



**KURAKLIK VE TUZ STRESİNİN LAHANADA
FİDE GELİŞİMİ VE BAZI FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Suzan YILDIZ

Yüksek Lisans Tezi

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

2017

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KURAKLIK VE TUZ STRESİNİN LAHANADA FİDE GELİŞİMİ
VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Suzan YILDIZ

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı**

**ERZURUM
2017**

Her hakkı saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**KURAKLIK VE TUZ STRESİNİN LAHANADA FİDE GELİŞİMİ VE BAZI
FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM danışmanlığında, Suzan YILDIZ tarafından hazırlanan bu çalışma 25/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı – Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oyçokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Metin TURAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

İmza :

Üye : Doç. Dr. Melek EKİNCİ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 28./12./2017 tarih ve 51./16..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu tez, Atatürk Üniversitesi, 2015/392 nolu BAP projesi kapsamında yapılmıştır.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirışlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KURAKLIK VE TUZ STRESİNİN LAHANADA FİDE GELİŞİMİ VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Suzan YILDIZ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Seraları ve Laboratuvarında 2016 yılında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak Yalova 1 lahanası (*Brassica oleracea* var. *capitata*) çeşidi kullanılmıştır. Çalışma tuzluluk ve kuraklık stresinin lahanada fide döneminde bitki gelişimi ve bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tuz uygulaması (0, 75 ve 150 mM NaCl), 3 farklı sulama seviyesi (tam sulama (%100) (D0), tarla kapasitesinin %80 (D1) ve %60'si (D2)) ve 3 tekerrürlü olarak saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada, lahanası fideleri tuz ve kurak streslerinin yanı sıra stres olmayan kontrol koşullarında da yetiştirilmiştir. Deneme süresi sonunda her gruptan elde edilen bitkilerde gelişim parametreleri, bazı fizyolojik ölçümler ve bitki besin maddesi analizleri yapılarak muamele grupları arasındaki farklar kaydedilmiştir. Araştırma bulgularına göre uygulamalar ve dozlar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tuzlu ve kurak şartlarda yetiştirilen lahanası fidelerinde uygulamaların bitki gelişimi (taze, kuru ağırlık vb.), bazı bitki fizyolojik ve biyokimyasal parametreler (doku elektrik iletkenliği, stoma iletkenliği, doku oransal su içeriği, amino asit, antioksidanlar vb.) ve bitki besin element içeriği üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; tuzluluğun ve kurak koşulların birlikte fideler üzerine meydana getirdiği zararın ayrı ayrı verdikleri olumsuz etkiden daha fazla olduğu ortaya konulmuştur.

2017, 67 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, tuz stres, lahanası, bitki fizyolojisi

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF DROUGHT AND SALT STRESS ON GROWTH AND SOME PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF CABBAGE SEEDLING

Suzan YILDIZ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture
Vegetable Growing and Breeding Department

Supervisor: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

This study was carried out in 2016 in Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture under laboratory and greenhouse conditions. Yalova 1 cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata) cultivar was used as plant material in the experiment. The study was carried out in order to determine the effects of salinity and drought stress on plant growth and some physiological and biochemical characteristics in cabbage seedling. Three irrigation levels (full irrigation (100%) (D0), 80% (D1) and 60% (D2) of field capacity were used for 3 salt application (0, 75 and 150 mM NaCl)) with 3 replications as pot experiments. In the study, cabbage seedlings were also grown under stress-free control conditions. At the end of the experiment period, differences between the treatment groups were recorded in the plants obtained from each group by the analysis of growth parameters, some physiological measurements and plant nutrients. According to research findings, there were significant differences between applications and doses. Some plant physiological and biochemical parameters (tissue electrical conductivity, stomatal conductance, leaf water potential, amino acid, antioxidants etc.) and plant nutrient content of cabbage seedling grown in saline and drought conditions (fresh, dry weight, etc.) has been determined as important. As a result; it was determined that salinity and drought conditions together had more negative effect than those of separated effects on cabbage seedlings.

2017, 67 pages

Keywords: Drought, salt stress, cabbage, plant physiology

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimin başlamasından, en verimli şekilde tamamlanmasına kadar geçen süre içerisinde yönetimi ve disiplini konusunda hayran olduğum, çalışma konumun belirlenmesinde ve çalışma koşullarımın en iyi şekilde sağlanmasında maddi, manevi yardımlarını esirgemeyen; bilimsel bakış açısı ve disiplini kazanmamı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ertan YILDIRIM'a ve analizlerimi yapan Sayın Prof. Dr. Metin TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Denemenin kurulması ve yürütülmesinde tecrübelerini benden esirgemeyen ve bilimsel vizyonumun oluşmasında büyük emeklerini gördüğüm, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, katkılarını ve yardımlarını bilimsel hayatım süresince almaya devam edeceğim ve her zaman yanımda görmekten onur duyacağım saygıdeğer hocalarım Sayın Doç. Dr. Melek EKİNCİ ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Selda ÖRS'e teşekkürlerimi sunarım.

Üniversiteye geldiğim günden itibaren yardım ve desteği ile dostluklarını her zaman hissettiğim ve her zaman hissedeceğim hocalarım Sayın Arş. Gör. Raziye KUL ve Sayın Arş. Gör. Fazilet PARLAKOVA KARAGÖZ'e teşekkür ederim.

Çalışmamın başlangıcından bitimine kadar her aşamasında beni yalnız bırakmayıp yardımlarını esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım Sibel AKTAY, Özlem YILDIZ, Yasin GÜVEN ve Melikşah Bahadır AK'a teşekkür ederim

Ayrıca bütün hayatım boyunca maddi manevi her konuda beni destekleyen varlıkları bana en büyük yaşam kaynağı olan aileme sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Suzan YILDIZ

Aralık, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kuraklık Stresi.....	2
1.2. Tuz Stresi.....	4
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1. Tuzluluk İle İlgili Kaynak Özetleri	11
2.2. Kuraklık İle İlgili Kaynak Özetleri	18
2.3. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi Kaynak Özetleri	21
3. MATERYAL ve METOD.....	25
3.1. Bitkisel Materyal	25
3.2. Metod.....	25
3.2.1. Tohum ekimi, fide yetiştiriciliği ve denemenin kurulması	25
3.2.2. Tuz uygulamasının yapılması	27
3.2.3. Kuraklık uygulamalarının yapılması	27
3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	29
3.3.1. Bitki boyu (cm)	29
3.3.2. Yaprak sayısı (adet / bitki)... ..	29
3.3.3. Gövde çapı (mm).....	29
3.3.4. Net Fotosentez hızı (Pn), terleme hızı (Tr), stomal iletkenlik (gs) ve içsel CO ₂ miktarı (Ci).....	30
3.3.5. Yaprak alanının belirlenmesi.....	30
3.3.6. Klorofil değeri (SPAD)	31
3.3.7. Bitki yeşil aksam ve köklerde yaş ve kuru ağırlıklar (g).....	32
3.3.8. Doku elektriksel iletkenliği (EC)(%)	33

3.3.9. Doku oransal su içeriği (DOSİ).....	34
3.4. Bitki Analizleri	34
3.4.1. Azot tayini	34
3.4.2. Diğer besin elementlerinin tayini (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cl,, Zn, B, Si).....	34
3.4.3. Bitkilerde antioksidant enzimler (peroksidaz, katalaz, süperoksitdismutaz)’in ekstraksiyonu	35
3.4.3.a. Katalaz (CAT - EC: 1.11.1.6) aktivitesinin belirlenmesi	35
3.4.3.b. Peroksidaz (POD - EC: 1.11.1.7) aktivitesinin belirlenmesi.....	36
3.4.3.c. Süperoksit dismutaz (SOD – EC: 1.15.1.1) aktivitesinin belirlenmesi	37
3.4.4. Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) analizi	37
3.4.5. Lipid peroksidasyon (malondialdehid -MDA) analizi	38
3.4.6. Amino asit (Prolin) miktarı	38
3.4.7. Karbonhidrat (sakkaroz) analizi	39
3.5. İstatiksel Analizler.....	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	40
4.1. Uygulamaların lahana fidelerinde bitki gelişimi üzerine etkisi.....	40
4.2. Uygulamaları Lahana Fidelerinde Klorofil, DOSİ ve EC Üzerine Etkisi.....	43
4.3. Uygulamaların Lahana Fidelerinde Pn, gs, Tr ve Ci Üzerine Etkisi	45
4.4. Uygulamaların Lahana Fidelerinde Yaprak ve Kökte Bitki Besin Elementi İçeriği Üzerine Etkisi	46
4.5. Uygulamaların Lahana Fidelerinde H ₂ O ₂ , MDA, Prolin ve Sakkaroz İçeriği Üzerine Etkisi	51
4.6. Uygulamaların Lahana Fidelerinde CAT, POD ve SOD İçeriği Üzerine Etkisi	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	68

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°	Derece
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
Fe	Demir
g	Gram
K	Potasyum
kg	Kilogram
m	Metre
m ²	Metre kare
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
mg/kg	miligram /kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
ng/μl	Nanogram /mikrolitre
P	Fosfor
Zn	Çinko
μmol	Mikromol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Fidelerin saksılara dikilmesi (orijinal).....	26
Şekil 3.2. Fidelerin dikimden sonraki görünüşleri (orijinal).....	26
Şekil 3.3.Saksılardaki nem ölçümü (orijinal)	28
Şekil 3.4. Deneme boyunca sera içerisinde ölçülen günlük en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri.....	28
Şekil 3.5. Fidelerin gövde çapının belirlenmesi (orijinal)	29
Şekil 3.6. Fotosentez (Pn), Terleme (Tr), Stomal İletkenlik (gs) ve CO ₂ içeriği ölçümleri (orijinal).....	30
Şekil 3.7. Yaprak alan ölçümü (orijinal).....	31
Şekil 3.8. Klorofil değeri ölçümü (orijinal)	31
Şekil 3.9. Fidelerin yeşil aksam ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi (orijinal)	32
Şekil 3.10. Doku elektriksel iletkenliği ölçümü (orijinal)	33
Şekil 4.1. Tuzluluk ve kuraklığın lahana fidelerindeki etkisi (orijinal)	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde fide boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve yaprak sayısı	40
Çizelge 4.2. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaş ve kuru toprak üstü ve kök ağırlığı.....	42
Çizelge 4.3. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde klorofil miktarı (SPAD), EC ve DOSİ.....	44
Çizelge 4.4. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde net fotosentez hızı (Pn), gs (stomal iletkenlik), içsel CO ₂ içeriği (Ci) ve terleme hızı	46
Çizelge 4.5. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaprak N, P, Ca, Mg ve Na içeriği.....	48
Çizelge 4.6. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaprak Fe, Cl, Zn, B ve Si içeriği	49
Çizelge 4.7. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde kök N, P, Ca, Mg ve Na içeriği.....	50
Çizelge 4.8. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde kök Fe, Cl, Zn, B ve Si içeriği	51
Çizelge 4.9. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde H ₂ O ₂ MDA, Prolin ve sakkaroz içeriği.....	53
Çizelge 4.10. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde CAT, POD ve SOD içeriği	54

1. GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi Ülkemizde de çevresel problemler gün geçtikçe artmaktadır. Plansız kentleşme ve sanayileşmenin artışı verimli tarım arazilerinin azalmasına yol açmakta, bunun yanında yanlış gübreleme, aşırı tarımsal ilaç kullanımı ile kentsel ve endüstriyel atıkların bilinçsiz bir şekilde tarım alanlarına boşaltılması çevresel sorunları daha da artmaktadır.

Yaşamlarını devam ettirdikleri alanlarda bitkiler, gelişimlerini azaltıcı çeşitli olumsuz şartlara maruz kalmaktadırlar. Stres bitkilerde büyüme, gelişme ve metabolizmayı etkileyen ya da engelleyen durumlara denir (Gürel and Avcıoğlu 2001). Stres faktörleri bitkiler üzerine etkilerini çoğunlukla eş zamanlı ve kombine şekilde göstermektedirler (Kalefetoğlu and Ekmekçi 2005). Stres faktörleri, orijinlerine göre abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Abiyotik stres faktörleri soğuk, sıcak, tuzluluk, su fazlalığı, kuraklık, radyasyon, oksidatif stres, çeşitli kimyasallar, rüzgâr ve toprakta besin yetersizliği gibi çevresel faktörlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlardır (Mahajan and Tuteja 2005).

Dünya bitkisel üretimini sınırlandıran başlıca çevresel stres faktörlerinden dolayı, yetiştiricilikte bitkinin normal ürün potansiyeline ulaşabilecek uygun alanların bulunması oldukça zordur. Tarımsal üretimin azalmasında %71 oranında abiyotik stres, %29 oranında ise diğer stres faktörleri etkilidir (Boyer 1982). Son on yılda bu tür stres faktörlerinin etkisini azaltmak için sulama, toprak iyileştirmesi ve uygun gübre kullanımı gibi çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Çevresel stres problemlerinin çözümünde en büyük engel olan ekonomik ve çevreyle ilgili zorluklar, sıra dışı alanlarda meydana gelen ürün kayıplarını azaltmak için genetik dayanıma yönelimi zorunlu hale getirmiştir (Blum and Johnson 1993).

1.1. Kuraklık Stresi

Su tüm canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Sürdürülebilir kalkınma için en önemli yaşamsal kaynaklardan biri sudur. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19. yüzyıla oranla üç kat artmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımının altı kat arttığı belirlenmiştir (Anonim 2009a).

Bulunduğumuz yüzyılda özellikle su sıkıntısı tarım için önemli bir problem teşkil etmektedir (Seckler and ark. 1999; Turner 2001). Tarım, su kaynaklarının kısıtlı olmasından dolayı hem kurak hem de yarı-kurak alanlarda sadece yağışa bağımlı bir duruma gelmiştir. Bundan dolayı kısıtlı su bulunan bu kurak alanlarda bitkisel verimi arttırmak için son yıllarda bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların oldukça arttığı görülmektedir (Turner 2004).

Tarımsal üretimin artırılması, birim alanda yüksek verim veren bitkileri yetiştirmek veya tarım alanlarını genişletmek ile sağlanabilir. Tarım yapılabilen araziler son yıllarda dünyada çoğu ülkede olduğu gibi Türkiye'de de son sınırlarına ulaşmıştır (Önder 1992; Ünlü 2004). Kurak alanlarda verimi artırmanın en önemli yolu sulama işlemiyle su stresini azaltmaktır. Gelecek yıllarda özellikle yarı-kurak alanlarda sulanabilir tarım alanlarını artırma imkânı çok sınırlı olacaktır. Bundan dolayı kuraklığa maruz kalan alanlarda verimi arttırmak için başka alternatifler aranmaktadır. Bu alternatiflerden en önemlisi de kuraklığa daha iyi adapte olabilen türlerin ve/veya çeşitlerin bulunması ve geliştirilmesidir.

İnsanlarda kuraklığın olağan dışı ve beklenmeyen bir olay olduğuna dair yaygın bir kanı oluşmasına rağmen, aslında kuraklık tekrarlanan ve normal bir iklim olayıdır. Uzun dönemli (bir veya birden çok mevsime yayılan) azalan yağışlar bütün kuraklıkların kökenini oluşturmaktadır. Dünyanın birçok bölgesinde küresel iklim değişikliğinin sonucu azalan yağışlar ve artan sıcaklıklar kuraklık olaylarının sıklığını ve ciddiyetinin artmasına neden olmaktadır. Kuraklığın diğer olaylarından farkı; doğal bir olay olarak

gerçekleşmesi, çok yavaş başlayan, aylar ve yıllarca ilerleyen ve oldukça geniş alanları etkilemesidir. Kimi zaman ülkenin tamamında veya çok geniş bölgelerde önemli ekonomik, çevresel ve sosyal etkilere sebep olmaktadır. Bütün iklim şartlarında kuraklık görülebilir, fakat bir bölgeden diğerine alanın kuraklığa karşı hassasiyeti ve etkilerin derecesi oldukça büyük değişiklikler gösterebilir (WWF 2008).

Doğanın gizli bir tehlikesi olan kuraklık, genellikle bir zaman periyodunda veya bir mevsimde yağış miktarının düşmesinden dolayı meydana gelmektedir. Bir bölgedeki yağış ve evapotranspirasyon (buharlaşma + terleme) arasındaki dengenin uzun süreli ortalaması kuraklık hesaplaması yapılırken göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kuraklık yağışların tesirleri (yağış yoğunluğu, sayısı) ve zaman ile bağlantılıdır. Birçok bölgede kuraklıkta etkili olan etmenlerin başında; şiddetli rüzgâr, yüksek sıcaklık ve düşük nem miktarı gelmektedir (Kapuluhan 2013).

Bitkilerin kuraklıktan sakınmasının farklı genetiksel şekilleri vardır. Yapraklarda su potansiyelinin yüksek oranda tutulması ve toprağın su tutma kapasitesine bağlı olarak büyük oranda kök yapısı ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Yeo and Flowers 1993). Kuraklığa karşı bitkinin tepkisi, bitki türüne ve kuraklığın şiddetine göre değişir. Bu değişim; vejetasyonun çeşitli aşamalarında kuru madde birikiminde, karbon değişiminde ve genetik yapının başkalaşımında görülür. Kurak veya kısıtlı su bölgelerinde bölgelere uygun genotip seçilerek bu genotipin verim potansiyelleri iyileştirilmektedir. Kuraklık bitkilerin fenolojisine, su kullanımına, kurummasına, su geçirgenlik etkinliğine, su kullanım randımanına, stomatal özelliklerine, ozmotik düzenlerine, bitki kısımlarının olumsuz etkilenmesine neden olur. Adaptasyonu yüksek genotiplerde içsel ve dışsal dengeleme, yani kurağa toleranslık durumu daha yüksek orandadır (Karipçin 2009).

Kuraklık stresi bitki üzerinde vejetatif büyüme, verim, su ilişkileri ve fotosentez gibi farklı mekanizmaları etkilemekte ve bu mekanizmalar üzerinde oluşturduğu etkiler de farklı olmaktadır (Farooq *et al.* 2009). Hücre veya bitki içerisinde meydana gelen metabolik ve fizyolojik her bir olayın su stresinden etkilenmeye başladığı su potansiyeli

değeri farklıdır ve tür ile olayın kendisine bağlı olarak değişir. Örneğin, hücre bölünmesi ve hücre büyümesi genelde hücre su potansiyeli -0,2 ile -0,4 MPa aralığına indiğinde olumsuz etkilenirken, stomaların kapanması ve fotosentezin durması birçok tarımsal bitkide yaprak su potansiyelinin -0,8 MPa'a düşmesi sonucu başlar (Taiz and Zeiger 2006).

Sebzeler, sağladıkları mineraller, vitaminler, antioksidanlar, bitkisel steroller ve lifler sayesinde insan beslenmesi ve sağlığı bakımından önemli rol oynarlar (Dalal *et al.* 2006). Sebzelerde verim ve kalite, kuraklık stresinden son derece olumsuz etkilenirler (Maggio *et al.* 2005). Başarılı bir sebze yetiştiriciliği için su vazgeçilmez büyüme faktörlerinden biridir. Sebzeler, normal vejetatif ve generatif büyüme gösterebilmeleri için suya gereksinim duyarlar (McCollum 1992). Kısa süreli su stresine maruz kalan sebzeler yapraklardan meydana gelen su kaybını azaltmak için stomalarını kapatma yoluna giderler (Decoteau 2000). Bununla birlikte, uzun süreli kuraklık durumunda bitkilerde geri dönüşümsüz hasarlar meydana gelir ve nihayetinde ölüm gerçekleşir. Kuraklığın bitkiler üzerine etkisi kompleks, değişken ve diğer iklim faktörleriyle etkileşim gösterebilmektedir. Kuraklığın bitkilerin tohum çimlenmesini, çıkışı, hipokotil uzunluğunu, su alımını ve kuru madde rezervlerinin taşınımını, kök uzunluğunu, fotosentetik aktiviteyi, karbon asimilasyonunu, kuru madde oluşumunu, çiçeklenmeyi, çiçek tozu oluşumunu, döllemeyi ve nihayetinde verim gibi birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayı olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (McKersie and Lehsem 1994).

1.2. Tuz Stresi

Tuzluluk, sularda veya topraklarda var olan çözünmüş mineral tuzların yoğunluğundan ileri gelmektedir. Çözünmüş mineral tuzları, Na^+ , Ca^+ , Mg^+ , ve K^+ gibi katyonlar ile Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , CO_3^- ve NO_3^- anyonları içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Yüksek tuzlulukta sularda B, Sr, Li, SiO_2 , Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al gibi mineral maddeler de tuzluluğa katkı sağlamaktadır (Shannon 1984; Tanji 1990; Marschner 1997).

Tarımsal üretim yapılan alanlarda küresel ısınma sonucunda gün geçtikçe sulama suyunun yeterli miktarda ve kalitede bulunması zorlaşmaktadır. Sulu tarım için doğal kaynakların azalması veya kirlenmesi, düşük kaliteli sulama suyu ile sulama yapmak zorunluluğunu özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde meydana gelmektedir. Bu sebeplerden dolayı bitkisel üretimde sulama için, tuzlu su kullanımı gündeme gelmiştir. İyi kalitedeki suların yanında, diğer su kaynaklarının da kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Araştırmacılar tarafından dünyada tuzlu sular kullanılarak toprak ve bitkiye zarar vermeden yetiştiriciliğin yapılması amacıyla yapılan çalışmalar hızla devam etmektedir (Aydınşakir vd 2015).

Toprak tuzluluğu ve sulama suyu bitkilerde büyüme ve gelişmeyi engellediği gibi ürünün kalitesini de önemli miktarlarda düşürmeye neden olmaktadır. Hem toprakta hem de sulama suyu tuzlu olan alanlarda başarılı bir tarımsal üretim için tuza toleranslı tür ve çeşitler kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Başarılı bir yetiştiricilik ve tarımsal ekonomi açısından büyük yarar sağlamak için tuzlu toprak koşullarına sahip olan alanlarda üretimi yapılacak bitkilerin tuz toleransının önceden bilinmesi gerekmektedir (Yetişir ve Uygur 2009).

Dünyada ve ülkemizde birçok araştırmacı tarafından tuz stresinin bitki büyüme parametreleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Yakıt ve Tuna (2006) ve Çiçek ve Çakırlar (2002) mısırdaki; Ekmekçi ve Altunal (2007) biberde; Kaya ve Daşgan (2013) fasulyede; Franco *et al.* (1997) kavunda; Ashraf *et al.* (2003) bamyada; Wilson *et al.* (2006) börülcede; Aydınşakir vd (2013) kabakta; Yurtseven vd (2005) domateste; Ünlükara vd (2008) patlıcanda; Saied *et al.* (2005) çilekde; Yetişir ve Uygur (2009) karpuzda yaptıkları araştırmalarda tuz seviyesinin artmasıyla bitki gelişimi ve verimde azalmaların olduğunu belirlemişlerdir.

Tuza tolerans bakımından bitkiler iki gruba ayrılmaktadır. Halofitler; tuzcul bitkilerdir ve yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişebilmektedirler. Tuzlu şartlarda yeryüzünde sadece az sayıda bitki türü yaşayabilmektedir. Bu bitkiler tuz seviyesinin düşük olduğu koşullarda yaşayamamaktadırlar. Hatta bazı halofit bitkiler deniz suyu

konsantrasyonunun iki katından daha fazla tuz konsantrasyonuna dayanabilmektedirler. Yüksek tuz konsantrasyonlarında etkilenen ve zarar gören bitkilere ise glikofit bitki denilir. Glikofit bitkiler yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamamaktadır. Yüksek bitkilerin hemen hemen tamamı bu grupta yer almaktadır (Levitt,1980). Tarım için önemli olan çoğu bitki glikofittir ve yüksek tuz konsantrasyonuna toleranslı değildir. Tuzluluk, glikofitlerde iyonik, osmotik ve oksidatif stres gibi sekonder streslere yol açmaktadır (Zhou 2001).

Bitkiler arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Familya, cins ve türler arasındaki farklılıkların yanı sıra, aynı türe ait çeşitler arasında da tuza tolerans yönünden farklılıkların bulunduğu bilinmektedir. Bazı kültür bitkilerinin tuza tolerans durumlarına bakıldığında; arpa, pamuk, darı, buğday, şekerpancarı, hurma, ıspanak ve kırmızı pancarın tuza toleranslı ($Ec\ 5-10\ dSm^{-1}$); lahana, şeker kamışı, mısır, asma, çeltik, incir, armut, guava, patates, ayçiçeği, soya fasulyesi, domates, yerbıstığı, karnabahar, kabakgiller ve tatlı patatesin orta derecede toleranslı ($Ec\ 3-5\ dSm^{-1}$); mercimek, bezelye, susam, şeftali, elma, ahududu, kayısı, turunçgiller, çilek, turp, kereviz, havuç ve fasulyenin tuza duyarlı ($Ec\ 1.5-3\ dSm^{-1}$) oldukları bildirilmektedir (Maas and Hoffman 1977; Greenway and Munns 1980).

Tuz stresi, bitkiyi doğrudan öldürebileceği gibi, bitkinin tuza toleransı ve ortamdaki tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkide turgorluğun azalması, fotosentezin engellenmesi (Schwarz and Gale 1981; Walker *et al.* 1981; Brugnoli and Lauteri 1991; Georgiev and Atkins 1993), membran işlevleri ve enzim etkinliklerinin engellenmesi (Flowers *et al.* 1977; Greenway and Munns 1980; Orcutt and Nilsen 2000) ve taşıyıcı mekanizmaların yetersizliğine bağlı iyon eksikliğinin artması (Hasegawa *et al.* 1986) gibi olumsuzlukların ortaya çıkmasına da neden olmaktadır. Bitki büyümesinde görülen bu gibi olumsuzluklar, tuzlu topraklara inorganik gübrelerin uygulanmasıyla önlenmeye çalışılmaktadır (Papadopoulos and Rendig 1983).

Tuzluluğun olumsuz etkisini gidermenin iki temel yolu vardır. Birincisi, tuzlu toprakların iyileştirilmesi, ikincisi ise yetiştirilmesi düşünülen bitkilerin tuza olan

toleranslarının artırılması ya da daha toleranslı tür ve çeşitlerin belirlenmesidir. Sulama suyunun tuzlu, taban suyunun yüksek ve toprak geçirgenliğinin az olduğu toprakların ıslahı pahalı bir işlemdir ve büyük yatırımlar gerektirir. Tuzluluğun aşırı olmadığı alanlarda toleranslı tür ve çeşitlerin yetiştirilmesi bu alanları değerlendirilmenin en kolay yoludur. Tuza tolerans yönünden türler ve aynı türe ait çeşitler arasında önemli genotipik farklılıklar vardır (Sajyad 1986; Suhayda *et al.* 1992).

Baltık denizi ve Kuzey Avrupa ülkeleri lahananın anavatanı olarak kabul edilmektedir. Genellikle nemli olan ve denize yakın Avrupa kıyılarında geniş bir yayılma alanı bulmuştur. Yabani olarak yetişen lahana formları İrlanda ve İngiltere'nin güney kıyıları, Fransa'nın Atlantik kıyılarında bulunmaktadır. Avrupa ülkelerinde yıl boyunca, ülkemizde ise yılın bir iki ayı hariç bütün yıl boyunca pazarlanmakta ve değişik şekillerde sebze olarak tüketilmektedir. Yaprak lahanalar: *Brassica oleracea* L. var. Acephala, baş lahanalar; *Brassica oleracea* L. var. Capitata, kırmızı lahanalar; *Brassica oleracea* L. var. Rubra, Savoy lahanası ise *Brassica oleracea* L. var. Sabuda olarak adlandırılmaktadır (Şalk vd 2008).

Türkiyede *Brassicaceae* familyasındaki sebzelerin 28 500 ha alanda 720 257 ton toplam üretimi yapılmakta olup, Türkiye bu üretim ile dünyada 20. sırada yer almaktadır (Anonim 2013). *Brassicaceae* familyasındaki sebzelerden biri olan lahananın ülkemizde 164 069 tonu kırmızı lahana, 73 643 tonu yaprak lahana, 2 759 tonu brüksel lahanası ve en fazla üretim ile 492 610 tonu beyaz baş lahanadan oluşmaktadır (Anonim 2014).

Ülkemizde toplam sebze üretimi içinde *Brassicaceae* familyasına ait sebze türlerinin büyük bir payı vardır. Ancak bu üretime rağmen, sebzeciliğinin yoğun yapıldığı diğer ülkelerle karşılaştırdığımızda elde edilen ürünlerdeki verim ve kalite değerlerimiz gerekli standartları sağlayamamaktadır. Besleyici değeri yüksek olan ve değişik şekillerde değerlendirilebilen serin iklim sebzelerinden olan beyaz baş lahananın (*Brassicasica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*), sofralık (sarma, kapuska ve salata) ve turşu sanayi için üretimi yapılmaktadır. Lahana besin değeri ve antioksidan kapasitesi yüksek bitkilerdendir. İzotiyosiyanatlar ve benzeri bileşiklerin yüksek

konsantrasyonuna sahip bitkiler arasında yer alan lahana antikanserojen etkiye sahiptir (Chung *et al.* 1996; Hecht *et al.* 1996). Ülkemizde lahanalar çiğ olarak tüketildiği gibi: kapuskası; salatası; turşusu; etli ve zeytinyağlı sarması gibi birçok değerlendirme şekli vardır. Kışlık sebzeler içinde yer alan lahana bitkisi iklim istekleri açısından fazla seçici değildir.

Sıcaklığın lahana yetiştiriciliğinde önemi oldukça fazladır. Çiçeklenme döneminde özellikle sıcaklığın önemi daha da fazla olmaktadır. Sebze olarak kullanılan yapraklarının kalitesi yüksek sıcaklıklarda bozulmaktadır. Gevrek olan yaprak yerine sert ve sarmaya elverişli olamayan yapraklar oluşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı lahana yetiştiriciliği sıcak bölgelerde ve dönemlerde yapılmamalıdır. Sıcaklık ve kuraklık birleşince lahanada baş meydana getirme olayı olumsuz yönde etkilenir. 15-20°C arasındaki sıcaklıklar küçükbaş oluşturabilmesi için idealdir. Yaz ayları sonunda ve sonbahar yetiştiriciliğinde sıcaklığın düşmesi kaliteli baş oluşumuna yardımcı olmaktadır (Şalk vd 2008).

Lahana yüksek nemli yaylalar ile hava nemi yüksek olan göl ve deniz kenarlarında çok iyi gelişmektedir. Yağışlar lahana bitkisinin daha iyi gelişmesini sağlar. Dolu şeklindeki yağışlar bitkinin yapraklarına zarar vermektedir. Bunun haricindeki yağışlar zarar vermez aksine lahananın büyüme ve gelişmesinin yanında kalite üzerine de olumlu etki yapmaktadır (Şalk vd 2008).

Lahanaların verim ve kalitesi rutubetsiz, yağışsız ve çok kurak olan bölgelerde düşmektedir. Bu bölgelerde yetiştirilen lahanalarda sebze olarak değerlendirilen yapraklar, sert, acı ve lezzetsiz olmaktadır. Rüzgârın olumsuz etkileri yapraklardan su kaybına ve bitkilerin devrilip toprakla temas etmesine neden olur. Su kaybı, yenen yaprakların kalitesini bozmaktadır. Devrilen bitkilerde ise ya gelişme yavaşlamakta, ya da toprağa değen yapraklar çürümektedir (Şalk vd 2008).

Kültür bitkileri gelişimleri için genellikle fazla miktarda suya ihtiyaç duyarlar. Suyun miktarı ve kalitesi mevcut gıda üretiminin korunması ve gelecek yıllar için üretimin

artırılması yaşam kalitemizin devamlılığını sağlamak açısından giderek önem kazanmaktadır. Su noksanlığı çoğu zaman verim kayıplarının yanı sıra önemli kalite düşüşlerine de sebep olmaktadır. Bitkiler, kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına büyüme ve gelişmeleri en az zarar görecektir şekilde fizyolojik ve metabolik değişikliklerle adaptasyon sağlamaya çalışırlar. Ancak, abiyotik stres koşullarında meydana gelen bu değişiklikler, karmaşıklıklarından dolayı uzun yıllardır üzerinde çalışılıyor olmasına rağmen tam olarak anlaşılamamıştır. Küresel ısınmaya bağlı olarak beklenen şiddetli kuraklık olayları, tarımsal anlamda kullanılan bitkilerin kuraklık toleranslarının artırılması yolunda ciddi adımların acil olarak atılmasının gerekliliğini bir kez daha gözler önüne koymaktadır.

Kuraklık ile beraber mevcut su kaynaklarının yetersizliği tarımda düşük kalitede suların kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle bitkilerin hem kuraklık stresi, hem de su ihtiyacının düşük kaliteli, tuz iyonları barındıran su ile karşılanması durumunda alınacak sonuçlar fazlasıyla önem arz etmektedir. Bitkinin maruz kaldığı matrik ve osmotik stres kaynakları altında her bir stres faktörüne ayrı ayrı ve birlikte maruz kaldığında oluşacak fizyolojik reaksiyonlar ve verimdeki azalmanın kümülatif bir şekilde oluşup oluşmayacağı merak konusudur.

Lahana (*Brassica oleracea* L. *capitata*), kuraklığa ve tuzluluğa karşı orta derece hassas bir bitki olduğu bildirilmektedir. Çalışmalar lahananın tuzluluk ve kuraklık stres şartlarında morfolojik ve metabolik adaptasyonlarının değişebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte şiddetli tuzluluk ve kuraklığın lahanada bitki gelişimi ve pazarlanabilir verimi olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Maggio *et al.* 2005).

Bitkilerin kuraklık ve tuz stresine tepkilerinin karmaşık olması nedeniyle tam olarak tolerans mekanizmalarının anlaşılması ve değerlendirilmesi her bitki için karakteristik durumlar söz konusu olduğundan, büyük ölçekli uygulamalardan önce dikkatli bir şekilde araştırılmalıdır. Bu amaçla Ziraat Fakültesi Araştırma seralarında lahanada fide döneminde farklı kuraklık seviyelerinde ve farklı tuz içeriklerinde sulama suları kullanılarak bitkide yetiştirme dönemi süresince bitki fizyolojisi üzerine bu stres

faktörlerinin etkileri incelenerek fotosentez, stoma iletkenliği, transpirasyon ve klorofil miktarı gibi parametreler değerlendirilmiş, bitki gelişim parametreleri ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda lahana fidelerinde farklı stres faktörlerinden hangi oranlarda etkilendiği değerlendirilmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tuzluluk ile İlgili Kaynak Özetleri

Tuzluluk Dünya da tarım yapılan alanların yaklaşık %20'sini, sulanan alanların ise %33'ünü olumsuz etkilemektedir. Tuzluluk problemi; iklim değişikliği, yer altı sularının aşırı kullanımı, sulamada düşük kaliteli su kullanımı ve yoğun tarım gibi uygulamalarla gün geçtikçe daha da artmaktadır. Aşırı toprak tuzluluğu sebzeleri de içine alan birçok ürünü olumsuz etkilemektedir. Sebze türlerinin önemli bir kısmı tuzluluğa tolerans eşiği (1-2.5 dSm⁻¹) düşüktür (Machado and Serralheiro 2017).

Tuzluluk bitki büyüme ve gelişimini sınırlandıran en önemli çevresel etmenlerden biridir. Yüksek tuzluluğun bitkiler üzerindeki zararlı etkileri bitkinin ölümü ve/veya üretimin düşmesi şeklinde gözlenebilir. Birçok bitki türü ya hücrelerine tuzu almayarak ya da tuzu hücre içinde tolere edecek mekanizmalar geliştirmişlerdir. Tuz stresi etkisinde fotosentez, protein sentezi, enerji ve lipid metabolizması etkilenir. Tuz stresi biyolojisi ve bitkilerin yüksek tuza karşı gösterdikleri tepkiler geçen yirmi yıl boyunca araştırmacılar tarafından tartışılmıştır. Bu araştırmalarda tuz stresinin fizyolojik ve biyokimyasal etkileri ile bitkilerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tolerans mekanizmaları detaylı olarak incelenmiştir (Parida and Das 2005).

Smith ve McComb (1981), pancar ve fasulyeyi tuza tolerans testlerine almışlardır. In vitro gelişme parametresi olarak bitki ve kallus yaş ağırlığını kullanan araştırmacılar, pancar ve fasulyede tam bitki ve kallus gelişimlerinin birbirine paralel sonuçlar verdiğini; halofit türlerde ise iki farklı koşulda belirlenen sonuçların birbiriyle uyumlu olmadığını saptamışlardır.

Kına (2008), Kabarla ve Gloria çilek çeşitlerine katı ortam kültüründe Hoagland besin çözeltisi ile birlikte 500, 1000 ve 1500 mg.l⁻¹ tuz uygulamaları yapılmıştır. Denemede kontrole göre tuz uygulanan bitkilerdeki bazı bitkisel ve kimyasal değişimleri

belirlemiştir. Deneme sonunda Kabarla çilek çeşidinin Gloria çeşidine göre tuzlu koşullarda daha iyi geliştiği gözlemiştir. Tuz uygulamalarındaki artışa bağlı olarak bitki gelişiminin, genel olarak, sınırlandığı fakat gelişmenin sürdüğü gözlemiştir. Artan tuz dozlarının klorofil ve malondialdehide düzeyleri üzerinde etkili olduğu ancak, bu değerlerin tuza tolerant çeşitlerin tespitinde yetersiz kaldığı belirlemiştir. Bitki kök, gövde ve yapraklarında Na^+ iyon birikimi, K^+/Na^+ ve $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ iyon oranlarının tuzlu koşullara dayanıklılıkta önemli etkilere sahip olduğunu belirlemiştir. Tuzlu koşullarda daha iyi geliştiği belirlenen Kabarla çeşidinde Na^+ iyon birikimi, K^+/Na^+ ve $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ oranları daha yüksek düzeyde elde etmiştir. Bu değerler Gloria çeşidinde daha düşük elde etmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, üç fasulye çeşidi üç farklı NaCl konsantrasyonunda (-0.03 (kontrol), -0.25 ve -0.50 MPa) tuza dayanıklılık seviyeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemede kuru madde üretimi, toplam N ve su alımı tuzluluktaki artışa bağlı olarak bütün çeşitlerde azalmış ancak, çeşitlerden biri tuzdan daha az oranda etkilenmiş ve bu çeşidin tarla şartları için en uygun çeşit olduğu belirlenmiştir (Pessarakli 1991).

Nassar *et al.* (1999), domateste fide aşamasında farklı tuz konsantrasyonlarının fide gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 0,5 (kontrol), 3, 6, 9, 12 ve 15 dS/m NaCl içeren sulama suyu ile fideleri sulamışlardır. Araştırmacılar artan EC değeri ile bitkinin yaprak, gövde ve kök kuru ağırlıklarda önemli değişimler meydana geldiğini saptamışlardır ve bu farklılığın genotipik olduğunu vurgulamışlardır. Tuzluluk miktarı arttıkça tüm dozlarda K/Na oranının düştüğü, kök ve gövdedeki Na ve Cl konsantrasyonu ile K arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir.

Mercimek çeşitlerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz konsantrasyonlarının etkisini belirlemek amacıyla, Altın Toprak, Fırat-87, Kafkas, Malazgirt-89, Meyvesi-2001, Seyran-96, Sultan-I, Çağır, Çiftçi ve Özbek isimli 10 mercimek çeşidi

kullanmıştır. Çeşitler üzerine 0 (kontrol), 30 mM, 60 mM, 90 mM ve 120 mM) tuz uygulamaları yapmış ve tüm çeşitlerde tuz içeriğindeki artışa bağlı olarak incelenen tüm özelliklerin kontrole göre önemli azalmalar ortaya koyduğunu bildirmiştir. Tuz uygulamalarının çeşitlerin bitki kuru ağırlıklarında meydana getirdiği azalış oranlarına göre, Malazgirt-89, Fırat-87 ve Çiftçi çeşitleri tuza en toleranslı çeşitler olduğu belirlenirken, en hassas çeşitlerin ise Özbek ve Seyran-97 olduğu saptanmıştır (Kayış, 2014)

Rastgeldi (2010), farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 50 mM, 100 mM, 150 mM), sera sivri biber çeşitleri olan Dizel F1, Kekova F1, Mert F1, Vale F1 ve Urfa biberinde bazı fizyolojik parametreler ile mineral madde içeriği üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda; yüksek tuz dozlarının bitki ve kok gelişimini, olumsuz yönde etkilediği, artan dozlara bağlı olarak toplam klorofil miktarının azaldığı, hücre zarı geçirgenliğinin arttığı ve membranın bozulduğunu bildirmiştir. Artan NaCl miktarları ile çiçeklenme gün sayısının geciktiği ve NaCl miktarı arttıkça yaprak sayısında ve biomas değerlerinde azalma olduğunu ortaya koymuştur. Na, K, Ca ve Mg gibi mineral madde içeriklerinde de farklılık saptamıştır. NaCl miktarı arttıkça tüm çeşitlerin yapraklarındaki Na miktarı artmıştır. K ve Ca içerikleri, artan tuz dozlarına bağlı olarak azalma göstermiş, Mg miktarında önemli bir farklılık tespit etmemiştir.

Awang *et al.* (1993), kontrollü sera şartlarında kaya-yünü kullanılarak yetiştirilen Rapella çilek çeşidinde tuzluluğun (NaCl) meyve gelişimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan araştırmada, tuzluluk oranı 2,5'den 8,5 mS/cm'e artırıldığında meyve veriminde düşme görülmüştür. Meyvede yapılan analizlere göre verimde azalmanın bünyedeki su miktarının azalması ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

Koç (2005), 67 farklı fasulye genotipinin tuzluluğa tolerans yönünden, erken bitki gelişimi aşamasında derin akan su kültürü tekniği kullanılarak taraması (screening) yapmış ve 125 mM NaCl ile tuz stresine sokulan fasulye genotipleri iyon düzenlemesi (regülasyonu) yönünden incelemiştir. Aynı zamanda, fasulyelerde tuzluluğa tolerans için kitlesel tarama çalışmalarında kullanılabilecek, uygulaması kolay, geçerliliği

yüksek teknikleri araştırmıştır. Genotipler tuz stresi altında iyon regülasyonu yönünden farklı mekanizmalar geliştirmişler ve bazı genotipler bünyelerine bol miktarda Na iyonu alarak yüksek doku toleransı göstermiş Na diğer bazı genotipler ise Na iyonunu oldukça az alarak kendilerini korumayı başarmışlardır. Toplam 67 adet fasulye genotipinde tuza tolerans yönünden oldukça geniş bir varyasyon belirlemiştir. 13 genotip dayanıklı, 17 genotip orta düzeyde dayanıklı ve 37 genotip ise duyarlı olarak belirlemiştir,

Bilgin (2002), üç çeşit domatesin ilk gelişme devresinde besin çözeltisine artan düzeylerde NaCl uygulamaları yapmıştır. Domates fidelerini besin kültürüne aktardıktan sonra belirli dönemlerde (aktarıldıktan hemen sonra, 3 hafta sonra ve altı hafta sonra) tuz ilaveleri yapmıştır. İlk dönemde yapılan tuz uygulamalarına bitkiler dayanamamış diğer uygulamalardan ise mineral içerik ve kuru ağırlıklarını almıştır. Sonuç olarak bütün domates çeşitlerinde tuz uygulamaları kuru ağırlık üzerine olumsuz etki yaparken, bütün çeşitlerde Na ve Cl içeriği artmış ve K ve NO₃ içeriğinin azaldığını bildirmiştir.

Biber bitkisinde yapılan bir çalışmada, bitkilerin yaprak ve gövdesinde artan sodyumun, potasyum üzerinde etkisi belirgin bulunmazken, köklerde artan tuzla birlikte potasyum alımının azaldığı saptanmıştır. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na ve K absorpsiyonun yapması ve böylece bünyelerinde farklı K/Na oranlarına sahip olmasının tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı gösterilmiştir (Aktaş 2002).

İtalya’da tarla koşullarında yürütülen bir çalışmada lahanada farklı tuzlu seviyelerinde sulama sularının (4,4 ve 8,5 dSm⁻¹) bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda tuzlu sularla sulamanın lahanada verimi %39 düzeyinde azalttığı, yaprak alanı ve ağırlığı gibi bitki gelişim parametrelerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Maggio *et al.* 2005).

Yakıt ve Tuna (2006), tuz stresi altında yetişen mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri ile Ca, K ve magnezyum (Mg) etkilerini incelemişlerdir. Tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen Ca, Mg ve K’lı bileşiklerin stres

parametreleri üzerine iyileştirici etki yaptığını ve tuzun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini kısmen iyileştirdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada tuz uygulamalarıyla bitkinin prolin oranının arttığını; toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarının ise olumsuz etkilendiğini, ancak besin çözeltisine ek olarak verilen Ca, Mg ve K'lı bileşiklerin tuzun olumsuz etkisini kısmen hafiflettiğini rapor etmişlerdir.

Hıyar (cv. Xintaimici) bitkilerinin tuz stresine tepkileri üzerine Kingshintos kabak (*C. maxima* x *C. moschata*) anacına aşılanmanın etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, aşılı ve aşısız fideler 100 mM dozunda NaCl stresine maruz bırakılmıştır. Tuz stresinde bırakılan bitkilerde aşısız bitkilere kıyasla aşılı bitkilerde biyokütle azalması hafiflemiş, Na birikimi köklerde artarken diğer kısımlarda azalmıştır. Aşılı bitkilerin tuza toleranslarının daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır (LiFei *et al.* 2006).

Karakullukçu, (2007), saksılara 0 (kontrol) ve 60 mM NaCl uygulamak suretiyle tescilli 5 nohut çeşidinin (Sarı-98, Canitez-87, İzmir-92, Aydın-92 ve Menemen-97) tuza toleranslarını belirlemeye çalışmıştır. Tuz uygulaması bitki boyu, kök uzunluğu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığını kontrole kıyasla azaltmıştır. Ancak, araştırmacılar tuza tolerans bakımından çeşitler arasında farklılıkların bulunduğunu Canitez-87, İzmir-92 ve Sarı-98 çeşitlerinin tuza sırasıyla daha toleranslı oldukları ve Menemen-97'nin en duyarlı çeşit olduğunu rapor etmişlerdir.

Çiftçi ve ark. (2009), Van Gevaş bölgesinden topladıkları fasulye genotiplerinde yaptıkları ıslah çalışması sonucu ümitvar çıkan genotiplerde tuzluluk taraması yapmışlardır. Çalışmalarında 3 gün boyunca her sabah 50 mM tuz uygulaması yapmışlardır. 20 gün sonra genotipler arasında fark ortaya çıkınca ölçüm ve gözlem almaya başlamışlar. Denemeye alınan fasulye genotiplerine ait fide sürgün yaş ağırlıkları tüm genotiplerde tuzlu koşullarda kontrole göre oransal olarak azalmıştır. Sürgün yaş ağırlığında en az azalma oranı % 64,9 ile 42 nolu genotipde gözlenirken en yüksek azalma oranı % 18,6 ile 79 nolu genotipde gözlenmiştir. Sürgün kuru ağırlıklarındaki oransal değişimler ise yaş ağırlığa paralellik göstermemiştir. Tuzlu koşullarda sürgün kuru ağırlıkları kontrole göre 7 genotipde yüksek hesaplanmışlardır.

70 numaralı genotipde tuzlu koşullarda sürgün kuru ağırlığı % 143,1 olarak saptanırken, 79 nolu genotipde %40,6 oranında sürgün kuru ağırlığı hesaplamışlar. Sürgün yaş ve kuru ağırlık değişimlerinin birbirine paralel olarak belirlenmemesi fide su alımındaki değişimler ve tuzlu koşullardaki fidelerde kurumlardan dolayı kayıplardan kaynaklandığı belirtmişlerdir. Araştırmada tanık olarak alınan Şehirali ve 4f-89 çeşitlerinden yöreden selekte edilen genotiplerin daha üstün bir performansa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Özellikle 8, 49, 51, 57, 70 ve 80 nolu genotipler biraz daha ön plana çıktığını belirlemişlerdir.

Jamil *et al.* (2007) yürüttükleri çalışmalarında üç farklı tuz uygulamasının (4.7, 9.4 ve 14.1 dS m⁻¹) lahanada çimlenme ve fide döneminde olumsuz etki gösterdiği ve bu olumsuz etkinin konsantrasyon arttıkça arttığını bildirmişlerdir. Çalışmalarında tuzluluk stresinin kök ve gövde uzunluğu ile kök ve gövde taze ve kuru ağırlıklarını azalttığı tespit edilmiş ve kök gelişimini gövde gelişimine göre daha fazla olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir.

Daşgan ve ark. (2006), 10 fasulye ve 3 börülce genotipinin genç bitki aşamasında tuzluluğa karşı göstermiş oldukları tepkiler “iyon dengesi (regülasyonu)” yönünden incelenmiş ve genotiplerin tuzluluğa karşı tepkileri bakımından sınıflandırmasını yapmışlardır. Bitkileri “derin akan su kültürü” tekniği ile yetiştirmişler ve 125 mM NaCl uygulamasının, uygulanmayan kontrol grubu ile iyon alımı açısından karşılaştırılması amacıyla bitkilerin yeşil aksam dokularında Na, K ve Ca konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Tuza dayanıklı “Na-sakınan veya excluder” olan genotiplerin dokularında K ve Ca iyonlarının konsantrasyonları yüksek, tuza dayanıklı “Na-kabullenen veya includer” olan genotiplerin ise dokularında K ve Ca konsantrasyonları nispeten daha düşük olduğunu, tuza karşı hasas olan ve önemli ölçüde zararlanan genotiplerin yeşil aksam dokularında Na iyonu fazla ve Ca ile K iyonları genellikle en az düzeylerde olduğunu ortaya çıkarmışlardır. İnceledikleri 3 börülce çeşidi “Na-kabullenen” ve tuza dayanıklı bulunmuşlardır. Fasulye genotiplerinden Yalova 5, tuza dayanıklı ve “Na-sakınan”, Atlanta orta derecede dayanıklı ve “Na-sakınan”, Cina çeşidi tuza dayanıklı ve “Na-kabullenen”, Boncuk Ayşe, Sarıkız ve Ayşe

Kadın genotipleri ise orta derecede dayanıklı ve “Na-kabullenen” eğilimli, Tufanbeyli, Roma 2, 4F-89 ve Romalika çeşitleri ise tuzluluğa karşı duyarlı fasulye genotipleri olarak belirtmişlerdir.

Farklı tuz stresi koşullarının (0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl) fas kekiğinin (*Thymus maroccanus* Ball.) çimlenmesi, bitki gelişimi ve uçucu yağ içeriği üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada tuz miktarındaki artışla birlikte tohum çimlenmesi ve fide taze ve kuru ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir. Tuzluluğun negatif etkisi kök gelişiminde kendisini daha fazla göstermiştir. Çalışmada ayrıca, fas kekiğinin tuza orta düzeyde toleranslı olduğu bildirilmiştir. Tuz seviyesindeki artışla birlikte yapraklarda uçucu yağ içeriğinin etkilenmediği belirlenmiştir (Belaqziz *et al.* 2009).

Dölek (2009), farklı 15 karpuz genotipinin tuz stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürüttüğü denemesinde, genotiplerin tuz stresine tolerans seviyesini hasar düzeyi, yeşil aksam ve kök kuru madde miktarı, Na, K, Ca içeriği, K/Na ve Ca/Na oranlarıyla belirlemiştir. Çalışmada ayrıca, klorofil içeriği ve oransal su miktarları da belirlenmiştir. Çalışma sonunda, kullanılan parametreler içinde genotiplerin tolerans seviyelerini, hasar durumu ve yaprak Na içeriği daha güvenilir bir şekilde ifade ettiği bildirilmiştir.

Saito and Matsukura (2015), orta derecede tuzluluğun domatestede verimi azalttığını ancak besin içeriğini artırarak meyve kalitesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, hafif tuzlu koşulların domatestede brix değerini artırdığını ve bu artışla birlikte şeker, amino asit ve karatoenid gibi meyve bileşimlerinde değişim olduğunu rapor etmişlerdir.

Savoy (*Brassica oleracea* var. *Sabauda* L.) ve beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) nın kullanıldığı bir çalışmada, 13 farklı tuz (NaCl) konsantrasyonunun morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri araştırılmıştır. 100 ve 200 mmol L NaCl uygulamalarının eşik değer olduğu ve bu konsantrasyona kadar incelenen çeşitlerin morfolojik ve fizyolojik adaptasyon gösterebildikleri belirlenmiştir. Bu adaptasyona

özellikle antioksidan enzim aktivitesinin artışı ile iyon regülasyonunun katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür (Sanoubar *et al.* 2016).

Tuz stresinin birçok sebze ticari değeri olmayan meyve, kök, yumru ve yapraklardan oluşan pazarlanamayan verimi artırdığı ve verimliliği azalttığı için pazarlanabilir verimi artırdığı bilinmektedir. Tuzlu sularla sulamanın domates, patlıcan ve biberde kalsiyum eksikliğine bağlı olarak çiçek burnu çürüklüğü hastalığına yol açtığı bildirilmektedir. Bununla birlikte, tuzluluk sebzelerde yenilen kısımların kalitesi üzerine olumlu etki yapabilir. Genel olarak orta derecede tuz stresi, kavun, domates, biber ve hıyar gibi sebzelerde meyve kuru madde oranını, suda çözünen kuru madde miktarını ve asit muhtevasını artırır. Ayrıca tuzlu koşulların domateste karatoneid ve antioksidan içeriğini artırdığı bildirilmektedir (Machado and Serralheiro 2017).

2.2. Kuraklık ile İlgili Kaynak Özetleri

Van Oosterom *et al.* (1993), kuraklığın arpanın tane verimini azaltan en önemli abiyotik stres faktörü olduğunu ancak bu azalmanın sadece kuraklığın süresi ve şiddetine değil, aynı zamanda kuraklık etkisine maruz kaldığı gelişme dönemine de bağlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Amerika’da üç yıl yürütülen bir çalışmada, üç farklı sulama rejiminde yetiştirilen lahanada bitki gelişimi ve verim incelenmiştir. Çalışmada, su kısıtı durumunda bitki gelişimi ve verimin olumsuz etkilendiği ve su kullanımı ile bitki yaşı arasında doğrusal ilişki olduğu tespit edilmiştir (Smittle *et al.* 1994).

Saneoka *et al.* (1996), kuraklık stresini, altı mısır çeşidinde bitki gelişimi ve yaprak su ilişkileri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çeşitler arasında bitki gelişimi ve gün ortası yaprak su potansiyeli açısından büyük farklar olduğunu, bunun da çeşitlerin ozmotik basıncı düzenleme kapasiteleri arasındaki farktan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Nogues and Baker (2000), zeytin, lavanta ve biberiyede yaptıkları kuraklık çalışmasında fotosentetik karakterlere bakmışlardır. Çalışma sonunda, fotosentetik üretkenliğin kuraklık stresi altında üç bitkide de azalış gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Mohammadian *et al.* (2005), kuraklık stresinin şeker pancarında bitki gelişimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, kontrol uygulamasına göre kurak koşullarda yaprak alanı indeksi, yaprak, sürgün ve kök kuru ağırlığında azalmanın meydana geldiği bildirilmiştir.

Kuraklığın ilk olarak bitki gelişiminde sorun oluşturduğu safha tohumun çimlenme safhasıdır (Harris *et al.* 2002). Toprağa atılan tohum topraktan yeterli miktarda su alamadığı zaman çimlenme gerçekleşmemektedir. Fasulye üzerine yapılan bir çalışmada kuraklık stresine maruz bırakılan beş adet fasulye çeşidinde stresin özellikle çimlenme ve erken fide aşamasında büyük zarara neden olduğu görülmüştür (Okçu vd 2005).

Hıyarda yapılan bir çalışmada, su eksikliğinin verim üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sera koşullarında yapılan çalışmada, bitkiler 4 farklı sulama düzeyinde (K1=100, K2=75, K3=50, K4=25, K5=0) sulanmıştır. Sulama seviyeleri verim, meyve uzunluğu ve çapı, meyve verimi ve kuru madde içeriğinde farklı etkiler oluşturmuştur. K1 seviyesinde en yüksek verim ve kalite sağlanırken, sulamanın tamamen kesildiği K5 düzeyinde verim %95.71 oranında azalmıştır. Kuru madde içeriği stres derecesine bağlı olarak artarken, en yüksek kuru madde içeriği K5 düzeyinde alınmıştır. En düşük kuru madde içeriği ise tam sulama sisteminde belirlenmiştir. Su kullanım etkinliği açısından değerlendirilen bitkilerde en yüksek su kullanım etkinliği K1’de elde edilmiş, bunu K2 ve K3 seviyeleri izlemiştir. Araştırmacılar çalışma sonucunda kuraklık stresinin hıyarda verim ve kalite değerlerinin olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Ayaş ve Demirtaş 2009).

Makbul vd (2011), kuraklık stresi altındaki *Glycine max* L.’nin anatomik ve fizyolojik parametrelerindeki değişimlerini incelemişlerdir. Kontrolle kıyaslandığında stresli

bitkilerde kök: gövde oranının arttığını, toplam klorofil içeriği ve stoma iletkenliğinin azaldığını saptamışlardır.

Farklı sulama seviyelerinin (evapotransprasyonun %60, %80 ve %100'ü) kavunda bitki gelişimi, şeker içeriği ve verim üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kısıtlı su uygulamalarının yaprak sayısı, bitki uzunluğu, yaprak alanı ve bitki taze ve kuru ağırlığı üzerine önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir. Sulama seviyeleri artışı ile birlikte verim ve bitki gelişimi olumlu etkilenmiş, düşük sulama seviyeleri bu parametreleri olumsuz etkilemiştir. Çalışmada ayrıca, sulama seviyesinde azalışla beraber kavunda şeker içeriğinin azaldığı rapor edilmiştir (Mirabad *et al.* 2013)

PEG6000 ile beş seviyede (0, -0,4, -0,8, -1,2 ve -1,6 MPa) oluşturulan kuraklık stresinin 12 maş fasulyesi genotipinde çimlenme üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, kuraklık seviyelerinin çimlenme yüzdesi, kök ve kökçük uzunluk gibi tüm ölçülen parametrelerde önemli bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. -4,0 ve -8,0 bardaki su stresi seviyeleri arasında maş fasulyelerinde kuraklık değerlendirmesi için en iyi uygulama olduğunu bildirmişler. Kök ve kökçük uzunluğu ağır kuraklık stresinden etkilenmemiş ve genotipler arasında JAM, KARAJ12-60-31, ILC482 ve MCC101 kuraklık stresine yanıt açısından en iyi genotipler olduğu bildirilmiştir (Pouresmaeil 2014).

Tarla koşullarında iki yıl yürütülen bir başka çalışmada kısıtlı sulama seviyelerinin lahanada (*Brassica oleracea* L. cvs Pennant ve Rio Grande) bitki gelişimi, fizyolojisi ve verim üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, kısıtlı sulama uygulamalarının lahanada iriliği, yaprak alanını, oransal su içeriğini, yaprak alanını gaz değişimini ve pazarlanabilir verim miktarını azalttığı tespit edilmiştir (Xu and Leskovar 2015).

Yürütülen bir çalışmada, yaprağı yenen sebzelerde kuraklık uygulamalarının bitki gelişimi, su içeriği, gaz değişimi, oksidatif stres zararı, elektriksel iletkenlik oranı, mineral madde içeriği ve osmolit birikimi belirlenmiştir. Çalışmada su kısıtının yaprak gövde ve kök gelişimini önemli seviyede azalttığı, stres koşullarında fotosentetik

etkinlik ve stomal iletkenliğin azaldığı, Malondialdehyde (MDA) içeriğinin ve EL nin ise arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, stres koşullarında yüksek mineral ve prolin içeriğinin bitkilerin osmotik regülasyonuna katkıda bulunarak stresin zararını azalttığı ileri sürülmüştür (Assaha *et al.* 2016).

Afrikada en fazla yetiştiriciliği yapılan üç farklı biber çeşidinde farklı büyüme ve gelişme aşamalarında kuraklık uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Sulama seviyeleri olarak su tutma kapasitesinin %80–85, %55–60, %40–45 ve %30–35 seviyeleri uygulanmıştır. Deneme sonunda vejetatif safhada orta ve yüksek kuraklık seviyelerinde bitkide yaprak oransal su içeriği, oransal büyüme hızı, karotenoid, klorofil a ve b, toplam klorofil içeriğinin önemli seviyede azaldığı, çiçeklenme ve meyve döneminde yaprak alanının kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, özellikle meyve döneminde capsiasin içeriğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasında acı olan çeşidin kuraklığa daha dayanıklı olduğu ve vejetatif dönemdeki kuraklığın meyve dönemindekine göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Okunlola *et al.* 2017).

Tarla koşullarında yürütülen başka bir araştırmada ise farklı seviyede sulama sularının havuçta verim ve verim parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda artan kuraklık şiddetine bağlı olarak toplam biomas ve verimin önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmada havuçta yüksek verim ve kalite elde edebilmek için sulamanın önemli olduğu ileri sürülmüştür (Reid and Gillespie 2017).

2.3. Tuzluluk ve Kuraklık Stresi ile İlgili Kaynak Özetleri

Makela *et al.* (1999), tuz ve kuraklık streslerine maruz kalmış domates ve şalgam fidelerine yapraktan yapılan 50 mM Glisin Betain (GB) uygulamasının etkilerini araştırmış ve GB uygulamalarının stres altında fotosentezi arttırdığı bunun da nedeninin stoma iletkenliğindeki artışlar ve ışıktaki solunumdaki azalmalardan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yurtseven ve Baran (2000), brokkolide tuzluluğun ve sulama seviyesinin bitki gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla serada saksı denemeleri yürütmüşlerdir. Araştırmada 5 sulama suyu tuzluluğu (0.25, 1, 3, 6 ve 9 dS/m) ve 3 sulama suyu miktarı (gereksinilen suyun %80, %100 ve %120'si düzeyinde sulama) konularını faktöriyel düzende 3 tekrarlamalı olarak ele almışlardır. Bitki yaş ağırlıkları 30,1 ila 271,02 g/saksı arasında değiştiğini ve bitki yaş ağırlıklarının sulama suyu tuzluluğunun artması ile önemli düzeylerde azalma gösterdiğini saptamışlardır. Su miktarları ile tuzluluk etkileşimi incelendiğinde, kısıtlı sulama koşullarında tuzluluğun etkisi daha büyük olurken, %120 yıkama gereksinimi uygulandığı koşulda tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığını bildirmişlerdir. Tuzluluk etkisinde kuru ağırlık (biyokütle) değerlerinde de önemli düzeyde azalma saptanırken azalmanın başladığı düzey, 5.78 dS/m olarak bulunmuşlardır.

Tuzluluk ve kuraklık stresine karşı; Dogridge, Ramsey, 1613C, St. George ve V. champiniile yapılan bir çalışmada; kök-sürgün uzunluğu, kök-sürgün kuru ağırlığı, ABA birikimi, sitokinin konsantrasyonunun azalması gibi parametreler incelenmiş ve en iyi performansı Dogridge anacının gösterdiği bildirilmiştir (Satisha *et al.* 2007).

Sera koşullarında saksılarda yürütülen diğer bir çalışmada tuz ve kuraklık stresinin ayrı ayrı ve birlikte uygulamalarının *Tamarix chinensis* fidelerinde bitki gelişimi ve SOD, POD, MDA gibi fizyolojik ve biyokimyasal etkileri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, tuz stresinin kuraklıktan daha etkili olduğu her iki stresinin birlikte kullanıldığı uygulamalarda ise olumsuz etkinin daha da arttığı belirlenmiştir. SOD ve POD aktivitelerinin şiddetli stres koşullarında azaldığı ve MDA içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Prolin miktarı da stres koşulları ile birlikte artış göstermiş bu artış her iki stres koşulunun birlikte kullanıldığı durumlarda daha fazla olmuştur. Çalışma sonunda, *T. chinensis* fidelerinin kendi içsel büyüme ve fizyo-biyokimyasal ayarlamaları ile stres koşullarına toleransını geliştirebileceği rapor edilmiştir (Liu *et al.* 2014).

Buğday fidelerinde kuraklık ve tuz stresinin birlikte uygulanmasının mezofil hücrelerinde mezo ve ultra strüktürü üzerine etkisinin incelendiği bir in vitro çalışmada,

uygulamaların oransal su içeriğini azalttığı ve içerikteki azalmanın tuz yokluğunda hızlı varlığında ise yavaş bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Tuzsuz şartlarda kuraklık kofulların kaybolmasına yol açmış olup tuzlu şartlarda mevcut kalmışlardır. Çalışma sonunda, kuraklık ve tuzlu koşullarda ortamdaki tuz konsantrasyonundaki belli bir seviyeden sonra kuraklığın etkisinin arttığı görülmüş ve mezofil hücrelerinde tuzluluğa en hassas kısımların nükleuz ve kromotinler olduğu rapor edilmiştir (Semenova *et al.* 2014).

Dört farklı soğan çeşidinin (Texas Early Grano, Kantartopu-3, Besirli-77 and Akgün-12) fide döneminde tuz ve kuraklığın etkisini belirlemek amacıyla üç farklı kuraklık (D0 =90% , D1= 70% ve D2= 40%) ve üç farklı tuz seviyesi, (0. 50 mM ve 125 mM NaCl) uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan çeşitler stres koşullarına farklı tepki vermişlerdir. Çalışmada incelenen tüm fizyolojik parametrelerin tuz ve kuraklık uygulamalarında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yine araştırmada tuz ve kuraklık koşullarının soğan çeşitlerinde bitki gelişimini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Çalışma sonunda ayrıca, prolin miktarı, klorofil a ve yaprak su potansiyelinin soğan genotiplerini kuraklık için karşılaştırmada önemli kriterler olabileceği, prolin miktarı, klorofil a ve yaprak çapının ise tuz stresi için önemli olduğu bildirilmiştir. Akgün çeşidinin tuz ve kuraklık stresine daha toleranslı olduğu rapor edilmiştir (Hancı and Cebeci 2015).

Sera koşullarında farklı tuz ve kuraklık seviyelerinin üç farklı soya fasulyesi çeşidinde bitki gelişimi ve verime etkisinin incelendiği bir çalışmada altı farklı uygulama incelenmiştir. Bitki yüksekliği ve bitki kuru ağırlığında tuz ve kuraklık stresinin birlikte kullanıldığı uygulamalarda keskin bir azalma görülmüştür. Her iki stres faktörünün birlikte uygulandığında verim değerleri de oldukça azalma göstermiştir. Tohum verimi artan tuzluluk ile birlikte azalma göstermiştir. Denemede kullanılan Galarsum çeşidinin tuzlu ve kurak koşullara en dayanıklı çeşit olduğu belirlenmiştir (Khan *et al.* 2016).

Sera şartlarında yürütülen bir çalışmada, biyoaktif bileşikler ihtiva eden bir medikal bitki olan *Hypericum pruinatum* un farklı seviyede tuz (0.03 - kontrol, 1, 2.5, 4 ve 8 dS m⁻¹ MgSO₄, CaCl₂ ve NaCl tuzları) ve kuraklık (gerekli suyun %80, 100 ve %120'si)

uygulamalarının chlorogenic acid, rutin, hyperoside, isoquercetine, quercitrine ve quercetine gibi fenolik bileşikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, tuz stresinin incelenen beşiklerin konsantrasyonunu artırdığı, kuraklığın ise önemli bir etkisini olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca fenolik bileşiklerin tuz toleransta önemli rol oynayabilecekleri ileri sürülmüştür (Caliskan *et al.* 2017).



3. MATERİYAL ve METOD

Bu araştırma 2016 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü serası ve laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışma, tuzluluk ve kuraklık stresinin lahanada fide döneminde bitki gelişimi ve bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

3.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak Yalova 1 lahanası (*Brassica oleracea* var. capitata) çeşidi kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Tohum ekimi, fide yetiştiriciliği ve denemenin kurulması

Tohumlar 216 gözlü torf ile doldurulmuş viyollere, 1-1,5 cm derinliğe ekilmiştir (Şekil 3,1). Yaklaşık 30-35 gün sonra dikim büyüklüğüne gelen fideler 2,5 litre saksılara her saksıda bir fide olacak şekilde aktarılmıştır (Şekil 3.2).

Saksılar, 2:1:1 (v:v:v) oranında toprak: kum: yanmış çiftlik gübresi karıştırılarak hazırlanmış ortamla yaklaşık hacim ağırlığı 1.30 g/cm^3 olacak şekilde doldurulmuştur. Saksılar serada tezgâhlar üzerine rastgele dağıtılmıştır.



Şekil 3.1. Fidelerin saksılara dikilmesi (orijinal)



Şekil 3.2. Fidelerin dikimden sonraki görünümü (orijinal)

3.2.2. Tuz uygulamasının yapılması

Tuz uygulaması; 0 (T0), 75 (T1) ve 150 (T2) mM NaCl olacak şekilde hazırlanan sulama suyu solüsyonun verilmesi şeklinde, uygulamalar dikimle birlikte günlük 50 mM artışla final konsantrasyona ulaşacak şekilde yapılmıştır. Deneme süresi boyunca farklı konsantrasyonlarda verilen tuz çözeltilerine bağlı olarak ortam üzerinde yaratmış olduğu tuz etkisi belirlenmiştir. Tuz uygulamasında bitkiler strese girinceye kadar her gün aynı dozda NaCl ile muamele edilmiştir. Kontrol ve kuraklık bitkileri ise çeşme suyu ile sulanmıştır.

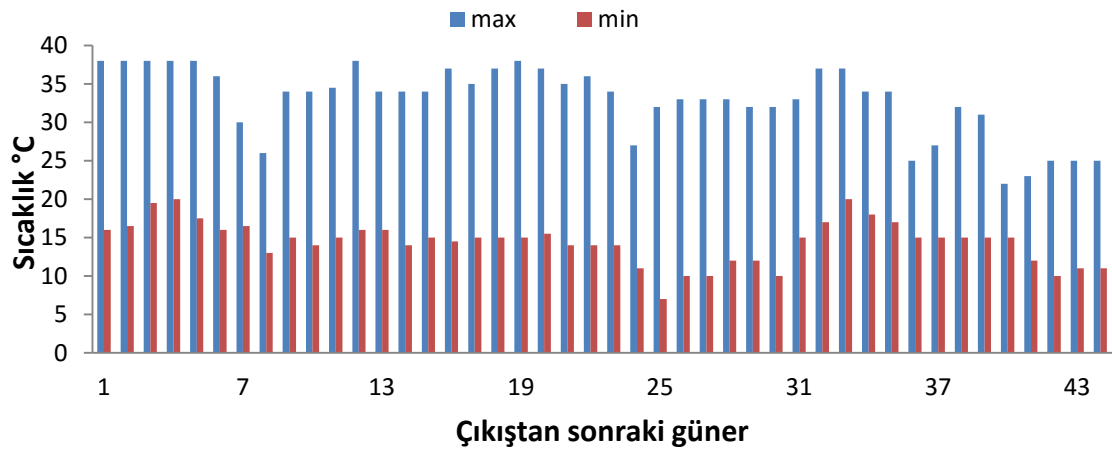
3.2.3. Kuraklık uygulamalarının yapılması

Bitkilere verilecek sulama suyu miktarları saksılardaki nem miktarları taşınabilir nem ölçer (HH2 Moisture Meter, WET Sensor, Delta-T Devices, Cambridge, England) ile hacim esaslı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.3). Sulama uygulamalarını gerçekleştirmek için öncelikle kullanılacak nem ölçerin denemede kullanılan toprak materyaline göre kalibrasyonu sağlandıktan sonra, spesifik olarak ortamın tarla kapasitesinde tuttuğu hacimsel nem miktarı belirlenmiştir. Her sulama uygulamasında tam sulama (%100) yapılacak olan kontrol konusunda (D0) eksilen toprak nemi tekrar tarla kapasitesine ulaşacak kadar sulama suyu verilmiştir. Kuraklık etkilerinin görülmesi amaçlanan diğer iki konuda tarla kapasitesinin %80 (D1) ve %60'si (D2) miktarında sulama yapılmıştır.



Şekil 3.3. Saksılardaki nem ölçümü (orijinal)

Sera içi sıcaklık ölçümü günlük olarak yapılmış ve ortalama minimum sıcaklık $14,4^{\circ}\text{C}$ ve ortalama maksimum sıcaklık $32,9^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4). Saksıların nem durumu kontrol edilerek ihtiyaç olduğunda saksılara tarla kapasitesine kadar su verilmiştir.



Şekil 3.4. Deneme boyunca sera içerisinde ölçülen günlük en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.3.1. Bitki boyu (cm)

Deneme sonunda bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm cinsinden metre ile ölçülmüştür.

3.3.2. Yaprak sayısı (adet / bitki)

Deneme sonunda lahana bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.3. Gövde çapı (mm)

Gövde çapı dijital kumpast yardımı ile mm (± 0.1) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Fidelerin gövde çapının belirlenmesi (orijinal)

3.3.4. Net fotosentez hızı (Pn), terleme hızı (Tr), stomal iletkenlik (gs) ve içsel CO₂ miktarı (Ci)

Her bir uygulamadaki 2 bitki üzerinden en son gelişmiş yaprağı üzerinde LI-6400XT (LI-COR, USA) portatif fotosentez ölçer kullanılarak fotosentez, terleme hızı ve stomal iletkenliği ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm sırasında küvette yaprak sıcaklığı 20°C, nispi nem %55, ışık şiddeti 1000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve CO₂ konsantrasyonu 400 ppm olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Fotosentez (Pn), Terleme (Tr), Stomal İletkenlik (gs) ve CO₂ içeriği ölçümleri (orijinal)

3.3.5. Yaprak alanının belirlenmesi

Deneme sonunda, her bir uygulamadaki bitkilerin yaprak alanları yaprak alan ölçer (LICOR, Model: LI-3100, Lincoln, NE, ABD) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Yaprak alan ölçümü (orijinal)

3.3.6. Klorofil değeri (SPAD)

Klorofil ölçümü, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen , taşınabilir klorofilmetre cihazı (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc., Japan) ile yapılmıştır. Klorofilmetrenin yapımcı firmasına göre SPAD değeri sklasında 1= kloratik veya sarı renk, 50= koyu yeşil renk olarak belirtilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Klorofil değeri ölçümü (orijinal)

3.3.7. Bitki yeşil aksam ve köklerde yaş ve kuru ağırlıklar (g)

Dikimden 40 gün sonra hasat edilen bitkiler hassas terazide tartılarak g (± 0.1) yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı 68°C’etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.9). Antioksidan, şeker, MDA vb. analizler için taze örnekler analiz yapılncaya kadar -85°C derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.9. Fidelerin yeşil aksam ve köklerinin yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi (orijinal)

3.3.8. Doku elektriksel iletkenliği (EC) (%)

Bitkide meydana gelen stresin yaprak dokusunda ve özellikle hücre zarlarında meydana getirdiği hasarın bir belirtisi de yaş yaprak dokularında yapılan elektriki iletkenlik ölçümleridir. Bu amaçla her bir tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 2 bitkinin en son gelişmiş gerçek yapraklarından alınan diskler (1 cm çapında) 20 ml saf su içeren cam şişelerin içine konarak çalkalayıcıda 24 saat çalkalanmış ve ardından ıslatma suyunun elektriksel iletkenliği Kaya *et al.* (2003)'da belirtilen metoda göre ölçülerek, hücre zarlarının geçirgenliği (zarar görme oranı) belirlenmiştir (EC1). Örnekler otoklavda 121°C'de 20 dakika bekletilerek hücre ve dokuların tamamen parçalanması sağlanmış ve ardından ikinci ölçüm yapılmıştır (EC2). EC1/ EC2 arasındaki oran hesaplanarak göreceli elektriksel iletkenlik değeri hesaplanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Doku elektriksel iletkenliği ölçümü (orijinal)

3.3.9. Doku oransal su içeriği (DOSİ)

Hayatta kalan bitkiler arasında tesadüfen seçilen 2 bitkiden alınan yaprak diskleri (1 cm çapında) hemen tartılmış ve böylece taze ağırlıkları tespit edilmiştir (TA). Tartıldıktan sonra diskler içerisinde bir miktar saf su bulunan petri kaplarının içerisinde konularak 5 saat boyunca bekletilmiş ve sonra disklerin üzerindeki fazla su kurutma kağıdı yardımıyla silinerek tekrar tartılarak ve turgorlu ağırlıkları tespit edilmiştir (TU). Daha sonra bu diskler, petrilerin içerisinde konularak 72°C'ye ayarlanmış olan etüvde 48 saat boyunca kurutularak yeniden tartılarak ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (KA). Doku su içeriği Kaya *et al.* (2003)'de belirtilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{DOSİ} = [(TA - KA) / (TU - KA)] \times 100$$

3.4. Bitki Analizleri

3.4.1. Azot tayini

Her saksıdan seçilen bitki örneklerinin azot içeriği salisilik + sülfürik asit + tuz karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

3.4.2. Diğer besin elementlerinin tayini (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cl, Zn, B, Si)

Bitki örneklerinin P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cl, Zn, B ve Si içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145°C'de %75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180°C'de %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. Adım; 100°C'de %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrowave yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) tabi tutulduktan (Mertens 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer,

Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens 2005b).

3.4.3. Bitkilerde antioksidant enzimler (peroksidaz, katalaz, süperoksitdismutaz)'in ekstraksiyonu

Enzimlerin ekstraksiyonu için, taze bitki yapraklarından 0,5 g alınarak havan içine konulup üzerine sıvı azot ilave edilerek toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Sonra üzerine 5 ml soğuk homojenat tamponu (%1 PVP ve 1 mM EDTA ihtiva eden 0,1 M KH_2PO_4 , pH: 7,0) ilave edilerek ve karışım bir santrifüj tüpüne aktarılmış, 15000xg ve +4°C'de 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonucunda elde edilen süpernatant antioksidan enzimlerin aktivite ölçümleri için kaynak olarak kullanılmıştır (Angelini *et al.* 1990; Angelini and Federico 1989).

3.4.3.a. Katalaz (CAT - EC: 1.11.1.6) aktivitesinin belirlenmesi

Katalaz (CAT) aktivite tayini için kullanılan yöntem, Havir ve Mchale'in (1987) Lück'e (1965) dayandırarak uyguladığı yöntemdir. Bu metotla aktivite ölçümü, CAT aktivite ölçüm ortamındaki H_2O_2 'nin O_2 ve H_2O 'ya dönüşümünü sağlarken meydana gelen absorbans azalmasının 240 nm'de izlenmesi esasına dayanır (Havir and Mchale 1987).

Reaksiyonda azalan H_2O_2 miktarını belirlemede kullanılacak olan H_2O_2 standart grafiği önceden hazırlanmıştır. Bunun için 5 mM H_2O_2 çözeltisinden 3 ml'lik spektrofotometre tüpüne sırayla; 0.15, 0.3, 0.45, 0.6, 0.75, 0.9, 1.05, 1.2, 1.35 ve 1.5 ml konulmuştur. Tüpün hacmi saf su ile 1.5 ml'ye tamamlanıp her tüpe 1.475 ml, 103 mM KH_2PO_4 ve 30 μl su ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 15 saniye aralıklarla köre karşı okunarak 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 40 mM'lık H_2O_2 substrat çözeltisinden 1.5 ml konulduktan

sonra, 12.5 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Küvet spektrofotometreye yerleştirildikten sonra 240 nm’de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 1 dakika aralıklarla köre karşı okunarak, ölçümlerde absorbansın doğrusal olarak azaldığı aralıktan dakika başına absorbans azalması hesaplanmıştır. Bu ortalama absorbans değerleri, standart grafik yardımıyla µM cinsinden H₂O₂ miktarına dönüştürülmüştür. 25°C’de, 1 dakika içinde, absorbansı 1 µM azaltan enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak hesaplanmıştır (Gong *et al.* 2001).

$$\text{CAT (EU/g yaprak)} = ((5 \text{ ml homejanat} / 0,5 \text{ g yaprak}) / 12,5 \mu\text{l homejanat}) \times 2 \times \text{Abs. değeri} \times (0,75/0,01)$$

$$\text{CAT (EU/g yaprak)} = 800 \times 75 \times \text{Absorbans değeri}$$

3.4.3.b. Peroksidaz (POD - EC: 1.11.1.7) aktivitesinin belirlenmesi

Peroksidaz (POD) aktivite tayini, guaikol H₂O₂’nin substrat olduğu reaksiyonun ürünü olan renkli bileşiğin meydana getirdiği absorbans artışının 470 nm’de izlenmesi esasına dayanmaktadır (Angelini *et al.* 1990).

Aktivite ölçümü için spektrofotometre küvetine; 100 ml 0,1 M, NaH₂PO₄ (pH;5,5) ve 5 mM guaikol içeren substrat çözeltisinden 3 ml konulduktan sonra, üzerine 10 µl enzim ekstraktı ilave edilmiştir. 470 nm’de 5 dakika boyunca absorbans artışı 1 dakika aralıklarla kaydedilip absorbansın doğrusal olarak arttığı kısımdaki absorbans artışı 1 dakikaya oranlanmıştır. 25°C’de 1 dakikada, absorbansı 0.01 artıran enzim miktarı 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip sonuçlar g yaprak başına düşen enzim ünitesi (EU/g yaprak) olarak ifade edilmiştir (Yee *et al.* 2002).

$$\text{POD (EU/g yaprak)} = ((5 \text{ ml homejanat} / 0,5 \text{ g yaprak}) / 10 \mu\text{l alınan homejanat}) \times 2 \times (1/0,01) \times \text{Abs. değeri}$$

POD (EU/g yaprak) = 1000 x 100 x Absorbans değeri

3.4.3.c. Süperoksid dismutaz (SOD – EC: 1.15.1.1) aktivitesinin belirlenmesi

Süperoksid dismutaz (SOD) aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun (NBT) fotokimyasal indirgenmesinin inhibisyonunu, spektrofotometrik olarak belirleme esasına dayanır (Agarwal and Pandey 2004; Yordanova *et al.*, 2004). Reaksiyon karışımı (3ml); 50 mM KH₂PO₄ (pH:7.8), 13 mM metiyonin, 75 µM NBT ve 0.1 mM EDTA içermektedir.

Aktivite ölçümü için 3 ml spektrofotometre küvetine yukarıdaki reaksiyon karışımından 2,84 ml alınıp ve üzerine 100 µl enzim ekstaktı pipetlenmiştir. Reaksiyon, tüp üzerine 2 µM'lık riboflavin çözeltisinden 60 µl pipetlenip karıştırıldıktan hemen sonra, beyaz bir ışık kaynağı önüne yerleştirmek suretiyle başlatılmıştır. Tüp, ışık kaynağının karşısında 15 dk. tutulmuş ve reaksiyon ışık kaynağının kapatılmasıyla sonlanmıştır. 15 dk. içerisinde NBT'nin renk açılma yoğunluğu 560 nm'de köre karşı okunmuştur. Kör aynı işlemin enzimsiz örneğinden oluşmaktadır. SOD aktivitesinin 1 ünitesi, 560 nm'de gözlenen NBT indirgenmesinin %50 inhibisyonuna neden olan enzim miktarı, 1 enzim ünitesi olarak kabul edilip değerler EU/g yaprak olarak hesaplanmıştır.

SOD (EU/g yaprak) = ((5 ml homejanat/0.5g yaprak) / 100µl alınan homejanat) x 2 x (Örnek Abs. değeri/ Kör Absorbans değeri) x 2

SOD (EU/g yaprak) = 200x (Örnek Absorbans Değeri / Kör Absorbans Değeri)

3.4.4. Hidrojen peroksit (H₂O₂) analizi

Özden *et al.* (2009)'da verilen yöntem esas alınarak yapılan H₂O₂ analizinde her bir tekerrürden tesadüfî olarak seçilen bitkilerden alınan toplam 0,25 g yaş yaprak örneği buz üzerinde soğutularak porselen havan içerisinde 3 ml %0,1'lik TCA ile ekstrakt edilmiştir. Daha sonra ekstraktlar 2 ml'lik ependorf tüplere konularak ve soğutuculu

santrifüj de 4°C’de 10.000 g’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra 15 ml hacimli tüplere sırası ile 100 µL supernatant, 100 µL K-P tampon çözeltisi ve 1.5 ml KI (Potasyum Iodide) konulmuştur. Örneklerin absorbansı karıştırıcıda 30 sn çalkalandıktan sonra spektrofotometrede 390 nM’de okunmuştur. Kör numune olarak supernatant yerine saf su kullanılmıştır ve diğer işlemler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Değişik yoğunlukta H₂O₂ içeren çözeltilerin yardımıyla standart eğri oluşturulmuş ve örneklerin H₂O₂ içerikleri hesaplanmıştır.

3.4.5. Lipid peroksidasyon (malondialdehid -MDA) analizi

Hayatta kalan bitkiler arasından tesadüfen seçilen 2 bitkiden 0,25 g yaş yaprak örneği alınarak buz üzerindeki porselen havan içerisinde 5 ml %0,1’lik TCA ile ekstrakt edilmiştir. Ekstraktlar tüplere yerleştirilerek 25°C’de 6000 g’de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra 1 ml supernatantdan alınıp üzerine 4 ml %20’lik TCA içeren %0,5’lik TBA eklenmiştir. Test tüpleri 95-100°C’deki su banyosunda 30 sn bekletildikten sonra 5-10 dakika boyunca buz içerisine konulmuştur. Daha sonra 30 saniye boyunca karıştırıcıda çalkalanmış ve oda sıcaklığına gelmesi beklenilmiştir. Karışımdan alınan örneğin absorbansı spektrofotometrede 450, 532 ve 600 nM’lerde okunmuştur. Kör numune olarak supernatant yerine 1 ml saf su konulmuş ve diğer işlemler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Örneklerin MDA verileri aşağıda belirtilen formüle göre (Zhang *et al.* 2005) hesaplanmıştır.

$$\text{MDA } (\mu\text{mol g}^{-1} \text{ taze ağırlık}) = 6.45 \times (A_{532} - A_{600}) - 0.56 \times A_{450}$$

3.4.6. Amino asit (Prolin) miktarı

Bates *et al.* (1973)’nın kullandığı yöntem esas alınarak yapılan prolin tayininde hayatta kalan bitkiler arasında tesadüfen seçilen 2 bitkiden 0,25 g yaş yaprak örneği alınarak porselen havan içerisinde 5 ml %3’lük (w/v) 5-sülfosalisilik asit ile ekstrakt edilmiştir.

Ekstraktlar tüplere yerleştirilerek 25°C'de 6000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve içerisinden 1 ml supernatantdan alınmış ve 1 ml asit ninhidrin, 1 ml glasiyal asetik asit test tüpü içerisinde karıştırılmıştır. Test tüpleri 100°C'deki su banyosunda 1 saat bekletildikten sonra 1 dakika boyunca buz içerisine bekletilmiştir. Karışımın üzerine 4 ml toluen eklenerek 30 saniye boyunca karıştırıcıda çalkalanmış ve oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Karışımdan alınan örneğin absorbansı spektrofotometrede 520 nM'de okunmuştur. Kör numune olarak sadece toluen kullanılmıştır. Değişik yoğunlukta prolin içeren çözeltiler aynı işlemlere tabi tutularak standart eğri oluşturulmuş ve örneklerin prolin içerikleri hesaplanmıştır.

3.4.7. Karbonhidrat (sakkaroz) analizi

Kurutulmuş ve öğütülmüş fidelerde sakkaroz içeriğinin hesaplanması Morris (1948)'in önerdiği metoda göre yapılmıştır. Bunun için 0,1 g kuru örnek tartılarak üzerine 10 ml saf su eklenmiş ve çalkalayıcıda 1 dakika karıştırılmıştır. Örnekler filtre kağıdıyla süzildükten sonra süzükten 1 ml alınıp üzerine %0,2'lik anthron solüsyonundan 9 ml konulmuş ve 1 dakika çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra 10 dakika kaynatılan örnekler buz banyosunda 10 dakika tutulduktan sonra solüsyonun absorbansı spektrofotometrede 620 nM dalga boyunda okunmuştur. Kör numune olarak, örnek yerine 1 ml saf su kullanılmış ve diğer işlemler aynı şekilde yapılmıştır. Değişik yoğunlukta sakkaroz içeren çözeltilerin yardımıyla standart eğri oluşturulmuş ve örneklerin sakkaroz içerikleri hesaplanmıştır.

3.5. İstatiksel Analizler

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur. Deneme sonucunda elde edilen veriler SPSS 18 paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak, ortalamalara ait farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (SPSS Inc. 2010).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Uygulamaların lahanada fidelerinde bitki gelişimi üzerine etkisi

Araştırmada, tuzluluğun ve kuraklığın lahanada fidelerinde bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı, gövde ve kök taze ve kuru ağırlık üzerine etkisi ile uygulamalara ait interaksyonun önemli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1, Çizelge 4.1 ve 4.2).

Çizelge 4.1. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve yaprak sayısı

Tuz	Kuraklık	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak alanı (cm ²)	Yaprak sayısı (adet)
T0	D0	28,91 a***	6,66 a***	353,36 a***	10,22 a***
	D1	26,87 b	6,20 bc	324,87 b	8,89 b
	D2	23,12 c	6,10 bc	234,27 c	7,89 c
T1	D0	23,05 c	6,21 b	245,49 c	8,67 b
	D1	19,05 d	6,06 c	222,25 d	6,67 d
	D2	18,02 d	5,52 d	215,74 de	6,33 d
T2	D0	18,61 d	4,66 e	204,26 ef	7,44 c
	D1	17,82 d	4,23 f	198,26 f	6,56 d
	D2	17,62 d	4,17 f	163,48 g	6,11 d
Tuz		***	***	***	****
Kuraklık		***	***	***	***
Tuz x Kuraklık		***	***	***	*

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli; *:p<0,05 önemli



Şekil 4.1. Tuzluluk ve kuraklığın lahanada fidelerindeki etkisi (orijinal)

Çizelge 4.2. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaş ve kuru toprak üstü ve kök ağırlığı

Tuz	Kuraklık	Yaş ağırlık (g)	Kuru ağırlık (g)	Kök yaş ağırlık (g)	Kök kuru ağırlık (g)
T0	D0	49,18 a ***	7,33 a ***	13,24 a ***	1,09 a ***
	D1	34,65 b	5,54 b	7,90 b	0,64 b
	D2	26,50 c	3,79 c	7,15 c	0,47 c
T1	D0	26,57 c	3,88 c	6,49 d	0,41 d
	D1	21,67 d	2,65 d	6,63 d	0,39 d
	D2	16,05 f	2,19 e	4,65 e	0,33 e
T2	D0	18,17 e	2,77 d	3,71 f	0,30 f
	D1	14,48 f	1,87 f	3,35 fg	0,28 f
	D2	10,66 g	1,73 f	3,14 g	0,22 g
Tuz		***	***	***	***
Kuraklık		***	***	***	***
Tuz x Kuraklık		***	***	***	***

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: $p < 0,001$ önemli

Tuzlu ve kurak koşullarda lahanada fidelerinde bitki boyu, yaprak sayısı ve gövde çapında önemli derecede bir azalma meydana gelmiş, bu etki en fazla T2D2 uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4.1). Fide yaş ağırlığı, kuru ağırlığı, kök yaş ve kök kuru ağırlıklarında da tuz miktarı arttıkça önemli derecede bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalma benzer şekilde kuraklık derecesi arttığında da görülmüştür. En şiddetli azalma T2D2 dozunda gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Lahanada fidelerinde bitki gelişimi üzerine tuzluluğun etkisi kuraklıktan daha fazla olmuş ve bu etki ikisinin bir arada olduğu durumda dahada artış göstermiştir. Tarla koşullarında yürütülen başka bir araştırmada farklı seviyede sulama sularının havuçta verim ve verim parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda artan kuraklık şiddetine bağlı olarak toplam biyomas ve verimin önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmada havuçta yüksek verim

ve kalite elde edebilmek için sulamanın önemli olduğu ileri sürülmüştür (Reid and Gillespie 2017).

Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu ile toplam yaş ve kuru ağırlıklarda azalma saptanırken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma tespit edilmiştir (Çiçek ve Çakırlar 2002). Benzer şekilde, yapılan çalışmalar tuz ve kurak koşulların ayrı ayrı yada birlikte uygulandığı durumlarda soğan (Hancı and Cebeci 2015) ve soya fasulyesinde (Khan *et al.* 2016) bitki gelişimini olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir. Nitekim, kuraklık ve tuzluluk abiyotik stres faktörlerinin bitkide kök ve yaprak gelişimini azaltarak bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkilediği daha öncesinde yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Aydemir 1992; Capell *et al.* 2004; Turan ve Aydın 2005; Farooq *et al.* 2009; Dolferus 2014). Kuraklık stresi tuz stresinde olduğu gibi bitkilerin yaprak sayısında kontrol bitkilerine göre azalmayı meydana getirmiştir. Kuraklık karşısında bitki büyüme ve gelişmesi için yeterli besin elementi alamayan bitkiler, yeterli yaprak sayısı ve alanını da oluşturamamıştır (Kuşvuran 2010). Bulgularımıza paralel olarak, lahanada tuz stresinin bitki gelişimi ve verimi önemli düzeyde olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Maggio *et al.* 2005). Kuraklık ve tuzluluk şartlarında yetiştirilen bitkilerde hücrede meydana gelen su kaybı, plazma zarında bozulma ve serbest kalan hidrolitik enzimler sitoplazma yapısının bozulmasına yol açarak sonuçta büyümede yavaşlama ve turgorda azalma meydana geldiği bildirilmektedir (Kuşvuran 2010).

4.2. Uygulamaları lahanada fidelerinde klorofil, DOSİ ve EC üzerine etkisi

Sera koşullarında yürütülen denemede, lahanada fidelerinde tuzluluk ve kuraklığın klorofil değeri (SPAD), doku oransal su içeriğini (DOSİ) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri üzerine (klorofil değerinde kuraklık hariç) önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca uygulamalara ait interaksiyon da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çalışmada tuz ve kuraklık stresinin lahanada fidelerinde SPAD ve DOSİ değerlerini kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde azalttığı, bununla birlikte elektrikselsel

iletkenliği (EC) artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Benzer olarak; Ors *et al.* (2015) kabakta yaptıkları çalışmada, fide döneminde su kısıtının bitkide EC yi arttırdığı, klorofil ve yaprak nisbi su içeriğini azalttığını belirlemişlerdir.

Tuz ve kuraklık koşullarında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran geçirgenliği EC olarak ölçülmekte ve özellikle tuz ve su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Kuşvuran 2010). Su stresi ile birlikte klorofil miktarında meydana gelen azalmalar genel olarak klorofil membranlarının zarar görmesi nedeniyle oluşmaktadır (Yağmur 2008). Nitekim daha önce yapılan araştırmalarda tuz ve/veya kuraklık stresinin soğanda (Hancı and Cebeci 2015) ve biberde (Okunlola *et al.* 2017) klorofil miktarını azalttığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.3. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde klorofil değeri (SPAD), EC ve DOSİ

Tuz	Kuraklık	Klorofil (SPAD)	EC (%)	DOSİ (%)
T0	D0	54,27 a ***	43,09 f ***	92,57 a ***
	D1	52,20 ab	52,34 e	56,73 cde
	D2	51,14 bc	72,73 d	53,62 de
T1	D0	49,17 cd	74,63 d	68,96 b
	D1	48,27 de	102,04 b	55,80 cde
	D2	50,57 bcd	101,51 b	63,21 bc
T2	D0	45,93 ef	92,96 c	58,63 cde
	D1	48,55 d	107,86 b	60,36 cd
	D2	45,70 f	117,51 a	51,76 e
Tuz		***	***	***
Kuraklık		NS	***	***
Tuz x Kuraklık		**	***	***

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli, **:p<0,01 önemli, NS: p>0,05 önemsiz

4.3. Uygulamaların lahanada fidelerinde Pn, gs, Tr ve Ci üzerine etkisi

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen lahanada uygulamaların lahanada fidelerinde Pn, gs, Tr ve Ci üzerine etkisi Çizelge 4.4'de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde hem kuraklık ve tuzluluk hem de interaksiyon etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Araştırmada, tuzlu ve kurak koşullardaki artışa paralel olarak lahanada fidelerinde fotosentetik aktivite, stomal iletkenlik, CO₂ içeriği ve transpirasyon hızının istatistiksel anlamda azaldığı saptanmıştır. Bu azalma tuzlu şartlarda kuraklığa göre daha fazla olmuş, her ikisinin aynı anda uygulandığı durumda ise en fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Daha önce farklı bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda tuzluluk ve kuraklık stresinin bitkide fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Cha-um and Kirdmanee 2009; Farooq *et al.* 2009; Xu and Leskovar 2015; Ors *et al.* 2016).

Çalışmamızdan elde edilen bulgulara benzer şekilde domates ve şalgamda (Makela *et al.* 1999), fasulyede (Ashraf and Iram 2005), kavunda (Franco *et al.* (1997), soyada (Ohashi and Nakayama 2009), lahanada (Xu and Leskovar 2014) ve biberde (Okunlola *et al.* 2017) tuzluluk ve/veya kuraklığın fotosentetik aktivite, stomal iletkenlik, CO₂ içeriği ve transpirasyon hızını önemli düzeyde olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Su stresi bitkilerde büyüme ve verim, bitkinin vegetatif ve generatif organları arasında su rekabeti, hücre içi yapılar, fotosentez ve azot metabolizması üzerine olumsuz etkilerde bulunarak bitki metabolizmasını bozmaktadır. Su kısıtlı hale gelirken, bitki daha fazla su kaybetmemek için, genelde, stomalarını kapatır. Bu da fotosentezle fiksasyon için gerekli CO₂'nin alımının kısıtlanmasına neden olur (Kuşvuran 2010). Kurak ve tuzlu koşullarda yaprak su oransal olarak düşmesiyle stomalar kapanır ve fotosentetik aktivite azalır bundan dolayı içsel CO₂ miktarı düşer ve dolayısı ile fotosentezde azalma meydana gelir (Wingler ve ark. 1999). Kuraklık sırasında fotosentezin düşüşü büyük ölçüde iki nedene bağlı olarak gerçekleşmektedir; orta düzeydeki su noksanlığı koşulları altında stomaların kapanmasına bağlı olarak gerçekleşen stomatal sınırlamalar ve genellikle daha uzun süreli ve daha şiddetli streslerde ortaya çıkan stomatal olmayan sınırlamalar (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2015).

Çizelge 4.4. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde net fotosentez hızı (Pn), gs (stomal iletkenlik), içsel CO₂ içeriği (Ci) ve terleme hızı (Tr)

Tuz	Kuraklık	Pn mmol m ⁻² s ⁻¹	gs mmol m ⁻² s ⁻¹	Ci μmol mol ⁻¹	Tr mmol m ⁻² s ⁻¹
T0	D0	18,30 a***	0,99 a***	333,67 a***	6,10 a***
	D1	14,63 b	0,48 b	315,67 b	6,40 a
	D2	12,70 c	0,35 c	303,67 c	4,37 b
T1	D0	11,60 d	0,21 d	279,33 d	3,77 c
	D1	10,11 e	0,14 e	254,33 e	2,70 d
	D2	6,13 f	0,10 f	280,00 d	2,50 d
T2	D0	6,88 f	0,07 fg	231,67 f	1,84 e
	D1	3,79 g	0,04 gh	239,33 f	1,17 f
	D2	1,65 h	0,03 h	231,00 f	0,54 g
Tuz		***	***	***	***
Kuraklık		***	***	***	***
Tuz x Kuraklık		*	***	***	***

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulam; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli, *:p<0,05 önemli

4.4. Uygulamaların lahanada fidelerinde yaprak ve kökte bitki besin elementi içeriği üzerine etkisi

Çalışmada uygulamaların lahanada fidelerinde yaprakta bitki besin element içeriğine etkisi Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde kuraklık ve tuz stres koşullarının lahanada fidelerinde yaprakta bitki besin elementi içeriğini (Ca ve Si hariç) önemli seviyede etkilediği görülmektedir. Uygulamalar lahanada yaprakta N, P, Mg, Fe, Zn ve B içeriğini önemli düzeyde azaltırken, tuz uygulamaları Na ve Cl içeriğini artırdığı saptanmıştır.

Araştırmada, tuzluluk ve kuraklık uygulamalarının lahanada kökte incelenen bitki besin içeriğine etkisinin istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve

4.8). Kuraklık ve tuz stresi şartlarında yetiştirilen lahana fidelerinde kökte Na ve Cl hariç incelenen diğer bütün elementlerde kontrol uygulamasına göre genellikle azalma olduğu tespit edilmiştir. İstatistik analiz sonucunda interaksiyonlar da önemli olarak bulunmuştur. Benzer şekilde farklı çalışmalarda kuraklık ve tuz stresinin besin element içeriğini azalttığı rapor edilmiştir (Capell *et al.* 2004; Turan ve Aydın 2005; Ekinci *et al.* 2015; Yıldırım *et al.* 2015). Yapılan bir çalışmada, domateste fide aşamasında farklı tuz konsantrasyonlarının fide gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda tuzluluk miktarı arttıkça tüm dozlarda K/Na oranının düştüğü, kök ve gövdedeki Na ve Cl konsantrasyonu ile K arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir.

Daha önce yürütülen çalışmalarda, çilekte (Karlıdağ *et al.* 2011), marulda (Ekinci *et al.* 2012; Yıldırım *et al.* 2015), ıspanakta (Ekinci *et al.* 2015) ve kabakta (Ors *et al.* 2016) tuzluluk ve kuraklığın bitkide besin elementi alımını azalttığı bildirilmiştir. Kuraklık stresi bitki besin elementlerinin yeterince alınamaması ve bitkilerde besin elementi noksanlığının meydana gelmesine yol açmakta ve bu durum, respirasyon ve fotosentez gibi biyokimyasal olaylar dışında enzim aktivitelerinde de aksaklıkların ortaya çıkmasına ve sonuçta ozmotik dengenin bozularak bitki büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara yol açtığı bildirilmektedir (Kuşvuran 2010).

Çizelge 4.5. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaprak N, P, Ca, Mg ve Na içeriği

Tuz	Kuraklık	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
	D0	2,75 a ***	1634,00 a ***	25810,00 a ***	13012,19 ^{ns}	1366,33 a ***	331,67 d ***
T0	D1	2,50 c	1441,89 b	22144,21 c	10388,16	1141,69 cde	303,90 d
	D2	2,24 d	1433,42 b	21238,95 d	10441,37	1101,08 def	316,62 d
	D0	2,58 b	1460,55 b	23664,71 b	11971,59	1220,01 b	425,17 c
T1	D1	2,20 d	1166,07 d	20035,50 e	11692,81	1131,43 c-f	519,15 b
	D2	2,25 d	1156,76 d	19279,57 f	11376,12	1152,73 cd	548,45 b
	D0	2,22 d	1292,85 c	20932,01 d	10391,33	1158,77 c	523,76 b
T2	D1	1,95 e	1067,50 e	17202,75 g	10721,03	1078,08 f	583,49 a
	D2	1,87 f	1032,50 e	17055,00 g	9762,60	1088,73 ef	529,26 b
Tuz		***	***	***	NS	***	***
Kuraklık		***	***	***	*	***	***
Tuz x		***	NS	NS	NS	***	***
Kuraklık							

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulam; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; *:p<0,05, ***: p<0,001 önemli, ^{ns}: önemli değil

Çizelge 4.6. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde yaprak Fe, Cl, Zn, B ve Si içeriği

Tuz	Kuraklık	Fe (mg/kg)	Cl (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	Si (mg/kg)
T0	D0	56,95 a ^{***}	15,42 c ^{***}	16,19 a ^{***}	25,93 bcd ^{**}	11,78 ^{ns}
	D1	51,63 b	15,43 c	13,55 b	23,80 cd	10,97
	D2	48,72 b	16,41 c	13,26 b	23,60 d	10,91
T1	D0	51,71 b	20,74 b	12,01 c	28,14 ab	11,12
	D1	39,63 cd	18,76 b	11,20 cd	27,46 abc	10,41
	D2	41,76 c	20,53 b	10,66 d	29,23 ab	10,58
T2	D0	41,28 c	25,05 a	12,03 c	28,11 ab	11,28
	D1	37,92 d	24,38 a	10,73 d	30,56 a	11,13
	D2	36,82 d	26,34 a	10,33 d	27,86 ab	10,26
Tuz		***	***	***	***	NS
Kuraklık		***	*	***	NS	*
Tuz x Kuraklık		**	NS	NS	NS	NS

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; *:p<0,05, **: p<0,01, ***: p<0,001 önemli, NS: p>0,05 önemsiz

Çizelge 4.7. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde kök N, P, Ca, Mg ve Na içeriği

Tuz	Kuraklık	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
T0	D0	2,75 a ***	1617,33 a ***	25810,00 a ***	20191,33 a ***	1366,33 a ***	331,67 g ***
	D1	1,72 c	986,90 b	15804,00 d	14797,30 d	1064,57 c	551,47 f
	D2	1,50 d	964,82 bc	15557,18 de	14849,26 d	1069,99 c	548,17 f
T1	D0	1,78 b	1016,02 b	17408,11 b	16968,10 b	1196,30 b	1010,17 e
	D1	1,49 d	933,16 cd	15152,65 e	13793,38 e	1035,58 c	1291,14 c
	D2	1,49 d	907,51d	14227,66 f	13310,24 ef	1029,65 c	1358,68 b
T2	D0	1,52 d	837,49 e	16593,12 c	15513,11 c	1025,01 c	1190,46 d
	D1	1,27 e	758,29 f	13016,25 g	12953,61 f	1058,69 c	1417,62 a
	D2	1,28 e	716,75 f	13053,08 g	12079,12 g	1051,96 c	1350,77 bc
Tuz		***	***	***	***	***	***
Kuraklık		***	***	***	***	***	***
Tuz x Kuraklık		***	***	***	***	***	**

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulam; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli, **:p<0,01 önemli

Çizelge 4.8. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde kök Fe, Cl, Zn, B ve Si içeriği

Tuz	Kuraklık	Fe (mg/kg)	Cl (mg/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	Si (mg/kg)
T0	D0	256,95 a***	15,42 d***	56,19 b***	48,93 a***	27,11 ab***
	D1	238,03 b	21,40 c	63,90 a	38,30 c	25,24 bc
	D2	185,25 d	22,40 c	54,25 bc	38,22 c	24,49 c
T1	D0	219,46 c	28,92 ab	52,81 bcd	44,55 ab	27,69 a
	D1	178,49 de	26,74 ab	51,37 cd	42,73 bc	24,41 c
	D2	179,96 de	28,89 ab	53,13 bcd	45,04 ab	26,47 abc
T2	D0	187,68 d	26,19 b	49,48 d	44,55 ab	27,19 ab
	D1	166,00 ef	29,75 ab	52,26 bcd	44,61 ab	24,45 c
	D2	163,11 f	30,23 a	49,76 d	40,76 bc	25,61 abc
Tuz		***	***	***	NS	NS
Kuraklık		***	**	*	**	***
Tuz x Kuraklık		***	*	**	*	NS

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli, **:p<0,01 önemli, *: p>0,05 önemli, NS:p>0,05 önemsiz

4.5. Uygulamaların lahanada fidelerinde H₂O₂, MDA, prolin ve sakkaroz içeriği üzerine etkisi

Denemede uygulamaların lahanada fidelerinde H₂O₂, MDA, prolin ve sakkaroz içeriğini istatistiksel anlamda önemli düzeyde artırdığı bu artışın en fazla her iki stresin bir arada olduğunda meydana geldiği saptanmıştır. Çalışmada ayrıca incelenen parametreler bakımından interaksiyonlar da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4,9). Oksidatif stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı olarak hücre zarındaki lipidler peroksidasyona uğramakta ve bunun son ürünü olarak malonaldehid (MDA) ortaya çıkmaktadır (Kuşvuran, 2010). Yapılan benzer çalışmalar MDA birikiminin strese bağlı olarak arttığını göstermektedir. Kuraklık stresinin buğdayda strese maruz kalan bitkilerde MDA miktarını arttığı bildirilmiştir (Naveed *et al.* 2014). Birçok türde kuraklık stresi

altında artan reaktif O_2^- radikali oluşum hızı; lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonucunda membranların bütünüyle zarar görmesine neden olmaktadır (Fu and Huang 2001; Reddy *et al.* 2004). Serbest oksijen radikalleri hücre membranlarında lipit peroksidasyonuna neden olarak, membran lipitlerindeki peroksidasyon reaksiyonunu radikal olmayan konjuge ürünleri meydana getirmek için karbon veya peroksi radikalleri ile çapraz bağ kurarak sonlandırmaktadır (Cicerale 2004). Reaksiyon sonunda malondialdehit gibi aldehitler ve hidrokarbonlar lipit peroksidasyonunun son ürünleri olarak ortaya çıkmaktadırlar (McKersie 2000).

Tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu, nispi su içeriği ile toplam yağ ve kuru ağırlıklarda azalma saptanırken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma tespit edilmiştir (Çiçek ve Çakırlar 2002). Kurak bölgelerde ve tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerin prolin içeriğinin arttığı, dolayısıyla prolin biriktirme özelliğinin de tuza toleransın bir göstergesi olduğu belirlenmiştir (Ghoulam *et al.* 2002; Gırıja *et al.* 2002). Bitkilerde stres sırasında artan prolin birikimi reaktif oksijen türlerine karşı koruma sağlayarak bitkinin kuraklığa karşı toleransını arttırmaktadır (Armada *et al.* 2014). Prolin'in hücre içindeki görevi, lipit oksidasyonunu engelleyerek membran sistemlerini ve oluşturdukları bileşikler aracılığıyla da protein yapılarını korumaktır. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, prolin'in aynı zamanda sinyal iletiminde, mitokondri fonksiyonlarının düzenlenmesinde, hücre bölünmesi veya ölümünde ve gen aktarım seviyelerinin düzenlenmesinde rol oynamakta olduğu bildirilmektedir (Anjum *et al.* 2011; Liang *et al.* 2013; Kishor and Sreenibasulu 2014). Bitkilerde ayrıca prolin birikiminin artması reaktif oksijen türlerinden biri olan hidroksil radikallerinin süpürücü fonksiyonlarına katkıda bulunmaktadır (Smirnoff and Cumbes 1989).

Çizelge 4.9. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde H₂O₂ MDA, Prolin ve sakkaroz içeriği

Tuz	Kuraklık	H ₂ O ₂ (mmol/kg)	MDA (nmol g ⁻¹ dry wt)	Prolin (µg g ⁻¹ fresh wt)	Sakkaroz (%)
T0	D0	13,73 e***	5,99 g***	0,076 f***	1,02 e***
	D1	16,32 d	6,74 f	0,084 e	1,04 e
	D2	19,13 c	8,42 d	0,089 c	1,15 b
T1	D0	18,63 c	7,07 f	0,086 de	1,12 c
	D1	19,02 c	7,66 e	0,087 d	1,10 d
	D2	19,44 c	7,55 e	0,091bc	1,15 b
T2	D0	24,60 a	9,29 c	0,093 ab	1,16 b
	D1	22,05 b	9,81 b	0,092 b	1,16 b
	D2	24,48 a	10,47 a	0,095 a	1,19 a
Tuz		***	***	***	***
Kuraklık		***	***	***	***
Tuz x Kuraklık		***	***	***	***

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli

4.6. Uygulamaların lahanada fidelerinde CAT, POD ve SOD içeriği üzerine etkisi

Çalışmada tuz ve kuraklık uygulamalarının lahanada fidelerinde CAT, POD ve SOD içeriği üzerine farklı şekilde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Tuzlulukla birlikte CAT, POD ve SOD içeriği önemli derecede azalma göstermiştir (Çizelge 4.10). Benzer olarak; tuz stresi altındaki çeltik bitkilerinde SOD (süperoksit dismutaz) aktivitesinin yüksek olduğu (Lin and Kao 2000), değişik bitkilerin (pamuk, bezelye, şeker pancarı, dut) tuza toleranslı ve hassas çeşitlerinin SOD aktiviteleri üzerine tuz stresinin etkisini araştırıldığı çalışmalarda tuza dayanıklı çeşitlerde SOD aktivitesi daha yüksek bulunmuştur (Hernandez *et al.* 2001; Sudhakar *et al.* 2001; Bor *et al.* 2003; Meloni *et al.* 2003). Ayrıca, yapılan diğer bir çalışmada da tuz stresi altında yetiştirilen farklı

bitkilerde (buğday, pirinç ve salatalık) katalaz enzimi aktivitesinin düştüğü (Keleş ve Öncel 2002; Shim *et al.* 2003), tuz stresine toleransları farklı çeşitlerle yapılan çalışmalarda ise tuza toleranslı çeşitlerin katalaz ve peroksidaz aktivitelerinin daha yüksek olduğu (Sudhakar *et al.* 2001) belirlenmiştir. Bitkiler SOD, CAT, POD, APX ve GR'dan oluşan enzimatik antioksidant koruyucu sistemler ile strese karşı mücadele etmektedirler. Enzimatik olmayan antioksidan moleküllerin temel görevi fotosentetik membranların korunması iken, enzimatik antioksidan moleküller reaktif oksijen bileşiklerini indirgeyerek birikimlerini engellemektedirler (Farooq *et al.* 2009).

Çizelge 4.10. Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında lahanada fide döneminde CAT, POD ve SOD içeriği

Tuz	Kuraklık	CAT (EU gr/yaprak)	POD (EU gr/yaprak)	SOD (EU gr/yaprak)
T0	D0	211,86 cd***	12450,87 a***	841,14 c***
	D1	206,95 d	11549,28 c	762,99 d
	D2	186,96 f	10420,57 ef	678,61 f
T1	D0	192,70 e	10712,90 de	660,91 f
	D1	207,05 d	10903,34 d	686,56 ef
	D2	212,84 c	10297,84 f	722,03 e
T2	D0	176,30 g	10468,04 ef	579,73 g
	D1	234,52 b	12118,85 b	941,65 b
	D2	250,83 a	12499,07 a	978,64 a
Tuz		***	***	***
Kuraklık		***	***	***
Tuz x Kuraklık		***	***	***

T0: 0 mM NaCl; T1: 75 mM NaCl; T2: 150 mM NaCl; D0: %100 tam sulama; D1: %80 sulama; D2: %60 sulama; ***: p<0,001 önemli

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kuraklık ve tuzluluk stresi kültürü yapılan bitkilerde verimi etkileyen en yaygın çevresel streslerden olup, bitkilerde birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler tepkiyi uyartarak stres koşullarına adapte olmayı sağlayacak tolerans mekanizmaları geliştirebilmektedirler. Küresel iklim değişikliği ile birlikte kurak ve yarı kurak bölgelerde meydana gelen artış, kuraklığın yanı sıra tuzluluğu da giderek tetiklemektedir.

Lahana, ülkemizde meyvesi yenen sebze türleri dışında en yaygın olarak yetiştirilen sebze türlerinden biri olup, kuraklığa ve tuzluluğa karşı orta derece hassas bir bitki olduğu bildirilmektedir. Çalışmalar lahananın tuzluluk ve kuraklık stres şartlarında morfolojik ve metabolik adaptasyonlarının değişebildiğini göstermiştir. Bununla birlikte şiddetli tuzluluk ve kuraklığın lahanada bitki gelişimi ve pazarlanabilir verimi olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Bitkilerin kuraklık ve tuz stresine tepkilerinin karmaşık olması nedeniyle tam olarak tolerans mekanizmalarının anlaşılması ve değerlendirilmesi her bitki için karakteristik durumlar söz konusu olduğundan, büyük ölçekli uygulamalardan önce dikkatli bir şekilde araştırılması önerilmektedir. Bu amaçla lahanada fide döneminde, bu iki stres faktörü arasındaki fizyolojik ilişkilerin belirlenmesi, tuzluluk ve kuraklık stres koşullarına toleransta fizyolojik ve metabolik değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme, 3 tuz uygulaması (0, 75 ve 150 mM NaCl), 3 farklı sulama seviyesi (tam sulama (%100) (D0), tarla kapasitesinin %80 (D1) ve %60'si (D2)) ve 3 tekerrürlü olarak saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür.

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Her iki stres koşulunda da lahana fidelerinde taze ağırlık, kuru ağırlık, yaprak alanı, yaprak sayısı, gövde çapı ve bitki boyu gibi bitki gelişme özelliklerinin olumsuz

etkilendiği ve bu olumsuz etkilenmenin tuz stresi koşullarında, kuraklık koşullarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Her iki stres koşulu bir arada uygulandığında ise söz konusu parametreleri ayrı ayrı uygulamalara göre daha da fazla olumsuz etkilemiştir.

Denemede uygulanan tuzluluk ve kuraklık koşulları lahana fidelerinde yapraklarda membran zararlanmasına yol aarak EC yi artırmıştır. Tuz ve kuraklık stresi yaprak oransal su içeriğinde negatif etki göstermiş ve DOSİ değerlerini dışürmüştür. Benzer şekilde stres koşulları lahana fidelerinde yaprakta klorofil değerinin azalmasına yol aarmıştır.

Bitkilerin stres koşullarında olumsuz etkilendiği bir diğer faktör de fotosentezdir. Tuz ve kuraklık streslerinin lahana fidelerinde fotosentetik aktivite üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Uygulamaların incelenen fotosentetik parametreleri önemli düzeyde azalttığı bu durumun birlikte kullanıldığı zaman daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yine denemede kullanılan her iki stres koşulları da hem yaprak hemde kökte bitki besin elementi içeriğini azaltmakla birlikte, tuz stresi koşullarında bitkilerin zarar görmesinde en önemli etken olan Na ve Cl içeriklerinin yaprak ve köklerde arttığı tespit edilmiştir.

Tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında yetiştirilen bitkilerin hücrelerinde lipid peroksidasyonu artmakta bu durum MDA ile belirlenmektedir. Yine stres koşullarının yol aatığı zarar bir ROS türü olan H₂O₂ miktarı ile de ilişkilidir. Çalışmamızda stres koşullarında H₂O₂ miktarının arttığı belirlenmiştir. Bu artış özellikle her iki stres faktörünün bir arada olduğu durumlarda daha da belirgin olmuştur.

Ozmotik düzenlemeye yardımcı olan bileşiklerin strese bağlı olarak birikiminin artması hücre turgorunun muhafazasında önemli yer tutmaktadır (Farooq *et al.* 2009). Bu çalışmada kuraklık ve tuzluluk stresine bağlı olarak lahana fidelerinde prolin ve sakaroz içeriklerinde artış olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kuraklık ve tuzluluk stresine bağlı olarak genellikle CAT, SOD ve POD değerlerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca kuraklık ve tuzluluk stres koşulları bir arada olduğunda bu artışın daha fazla olduğu saptanmıştır. Antioksidatif enzim aktiviteleri, lahana fidelerinde etkili bir mekanizma olarak değerlendirilmiştir.



KAYNAKLAR

- Agarwal, S., Pandey, V., 2004. Antioxidant enzyme response to NaCl stres in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48(4): 555-560.
- Akash Tariqb,c, Adekunle Ajayi Adelusi ., 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum*).
- Aktaş, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. (Doktora tezi), Adana, 105 s.
- Alian, A., Altman, A., Heuer, B., 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. *Plant Science* Volume 152, Issue 1, 7 March 2000, Pages 59-65. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Vol., 5 (22), 2778-2782,
- Angelini, R., Federico, R., 1989. Histochemical evidence of poliamin oxidation and generation of hydrogen peroxide in the cell Wall. *J. Plant Physiol*, (135): 212-217.
- Angelini, R., Manes, F., Federico, R., 1990. Spatial an funtional correlation between daimine- oxidase and peroxidase activities and their dependence upon deetilation and wounding in chick-pea. *Planta*, 182: 89-96.
- Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W., 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stres. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (9), 2026-2032.
- Anonim (2009). Su kaynakları. www.wwf.org.tr/wwf-tuerkiye-hakkinda/ne-yapiyoruz/su-kaynaklari
- Anonim, 2013. Türkiye istatistik kurumu (TÜİK), (2013).
- Anonim, 2014. Türkiye istatistik kurumu (TÜİK), (2014).
- Anonymous. 1995. Understanding and Definitions of Drought. National Disaster Management Centre, University of Nebraska, Lincoln.
- Armada, E., Roldan, A., Azcon, R., 2014. Differential activity of autochthonous bacteria in controlling drought stress in native lavandula and salvia plants species under drought conditions in natural arid soil. *Microbial Ecology*, 67 (2), 410-420.
- Ashraf, M., Arfan, M. And Ahmad, A. 2003. Salt tolerance in okra: Ion relations and gas exchanges characteristics. *Journal of Plant Nutrition*, 26 (1): 63-79.
- Ashraf, M., 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*, 200: 535-546.
- Assaha DV, Liu L, Ueda A, Nagaoka T, Saneoka H., 2016. Effects of drought stress on growth, solute accumulation and membrane stability of leafy vegetable, huckleberry (*Solanum scabrum* Mill.). *J Environ Biol*. 2016 Jan;37(1):107-14.
- Awang, Y.B., Atherton, J.G.and Taylor, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown rock woll, growth and leaf relations. *J.Hort. Sci*. 68,783- 790.
- Ayaş, S., Demirtaş, Ç., 2009. Deficit Irrigation Effects on Cucumber (*Cucumis sativus* L. *Maraton*) Yield in Unheated Greenhouse Condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (3,4) : 6 4 5 - 6 4 9.

- Aydemir, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734. Erzurum.
- Aydiñşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R. & Büyüktaş, D. 2013. The effects of different salt source and concentrations on germination and seedling growth of some pumpkin seeds used as rootstock. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 503-510.
- Aydiñşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R., Tetik, N., Arslan Kulcan, A., 2015. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kabak anaçlarının büyüme ve klorofil içerikleri üzerine etkisi. *Derim*, 2015, 32 (2):187-200.
- Aydiñşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R., Tetit, N., Kulcan, A.A., 2015. Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kabak anaçlarının büyüme ve klorofil içerikleri üzerine etkisi. *Derim*, 2015, 32 (2):187-200
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39: 205-207.
- Belaqziz, R., Romane, A., Abbad, A., 2009. Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.). *Journal of Applied Sciences Research* 5, 858-863.
- Bilgin, N., 2002, Besin kültüründe yetiştirilen farklı domates çeşitlerinin artın NaCl Uygulamalarına toleransı ve tuzluluk stresinin kuru madde miktarı ile bitki mineral içeriğine etkisi, (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 53 s.
- Blum, A., Johnson, J.W., 1993. Wheat cultivars respond differently to a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal. *J Exp Bot.* 44: 1131–1139.
- Bor, M., Özdemir, F., Türkan, I., 2003. The effect of salt stres on lipid peroxidation in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. *Plant Science*, (164): 77-84.
- Boyer, J., S., 1982. Plan productivity and environment potential for increasing crop plant productivity, genotypic selection. *Science*, 218, 443-448.
- Bremner, I., Mulvaney, C., 1982. Nitrogen-total. In: A. Page, R. Miller, and D. Keeney (eds.), *Methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties*. Am Soc. Agron., Madison, WI, pp. 595-624.
- Brugnoli, E. and Lauteri, M., 1991, Effects of salinity on stomal conductance, photosynthetic capacity and carbon isotop discrimination of salt tolerant (*Gossipium hirsitum* L.) and salt sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 nonhalophytes. *Plant Physiol.*, 95: 628-635.
- C. Xu, Leskovar, D.I., 2014. Growth, physiology and yield responses of cabbage.
- Caliskan, O., Radusiene, J., Temizel, K.E., Staunis, Z., Cirak, C., Kurt, D., Odabas, M.S., 2017. The effects of salt and drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown *Hypericum pruinatum*. *Italian Journal of Agronomy* 2017; volume 12:918.: 271-275.
- Capell, T., Bassie, L., Christou, P., 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway in transgenic rice confers tolerance to drought stress. *Proceedings of National Academy of Sciences, USA*, 101: 9909-9914.
- Cha-Um, S., Kirdmanee, C., 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stres. *Agricultural Sciences in China*, 8 (1) : 51-58.

- Chung, F.L., Kelloff, G., Steele, V., Pittman, B., Zang, E., Jiao, D., Rigotty, J., Choi, C.I., Rivenson, A., 1996. Chemopreventive efficacy of arylalkyl isothiocyanates and N-acetylcysteine for lung tumorigenesis in Fischer rats. *Cancer Res.* 56, 772–778.
- Ciceralli, I. N., 2004. Effect of salt stress on antioxidant defense systems of sensitive and resistant cultivars of lentil (*Lens culinaris* M.) (Doctoral dissertation, MSc Thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of middle east technological Univ).
- Çakmak, B., Gökalp, Z. ve Taş, İ. 2008. Yeraltı Su Kaynaklarının Tarımda Kullanımının Değerlendirilmesi. Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı 11-12 Eylül 2008 Bildiri Kitabı. Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü IV. Bölge Müdürlüğü, s.222-229, Konya.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in two Maize Cult..Bulg. J.Plant Physiol., 28 (1–2), 66–74. development. *Scientia Horticulturae* 224 (2017) 198–205.
- Çiftçi, V., Şensoy, S. ve Türkmen Ö., 2009, Van-Gevaş'ta yaygın olarak yetiştirilen yalancı dermason fasulye populasyonunun seleksiyon yöntemiyle ıslahı, Tübitak-Tovag, Proje no:106 O 346.
- Dalal, M., Dani, R.G., Kumar, P.A., 2006. Current trends in the genetic engineering of vegetable crops, *Scientia Horticulturae*, 107, 215–225.
- Daşgan, H.Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H. ve Abak, K., 2006, Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri, *Alatarım*, 5-1 syf:23-31.
- Decoteau, D.R. 2000. *Vegetable Crops*, New Jersey, USA: Upper Rever Company.
- Dolferus, R., 2014. To grow or not to grow: A stressful decision for plants. *Plant Sci.*, 2229: 247-261.
- Doyle A. Smittle¹, W. Lamar Dickens¹, and James R. Stansell²., 1994. Irrigation Regimes Affect Cabbage Water Use and Yield. *J. AMER. Soc. HORT. SCI.* 119(1):20-23.
- Dölek, N. M., 2009. Değişik Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, 60 sayfa, Adana.
- Ekinci, M., Ors, S., Sahin, U., Yildirim, E., Dursun, A., 2015. Responses to the Irrigation Water Amount of Spinach Supplemented with Organic Amendment in Greenhouse Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46:327–342.
- Ekinci, M., Yıldırım E, Dursun, A., Turan M., 2012 Mitigation of salt stress in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) by seed and foliar 24-epibrassinolide treatments. *HortScience* 47(5):631–636.
- Ekmekçi Altunal, E., 2007. Farklı tuzluluk düzeylerindeki sulama sularının, biberde (*Capsicum annuum* L.) bazı büyüme, gelişme ve verim parametrelerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Erenoğlu, B., M. Burak, V. Şeniz ve A. Fidancı, 1999. Melezleme Islahı İle Elde Edilen Bazı Çilek Çeşitlerinin In Vitro (Doku Kültürü) Şartlarında Tuza (NaCl) Mukavemetleri Üzerinde Araştırmalar. *Bilimsel Araştırmalar Ve İncelemeler Yayın No:130*, Yalova. 36s.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Wahid, A., Rehman, H., 2009. Exogenously Applied Nitric Oxide Enhances the Drought Tolerance in Fine Grain Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agronomy & Crop Science*, 195: 254–261.

- Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28, 89-121.
- Franco, J. A., Fernandez, J. A., Banon, S. and Gonzalez, A. 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. *HortScience*, 32(4): 642-644.
- Fu J., Huang, B., 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress, *Environmental and Experimental Botany*, 45 (2), 105–114.
- Georgiev, G.I. and Atkins, C.A., 1993. Effects of salinity on N₂ fixation, nitrogen metabolism and export and diffusive conductance of Cowpea root nodules. *Symbiosis*, 15: 239-255pp.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*. 47, 39-50.
- Girja, C., Smith, B.N., Swamy, P.M., 2002. Interactive effect of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in pea nut (*Arachis hypogaea* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 47, 1-10.
- Gong, Y., Toivonen, P.M.A., Lau, O.L., Wiersma, P.A., 2001. Antioxidant system level in 'Braeburn' apple is related to its browning disorder. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 42: 259–264.
- Greenway, H. and Munns, R., 1980, Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31: 149-190..
- Gürel, A., ve Avcıoğlu, R. 2001. Bitkilerde Abiyotik Stres Faktörlerine Dayanıklılık Mekanizmaları. pp.288-326. In: Özcan, S., Gürel, E. ve Babaoğlu, M. (Eds.), Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği, S.Ü. Vakfı Yayınları, İzmir.
- Hancı, F., and Cebeci, E., 2015. Comparison Of Salinity And Drought Stress Effects On Some Morphological And Physiological Parameters In Onion (*Allium Cepa* L.) During Early Growth Phase. *Bulgarian Journal Of Agricultural Science*, 21 (No 6) 2015, 1204-1210.
- Harris D., Tripathi R.S., Joshi A., 2002. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in dry direct-seeded rice, in: Pandey S., Mortimer M., Wade L., Tuong T.P., Lopes K., Hardy B. (Eds.), Direct seeding: Research strategies and Opportunities, International Research Institute, Manila, Philippines, pp. 231–240
- Hasegawa, P.M., Bresson, R.A. and Handa, A.V., 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Sci.*, 21: 1317-1324.
- Havir, E.A. Mchale, N.A., 1987. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. *Plant Physiol*, (84): 1291-1294.
- Hecht, S.S., Trushin, N., Rigotty, J., Carmella, S.G., Borukhova, A., Akerkar, S., Desai, D., Amin, S., Rivenson, A., 1996. Inhibitory effects of 6-phenylhexyl isothiocyanate on 4- (methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone metabolic activation and lung tumorigenesis in rats. *Carcinogenesis* 17, 2061–2067.
- Hernandez, J.A., Ferrer, M. A., Jimenez, A., Barcelo, A. R., Sevilla, F., 2001. Antioxidant systems and O₂/H₂O₂ production in the apoplast of pea leaves. Its relation with salt induced necrotic lesions in minor veins. *Plant Physiology*, (127): 817-831.

- Jamil M., Lee K.B., Jung, K.Y., Lee, D.B., Han, M.S., Rha, E.S., 2007. Salt stress inhibits germination and early seedling growth in cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pak J Biol Sci. 2007 Mar 15;10(6):910-4.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005, The effects on drought on plants and tolerance mechanisms, Gazi University Journal of Science, 18: 723-740.
- Kapuluhan, E., 2013. Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 27, Ocak - 2013, S. 487-510.
- Karakullukçu E 2007. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Tuz Toleranslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 40 s.
- Karipçin, Z.M. 2009. Yerli ve yabancı karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Karlıdag H, Yildirim, E, ve M. Turan, 2011. Role of 24-epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Scientia Horticulturae* 130 :133-140 (2011).
- Kaya, C., Ak, B.E., Higss, D., 2003. Response of salt-stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and/or potassium nitrate. Journal of Plant Nutrition, 26: 543-560.
- Kaya, E. ve Daşgan, H.Y. 2013. Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 29(2): 39-48.
- Kayış, S.U., 2014, Bazı mercimek (*lens culinaris medic.*) çeşitlerinin çimlenme ve fide Döneminde tuza toleransı, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 54 s.
- Keleş, Y., Öncel, I., 2002. Response of antioxidative defence system to temperature and water stres combinations in wheat seedling. Plant Science. (163): 783-790.
- Khan, M. S. A., Karim, M. A., Haque, M. M., Islam, M. M., Karim, A. J. M. S., Mian, M. A. K., 2016. Influence of Salt and Water Stress on Growth and Yield of Soybean Genotypes. *TROPICAL AGRICULTURAL SCIENCE*. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 39 (2): 167 – 180.
- Kına, A., 2008. Farklı tuz konsantrasyonlarının, iki farklı çilek (*Fragaria x ananassa*) Çeşidinde bazı bitkisel ve kimyasal özelliklerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 66 s.
- Kishor, P.B., Sreenivasulu, N., 2014. Is proline accumulation *per se* correlated with stress tolerance or is proline homeostatis a more critical issue? Plant Cell Environ., 37, 300-311.
- Koç, S. 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Adana, 98 s.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık Ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Adana,
- Levitt, J., 1980. Water Stres, Dehydration and Drought Injuar. In: Levitt (eds.) Responses of to plants to Environmental Stresses, 25-92 Aca.Inc.London.

- Liu, F., Stutzel, H., 2004. Biomass Partitioning, Specific Leaf Area and Water Use Efficiency of Vegetable Amaranth (*Amaranthus spp.*) in Response to Drought Stress. *Scientia Horticulturae*, 102 (1), 15-27.
- Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S.K., Becker, D.F., 2013. Proline mechanism of stress survival. *Antioxidants Redox Signaling*, 19 (9), 998-1011.
- LiFei, Y., YueLin, Z., ChunMei, H., ZhengLu, L. and GuoPing, W., 2006. Effects of salt stress on the biomass formation and ion partition in hydroponically-cultured grafted cucumber. *Acta Botanica Boreali Occidentalia Sinica*, 26 (12): 2500-2505.
- Lin, C.C., Kao, C.H., 2000. Effect of NaCl stress on H₂O₂ metabolism in rice leaves. *Plant Growth Regulation*. (30):151-155.
- Lück, H., 1965. Catalase. In: Bergmeyer H.U. (ed.), *Methods of Enzymatic Analysis*. Academic Press, New York, pp. 885-894.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop Salt Tolerance-Current Assessment. *J. Irrigation and Drainage Division, ASCE*, 103:115-134.
- Machado, R.M.A., Serralheiro, R.P., 2017. Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. *Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization. Horticulturae* 2017, 3, 30.
- Maggio, A., Pascale, S.D., Ruggiero, C., Barbieri, G., 2005. Physiological response of field-grown cabbage to salinity and drought stress. *European journal of agronomy*, 23 (1), 57-67.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity And Drought Stresses. An Overview, *Archives Of Biochemistry And Biophysics*, 444: 139- 158.
- Makbul, S., Guler, N., Durmus, N., Guven, S. 2011. Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. *Turk. J. Biol.* 35, 369-377.
- Mäkelä, P., Kontturi, M., Pehu, E., Somersalo, S., 1999. Photosynthetic Response of Drought and Salt-Stressed Tomato and Turnip Rape Plants to Foliar-Applied Glycinebetaine. *Physiologia Plantarum*. 105: 45-50.
- Marschner, H. 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*.. 2nd. Edition Academic Press, Massachusetts.
- McCollum, J.P. 1992. Producing vegetable crops. Interstate Publishers, Inc.41-42.
- McKersie, B.D., Leshem, Y.Y., 1994. *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- McKersie, D. B., 2000. Oxidative Stress, Retrieved October 25, from the world wide web: <http://www.agronomy.psu.edu/Courses/AGRO518/Oxygen.htm>.
- Meloni, D. A., Oliva, M. A., Martinez, C. A., Cambraia, J., 2003. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environ. and Exp. Botany*, (49): 69-76.
- Mertens, D., 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.

- Mirabad, A. A., Lotfi, M., and Roozban, M. R., 2013. Impact of Water-Deficit Stress on Growth, Yield and Sugar Content of Cantaloupe (*Cucumis melo* L.).
- Mohammadian, R., M. Moghaddam, H. Rahimian, S.Y. Sadeghian. 2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. Turk J Agric For. 29,357-450.
- Morris, D. L., 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dreywoods anthrone reagent. Science, 107: 254-255.
- Nassar, B. R., Hassan, A. A., Barakat, M. A. and Tolba, M. S., 1999. Tomato breeding for salinity tolerance. Egyptian Journal of Horticulture, 26(3):357-390.
- Naveed, M., Hussain, M.B., Zahir, Z.A., Mitter, B., Sessitsch, A., 2014. Drought stress amelioration in wheat through inoculation with *Burkholderia phytofirmans* strain PsJN. Plant Growth Regulation, 73 (3), 121-131.
- Nogues, S., Baker, R.N., 2000. Effects Of Drought On Photosynthesis In Mediterranean Plants Grown Under Enhanced Uv-B Radiation. Journal of Experimental Botany. Vol:51, No. 348, Pp. 1309–1317.
- Ohashi, Y., Nakayama, N., 2009 Differences in the responses of stem diameter and pod thickness to drought stress during the grain filling stage in soybean plants. Acta Physiologiae Plantarum 31: 271-277.
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 29, 237-24.
- Okunlola, G.O., Olatunji O.A., Akinwale, R.O., Tariq, A., Adelusi, A.A., 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum*).
- Orcutt, D.M. and Nilsen, E.T., 2000, Physiology of plants under stress: soil and biotic factors. John Wiley and Sons., 684.
- Ors, S., Ekin, M., Yildirim, E., Sahin, U., 2016. Changes in gas exchange capacity and selected physiological properties of squash seedlings (*Cucurbita pepo* L.) under well-watered and drought stress conditions. Arch. Agron. Soil Sci., 62(12), 1700-1710.
- Önder M., 1992. Bodur kuru fasulye çeşitlerinin tane verimine ve morfolojik, fenolojik, teknolojik özelliklerine bakteri aşılama ve azot uygulamalarının etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özden, M., Demirel, U., Kahraman, A., 2009. Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂, Scientia Horticulturae, 119: 163-168.
- Pandey, R. and Ganapathy, P.S. 1985. The praline enigma: NaCl-tolerant and NaCl-sensitive callus lines of *Cicer arietinum*. Plant Sci., 40: 13–7.
- Papadopoulos, I. and Rendig, V.V., 1983, Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. Plant Soil, 73:47-5.
- Parida, A. K. and Das, A. B., 2005, Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants, A review Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.
- Pessierakli, M., 1991, Dry matter yield, nitrogen- 15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress, Crop Science, 31: 1633-1640.
- Pouresmaeil H., 2014. The physiological effects of water stress by PEG6000 on germination of mungbean, International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7, 13, 1344-1345.

- Rastgeldi, Z.H.A., 2010, Biberde farklı tuz konsantrasyonlarının bazı fizyolojik parametreler ile mineral madde içeriği üzerine etkisi, (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 67 s.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of plant physiology*, 161 (11), 1189–1202.
- Reida, J.B. and Gillespieb, R.N., 2017. Yield and quality responses of carrots (*Daucus carota L.*) to water deficits. *New Zealand Journal Of Crop and Horticultural Science*, 45, NO. 4, 299–312.
- Saied, A.S., Keutgen, A.J. and Noga, G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. ‘Elsanta’ and ‘Korona’. *Science Horticulture*, 103: 289-303.
- Saito T., Matsukura C. 2015 Effect of Salt Stress on the Growth and Fruit Quality of Tomato Plants. In: Kanayama Y., Kochetov A. (eds) *Abiotic Stress Biology in Horticultural Plants*. Springer, Tokyo.
- Sajjad, M. S. 1986. Evaluation of wheat germplasm for salt tolerance. *Rachis* 5(1):2831.
- Saneoka, H., Ogata, S. and Agata, W., 1996. Cultivar Different in Dry Matter Production and Leaf Water Relations in Water-Stressed Maize (*Zea Mays L.*). *Grassland Science*, 41(4),294-301.
- Sanoubar, R., Cellini, A., Veroni, A.M., Spinelli, F., Masia, A., Vittori, Antisari L., Orsini, F., Gianquinto, G., 2016. Salinity thresholds and genotypic variability of cabbage (*Brassica oleracea L.*) grown under saline stress. *J Sci Food Agric*. 2016 Jan 15;96(1):319-30.
- Satisha, J., Prakash , G.S. ve Venugopalan, R., 2007. Statiscal Modeling Of The Effect Of Physiobiochemical Parametres Onwater Use Efficiency Of Grapevarieties, Rootstock And Their Stionic Combinations Under Moisture Stres Conditions. *Turk J. Agric*, 30,261-271.
- Schwarz, M. And Gale, J., 1981, Maintenance Respiration And Carbon Balance Of Plants At Low Levels Of Sodium Chloride Salinity. *J. Exp. Bot.*, 32: 933-941
- Seckler D.W., Barker R., Amarasinghe U., 1999. Water Scarcity İn The Twenty-First Century, *International Journal Of Water Resources Development*, 15, 29-43.
- Semenova1, G., Fomina, I., Ivanov, A., 2014. Combined Effect of Water Deficit and Salt Stress on the Structure of Mesophyll Cells in Wheat Seedlings. *CellBio*, 2014, 3, 14-24.
- Shannon, M.,1984. Breeding, Selection And Genetres Of Salt Tolerance. *Salinity İn Plants. Strategies For Crop Improvement*. John Wiley Ans Sans. New York R.C. Stabtes, G.H. Toenniensen.
- Shim, I. S., Momose, Y., Yamamoto, A., Kim, D.W., Usui, K., 2003. Inhibition of catalase activity by oxidative stress and its relationship to salicylic acid accumulation in plants. *Plant Growth Regulation.*, (39): 285-292.
- Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J. 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry*, 28, 1057-1060.
- Smith, M.K. and McComb, J.A., 1981. Effect of NaCl on the Growth of Whole Plants and Their Corresponding Callus Cultures. *Aust. J. Plant Physiol.*, 8: 267-275.
- SPSS Inc. 2010. SPSS® 18.0 Base User’s Guide. Prentice Hall.

- Sudhakar, C., Lakshmi, A., Giridarakumar, A., 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yeilding genotypes of mulber (*Morus alba L.*) under NaCl salinity. Plant Science, (161): 613-619.
- Suhayda, G. G., Redmann, R. E, Harvey, B. L. And Cipywnyk, A. L. 1992. Comparative Response Of Cultivated And Wild Barley Species To Salinity Stress And Calcium Supply. Crop Science 32: 154-163.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat S., 2008. Özel Sebzeçilik Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, s:116-119.
- Taiz, L., Zeiger E., 2006. Plant Physiology. 4th Ed. Sinauer Associates Inc. Publishers, Tanjı, K.K., 1990. Agricultural Salinity Assesment And Management. Published By American Society Of Civil Engineers, 619 Pp, New York. Technology, 13, 281–297. to deficit irrigation. Hort. Sci. (Prague) 41, (3): 138–146.
- Turan, M., Aydın, A., 2005. Effect Of Different Salt Sources On Growth, İnorganic İons And Proline Accumulation İn Corn (*Zea Mays L.*). Europ. Hort. Sci., 70 (3): 149-155.
- Turner N. C., 2001. Optimising Water Use. In: Crop Science: Progress And Prospect, Editors: Nösberger, J., Geiger, H.H., Struik, P.C., CABI Publishing, Pp. 119-135, Wallingford, UK.
- Turner N. C., 2004. Agronomic Options For İmproving Rainfall-Use Efficiency Of Crops İn Dryland Farming Systems, Journal Of Experimental Botany, Water-Saving Agriculture Special Issue, 55, 407, 2413-2425.
- Ünlü H., 2004. Börülce (*Vigna Unguiculata L. Walp.*) Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Sulu Ve Kurak Koşullarda Verim Ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Isparta.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, D.G., Yurtseven, E. ve Suarez, D.L., 2008. Effects Of Salinity On Eggplant (*Solanum melongena L.*) Growth And Evapotranspiration. Journal Of Irrigation And Drainage Engineering, 134(2):160-166.
- Van Oosterom, E., Kleijn, D., Ceccarelli, S., Nachit, M. 1993. Genotype-By-Environment Interactions Of Barley İn The Mediterranean Region. Crop Sci., 33: 669–674.
- Walker, R.P., Trokfaluy, E., Scott, N.S. And Kriedeman, E.P., 1981, Analaysis Of Photosynthetic Response To Salt Treatment İn Vitis Vinifera. Aus. J. Plant Physiol., 8: 359-374.
- Wilson, C., Liu, X., Lesch, S.M. And Donald, L., 2006. Growth response of majör USA cowpea cultivars II. Effect of salinity on leaf gas exchange. Plant Science, 170: 1095-1101.
- Wingler A., Quick W. P., Bungard R. A., Bailey K. J., Lea P. J., Leegood R. C., 1999. The role of photorespiration during drought stress: an analysis utilizing barley mutants with reduced activities of photorespiratory enzymes. Plant Cell Environ. 22 361–373.
- WWF. 2008. Kuraklık Değerlendirme Raporu. World Wild Foundation.
- Xu, C., Leskovar D., 2014. Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. Scientia Horticulturae, 183; 39–47.

- Yağmur, Y., 2008. Farklı Asma (*Vitis Vinifera L.*) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi 108 sayfa.
- Yakıt, S. Tuna, A.L., 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays L.*) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 59-67.
- Yee, Y., Tam, N.F.Y., Wong, Y.S., Lu, C.Y., 2002. Growth and physiological responses of two mangrove species (*Bruguira gymnorhiza* and *Kandelia candel*) to waterlogging. Environ. Exp. Bot, 1-13.
- Yeo, A. R., ve Flowers, T.J., 1993. Soil Mineral Stresses, Approaches to Crop Improvement. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. p. 18.
- Yetişir, H., Uygur, V., 2009. Plant Growth and Mineral Element Content of Different Gourd Species and Watermelon under Salinity Stres. Turk. J. Agric. For. 33, 65-77.
- Yıldırım, E., Ekinci, M., Turan, M., Dursun, A., Kul, R., Parlakova, F., 2015. Roles of Glycine betaine in Mitigating Deleterious Effect of Salt Stress on Lettuce (*Lactuca sativa L.*). Taylor & Francis Journal, Archives of Agronomy and Soil Science, DOI: 10.1080/03650340.2015.1030611. 61(12): 1673-1689.
- Yordanova, R.Y., Christov, K.N., Popova, L.P., 2004. Antioxidative enzymes in barley plants subjected to soil flooding. Environ. Exp. Bot., (51): 93-101.
- Yurtseven, E. ve Baran, H. Y. 2000. Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokolide (*Brassica oleracea botrytis*) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. Turk. J. Agric. For 24(2):185-190, 2000, 185-190.
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D., Ünlükara, A., 2005. The Effects of Water Salinity and Potassium Levels on Yield, Fruit Quality and Water Consumption of a Native Central Anatolian Tomato Species (*Lycopersicon esculentum*). Agricultural Water Management, 78: 128–135.
- Zhang, J. H., Huang, W. D., Liu, Y. P., Pan, Q. H., 2005. Effects of temperature acclimation pretreatment on the ultrastructure of mesophyll cells in young grape plants (*Vitis vinifera L. cv. Jingxiu*) under cross-temperature stresses. Journal of Integrative Plant Biology, 47: 959-970.
- Zhou, W.J. 2001. Oilseed rape. In: G. P. Zhang and W. J. Zhou Eds. Crop production, Zhejiang University. Press, Hangzhou, pp.153-178.

ÖZGEÇMİŞ

22.10.1986 tarihinde Erzincan'ın Tercan ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini bu ilçede tamamladı. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünü kazanarak lisans öğrenimine başladı ve 2015 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Sebze Yetiştiriciliği ve Islahı Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı halen aynı ana bilim dalında devam etmektedir.

