 ^{a}	38.31 ^{b}
Ortalama	38.49 ^{B}	49.91 ^{A}	44.95 ^{A}	42.92 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.6. Antosiyanin miktarı (µg.ml^{-1})

Antosiyanin miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Karatenoid ve flavonoidde olduğu gibi kuraklık stresi uygulaması genel olarak antosiyanin miktarını yükseltmiş ve bu yükseliş birinci yıl %79 ve ikinci yıl %41 oranında gerçekleşmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, birinci yıl tüm *Pistacia* genotiplerinde antosiyanin miktarı kuraklık uygulamasında kendi kontrollerine göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Antosiyanin miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Yabani (%148) olurken, bunu Uzun (%144), Siirt (%136), Melengiç (%74), Buttum (%50), Aşuri (%46) ve Antep (%14) takip etmiştir. Yeniden sulama tüm genotiplerde antosiyanin miktarının azalmasına sebep olmuş ve en fazla azalış Yabani'de (%49) belirlenmiştir. Bunu Uzun (%47), Antep (%37), Buttum (%33.9), Melengiç (%33.5), Aşuri (%22) ve Siirt (%14) takip etmiştir. İkinci yılda, kuraklık uygulaması Aşuri hariç tüm *Pistacia* genotiplerinde antosiyanin miktarını istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli seviyede artırmıştır. Antosiyanin miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Yabani (%154) olurken, bunu Siirt (%79), Antep (%39), Buttum (%34), Uzun (%23),

Melengiç (%21) ve Aşuri (%3) takip etmiştir. Yeniden sulama antosiyanin miktarını Uzun, Aşuri, Buttum ve Melengiç hariç diğer genotiplerde azaltmış ve en fazla azalış gösteren Antep (%29) olurken, bunu Siirt (%16) ve Yabani (%12) takip etmiştir. Yeniden sulama Uzun, Aşuri, Buttum ve Melengiç'de (sırayla %12, %20, %19.6 ve %41) antosiyanin miktarının artmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.18. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının antosiyanin miktarına etkisi.

Pistacia **genotipleri**	**Antosiyanin miktarı (µg.ml^{-1})**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	19.1 ^{b} *	46.7 ^{a}	24.6 ^{ÖD}	24.9
Aşuri	23.8 ^{b}	34.8 ^{a}	27.1 ^{ÖD}	27.2
Antep	37.7 ^{b}	42.8 ^{a}	38.1 ^{a}	26.7 ^{b}
Siirt	17.3 ^{b}	40.9 ^{a}	22.6 ^{b}	35.4 ^{a}
Buttum	15.6 ^{b}	23.3 ^{a}	12.2 ^{b}	15.4 ^{a}
Melengiç	19.2 ^{b}	33.3 ^{a}	20.5 ^{b}	22.2 ^{a}
Yabani	22.8 ^{b}	56.7 ^{a}	31.4 ^{a}	29.2 ^{b}
Ortalama	22.2 ^{B}	39.8 ^{A}	25.2 ^{ÖD}	25.8
İkinci yıl				
Uzun	35.6 ^{b}	43.6 ^{a}	29.2 ^{b}	48.8 ^{a}
Aşuri	28.1 ^{ÖD}	28.9	22.1 ^{b}	34.8 ^{a}
Antep	32.0 ^{b}	44.6 ^{a}	23.1 ^{b}	31.7 ^{a}
Siirt	14.8 ^{b}	26.5 ^{a}	15.2 ^{b}	22.3 ^{a}
Buttum	14.5 ^{b}	19.3 ^{a}	11.8 ^{b}	23.1 ^{a}
Melengiç	15.5 ^{b}	18.7 ^{a}	17.1 ^{b}	26.4 ^{a}
Yabani	15.1 ^{b}	38.2 ^{a}	21.2 ^{b}	33.7 ^{a}
Ortalama	22.2 ^{B}	31.4 ^{A}	19.9 ^{B}	31.5 ^{A}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.7. Toplam karbonhidrat içeriği (%) TA

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi toplam karbonhidrat içeriği kuraklık stresi ve yeniden sulama (iyileşme) uygulamaları ile önemli derece etkilenmiştir. Kuraklık ile toplam karbonhidrat içeriğindeki artış birinci yıl %36 ve ikinci yıl %98 olarak belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, birinci yıl kuraklık tüm genotiplerde toplam karbonhidrat içeriğini istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli derece artırmıştır. Toplam karbonhidrat içeriğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Antep (%73) olurken, bunu Uzun (%48), Aşuri (%37.5), Siirt (%37.4), Melengiç (%27), Buttum (%23) ve Yabani (%8) takip etmiştir. Yeniden sulama tüm genotiplerde toplam karbonhidrat içeriğinde azalmaya sebep olmuş ve en fazla azalış gösteren Uzun (%52) olurken, bunu Buttum (%50), Siirt

(%46), Aşuri (%31), Antep (%29), Melengiç (%20) ve Yabani (%14) takip etmiştir. İkinci yılda da ilk yıla benzer şekilde kuraklıkla birlikte tüm genotiplerde toplam karbonhidrat içeriği yükselmiştir ($p<0.05$). Toplam karbonhidrat içeriğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Aşuri (%159) olurken, bunu Antep (%143), Buttum (%119), Siirt (%114), Yabani (%78), Uzun (%67) ve Melengiç (%35) takip etmiştir. Yeniden sulama ile de toplam karbonhidrat içeriği tüm genotiplerde azalmış ve en fazla azalış gösteren Siirt (%63) olurken, bunu Antep (%62), Buttum (%57), Aşuri (%56), Uzun (%46), Yabani (%33) ve Melengiç (%25) takip etmiştir.

Çizelge 4.19. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının toplam karbonhidrat içeriğine etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Toplam karbonhidrat içeriği (%) TA**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	24.14 ^{b} *	35.72 ^{a}	15.39 ^{b}	17.10 ^{a}
Aşuri	24.31 ^{b}	33.42 ^{a}	23.72 ^{a}	22.92 ^{b}
Antep	18.85 ^{b}	32.70 ^{a}	22.38 ^{ÖD}	23.21
Siirt	23.68 ^{b}	32.55 ^{a}	18.27 ^{ÖD}	17.43
Buttum	28.45 ^{b}	34.93 ^{a}	21.30 ^{a}	17.38 ^{b}
Melengiç	18.21 ^{b}	23.12 ^{a}	18.42 ^{ÖD}	18.49
Yabani	20.13 ^{b}	21.82 ^{a}	18.59 ^{ÖD}	18.84
Ortalama	22.54 ^{B}	30.61 ^{A}	19.72 ^{ÖD}	19.34
İkinci yıl				
Uzun	24.43 ^{b}	40.76 ^{a}	19.73 ^{b}	21.90 ^{a}
Aşuri	18.64 ^{b}	48.28 ^{a}	18.49 ^{b}	21.32 ^{a}
Antep	18.23 ^{b}	44.25 ^{a}	24.59 ^{a}	16.65 ^{b}
Siirt	26.13 ^{b}	56.02 ^{a}	26.92 ^{a}	20.49 ^{b}
Buttum	15.67 ^{b}	34.28 ^{a}	17.76 ^{a}	14.72 ^{b}
Melengiç	24.01 ^{b}	32.37 ^{a}	20.92 ^{b}	24.37 ^{a}
Yabani	18.40 ^{b}	32.83 ^{a}	19.36 ^{b}	22.09 ^{a}
Ortalama	20.79 ^{B}	41.26 ^{A}	21.11 ^{A}	20.22 ^{B}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.8. Prolin içeriği (µg.g^{-1} TA)

Prolin içeriği üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4. 20'de verilmiştir. Genel olarak prolin içeriği kuraklık uygulaması ile kontrole göre birinci yıl %362 ve ikinci yıl %222 artmıştır ($p<0.05$). Birinci yılda, kuraklık uygulaması tüm *Pistacia* genotiplerinde de prolin içeriğinin artışına neden olmuştur ($p<0.05$). Prolin içeriğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Buttum (%882) olurken, bunu Yabani (%543), Siirt (%384), Melengiç (%295), Uzun (%254), Aşuri (%170) ve

Antep (%151) takip etmiştir. Yeniden sulama tüm genotiplerde prolin içeriğinde azalmaya yol açmış ve en fazla azalış gösteren Buttum (%84) olurken, bunu Yabani (%70), Siirt (%67), Melengiç (%60), Uzun (%58), Antep (%48) ve Aşuri (%22) takip etmiştir. İkinci yılda da kuraklık tüm *Pistacia* genotiplerinde prolin içeriğinde artışa neden olmuştur ($p<0.05$). Prolin içeriğinde en fazla artışın belirlendiği genotip Yabani (%850) olurken, bunu Melengiç (%438), Buttum (%313), Aşuri (%171), Siirt (%105), Antep (%83) ve Uzun (%60) takip etmiştir. Yeniden sulama ile prolin içeriği tüm *Pistacia* genotiplerinde azalmış ve en fazla azalış gösteren Buttum (%88) olurken, bunu Yabani (%86), Siirt (%78), Uzun (%76), Melengiç (%69), Antep (%67) ve Aşuri (%54) takip etmiştir.

Çizelge 4.20. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının prolin içeriğine etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Prolin içeriği (µg.g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	96.9 ^{b} *	342.8 ^{a}	111.8 ^{b}	144.3 ^{a}
Aşuri	69.5 ^{b}	187.6 ^{a}	131.9 ^{b}	145.5 ^{a}
Antep	114.1 ^{b}	285.8 ^{a}	110.1 ^{b}	149.2 ^{a}
Siirt	116.7 ^{b}	564.9 ^{a}	99.7 ^{b}	184.2 ^{a}
Buttum	83.7 ^{b}	822.2 ^{a}	213.0 ^{b}	133.5 ^{a}
Melengiç	183.8 ^{b}	726.5 ^{a}	222.6 ^{b}	291.7 ^{a}
Yabani	77.1 ^{b}	496.0 ^{a}	88.6 ^{b}	150.4 ^{a}
Ortalama	106.0 ^{B}	489.4 ^{A}	139.7 ^{B}	171.3 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	98.8 ^{b}	158.0 ^{a}	52.3 ^{b}	37.5 ^{a}
Aşuri	48.4 ^{b}	131.5 ^{a}	93.6 ^{b}	61.1 ^{a}
Antep	79.0 ^{b}	144.7 ^{a}	93.4 ^{b}	47.4 ^{a}
Siirt	131.5 ^{b}	270.1 ^{a}	64.5 ^{b}	59.5 ^{a}
Buttum	70.5 ^{b}	291.1 ^{a}	37.7 ^{ÖD}	36.2
Melengiç	64.5 ^{b}	347.1 ^{a}	76.7 ^{b}	107.1 ^{a}
Yabani	39.1 ^{b}	371.3 ^{a}	42.6 ^{b}	52.0 ^{a}
Ortalama	76.0 ^{B}	244.8 ^{A}	65.8 ^{B}	57.3 ^{A}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.9. Protein içeriği (µg.g^{-1} TA)

Protein içeriği üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Genel olarak kuraklık stresi uygulaması protein içeriğinin kontrole göre birinci yıl %2 ve ikinci yıl %12 azalmasına yol açmıştır ($p<0.05$). Birinci yıl kuraklık uygulaması ile protein içeriği Uzun ve Melengiç'de artarken diğer

genotiplerde azalmış ancak farklılıklar istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemsiz bulunmuştur. Yeniden sulama ile protein içeriği Yabani (%28), Melengiç (%21), Buttum (%16) ve Aşuri'de (%15) istatistiki olarak önemli seviyede artarken, Uzun (%4), Antep (%2) ve Siirt'te (%1.7) gerçekleşen yükseliş önemsiz olmuştur. İkinci yılda, Aşuri, Antep ve Melengiç hariç diğerlerinde kuraklık uygulamasının protein içeriğine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması protein içeriğini en fazla Siirt'te (%35) azaltırken, bunu Buttum (%18), Yabani (%9), Uzun (%6), Aşuri (%3), Antep (%1.4) ve Melengiç (%1) takip etmiştir. Yeniden sulamada protein içeriği Melengiç ve Yabani hariç tüm genotiplerde artmış ve en fazla artış Buttum'da (%29) olurken, bunu Siirt (%16), Uzun (%5), Aşuri (%3) ve Antep (%2) takip etmiştir. Ancak Yabani (6%) ve Melengiç (4%) genotiplerinin protein içeriği azalmaya devam etmiştir.

Çizelge 4.21. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının protein içeriğine etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Protein içeriği (µg.g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	40.08^{ÖD} *	41.95	41.94 ^{ÖD}	43.55
Aşuri	39.32^{ÖD}	37.71	37.68 ^{b}	43.33 ^{a}
Antep	42.68^{ÖD}	42.01	42.01 ^{ÖD}	42.88
Siirt	47.56^{ÖD}	43.54	43.54 ^{ÖD}	44.28
Buttum	47.03^{ÖD}	45.61	45.59 ^{b}	52.83 ^{b}
Melengiç	37.93^{ÖD}	39.35	39.31 ^{b}	47.64 ^{a}
Yabani	41.21^{ÖD}	38.85	38.85 ^{b}	49.76 ^{a}
Ortalama	42.26^{A}	41.29^{B}	41.27^{B}	46.32 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	41.11^{a}	38.65^{b}	40.98^{ÖD}	40.51
Aşuri	38.13^{ÖD}	37.19	39.34^{ÖD}	38.30
Antep	36.46^{ÖD}	35.94	36.74^{ÖD}	36.52
Siirt	53.80^{a}	34.86^{b}	38.13^{b}	40.36^{a}
Buttum	43.01^{a}	35.04 ^{b}	44.18^{ÖD}	45.10
Melengiç	44.00^{ÖD}	43.56	38.28^{b}	41.02^{a}
Yabani	42.86^{a}	39.17^{b}	35.92^{b}	37.41^{a}
Ortalama	42.77^{A}	37.77 ^{B}	39.08^{ÖD}	39.89

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.6.10. Yaprak dokularında malondialdahit (MAD) miktarı (nmmol.ml^{-1} TA)

MDA miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.22'de verilmiştir. Kuraklık stresi genel olarak MDA miktarını kontrole göre birinci yıl %68 ve ikinci yıl %29 oranında artırmıştır ($p<0.05$). Ayrıca, ilk yıl kuraklığın

MDA miktarı üzerine etkisi tüm genotiplerde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. MDA miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Siirt (%115) olurken, bunu Aşuri (%89), Uzun (%83), Antep (%79.8), Melengiç (%79.7), Buttum (%49) ve Yabani (%18) takip etmiştir. Yeniden sulama Yabani ve Melengiç hariç diğer genotiplerde MDA miktarındaki artışı durdurmamış ve en fazla artış Aşuri'de (%76) tespit edilmiş, bunu Buttum (%37), Uzun (%34), Siirt (%26), Antep (%20) takip etmiştir. Yabani ve Melengiç genotiplerinin MDA miktarı sırayla %17 ve %33 oranında azalmıştır.

Çizelge 4.22. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının malondialdahit miktarına etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Malondialdahit miktarı (nmmol.ml^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	0.520 ^{b} *	0.950 ^{a}	0.895 ^{b}	1.277 ^{a}
Aşuri	0.708 ^{b}	1.335 ^{a}	0.813 ^{b}	2.345 ^{a}
Antep	0.672 ^{b}	1.209 ^{a}	0.839 ^{b}	1.448 ^{a}
Siirt	0.491 ^{b}	1.057 ^{a}	0.834 ^{b}	1.327 ^{a}
Buttum	0.859 ^{b}	1.282 ^{a}	1.095 ^{b}	1.754 ^{a}
Melengiç	1.191 ^{b}	2.141 ^{a}	1.176 ^{b}	1.445 ^{a}
Yabani	0.984 ^{b}	1.160 ^{a}	0.985 ^{ÖD}	0.968
Ortalama	0.775 ^{B}	1.305 ^{A}	0.948 ^{B}	1.509 ^{A}
İkinci yıl				
Uzun	1.058 ^{ÖD}	1.118	1.097 ^{b}	1.283 ^{a}
Aşuri	1.198 ^{b}	1.629 ^{a}	1.209 ^{b}	1.915 ^{a}
Antep	0.955 ^{b}	1.393 ^{a}	0.965 ^{b}	1.487 ^{a}
Siirt	1.008 ^{b}	1.244 ^{a}	1.016 ^{b}	1.479 ^{a}
Buttum	0.984 ^{b}	1.620 ^{a}	1.004 ^{b}	1.742 ^{a}
Melengiç	1.512 ^{ÖD}	1.513	1.487 ^{b}	1.727 ^{a}
Yabani	1.273 ^{b}	1.778 ^{a}	1.226 ^{b}	2.081 ^{a}
Ortalama	1.141 ^{B}	1.471 ^{A}	1.143 ^{B}	1.674 ^{A}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yıl Uzun ve Melengiç hariç diğer *Pistacia* genotiplerinde kuraklık uygulamasının MDA miktarının artışına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. MDA miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Buttum (%65) olurken, bunu Antep (%46), Yabani (%40), Aşuri (%36), Siirt (%23) ve Uzun (%6) takip etmiştir. Yeniden sulama uygulamasında tüm *Pistacia* genotiplerinde MDA miktarındaki artışlar devam etmiştir ve en fazla artış gösteren Siirt (%19) olurken, bunu Aşuri (%18), Yabani (%17), Uzun (%15), Melengiç (%14), Buttum (%8) ve Antep (%7) takip etmiştir.

4.6.11. Yaprak dokularında Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarı (nmmol.ml^{-1}TA)

Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarı üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.23'te verilmiştir. Genel olarak kuraklık stresi H_2O_2 miktarını istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli seviyede artırmış ve bu artış birinci yıl %107 ve ikinci yıl %28 olarak belirlenmiştir. Tüm *Pistacia* genotiplerinde kuraklıkla H_2O_2 miktarının artışı birinci yıl istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Kuraklık stresi ile H_2O_2 miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip Melengiç (%167) olurken, bunu Buttum (%156), Aşuri (%137), Yabani (%101), Uzun (%85.9), Antep (%85.7) ve Siirt (%71) takip etmiştir. Yeniden sulama ile tüm genotiplerde H_2O_2 miktarında önemli azalışlar meydana gelmiş ve en fazla azalış Uzun'da (%60.2) olurken, bunu Aşuri (%60), Siirt (%57), Melengiç (%45), Yabani (%40), Buttum (%36.8) ve Antep (%36.7) takip etmiştir.

Çizelge 4.23. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarına etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Hidrojen peroksit miktarı (nmmol.ml^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	22.24 ^{b} *	41.35 ^{a}	27.75 ^{a}	16.45 ^{b}
Aşuri	19.16 ^{b}	45.42 ^{a}	24.64 ^{a}	18.17 ^{b}
Antep	21.84 ^{b}	40.55 ^{a}	23.60 ^{ÖD}	25.67
Siirt	27.84 ^{b}	47.75 ^{a}	28.77 ^{a}	20.65 ^{b}
Buttum	10.66 ^{b}	27.31 ^{a}	17.37 ^{ÖD}	17.25
Melengiç	16.66 ^{b}	44.50 ^{a}	17.30 ^{b}	24.41 ^{a}
Yabani	28.75 ^{b}	57.71 ^{a}	30.44 ^{b}	34.58 ^{a}
Ortalama	21.02 ^{B}	43.51 ^{A}	24.27 ^{A}	22.45 ^{B}
İkinci yıl				
Uzun	34.86 ^{b}	41.55 ^{a}	34.39 ^{b}	42.56 ^{a}
Aşuri	28.34 ^{b}	30.28 ^{a}	26.51 ^{b}	44.41 ^{a}
Antep	29.67 ^{b}	36.43 ^{a}	16.24 ^{b}	28.45 ^{a}
Siirt	17.47 ^{b}	22.57 ^{a}	18.65 ^{b}	22.73 ^{a}
Buttum	18.37 ^{b}	35.70 ^{a}	20.57 ^{ÖD}	21.69
Melengiç	20.44 ^{b}	25.34 ^{a}	24.61 ^{b}	21.41 ^{a}
Yabani	18.85 ^{b}	22.51 ^{a}	19.31 ^{b}	36.52 ^{a}
Ortalama	24.00 ^{B}	30.63 ^{A}	22.90 ^{B}	31.11 ^{A}

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

İkinci yılda da kuraklık tüm genotiplerde H_2O_2 miktarının artmasına neden olmuştur ($p<0.05$). Buttum (%94) H_2O_2 miktarında en fazla artışın belirlendiği genotip

olurken, bunu Siirt (%29), Melengiç (%24), Antep (%23), Yabani (%19.4), Uzun (%19.2) ve Aşuri (%7) takip etmiştir. Uzun (%2), Aşuri (%32), Siirt (%0.7) ve Yabani'de (%38) yeniden sulamada H_2O_2 miktarındaki artışlar devam etmiş, Antep, Buttum ve Melengiç genotiplerinin H_2O_2 miktarı sırayla %28, %65 ve %18 oranında azalmıştır.

4.7. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin biyokimyasal parametreleri ile ilgili Puanlama

Kuraklıkta biyokimyasal parametreleri en az etkilenen genotipe en düşük puan (1 puan) ve yeniden sulamada ise en fazla iyileşmiş genotipe en düşük puan (1 puan) verilmiştir. Elde edilen puanlama Çizelge 4.24'te verilmiştir. Bulunan puanlamaya göre birinci yılda kuraklığa tolerans sırası Uzun, Yabani, Siirt, Antep, Buttum, Melengiç ve Aşuri şeklinde olurken, ikinci yılda Antep, Melengiç, Buttum, Siirt, Yabani, Aşuri ve Uzun şeklinde sıralanmıştır.

4.8. Kuraklık ve iyileşme sürecinin *Pistacia* genotiplerinde antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi

4.8.1. Süperoksit Dismutaz (SOD) aktivitesi (EU g^{-1} TA)

SOD aktivitesi üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Birinci yılında, kuraklık uygulamasının tüm *Pistacia* genotiplerinde SOD aktivitesine etkisi istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. Kuraklık stresinin SOD aktivitesinde en fazla artışa neden olduğu genotip Aşuri (19 kat) olurken, bunu Uzun (16 kat), Antep (13 kat), Yabani (4 kat), Siirt (3.3 kat), Buttum (2.75 kat) ve Melengiç (2.69 kat) takip etmiştir. Yeniden sulamada Buttum ve Siirt hariç diğer genotiplerde SOD aktivitesinde azalış meydana gelirken, bu iki genotipte SOD aktivitesinde yükseliş iyileşme döneminde de devam etmiştir. Uzun, Aşuri ve Antep de ise iyileşme sonunda SOD aktivitesi kontrolden bile düşük olarak belirlenmiştir. İkinci yılda kuraklık uygulaması Aşuri hariç diğer genotiplerde SOD aktivitesinin istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli seviyede artışını sağlamıştır.

Çizelge 4.24. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin biokimyasal parametrelerine ait puanları

Biyokimyasal parametreleri	Uygulama	Biyokimyasal parametreleri ait puanları						
		Birinci yıl						
		Uzun	Aşuri	Antep	Siirt	Buttum	Melengiç	Yabani
Toplam klorofil miktarı	**Kuraklık**	5	6	1	3	2	4	7
	İyileşme	6	4	5	3	1	7	2
Karotenoid miktarı	**Kuraklık**	2	5	1	3	6	7	4
	İyileşme	4	5	1	6	7	3	2
Toplam flavonoid miktarı	**Kuraklık**	6	3	2	1	4	5	7
	İyileşme	1	5	6	2	4	7	3
Antosiyanin miktarı	**Kuraklık**	2	6	7	3	5	4	1
	İyileşme	2	6	3	7	4	5	1
Toplam karbonhidrat içeriği	**Kuraklık**	2	3	1	4	6	5	7
	İyileşme	1	4	5	3	2	6	7
Prolin içeriği	**Kuraklık**	5	6	7	3	1	4	2
	İyileşme	5	7	6	3	1	4	2
Protein içeriği	**Kuraklık**	2	6	4	3	5	1	7
	İyileşme	5	4	6	7	3	2	1
Malondialdahit miktarı	**Kuraklık**	5	6	4	7	2	3	1
	İyileşme	5	7	3	4	6	1	2
H_2O_2 miktarı	**Kuraklık**	3	5	2	1	6	7	4
	İyileşme	1	2	7	3	6	4	5
Toplam		**62**	**90**	**71**	**66**	**71**	**79**	**65**
İkinci yıl								
Toplam klorofil miktarı	**Kuraklık**	7	2	6	3	5	1	4
	İyileşme	4	5	1	2	3	6	7
Karotenoid miktarı	**Kuraklık**	5	6	2	4	7	1	3
	İyileşme	3	7	6	5	4	2	1
Toplam flavonoid miktarı	**Kuraklık**	6	5	4	7	2	1	3
	İyileşme	7	4	3	6	2	1	5
Antosiyanin miktarı	**Kuraklık**	5	7	3	2	4	6	1
	İyileşme	4	6	1	2	5	7	3
Toplam karbonhidrat içeriği	**Kuraklık**	6	1	2	4	3	7	5
	İyileşme	5	4	2	1	3	7	6
Prolin içeriği	**Kuraklık**	7	4	6	5	3	2	1
	İyileşme	4	7	6	3	1	5	2
Protein içeriği	**Kuraklık**	4	3	2	7	6	1	5
	İyileşme	3	4	5	2	1	6	7
Malondialdahit miktarı	**Kuraklık**	2	4	6	3	7	1	5
	İyileşme	4	6	1	7	2	3	5
H_2O_2 miktarı	**Kuraklık**	2	1	4	6	7	5	3
	İyileşme	5	6	2	4	1	3	7
Toplam		**83**	**82**	**62**	**73**	**66**	**65**	**73**

SOD aktivitesinde en fazla artışın belirlendiği genotip Yabani (2.3 kat) olurken, bunu Uzun (1.8 kat), Siirt (1.6 kat), Buttum (1.5 kat), Melengiç (1.3 kat) ve Antep (1.2 kat) takip etmiştir. Aşuri'de ise kontrolle aynı seviyede kalmıştır.Yeniden sulama ile tüm genotiplerinde SOD aktivitesi azalış göstermiş, hatta Uzun, Antep, Siirt ve Buttum'da

kontroldan daha düşük seviyelerde belirlenmiş, Melengiç ve Yabani'de ise kontrolden daha yüksek SOD aktivitesi meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının süperoksit dismutaz enzim aktivitesine etkisi.

Pistacia genotipleri	Süperoksit dismutaz enzim aktivitesi (EU g^{-1} TA)			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		İyileşme sonunda	
	Kontrol	Kuraklık	Kontrol	Kuraklık
Uzun	202.00 b*	3134.50 a	906.64 a	617.38 b
Aşuri	208.00 b	3949.47 a	1329.73 a	777.89 b
Antep	216.00 b	2852.39 a	1675.46 a	816.79 b
Siirt	342.64 b	1140.36 a	1010.05 b	1197.95 a
Buttum	431.73 b	1187.13 a	452.97 b	1509.42 a
Melengiç	453.32 b	1219.39 a	471.55 b	1090.14 a
Yabani	216.00 b	873.54 a	484.36 b	757.56 a
İkinci yıl				
Uzun	685.29 b	1225.08 a	787.97 a	432.00 b
Aşuri	863.46 ÖD	884.78	862.63 ÖD	795.29
Antep	764.83 b	906.64 a	977.62 a	863.46 b
Siirt	836.72 b	1329.73 a	1109.42 a	925.39 b
Buttum	1107.42 b	1675.46 a	1060.28 a	972.29 b
Melengiç	1210.05 b	1579.47 a	404.00 b	1235.17 a
Yabani	452.97 b	1060.85 a	416.00 b	854.61 a

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil

4.8.2. Peroksidaz (POD) aktivitesi (EU g^{-1} TA)

POD aktivitesi üzerine kuraklık stresi ve yeniden sulamanın (iyileşme) etkileri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Birinci yıl kuraklık uygulamasında POD aktivitesindeki artış tüm *Pistacia* genotiplerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. POD aktivitesinde en fazla artışın belirlendiği genotip Aşuri (12.6 kat) olurken, bunu Antep (11.3 kat), Uzun (10.8 kat), Yabani (3.1 kat), Melengiç (2.9 kat), Siirt (2.8 kat) ve Buttum (2.3 kat) takip etmiştir. POD aktivitesi yeniden sulamaya başlamadan sonra Buttum ve Melengiç hariç diğer genotiplerde azalmış, bu iki genotipte ise POD aktivitesinde yükseliş iyileşme döneminde de devam etmiştir. Uzun, Aşuri ve Antep ise iyileşme sonunda POD aktivitesi kontrolden bile düşük olarak belirlenmiş, ancak Siirt'te ve Yabani'de kontrolden daha yüksek POD aktivitesi meydana gelmiştir. İkinci yılda da kuraklık uygulaması tüm *Pistacia* genotiplerinde POD aktivitesinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli artışa sebep olmuştur. POD aktivitesinde en fazla artışın belirlendiği

genotip Yabani (%109) olurken, bunu Siirt (%45), Melengiç (%23), Buttum (%15), Antep (%9), Aşuri (%5) ve Uzun (%2) takip etmiştir. Yeniden sulama ile tüm antepfıstığı genotiplerinde POD aktivitesinde düşüş gerçekleşmiş, ancak Aşuri'de kurak uygulaması sonrası sulama yapılan bitkilerle kontrol aynı düzeyde olurken diğer genotiplerde kontrolden daha düşük düzeylerde belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının peroksidaz enzim aktivitesine etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Peroksidaz (POD) enzim aktivitesi (EU g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	2153.26 [b] *	23180.86 [a]	7437.00 [a]	6400.00 [b]
Aşuri	1894.87 [b]	23863.97 [a]	9623.79 [a]	6840.00 [b]
Antep	2325.52 [b]	26300.31 [a]	9907.39 [a]	6700.00 [b]
Siirt	3252.00 [b]	9266.63 [a]	8018.86 [b]	8670.08 [a]
Buttum	3496.20 [b]	8154.63 [a]	4828.51 [b]	8925.58 [a]
Melengiç	3318.50 [b]	9788.01 [a]	4249.09 [b]	9836.81 [a]
Yabani	2427.58 [b]	7592.40 [a]	5100.18 [b]	6740.53 [a]
İkinci yıl				
Uzun	7104.00 [b]	7244.20 [a]	6957.31 [a]	4651.04 [b]
Aşuri	7603.34 [b]	7983.78 [a]	6538.52 [ÖD]	6504.00
Antep	6795.63 [b]	7397.32 [a]	7265.83 [a]	6992.40 [b]
Siirt	6690.38 [b]	9713.46 [a]	8864.79 [a]	6637.00 [b]
Buttum	8712.04 [b]	9984.25 [a]	8369.64 [a]	7036.83 [b]
Melengiç	8867.29 [b]	10918.86 [a]	4306.51 [b]	7244.20 [a]
Yabani	4723.71 [b]	9872.68 [a]	3789.73 [b]	7889.42 [a]

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil

4.8.3. Katalaz aktivitesi (EU g^{-1} TA)

Katalaz aktivitesi kuraklık stresi ve yeniden sulama (iyileşme) uygulamalarından önemli derece etkilenmiştir (Çizelge 4.27.). İlk yıl kuraklık uygulaması tüm *Pistacia* genotiplerinde katalaz aktivitesini istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli ölçüde artırmıştır. Katalaz aktivitesinde en fazla artışın belirlendiği genotip Uzun (14.7 kat) olurken, bunu Aşuri (13.9 kat), Antep (13.3 kat), Siirt (3.67 kat), Buttum (3.43 kat), Melengiç (3.4 kat) ve Yabani (3.23 kat) takip etmiştir. Yeniden sulama uygulaması tüm genotiplerde katalaz aktivitesini azaltmıştır. Bununla beraber, Uzun ve Siirt'te kontrol ile aynı seviyelerde bulunurken, Aşuri ve Antep'te iyileşme sonunda katalaz aktivitesi kontrolden bile düşük olarak belirlenmiş, Melengiç, Buttum ve Yabani'de ise kontrolden daha yüksek katalaz aktivitesi bulunmuştur. İkinci yılda da kuraklık uygulaması ile katalaz aktivitesi artışı

Uzun ve Buttum hariç diğer *Pistacia* genotiplerinde istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli belirlenmiştir. En yüksek katalaz aktivitesi artışı Yabani'de (%103) belirlenirken, bunu Siirt (%92), Antep (%23), Aşuri (%15), Melengiç (%12), Buttum (%6) ve Uzun (%1) takip etmiştir. Yeniden sulama ile Antep hariç diğer genotiplerde katalaz aktivitesi azalış göstermiş, Aşuri ve Buttum kontrol ile aynı seviyelerde olurken, Uzun'da kontroldan daha düşük seviyelerde belirlenmiştir. Melengiç, Antep, Siirt ve Yabani'de ise kontrolden daha yüksek katalaz aktivitesi meydana gelmiştir.

Çizelge 4.27. Kuraklık ve iyileşme uygulamalarının katalaz enzim aktivitesine etkisi.

***Pistacia* genotipleri**	**Katalaz enzim aktivitesi (EU g^{-1} TA)**			
	Birinci yıl			
	Kuraklık sonunda		**İyileşme sonunda**	
	Kontrol	**Kuraklık**	**Kontrol**	**Kuraklık**
Uzun	88.00 [b] *	1290.77 [a]	293.25 [ÖD]	278.04
Aşuri	79.00 [b]	1097.16 [a]	491.83 [a]	238.01 [b]
Antep	83.00 [b]	1103.24 [a]	418.06 [a]	264.19 [b]
Siirt	124.31 [b]	455.92 [a]	423.03 [ÖD]	443.09
Buttum	122.09 [b]	418.29 [a]	197.33 [b]	376.63 [a]
Melengiç	126.62 [b]	430.01 [a]	181.04 [b]	353.84 [a]
Yabani	83.00 [b]	267.83 [a]	186.12 [b]	238.01 [a]
İkinci yıl				
Uzun	305.63 [ÖD]	308.68	241.48 [a]	166.00 [b]
Aşuri	264.19 [b]	304.79 [a]	264.19 [ÖD]	248.51
Antep	242.56 [b]	298.36 [a]	244.63 [b]	437.09 [a]
Siirt	258.37 [b]	496.45 [a]	253.25 [b]	384.55 [a]
Buttum	424.23 [ÖD]	448.65	354.73 [ÖD]	359.63
Melengiç	381.12 [b]	427.72 [a]	176.00 [b]	311.27 [a]
Yabani	189.45 [b]	384.49 [a]	158.00 [b]	302.54 [a]

* Aynı satırda her yıl için farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0.05$) önemlidir, ÖD: Önemli Değil.

4.9. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin antioksidan enzim aktivitelerini ile ilgili Puanlama

Kuraklıkta antioksidan enzim aktiviteleri en az etkilenen genotipe en düşük puan (1 puan), ve yeniden sulamada ise en fazla iyileşme gösteren genotipe en düşük puan (1 puan) verilmiştir. Elde edilen puanlama Çizelge 4.28'de verilmiştir. Bulunan puanlamaya göre birinci yılda *Pistacia* genotiplerinin kuraklığa tolerans durumu sırayla Aşuri, Uzun, Antep, Yabani, Siirt, Melengiç ve Buttum, ikinci yılda ise Siirt, Yabani, Uzun, Melengiç, Buttum, Aşuri ve Antep şeklinde bulunmuştur.

Çizelge 4.28. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin antioksidan enzim aktiviteleri ait puanları.

Antioksidan enzimler aktiviteleri	Uygulama	Antioksidan enzim aktiviteleri ait puanları						
		Birinci yıl						
		Uzun	Aşuri	Antep	Siirt	Buttum	Melengiç	Yabani
SOD	**Kuraklık**	2	1	3	5	6	7	4
	İyileşme	2	1	3	6	7	5	4
POD	**Kuraklık**	3	1	2	6	7	5	4
	İyileşme	2	3	1	5	7	6	4
KAT	**Kuraklık**	1	2	3	4	5	6	7
	İyileşme	2	1	3	7	6	4	5
Toplam		**12**	**9**	**15**	**33**	**38**	**33**	**28**
İkinci yıl								
SOD	**Kuraklık**	2	7	6	3	4	5	1
	İyileşme	1	4	7	3	2	5	6
POD	**Kuraklık**	7	6	5	2	4	3	1
	İyileşme	1	6	7	2	4	3	5
KAT	**Kuraklık**	7	4	3	2	6	5	1
	İyileşme	1	6	7	3	5	2	4
Toplam		**19**	**33**	**35**	**15**	**25**	**23**	**18**

4.10. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin tüm parametrelerinin toplam puanları

Pistacia genotiplerinin her yıl ve parametrelere göre hesaplanan toplam puanları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Elde edilen toplam puanlara göre denemede kullanılan genotiplerin kuraklığa tolerans sıralaması Antep, Uzun, Buttum, Melengiç, Yabani, Siirt ve Aşuri olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Kuraklık ve iyileşme sürecinde *Pistacia* genotiplerinin tüm parametrelerinin toplam puanları.

Parametreleri	Süre	Tüm parametrelerin toplam puanları						
		Uzun	Aşuri	Antep	Siirt	Buttum	Melengiç	Yabani
Morfolojik parametreleri	**Birinci yıl**	38	42	29	46	25	31	41
	İkinci yıl	30	44	23	53	28	35	39
Fizyolojik parametreleri	**Birinci yıl**	21	24	21	28	25	22	27
	İkinci yıl	24	26	25	20	28	21	24
Biokimyasal parametreleri	**Birinci yıl**	62	90	71	66	71	79	65
	İkinci yıl	83	82	62	73	66	65	73
Antioksidan enzim aktiviteleri	**Birinci yıl**	12	9	15	33	38	33	28
	İkinci yıl	19	33	35	15	25	23	18
Toplam		**289**	**350**	**281**	**334**	**306**	**309**	**315**

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, bazı *Pistacia* türleri (Buttum ve Melengiç) ve antepfıstığı çeşitleri [3 Türk (Uzun, Antep ve Siirt) ve 2 Suriye çeşidi (Aşuri ve Yabani)] çöğürlerinin kurak şartlardaki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri ve tolerans durumları incelenmiştir. Kuraklık stresi bitkilerin morfolojik parametreleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Buna bağlı olarak yaptığımız çalışmada, kuraklık grubundaki çöğürlerin boyu kontrol grubundakilere göre daha kısa bulunmuştur. Kuraklık uygulamasında birinci ve ikinci yılda en fazla azalışın görüldüğü genotip Yabani (sırayla %45.6 ve %56.2) olurken, birinci yılda en az azalış gösteren genotip Antep (%1.4) ikinci yılda ise Melengiç (%10.8) olmuştur. Kuraklık stresine bağlı olarak bitki boyunun azalması önceki birçok çalışmada bildirilmiştir. *P. lentiscus*'da (Vasques ve ark., 2016), *P. atlantica*'da (Chebouti-Meziou ve ark., 2011), *P. khinjuk*'da (Mirzaei ve Yousefzadeh, 2013), badem anaçlarında (Parvaneh ve Afshari, 2013), incirde (Rostami ve Rahemi, 2013), şeftalide (Rahmati ve ark., 2015), erikte (Bolat ve ark., 2016) ve zeytinde (Fouad ve ark., 2014; Al-Shatti ve Al-Menaie, 2015) benzer sonuçlar elde etmiştir. Ayrıca, (Yadolahi ve ark., 2009) kuraklık stresinin badem çeşitlerinde sürgün büyümesini azalttığını belirlemiştir. Kuraklık stresi altındaki bitki boyundaki azalmaların, hücre bölünmesini ve genişlemesini sağlayan suyun dokulardan kaybolmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Azza ve ark., 2010). Ayrıca, kuraklık stresi altındaki bitkilerin sürgün büyümesinin azalmasının sürgünlere sitokinin transferinin bozulması ve besin kullanılabilirliğinin değişmesi nedeniyle meydana gelebileceği de ifade edilmiştir (Stoll ve ark., 2000).

Antepfısığı çöğürlerinin çapı, kuraklık uygulamasındaki bitkilerde kontrol grubundakilere göre daha ince belirlenmiştir. Kuraklığa bağlı olarak meydana gelen azalma en fazla Siirt'te (%14.9), ikinci yılda ise Yabani'de (%17.5) olurken, birinci yılda en düşük azalış Buttum (%1), ikinci yılda ise Uzun'da (%7.5) tespit edilmiştir. Kuraklık şartlarında sürgün çapının kontrole göre azalış göstermediği genotip ise Antep olmuştur. (Karimi ve ark., 2018) gövde çapındaki büyüme oranının bitkilerin su durumunun tahmininde kullanıldığını belirtmiştir. Ek olarak, (Ohashi ve ark., 2006) gövde çapının bitkilerde su durumuna bağlı olduğunu ve su stresi altında yavaşladığını, çünkü transpirasyonla kaybedilen suyun kökler tarafından alınan su miktarını aştığını

bildirmiştir. Kuraklık stresinin gövde çapı üzerinde benzer etkileri *P. khinjuk* bitkisinde (Mirzaei ve Yousefzadeh, 2013), elmada (Jie ve ark., 2010; Alizadeh ve ark., 2011; Liu ve ark., 2012b), incirde (Rostami ve Rahemi, 2013; El-Shazly ve ark., 2014), narda (Xie ve ark., 2015) ve zeytinde (Pouyafard ve ark., 2016) bildirilmiştir.

Yaprak alanı verileri incelendiğinde, her iki yılda da kurak uygulaması tüm genotiplerde yaprak alanının önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Meydana gelen en fazla azalış birinci yılda Aşuri (%40.5) ikinci yılda ise Antep'te (%34.4) belirlenmiştir. Bu sonuçlar kuraklık stresinin yaprak alanını azalttığını gösteren birçok çalışma ile uyumludur. Antepfıstığı çeşitlerinde (Abbaspour ve ark., 2011; Esmaeilpour ve ark., 2015; Khoyerdi ve ark., 2016), bademde (Egea ve ark., 2013; Zokaee-Khosroshahi ve ark., 2014) ve kirazda (Kırnak ve Demirtaş, 2002) kurak stresinin yaprak alanını azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, kuraklık stresi altındaki büyüyen yaprakların, iyi sulanan bitkilerde yetişenlerden daha küçük boyutta olgunluğa ulaştığı bildirilmiştir (Schurr ve ark., 2000). Kuraklık, turgor kaybı ve yaprak sayısındaki azalma nedeniyle yaprak alanını azaltmaktadır (Farooq ve ark., 2009). İlave olarak, yaprak alanının azalması, mitozun azalması, kuraklık stresi altında hücre uzaması ve genişlemenin azalmasının bir sonucu olabilir (Hussain ve ark., 2008). Öte yandan, küçük boyutlu yaprakların üretimi, terlemeyi azaltmanın yanı sıra su kaybını sınırlandırmanın ve ışık enerjisinin zararını önlemek için önemli uyarlama karakterlerinden biridir (Wang ve Yamauchi, 2016; Toscano ve ark., 2019). Fotosenteze foto-inhibe edici bir işlem olarak etki eden ışık enerjisinin zararını önlemek (Flexas ve ark., 2006) ve fotosentezi korumak için bir bitkinin geliştirdiği bir korunma yöntemidir (Toscano ve ark., 2019).

Genel olarak kuraklık şartlarında özgün yaprak ağırlığı düşmüştür. Yeni sulamada birinci yılda tüm genotiplerde ve ikinci yılda ise Uzun, Siirt ve Melengiç hariç kuraklık stresli çöğürlerdeki özgün yaprak ağırlığı kontrol seviyesinden fazla yükselmiştir. (Hamed ve ark., 2016) yaptıkları çalışmada, su stresinin *P. vera* çöğürlerinde özgün yaprak ağırlığını önemli ölçüde azalttığını belirlemiştir. Ayrıca, tüm su stresi muamalelerinde *P. atlantica*'nın özgün yaprak ağırlığının *P. vera*'lardan daha yüksek olduğunu ve tekrar sulandıktan sonra stres altındaki *P. atlantica* bitkilerinin özgün yaprak ağırlığının iyi sulananlara benzer olduğunu bildirmiştir. Buna karşılık, *P. vera*'da özgün

yaprak ağırlığı iyileşmemiş ve düşük değerlerinde kalmıştır. Ayrıca, (Chartzoulakis ve ark., 2002) iki avokado çeşidinde su stresli bitkilerin daha küçük yapraklara ve daha küçük özgün yaprak ağırlığına sahip olduğunu göstermiştir. (Karimi ve ark., 2018)'de su stresine maruz kalan bazı İran zeytin çeşitlerinin ÖYA'larının düştüğünü, bazı çeşitlerin ise etkilenmediğini belirlemiştir. Buna karşın, su stresi badem (Zokaee-Khosroshahi ve ark., 2014), şeftali (Dichio ve ark., 2007), incir (Rostami ve Rahemi, 2013) ve farklı dört türde (Rao ve ark., 2008) ÖYA artışa neden olmuştur.

Kuraklık stresi altındaki yaş ve kuru ağırlıkların düşüşü, bitki büyümesindeki azalmaya bağlıdır. Su stresinde hücre bölünmesi ve büyümesi için gereken suyun temin edilememesi nedeniyle büyümede azalmalara neden olurken, karbon ve azot metabolizmasında meydana gelen yetersizliklerde bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında düşüşlere neden olmaktadır (Bertamini ve ark., 2006). Elde edilen veriler değerlendirildiğinde kuraklık uygulamalarında sürgün yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar olduğu bulunmuştur. Yeniden sulamada her iki yılda tüm genotiplerde kuraklık stresli çöğürlerdeki yaş ağırlığı kontrol seviyesinden fazla yükselmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, çeşitli bitkiler üzerinde yapılan önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Antepfıstığında (Abbaspour ve ark., 2011; Abbaspour ve ark., 2012; Esmaeilpour ve ark., 2015), bademde (Gikloo ve Elhami, 2012; Zokaee-Khosroshahi ve ark., 2014), incirde (El-Shazly ve ark., 2014), elmada (Alizadeh ve ark., 2011; Bolat ve ark., 2016), asmade (Bertamini ve ark., 2006) ve portakalda (Zaher-Ara ve ark., 2016) kuraklığın yaş ağırlığı azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kuraklığın antepfıstığında (Chebouti-Meziou ve ark., 2011; Habibi ve Hajiboland, 2013; Mirzaei ve Yousefzadeh, 2013; Esmaeilpour ve ark., 2015; Khoyerdi ve ark., 2016), elmada (Bolat ve ark., 2016), incirde (El-Shazly ve ark., 2014), bademde (Zokaee-Khosroshahi ve ark., 2014) ve narda (Xie ve ark., 2015) kuru ağırlığın düşüşüne neden olduğu bulunmuştur.

Hücre membran geçirgenliği, farklı streslerin etkisinin bir göstergesi olarak uzun zamandır en fazla değerlendirilen özelliklerden birisidir (Farooq ve Azam, 2006). Oksidatif stres genellikle reaktif oksijen türlerinin yoğunluğuna bağlı olarak membran proteinleri ve lipitlerin yapısında meydana gelen bozulmalar nedeniyle hücre zararlanmasına neden olmaktadır. Kuraklık stresi, yapraklardaki lipit metabolizması

üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir, genellikle membranın polar lipitlerinin içeriklerinde bir düşüşe yol açmaktadır. Bununla birlikte, membranın lipit bileşiklerinin değişiklikleri, içinde bulundukları ortamda meydana gelen değişikliklerin sonucu olarak geçirgenliği ve iç membran protein aktivitelerini etkileyebilmektedir (Quartacci ve ark., 2000). Elde ettiğimiz verilere göre her iki yılda da kuraklık uygulaması membran geçirgenliğinin artışına neden olmuştur. Buna karşılık, iyileşme sürecinde genotiplere bağlı olarak membran stabilitesinde bir düzelme meydana gelmiştir. Armutta (Li ve ark., 2008; Wang ve ark., 2008; Sharma ve Sharma, 2009), elmada (Yuhua ve ark., 2008; Liu ve ark., 2010), dutta (Reddy ve ark., 2004), zeytinde (Fouad ve ark., 2014; Dias ve ark., 2018) yapılan çalışmalarda kuraklık stresi ile birlikte membran geçirgenliğinde bir artış meydana geldiği bildirilmiştir.

Kuraklık stresi sonucu bitkilerde kök faaliyetleri azalması ile birlikte su alınımı da azalır bunun sonucunda yapraklarda su içeriğinde azalmalar meydana gelir (Taiz ve Zeiger, 2008). Bitkilerde suyun varlığı, turgorun korunmasını ve topraktan mineral maddelerinin alınmasını sağlar. Nispi su içeriğinin azalması ile birlikte bitki hücreleri turgorunu kaybederek büzülür ve ozmotik dengeyi koruyucu mekanizmalarını devreye sokarak hücre hacmini korumaya çalışır (Çırak ve Esendal, 2006). Sonuçlarımız incelendiğinde genel olarak kuraklık stresi ile birlikte nispi su içeriğinin azaldığı görülmektedir. Buna karşılık, iyileşme uygulaması ile yaprak nispi su içeriğinde yükselme belirlenmiştir. (Esmaeilpour ve ark., 2016) su stresi altında Akbari ve Ohadi çeşitlerinde nispi su içeriğinin etkilenmediğini, Kaleghochi çeşidinde ise belirgin bir azalmanın olduğunu belirlemiştir. (García-Sánchez ve ark., 2007) iki portakal çeşidinin fidanlarına dokuz gün boyunca üç su rejimi uygulamıştır. Her iki çeşitte kuraklık stresinin bitkilerde sap su potansiyeli ve yaprak nispi su içeriğinin azalmaya başlayarak deney sonunda en düşük değerlere ulaştığını tespit etmişlerdir. (Kırnak ve Demirtaş, 2002) kirazda yapmış oldukları çalışma sonuçlarına göre yaprak oransal su içeriğindeki en büyük düşüş faydalı suyun %25'inin verildiği uygulamalarda görülmüştür. Farklı *Pistacia* genotiplerinde (Bagheri ve ark., 2012; Kasmani ve ark., 2013; Hamed ve ark., 2016; Vasques ve ark., 2016), Atlantik sakızında (Chebouti-Meziou ve ark., 2011), cevizde (Naser ve ark., 2010), bademde (Yadolahi ve ark., 2009), elmada (Liu ve ark.,

2012b), şeftalide (Jiménez ve ark., 2013) ve mandarinde (Sarkar ve ark., 2016) yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tüm bitkilerde kuraklık stresine ilk tepki transpirasyonla su kaybını azaltmak için stomaların kapanmasıdır (Patakas ve ark., 2005) ve buna bağlı olarak stoma iletkenliğinde düşüşler meydana gelmektedir (Escalona ve ark., 2000). Elde ettiğimiz sonuçlarda, tüm *Pistacia* genotiplerinde kuraklık stresi uygulamasının kendi kontrolüne göre stoma iletkenliğinde önemli azalışların olduğu belirlenmiştir. İyileşme uygulaması ile stoma iletkenliği önemli oranda yükselmiş ve kontrol bitkilerinin seviyesine yaklaşmıştır. (Rouhi ve ark., 2007) badem çeşitlerinde yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin net asimilasyon oranı, stoma iletkenliği ve hücre içi CO_2 konsantrasyonunu azalttığını belirmişlerdir. Kuraklık ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında *Pistacia vera* cv. Ahmadaghaii (Habibi ve Hajiboland, 2013), farklı antepfıstığı anaçları (Gijón ve ark., 2010), *P.lentiscus* (Vasques ve ark., 2016), kayısı (Rieger ve ark., 2003), badem (Gomes ve ark., 2004), portakal (Romero ve ark., 2004), şeftali (Jiménez ve ark., 2013; Rahmati ve ark., 2015), nar (Rodríguez ve ark., 2012; Catola ve ark., 2016) ve zeytinde (Pouyafard ve ark., 2016) stoma iletkenliğinin kuraklık stresi ile birlikte azaldığı tespit edilmiştir.

Kuraklık stresinde klorofil içeriğinin azalışı, klorofilin parçalanmasına neden olan klorofililaz aktivitesinin artmasından (Ajithkumar ve Panneerselvam, 2014) ve klorofil biyosentezinin azalmasından kaynaklanmaktadır (Meeta ve ark., 2013). Kuraklık stresinde klorofil içeriğinin azalışı, tipik bir pigment fotooksidasyonu ve klorofil parçalanmasının belirtisi olarak kabul edilmektedir (Anjum ve ark., 2011). Kuraklık stresinde klorofil içeriğinin azalışı, kloroplastlara zarar veren reaktif oksijen türlerinden kaynaklanmaktadır (Smirnoff, 1995). Reaktif oksijen türlerinin üretimi esasen fotosentetik sistemde aşırı enerji emiliminden kaynaklandığı için, emici pigmentlerin parçalanmasıyla önlenmektedir (Mafakheri ve ark., 2010). Kloroplastların proteinlerden klorofil üretmesi için azota ihtiyacı vardır. Azot veya suyun sınırlı olduğu şartlarda klorofil üretim hızı yavaşlamaktadır (Lauer ve Boyer, 1992). Yaprak pigmentlerinin ve klorofil parçalanmasının azalması, proteinlerin parçalanmasında birincil aşamadır (Sgherri ve ark., 1993). Klorofil kaybı, stresin olumsuz bir sonucudur fakat aynı zamanda

adaptif bir özellik olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde ışığın soğurulması azaltılmakta ve ışığın aşırı uyarma enerjisine bağlı reaktif oksijen radikalleri tarafından fotosentetik mekanizmaların daha fazla zarar görmesi engellenebilmektedir (Kranner ve ark., 2002). Elde ettiğimiz sonuçlarda genelde kuraklık stresi uygulaması kontrole göre klorofil a miktarının ve toplam klorofil miktarının azalışları ve klorofil b miktarının artışı olduğunu belirlenmiştir. Yeniden sulama ile genel olarak klorofil miktarlarında bir artış meydana gelmiştir. (Abbaspour ve ark., 2012; Esmaeilpour ve ark., 2015; Khoyerdi ve ark., 2016; Vasques ve ark., 2016; Ranjbar, 2017) *Pistacia* genotiplerinde yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi ile birlikte klorofil içeriğinde azalışlar belirlemişlerdir. Buna karşın (Bagheri ve ark., 2011; Mayi ve Adieb, 2012) antepfıstığı bitkilerinde kuraklık stresinin klorofil içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Badem (Yadolahi ve ark., 2009; Gikloo ve Elhami, 2012), mandarinde (Sarkar ve ark., 2016), mango (Elsheery ve Cao, 2008), nar (Khattab ve ark., 2011; El-Shazly ve ark., 2014; Catola ve ark., 2016), erik (Bolat ve ark., 2016), elma (Liu ve ark., 2012a; Bolat ve ark., 2014), şeftali (Jiménez ve ark., 2013), kaysı (Demirtaş ve Kırnak, 2009), asma (Bertamini ve ark., 2006; Zonouri ve ark., 2014), kiraz (Kırnak ve Demirtaş, 2002; Sivritepe ve ark., 2008), zeytin (Arji ve Arzani, 2004) ve portakalda (García-Sánchez ve ark., 2007) yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre kuraklık stresi klorofil içeriğinin azalmasına neden olmaktadır.

Karotenoidler, kloroplastlarda enzimatik olmayan antioksidan aktiviteye sahiptir, tekli oksijen ve lipit peroksil radikallerini temizler ve lipit peroksidasyonunu önlerler (Fryer, 1992) ve aşırı enerji tüketiminden sorumludur (Jaleel ve ark., 2009; Pompelli ve ark., 2010). Kuraklık stresinde karotenoid içeriğinin yükseltilmesi, O_2^- seviyelerinde ve/veya süperoksit dismutaz aktivitesinde bir azalmaya yol açmaktadır (Pompelli ve ark., 2010). Karotenoidler kuraklık toleransında, ışık soğurulması ve kuraklığın neden olduğu oksidatif hasardan korunma konusunda çok çeşitli roller göstermektedir. Ayrıca, karotenoid miktarının yükselmesinin kuraklık stresi toleransı için önemli olduğu ifade edilmiştir (Jaleel ve ark., 2009). Elde ettiğimiz sonuçlarda karotenoid miktarı kuraklık uygulaması ile kontrole göre birinci yıl %22 ve ikinci yıl %36 artmıştır. Genel olarak iyileşme uygulaması kuraklık ile oluşan karotenoidlerin hızlı bir şekilde parçalanmasına yol açarak iyileşme sonunda kontrol bitkilerine yakın hatta onlardan daha düşük miktarların oluşmasını sağlamıştır. Bagheri ve ark., (2011) ve Bing-she ve ark. (2004)

kuraklığa maruz kalan antepfıstığı bitkilerinin kontrol bitkilerinden daha yüksek karotenoid içeriğine sahip olduğunu, buna karşın (Khoyerdi ve ark., 2016; Vasques ve ark., 2016; Ranjbar, 2017), (Khoyerdi ve ark., 2016) ve (Vasques ve ark., 2016) kuraklık stresinde antepfıstığı bitkilerinde karotenoid içeriğinin azaldığını belirlemiştir. Su stresinde karotenoid içeriğinin artışı asma (Zonouri ve ark., 2014), incir (Gholami ve ark., 2012) ve mandarin (Sarkar ve ark., 2016); azalışı ise zeytin (Arji ve Arzani, 2004; Dias ve ark., 2018), kiraz (Demirtaş ve Kırnak, 2009) ve nar (Khattab ve ark., 2011) gibi meyve türlerinde bulunmuştur. (Pompelli ve ark., 2010) Hint fıstığında (*Jatropha curcas*) yaptıkları çalışmada karotenoid içeriğinin 4 ve 8 günlük kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde arttığını ve 18 günlük kuraklığa maruz kalan bitkilerde ise azaltığını belirlemişlerdir.

Kuraklık stresi, antosiyaninlerin sentezi ve birikimi için bitki hücrelerini uyarabilmektir. Antosiyaninlerin fotokimyasal özellikleri, hücrealtı birikim bölgeleri ve bitki organlarının ve dokularının yerli dağılımları, antosiyaninlerin bitki toleransının güçlendirme görevini belirmektedir. Bu görev muhtemel üç fizyolojik mekanizma yoluyla gerçekleştirilir: (1) antosiyaninler ve şelatlı metal iyonları, hücrelerin ozmoozmoregülasyon maddeleri olarak doğrudan etki ederek bitki hücrelerinin ozmoozmoregülasyon kabiliyetini optimize edebilir, (2) uygun yerli konumlara sahip antosiyaninler, kuraklık stresinde bitkilerin foto-inhibisyonunu azaltabilir, (3). antosiyaninler kuraklık koşullarında bitki hücrelerinin aktif oksijen tutucu kapasitesini etkili bir şekilde koruyabilir ve geliştirebilir. Antosiyaninlerin, bitki hücrelerinin kuraklık stresi altındaki antioksidan kapasitelerini arttırması, muhtemelen antosiyaninlerin bitkilerin kuraklık toleransını güçlendirmelerinin ana nedeni olarak görülmektedir (Tang ve ark., 2014). Yaptığımız çalışmada kuraklık stresi antosiyanin miktarının artmasına neden olumuş ve iyileşme uygulaması ile bir düşüş göstermiştir. Böyle olmakla birlikte iyileşme aşamasında kurağa maruz kalan bitkilerdeki antosiyanin miktarı genel olarak kontrol bitkilerinden daha yüksek bulunmuştur. Elmada (Bolat ve ark., 2014; Aras ve Keles, 2019) asma tanelerinde (Castellarin ve ark., 2007), nar yaprak ve meyvesinde (Laribi ve ark., 2013; Pourghayoumi ve ark., 2017) ve incirde (Gholami ve ark., 2012) su stresinde antosiyanin içeriklerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Flavonoidler bitkileri çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı korumakta (Treutter, 2006), antosiyaninlere benzer şekilde reaktif oksijen türleri gibi serbest radikallerin temizleyicileri olarak işlev görmekte ve metalleri şelatlayarak oluşumlarını önlemektedir (Amić ve ark., 2003; Nakabayashi ve ark., 2014). Elde ettiğimiz verilere göre kuraklık stresi toplam flavonoid miktarında artışa neden olmuş ve iyileşme uygulaması ile miktarları kurak sonundaki miktarına göre düşmüştür. (Abbaspour ve ark., 2012) antepfıstığı bitkilerinde yapmış oldukları çalışmada mikoriza ile muamele edilmiş fidanlarda su stresinin flavonoid içeriğinin artmasına neden olduğunu belirmişlerdir. Arabidopsis'de (Nakabayashi ve ark., 2014; Shojaie ve ark., 2016), *Cistus clusii* bitkilerinde (Hernández ve ark., 2004), buğdayda (Ma ve ark., 2014) ve *Scutellaria baicalensis* bitkilerinde (Yuan ve ark., 2012) yapılan çalışmalarda su tresi ile flavonoid miktarlarında artışlar belirlenmiştir.

Kuraklık stresinde karbonhidratlar ozmolit madde olarak sentezlemekte ve biriktirilmekte, hücre turgor dengesinin korunmasında rol oynamaktadırlar (Öztürk, 2015) ve şeker birikimi hücre membranlarının oksidasyonunu önlemektedir (Arabzadeh, 2012). Kuraklık koşullarında nişasta gibi büyük şeker molekülleri fotosentez aktivitesi kısıtlandığında enerji ve karbon sağlamak üzere parçalanmaktadır (Siaut ve ark., 2011). Çalışmamızda her iki yılda da kuraklık uygulamasının kendi kontrollerine göre tüm *Pistacia* genotiplerinde toplam karbonhidrat içeriğini arttığı belirlenmiştir. Farklı antepfıstğı genotiplerinde (Abbaspour ve ark., 2012; Bagheri ve ark., 2012; Esmaeilpour ve ark., 2016; Khoyerdi ve ark., 2016), zeytinde (Arji ve Arzani, 2004; Chehab ve ark., 2009), kaysıda (Rieger ve ark., 2003), portakalda (García-Sánchez ve ark., 2007; Zaher-Ara ve ark., 2016), cevizde (Naser ve ark., 2010), şeftalide (Jiménez ve ark., 2013) ve mandarinde (Sarkar ve ark., 2016) yapılan kuraklık çalışmalarında da karbonhidrat içeriğinde artışın olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, elmada (Wang ve ark., 1995; Jie ve ark., 2010) ve şeftalide (Rahmati ve ark., 2015) kuraklık stresinde karbonhidrat içeriğinin azaldığı bildirilmiştir.

Bir amino asit olan prolin çeşitli stres koşullarına maruz kalan bitkilerde oldukça faydalı bir rol oynamaktadır. Mükemmel bir ozmolit olarak görev yapmasının yanında, stres sırasında üç ana rolü bulunmaktadır. Bunlar, bir metal şelatörüdür, bir antioksidatif

savunma molekülüdür ve bir sinyal molekülü olarak rol oynar. Stresli ortamda bitkilerde aşırı prolin üretimi meydana gelmekte, bu da hücre turgorunu veya ozmotik dengeyi koruyarak strese tolerans sağlamakta, membranları stabilize ederek elektrolit sızıntısını önlemekte ve reaktif oksijen türlerinin konsantrasyonlarının normal içeriğe getirilmesini sağlamakta, böylece bitkileri oksidatif stresten korumaktadır (Hayat ve ark., 2012). Prolin birikimi normal olarak sitoplazmada meydana gelmekte ve burada proteinlerin yapısını stabilize eden moleküler şaperonlar (refakatçiler) olarak işlev görmektedir. Ayrıca, prolin birikimi sitozolik pH'yı ve hücre redoks durumunu korumaktadır (Madan ve ark., 1995; Petrusa ve Winicov, 1997). Protein uyumlu hidrotrop olarak da görev yapabilir, sitoplazmik asidozu hafifletebilir ve metabolizma ile uyumlu uygun $NADP^+$/NADPH oranlarını koruyabilir (Hare ve Cress, 1997). Elde ettiğimiz sonuçlarda, kuraklık stresi tüm antepfıstığı genotiplerinin prolin içeriğinin artmasına neden olmuştur. Antepfıstığı çeşitlerinde (Abbaspour ve ark., 2012; Bagheri ve ark., 2012; Kasmani ve ark., 2013), bademde (Zamani ve ark., 2001; Karimi ve ark., 2012), portakalda (García-Sánchez ve ark., 2007; Zaher-Ara ve ark., 2016), asmada (Bertamini ve ark., 2006) mandarinde, (Sarkar ve ark., 2016), erik anaçlarında (Bolat ve ark., 2016), narda (Khattab ve ark., 2011; Xie ve ark., 2015), elmada (Alizadeh ve ark., 2011), incirde (Rostami ve Rahemi, 2013), şeftalide (Jiménez ve ark., 2013), cevizde (Naser ve ark., 2010), limonda (Amri ve Shahsavar, 2010), ayvada (Sharma ve Sharma, 2009) ve zeytinde (Arji ve Arzani, 2004) yapılan çalışmalarda prolin içeriklerinde artışlar belirlenmiştir.

Kuraklık koşulları bitki proteinlerinde kantitatif ve kalitatif değişikliklere neden olabilir. Genel olarak, bitkideki proteinler bastırılmış sentez nedeniyle su eksikliği sırasında azalır. Su stresi gen ekspresyonunu ve sonuç olarak yeni proteinlerin sentezini değiştirir. Su stresine yanıt olarak sentezlenen ana proteinler LEA, ısı şoku proteinleri, dehidrasyon stres proteinleri, ABA'ya yanıt veren proteinler, dehidrinler, soğuk regülasyon proteinleri, proteazlar, çeşitli ozmoprotektanların biyosentezi için gerekli enzimler, detoksifikasyon (SOD, KAT, APX, POD, GR) enzimleridir (Lisar ve ark., 2012). Çalışmamızda, bulunan verilere göre genelde kuraklık stresi uygulaması kontrole göre birinci yıl %2 ve ikinci yıl %12 protein içeriğinin azalmasına neden olmuştur. İyileşme uygulaması genel olarak kurak uygulaması yapılan bitkilerde protein içeriğinin kontrole göre daha yüksek olmasına neden olmuştur. (Abbaspour ve ark., 2012)

antepfıstığı fıdanlarında yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinde sürgün ve kökte protein içeriklerinin önemli ölçüde düştüğünü belirlemiştir. Antepfıstığı bitkilerinde (Mayi ve Adieb, 2012; Khoyerdi ve ark., 2016), asmade (Bertamini ve ark., 2006), zeytinde (Brito ve ark., 2003; Fouad ve ark., 2014) ve narda (Xie ve ark., 2015) kuraklık stresi koşullarında protein içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Malondialdehit (MDA) membran lipidleri peroksidasyon indikatörü olarak görev yapmaktadır (Masia, 2003). Su stresi, membran lipidleri ve proteinleri arasındaki ilişkinin yanı sıra enzimlerin aktivitesi ve membranların taşıma kapasitesini de bozabilir. Kuraklık, yağ asidi bileşiminin değişimi ile sonuçlanmaktadır. Lipid peroksidasyonu, kuraklığın ve diğer birçok çevre stresinin iyi bilinen oksidatif hasar etkisidir (Lisar ve ark., 2012). *Pistacia* genotiplerinde, kuraklık stresi uygulaması MDA miktarında önemli artışın olmasına yol açmıştır. İyileşme uygulamasında MDA miktarının artması devam etmiştir. Bazı antepfıstığı çeşitlerinde (Habibi ve Hajiboland, 2013; Khoyerdi ve ark., 2016), narda (Pourghayoumi ve ark., 2017), mandarinde (Sarkar ve ark., 2016), armutta (Chun-xia, 2008), mangoda (Elsheery ve Cao, 2008), bademde (Karimi ve ark., 2012), zeytinde (Sofo ve ark., 2004; Petridis ve ark., 2012; Fouad ve ark., 2014), asmade (Zonouri ve ark., 2014), Hint fıstığında (Pompelli ve ark., 2010), dutta (Reddy ve ark., 2004) ve elmada (Liu ve ark., 2010) yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin MDA miktarının artmasına neden olduğu bulunmuştur.

Bitkilerin kuraklık gibi birçok çevre stresine maruz kalması, süperoksit radikali (O_2^-), hidroksil radikali (OH), hidrojen peroksit (H_2O_2), alkoksi radikalleri (RO) ve tekli oksijen de dahil olmak üzere ROT oluşmasına yol açmaktadır. Oksidatif stres ikincil bir stres olarak bilinir ve hücrelerde oksidatif hasara neden olur (Foyer ve Noctor, 2003; Lisar ve ark., 2012; Zlatev ve Lidon, 2012). Hücre hasarını önlemek için SOD aktivitesi ile süperoksitten üretilen toksik olan H_2O_2, sonraki reaksiyonlarda H_2O'ya dönüştürülerek ortadan kaldırılmaktadır. CAT ve APX bitkilerde H_2O_2 seviyesini düzenler (Mittler, 2002). Çalışmamızda her iki yılda kuraklık stresinde tüm antepfısığı genotiplerin H_2O_2 miktarı yükselmiştir. Antepfıstığı çeşitlerinde (Habibi ve Hajiboland, 2013; Khoyerdi ve ark., 2016), elmada (Yuhua ve ark., 2008), asmada (Zonouri ve ark.,

2014), mandarinde (Sarkar ve ark., 2016) ve zeytinde (Fouad ve ark., 2014) yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin H_2O_2 miktarını arttığı belirlenmiştir. Kuraklık stresinde bitkilerin hücrelerinde oksidatif hasara sebep olan ROT'ları ortamdan uzaklaştırmak için bitkiler süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (KAT), peroksidaz (POD) gibi enzimatik ve askorbik asit (AsA), glutatyon (GSH), antosiyanin ve karotenoid gibi düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidanlardan oluşan savunma sistemleri geliştirerek hücrelerini oksidatif hasara karşı koruyabilmektedirler (Johnson ve ark., 2003; Lisar ve ark., 2012; Marok ve ark., 2013). Kuraklık stresi altında antioksidan sistemlerin aktivitelerinin derecesi aşırı değişkendir ve bu değişkenlik bitki tür ve çeşitlerine, bitkinin gelişimi ve metabolik durumu ile stresin süresi ve yoğunluğuna bağlıdır (Lisar ve ark., 2012). Süperoksit dismutaz (SOD) süperoksit radikali ile difüzyon sınırlı oranlarda reaksiyona girerek H_2O_2 üretir. Bitkilerde, süperoksitlerin kaldırılması SOD izoformlarının ayrımsal regülasyonu ile gerçekleşir (Wang ve ark., 2004). Çalışmamızda kuraklık uygulaması tüm *Pistacia* genotiplerinde SOD aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Yeniden sulama ise genelde kuraklık uygulaması sonuna göre SOD aktivitesinin azalmasına neden olmuştur. (Habibi ve Hajiboland, 2013) antepfıstığı çeşitlerinde yapmış olduğu çalışmada, kuraklık stresinin SOD ve APX'in aktivitesinde önemli artışa neden olduğunu bulmuştur. Dutta (Reddy ve ark., 2004), elmada (Liu ve ark., 2010; Liu ve ark., 2012b; Bolat ve ark., 2014), erikte (Bolat ve ark., 2016), zeytinde (Bacelar ve ark., 2007; Ahmed ve ark., 2009; Boughalleb ve Mhamdi, 2011; Fouad ve ark., 2014), mandarinde (Sarkar ve ark., 2016), narda (Pourghayoumi ve ark., 2017), ayvada (Sharma ve Sharma, 2009), kirazda (Sivritepe ve ark., 2008), armutta (Chun-xia, 2008; Wang ve ark., 2008) ve Hint fıstığında (Pompelli ve ark., 2010) yapılan çalışmalarda da kuraklık stresinin SOD aktivitesinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Katalaz H_2O_2'yi suya dönüştürürken, POD H_2O_2'yi fenolik bileşikler ve/veya antioksidanlar gibi yardımcı substratların oksidasyonu yoluyla ayrıştırmaktadır (Blokhina ve ark., 2003). Çalışmamızda kuraklık stresinde tüm *Pistacia* genotiplerinde POD ve katalaz aktiviteleri yükselmiştir. Genel olarak yeniden sulama kuraklık uygulaması sonuna göre POD ve KAT aktivitesini düşürmüştür. (Lotfi ve ark., 2015) su stresi koşullarında beş *Pistacia* genotipinde SOD ve KAT aktivitesinin başlangıçta (3. günde)

arttığını ve daha sonra azaldığını bildirmiştir. (Mirzaei ve Yousefzadeh, 2013) *P. khinjuk* bitkisinde yapmış oldukları çalışmalarda kuraklık stresinin sürgün ve köklerde KAT, POD ve SOD aktivitelerini arttırdığını bildirmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar elmada (Liu ve ark., 2012b; Bolat ve ark., 2014), zeytinde (Sofo ve ark., 2005; Boughalleb ve Mhamdi, 2011), erikte (Bolat ve ark., 2016), narda (Pourghayoumi ve ark., 2017), mandarinde (Sarkar ve ark., 2016) ve Hint fıstığında (Pompelli ve ark., 2010) yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Son olarak, kuraklık uygulaması ardından yeniden sulama sürecinde *Pistacia* genotipleri farklı tepkiler göstermiş ve uygulamalara ait morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerine ve antioksidan enzim aktivitelerine göre bazı genotipler hızlı iyileşme gösterirken, bazılarında kısmen yada hiç iyileşme gerçekleşmemiştir. *Pistacia* genotiplerinin her yıl ve her parametreler için hesaplanan toplam puanlarına göre kuraklığa tolerans durumları sırayla Antep, Uzun, Buttum, Melengiç, Yabani, Siirt ve Aşuri şeklinde belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, çeşitli *Pistacia* genotipler üzerinde yapılan önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla bazen benzerlik bazen farklılık göstermektedir. Bu kullanılan genotiplerin genetik yapılarının farklılıklarından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, *Pistacia* genotipleri ile yapılan çalışmalarda materyallerin hepsi tohumdan elde edilmiş çöğür veya çöğür üzerine aşılı çeşitlerdir. Buna bağlı olarak denemelerde aynı tür kullanılmış bile olsa kullanılan materyallerin genetik yapısı tamamen birbirinden farklıdır. Bundan dolayı her çalışmada kuraklığa tolerans sıralamasında farklılıklar ortaya çıkması olağan bir durumdur. Aynı durum, bizim çalışmamızda yıllar arasında genotiplerde belirlenen farklılığın sebebi de olabilir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda değerlendirmeler sadece ya morfolojik ya fizyolojik ya da biyokimya özellikleri üzerinden yapılmıştır. Böylece genotiplerin bu özelliklerde verdikleri tepkiler birbirinden farklılık göstermekte ve buna bağlı olarak tolerans sıralamasında değişik sonuçlar elde edilmektedir. Hamed ve ark. (2016) su stresinde ve iyileşmede iki *Pistacia* türünün (*P. atlantica* ve *P. vera*) bazı fizyolojik tepkilerini (yaprak su potansiyeli, oransal su içeriği, toplam klorofil içeriği ve yaprak gaz değişimleri) değerlendirilmiştir. Bulunan bulgulara göre *P. vera* ve *P. atlantica*'nın su stresi ve yeniden sulamaya verdiği tepkilerin değişmesi, *P. atlantica*'nın *P. vera*'ya kıyasla su stresine daha yüksek adaptasyonunu ve tahammüllü olduğunu göstermiştir.

Khoyerdi ve ark. (2016) kuraklık stresinin bazı antepfıstığı genotiplerinin (Ghazvini, Sarakhs, Badami-Rize-Zarand ve Abareqi) fizyolojik ve ozmoozmotik parametreleri üzerine etkisini değerlendirmiştir. Sonuçlara göre, Badami-Rize-Zarand çeşidi daha fazla ozmolit biriktirdikçe kuraklık stresine daha fazla direnç göstermiş ve kuraklık stresi altında daha iyi su ilişkileri ve kuru ağırlıklar üretmiştir. Esmaeilpour ve ark. (2015) üç antepfıstığı çeşidinde (Ohadi, Akbari ve Kaleghochi) farklı kuraklık stresi seviyeleri ile yaprak klorofil içeriği ve morfolojik parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlarda, Ohadi diğer çeşitlere göre daha iyi performans gösterdiğinden, biyokütle verimliliği açısından kuraklığa daha toleranslı olabileceği değerlendirilmiştir. Lotfi ve ark. (2015) Akbari, Kaleghuchi, Ghazvini, Sarakhs ve Badami çeşitlerinde bazı biyokimyasal parametrelerin ve antioksidan savunma sistemlerinin kuraklık stresine tepkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak, Badami ve Sarakhs, ozmotik ayarlama ve antioksidan koruma kapasiteleri nedeniyle diğer çeşitlere kıyasla kuraklık stresine karşı daha toleranslı olarak değerlendirilmiştir. Gijón ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada üç farklı antepfıstığı anacı (*P. terebbinthus, P. atlantica* ve *P. atlanticaxP vera*) üzerine aşılı Kerman çeşidinin su stresine morfolojik ve fizyolojik tepkisini incelemiştir. Gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı, yaprak ve gövde kuru ağırlığı, gövde su potansiyeli, yaprak stoma iletkenliği değerlendirilmiştir. Sonuçlarda, *P. terebbinthus* diğer anaçlara kıyasla kuraklık stresine karşı daha toleranslı olarak değerlendirilmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada kuraklık stresine maruz bırakılmış *Pistacia* genotipleri *Pistacia terebinthus* (Melengiç), *Pistacia khinjuk* (Buttum) ve *Pistacia vera* (Antepfıstığı) türüne ait 5 antepfıstığı çeşidinin [3 Türk (Uzun, Antep ve Siirt) ve 2 Suriye çeşidi (Aşuri ve Yabani)] arasında farklı morfoljik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri ortaya konulmuştur. Kuraklık stresi ve iyileşme uygulamalarında, genotiplerin hepsinde sürgün uzunluğu ve çapı, yaprak alanı, özgün yaprak alanı, yaş ve kuru ağırlığı, membran geçirgenliği, oransal su içeriği, stoma iletkenliği, pigment içerikleri, toplam flavonoid miktarı, protein miktarı, toplam şeker miktarı, prolin miktarı, H_2O_2 miktarı ve MDA miktarı ile birlikte antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, KAT ve POD) belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler ayrı ayrı ele alındığında genotiplerin kuraklığa tolerans sıralamalarında değişikler ortaya çıkmaktadır. Genotipler değerlendirildiğinde en toleranslı genotip morfolojik özelliklere göre Antep, fizyolojik özelliklere göre Melengiç, biyokimyasal özelliklere göre Antep ve Antioksidant özelliklere göre ise Uzun genotipleri belirlenmiştir. Ancak bütün özellikler birarada değerlendirildiğinde kuraklık stresine en toleranslı genotip Antep ve en hassas genotip ise Aşuri olarak belirlenmiştir. Bu nedenle strese tolerans çalışmalarında genotiplerin tepkilerini belirlemede bütün özelliklerin birarada değerlendirilmesinde fayda görülmektedir. Ayrıca, bu çalışmada sera şartlarında tespit edilen en toleranslı ve en duyarlı genotipler tarla şartlarında da incelenmeli ve değerlendirilmeli, daha sonra üzerilerine aşılanan çeşitlerle karşılıklı etkileşimleri de dikkate alınarak araştırmalar planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Abbaspour, H., Saeidi-Sar, S. ve Afshari, H., 2011, Improving drought tolerance of *Pistacia vera* L. seedlings by arbuscular mycorrhiza under greenhouse conditions, *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (32), 7065-7072.

Abbaspour, H., Saeidi-Sar, S., Afshari, H. ve Abdel-Wahhab, M., 2012, Tolerance of mycorrhiza infected pistachio (Pistacia vera L.) seedling to drought stress under glasshouse conditions, *Journal of plant physiology*, 169 (7), 704-709.

Acar, I., Ak, B. ve Kuzdere, H., 2001, An investigation on artificial pollination facilities in pistachios by using an atomizer, *Proceedings of the XI GREMPA seminar on pistachios and almonds. Cahiers Options Mediterraneennes*, 145-148.

Aganchich, B., Tahi, H., Wahbi, S., Elmodaffar, C. ve Serraj, R., 2007, Growth, water relations and antioxidant defence mechanisms of olive (Olea europaea L.) subjected to Partial Root Drying (PRD) and Regulated Deficit Irrigation (RDI), *Plant Biosystems*, 141 (2), 252-264.

Ahmed, C. B., Rouina, B. B., Sensoy, S., Boukhris, M. ve Abdallah, F. B., 2009, Changes in gas exchange, proline accumulation and antioxidative enzyme activities in three olive cultivars under contrasting water availability regimes, *Environmental and experimental botany*, 67 (2), 345-352.

Ajithkumar, I. P. ve Panneerselvam, R., 2014, ROS scavenging system, osmotic maintenance, pigment and growth status of Panicum sumatrense roth. Under drought stress, *Cell biochemistry and biophysics*, 68 (3), 587-595.

Ak, B. ve Acar, I., 2001, Pistachio production and cultivated varieties grown in Turkey, *Project on Underutilized Mediterranean Species. Pistacia: towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia, North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop, 14-17 December 1998, Irbid, Jordan*, 27-34.

Ak, B., 2013, Plant genetic resources of Pistacia spp. and pistachio cultivars in the world, *VI International Symposium on Almonds and Pistachios 1028*, 265-271.

Ak, B., Karadag, S. ve Sakar, E., 2016, Pistachio production and industry in Turkey: current status and future perspective, *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*, 323-329.

AL-Saghir, M. G. ve Porter, D. M., 2012, Taxonomic revision of the genus Pistacia L.(Anacardiaceae), *American Journal of Plant Sciences*, 3 (1), 1-12.

Al-Shatti, A. ve Al-Menaie, H. S., 2015, Sustained Deficit Irrigation and Mulching on Growth of Sourani Olive Trees in Kuwait, *World Journal of Engineering and Technology*, 3 (03), 52-56.

Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L. ve Eivazi, A., 2011, Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks, *Technical Journal of Engineering and Applied Science*, 1 (3), 86-94.

Amić, D., Davidović-Amić, D., Bešlo, D. ve Trinajstić, N., 2003, Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids, *Croatica chemica acta*, 76 (1), 55-61.

Amri, E. ve Shahsavar, A., 2010, Response of lime seedlings (Citrus aurantifolia L.) to exogenous spermidine treatments under drought stress, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4 (9), 4483-4489.

Anjum, S. A., Xie, X.-y., Wang, L.-c., Saleem, M. F., Man, C. ve Lei, W., 2011, Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress, *African journal of agricultural research*, 6 (9), 2026-2032.

Apel, K. ve Hirt, H., 2004, Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 373-399.

Arabzadeh, N., 2012, H aloxylon persicum and H aloxylon aphyllum, *Asian Journal of Plant Sciences*, 11 (1), 44-51.

Aranjuelo, I., Molero, G., Erice, G., Avice, J. C. ve Nogués, S., 2010, Plant physiology and proteomics reveals the leaf response to drought in alfalfa (Medicago sativa L.), *Journal of experimental botany*, 62 (1), 111-123.

Aras, S. ve Keles, H., 2019, Responses of Apple Plants to Drought Stress, *Journal of Agricultural Studies*, 7 (3), 153-159.

Arji, I. ve Arzani, K., 2004, Effect of water stress on some biochemical changes in leaf of five olive (Olea europaea L.) cultivars, *V International Symposium on Olive Growing 791*, 523-526.

Arnon, D. I., 1949, Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24: 1-15.

Ashraf, M. ve Iram, A., 2005, Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance, *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200 (6), 535-546.

Atli, H. S., Kaska, N. ve Eti, S., 1995, Selection of male *pistacia* spp. types growing in gaziantep. ActaHortic., 319-322.

Azza, A. M. M., Aziz, N. ve Habba, E.-E., 2010, Impact of growth and chemical constituents of Jatropha curcas L. seedlings grown under water regime, *Journal of American Science*, 6, 549-556.

Bacelar, E. A., Moutinho-Pereira, J. M., Gonçalves, B. C., Ferreira, H. F. ve Correia, C. M., 2007, Changes in growth, gas exchange, xylem hydraulic properties and water use efficiency of three olive cultivars under contrasting water availability regimes, *Environmental and experimental botany*, 60 (2), 183-192.

Bagheri, V., Shamshiri, M., Shirani, H. ve Roosta, H., 2011, Effect of mycorrhizal inoculation on ecophysiological responses of pistachio plants grown under different water regimes, *Photosynthetica*, 49 (4), 531-538.

Bagheri, V., Shamshiri, M., Shirani, H. ve Roosta, H., 2012, Effect of arbuscular mycorrhizae and drought stress on growth indexes, water relations and proline as well as soluble carbohydrate content in pistachio (Pistacia vera L.) rootstock seedlings, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42 (4), 365-377.

Bartels, D. ve Sunkar, R., 2005, Drought and salt tolerance in plants, *Critical reviews in plant sciences*, 24 (1), 23-58.

Basha, A. I., Padulosi, S., Chabane, K., Hadj-Hassan, A., Dulloo, E., Pagnotta, M. A. ve Porceddu, E., 2007, Genetic diversity of Syrian pistachio (Pistacia vera L.) varieties evaluated by AFLP markers, *Genetic resources and crop evolution*, 54 (8), 1807-1816.

Bates, L. S., Waldren, R. P. ve Teare, I., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, *Plant and Soil*, 39 (1), 205-207.

Bergmeyer, H. U., Bergmeyer, J. ve Grassl, M., 1974,Methods of enzymatic analysis (2nd Edition). New York : Academic Press., p.

Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelian, K. ve Nedunchezhian, N., 2006, Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (Vitis vinifera L. cv. Riesling) plants, *Photosynthetica*, 44 (1), 151-154.

Beyer, J. r. ve Fridovich, I., 1987, Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions, *Analytical biochemistry*, 161 (2), 559-566.

Bing-she, L., Zhi-ying, B., Hao-yuan, S., Hui-ping, L., Zhong-hua, L. ve Yuan, D., 2004, Effects of soil water content level on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence parameters in pistachio leaves, *Acta Horticulturae Sinica*, 31 (6), 727-731.

Blokhina, O., Virolainen, E. ve Fagerstedt, K. V., 2003, Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review, *Annals of botany*, 91 (2), 179-194.

Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., Ikinci, A. ve Tonkaz, T., 2014, The effect of water stress on some morphological, physiological, and biochemical characteristics and bud success on apple and quince rootstocks, *The Scientific World Journal*, 2014.

Bolat, I., Dikilitas, M., Ikinci, A., Ercisli, S. ve Tonkaz, T., 2016, Morphological, physiological, biochemical characteristics and bud success responses of myrobolan 29 c plum rootstock subjected to water stress, *Canadian journal of plant science*, 96 (3), 485-493.

Boughalleb, F. ve Mhamdi, M., 2011, Possible involvement of proline and the antioxidant defense systems in the drought tolerance of three olive cultivars grown under increasing water deficit regimes, *Agricultural Journal*, 6 (6), 378-391.

Boussadia, O., Mariem, F. B., Mechri, B., Boussetta, W., Braham, M. ve El Hadj, S. B., 2008, Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski), *Scientia horticulturae*, 116 (4), 388-393.

Bradford, M. M., 1976, A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical biochemistry*, 72 (1-2), 248-254.

Brito, G., Costa, A., Fonseca, H. M. ve Santos, C. V., 2003, Response of Olea europaea ssp. maderensis in vitro shoots exposed to osmotic stress, *Scientia horticulturae*, 97 (3-4), 411-417.

Bulló, M., Juanola-Falgarona, M., Hernández-Alonso, P. ve Salas-Salvadó, J., 2015, Nutrition attributes and health effects of pistachio nuts, *British Journal of Nutrition*, 113 (S2), S79-S93.

Castellarin, S. D., Pfeiffer, A., Sivilotti, P., Degan, M., Peterlunger, E. ve Di Gaspero, G., 2007, Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit, *Plant, cell & environment*, 30 (11), 1381-1399.

Catola, S., Marino, G., Emiliani, G., Huseynova, T., Musayev, M., Akparov, Z. ve Maserti, B. E., 2016, Physiological and metabolomic analysis of Punica granatum (L.) under drought stress, *Planta*, 243 (2), 441-449.

Chartzoulakis, K., Patakas, A., Kofidis, G., Bosabalidis, A. ve Nastou, A., 2002, Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars, *Scientia horticulturae*, 95 (1-2), 39-50.

Chebouti-Meziou, N., Bissaad, F., Merabet, A., Chebouti, Y., Boualouache, L., Nadour, M. ve Doumandji, S., 2011, Effect of water stress on morphological and physiological development of the Atlas pistachio (Pistacia atlantica L.), *International Journal of Science and Advanced Technology*, 1 (9), 170-176.

Chehab, H., Mechri, B., Mariem, F. B., Hammami, M., Elhadj, S. B. ve Braham, M., 2009, Effect of different irrigation regimes on carbohydrate partitioning in leaves and wood of two table olive cultivars (Olea europaea L. cv. Meski and Picholine), *Agricultural water management*, 96 (2), 293-298.

Cherit-Hacid, F., Derridij, A., Moulti-Mati, F. ve Mati, A., 2015, Drought stress effect on some biochemical and physiological parameters; accumulation on total polyphenols and flavonoids in leaves of two provenance seedling Pistacia lentiscus, *IMPACT: International Journal of Research in Applied*, 3 (9), 127-138.

Chun-xia, H., 2008, Effects of Water Stress on the Physiological and Biochemical Changes in the Leaf of Nanguo-pear [J], *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 12.

Çırak, C. ve Esendal, E., 2006, Soyada kuraklik stresi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (2), 231-237.

Crane, J. C. ve Iwakiri, B. T., 1981, Morphology and reproduction of pistachio, *Horticultural reviews*, 3, 376-393.

Cuin, T. A. ve Shabala, S., 2007, Compatible solutes reduce ROS-induced potassium efflux in Arabidopsis roots, *Plant, cell & environment*, 30 (7), 875-885.

Da Silva, P. P., Soares, L., da Costa, J. G., da Silva Viana, L., de Andrade, J. C. F., Gonçalves, E. R., dos Santos, J. M., de Souza Barbosa, G. V., Nascimento, V. X. ve Todaro, A. R., 2012, Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components, *Industrial crops and products*, 37 (1), 11-19.

De Ronde, J., Cress, W., Krüger, G., Strasser, R. ve Van Staden, J., 2004, Photosynthetic response of transgenic soybean plants, containing an Arabidopsis P5CR gene, during heat and drought stress, *Journal of plant physiology*, 161 (11), 1211-1224.

Deeba, F., Pandey, A. K., Ranjan, S., Mishra, A., Singh, R., Sharma, Y., Shirke, P. A. ve Pandey, V., 2012, Physiological and proteomic responses of cotton (Gossypium herbaceum L.) to drought stress, *Plant Physiology and Biochemistry*, 53, 6-18.

Demirtaş, M. N. ve Kırnak, H., 2009, Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 19 (2), 79-83.

Dias, M. C., Correia, S., Serôdio, J., Silva, A. M. S., Freitas, H. ve Santos, C., 2018, Chlorophyll fluorescence and oxidative stress endpoints to discriminate olive cultivars tolerance to drought and heat episodes, *Scientia horticulturae*, 231, 31-35.

Dichio, B., Xiloyannis, C., Sofo, A. ve Montanaro, G., 2007, Effects of post-harvest regulated deficit irrigation on carbohydrate and nitrogen partitioning, yield quality and vegetative growth of peach trees, *Plant and Soil*, 290 (1-2), 127-137.

Efeoğlu, B., Ekmekci, Y. ve Cicek, N., 2009, Physiological responses of three maize cultivars to drought stress and recovery, *South African Journal of Botany*, 75 (1), 34-42.

Egea, G., Nortes, P. A., Domingo, R., Baille, A., Pérez-Pastor, A. ve González-Real, M. M., 2013, Almond agronomic response to long-term deficit irrigation applied since orchard establishment, *Irrigation science*, 31 (3), 445-454.

Ekmekci, Y., Bohms, A., Thomson, J. A. ve Mundree, S. G., 2005, Photochemical and antioxidant responses in the leaves of Xerophyta viscosa Baker and Digitaria sanguinalis L. under water deficit, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60 (5-6), 435-443.

El-Shazly, S., Mustafa, N. ve El-Berry, I., 2014, Evaluation of Some Fig Cultivars Grown under Water Stress Conditions in Newly Reclaimed Soils, *Middle-East Journal of Scientific Research*, 21 (8), 1167-1179.

Elsheery, N. I. ve Cao, K.-F., 2008, Gas exchange, chlorophyll fluorescence, and osmotic adjustment in two mango cultivars under drought stress, *Acta physiologiae plantarum*, 30 (6), 769-777.

Eriyagama, N., Smakhtin, V. ve Gamage, N., 2009,Mapping drought patterns and impacts: a global perspective, Iwmi, p.

Escalona, J. M., Flexas, J. ve Medrano, H., 2000, Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines, *Functional plant biology*, 27 (1), 87-87.

Esmaeilpour, A., Van Labeke, M.-C., Samson, R., Ghaffaripour, S. ve Van Damme, P., 2015, Comparison of biomass production-based drought tolerance indices of pistachio (Pistacia vera L.) seedlings in drought stress conditions, *International Journal of agronomy and agricultural research*, 7 (2), 36-44.

Esmaeilpour, A., Van Labeke, M.-C., Samson, R., Boeckx, P. ve Van Damme, P., 2016, Variation in biochemical characteristics, water status, stomata features, leaf carbon isotope composition and its relationship to water use efficiency in pistachio (Pistacia vera L.) cultivars under drought stress condition, *Scientia horticulturae*, 211, 158-166.

Esmail-Pour, A., 2001, Distribution, use and conservation of pistachio in Iran, *Project on Underutilized Mediterranean Species. Pistacia: towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia, North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop, 14-17 December 1998, Irbid, Jordan*, 16.

Esterbauer, H. ve Cheeseman, K. H., 1990,[42] Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal, In: Methods in enzymology, Eds: Elsevier, p. 407-421.

FAOSTAT, 2018, FAOSTAT database. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed July 2020).

Faraloni, C., Cutino, I., Petruccelli, R., Leva, A., Lazzeri, S. ve Torzillo, G., 2011, Chlorophyll fluorescence technique as a rapid tool for in vitro screening of olive cultivars (Olea europaea L.) tolerant to drought stress, *Environmental and experimental botany*, 73, 49-56.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. ve Basra, S., 2009,Plant drought stress: effects, mechanisms and management, In: In sustainable agriculture, Eds: Springer, p. 153-188.

Farooq, S. ve Azam, F., 2006, The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties, *Journal of plant physiology*, 163 (6), 629-637.

Flexas, J., Bota, J., Galmes, J., Medrano, H. ve Ribas-Carbó, M., 2006, Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress, *Physiologia Plantarum*, 127 (3), 343-352.

Fouad, M. O., Essahibi, A., Benhiba, L. ve Qaddoury, A., 2014, Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi in the protection of olive plants against oxidative stress induced by drought, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12 (3), 763-771.

Foyer, C. H. ve Noctor, G., 2003, Redox sensing and signalling associated with reactive oxygen in chloroplasts, peroxisomes and mitochondria, *Physiologia Plantarum*, 119 (3), 355-364.

Fryer, M., 1992, The antioxidant effects of thylakoid vitamin E (α-tocopherol), *Plant, cell & environment*, 15 (4), 381-392.

Galmés, J., Medrano, H. ve Flexas, J., 2007, Photosynthesis and photoinhibition in response to drought in a pubescent (var. minor) and a glabrous (var. palaui) variety of Digitalis minor, *Environmental and experimental botany*, 60 (1), 105-111.

García-Sánchez, F., Syvertsen, J. P., Gimeno, V., Botía, P. ve Perez-Perez, J. G., 2007, Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency, *Physiologia Plantarum*, 130 (4), 532-542.

Gholami, M., Rahemi, M., Kholdebarin, B. ve Rastegar, S., 2012, Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery, *Scientia horticulturae*, 148, 109-117.

Gijón, M., Gimenez, C., Perez-López, D., Guerrero, J., Couceiro, J. F. ve Moriana, A., 2010, Rootstock influences the response of pistachio (Pistacia vera L. cv. Kerman) to water stress and rehydration, *Scientia horticulturae*, 125 (4), 666-671.

Gikloo, S. ve Elhami, B., 2012, Physiological and morphological responses of two almond cultivars to drought stress and cycocel, *Int. Res. J. App. & Basic Sci*, 3, 1000-1004.

Glerum, C., 1985, Frost hardiness of coniferous seedlings: principles and applications, In Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests, (ed: Duryea, M. L.), Oregon State University,Corvallis, 107-123.

Gomes, M. d. M. d. A., Lagôa, A. M. M. A., Medina, C. L., Machado, E. C. ve Machado, M. A., 2004, Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16 (3), 155-161.

Gong, Y., Toivonen, P. M. A., , L., O. L. ve Wiersma, P. A., 2001, Antioxidant system level in 'Braeburn' apple is related to its browning disorder, Bot. Bull. Acad. Sin., 42: 259-264.

Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D. ve Zarrouk, M., 2008, Changes in lipid composition, water relations and gas exchange in leaves of two young 'Chemlali'and 'Chetoui'olive trees in response to water stress, *Plant and Soil*, 311 (1-2), 121-129.

Habibi, G. ve Hajiboland, R., 2013, Alleviation of drought stress by silicon supplementation in pistachio (Pistacia vera L.) plants, *Folia Horticulturae*, 25 (1), 21-29.

Hadj-Hassan, A. ve Kardouch, M., 1995, Status of pistachio nut cultivation in syria. ActaHortic., 221-228.

Hamed, S. B., Lefi, E. ve Chaieb, M., 2016, Physiological responses of Pistacia vera L. versus Pistacia atlantica Desf. to water stress conditions under arid bioclimate in Tunisia, *Scientia horticulturae*, 203, 224-230.

Hare, P. ve Cress, W., 1997, Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants, *Plant growth regulation*, 21 (2), 79-102.

Havir, E. A. ve Mchale, N. A., 1987, Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves, Plant Physiol., 84: 1291-1294.

Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J. ve Ahmad, A., 2012, Role of proline under changing environments: a review, *Plant signaling & behavior*, 7 (11), 1456-1466.

Herbert, D., Philipps, J. ve Strange, R., 1971, Determination of total Carbohydrates Methods in Microbiology., 58: 209- 344.

Hernández, I., Alegre, L. ve Munné-Bosch, S., 2004, Drought-induced changes in flavonoids and other low molecular weight antioxidants in Cistus clusii grown under Mediterranean field conditions, *Tree physiology*, 24 (11), 1303-1311.

Hojati, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., Karimi, M. ve Ghanati, F., 2011, Responses of growth and antioxidant systems in Carthamustinctorius L. under water deficit stress, *Acta physiologiae plantarum*, 33 (1), 105-112.

Hozain, M. d., Abdelmageed, H., Lee, J., Kang, M., Fokar, M., Allen, R. D. ve Holaday, A. S., 2012, Expression of AtSAP5 in cotton up-regulates putative stress-responsive genes and improves the tolerance to rapidly developing water deficit and moderate heat stress, *Journal of plant physiology*, 169 (13), 1261-1270.

Hu, L., Wang, Z., Du, H. ve Huang, B., 2010, Differential accumulation of dehydrins in response to water stress for hybrid and common bermudagrass genotypes differing in drought tolerance, *Journal of plant physiology*, 167 (2), 103-109.

Hussain, M., Malik, M., Farooq, M., Ashraf, M. ve Cheema, M., 2008, Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194 (3), 193-199.

İpek, M., Pırlak, L., Eşitken, A., Dönmez, M. F. ve Şahin, F., 2009, Kireçli Topraklarda Yetiştirilen Çilekte Bitki Büyümesini Artıran Bakterilerin (BBAB) Verim Ve Gelişme Üzerine Etkileri. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu Kahramanmaraş, 73-77.

İpek, M., 2015, In vıtro şartlarda Garnem ve Myrobolan 29C anaçlarının kurak stresine karşı tepkilerinin belirlenmesi, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 142.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. ve Panneerselvam, R., 2009, Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition, *Int. J. Agric. Biol*, 11 (1), 100-105.

Ji, K., Wang, Y., Sun, W., Lou, Q., Mei, H., Shen, S. ve Chen, H., 2012, Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage, *Journal of plant physiology*, 169 (4), 336-344.

Jie, Z., Yuncong, Y., Streeter, J. G. ve Ferree, D. C., 2010, Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phophorus absorb in different section of leaves and stem of Fugi/M. 9EML, a young apple seedling, *African Journal of Biotechnology*, 9 (33), 5320-5325.

Jiménez, S., Dridi, J., Gutiérrez, D., Moret, D., Irigoyen, J. J., Moreno, M. A. ve Gogorcena, Y., 2013, Physiological, biochemical and molecular responses in four

Prunus rootstocks submitted to drought stress, *Tree physiology*, 33 (10), 1061-1075.

Johnson, S., Doherty, S. ve Croy, R., 2003, Biphasic superoxide generation in potato tubers. A self-amplifying response to stress, *Plant Physiology*, 131 (3), 1440-1449.

Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y., 2010, Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılik mekanizmalari (derleme), *Gazi University Journal of Science*, 18 (4), 723-740.

Kantar, M., Lucas, S. J. ve Budak, H., 2011,Drought stress: molecular genetics and genomics approaches, In: Advances in botanical research, Eds: Elsevier, p. 445-493.

Kapluhan, E., 2013, Türkiye'de kuraklik ve kurakliğin tarima etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi* (27), 487-510.

Karimi, S., Yadollahi, A., Nazari-Moghadam, R., Imani, A. ve Arzani, K., 2012, In vitro screening of almond (Prunus dulcis (Mill.)) genotypes for drought tolerance, *J. Biol. Environ. Sci*, 6 (18), 263-270.

Karimi, S., Rahemi, M., Rostami, A. A. ve Sedaghat, S., 2018, Drought Effects on Growth, Water Content and Osmoprotectants in Four Olive Cultivars with Different Drought Tolerance, *International journal of fruit science*, 18 (3), 254-267.

Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J. ve Serraj, R., 2006, Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (Cicer arietinum L.) under terminal drought stress, *Field Crops Research*, 95 (2-3), 171-181.

Kasmani, M. B., Samavat, S., Mostafavi, M. ve Khalighi, A., 2013, The effect of application of humic acid foliar on biochemical parameters of pistachio under drought stress, *New York Sci J*, 6 (12), 26-31.

Kaya, C., Higgs, D., Ince, F., Amador, B. M., Cakir, A. ve Sakar, E., 2003, Ameliorative Effects of Potassium Phosphate on Salt-Stressed Pepper and Cucumber, *Journal of Plant Nutrition*, 26 (4), 807-820.

Khanna-Chopra, R. ve Selote, D. S., 2007, Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than-susceptible wheat cultivar under field conditions, *Environmental and experimental botany*, 60 (2), 276-283.

Khattab, M. M., Shaban, A. E., El-Shrief, A. H. ve El-Deen Mohamed, A., 2011, Growth and productivity of pomegranate trees under different irrigation levels. I: Vegetative growth and fruiting, *J. Hortic. Sci. Ornam. Plants*, 3 (2), 194-198.

Khoyerdi, F. F., Shamshiri, M. H. ve Estaji, A., 2016, Changes in some physiological and osmotic parameters of several pistachio genotypes under drought stress, *Scientia horticulturae*, 198, 44-51.

Kırnak, H. ve Demirtaş, M. N., 2002, Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi/Determination of Physiologic and Morphologic Changes in Sweet Cherry Seedlings Under Water Stress, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (3), 265-270.

Kırnak, H. ve Demirtaş, M. N., 2010, Su Stresi Altındaki Kiraz Fidanlarında Fizyolojik ve Morfolojik Değişimlerin Belirlenmesi/Determination of Physiologic and Morphologic Changes in Sweet Cherry Seedlings Under Water Stress, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (3).

Kranner, I., Beckett, R. P., Wornik, S., Zorn, M. ve Pfeifhofer, H. W., 2002, Revival of a resurrection plant correlates with its antioxidant status, *The Plant Journal*, 31 (1), 13-24.

Kuşcu, A., 2006, Yazlık ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) veriminde son çeyrek yüzyılda gerçekleşen ilerlemelerin morfolojik ve fizyolojik esasları. Çukurova Üniv, *Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, Adana,(yayınlanmamış)*.

Laribi, A., Palou, L., Intrigliolo, D. S., Nortes, P., Rojas-Argudo, C., Taberner, V., Bartual, J. ve Pérez-Gago, M. B., 2013, Effect of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv.'Mollar de Elche'at harvest and during cold storage, *Agricultural water management*, 125, 61-70.

Lauer, M. J. ve Boyer, J. S., 1992, Internal CO2 measured directly in leaves: abscisic acid and low leaf water potential cause opposing effects, *Plant Physiology*, 98 (4), 1310-1316.

Li-Ping, B., Fang-Gong, S., Ti-Da, G., Zhao-Hui, S., Yin-Yan, L. ve Guang-Sheng, Z., 2006, Effect of soil drought stress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of maize, *Pedosphere*, 16 (3), 326-332.

Li, Y., Fan, W. ve Chen, S., 2008, Soil drought stress on membranelipid per-oxidation and antioxidant enzymes in pear rootstock, *Journal of Zhejiang Forestry College*, 25 (4), 437-441.

Lichtenthaler, H. K., 1987,[34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes, In: Methods in enzymology, Eds: Elsevier, p. 350-382.

Lisar, S. Y., Motafakkerazad, R., Hossain, M. M. ve Rahman, I. M., 2012, Causes, Effects and Responses, *Water stress*, 1.

Liu, B., Cheng, L., Ma, F., Zou, Y. ve Liang, D., 2012a, Growth, biomass allocation, and water use efficiency of 31 apple cultivars grown under two water regimes, *Agroforestry systems*, 84 (2), 117-129.

Liu, B., Li, M., Cheng, L., Liang, D., Zou, Y. ve Ma, F., 2012b, Influence of rootstock on antioxidant system in leaves and roots of young apple trees in response to drought stress, *Plant growth regulation*, 67 (3), 247-256.

Liu, F., Andersen, M. N., Jacobsen, S.-E. ve Jensen, C. R., 2005, Stomatal control and water use efficiency of soybean (Glycine max L. Merr.) during progressive soil drying, *Environmental and experimental botany*, 54 (1), 33-40.

Liu, Y.-c., ZUO, Z.-w. ve HU, J.-j., 2010, Effects of Exogenous Polyamines on Growth and Drought Resistance of Apple Seedlings [J], *Journal of Northwest Forestry University*, 1.

Lotfi, A., Zahra, J., Jinggui, F., Faezeh, F. ve Seyed, S., 2015, Differential response of organic metabolites and antioxidant defense systems to drought stress in five

varieties of pistachio (*pistacia vera* l.), *INTERNATIONAL JOURNAL OF CURRENT LIFE SCIENCES*, 5 (2), 287-295.

Lu, B., Bai, Z., Cui, J., Li, C. ve Li, H., 2004, The effect of relative soil water content on photosynthesis in pistachio (Pistacia vera L.) leaves, *Journal of Hebei Agricultural University*, 27 (1), 43-47.

Luck, H., 1965, Catalase. In: Method in enzymatic analysis, Academic Press, New York, 885-894.

Lutts, S., Kinet, J. ve Bouharmont, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (Oryza sativaL.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of botany*, 78 (3), 389-398.

Ma, D., Sun, D., Wang, C., Li, Y. ve Guo, T., 2014, Expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of flavonoid in wheat leaves in response to drought stress, *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 60-66.

MAAR, 2018, Statistical Yearbook, (in Arabic), Damascus

Macar, T. K. ve Ekmekçi, Y., 2008, PSII photochemistry and antioxidant responses of a chickpea variety exposed to drought, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 63 (7-8), 583-594.

Madan, S., Nainawatee, H., Jain, R. ve Chowdhury, J., 1995, Proline and proline metabolising enzymes in in-vitro selected NaCl-tolerant Brassica juncea L. under salt stress, *Annals of botany*, 76 (1), 51-57.

Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P. ve Sohrabi, Y., 2010, Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars, *Australian journal of crop science*, 4 (8), 580.

Maggs, D., 1973, Genetic resources in pistachio, *Plant genetic resources newsletter*, 29, 7-15.

Mahajan, S. ve Tuteja, N., 2005, Cold, salinity and drought stresses: an overview, *Archives of biochemistry and biophysics*, 444 (2), 139-158.

Mais, A.-S., Faory, H., Nakar, M., Zaid, S., Al-Safadi, B. ve Al-Saghir, M., 2014, Genetic relationships among some Pistacia species (Anacardiaceae) in Syria, *Middle-East Journal of Scientific Research*, 21 (9), 1487-1497.

Mancinelli, A., Yang, C.-P. H., Lindquist, P., Anderson, O. ve Rabino, I., 1975, Photocontrol of anthocyanin synthesis: III. The action of streptomycin on the synthesis of chlorophyll and anthocyanin, *Plant Physiology*, 55 (2), 251-257.

Marok, M. A., Tarrago, L., Ksas, B., Henri, P., Abrous-Belbachir, O., Havaux, M. ve Rey, P., 2013, A drought-sensitive barley variety displays oxidative stress and strongly increased contents in low-molecular weight antioxidant compounds during water deficit compared to a tolerant variety, *Journal of plant physiology*, 170 (7), 633-645.

Masia, A., 2003, Physiological effects of oxidative stress in relation to ethylene in postharvest produce, *Postharvest oxidative stress in horticultural crops*, 165-197.

Mayi, A. A. ve Adieb, K., 2012, Effect of Some Levels of Water, Media Cultures and Phosphorus Fertilizer on Leaf Nutrition's of Pistachio (P. vera) Transplants, *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 9 (2), 103.

Meeta, J., Mini, M. ve Rekha, G., 2013, Effect of PEG-6000 imposed water deficit on chlorophyll metabolism in maize leaves, *Journal of stress Physiology & biochemistry*, 9 (3).

Mirzaei, J. ve Yousefzadeh, H., 2013, Peroxidase, superoxide dismutase and catalase activities of the Pistacia khinjuk seedlings under drought stress, *Ecopersia*, 1 (4), 329-337.

Mittler, R., 2002, Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends in plant science*, 7 (9), 405-410.

Nakabayashi, R., Yonekura-Sakakibara, K., Urano, K., Suzuki, M., Yamada, Y., Nishizawa, T., Matsuda, F., Kojima, M., Sakakibara, H. ve Shinozaki, K., 2014, Enhancement of oxidative and drought tolerance in Arabidopsis by overaccumulation of antioxidant flavonoids, *The Plant Journal*, 77 (3), 367-379.

Naser, L., Kourosh, V., Bahman, K. ve Reza, A., 2010, Soluble sugars and proline accumulation play a role as effective indices for drought tolerance screening in Persian walnut (Juglans regia L.) during germination, *Fruits*, 65 (2), 97-112.

Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H. ve Fujita, K., 2006, Effects of drought stress on photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and stem diameter of soybean plants, *Biologia Plantarum*, 50 (1), 138-141.

Orange, M. J. ve Ebadi, A., 2012, Responses of phenological and physiological stages of spring safflower to complementary irrigation, *African Journal of Biotechnology*, 11 (10), 2465-2471.

Ozkur, O., Ozdemir, F., Bor, M. ve Turkan, I., 2009, Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte Capparis ovata Desf. to drought, *Environmental and experimental botany*, 66 (3), 487-492.

Öztürk, N. Z., 2015, Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3 (5), 307-315.

Padulosi, S., Caruso, T. ve Barone, E., 1996, Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources, *Palermo, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, P. 69.*

Panahi, B., 2009, Effects of osmotic and salt stresses on water relation parameters of pistachio seedlings, *Plant Ecophysiology*, 1, 1-8.

Parvaneh, T. ve Afshari, H., 2013, Comparative study of the response of different almond rootstocks to water stress, *Int. J. Agron. Plant Prod*, 4, 2244-2250.

Patakas, A., Noitsakis, B. ve Chouzouri, A., 2005, Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106 (2-3), 253-259.

Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., Koundouras, S. ve Giannakoula, A., 2012, Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (Olea europaea L.) cultivars, *Plant Physiology and Biochemistry*, 60, 1-11.

Petrusa, L. M. ve Winicov, I., 1997, Proline status in salt-tolerant and salt-sensitive alfalfa cell lines and plants in response to NaCl, *Plant Physiology and Biochemistry (France)*.

Pinheiro, C. ve Chaves, M., 2010, Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data?, *Journal of experimental botany*, 62 (3), 869-882.

Pinheiro, H. A., DaMatta, F. M., Chaves, A. R., Fontes, E. P. ve Loureiro, M. E., 2004, Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of Coffea canephora subjected to long-term drought, *Plant Science*, 167 (6), 1307-1314.

Pompelli, M. F., Barata-Luís, R., Vitorino, H. S., Gonçalves, E. R., Rolim, E. V., Santos, M. G., Almeida-Cortez, J. S., Ferreira, V. M., Lemos, E. E. ve Endres, L., 2010, Photosynthesis, photoprotection and antioxidant activity of purging nut under drought deficit and recovery, *biomass and bioenergy*, 34 (8), 1207-1215.

Pourghayoumi, M., Rahemi, M., Bakhshi, D., Aalami, A. ve Kamgar-Haghighi, A. A., 2017, Responses of pomegranate cultivars to severe water stress and recovery: changes on antioxidant enzyme activities, gene expression patterns and water stress responsive metabolites, *Physiology and molecular biology of plants*, 23 (2), 321-330.

Pouyafard, N., Akkuzu, E. ve Kaya, Ü., 2016, Kiyi Ege Kosullarinda Yetistirilen Ayvalik Zeytin Fidanlarinda Su Stresine Bagli Bazi Fizyolojik ve Morfolojik Degisimlerin Belirlenmesi/Determination of Some Physiologic and Morphologic Changes of Young Olive (Cv Ayvalik) Trees under Different Water Stress in Coastal Part of Aegean Region, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13 (1), 88.

Praxedes, S. C., DaMatta, F. M., Loureiro, M. E., Ferrao, M. A. ve Cordeiro, A. T., 2006, Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (Coffea canephora Pierre var. kouillou) leaves, *Environmental and experimental botany*, 56 (3), 263-273.

Quartacci, M. F., Pinzino, C., Sgherri, C. L., Dalla Vecchia, F. ve Navari-Izzo, F., 2000, Growth in excess copper induces changes in the lipid composition and fluidity of PSII-enriched membranes in wheat, *Physiologia Plantarum*, 108 (1), 87-93.

Rahmati, M., Davarynejad, G. H., Génard, M., Bannayan, M., Azizi, M. ve Vercambre, G., 2015, Peach water relations, gas exchange, growth and shoot mortality under water deficit in semi-arid weather conditions, *PLoS One*, 10 (4), e0120246.

Ranjbar, A., 2017, Comparative Study on the Effect of Water Stress and Rootstock on Photosynthetic Function in Pistachio (Pistacia vera L.) Trees, *Journal of Nuts*, 8 (2), 151-159.

Ranjbarfordoei, A., Samson, R., Van Damme, P. ve Lemeur, R., 2000, Effects of drought stress induced by polyethylene glycol on pigment content and photosynthetic gas exchange of Pistacia khinjuk and P. mutica, *Photosynthetica*, 38 (3), 443-447.

Rao, P., Kaur, A. ve Tewari, A., 2008, Drought resistance in seedlings of five important tree species in Tarai region of Uttarakhand, *Tropical Ecology*, 49 (1), 43.

Reddy, A. R., Chaitanya, K., Jutur, P. ve Sumithra, K., 2004, Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (Morus alba L.) cultivars, *Environmental and experimental botany*, 52 (1), 33-42.

Rieger, M., Lo Bianco, R. ve Okie, W., 2003, Responses of Prunus ferganensis, Prunus persica and two interspecific hybrids to moderate drought stress, *Tree physiology*, 23 (1), 51-58.

Rodríguez, P., Mellisho, C., Conejero, W., Cruz, Z., Ortuno, M., Galindo, A. ve Torrecillas, A., 2012, Plant water relations of leaves of pomegranate trees under different irrigation conditions, *Environmental and experimental botany*, 77, 19-24.

Romero, P., Navarro, J. M., García, F. ve Ordaz, P. B., 2004, Effects of regulated deficit irrigation during the pre-harvest period on gas exchange, leaf development and crop yield of mature almond trees, *Tree physiology*, 24 (3), 303-312.

Rostami, A. A. ve Rahemi, M., 2013, Responses of caprifig genotypes to water stress and recovery, *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 7 (21), 131-139.

Rouhi, V., Samson, R., Lemeur, R. ve Van Damme, P., 2007, Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery, *Environmental and experimental botany*, 59 (2), 117-129.

Sarkar, J., Ray, A., Chakraborty, B. ve Chakraborty, U., 2016, Antioxidative changes in Citrus reticulata L. induced by drought stress and its effect on root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi, *European Journal of Biological Research*, 6 (1), 1-13.

Schurr, U., Heckenberger, U., Herdel, K., Walter, A. ve Feil, R., 2000, Leaf development in Ricinus communis during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink–source transition, *Journal of experimental botany*, 51 (350), 1515-1529.

Sgherri, C. L. M., Pinzino, C. ve Navari-Izzo, F., 1993, Chemical changes and O2− production in thylakoid membranes under water stress, *Physiologia Plantarum*, 87 (2), 211-216.

Shahraji, T., Hajimerzai, A. ve Shabaian, N., 2010, Physiological responses of Pistacia khinjuck (stocks) seedling to water stress, *Indian Journal of Biology Technologly*, 1 (2), 44-49.

Sharma, S. ve Sharma, N., 2009, Changes in leaf water potential, electrolyte leakage, antioxidant system and anatomical characteristics in 'Flemish Beauty' pear induced by paclobutrazol during drought stress, *Advances in Horticultural Science*, 23 (1), 8-12.

Shojaie, B., Mostajeran, A. ve GHANADIAN, M., 2016, Flavonoid dynamic responses to different drought conditions: amount, type, and localization of flavonols in roots and shoots of Arabidopsis thaliana L, *Turkish Journal of Biology*, 40 (3), 612-622.

Siaut, M., Cuine, S., Cagnon, C., Fessler, B., Nguyen, M., Carrier, P., Beyly, A., Beisson, F., Triantaphylides, C. ve Li-Beisson, Y., 2011, Oil accumulation in the model green alga Chlamydomonas reinhardtii: characterization, variability between common laboratory strains and relationship with starch reserves, *BMC biotechnology*, 11 (1), 7.

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

Smirnoff, H., 1995, Antioxidant systems and plant response to the environment, *Environment and plant meta bolism*.

Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C. ve Masia, A., 2004, Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive trees in response to drought stress, *Physiologia Plantarum*, 121 (1), 58-65.

Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C. ve Masia, A., 2005, Antioxidant defences in olive trees during drought stress: changes in activity of some antioxidant enzymes, *Functional plant biology*, 32 (1), 45-53.

Sperdouli, I. ve Moustakas, M., 2012, Interaction of proline, sugars, and anthocyanins during photosynthetic acclimation of Arabidopsis thaliana to drought stress, *Journal of plant physiology*, 169 (6), 577-585.

Stoll, M., Loveys, B. ve Dry, P., 2000, Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine, *Journal of experimental botany*, 51 (350), 1627-1634.

Taiz, L. ve Zeiger, E., 2008, Bitki Fizyolojisi. s: 505, *Palme Yayıncılık ISBN*, 978-9944.

Tajabadi Pour, A., Sepaskhah, A. ve Maftoun, M., 2005, Plant water relations and seedling growth of three pistachio cultivars as influenced by irrigation frequency and applied potassium, *Journal of Plant Nutrition*, 28 (8), 1413-1425.

Tang, X., Zhao, C., Wen, G., Wang, W., Wang, C., Sun, Y. ve Bai, X., 2014, Physiological Mechanism for Anthocyanins to Strengthen the Drought Tolerance of Plants, *Agricultural Science & Technology*, 15 (11).

Terzi, R., Sağlam, A., Kutlu, N., Nar, H. ve Kadioğlu, A., 2010, Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of Phaseolus vulgaris cultivars, *Turkish Journal of Botany*, 34 (1), 1-10.

Toscano, S., Ferrante, A. ve Romano, D., 2019, Response of Mediterranean Ornamental Plants to Drought Stress, *Horticulturae*, 5 (1), 6.

Treutter, D., 2006, Significance of flavonoids in plant resistance: a review, *Environmental Chemistry Letters*, 4 (3), 147.

TÜİK, 2018, Bitkisel üretim istatikleri, http://www.tuik.gov.tr, *(giriş tarihi Mart 2019)*.

Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F. ve Koca, H., 2005, Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant P. acutifolius Gray and drought-sensitive P. vulgaris L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress, *Plant Science*, 168 (1), 223-231.

Valliyodan, B. ve Nguyen, H. T., 2006, Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants, *Current opinion in plant biology*, 9 (2), 189-195.

Van Breusegem, F., Vranová, E., Dat, J. F. ve Inzé, D., 2001, The role of active oxygen species in plant signal transduction, *Plant Science*, 161 (3), 405-414.

Vasques, A., Pinto, G., Dias, M., Correia, C., Moutinho-Pereira, J., Vallejo, V., Santos, C. ve Keizer, J., 2016, Physiological response to drought in seedlings of Pistacia lentiscus (mastic tree), *New forests*, 47 (1), 119-130.

Wang, B., Luttge, U. ve Ratajczak, R., 2004, Specific regulation of SOD isoforms by NaCI and osmotic stress in leaves of the C^ sub 3^ halophyte Suaeda salsa L, *Journal of plant physiology*, 161 (3), 285.

Wang, H. ve Yamauchi, A., 2016,Growth and function of roots under abiotic stress in soils, In, Eds: In: Huang B (ed) Plant–environment interactions, r. e. C. P., New York, pp 271–320, p.

Wang, J., Ou, Y., Zhou, X. ve Zhang, Y., 2008, Effects of soil water stress on the leaf physiological and biochemical indexes of pear, *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 21 (1), 62-65.

Wang, Z., Quebedeaux, B. ve Stutte, G., 1995, Osmotic adjustment: effect of water stress on carbohydrates in leaves, stems and roots of apple, *Functional plant biology*, 22 (5), 747-754.

Woisky, R. ve Salatino, A., 1998, Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. J. Apic. Res. 37: 99-105.

Xie, S., Lu, X., Zhao, X. ve Nie, Q., 2015, Effect of Water Stress on Vegetative Growth and Nitrogen Metabolism of Pomegranate Seedling, *Acta horticulturae*, 1089, 63-69.

Yadolahi, A., Arzani, K. ve Ebadi, A., 2009, An Evaluation of Morphological Markers Linked to Drought Resistance in Cultivated Almond Seedlings (Prunus dulcis Mill.), *Iranian Journal of Horticultural Science*, 40 (1), 1-12.

Yuan, Y., Liu, Y., Wu, C., Chen, S., Wang, Z., Yang, Z., Qin, S. ve Huang, L., 2012, Water deficit affected flavonoid accumulation by regulating hormone metabolism in Scutellaria baicalensis Georgi roots, *PLoS One*, 7 (10), e42946.

Yuhua, M., Fengwang, M. ve Xiaowei, M., 2008, Effects of drought stress on ascorbic acid contents and activities of related metabolic enzymes in apple leaves, *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry*, 36 (3), 150-154.

Zaher-Ara, T., Boroomand, N. ve Sadat-Hosseini, M., 2016, Physiological and morphological response to drought stress in seedlings of ten citrus, *Trees*, 30 (3), 985-993.

Zamani, Z., Taheri, A., Vezvaei, A. ve Poustini, K., 2001, Proline content and stomatal resistance of almond seedlings as affected by irrigation intervals, *III International Symposium on Pistachios and Almonds 591*, 411-416.

Zlatev, Z. ve Lidon, F. C., 2012, An overview on drought induced changes in plant growth, water relationsand photosynthesis, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 57-72.

Zokaee-Khosroshahi, M., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. ve Imani, A., 2014, Morphological changes in response to drought stress in cultivated and wild almond species, *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1 (1), 79-92.

Zonouri, M., Javadi, T., Ghaderi, N. ve Saba, M. K., 2014, Effect of foliar spraying of ascorbic acid on chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, hydrogen peroxide, leaf temperature and leaf relative water content under drought stress in grapes, *Bull Environ Pharmacol Life Sci*, 3, 178-184.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLERİ			
Adı ve Soyadı	Belal Ahmad Aljemaa	**Medeni durumu**	Evli
Doğum Tarihi	12.06.1982	**Cinsiyeti**	Erkek
Doğum Yeri	Suriye . Hama	**Uyruğu**	Suriye

DİL BİLGİLERİ		
Ana dili	Arapça	
Yabancı dili	İngilizce (TOFEL 2010)	Türkçe (TYS 2016)

İLETİŞİM BİLGİLERİ	
CEP TELEFONU	**E-POSTA**
05379750959	bilalaljemaa@hotmail.com, baljemaa@gmail.com

BİLGİSAYAR BİLGİLERİ

Bilgisayar ve Office 2010 programlarında ICDL sertifikası. 2010.

EĞİTİM BİLGİLERİ

Okullar	**Mezun olduğu okulun adı**	**Bölümü**	**Yeri**	**Mezuniyet yılı**
Lise	Hama	Bilimsel	Suriye	2001
Lisans	Halep Ünv. Ziraat facültesi	Orman ve çevre	Suriye	2006
Yüksek Lisans	Alkhire Ünv. Ziraat facültesi	Bahçe bitkileri	Mısır	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Tarihler	**Deneyimin geçtiği kurum**	**Alanlar**	**Yer**
2007 / 2009 2012 / 2015	bilimsel tarımsal araştırma merkezi	Bahçe bitkileri	Hama -Suriye
2015	İhtiyacı olan insanlar Örgütü (People in need Org.)	İnsanlık yardımı (ziraat proje)	İdleb- Suriye
2015	Bitki hastalıklarının tanımlanması ve gübre, tohum ve zararlı ilaçlarının satışı ve tarlaların denetlenmesi alanında tarımsal dükkanda ziraat mühendisi.	Tarım	İdleb- Suriye

YAYINLAR

El-Khateeb, M. A., El-Leithy, A. S., & **Aljemaa, B. A.** (2011). Effect of mycorrhizal fungi inoculation and humic acid on vegetative growth and chemical composition of Acacia saligna Labill. seedlings under different irrigation intervals. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 3(3), 283-289. (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır).

Aljemaa, B. A. (2012). Response of *Acacia saligna* and *Jatropha curcas* plants to environmental stresses. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Cairo Univ. Egypt, 150 P.

Aljemaa, B. A and Eşitken, A. (2019). Drought stress indexes and morphological response of some pistachio genotypes to drought stress under greenhouse conditions. 1.(HASAT) international agriculture and forest congress. Ankara – Turkey. (Doktora

tezinden yapılmıştır).	
EĞİTİM KURSLARI:	
ALAN	**YER ve YIL**
Bakla bitkisi yetiştiriciliği, Bitki Islahı Enstitüsü'nde, (Georg August Üniversitesi).	Göttingen Almanya - 2004
Sert çekirdek ağaçlarının çeşitleri - Tarımsal Bilimsel Araştırma Kurumu.	Şam -2009
Kurak Alanlarında Organik Tarım Kursu - Hama Tarımsal Bilimsel Araştırma Merkezi.	Hama - 2009
Zararlı böceklerin kontrolünde biyolojik düşmanların kullanımı kursu - Hama Tarımsal Bilimsel Araştırma Merkezi.	Hama -2009
Bilimsel deneylerin analizinde (Genstat-7) kullanmanın yolu - Hama Tarımsal Bilimsel Araştırma Merkezi.	Hama -2009
Bilimsel Deneylerin analizinde (Spss19) programın kullanımı - Ziraat Fakültesi - ALKahire Üniversitesi.	Mısır - 2009
Tahıl bitkilerinin su ihtiyacı - Hama Araştırma Merkezi - Hama Tarımsal Bilimsel Araştırma Merkezi.	Hama -2012
Tahıl bitkilerinin yetiştirilmesinde kurs (buğday, arpa ve mısır hibridizasyonu), Hama Tarımsal Bilimsel Araştırma Merkezi.	Hama -2012