



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI KİRAZ ANAÇLARININ VE BU
ANAÇLARA AŞILI 0900 ZİRAAT ÇEŞİDİNİN
TUZ STRESİNE VERDİĞİ FİZYOLOJİK VE
MOLEKÜLER TEPKİLERİN BELİRLENMESİ**

Servet ARAS

DOKTORA TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Nisan-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Servet ARAS tarafından hazırlanan “Farklı kiraz anaçlarının ve bu anaçlara aşılı 0900 ziraat çeşidinin tuz stresine verdiği fizyolojik ve moleküler tepkilerin belirlenmesi” adlı tez çalışması 06/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Lütü PIRLAK
Danışman Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Üye Prof. Dr. Emine ARSLAN
Üye Prof. Dr. Yaşar KARAKURT
Üye Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

İmza







Yukarıdaki sonucu onaylım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi ÖYP Koordinatörlüğü tarafından 2014 ÖYP-061 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Servet ARAS

Tarih: 24.04.2018

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI KİRAZ ANAÇLARININ VE BU ANAÇLARA AŞILI 0900 ZİRAAT ÇEŞİDİNİN TUZ STRESİNE VERDİĞİ FİZYOLOJİK VE MOLEKÜLER TEPKİLERİN BELİRLENMESİ

Servet ARAS

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof Dr. Ahmet EŞİTKEN

2018, 85 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Prof. Dr. Emine ARSLAN
Prof. Dr. Yaşar KARAKURT
Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

Bu çalışmada, torf, perlit ve toprak karışımı (4:1:1) bulunan 13 L hacimli saksılara dikilen farklı kiraz anaçlarının ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz çeşidinin tuz stresine verdiği fizyolojik ve moleküler tepkiler belirlenmiştir. MaxMa 14, CAB-6P ve kuş kirazı anaçları ile bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat çeşidi 35 mM NaCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Bitkilerin dikiminden 1 ay sonra tuz stresi uygulanmış ve 4 ay boyunca devam etmiştir. Çalışmada hem kısa süreli (1 ay) hem de uzun süreli (4 ay) tuz stresinin etkileri incelenmiştir. Deneme sonucunda ölçümler incelendiğinde, 1 aylık tuz uygulamasında kuş kirazı anacında anaç çapı çok az etkilenirken (%1.1 azalma) CAB-6P anacı diğerlerine kıyasla daha fazla etkilenmiştir (%19 azalma). Dört aylık tuz uygulamasında da anaç çapı bakımından en fazla etkilenen CAB-6P anacı (%13 azalma) olmuştur. Dört ay boyunca tuz stresi altında yetiştirilen fidanlarda büyüme oranında oldukça az kayıp yaşanmış olup 0900/CAB-6P fidanında en yüksek gerileme (%16) görülmüştür. Çalışmamızda 1 aylık tuz uygulaması sonucunda hiçbir yaprak yanıklığına rastlanılmamış, fakat yaprak göreceli klorofil içeriğinde (SPAD) kayıplar yaşanmıştır. Stoma iletkenliğinde en fazla kayıp 0900/kuş kirazı bitkisinde (%19) görülmüştür. Membran geçirgenliğinde en az artış MaxMa 14 anacında (%12) belirlenmiştir. Dört aylık tuz stresi sonucunda YOSİ' de çok fazla kayıp olmamış ve en fazla azalış 0900/CAB-6P ve CAB-6P bitkilerinde (sırasıyla %7.8 ve 6.2) belirlenmiştir. Moleküler tepkiler incelendiğinde ise, bitkiler kendi aralarında değerlendirildiğinde, tuz uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine kıyasla 3 genin de ifade seviyesi artmıştır. Anaçlar kendi arasında kıyas edildiğinde ise, 3 genin ifadesi sırasıyla en çok kuş kirazı, CAB-6P ve MaxMa 14 anacında belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkiler kontrol grubu bitkileriyle karşılaştırıldığında, WRKY25 gen ifadesinde en fazla artış tuz uygulanan kuş kirazı (4.4 kat) ve MaxMa 14 (4.3 kat) anaçlarında belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kiraz anaç ve fidanlarının kısa süreli tuz stresine çok hassas olmadığı tespit edilmiştir.

Genel olarak bulgular incelendiğinde bütün bitkilerde tuz stresi sonucunda bitki büyümesi yavaşlamış, stoma iletkenliği, yaprak oransal su içeriği ve SPAD değerinde kayıplar görülmüş, membran geçirgenliğinde artış olmuştur. Moleküler düzeyde incelendiğinde ise WRKY25, WRKY33 ve WRKY38 transkripsiyon faktörlerinin ifade seviyeleri oldukça artmıştır. Ayrıca bu WRKY genlerin bitkilerin strese

karşı savunma mekanizmasını tetiklediği görölmektedir. Daha farklı genlerin ifade seviyelerinin incelenmesi ile daha net sonuçlar elde edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: kiraz, CAB-6P, kuş kirazı, MaxMa 14, transkripsiyon faktörleri, tuz stresi, WRKY genleri



ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF PHYSIOLOGICAL AND MOLECULAR RESPONSES TO THE SALT STRESS OF DIFFERENT SWEET CHERRY ROOTSTOCKS AND GRAFTED 0900 ZIRAAT CULTIVAR

Servet ARAS

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

Advisor: Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

2018, 85 Pages

Jury

Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN
Prof. Dr. Lütfi PIRLAK
Prof. Dr. Emine ARSLAN
Prof. Dr. Yaşar KARAKURT
Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

In the current study, physiological and molecular responses of cherry rootstocks and 0900 Ziraat cherry cv. grafted onto these rootstocks which were planted in 13 L pots filled with mixture of soil, substrate and perlite in a volume proportion of 1:4:1 against salt stress were evaluated. MaxMa 14, CAB-6P and mazzard rootstocks and 0900 Ziraat cherry cv. grafted onto these rootstocks were subjected to 35 mM NaCl solution. Salt stress was applied to plants 1 month after planting. In the study, the effects of both short term (1 month) and long term (4 months) salinity were assessed. End of the study, in short term salinity rootstock diameter was barely affected in mazzard (1.1% reduction) while CAB-6P was affected more (19% reduction) than the others. In long term salinity, the highest reduction in rootstock diameter was observed in CAB-6P (13%). In long term salinity, growth rates were barely affected among rootstocks and the highest reduction was in 0900/CAB-6P (16%). End of the short term salinity, there was no observed leaf burning, however there was reduction in relative chlorophyll content (SPAD). The highest loss in stomatal conductance was in 0900/Mazzard (19%). The highest increase in membrane permeability was in MaxMa 14 by 12%. In long term salinity, there was not high loss in leaf relative water content (LRWC) and the highest reduction was determined in 0900/CAB-6P and CAB-6P (7.8 and 6.2%, respectively). Regarding with molecular responses, the expression levels of *WRKY25*, *33* and *38* increased in salt exposed plants compared with their control. Among rootstocks, the highest increase in the expression levels of 3 genes was in mazzard, followed by CAB-6P and MaxMa 14. The highest increase in the expression level of *WRKY25* was in mazzard (4.4 times) and MaxMa 14 (4.3 times). The data show cherry rootstocks are not very sensitive to short term salinity.

End of the study, salinity depressed plant growth, decreased stomatal conductivity, relative chlorophyll and leaf water content, increased membrane permeability on cherry plants. Moreover, the expression levels of *WRKY 25,33* and *38* genes considerably increased. The *WRKY* genes may have triggered plant defense mechanism against the stress. Expression of different genes may give better results for future studies.

Keywords: sweet cherry, CAB-6P, mazzard, MaxMa 14, transcription factors, salt stress, *WRKY* genes,

ÖNSÖZ

Doktora tezimin planlanıp yürütülmesinde yardım ve desteğini eksik etmeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN'e ve laboratuvar analizlerinde yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Yaşar KARAKURT'a ve her zaman bana gönülden destek veren eşime, anneme, babama ve ablamlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Servet ARAS
KONYA-2018



İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | vi |
| ÖNSÖZ | vii |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | ix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Kiraz Yetiştiriciliği | 1 |
| 1.2.Tuz Stresinin Bitkilerde Zararlı Etkileri | 2 |
| 1.3.Bitkilerin Tuz Stresine Verdiği Tepkiler | 3 |
| 1.3.1.Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Tepkiler | 3 |
| 1.3.2.Moleküler Düzeyde Tepkiler | 5 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI | 11 |
| 2.1.Bitkilerin Tuz Stresine Verdiği Morfolojik ve Fizyolojik Tepkiler | 11 |
| 2.2.Tuz Stresinin Bitkilerde WRKY Transkripsiyon Faktörlerine Etkileri | 15 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 19 |
| 3.1.Materyal | 19 |
| 3.2.Yöntem..... | 20 |
| 3.2.1. Bitkilerdeki Fizyolojik ve Morfolojik Tepkilerin İncelenmesi..... | 21 |
| 3.2.2. Bitkilerdeki Moleküler Tepkilerin İncelenmesi..... | 22 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA | 26 |
| 4.1.Araştırma Sonuçları | 26 |
| 4.1.1.Morfolojik Tepkiler | 26 |
| 4.1.2.Fizyolojik Tepkiler | 40 |
| 4.1.3.Moleküler Tepkiler | 48 |
| 4.1.4.İncelenen Parametreler Arasındaki İlişkiler | 54 |
| 4.2.Tartışma | 57 |
| 4.2.1.Morfolojik ve Fizyolojik Tepkiler | 57 |
| 4.2.2.Moleküler Tepkiler | 62 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 66 |
| 6. KAYNAKLAR | 69 |
| ÖZGEÇMİŞ | 83 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

| | |
|-----|------------------|
| % | Yüzde |
| μ | mikro |
| g | gram |
| kDa | Kilo Dalton |
| kg | kilogram |
| °C | Santigrat Derece |
| α | Alfa |
| β | Beta |

Kısaltmalar

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| ABA | Absisik Asit |
| Al | Alüminyum |
| APX | Askorbat Peroksidaz |
| B | Bor |
| Ca | Kalsiyum |
| CAT | Katalaz |
| cDNA | Komplementer Deoksiribo Nükleik Asit |
| Cl | Klor |
| cm | Santimetre |
| CO ₂ | Karbondioksit |
| DNA | Deoksiribo Nükleik Asit |
| EC | Elektriksel İletkenlik |
| H | Hidrojen |
| H ₂ O ₂ | Hidrojen Peroksit |
| K | Potasyum |
| KCl | Potasyum Klorür |
| L | Litre |
| Mg | Magnezyum |
| mm | Milimetre |
| mM | Milimolar |

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Mo | Molibden |
| MPa | Mega Paskal |
| Na | Sodyum |
| NaCl | Sodyum Klorür |
| O ₂ ⁻ | Süperoksit |
| PCD | Programlanmış Hücre Ölümü |
| PEG | Polietilenglikol |
| RNA | Ribo Nükleik Asit |
| ROT | Reaktif Oksijen Türleri |
| SOD | Süperoksit Dizmutaz |
| t | ton |
| TF | Transkripsiyon Faktörü |
| YOSİ | Yaprak Oransal Su İçeriği |
| Zn | Çinko |

1. GİRİŞ

1.1. Kiraz Yetiştiriciliği

Kiraz (*Prunus avium* L.) Rosaceae (Gülgiller) familyasının bir üyesi olup ılıman iklim meyve türleri içerisinde yer alır. Kiraz ağaçları büyük bir habitüse sahip olup güçlü bir apikal dominansi gösterir (Webster, 1996; Lang, 2000). 2016 yılı TÜİK verilerine göre ülkemizde 599.650 ton kiraz üretimi bulunmaktadır (Anonim, 2017).

Kiraz pazar değeri yüksek bir meyve olup erkencilik ve iyi meyve kalitesi pazar değerinin belirlenmesinde büyük bir önem arz eder. Erkenciliği ve meyve kalitesini etkileyen en önemli unsurlardan biri doğru anaç kullanımınıdır. Kiraz yetiştiriciliğinde çöğür ve klon anaçlar kullanılmaktadır. Modern kiraz yetiştiriciliğinde ise erken verime yatmaları ve daha az büyüme kuvvetine sahip olmaları sebebiyle klon anacı kullanılabilir. Kiraz çöğür anaçları idris (mahalep (*Prunus mahaleb* L.)) ve kuş kirazı (mazzard (*Prunus avium* L.)) ağaçlarının tohumlarından elde edilmektedir (Eroğul, 2012). Klon kiraz anaçları olarak ise idris tohumlarından seleksiyon yoluyla elde edilmiş SL 64 (Sainte Lucie 64) anacı, CAB-6P (*Prunus cerasus* türünden ıslah edilmiş bir vişne klon anacı), orta kuvvette büyüyen MaxMa 14, Gisela anaçları, Colt, Weiroot 158 ve 13 anaçları kullanılabilir (Webster ve Schmidt, 1996; Moreno ve ark., 2001; Jiménez ve ark., 2004; Eroğul, 2012). Doğru anaç seçimi üzerine aşılı kültür çeşidi, budama sistemi, bahçe kurulacak olan yer ve çevresel stres faktörleri etkilidir. Kiraz yetiştiriciliği yapılacak yere seçilecek anaçta erken verime yatması, meyve verim kalitesine etkisinin olumlu olması, hastalık ve zararlılara karşı dayanımının yüksek olması gerekmektedir (Eroğul, 2012). Bu sebeplerden dolayı kiraz yetiştiriciliğinde anaç seçimi büyük bir önem arz etmektedir.

Kiraz yetiştiriciliği yapılan alanlarda yanlış yer seçimi (don riskinin olduğu bölgeler), yanlış gübreleme, sulama yetersizliği gibi sorunlarla karşılaşmakta olup çevresel stres etmenleri büyük ölçüde zarar verebilmektedir. Çevresel stres faktörlerinden tuz stresi kiraz yetiştiriciliğininde ekonomik değeri düşüren en önemli etmenlerdendir. Ülkemizde kiraz yetiştiriciliği yapılan bölgelerde yetersiz drenajla birlikte sulama, aşırı gübreleme ve sahil kesiminde yetiştiricilik yapılması gibi sebeplerden dolayı toprakta tuzlulaşma yaygın bir şekilde görülebilmektedir. Toprak tuzluluğu bitkilerde meyve verim ve kalitesinde kayıplara sebep olabilmektedir. Dünya çapında sulanan alanların en az %20'si tuzdan etkilenmektedir. Ayrıca tuzdan etkilenen alanların yaklaşık 830 milyon hektar olduğu bildirilmiştir (Martinez-Beltran ve Manzur, 2005). Ilıman iklim meyve ağaçlarının tuz stresine karşı hassas olduğu

bilinmektedir (Maas, 1986). Kiraz türü dahil olmak üzere *Prunus* cinsi tuzluluğa hassas bitkiler grubunda yer almaktadır (Gucci ve Tattini, 1997).

Tuzluluk toprak veya sudaki çözünebilir tuz konsantrasyonunun aşırı miktarlarda olması durumunda gerçekleşebilir. Tuzluluğa sebep olan katyonlar arasında Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ ve anyonlar arasında Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} ve NO_3^{-2} yer almaktadır. Ayrıca B, Mo, Al gibi iz elementler de sebepleri arasında yer almaktadır (Tanji, 1990). En çok çözünen ve en yaygın görülen tuzluluk etmeni NaCl'dür (Munns ve Tester, 2008).

1.2.Tuz Stresinin Bitkilerde Zararlı Etkileri

Bitkiler tuzlu yetişme ortamında büyüme kapasitelerine göre glükofit veya halofit olarak sınıflandırılır. Birçok bitki glükofit olup tuz stresini tolere edemezler. Yüksek tuz konsantrasyonu toprak solüsyonunun ozmotik potansiyelini azaltarak bitkide su stresine sebep olabilmektedir. Sonrasında şiddetli bir şekilde iyon toksisitesine ve en sonunda tuz, mineral besinlerle etkileşime girerek besin dengesizliğine ve eksikliğine sebep olur (McCue ve Hanson, 1992).

Toprak tuzluluğu yüksek konsantrasyonda çözülebilir tuzların bulunması şeklinde ifade edilir. Tuzluluk oranı EC 4'ü aştığı durumda tuzlu olarak sınıflandırılır, bu değer yaklaşık olarak 40 mM NaCl'ye eşittir ve 0.2 MPa'lık bir ozmotik basınca sebep olur (Munns ve Tester, 2008).

Tuz stresinin bitkilerde potasyum alımına, fotosenteze, metabolizmaya, bitki gelişimine ve su durumunu azaltma gibi birçok zararlı etkileri bulunmaktadır (Yin ve ark., 2010; Niu ve ark., 2012). Genel anlamda tuzluluk bitkileri osmotik etki, spesifik iyon toksisitesi ve/veya beslenme bozuklukları şeklinde etkileyebilmektedir. Bitkiler tuz stresine maruz kaldığında bünyelerinde birçok değişiklik gösterirler. Tuzluluktan dakikalar sonra hücreler su kaybedip büzülüp ve çekmekte, fakat saatler sonrasında orijinal hacmini tekrar kazanmaktadır. Bu iyileşmeye rağmen, hücre uzaması ve daha az hücre bölünmesi yaprak ve kök gelişiminde azalmalara sebep olabilir. Birkaç gün sonrasında ise, hücre bölünmesi ve uzamasında azalmalar olup yaprak boyutunun küçülmesine sebep olabilir. Bitkilerde fazla tuz alınımından dolayı görsel zararlanmalar oluşabilmektedir. Haftalar sonrasında yan sürgün oluşumu etkilenip aylar sonrasında bitki gelişiminde ve yaralanmalarda net farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Munns, 2002).

Tuz stresi hücre membran bütünlüğünü, enzim aktivitelerini ve bitki fotosentetik aygıtların fonksiyonunu etkileyebilmektedir. Bu zararlanmaların büyük bir sebebi reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretilmesidir (Smirnoff ve Cumbes, 1989). ROT'lar

bitkilerin normal metabolik işlemlerinde de rutin olarak oluşabilmektedir. Kloroplast, mitokondri ve peroksizomlar O_2^- ve H_2O_2 gibi ROT'ların üretim yerleridir. ROT oluşumu, O_2 'nin tek değerli hale indirgenmesiyle veya O_2 'ye fazla enerji aktarılmasıyla başlar. Elektronların taşınması sonucunda süperoksit radikalleri (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) veya hidroksil radikali (HO^{\cdot}) oluşur ve fotooksidatif stres olarak adlandırılır (Mittler, 2002; Jithesh ve ark., 2006). Tuz uygulanması sonucunda ROT'lar üretilerek oksidatif stres yaşandığı birçok farklı türde belirlenmiştir (Singha ve Choudhuri, 1990; Hernández ve ark., 1994). Aktif oksijen türleri oldukça reaktif olup hücre yapısına ve fonksiyonlarına önemli derecede zarar verebilir. Süperoksit radikalleri hidroksil radikalının artmasına sebep olur. Hidroksil radikali oldukça toksik bir serbest radikal olup DNA, protein ve diğer moleküllerin yapısını bozabilir ve lipid peroksidasyonunu başlatabilmektedir (Arora ve ark., 2002).

1.3.Bitkilerin Tuz Stresine Verdiği Tepkiler

1.3.1.Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Tepkiler

Tuz stresi ve dehidrasyon stresi fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde incelendiğinde birbirine benzerliğinin çok yüksek olduğu görülür (Cushman, 1990). Bunun sebebi olarak yüksek derecede tuz stresinin bitkileri osmotik olarak etkileyerek su kısıtlığı yaşatmasıdır. Tuz çözeltisi hücre apoplastı ve simplastı arasında bir su potansiyeli dengesizliği oluşturarak turgorda azalmaya sebep olabilir ve bu azalma ile bitkide gelişim gerilemesi görülebilir (Bohnert ve ark., 1995).

Prunus cinsine giren türler kök bölgesindeki yüksek tuzluluktan oldukça zarar görüp büyüme performansında gerilemeler yaşanabilmektedir (Tattini, 1990). Hızlı bitki gelişimi ve yüksek transpirasyon oranları ile aktif olarak gelişmekte olan sürgünlerden tuzu dışarı gönderme (exclusion) arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Moya ve ark., 1999). Zeytin gibi tuza tolerant meyve ağaçları Na^+ ve Cl^- 'u sürgünlerden yaşlı yapraklara gönderip biriktirerek tuzluluğu tolere edebilirler (Tattini ve ark., 1997). Bitki bünyesinde tuz taşınmasının kontrol mekanizması yaprak su durumu ve ozmotik düzenlemenin yanında (Donovan ve ark., 1996) bitki büyüme oranları ve bitki morfolojisiyle (Munns, 1993; Moya ve ark., 1999) ilgilidir. Tuzu sürgünlerden uzaklaştırma tuza tolerant glikofit bitkiler için oldukça önemli bir sakınma yöntemidir (Hasegawa ve ark., 2000).

Tuzluluk, boğum aralarının gelişimini ve yaprak genişlemesini baskılayarak ve yaprak dökümünü hızlandırarak sürgün büyümesini azaltabilmektedir (Ziska ve ark., 1990). Ayrıca, yaprak gelişim oranında hızlı bir düşüşe sebep olabilir (Munns, 1993).

Bunun sebebi olarak tuz stresine maruz bırakılmış bitkilerde düşük turgordan dolayı hücre duvarlarının kalınlaşp su ve suda çözünen besinlerin alımının azalması şeklinde yorumlanmaktadır (Cosgrove, 1997). Orta şiddetli tuz stresi sonucunda, birkaç hafta sonra yandal gelişiminde baskılanma belirgin hale gelebilmektedir. Bu süre boyunca yaşlı yapraklar ölebilir, fakat genç yaprakların üretimi devam eder. Bitkilerin osmotik etkilere verdiği bu tepkiler kuraklık stresinde de görülebilmektedir (Munns ve Tester, 2008). Tuz stresi altında gelişen bitkilerin yaprakları tuzlu olmayan ortamda yetişen bitkilerin yapraklarına kıyasla daha kalın ve daha çok sukulent yapı gösterebilmektedir (Waisel, 1991). Ayrıca tuzluluk kök hipodermis ve endodermisin süberinleşmesini artırabilir (Walker ve ark., 1984).

Bitkilerin tuz stresine karşı verdiği tepkilerde organlar arasında farklılıklar söz konusudur. Tuz stresi altında kök gelişiminin iyileşmesi yaprak gelişimine kıyasla daha iyi olmaktadır, çünkü yeni gelişmekte olan hücrelerde Na^+ konsantrasyonu daha az toksik etki yapmaktadır (Jeschke ve ark., 1986). Tuz stresini algılayıp sinyal mekanizmasını başlatan ilk organ köktür. Orta şiddetli tuz stresine karşı kök uçlarında programlanmış hücre ölümü (PCD=Programmed Cell Death) gerçekleşerek bitkiler strese karşı savunma mekanizmasını oluşturabilir ve kök sistemindeki bütünlük korunabilir (Huh ve ark., 2002; Gémes ve ark., 2011). Yüksek düzeyde tuz stresinde ise, yeniden kök oluşumu sağlanarak hayatta kalınabilir. Fakat, şiddetli tuz stresi uzun sürdüğü takdirde hem hücresel düzeyde hem de doku/organ seviyesinde ölüm gerçekleşebilmektedir (Bagniewska-Zadworna ve Arasimowicz-Jelonek, 2016).

Osmotik stres altında bitkiler osmotik potansiyeli düşürmek amacıyla osmolit (osmoprotektan) ismi verilen aktif bileşikler bünyelerinde biriktirebilmektedirler. Gliserol ve sükröz gibi moleküllerin tuzluluğun zararlı etkilerinden bitkileri koruduğu belirlenmiş ve daha sonrasında tuza toleranslı bitkilerde tuzluluğa karşı tolerans sağlamada birçok molekül belirlenmiştir (Arakawa ve Timasheff, 1985; Wiggins, 1990). Bu moleküller hücre sıvısında kolayca çözünüp makromoleküllerle etkileşime girebilmektedir. Hücreler vakuollerinde iyonik dengeyi sağlamak amacıyla sitoplazmasında bu düşük moleküler ağırlıklı bileşikler sentezleyebilmekte ve bu osmoprotektanlar biyokimyasal tepkimelerde suyun yerine geçebilmektedir (Yancey ve ark., 1982; Ford, 1984; Ashihara ve ark., 1997; Hasegawa ve ark., 2000; Zhifang ve Loescher, 2003). Bu bileşiklerden prolin (Khatkar ve Kuhad, 2000; Singh ve ark., 2000), glisin betain (Rhodes ve Hanson, 1993; Wang ve Nii, 2000), şekerler (Kerepesi

ve Galiba, 2000), polyoller (Orthen ve ark., 1994; Bohnert ve ark., 1995) streslere karşı bitkilerde savunma mekanizmasını sağlamada büyük roller üstlenmektedir.

Polyoller, asimile edilen CO₂'nin büyük bir kısmını oluşturmaktadır ve düşük moleküler ağırlıklı şaperon olarak osmoprotektan gibi davranma ve stresin tetiklediği oksijen radikallerini parçalama gibi birçok işlevi bulunmaktadır: (Smirnoff ve Cumbes, 1989; Bohnert ve ark., 1995). Polyollerden mannitol bir şeker alkol olup tuz stresine karşı osmoprotektan olarak rol aldığı bildirilmiştir (Zhifang ve Loescher, 2003). Bitki bünyesinde 0.5-6 µmol g⁻¹'a kadar birikebilmektedir (Parida ve Das, 2005).

Şekerler (glikoz, fruktoz, sakaroz) ve nişasta gibi karbonhidratlar tuz stresi altında bitki bünyesinde birikebilmektedir (Parida ve ark., 2002). Karbonhidratların en önemli görevleri, ozmotik dengeyi koruma, karbon depolama ve radikalleri temizlemedir. Bakla bitkisinde tuzluluğun çözülebilir ve hidrolize edilebilir şekerlerin miktarını azalttığı belirlenmiştir (Gadallah, 1999). Tuz stresi sonucunda bitkilerde azotlu bileşikler de birikebilmektedir. En sık rastlanan azotlu bileşikler amino asitler, amidler, proteinler ve poliaminlerdir. Stres koşulları altında bu bileşiklerin sentezi ile osmotik düzenleme, hücrel makromoleküllerin korunması, azot depolanması, hücrel pH'nın optimum olması ve serbest radikallerin temizlenmesi gibi işlevler gerçekleşebilmekte ve tuz stresi altında bitkilerde bu bileşiklerin sentezi artmaktadır (Mansour, 2000; Parida ve Das, 2005). Tuz stresi sonucunda amino asitler de birikebilmektedir ve sistein, arginin, metiyonin en yaygın bulunan amino asitler olup toplam serbest amino asitlerin %55'ini oluşturmaktadır (Parida ve Das, 2005).

1.3.2.Moleküler Düzeyde Tepkiler

Bitkilerin tuz stresine karşı fizyolojik veya metabolik adaptasyonları, esasen birçok gen ile moleküler düzeydeki tepkilerin sonucunda gerçekleşmektedir (Bray, 1997; Shinozaki ve ark., 1998). Birçok bitkide stres faktörlerine karşı dayanıklılık sağlayan genler Çizelge 1.1'de gösterilmiştir. Tuza tolerans çoklu gen özelliklerine sahip olup birçok gen tuzluluğa karşı protein sentezlemede görev almaktadır. Bunlar: (1) fotosentetik enzim genleri, (2) çözünebilir bileşiklerin sentez genleri, (3) vakuol enzim genleri ve (4) radikal temizleyen enzim genleri (Parida ve Das, 2005).

Çizelge 1.1.Tuz stresine karşı bitkilere tolerans sağlayan genler

| Gen | Bitki | Kaynakça |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <i>p5cs</i> | <i>Lilium regale</i> | (Wei ve ark., 2016a) |
| <i>hsp</i> | <i>Nicotiana tabacum</i> | (Li ve ark., 2014) |
| <i>OsHKT1;5, OsLti6b, OsAKT1</i> | <i>Oryza sativa</i> | (Mekawy ve ark., 2015) |
| <i>GsCML27</i> | <i>Glycine soja</i> | (Chen ve ark., 2015) |
| <i>G6PDH</i> | <i>Triticum aestivum</i> | (Nemoto ve Sasakuma, 2000) |
| <i>Sal 1</i> | <i>Arabidopsis thaliana</i> | (Quintero ve ark., 1996) |
| <i>Bnd 22</i> | <i>Brassica napus</i> | (Reviron ve ark., 1992) |
| <i>TAS-12, le-16</i> gen | <i>Lycopersicon esculantum</i> | (Torres-Schumann ve ark., 1992) |
| 26- ve 43-kDa polipeptidleri | <i>Nicotiana tabacum</i> | (Singh ve ark., 1985) |
| <i>RAB21</i> | <i>Oryza sativa</i> | (Mundy ve ark., 1990) |
| <i>salT</i> | <i>Oryza sativa</i> | (Claes ve ark., 1990) |
| <i>Em</i> | <i>Oryza sativa</i> | (Bostock ve Quatrano, 1992) |

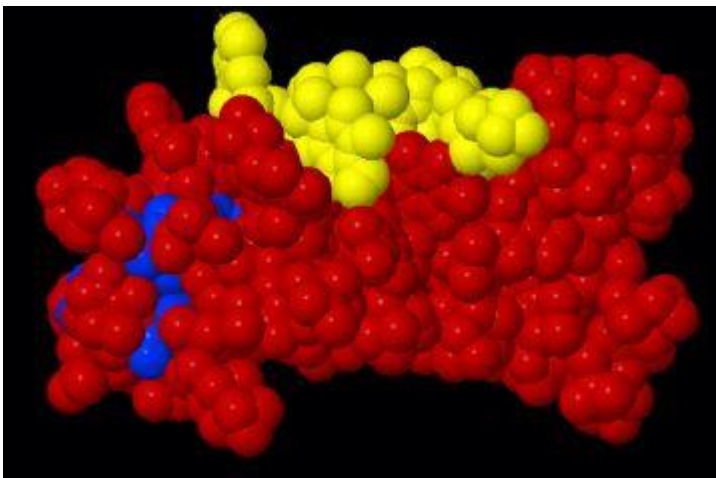
Tuz stresine karşı bitkilerin moleküler düzeyde verdiği tepkiler bir savunma mekanizmasını sağlayabilmektedir. HKT (histidin kinaz taşıyıcısı) ve NHX gibi birçok protein ve gen K^+ taşıyıcısını ve kanallarını kodlamakta olup birçok bitkide tanımlanmıştır. Tuz stresi boyunca K^+ alımına ilişkin genlerin ifade seviyesinin arttığı bir halofit olan *Mesembryanthemum crystallinum* bitkisinde belirlenmiştir (Emilie Yen ve ark., 2000). HKT'ye ait olup plazma membranına yerleşmiş bir taşıyıcı Na^+ ve K^+ taşınmasının düzenlenmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir (Gupta ve Huang, 2014). *Arabidopsis*'te tanımlanan HKT taşıyıcısının, yapraklarda fazla Na^+ birikimini engellediği ve bitkileri tuz stresine karşı koruduğu bildirilmiştir. Benzer sonuçlar çeltik bitkisinde fazla Na^+ 'yı ksilemden uzaklaştırarak yaprak dokusunda toksik etkiyi azaltması şeklinde fayda sağladığı belirlenmiştir (Schroeder ve ark., 2013). Hücre içindeki NHX proteinleri potasyum homeostasisini, hücrede pH düzenlemesini ve tuza toleransı arttırmaya ilişkin Na^+ , K^+/H^+ taşıyıcı proteinleridir (Gupta ve Huang, 2014).

Stres koşulları altında gen ifadesinin düzenlenmesi spesifik gen ürünlerinin (protein veya RNA) üretiminin düzenlenmesini (artması veya azalması) etkileyebilmektedir. Transkripsiyonun başlamasından itibaren translasyonel modifikasyonlara kadar olan süreçte birçok gen düzenlenmesi olabilmektedir. Genomik yaklaşımlar önemli genlerin klonlanmasını ve karakterizasyonunu kapsamaktadır. Tuz stresinin tetiklediği birçok transkripsiyon faktörü (TF) ve genler tanımlanmıştır (Gupta ve Huang, 2014).

Transkripsiyon faktörlerinin gen ifadelerini kontrol eden en önemli düzenleyiciler olduğu düşünülmektedir. Bunların arasında bZIP, WRKY, AP2, NAC,

C2H2 çinko parmak geni ve DREB ailesi stres koşullarında önemli olan transkripsiyon faktörlerindedir. Bu transkripsiyon faktör genleri, genlerin promotör bölgelerindeki hedef bölgeye bağlanıp kontrol ederler. NAC transkripsiyon faktörünün buğday ve çeltik bitkilerinde aşırı ifade edildiğinde stresin verdiği zararı iyileştirmede etkili olduğu belirlenmiştir (Nakashima ve ark., 2007). Abiyotik stres koşulları altında DREB1/CBF, DREB2 genlerin çeltik bitkisine tolerans sağlamada önemli roller oynadığı rapor edilmiştir (Ito ve ark., 2006; Fujita ve ark., 2011; Mizoi ve ark., 2012). OsNAC5 ve ZFP179 transkripsiyon faktörlerinin tuz stresi altında prolin, şeker ve LEA proteinlerinin sentezini ve birikmesini sağlayarak bitkilerde tolerans sağladığı belirlenmiştir (Song ve ark., 2011).

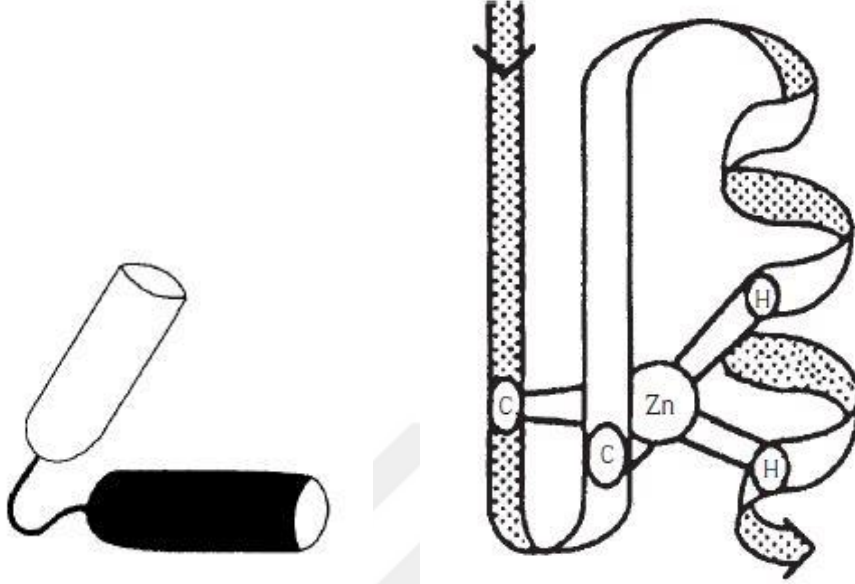
Transkripsiyon, DNA tarafından kodlanan genetik bilginin RNA'ya taşınması olayıdır. Bu işlem RNA polimeraz ile kataliz edilip bazı DNA'ya bağlanan proteinler ile kontrol edilebilmektedir (Kornberg, 2007). Transkripsiyon faktörleri (TF) DNA dizilimindeki promotör bölgesine bağlanıp transkripsiyon seviyesini artırır veya azaltır. Transkripsiyon faktörleri DNA üzerinde bağlandığı yere (domain) göre isimlendirilir ve ERF, WRKY, NAC gibi isimleri alabilmektedir (Agarwal ve ark., 2011). Transkripsiyon faktörlerinin DNA'ya bağlandıkları yerlerin isimlendirilmesinde üç boyutlu yapıları (motifleri) göz önünde bulundurulur (Şekil 1.1). Bu motifler içerisinde, sarmal-dönüş-sarmal (helix-turn-helix) (Şekil 1.2), çinko parmak (zinc finger) (Şekil 1.3), bazik lösin fermuarı (basic leucine zipper, bZIP) (Şekil 1.4) gibi bazı motifler bulunmaktadır (Büyükgüzel, 2000).



Şekil 1.1. WRKY bölgeleri (domain)

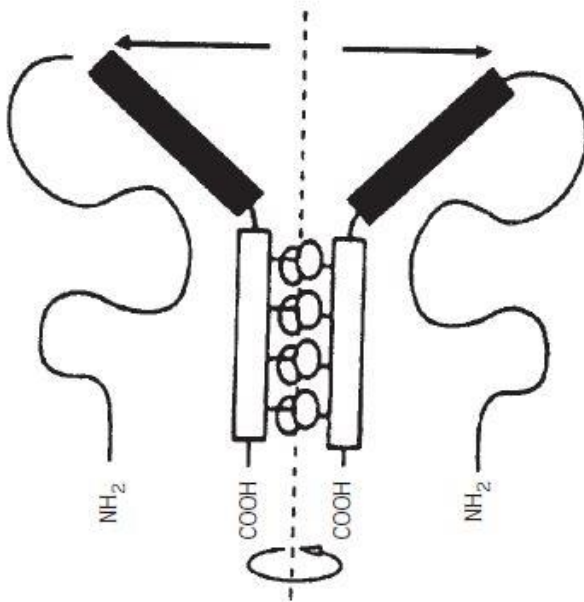
Bazik bölgeler, bazik amino asitlerce zengin olup DNA ile doğrudan temas halindedir. Bu bölge genellikle lösin fermuarı gibi bazı bölgeleri içerir, fakat bunlar

DNA ile doğrudan etkileşim içinde değildir. Sarmal-dönüş-sarmal bölgesi, 2 α -sarmal bölgesi içermektedir. Çinko koordinasyonlu bölge ise, çinko (Zn^{+2}) bulunan DNA'ya bağlanan bölgedir. Çinko, 2 sistein ve 2 histidin ile bağlı bir şekilde bulunabilir.



Şekil 1.2. Sarmal-dönüş-sarmal motifi (Büyükgüzel, 2000)

Şekil 1.3. Çinko parmak motifi (Büyükgüzel, 2000)



Şekil 1.4. Lysin fermuarı motifi (Büyükgüzel, 2000)

WRKY TF'leri bitkilere özgü bir TF ailesine aittir (Robatzek ve Somssich, 2002). WRKY TF'leri oldukça yüksek korunan 60 aminoasitlik bölge içerir ve çinko

parmak motifine sahiptir. Bu TF'leri, bitkilerde savunma mekanizmasından sorumlu olan birçok genin promotör bölgesinde bulunan W kutusuna ((T)(T)TGAC(C/T)) bağlanmaktadır ve TGAC merkezi proteinin işlevi ve WRKY bağlanması için çok önemlidir (Maleck ve ark., 2000; Chen ve ark., 2002). İlk WRKY cDNA'ları tatlı patates (SPF1), yabancı yulaf (ABF1,2), maydanoz (PcWRKY1,2,3) ve Arabidopsis (ZAP1) bitkilerinden klonlanmıştır ve klonlamada W kutusuna bağlanabilme yeteneği esas alınmıştır (Ishiguro ve Nakamura, 1994; Rushton ve ark., 1995; de Pater ve ark., 1996; Rushton ve ark., 1996). WRKY genleri 3 farklı grup altında toplanmaktadır: Grup I, C2H2 çinko parmağı motifi içeren 2 WRKY bölgesine sahiptir. Grup II, C2H2 çinko parmağı motifine sahip olup 2 WRKY bölgesi içerir ve kendi içinde 5 gruba ayrılır: IIa, IIb, IIc, IId ve IIe. Grup III ise, bir WRKY bölgesi içerir ve yine çinko parmak motifine sahip olup yapısı C2H şeklindedir (Eulgem ve ark., 2000).

Bitkilerde birçok WRKY gen bulunabilmektedir, pamukta 26 WRKY gen tanımlanmıştır (Zhou ve ark., 2014). WRKY transkripsiyon faktörleri tohum kabuğu ve kök tüylerinin gelişimi, biyosentetik yolakların düzenlenmesi, hormon sinyalizasyonu, strese karşı tolerans sağlama gibi birçok işlemde önemli roller üstlenebilmektedir (Johnson ve ark., 2002; Lagacé ve Matton, 2004; Zou ve ark., 2004; Xie ve ark., 2006; Wei ve ark., 2016b). Abiyotik stres koşullarına tepki olarak WRKY ailesi TF'leri tetiklenir ve bitkilerde tolerans sağlamada görev alabilmektedirler. *Arabidopsis* bitkisinin tuz stresi altında kök transkriptomu incelendiğinde 18 WRKY gen ifade olmuştur (Jiang ve Deyholos, 2006). Ayrıca absisik asit, NaCl, polietilenglikol (PEG), soğuk ve sıcak stresine maruz kalmış çeltik bitkilerinde WRKY TF'lerinin ifade olduğu bildirilmiştir (Xie ve ark., 2005; Xie ve ark., 2006; Ramamoorthy ve ark., 2008). *OsWRKY45* geninin bitkide stoma açıklığını kapatıp terlemeyi azaltarak ve absisik asit biyosentezini veya sinyal mekanizmasını tetikleyerek dehidrasyon stresine tolerans sağlamada etkili olduğu belirlenmiştir (Qiu ve Yu, 2009). *OsWRKY11* geninin aşırı ifade edilmesi sonucunda yüksek sıcaklık ve kuraklığa tolerans sağladığı, yaprak solmasını yavaşlattığı ve bitkinin yeşil aksamının hayatta kalmasını sağladığı rapor edilmiştir (Wu ve ark., 2009). WRKY transkripsiyon faktörlerinin birçok stres faktörüne karşı hem otsu hem de odunsu bitkilerde tolerans sağlamada rol aldığı çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2.WRKY genler ile yapılan abiyotik stres çalışmaları

| WRKY geni | Bitki | Stres Faktörü | Kaynakça |
|-----------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>WRKY17</i> | Mahlep | Kuraklık | (Feng ve ark., 2017) |
| <i>WRKY70</i> | Şeftali | Kuraklık | (Ksouri ve ark., 2016) |
| <i>WRKY</i> | Elma | Tuz | (Li ve ark., 2013b) |
| <i>MusaWRKY71</i> | Muz | Tuz, soğuk stresi | (Shekhawat ve ark., 2011) |
| <i>FvWRKY</i> | Çilek | Kuraklık | (Wei ve ark., 2016b) |
| <i>AtWRKY25, AtWRKY33</i> | Arabidopsis | Tuz stresi | (Jiang ve Deyholos, 2009) |
| <i>AtWRKY25 AtWRKY26 AtWRKY33</i> | Arabidopsis | Sıcaklık stresi | (Li ve ark., 2009) |
| <i>HvWRKY38</i> | Arpa | Kuraklık | (Xiong ve ark., 2010) |
| <i>OsWRKY01, OsWRKY02</i> | Çeltik | Kuraklık | (Berri ve ark., 2009) |
| <i>OsWRKY07</i> | Çeltik | Tuz | (Ramamoorthy ve ark., 2008) |
| <i>GmWRKY13</i> | Soya fasulyesi | Tuz | (Zhou ve ark., 2008) |
| <i>TaWRKY2</i> | Buğday | Tuz | (Niu ve ark., 2012) |
| <i>AtWRKY46</i> | Arabidopsis | Sıcaklık ve osmotik stres | (Suzuki ve ark., 2005) |
| <i>OsWRKY05 OsWRKY43</i> | Çeltik | Tuz | (Berri ve ark., 2009) |

Kirazın hem ülkemizde hem de dünyada yaygın bir şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Fakat, sahil kesiminde tuzlu alanlarda yetiştiricilik, yanlış gübreleme gibi sebeplerden dolayı tuzlulukla sık sık karşılaşılabilir. Tuzluluğun dünya çapındaki zararı ve kiraz yetiştiriciliğinin ekonomik değeri göz önüne alındığında, tuz stresine dayanıklı anaç kullanımının büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple tuza dayanıklı anaçların bilinmesi ve anaçların tuza tepkilerinin belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu amaçla gerek ülkemizde gerekse dünyada kullanımı yaygın olarak kullanılan MaxMa 14, CAB-6P ve kuş kirazı anaçları ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz çeşidini tuz stresine maruz bırakılarak bunların tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Bitkilerin Tuz Stresine Verdiği Morfolojik ve Fizyolojik Tepkiler

Tuz stresinin bitkilerde meydana getirdiği morfolojik ve fizyolojik tepkileri belirlemek üzere birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda farklı anaçların etkisi ayrıca incelenmiştir. On litrelik saksılarda yetiştirilen 3 yaşındaki *Pyrus betulaefolia* Bunge (BET) ve *P. pyrifolia* Nakai (PYR) anaçlarına aşılı Çin, Japon ve Avrupa armut çeşitlerinin (Yari, Kosui ve La France) tuz stresine karşı tepkilerinin incelendiği bir çalışmada, bitkilere 25 ve 50 mM NaCl içeren %20'lik Hoagland çözeltisi uygulanmıştır. 50 mM NaCl uygulanan bitki gruplarında bile BET anacına aşılı bütün çeşitler iyi bir büyüme sergilerken, PYR anacına aşılı çeşitler tuz stresinden oldukça etkilenmiştir. Ayrıca çiçek tomurcuğu oluşumu NaCl uygulaması ile teşvik edilmiştir. Mineral element analizleri BET anacının Na ve Cl'un yapraklara taşınmasını kısıtlayarak tuza tolerans sağladığını ortaya koymuştur (Okubo ve ark., 2000).

İki yaşındaki *Pyrus betulaefolia* Bunge (BET) ve *P. pyrifolia* Nakai (PYR) anaçları üzerine yapılan başka bir çalışmada, 25, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl solüsyonu uygulanması ile bitkilerin hayatta kalması, yaprak yanıklığı, mineral alımı gibi parametreler incelenmiştir. BET anacında 100 mM NaCl sulamasında hafif yaprak yanıklığı görülürken PYR anacında 25 mM NaCl'da bile şiddetli yaprak yanıklıkları ve bitki ölümleri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, 100 mM NaCl'ye maruz bırakılan BET anacındaki yaprak Na konsatrasyonu 25 mM NaCl'ye maruz bırakılan PYR anacındakine benzer olduğu belirlenmiştir (Okubo ve Sakuratani, 2000).

Antepfıstığının tuz stresine karşı tepkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, 3 farklı anaca aşılı Kerman çeşidi 4 farklı dozda (3.5, 8.7, 12 ve 16 dSm⁻¹) tuz stresine maruz bırakılmıştır. Yaprak alanı, gövde çapı ve bitki ağırlığı gibi gelişme üzerine olan parametreler tuzlulukla azalmış olup EC 12'ye gelene kadar önemli derecede bir etki olmamıştır (Ferguson ve ark., 2002).

Hidroponik ortamda yetiştirilen GF 677 ve MrS anaçlarına aşılı Armking şeftali çeşidinin tuz stresine karşı tepkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, 40, 80 ve 120 mM NaCl 4 hafta boyunca uygulanmıştır. Tuzluluk bitki gelişimini ve net asimilasyon oranını azaltmıştır. Ayrıca tuzluluğun sebep olduğu su stresi Armking/GF 677'de daha şiddetli olmuştur (Massai ve ark., 2004).

Üç yaşındaki zeytin ağaçlarının toprak tuzluluğuna verdiği tepkilerin incelendiği bir çalışmada, gövde çapı ve gelişimi ve yaprak Cl⁻, Na⁺ ve K⁺ iyonlarının yoğunlukları değerlendirilmiştir. Bitkinin yapraktaki Cl⁻ miktarına kıyasla Na⁺ miktarından daha çok

etkilendiği ve zarar gördüğü belirlenmiştir. Ayrıca tuz uygulaması ile ağaç gelişiminin oldukça gerilediği görülmüştür (Aragüés ve ark., 2005).

Leccino ve Barnea zeytin çeşitlerinin tuza toleransını karşılaştırmak ve tepkilerini inceleme amacıyla yapılan bir çalışmada, bitkiler 4.0, 8.0 ve 12.0 dS m⁻¹ yoğunluğunda NaCl çözeltisine maruz bırakılmıştır. Deneme sonucunda, bitkilerin büyümesinin gerilediği, bitkilerin dokularındaki K⁺, Ca⁺² ve Mg⁺² miktarlarının olumsuz yönde etkilendiği ve zeytin bitkisinin kök sisteminde tuzu uzaklaştırma mekanizmasına sahip olduğu rapor edilmiştir (Demiral, 2005).

Beş yaşındaki Koroneiki ve Mastoidis zeytin çeşitlerinin tuz stresine tepkilerinin belirlendiği çalışmada, 50, 100 ve 150 mM NaCl çözeltisi uygulanmıştır. Tuz uygulanan ağaçlarda yaprak su potansiyeli azalmış ve fotosentez oranı düşmüştür. Ayrıca mannitol içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Chartzoulakis ve ark., 2006).

Bolat ve ark. (2006)'larının Marianna GF 8-1 (*Prunus cerasifera* x *munsoniana*), Myrobolan B (*P. cerasifera*) ve Pixy (*P. insititia*) erik anaçlarında yaptıkları tuz stresi denemesinde, 1 yaşındaki odun çeliklerini köklendirip bitkileri plastik saksılara aktardıktan 2 hafta sonra 40 mM NaCl uygulamışlardır. Çalışma sonucu incelendiğinde, tuz uygulanan anaçlarda daha az kuru madde ve klorofil içeriği olduğu görülmüştür. Ayrıca, Pixy'nin diğer anaçlara göre tuz stresine daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir.

GF 677 (*Prunus persica* x *Prunus amygdalus*) ve Nemared (*Prunus persica*) anaçlarının tuzluluğa karşı tepkilerini belirlemek üzere *in vitro* koşullarda yapılan bir çalışmada, anaçların sürgünleri farklı dozlarda KCl (0, 5, 10, 15, 20, 40 ve 80 mM) ilave edilmiş MS (Murashige ve Skoog) ortamında yetiştirilmiştir. KCl'nin dozu 40 mM'a ulaşana dek eksplant başına sürgün sayısı her iki anaçta da önemli derecede etkilenmemiştir. Nemared anaçları GF 677'ye göre daha fazla sürgün oluşturmuştur. 80 mM KCl deneme sonunda her iki anaçta da gelişimde azalmalara sebep olmuştur (Sotiropoulos ve ark., 2006).

Gisela 5 (*Prunus cerasus* x *Prunus canescens*) kiraz anacının tuz stresine *in vitro* koşullarda verdiği tepkiyi belirlemek amacıyla yapılan bir denemede, MS ortamına farklı dozlarda NaCl (50, 100 ve 150 mM) eklenmiştir. Deneme sonunda bitkilerin gelişiminin ve klorofil miktarının azaldığı, fakat su miktarında bir etki olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca süperoksit dizmutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT) gibi antioksidan enzimlerin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Ertürk ve ark., 2007).

Yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) bitkisinin tuz stresine tepkilerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada, bitkiler 5 ve 50 mM NaCl tuz stresine maruz bırakılmıştır. Deneme sonucunda bitki gelişiminin azaldığı, yaprak biyokütlesinin ve gövde çapının özellikle etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca yaprak Na^+ ve Cl^- iyon miktarlarının arttığı ve bunun bu iyonların kökten yapraklara taşınmasının engellenmediğinin bir kanıtı olduğu ortaya koyulmuştur (García-Legaz ve ark., 2008).

Farklı altı dozda tuz stresine (0, 15, 30, 45, 60 ve 75 mmol L⁻¹) maruz bırakılmış 2 badem anacının (31 ve 41 numaralı genotipler) tuz stresine toleransını ve meydana gelen tepkileri belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, tuzluluğun anaçlarda gövde uzunluğu, boğum sayısını, kök ve sürgünlerin yaş ve kuru ağırlıklarını azalttığı belirlenmiştir. Yaprak klorofil içeriklerinin etkilenmediği fakat tuz stres seviyesinin artmasıyla prolin miktarının arttığı bildirilmiştir (Najafian ve ark., 2008).

Armut (*Pyrus betulaefolia*) türünün tuz stresine tepkilerinin incelendiği bir çalışmada, bitkiler 4 farklı dozda NaCl solüsyonuna (50, 100, 150 ve 200 mmol/L) 27 gün boyunca maruz bırakılmıştır. Deneme sonucunda tuz stresinin fotosentezi, stoma iletkenliğini ve yaprak su kullanım etkinliğini azalttığı, fakat transpirasyon oranını ve yaprak sıcaklığını arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, hidrojen peroksit ve süperoksit anyon radikal miktarlarının artan tuz konsantrasyonu ile arttığı bildirilmiştir (Wu ve Zou, 2009).

Pérez-Pérez ve ark. (2009) 'Fino 49' limon çeşidinin tuz stresine verdiği tepkileri inceledikleri bir çalışmada, 13 yaşındaki ağaçlar 30 mM NaCl çözeltisi ile sulanmış ve kontrol bitkileriyle karşılaştırılmıştır. Tuzluluk sonucunda yapraklarda gaz alışverişinin azaldığı ve yaşlı yapraklarda Cl^- iyonlarının genç yapraklara kıyasla daha fazla biriktiği belirlenmiştir.

Çin elma anaçlarının NaCl tuz stresine verdiği tepkileri belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, bitkilere 10 gün boyunca 200 mM NaCl solüsyonu uygulanmıştır. Deneme sonucunda yaprak sayısı, bitki uzunluğu ve bitki su durumu gibi bitki parametreleri ve membran geçirgenliği, peroksidaz (POD), katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) gibi enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Anaçlar arasında tuzluluğa karşı tolerans farklılıkları ortaya konulmuş olup bu farklılıkların antioksidan enzim aktivitelerindeki değişimlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Yin ve ark., 2010).

GN15, GF 677 ve acı badem anaçlarında tuz stresi üzerine yapılan bir çalışmada, 3 farklı dozda (25, 50 ve 75 mM) NaCl uygulanmıştır. 30 günlük tuz stresi sonucunda parametreler incelendiğinde artan tuz konsantrasyonunda yaprak, gövde ve kök kuru

ağırlıklarında ve fotosentetik asimilasyon oranında azalmalar kaydedilmiştir (Zrig ve ark., 2011).

Turunçgillerde tuzluluğa karşı tepkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 10 farklı turunçgil anacı 30, 60 ve 90 mM NaCl tuz stresine 90 gün boyunca maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda yüksek tuz konsantrasyonları taze ve kuru sürgün ve kök ağırlıklarında büyük azalmalara sebep olmuştur. Bu değişimler yaprak klorofil miktarındaki azalmalarla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca artan tuz seviyesi ile prolin ve şeker miktarları artmış ve bu osmolitlerin tuz stresine tolerans sağlamada önemli roller aldığı belirtilmiştir (Balal ve ark., 2011).

Malus prunifolia elma türünün tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 9 adet genotip 10 gün boyunca 150 mM NaCl tuz stresine maruz bırakılmıştır. Bunların yanında *M. sieversii* ve *M. hupehensis* anaçları da materyal olarak kullanılmıştır. Tuzluluk koşulları altında membran geçirgenliği hariç incelenen tüm parametreler (tuz zararı, net fotosentez, kök ve sürgün oransal su içeriği) kontrol grubuna kıyasla azalmıştır (Fu ve ark., 2013).

Üç yapraklı anacına (*Poncirus trifoliata*) aşılı İnterdonat limon çeşidinin farklı dozda tuz stresine verdiği fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin incelendiği bir çalışmada, 15, 30, 60 ve 120 mM NaCl tuz çözeltisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda artan tuz yoğunluğu ile SPAD değerinin, stoma iletkenliğinin azaldığı ve membran geçirgenliğinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca SDS-PAGE analizinde tuz stresi sonucunda bazı polipeptit bantlarının yoğunluklarının arttığı ortaya çıkmış ve bazı proteinlerin savunma mekanizmasında rol alabileceği vurgulanmıştır (Aras ve ark., 2015).

MM106 anacı ve üzerine aşılı Golden Delicious elma çeşidinin tuz stresine tepkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, bir grup bitki tuzlu ortama (yetiştirme ortamı 2.5-3.0 mS cm⁻¹ EC'ye gelene kadar NaCl içeren suyla sulanarak ortamın tuzlu olması sağlanılmıştır) dikilmiş ve diğer grup da tuz içermeyen ortama dikilip bitkilerin sürgünleri 10 cm boyuna geldiğinde 35 mM NaCl' li sulama suyu ile sulanmıştır. Çalışma sonucunda, Uygulamadan bir ay sonra ve 4 ay sonra yapılan ölçümler sonucunda membran geçirgenliğinde en yüksek değere tuzlu ortama dikilen bitkilerde sırasıyla (sırasıyla 45.3 ve 38.9) olarak belirlenmiştir. En yüksek stoma iletkenliği her iki bitki grubunda da kontrolde (sırasıyla 322 ve 268) belirlenirken en düşük tuzlu ortama dikilen bitkilerde (sırasıyla 123 ve 138) tespit edilmiştir (Akçay ve Eşitken, 2017).

'Bidane-Sefid', 'Sefid-Fakhri', ve 'Yaghooti' üzüm çeşitlerinin tuz stresine verdiği tepkileri belirlemek üzere yapılan bir çalışmada 3 farklı dozda (25, 50, 100 mM) NaCl çözeltisi uygulanmıştır. Kontrol grubunda ve 25 mM NaCl uygulanan bitkilerde hiçbir yaprak yanıklığının görülmediği, fakat diğer tuz konsantrasyonlarında ise yaprak yanıklığının bütün bitkilerde görüldüğü belirtilmiştir. Sonuçlar Yaghooti çeşidinin yaprak yanıklığı, klorofil, glisin betain, membran geçirgenliği ve malondialdehit gibi birçok morfolojik ve fizyolojik parametreler doğrultusunda tuz stresine karşı daha iyi bir performans sergilediği belirlenmiştir (Sohrabi ve ark., 2017).

Kurt üzümü (*Lycium chinense*) bitkisinin tuz stresine karşı tepkilerinin incelendiği bir çalışmada, 3 farklı dozda (170, 340 ve 510 mM) NaCl çözeltisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, NaCl dozu 170 mM'ı aştığında bitki büyümesinin azaldığı ve artan tuz yoğunluğu ile yaprak net fotosentezinin, transpirasyon oranının ve stoma iletkenliğinin azaldığı belirlenmiştir. Düşük toprak tuzluluğunda kazık kök oluşumunun uyarıldığı tespit edilmiştir (Feng ve ark., 2017).

2.2.Tuz Stresinin Bitkilerde WRKY Transkripsiyon Faktörlerine Etkileri

WRKY proteinleri, bitkilerin stres sonucu savunma amaçlı oluşturdukları moleküllerin sentezinde büyük rol oynamaktadır. İlk WRKY TF'leri tatlı patates (*Ipomoea batatas*, SPF1), yabani yulaf (*Avena fatua*, ABF1,2), maydanoz (*Petroselinum crispum*, PcWRKY1,2,3) ve *Arabidopsis* (ZAP1) bitkilerinden klonlanmıştır (Ishiguro ve Nakamura, 1994; Rushton ve ark., 1995; de Pater ve ark., 1996; Rushton ve ark., 1996). WRKY proteinleri bir ya da iki tanıma bölgesi içerip DNA'nın W kutusu denilen TTGACC/T dizilerine bağlanıp transkripsiyonun gerçekleşmesinde görev almaktadır. WRKY TF'leri birçok stress veya çevresel uyarı sonucu bitkilerde ifade edilmektedir. Bir çalışmada tuz stresine maruz bırakılan *Arabidopsis* bitkilerin köklerinde microarray çalışması sonucu iki transkripsiyon faktörünün (*WRKY25* ve *WRKY33*) ifadesinin arttığı bildirilmiştir. Bu çalışma sonucunda *WRKY33*'ün ABA sinyaline bağlı olduğu belirlenmiştir (Jiang ve Deyholos, 2009).

Soğuk ve kuraklık stresine maruz bırakılan arpa bitkisinde WRKY TF'lerini incelemek üzere yapılan bir çalışmada, bir WRKY proteinini kodlayan *Hv-WRKY38* geninin hem düşük sıcaklık hem de kuraklık stresine tepki olarak ifade edildiği ve bu genin abiyotik strese karşı düzenleyici bir rol oynadığı belirlenmiştir (Mare ve ark., 2004).

WRKY transkripsiyon faktörlerinin tuz stresi ile ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, mısır (*Zea mays* L.) bitkisinden izole edilip tanımlanan *ZmWRKY33* geninin 498 aminoaside sahip bir proteini kodladığı belirlenmiş ve Real-Time PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) analizi ile tuz stresi altında bu genin ifade olduğu saptanmıştır. Ayrıca, bu genin *Arabidopsis* bitkisinde fazla miktarda ifade edilmesi sonucu bitkilerin tuz stresine daha dayanıklı hale geldiği tespit edilmiştir (Li ve ark., 2013a). *WRKY* genleri tuz stresi dışında birçok stres faktörü tarafından birçok bitkide belirli düzeylerde ifade edilebilmektedir. Yaralanma ile *WRKY* genleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada tütün bitkisinde yara oluşumundan 10 dakika sonra bir *WRKY* gen olan *wizz* geni hızlı bir şekilde ifade edilmiş ve yara uygulamasından 30 dakika sonra genin transkripsiyonu maksimum düzeye ulaşmıştır (Hara ve ark., 2000).

Besin elementleri ile ilgili bir çalışmada, *Arabidopsis* bitkisinde fosfor elementi eksikliği ile *WRKY* TF arasındaki ilişki belirlenmiştir. *WRKY75* transkripsiyon faktörünün fosfor eksikliğinde ifade edildiği ve bu proteini kodlayan genin bitkide susturulması sonucunda bitkinin fosfor eksikliğine daha hassas olduğu bildirilmiştir (Devaiah ve ark., 2007).

Bir tuz stresi çalışmasında 150 mM tuz stresi uygulanan *Arabidopsis* bitkisinde *WRKY25* ve *WRKY33* dahil olmak üzere 18 *WRKY* gen tespit edilmiştir (Jiang ve Deyholos, 2006). Düşük ve yüksek sıcaklık, NaCl ve PEG uygulamaları gibi birçok farklı stres uygulanan farklı buğday bitkilerinden 15 adet *WRKY* TF kodlayan gen izole edilip incelendiğinde, bu stresler sonucunda bu genlerin yüksek seviyede ifade edildiği tespit edilmiştir (Wu ve ark., 2008).

WRKY25 geninin yüksek düzeyde ifade edildiği *Arabidopsis* bitkisinin yabancı tiplere göre sıcaklığa daha fazla tolerans gösterdiği, *wrky25* ifade edilmeyen mutant bitkilerde ise sıcaklığa hassasiyetin orta derecede olduğu belirlenmiş olup bu genin termo-toleransta rol oynadığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2009).

Soğuk stresi ile *WRKY* TF arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, buğday bitkileri 7 gün boyunca 4 °C'ye maruz bırakılmıştır. *WRKY* gen ifadesinin (*Wcor15*, *Wrab17*, *Wrab19* ve *Wcs120*) en yüksek seviyesi soğuk uygulamasından 15 dakika sonra belirlenmiş ve bundan sonra uygulama devam ettikçe ifade seviyesi düşmüştür. Bu bitkilere dışarıdan 0.1 mM ABA uygulandığında ise *WRKY* gen ifadesi baskılanmıştır. Çalışmanın sonucunda buğday bitkilerinin soğuğa

dayanıklılık sağlamasında görev alan WRKY TF'lerin ifadesinin arttığı ve bu genlerin soğuk stresine dayanıklılıkta önemli rol oynadıkları bildirilmiştir (Talanova ve ark., 2009).

Yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılan *Arabidopsis thaliana* bitkisinde bir transkripsiyon faktörü kodlayan *WRKY25* geni incelenmiştir. Bu genin bulunmadığı mutant *Arabidopsis* bitkilerine farklı zamanlarda 45 °C'lik sıcaklık uygulandığında, sıcaklığa toleransın azaldığı, hipokotil ve kök gelişiminin düştüğü belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda *WRKY25* geninin yüksek sıcaklığa toleransta büyük bir rol oynadığı rapor edilmiştir (Li ve ark., 2009).

WRKY transkripsiyon faktörlerinin, bitki gelişimi ve streslere bitkilerin adaptasyonundan sorumlu olduğu ve bir bitki hormonu olan absisik asidin sinyal iletiminde önemli bir rol oynadığı bildirilmiş (Chen ve ark., 2012) ve bazı *Arabidopsis* WRKY TF'lerinin ABA'nın sinyal iletiminde anahtar rolü üstlendiği belirlenmiştir (Ren ve ark., 2010).

Ricachenevsky ve ark. (2010) besin elementi ile WRKY TF'leri arasındaki etkileşimi belirlemek üzere yaptıkları bir çalışmada, çeltik bitkisine yüksek dozda demir elementi verilmesi sonucu bir WRKY proteinini kodladığı varsayılan *OsWRKY80* geninin ifade edildiğini bildirmişlerdir.

Çeşitli streslere (düşük sıcaklık, kuraklık, tuz, ABA, H₂O₂, etilen salisilik asit ve metil jasmonat) maruz bırakılan muz bitkisinde WRKY TF'ler incelendiğinde, *MusaWRKY71* geninin ifade edildiği ve bu streslere dayanıklılıkta önemli bir rol üstlendiği bildirilmiştir (Shekhawat ve ark., 2011).

Kuraklık stresi uygulanmış çeltik bitkileri WRKY genleri bakımından incelendiğinde, *WRKY13* geninin transkripsiyon düzeyinde baskılayıcı olduğu ve bitkilere kuraklığa karşı dayanıklılık sağladığı bildirilmiştir (Xiao ve ark., 2013).

WRKY genlerinin bitkilerde şeker taşınmasında bir rolü olduğu da açıklanmıştır. Arpa bitkisinde bir WRKY TF olan SUSIBA2'nin şeker taşınmasından sorumlu olan SURE elementlerine bağlandığı belirlenmiş ve SUSIBA2'nin nişasta sentezinde düzenleyici bir transkripsiyon faktörü olduğu bildirilmiştir (Sun ve ark., 2003).

Bitki büyümesi ve WRKY TF'lerin arasındaki etkileşim üzerine yapılan bir çalışmada, çeltik bitkisinde büyümekte olup uzayan gövde hücrelerde *OsWRKY78*

geninin bol miktarda ifade edildiği bildirilmiş ve bu genin gövde uzaması ve tohum gelişiminde düzenleyici bir rol oynadığı belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2011).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma Mart 2015- Eylül 2016 tarihleri arasında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait seralarda kurulmuş ve fizyolojik parametreler aynı bölüme ait laboratuarda yapılmış olup moleküler analizler Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Biyoteknoloji Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada materyal olarak ülkemizde yaygın olarak kullanılan MaxMa 14, CAB 6P ve kuş kirazı anacı ile bu anaçlar üzerine aşılı 0900 Ziraat çeşidi kullanılmış olup bitkiler Konya ilinden Dalda Fidancılık'tan temin edilmiştir. Anaç ve fidanlar homojen olarak seçilmiştir.

Araştırmada Kullanılan Anaç ve Kalemler

MaxMa 14 Anacı: Kuş kirazı ve mahlep melezlenmesinden elde edilmiş yarı bodur bir klon anacıdır. Kuş kirazı anacının %70-75'i kadar ağaç taç hacmi oluşturur. Üzerindeki çeşidi erken meyveye yatırıp meyve iriliği ve kalitesi üzerine olumlu etki yapar (Perry, 1990; Eroğul, 2012).

CAB 6P Anacı: *Prunus cerasus* türünden ıslah edilmiştir. Yarı bodur bir anaçtır. Killi topraklarda dikilebilir. Kuş kirazına göre %50-60 daha küçük habitüs meydana getirmektedir (Jiménez ve ark., 2004).

Kuş Kirazı Anacı: Kiraz ve vişne için kuvvetli bir anaç olup kumlu-tınlı, tınlı ve nispeten ağır topraklarda kullanılmaktadır. Havasız, çok nemli toprakları sevmez. Fazla toprak nemine, ağır topraklara ve yüksek taban suyuna karşı idristen daha toleranslıdır. Bitki gelişimi en kuvvetli olan anaçtır. Bu anaç kiraz ve vişne çeşitleriyle iyi uyuşabilmektedir (Webster ve Schmidt, 1996; Özçağırın ve ark., 2005; Eroğul, 2012).

0900 Ziraat Kiraz Çeşidi: Ülkemizde günümüzün en popüler çeşidi olup kuvvetli ve yaygın dallı gelişir. Meyve sapı ince 45 mm uzunluğunda, sap çukuru geniş ve orta derinliktedir. Meyve geniş kalp şeklinde olup, çok iri, 10–20 gram ağırlığında, eni 26 mm, boyu 23 mm' dir. Kendiyle uyuşmaz olup tozlayıcıları, Starks Gold, Merton Late, Lambert, Bigarreau Gaucher, Noble ve Jubilee'dir. Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ihracat şansı yüksek bir çeşittir (Özçağırın ve ark., 2005; Engin ve Ali, 2006).

3.2.Yöntem

Deneme 2 kez tekrarlanmış olup 2 yıl boyunca sürdürülmüştür. Fidanlar her iki yılda da Mart ayında içinde torf, perlit ve toprak karışımı (4:1:1) bulunan 13 L hacimli saksılara dikilmiştir. Kiraz ağaçları 1.9 EC' lik tuzluluğa maruz kaldığında %10'luk verim kaybı yaşarken 2.2 EC' de %25' lik kayıp yaşayabilmektedir (Kotuby-Amacher ve ark., 2000) ve bu sebeple çalışmamızda bitkiler dikimden 1 ay sonra orta derecede tuzluluk yaşatılacak şekilde 35 mM NaCl çözeltisi makro ve mikro besin elementi içeren gübre çözeltisine (Gübretaş) eklenerek bitkiler sulanmış ve toprak tuzluluğunun 2-2.5 EC arasında kalması sağlanmıştır. Kontrol bitkilerine sadece gübre çözeltisi verilmiştir. Fidanların bakım işleri ve zirai mücadelesi genel yetiştiricilik prensiplerine göre yapılmıştır. Deneme boyunca ortam EC'si kontrol edilerek tuzluluk seviyesinin 2.5 mS/cm sınırını geçmemesi sağlanmıştır. Buna göre deneme deseni aşağıdaki gibi olmuştur:

1. Maxma 14 (Kontrol)
2. CAB 6P (Kontrol)
3. Kuş Kirazı (Kontrol)
4. 0900 Ziraat/Maxma 14 (Kontrol)
5. 0900 Ziraat/CAB 6P (Kontrol)
6. 0900 Ziraat/Kuş Kirazı (Kontrol)
7. Maxma 14 (35 mM NaCl)
8. CAB 6P (35 mM NaCl)
9. Kuş Kirazı (35 mM NaCl)
10. 0900 Ziraat/Maxma 14 (35 mM NaCl)
11. 0900 Ziraat/CAB 6P (35 mM NaCl)
12. 0900 Ziraat/Kuş Kirazı (35 mM NaCl)

Bitkiler tuz stresine maruz bırakıldıktan 1 ay ve 4 ay sonra olmak üzere aşağıda belirtilen parametreler incelenmiş ve 2 sene boyunca tekrarlanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 fidan bulunacak şekilde kurulmuştur. Buna göre bir sene içinde toplam 180 bitki kullanılmış olup 2 sene boyunca toplam 360 bitki kullanılmıştır. Bitkilerde yapılmış ölçüm ve gözlemler aşağıdaki gibidir:

3.2.1. Bitkilerdeki Fizyolojik ve Morfolojik Tepkilerin İncelenmesi

3.2.1.1. Anaç Çapı

Toprak seviyesinin 5 -10 cm üzerinden (aşılı bitkilerde aşu noktasının altında kalacak şekilde) kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.2. Kalem Çapı

Fidanların aşu noktalarından 5-10 cm üzerinden kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.3. Sürgün Çapı

Tuz uygulamasının ardından 1 ve 4 ay sonra, yıllık sürgünlerin gövde ile birleştiği yerin 5 -10 cm üzerinden sürgün çapı kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.4. Sürgün Uzunluğu

Tuz uygulamasının ardından 1 ve 4 ay sonra, yıllık sürgünlerin uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.1.5. Büyüme Oranı

Bitki ağırlığı esas alınarak hesaplanmıştır. İlk ve son bitki ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tartılarak aşağıda belirtilen formül modifiye edilerek hesaplanmıştır (Amor ve Marcelis, 2003):

$$BO = 100 \times [(\ln X_{t_2} - \ln X_{t_1}) / (t_2 - t_1)]$$

BO=Büyüme Oranı, t_2 = tuz uygulamasının sonlandığı gün, t_1 = tuz uygulamasının başladığı gün, X_{t_2} = bitkinin son ağırlığı, X_{t_1} = bitkinin ilk ağırlığı.

3.2.1.6. Kuru Kök/Kuru Sürgün Oranı

Kök ve sürgünlerin yaş ağırlıkları hassas terazi yardımıyla belirlendikten sonra, kök ve sürgünler etüvde 70 °C'de 48-72 saat kurutulup sonra hassas terazi ile ağırlıkları ölçülmüş ve kuru kök ağırlığı kuru sürgün ağırlığına bölünerek hesaplanmıştır.

3.2.1.7. Membran Geçirgenliği Tayini

Her biri 1 cm² büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içinde 3 kez deiyonize sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su eklenip kapalı viyallerde 24 saat 25 °C'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC (C₁) ölçülerek, aynı

örnekler 20 dakika 120 °C’de otoklavda bekledikten sonra 25 °C’de yine EC ölçümü yapılmıştır (C₂). Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Lutts ve ark., 1996).

$$\text{Membran geçirgenliği} = C_1/C_2 \times 100$$

3.2.1.8. Göreceli Yaprak Klorofil Miktarı

SPAD-klorofilmetre (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan) cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihaz, relatif klorofil yoğunluğunu yaprak dokusundaki kırmızı ve infrared bölgeleri (sırasıyla 659 nm ve 940 nm dalga boyunda) ölçüm yaparak belirlemektedir.

3.2.1.9. Yaprak Oransal Su İçeriği (YOSİ)

Bitkilerden yaprak örnekleri alınarak yaş ağırlıkları (YA), turgorlu ağırlıkları (TA) ve kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir ve aşağıdaki formüle göre yaprak oransal su içeriği tespit edilmiştir (Lutts ve ark., 1996).

$$\text{YOSİ (\%)} = [(YA - KA)/(TA - KA)] \times 100$$

3.2.1.10. Stoma İletkenliği

Günün en sıcak saatlerinde (11:00-13:00) yaprak porometresi (Leaf Porometer, Decagon) cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihazın çalışma prensibi, yaprak stomalarından dış çevreye çıkan gazların ölçülmesi esasına dayanmaktadır.

3.2.1.11. Yaprak Sıcaklığı

Günün en sıcak saatlerinde (11:00-13:00) yaprak porometresi (Leaf Porometer, Decagon) cihazı ile ölçülmüştür.

3.2.2. Bitkilerdeki Moleküler Tepkilerin İncelenmesi

Moleküler tepkiler bitkilerin yapraklarında incelenmiş ve birer transkripsiyon faktörü kodlayıp birçok bitkide birçok stres sonucu ifade edilen *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerin Real Time PCR ile ifade seviyelerinin incelenmesi şeklinde olmuştur. Çalışma sonucunda yaprak örnekleri buz içerisinde soğuk zincirde taşınarak -80°C’ lik buzdolabına götürülmüş ve -80°C’ de RNA izolasyonuna kadar muhafaza edilmiştir.

3.2.2.1. RNA İzolasyonu

Kiraz bitkilerinin yapraklarından toplam RNA izolasyonu Strommer ve ark. (1993)'e göre yapılmıştır. RNA izolasyonu için 2 g doku, sıvı azot içerisinde ezilmiş ve 10 ml'lik ekstraksiyon tampon çözeltisine (4 M guanidinium isothiocyanate- 25 mM sodyum sitrat (pH: 7.0) % 0.5 sarcosyl- 0.1 M mercaptoethanol) konulmuştur. Solüsyon karıştırıldıktan sonra 1 ml 2 M NaOAc (sodyum asetat) (pH 4.0) ilave edilerek 30 saniye boyunca vortekslenmiştir. Daha sonra 10 ml saf suyla doyurulmuş fenol eklenmiş ve tekrar vortekslenmiştir. Bu karışıma 6 ml kloroform:izoamilalkol (24:1 v/v) eklenmiş ve 30 saniye vortekslenildikten sonra 5000xg'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Üst sıvı faz (süpernatant) başka bir tüpe aktarılarak eşit hacimde kloroform izoamilalkol ilave edildikten sonra iyice karıştırılmış ve tekrar 5000xg'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Süpernatant başka bir tüpe aktarılarak eşit hacimde izopropanol ilave edildikten sonra karıştırılmış ve -20 °C'de bir gece inkübe edilmiştir. 10 000xg'de 30 dakika boyunca 4 °C'de santrifüj işlemi yapıldıktan sonra pelet 500 µl RNaz'dan arı suda eritilmiştir. 500 µl 4 M LiCl (lityum klorür) eklenerek 0 °C'de 3 saat boyunca inkübe edilmek suretiyle RNA çöktürülmüştür. 15 000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edildikten sonra pelet % 70'lik ethanol ile 2 kez yıkanmıştır. Pelet kurutulduktan sonra 200 µl DEPC (dietyl pirokarbonat) uygulanmış ve otoklav edilmiş suda eritilmiş ve daha sonra kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.2.2. RNA Kalite ve Kantitesinin Belirlenmesi

Spektrofotometrik yöntem

RNA izolasyonu sonucunda elde edilen RNA'nın kalite ve konsantrasyonunu belirlemek amacıyla spektrofotometrede 260 ve 280 nm'de okuma yapılmıştır.

RNA kalitesi, 260 nm dalga boyunda elde edilen absorbans değerinin 280 nm dalga boyunda elde edilen absorbans değerine bölünmesi (A_{260}/A_{280}) ile hesaplanmıştır. Buna göre A_{260}/A_{280} oranı 1.8'den ve daha yüksek olan RNA'lar seçilmiştir.

RNA konsantrasyonunun hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$\text{RNA } (\mu\text{g/ml}) = 260 \text{ nm'deki absorbans değeri} \times \text{sulandırma oranı} \times 40$$

Elektroforetik yöntem

RNA izolasyonu sonucunda elde edilen RNA'nın kalitesini belirlemek amacıyla formaldehit-agaroz jel elektroforezi kullanılarak UV altında RNA'nın kalitesi incelenmiştir. Bunun için Ambion tarafından hazırlanan protokol kullanılmıştır. Bu amaçla % 1'lik agaroz jel kullanılmıştır. 1 g agaroz 72 ml saf suda eritildikten sonra sıcaklığı 60 °C'ye getirilmiş ve 10 ml 10X MOPS [0.4 M MOPS (3-(N-morpholino) propanesülfonik asit), pH 7.0, 0.1 M sodyum asetat, 0.01 M EDTA (etilendiamin tetraasetik asit)], 18 ml % 37'lik folmaldehit ve % 0.1 oranında etidyum bromür ilave edilmiştir. 2 µg RNA örneği ve 2X oranında formaldehit yükleme solüsyonu (% 50 gliserol, 1mM EDTA, % 0.25 bromofenol, % 0.25 xylene cyanol) karıştırıldıktan sonra 70 °C sıcaklığında 10 dakika arasında inkübe edildikten sonra jele yüklenmiş ve 1X MOPS solüsyonu içerisinde koşturulmuştur. Jel elektroforezinde ayrıştırılmış RNA örneklerinde 28S rRNA bandının yoğunluğu 18S rRNA'nın 2 katı olanlar tercih edilmiştir.

3.2.2.3. Gerçek zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Real Time-PCR)

Kantitatif gerçek zamanlı PCR reaksiyonu bir 7300 Real-Time PCR System (Applied Biosystems) cihazı ile Maxima SYBR Green/ROX qPCR Master Mix (2×) kiti (Biomatik) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 20 µl'lik reaksiyon ortamı 10 µl Maxima SYBR Green/ROX qPCR Master Mix (2×), 1 µl her bir primer (10 µM), 6 µl ddH₂O ve 2 µl cDNA (25 ng) dan oluşturulmuştur. VfEFαF ve VfEFαR primerleri örneklerin normalleştirilmesi için kontrol olarak kullanılmıştır. Her bir örnek için üç reaksiyon aşağıda belirtildiği gibi kurulmuştur:

95 °C'de 5 dakika başlama denaturasyonu ve bunu takiben 40 döngü olacak şekilde 95 °C'de 30 saniye ve 60 °C'de 1 dakika ve 72 °C'de 1 dakika. StepOne™ Software v2.2.2 (Applied Biosystems) programı kullanılarak sonuçlar analiz edilmiştir. Genlerin oransal ifadesi mukayeseli $2^{-\Delta C_t}$ metodu kullanılarak yapılmıştır (Schmittgen ve Livak, 2008). Çalışmada kontrol olarak β-actin geni (ileri 5'-GAGACCTTCAACACCCCAGCC-3', geri 5'-GACTTCGAGCAAGAGATGGCC-3') (CACT1, GenBank FJ560908) kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

İstatistik analizler SPSS 20.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilere tek-yönlü ANOVA (one-way ANOVA) uygulanmış ve %5' lik seviyede değerlendirilmiştir. Ayrıca veriler korelasyon testine tabi tutularak uygulamalar arasında

morfolojik ve fizyolojik ile fizyolojik ve moleküler parametreleri bakımından önemli ilişki bulunup bulunmadığı ortaya konulmuştur.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1.Araştırma Sonuçları

Bu çalışmada farklı kiraz anaçlarının (CAB-6P, MaxMa 14 ve kuş kirazı) ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz fidanının tuz stresine karşı verdiği morfolojik, fizyolojik ve moleküler tepkiler araştırılmıştır. Tuz stresine maruz bırakılan bitkiler aşağıda belirtilen özellikler bakımından incelenmiştir.

4.1.1.Morfolojik Tepkiler

4.1.1.1.Bitkilerin 1 Aylık Tuz Stresine Verdiği Tepkiler

Çalışmamızda, 1 aylık tuz uygulaması bitkilerin morfolojisinde değişikliklere sebep olmuştur. Çizelge 4.1 incelendiğinde, istatistiki olarak önemli olmamak kaydıyla tuz uygulanan bitkiler kontrolleriyle karşılaştırıldığında anaç çapında ve sürgün çapında en fazla azalış CAB-6P anacında (sırasıyla %16 ve %7) belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (1. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 14.2 ^{OD} | 2.3 ^{OD} | 24.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 11.9 | 2.2 | 18.9 |
| MaxMa14 | Kontrol | 14.9 ^{OD} | 3.4 ^{OD} | 28.3 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 13.3 | 3.5 | 27.2 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 5.3 ^{OD} | 1.2 ^{OD} | 3.5 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 5.7 | 1.3 | 1.6 |

Aşısız anaçlarda olduğu gibi, anaçlar üzerine aşılı 0900 fidanlarının tuz uygulamasına başladıktan 1 ay sonra belirlenen büyüme özellikleri istatistiki olarak önemli seviyede etkilenmemiştir. 1 aylık tuz stresi sürgün çapında düşüslere sebep olmuş ve 0900/CAB-6P, 0900/MaxMa 14 ve 0900/kuş kirazı fidanlarında kontrol gruplarına kıyasla sırasıyla %15, 17 ve 9'lık azalış belirlenmiştir. Sürgün uzunluğunda tuz stresi sonucunda kayıplar yaşanmış olup en az etkilenen fidan kontrol grubuna kıyasla %0.6'lık azalma ile 0900/MaxMa 14 fidanı olmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (1. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 17.0 ^{OD} | 12.0 ^{OD} | 4.3 ^{OD} | 26.2 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.2 | 11.4 | 3.7 | 20.9 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 18.7 ^{OD} | 12.8 ^{OD} | 4.5 ^{OD} | 30.9 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 16.5 | 11.3 | 3.7 | 30.7 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 17.7 ^{OD} | 11.9 a | 3.5 ^{OD} | 19.3 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.8 | 9.9 b | 3.2 | 14.5 |

Araştırmanın ikinci yılında CAB-6P anacında anaç çapı ve sürgün çapı tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede etkilenirken diğer anaçlarda tuz uygulamasının etkisi önemsiz bulunmuştur. CAB-6P anacında 1 aylık tuz uygulaması sonucunda anaç çapı ve sürgün çapı sırasıyla %21 ve %14 azalmıştır.

Sürgün uzunluğu ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (2. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 13.9 a | 2.5 a | 26.4 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 11.0 b | 2.2 b | 20.4 |
| MaxMa14 | Kontrol | 14.3 ^{OD} | 3.5 ^{OD} | 26.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 13.0 | 3.3 | 24.5 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 5.7 ^{OD} | 1.4 ^{OD} | 3.5 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 5.1 | 1.1 | 1.6 |

İkinci yılda 1 aylık tuz uygulamasının 0900/MaxMa 14'te anaç çapını ve 0900/kuş kirazında ise sürgün uzunluğunu istatistiki olarak önemli derecede etkilediği Çizelge 4.4'te görülmektedir. 0900/MaxMa 14 anaç çapında en fazla gerileme görülen fidan (%15) olmuştur. Kalem çapına tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuş olup 0900/kuş kirazında büyük bir azalış (%47) meydana gelmiştir.

Tuz uygulanan fidanların sürgün çapındaki azalmalar birbirlerine benzer olmakla birlikte tuz uygulanan 0900/CAB-6P, 0900/MaxMa14 ve 0900/kuş kirazı fidanlarında kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla %11, 12 ve 11'lik gerileme tespit edilmiştir. Tuz uygulamasının 0900/kuş kirazında sürgün uzunluğuna istatistiki olarak önemli etki yaptığı ve en fazla azalışın bu fidanda meydana geldiği (%30) Çizelge 4.4'te görülmektedir.

Çizelge 4.4.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (2. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 15.9 ^{OD} | 12.8 ^{OD} | 4.3 ^{OD} | 26.9 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 14.6 | 11.6 | 3.8 | 23.9 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 18.2 a | 14.2 ^{OD} | 5.2 ^{OD} | 32.1 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.5 b | 12.6 | 4.6 | 30.5 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 17.0 ^{OD} | 13.4 ^{OD} | 4.0 ^{OD} | 27.1 a |
| | 35 mM NaCl | 15.7 | 7.0 | 3.6 | 18.9 b |

İki yılın ortalama verilerinde, sadece CAB-6P’de anaç çapına etkinin istatistiki olarak önemli olduğu ve anaç çapında en fazla azalışın (%18) bu anaçta olduğu Çizelge 4.5’te görülmektedir. Sürgün çapına etki üç anaçta da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

İstatistiki olarak önemli olmamakla beraber tuz uygulaması ile kuş kirazının sürgün uzunluğunda büyük bir azalış (%54) meydana gelmiştir. Bunu CAB-6P anacı %23’lük azalma ile takip etmiştir.

Çizelge 4.5.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (ortalama)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 14.1 a | 2.4 ^{OD} | 25.5 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 11.4 b | 2.2 | 19.6 |
| MaxMa14 | Kontrol | 14.6 ^{OD} | 3.5 ^{OD} | 27.4 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 13.2 | 3.4 | 25.8 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 5.5 ^{OD} | 1.3 ^{OD} | 3.5 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 5.4 | 1.2 | 1.6 |

İki yılın ortalama değerlerinde, 0900/MaxMa 14 tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli etkilenmiş olup anaç çapı bakımından en fazla gerileme görülen fidan (%14) olmuştur. Fidanların kalem çaplarına bakıldığında 0900/kuş kirazı istatistiki olarak önemli etkilenmiş ve tuz uygulaması sonucunda %19’luk bir azalma ile kalem çapı en fazla etkilenen fidan olmuştur.

Sürgün çapı değerlerine bakıldığında en fazla düşüşün 0900/MaxMa 14 fidanında (%14) olduğu tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğunda ise, tuz uygulamasıyla en büyük azalma 0900/kuş kirazında (%28) belirlenirken, tuz stresinden en az etkilenen 0900/MaxMa 14 (%3) olmuştur.

Çizelge 4.6.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (ortalama)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 16.5 ^{OD} | 12.4 ^{OD} | 4.3 ^{OD} | 26.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 14.9 | 11.5 | 3.7 | 22.4 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 18.5 a | 13.5 ^{OD} | 4.9 ^{OD} | 31.5 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.9 b | 11.9 | 4.2 | 30.6 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 17.4 ^{OD} | 12.6 a | 3.8 ^{OD} | 23.2 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.8 | 10.3 b | 3.4 | 16.7 |

4.1.1.2.Bitkilerin 4 Aylık Tuz Stresine Verdiği Tepkiler

Dört ay boyunca tuz stresi uygulanan bitkilerde morfolojik özelliklerde kontrolden istatistiki bir farklılık belirlenememiş olmakla beraber tuz uygulamasının olumsuz etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Birinci yıl denemelerinde, MaxMa 14 anaç çapında en az azalmanın olduğu (%11) anaç olmuştur. Sürgün çapı bakımından tuz uygulaması ve kontrol arasında meydana gelen farklılık, MaxMa 14 anacında %15 olurken CAB-6P anacında %2.4 olarak tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu incelendiğinde ise, tuz stresi uygulanan MaxMa 14 anacında kontrol grubuna kıyasla %15'lik bir gerileme belirlenmiştir.

Anaçlar büyüme oranı bakımından incelendiğinde, MaxMa 14 anacında kontrol grubuna kıyasla %2'lik bir kayıp olduğu Çizelge 4.7'te görülmektedir. Kuru kök kuru sürgün oranı incelendiğinde ise, en az gerileme %17'lik kayıpla kuş kirazı anacında belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (1. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 17.2 ^{OD} | 5.8 ^{OD} | 32.9 ^{OD} | 4.1 ^{OD} | 0.59 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.2 | 5.7 | 30.5 | 4.2 | 0.42 |
| MaxMa14 | Kontrol | 18.3 ^{OD} | 8.2 ^{OD} | 38.9 ^{OD} | 4.2 ^{OD} | 0.48 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 16.3 | 6.9 | 33.2 | 4.1 | 0.35 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 9.1 ^{OD} | 3.7 ^{OD} | 21.4 ^{OD} | 4.5 ^{OD} | 0.91 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 7.9 | 3.5 | 22.1 | 4.5 | 0.75 |

İlk yıl verileri incelendiğinde, 4 ay tuz uygulanan farklı anaçlar üzerine aşılı 0900 fidanlarında 0900/MaxMa14'de anaç çapı ve 0900/CAB-6P'de büyüme oranı hariç morfolojik özelliklerinde önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Anaç çapında

0900/kuş kirazında en az düşüş (%1.9) belirlenmiştir. Kalem çapı incelendiğinde ise, en fazla gerileme 0900/MaxMa 14'da (%12) görülürken 0900/CAB-6P'da en az düşüş (%6.5) ortaya çıkmıştır. Ayrıca, 0900/CAB-6P'da kontrole göre tuz uygulamasında sürgün çapı %13 azalırken, 0900/kuş kirazında kontrole göre %17 azalma meydana gelmiştir. Sürgün uzunluğu incelendiğinde ise, tuz uygulaması ile en fazla gerileme 0900/MaxMa 14'de (%32) saptanmıştır.

Büyüme oranı verilerine bakıldığında, tuz uygulaması sonucunda 0900/CAB-6P'de en fazla düşüş (%21) belirlenirken 0900/MaxMa 14 en az etkilenmiştir (%5). Kuru kök kuru sürgün oranı incelendiğinde ise, tuz uygulaması sonucunda en fazla etkilenen 0900/CAB-6P (%41) olmuş bunu 0900/kuş kirazı (%23) takip etmiştir.

Çizelge 4.8.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (1. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 20.1 ^{OD} | 13.3 ^{OD} | 6.6 ^{OD} | 21.5 ^{OD} | 3.9 a | 0.66 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 18.7 | 12.4 | 5.8 | 22.8 | 3.1 b | 0.55 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 21.1 a | 15.5 ^{OD} | 7.7 ^{OD} | 35.3 ^{OD} | 3.9 ^{OD} | 0.49 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 18.9 b | 13.7 | 7.8 | 24.0 | 3.8 | 0.41 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 19.1 ^{OD} | 15.3 ^{OD} | 5.3 ^{OD} | 20.7 ^{OD} | 4.2 ^{OD} | 0.53 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 18.8 | 14.0 | 4.4 | 19.1 | 3.9 | 0.40 |

İkinci yıl verileri incelendiğinde, tuz uygulaması MaxMa 14 anacında istatistiki olarak önemli etki yaptığı görülmekte olup tuz stresi sonucunda anaç çapı değerinde %11'lik bir azalma olmuştur.

Kuş kirazında tuz uygulamasının sürgün çapı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu anaçta tuz uygulaması sonucunda %9'luk bir azalma belirlenmiştir.

Sürgün uzunluğu incelendiğinde ise, tuz uygulaması ile en fazla düşüş MaxMa 14'de (%18) meydana gelmiştir.

Büyüme oranı bakımından tüm anaçlarda tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Tuz uygulaması kuş kirazında kuru kök kuru sürgün oranını istatistiki olarak önemli derecede etkilemiş ve kontrole göre azalma %13 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (2. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 17.4 ^{OD} | 6.3 ^{OD} | 33.8 ^{OD} | 4.4 ^{OD} | 0.61 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 15.1 | 5.8 | 29.0 | 4.2 | 0.52 |
| MaxMa14 | Kontrol | 18.8 a | 8.3 ^{OD} | 39.4 a | 4.2 | 0.53 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 16.7 b | 7.4 | 32.3 b | 4.2 | 0.44 |
| Kuş | Kontrol | 9.3 ^{OD} | 3.9 a | 25.5 ^{OD} | 4.8 ^{OD} | 0.92 a |
| Kirazı | 35 mM NaCl | 8.9 | 3.6 b | 21.3 | 4.7 | 0.80 b |

Aşılı bitkiler anaç çapı bakımından incelendiğinde, 0900/MaxMa 14’de en fazla düşüş (%9.8) olduğu tespit edilmiştir. Kalem çapı incelendiğinde, 0900/CAB-6P’de tuz uygulamasının etkisi önemli olmazken 0900/MaxMa14 ve 0900/kuş kirazında tuz uygulamasının olumsuz etkisi istatistiki olarak önemli olarak bulunmuştur. Sürgün çapına tuz uygulamasının etkisi incelendiğinde, sadece 0900/kuş kirazında etki önemli olarak belirlenmiş ve kontrolde 6.2 mm olan sürgün çapının tuz uygulamasında 4.8 mm’de kaldığı saptanmıştır.

Sürgün uzunluğunda 0900/CAB-6P’de tuz uygulamasının olumsuz etkisi istatistiki olarak önemli olmazken, diğer iki anaçta tuz stresinin olumsuz etkisi önemli olarak bulunmuştur. Sürgün uzunluğu 0900/MaxMa14’de kontrolde 38.8 cm iken, tuz uygulamasında 28.9 cm ve 0900/kuş kirazında kontrolde 26.9 cm iken, tuz uygulamasında 22.1 cm olarak belirlenmiştir.

Büyüme oranı üç anaç üzerine aşılı 0900 çeşidinde tuz uygulamasından istatistiki olarak önemsiz derecede etkilenirken kuru kök:sürgün oranı üçünde de tuz uygulamasından önemli derecede etkilenmiştir. Tuz uygulaması sonucunda kuru kök kuru sürgün oranında en az düşüş %13’lük azalma ile 0900/CAB-6P’de olduğu Çizelge 4.10’ da görülmektedir.

Çizelge 4.10.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (2. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 20.3 ^{OD} | 14.9 ^{OD} | 6.7 ^{OD} | 28.9 ^{OD} | 4.1 ^{OD} | 0.74 a |
| | 35 mM NaCl | 18.7 | 14.2 | 5.6 | 23.8 | 3.7 | 0.64 b |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 21.2 ^{OD} | 16.4 a | 7.6 ^{OD} | 38.8 a | 4.2 ^{OD} | 0.58 a |
| | 35 mM NaCl | 19.2 | 14.3 b | 7.0 | 28.9 b | 3.8 | 0.47 b |
| 0900/Kuş | Kontrol | 19.8 a | 16.1 a | 6.2 a | 26.9 a | 4.3 ^{OD} | 0.62 a |
| | Kirazı | 18.3 b | 14.5 b | 4.8 b | 22.1 b | 3.8 | 0.48 b |

İki yılın ortalama verileri incelendiğinde, anaç çapı bakımından tuz uygulamasının etkisi yalnız MaxMa14 anacında önemli bulunmuş, diğer iki anaçta etki istatistiki olarak önemsiz olarak saptanmıştır. Anaç çapına tuz uygulamasının olumsuz etkisi en az kuş kirazında (%8) belirlenmiştir. Sürgün çapında tuz uygulamasının olumsuz etkisi kuş kirazında istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sürgün uzunluğu bakımından tuz uygulaması ile istatistiki olarak önemli derecede azalma sadece MaxMa14 anacında ortaya çıkmış ve kontrolde 39.1 cm iken tuz uygulamasında 32.8 cm olarak saptanmıştır.

İki yılın ortalama verilerine göre, büyüme oranına tuz uygulamasının etkisi üç anaçta da istatistiki olarak önemsiz bulunurken, kuru kök:sürgün oranına tuzun etkisi CAB-6P ve kuş kirazında önemli bulunmuştur. CAB-6P’de kuru kök kuru sürgün oranının tuz uygulaması ile 0.59’dan 0.47’ye ve kuş kirazında 0.91’den 0.78’e gerilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11.Uygulamaların anaçların morfolojik gelişimine etkileri (ortalama)

| Anaçlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 17.3 ^{OD} | 6.1 ^{OD} | 33.4 ^{OD} | 4.2 ^{OD} | 0.59 a |
| | 35 mM NaCl | 15.1 | 5.8 | 29.8 | 4.2 | 0.47 b |
| MaxMa14 | Kontrol | 18.5 a | 8.3 ^{OD} | 39.1 a | 4.2 ^{OD} | 0.50 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 16.5 b | 7.2 | 32.8 b | 4.1 | 0.39 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 9.2 ^{OD} | 3.8 a | 23.4 ^{OD} | 4.6 ^{OD} | 0.91 a |
| | 35 mM NaCl | 8.4 | 3.5 b | 21.7 | 4.5 | 0.78 b |

İki yılın ortalama verilerinde, üç anaç üzerine aşılı 0900 bitkilerinde anaç çapı üzerine tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kalem çapı bakımından ise, tuz uygulamasının etkisi CAB-6P üzerine aşılı 0900’de önemsiz olurken, MaxMa14 ve kuş kirazı üzerine aşılı 0900’de etki istatistiki olarak önemli olarak tespit edilmiştir. Kalem çapının MaxMa14 üzerine aşılı 0900’de 15.9 mm’den 13.9 mm’ye kuş kirazına aşılı 0900’de 15.7 mm’den 14.3 mm’ye gerilediği belirlenmiştir.

Sadece 0900/kuş kirazında sürgün çapı tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede etkilenirken, diğer iki anaçta tuzun etkisi önemsiz olmuştur. Kuş kirazına aşılı 0900’de sürgün çapının tuz uygulaması ile kontrole göre %19 oranında

azaldığı tespit edilmiştir. Anaç çapında olduğu gibi sürgün uzunluğunda da üç anaç üzerine aşılı 0900’de tuzun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Tuz uygulamasının büyüme oranı üzerine etkisi CAB-6P’ye aşılı 0900’de önemli olmazken, diğer anaçlara aşılı 0900’de etki istatistiki olarak önemli olarak belirlenmiştir. Büyüme oranı 0900/MaxMa14’de kontrolde 4.1 iken, tuz uygulamasında 3.8 ve 0900/kuş kirazında 4.2 iken 3.9 olarak tespit edilmiştir. Kuru kök:sürgün oranı bakımından ise tuz uygulamasının olumsuz etkisi sadece 0900/CAB-6P’de istatistiki olarak önemli olurken, diğer anaçlar üzerine aşılı 0900’de etki önemsiz kalmıştır. 0900/CAB-6P’de tuzun kuru kök kuru sürgün oranını kontrole göre yaklaşık %16 azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12.Uygulamaların fidanların morfolojik gelişimine etkileri (ortalama)

| Fidanlar | Uygulamalar | Anaç Çapı (mm) | Kalem Çapı (mm) | Sürgün Çapı (mm) | Sürgün Uzunluğu (cm) | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 20.2 ^{OD} | 14.1 ^{OD} | 6.7 ^{OD} | 25.2 ^{OD} | 4.0 ^{OD} | 0.70 a |
| | 35 mM NaCl | 18.7 | 13.3 | 5.7 | 23.3 | 3.4 | 0.59 b |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 21.2 ^{OD} | 15.9 a | 7.7 ^{OD} | 37.1 ^{OD} | 4.1 a | 0.54 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 19 | 13.9 b | 7.4 | 26.4 | 3.8 b | 0.44 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 19.4 ^{OD} | 15.7 a | 5.7 a | 23.8 ^{OD} | 4.2 a | 0.57 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 18.6 | 14.3 b | 4.6 b | 20.6 | 3.9 b | 0.44 |

Dört aylık tuz stresi sonucunda kiraz anaç ve fidanları kendi kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında hem toprak üstü aksamında hem de köklerinde büyümenin azaldığı görülmektedir (Şekil 4.1-12).



Şekil 4.1.CAB-6P (Kontrol)



Şekil 4.2.CAB-6P (Tuzlu)



Şekil 4.3.MaxMa 14 (Kontrol)



Şekil 4.4.MaxMa 14 (Tuzlu)



Şekil 4.5. Kuş Kirazı (Kontrol)



Şekil 4.6.Kuş Kirazı (Tuzlu)



Şekil 4.7.CAB-6P+0900 (Kontrol)



Şekil 4.8.CAB+0900 (Tuzlu)



Şekil 4.9.MaxMa 14+0900 (Kontrol)



Şekil 4.10.MaxMa 14+0900 (Tuzlu)



Şekil 4.11.Kuş Kirazı+0900 (Kontrol)



Şekil 4.12.Kuş Kirazı+0900 (Tuzlu)

4.1.2.Fizyolojik Tepkiler

4.1.2.1.Bitkilerin 1 Aylık Tuz Stresine Verdiği Tepkiler

Tuz uygulamalarının fizyolojik özelliklere etkisi anaçlara göre farklılık göstermiş olmakla beraber, çoğunlukla tuzun etkisinin açık olmadığı görülmektedir. Buna bağlı olarak tuz uygulamasının fizyolojik özellikler üzerine etkisi genelde önemsiz bulunmuştur. Yalnız CAB-6P anacında membran geçirgenliği tuz uygulaması ile istatistiki olarak önemli derece etkilenmiş, diğer özelliklere üç anaçta da tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemsiz olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak önemli olmamasına rağmen tuz uygulamaları fizyolojik özelliklerde farklılaşmalara sebep olmuştur. Birinci yılda kontrole göre tuz uygulamasında SPAD değeri en fazla azalan anaç MaxMa 14 olmuştur. Stoma iletkenliğinde kuş kirazı anacında tuz uygulaması sonucunda fazla bir değişim (%2.5 azalma) olmazken CAB-6P anacında %51'lik bir azalma tespit edilmiştir.

Tuz uygulaması ile membran geçirgenliği artışı CAB-6P anacında istatistiki olarak önemli bulunmuş ve artış %49 olarak belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriğinin tuz uygulaması ile azaldığı ancak bu azalışın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Bununla beraber en fazla azalma CAB-6P'de belirlenmiş ve kontrolde %82.2 olan YOSİ tuz uygulamasında %70.7 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.13.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (1. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|----------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 44.1 ^{OD} | 289.9 a | 33.5 ^{OD} | 22.8 b | 82.2 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 43.3 | 143.2 b | 33.5 | 34.0 a | 70.7 |
| MaxMa14 | Kontrol | 48.3 ^{OD} | 352.4 a | 32.5 ^{OD} | 18.2 ^{OD} | 86.9 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 42.9 | 207.6 b | 34.0 | 21.0 | 78.2 |
| Kuş | Kontrol | 34.4 ^{OD} | 393.5 ^{OD} | 30.7 ^{OD} | 22.5 ^{OD} | 85.1 ^{OD} |
| Kirazı | 35 mM NaCl | 34.5 | 390.9 | 30.7 | 23.6 | 79.6 |

Birinci yıl aşılı bitkilerde tuz uygulamasından 1 ay sonra bazı fizyolojik özelliklerde yapılan analizlerde hiçbir özelliğin tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede etkilenmediği belirlenmiştir. Bununla beraber tuz uygulaması ile SPAD değerinde 0900/CAB-6P ve 0900/MaxMa 14'de %13'lük bir azalma belirlenmiştir. Stoma iletkenliğinde ise tuz uygulaması ile 0900/kuş kirazında %9 ve 0900/MaxMa 14'de %10'luk azalma tespit edilmiştir.

Fidanlar membran geçirgenliği bakımından incelendiğinde, diğer anaçlar üzerine aşılı 0900'de ciddi bir artış olmamasına rağmen tuz stresine maruz bırakılan 0900/MaxMa 14'de kontrol grubuna kıyasla büyük bir oranda artış (%76) belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, kuş kirazına aşılı 0900 yapraklarında kontrolde %78.2 olarak belirlenen YOSİ tuz uygulamasında %64.1'e düştüğü, buna karşılık diğer anaçlar üzerindeki 0900 bitkilerinde YOSİ düşüşünün çok sınırlı kaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (1. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) | Yaprak Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|-----------------|-------------|--------------------|---|---|--------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 37.0 ^{OD} | 175.3 ^{OD} | 31.7 ^{OD} | 21.3 ^{OD} | 75.9 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.3 | 155.9 | 31.3 | 25.6 | 66.5 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 32.4 ^{OD} | 180.4 ^{OD} | 31.3 ^{OD} | 18.9 b | 73.0 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 28.2 | 162.7 | 31.9 | 33.3 a | 70.7 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 33.8 ^{OD} | 228.9 ^{OD} | 29.1 ^{OD} | 23.5 ^{OD} | 78.2 a |
| | 35 mM NaCl | 32.5 | 210.3 | 27.2 | 26.6 | 64.1 b |

İkinci yılda CAB-6P ve MaxMa 14'de stoma iletkenliği ve YOSİ ve CAB-6P'de membran geçirgenliği üzerine tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli bulunurken, kuş kirazında hiçbir özellik tuz uygulamasından önemli seviyede etkilenmemiştir. Stoma iletkenliğinde kuş kirazı hariç diğer iki anaçta tuz uygulaması ile önemli oranda azalmalar belirlenmiş ve bu oran CAB-6P anacında %45 olurken, bunu %39 azalma ile MaxMa 14 takip etmiştir. Anaçlar membran geçirgenliği bakımından incelendiğinde, CAB-6P anacı istatistiki olarak önemli derecede etkilenmiş olup tuz uygulamasıyla membran geçirgenliği %50 artmıştır. Yaprak oransal su içeriğine bakıldığında, CAB-6P (%14) ve MaxMa14'de (%12) tuz uygulaması ile azalma istatistiki olarak önemli olurken, kuş kirazı anacında (%6) tuzun etkisi önemsiz olmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (2. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) | Yaprak Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|------------|-------------|--------------------|---|---|--------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 43.1 ^{OD} | 355.7 a | 33.2 ^{OD} | 22.9 b | 85.7 a |
| | 35 mM NaCl | 41.9 | 195.0 b | 33.6 | 34.5 a | 74.1 b |
| MaxMa14 | Kontrol | 46.4 ^{OD} | 411.3 a | 32.4 ^{OD} | 21.1 ^{OD} | 88.9 a |
| | 35 mM NaCl | 42.7 | 251.3 b | 32.7 | 23.3 | 77.8 b |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 34.4 ^{OD} | 544.3 ^{OD} | 31.0 ^{OD} | 23.8 ^{OD} | 77.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.7 | 497.3 | 31.3 | 25.3 | 73.1 |

İkinci yılda 1 aylık tuz uygulamasının aşılı bitkilerde fizyolojik özelliklerin hiçbirisini önemli derecede etkilemediği, ancak tuz uygulaması ile kontrol arasında küçük farklılıkların ortaya çıktığı belirlenmiştir. SPAD değeri bakımından tuz uygulamasının en fazla düşüşü 0900/MaxMa14'de yaptığı ve %14 azalmanın olduğu belirlenmiştir. Stoma iletkenliği incelendiğinde de, yine 0900/MaxMa14'de kontrole göre tuz uygulamasında en büyük azalma meydana gelmiş ve kontrolde $301.7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olan stoma iletkenliği tuz uygulamasında $230 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 'e düşmüştür (Çizelge 4.16). Tuz uygulaması farklı anaçlar üzerine aşılı 0900'de membran geçirgenliğini önemli derecede etkilememiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi tuz uygulaması sonucunda istatistiki olarak önemli olmamakla beraber en fazla azalış 0900/CAB-6P fidanlarında (%12) belirlenmiştir.

Çizelge 4.16.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (2. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | Yaprak Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|-----------------|-------------|--------------------|--|---|--------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 35.9 ^{OD} | 240.3 ^{OD} | 31.0 ^{OD} | 24.1 ^{OD} | 76.1 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.5 | 190.0 | 31.6 | 26.7 | 66.9 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 33.4 ^{OD} | 301.7 ^{OD} | 31.8 ^{OD} | 24.8 ^{OD} | 73.4 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 28.8 | 230.0 | 32.0 | 28.6 | 66.7 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 34.4 ^{OD} | 289.7 ^{OD} | 28.3 ^{OD} | 22.3 ^{OD} | 76.7 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 30.9 | 232.3 | 28.9 | 25.4 | 67.6 |

İki yılın ortalama verileri incelendiğinde, aynı ilk yıl sonuçlarında olduğu gibi kuş kirazı anacında tuz uygulamasının etkisi hiçbir özelliğe önemli çıkmazken, stoma iletkenliği ve YOSİ'nin CAB-6P ve MaxMa14'de ve membran geçirgenliğinin CAB-6P'de tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede etkilendiği tespit edilmiştir. Stoma iletkenliği incelendiğinde tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde kontrole kıyasla en fazla azalış CAB-6P anacında (%47.6) belirlenmiş olup bunu MaxMa14 anacı (%39.9) izlemiştir. İki yılın ortalama verilerinde anaçlarda membran geçirgenliği incelendiğinde, tuz uygulanan kuş kirazında kontrol grubuna göre oldukça az bir yükselme (%5.7) belirlenirken, CAB-6P anacında kontrolde %22.9'dan tuz uygulamasında %34.3'e yükseldiği tespit edilmiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, tuz uygulamasının etkisi CAB-6P (%14) ve MaxMa14'de (%11) önemli bulunurken kuş kirazında tuzun etkisi önemsiz olarak saptanmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (ortalama)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|----------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 43.6 ^{OD} | 322.8 a | 33.4 ^{OD} | 22.9 b | 83.9 a |
| | 35 mM NaCl | 42.6 | 169.0 b | 33.5 | 34.3 a | 72.4 b |
| MaxMa14 | Kontrol | 47.3 ^{OD} | 381.9 a | 32.4 ^{OD} | 19.7 ^{OD} | 87.9 a |
| | 35 mM NaCl | 42.8 | 229.5 b | 33.4 | 22.2 | 78.0 b |
| Kuş | Kontrol | 34.4 ^{OD} | 469.0 ^{OD} | 30.9 ^{OD} | 23.1 ^{OD} | 81.3 ^{OD} |
| Kirazı | 35 mM NaCl | 33.6 | 444.0 | 31.0 | 24.5 | 76.4 |

Aşılı bitkilerde iki yılın ortalama verileri incelendiğinde, 1 aylık tuz uygulamasının bazı fizyolojik özelliklerde istatistiki olarak önemsiz seviyede farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. SPAD değeri incelendiğinde, tuz uygulaması ile 0900/MaxMa14’de en fazla azalmanın (%13) meydana geldiği tespit edilmiştir. Stoma iletkenliğinde tuz uygulaması sonucunda fidanlardaki azalma anaçlarda belirlenen kadar düşük bulunmamıştır. Tuz uygulaması sonucunda 0900/MaxMa14’ün stoma iletkenliğinde %19’luk bir azalma belirlenmiştir.

Yaprak sıcaklığına bakıldığında, tuz uygulamasının etkisinin üç anaç üzerine aşılı 0900 bitkilerinde çok sınırlı kaldığı görülmektedir. Ayrıca membran geçirgenliği ve YOSİ de istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (ortalama)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 36.5 ^{OD} | 198.1 ^{OD} | 31.4 ^{OD} | 22.7 ^{OD} | 76.0 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.4 | 182.6 | 31.4 | 26.6 | 66.7 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 32.9 ^{OD} | 241.0 ^{OD} | 31.5 ^{OD} | 21.9 ^{OD} | 73.2 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 28.5 | 196.3 | 31.9 | 30.9 | 68.7 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 34.1 ^{OD} | 259.3 ^{OD} | 28.7 ^{OD} | 22.9 ^{OD} | 77.4 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 31.7 | 221.3 | 28.1 | 26.0 | 65.9 |

4.1.2.2.Bitkilerin 4 Aylık Tuz Stresine Verdiği Tepkiler

Tuz uygulamalarının fizyolojik özelliklere etkisi anaçlara göre değişmekle birlikte 1 aylık sonuçlarda farklar çok net ortaya çıkmamasına karşın, 4 aylık sonuçlarda daha açık bir şekilde ortaya çıktığı görülmektedir. Birinci yıl SPAD değeri bakımından sadece kuş kirazında yapılan tuz uygulamasının etkisi istatistiki olarak önemli olurken, diğer iki anaçta tuzun etkisi önemsiz bulunmuştur. Kuş kirazında tuzun SPAD değeri üzerine etkisi%35 düzeyinde belirlenmiştir. Stoma iletkenliğinin tuz uygulamasından

istatistiki olarak önemli seviyede etkilenmediği tespit edilmekle beraber azalmaların olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Tuz uygulamasıyla membran geçirgenliği artışı CAB-6P ve kuş kirazı anaçlarında istatistiki olarak önemli bulunmuş ve artış sırasıyla %58.6 ve 64.2 olarak gerçekleşmiştir. Yaprak oransal su içeriği üç anaçta da tuz uygulamasından önemli derecede etkilenmemiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (1. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|-------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 49.3 ^{OD} | 529.7 ^{OD} | 34.2 ^{OD} | 18.6 b | 88.3 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 41.8 | 488.8 | 34.7 | 29.5 a | 83.1 |
| MaxMa14 | Kontrol | 44.9 ^{OD} | 422.3 ^{OD} | 33.5 ^{OD} | 17.3 ^{OD} | 91.9 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 40.4 | 379.7 | 33.3 | 20.8 | 87.6 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 38.6 a | 677.8 ^{OD} | 34.5 ^{OD} | 16.5 b | 81.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 25.2 b | 638.0 | 34.8 | 27.1 a | 78.9 |

İlk yılda aşılı bitkiler incelendiğinde, tuz stresinin 4 ay boyunca devam ettirildiği uygulamalarda fizyolojik özelliklerde yaprak sıcaklığı hariç diğer özelliklerde anaçlara göre değişmekle beraber meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. SPAD değeri MaxMa 14 (41.7'den 32.9'a) ve kuş kirazına (38.1'den 27.4'e) aşılı 0900'de tuzluluk ile istatistiki olarak önemli derece azalırken, CAB-6P'ye aşılı 0900'de meydana gelen azalma önemsiz bulunmuştur. Stoma iletkenliğinin SPAD değerinde olduğu gibi tuz uygulaması ile 0900/MaxMa14 ve 0900/kuş kirazında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklara sebep olduğu görülmektedir. Stoma iletkenliği incelendiğinde, tuz uygulanan bitkilerdeki azalış birbirlerine benzer olmakla birlikte, en az düşüş 0900/CAB-6P'de (%11) belirlenmiştir.

Fidanlarda membran geçirgenliği dikkate alındığında, CAB-6P anacı üzerine aşılı 0900'de önemli bir artış olmamasına rağmen, tuz stresine maruz bırakılan 0900/MaxMa14 ve 0900/kuş kirazında kontrol grubuna kıyasla belirlenen artışlar önemli bulunmuştur. Membran geçirgenliği tuz uygulanan 0900/MaxMa 14'de kontrol grubuna göre %62.8 artarken, 0900/kuş kirazında kontrol grubuna göre %57.7 artış belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, 0900/CAB-6P ve 0900/MaxMa14'de istatistik olarak önemli seviyede azalmanın olduğu, 0900/kuş kirazında ise azalmanın önemsiz kaldığı tespit edilmiştir. (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (1. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|--------------------|-------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 36.9 ^{OD} | 357.7 ^{OD} | 34.9 ^{OD} | 26.1 ^{OD} | 94,1 a |
| | 35 mM NaCl | 31.2 | 317.9 | 34.7 | 35.4 | 85,8 b |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 41.7 a | 444.3 a | 34.4 ^{OD} | 23.2 b | 82,7 a |
| | 35 mM NaCl | 32.9 b | 373.1 b | 35.2 | 37.8 a | 80,7 b |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 38.1 a | 574.9 a | 35.2 ^{OD} | 20.6 b | 76,7 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 27.4 b | 479.9 b | 35.0 | 32.5 a | 75,7 |

İkinci yılda tuz uygulamalarının SPAD değerlerini her 3 anaçta da kontrole göre önemli derecede azalttığı görülmüştür. Öte yandan ikinci yılda tuz uygulamasının MaxMa14 anacının stoma iletkenliği ve membran geçirgenliğine etkisi önemsiz bulunmuştur. SPAD değerinin CAB-6P’de 47.8’den 39.7’ye, MaxMa 14’de 47.5’den 41.4’e ve kuş kirazında 40.2’den 32.5’e düştüğü belirlenmiştir.

Stoma iletkenliği incelendiğinde, CAB-6P ve kuş kirazı istatistiki olarak önemli etkilenmiştir. Tuz stresi sonucunda CAB-6P anacında %15’lik azalma yaşanırken bu oran kuş kirazında %13 olarak belirlenmiştir. Yaprak sıcaklığına bakıldığında, tuz uygulaması sonucunda artış olmakla beraber tuzun etkisi önemsiz bulunmuştur.

İkinci yılda anaçlar membran geçirgenliği bakımından incelendiğinde, tuz uygulaması sonucunda en fazla kuş kirazında artış (%50) gerçekleşmiş bunu CAB-6P (%35) takip etmiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, tuzun önemli etkisinin yalnız CAB-6P’de olduğu, diğer iki anaçta etkinin önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (2. yıl)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|---------------|-------------|--------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 47.8 a | 618.6 a | 33.6 ^{OD} | 18.4 b | 89.2 a |
| | 35 mM NaCl | 39.7 b | 526.3 b | 34.2 | 24.8 a | 83.5 b |
| MaxMa14 | Kontrol | 47.5 a | 525.7 ^{OD} | 33.1 ^{OD} | 20.9 ^{OD} | 87.2 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 41.4 b | 458.3 | 33.3 | 22.2 | 83.8 |
| Kuş Kirazı | Kontrol | 40.2 a | 706.0 a | 34.5 ^{OD} | 17.9 b | 85.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.5 b | 615.6 b | 34.8 | 26.7 a | 79.9 |

İkinci yılda 1 ay tuz stresine maruz bırakılan aşılı bitkilerde incelenen fizyolojik özelliklerde önemli derecede farklar meydana gelmezken, tuz stresinin 4 ay boyunca uygulandığı aşılı bitkilerde incelenen bu fizyolojik özelliklerde anaçlara bağlı olarak

istatistiksel olarak önemli değişimlerin olduğu görülmüştür. SPAD değeri üç anaç üzerine aşılı 0900 bitkilerinde tuz uygulamasından önemli derece etkilenmiş ve tuzluluk ile SPAD değerinin azaldığı bulunmuştur. Stoma iletkenliğinde ise, tuz uygulanan bitkilerde kontrole kıyasla en fazla 0900/kuş kirazında azalma (%21) gerçekleşmiş ve bunu 0900/CAB-6P fidanı (%20) takip etmiştir.

Kuş kirazına aşılı 0900 hariç diğer iki anaca aşılı 0900'de tuz uygulaması ile membran geçirgenliğinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Membran geçirgenliğinde olduğu gibi YOSİ 0900/CAB-6P ve 0900/MaxMa14'de tuz uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (2. yıl)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|-----------------|-------------|--------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 39.1 a | 509.0 a | 33.8 ^{OD} | 25.3 b | 90.6 a |
| | 35 mM NaCl | 32.9 b | 407.8 b | 34.5 | 32.5 a | 84.4 b |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 42.6 a | 521.3 ^{OD} | 34.8 ^{OD} | 22.3 b | 82.4 a |
| | 35 mM NaCl | 36.5 b | 467.7 | 35.3 | 36.5 a | 80.6 b |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 43.0 a | 648.8 a | 34.3 ^{OD} | 22.1 ^{OD} | 78.0 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 34.2 b | 514.5 b | 34.7 | 31.2 | 76.7 |

İki yılın ortalama verilerinde anaçlar SPAD değeri bakımından incelendiğinde, ikinci yılın verilerinde olduğu gibi tuz uygulaması 3 anaçta da istatistiksel olarak önemli farklılıklara sebep olduğu görülmektedir. Tuz uygulanan MaxMa14'te kontrol grubuna göre az bir düşüş (%11) belirlenirken, kuş kirazında kontrolde 39.4'ten 28.9'a düştüğü tespit edilmiştir. Stoma iletkenliğinde ise, tuzlulukla azalmalar olmasına rağmen hiçbir anaçta tuzun etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Membran geçirgenliğinde, tuz uygulanan CAB-6P ve kuş kirazı anaçlarında kontrol grubuna göre önemli bir artış (sırasıyla %47 ve 56) belirlenirken MaxMa 14 anacında artış önemsiz bulunmuştur. Yaprak oransal su içeriğinde ise, tuz uygulaması YOSİ'yi istatistiksel olarak önemli derecede sadece CAB-6P'de etkilemiş, MaxMa 14 ve kuş kirazı anaçlarında etki önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.23.Uygulamaların anaçların fizyolojik özelliklerine etkileri (ortalama)

| Anaçlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|----------------|-------------------|--------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| CAB-6P | Kontrol | 48.5 a | 553.7 ^{OD} | 33.9 ^{OD} | 18.5 b | 88.7 a |
| | 35 mM NaCl | 40.8 b | 528.0 | 34.5 | 27.2 a | 83.3 b |
| MaxMa14 | Kontrol | 46.2 a | 474.0 ^{OD} | 33.3 ^{OD} | 19.1 ^{OD} | 89.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 40.9 b | 419.0 | 33.3 | 21.5 | 85.7 |
| Kuş | Kontrol | 39.4 a | 672.0 ^{OD} | 34.5 ^{OD} | 17.2 b | 83.6 ^{OD} |
| Kirazı | 35 mM NaCl | 28.9 b | 646.7 | 34.8 | 26.9 a | 79.4 |

Aşılı bitkilerde iki yılın ortalama verileri incelendiğinde, 4 aylık tuz uygulamasının yaprak sıcaklığı ve YOSİ üzerine etkisi üç anaç üzerine aşılı 0900'de istatistiki olarak önemsiz olurken, diğer özelliklerde tuzun etkisi anaçlara bağlı olarak önemli bulunmuştur. Dört aylık tuz uygulaması sonucunda SPAD değerinde önemli derecede azalma 0900/MaxMa 14'de belirlenmiş, buna karşılık diğer anaçlar üzerine aşılı 0900'deki azalma önemsiz olmuştur. Stoma iletkenliği kontrol ve tuz uygulamasında 0900/kuş kirazında sırasıyla 611.9 ve 497.2 mmol m⁻²s⁻¹ ve 0900/MaxMa 14'de sırasıyla 483 ve 420 mmol m⁻²s⁻¹ olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Yaprak sıcaklığı incelendiğinde, iki yılda da olduğu gibi tuz uygulamasının etkisi üç anaç üzerine aşılı 0900 bitkilerinde sınırlı kaldığı Çizelge 4.24'te görülmektedir. İki yılın ortalama verilerinde, fidanlar membran geçirgenliği bakımından incelendiğinde, en yüksek artış %64 ile 0900/MaxMa 14'te olmuştur ve bunu %50'lik artışla 0900/kuş kirazı takip etmiştir. Yaprak oransal su içeriği incelendiğinde ise, tuz uygulamasının etkisi üç anaç üzerine aşılı 0900 bitkilerinde önemsiz kalmıştır.

Çizelge 4.24.Uygulamaların fidanların fizyolojik özelliklerine etkileri (ortalama)

| Fidanlar | Uygulamalar | SPAD | Stoma İletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | Yaprak Sıcaklığı (°C) | Membran Geçirgenliği (%) | YOSİ (%) |
|----------------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 0900/CAB-6P | Kontrol | 38.0 ^{OD} | 433.3 ^{OD} | 34.4 ^{OD} | 25.7 ^{OD} | 92.4 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 32.1 | 362.9 | 34.6 | 33.9 | 85.1 |
| 0900/MaxMa14 | Kontrol | 42.2 a | 482.8 a | 34.6 ^{OD} | 22.7 b | 82.6 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 34.7 b | 420.4 b | 35.2 | 37.2 a | 80.6 |
| 0900/Kuş Kirazı | Kontrol | 40.5 ^{OD} | 611.9 a | 34.8 ^{OD} | 21.3 ^{OD} | 77.3 ^{OD} |
| | 35 mM NaCl | 30.8 | 497.2 b | 34.9 | 31.9 | 76.2 |

4.1.3.Moleküler Tepkiler

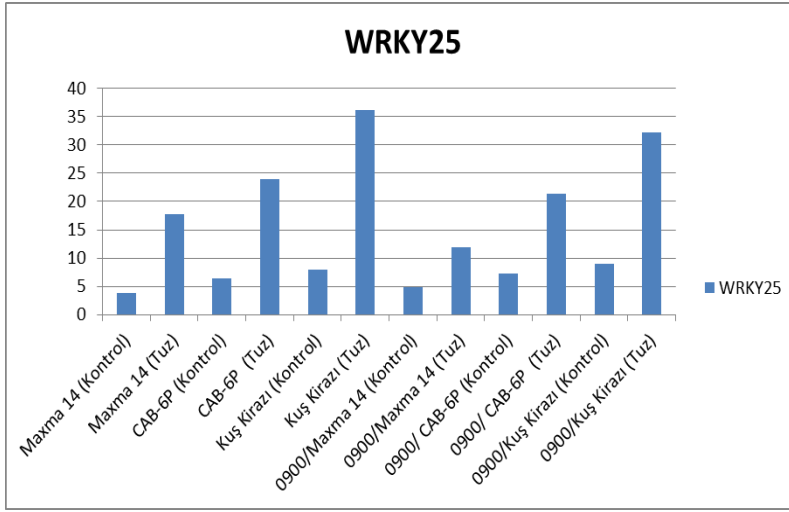
Dört aylık tuz stresine maruz bırakılan kiraz anaç ve fidanlarında *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerinin ifade seviyeleri incelenmiştir (Çizelge 4.25, 4.26 ve 4.27). Tuz uygulamalarının moleküler özelliklere etkisi anaçlara göre farklılık göstermekle birlikte, 4 aylık tuz stresi *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerinin ifade seviyelerinde büyük oranda artışlara sebep olmuştur.

Çalışmanın birinci yılında anaçlar incelendiğinde, kontrole göre *WRKY25* geninin ifade seviyesinde en fazla artış gösteren anaçlar MaxMa14 ve kuş kirazı (4.5 kat) olmuştur. *WRKY33* geninin ifade seviyesinde tuz uygulaması sonucunda MaxMa14 ve kuş kirazı 5.9 kat artış gösterirken, CAB-6P anacında 5.6 kat artış belirlenmiştir. Tuz uygulaması ile *WRKY38* geninin ifade seviyesinin artışı MaxMa14 anacında oldukça yüksek (16.9 kat) bulunmuştur.

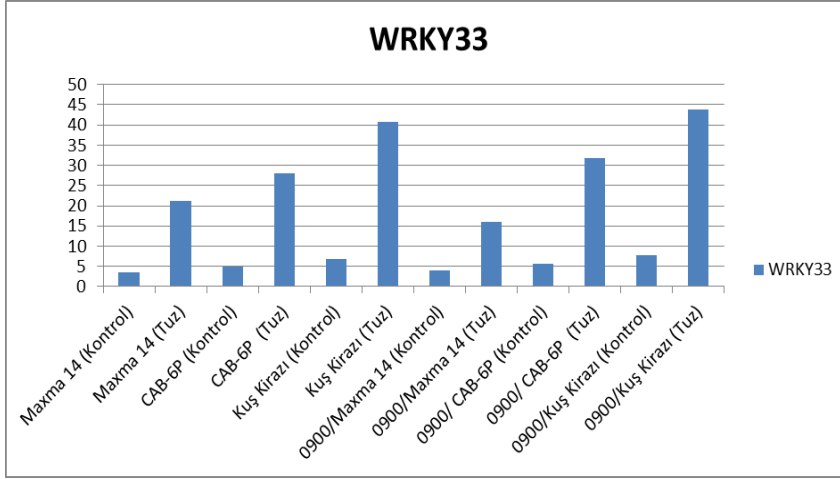
Aşılı fidanlar kendi aralarında değerlendirildiğinde, tuz uygulaması sonucunda 0900/kuş kirazında kontrol grubuna kıyasla *WRKY25* gen ifade seviyesinde %3.6'lık bir artış belirlenmiştir. *WRKY33* geninin ifade seviyesi incelendiğinde, MaxMa14'e aşılı 0900'de diğer aşılı fidanlara kıyasla tuz uygulaması sonucunda daha az bir artış (3.9 kat) gerçekleşmiştir. Kuş kirazına aşılı 0900 bitkisinde tuz uygulaması sonucunda *WRKY38* geninin ifade seviyesinde diğer aşılı bitkilere kıyasla oldukça fazla bir artış (4.8) meydana gelmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25.Uygulamaların *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerinin ifadelerine etkileri (1. yıl)

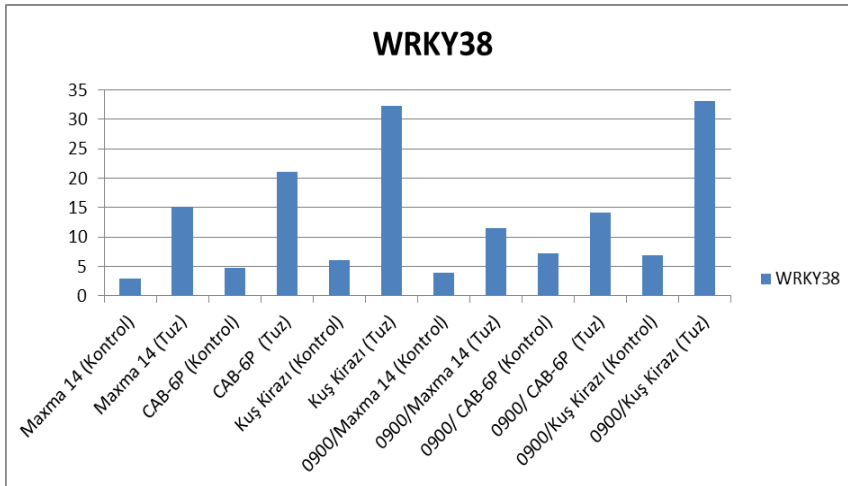
| Uygulamalar | Oransal ifade seviyeleri±standart hata | | |
|-------------------------------------|--|---------------|---------------|
| | <i>WRKY25</i> | <i>WRKY33</i> | <i>WRKY38</i> |
| Maxma 14 (Kontrol) | 3.9±0.1 | 3.6±0.2 | 2.9±0.1 |
| CAB-6P (Kontrol) | 6.4±0.2 | 5.0±0.2 | 4.7±0.2 |
| Kuş Kirazı (Kontrol) | 7.9±0.5 | 6.9±0.4 | 6.1±0.5 |
| 0900/Maxma 14 (Kontrol) | 4.8±0.3 | 4.1±0.3 | 4.0±0.3 |
| 0900/ CAB-6P (Kontrol) | 7.2±0.3 | 5.7±0.2 | 7.2±0.7 |
| 0900/Kuş Kirazı (Kontrol) | 8.9±0.6 | 7.8±0.5 | 6.9±0.4 |
| Maxma 14 (35mM NaCl) | 17.7±0.8 | 21.1±0.7 | 15.2±0.9 |
| CAB-6P (35mM NaCl) | 23.9±1.1 | 27.9±1.3 | 21.1±1.1 |
| Kuş Kirazı (35mM NaCl) | 36.1±1.2 | 40.8±1.4 | 32.3±1.3 |
| 0900/Maxma 14 (35mM NaCl) | 11.9±0.8 | 15.9±0.9 | 11.5±0.8 |
| 0900/ CAB-6P (35mM NaCl) | 21.3±1.0 | 31.8±1.2 | 14.1±0.8 |
| 0900/Kuş Kirazı (35 mM NaCl) | 32.2±1.1 | 43.9±1.5 | 33.2±1.4 |



Şekil 4.13. WRKY25 geninin ifade seviyesinin grafiği (1. yıl)



Şekil 4.14. WRKY33 geninin ifade seviyesinin grafiği (1. yıl)



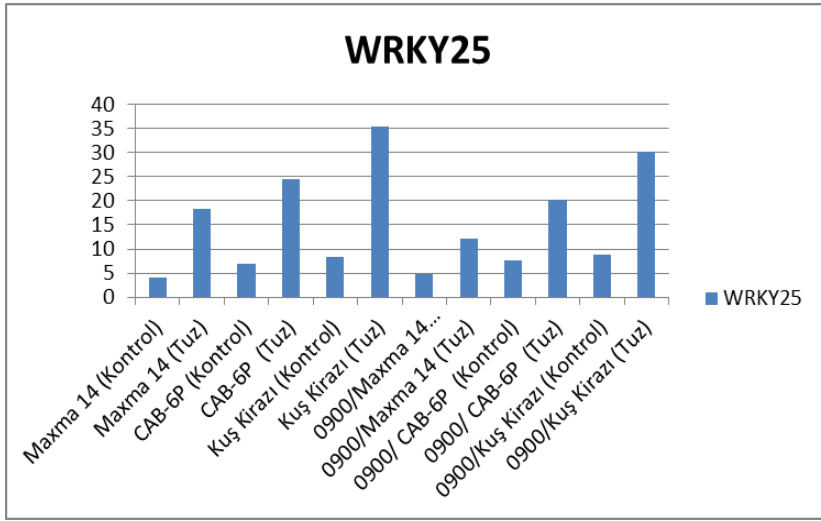
Şekil 4.15. WRKY38 geninin ifade seviyesinin grafiği (1. yıl)

İkinci yılda 4 aylık tuz uygulaması hem anaçlarda hem de aşılı bitkilerde genlerin ifade seviyelerinde büyük farklılıklara neden olmuştur. Anaçlarda kontrole göre *WRKY25* geninin ifade seviyesinde en fazla artış MaxMa14'te (4.5 kat) belirlenmiştir. *WRKY33* geninin ifade seviyesi bakımından tuz uygulamasının en fazla artışı kuş kirazında yaptığı ve 5.8 kat artış olduğu belirlenmiştir. *WRKY38* genin ifadesi incelendiğinde, MaxMa14'de kontrole göre tuz uygulamasında en büyük artış meydana gelmiş ve kontrolde 3.1 olan ifade seviyesi tuz uygulamasında 15.8'e yükselmiştir.

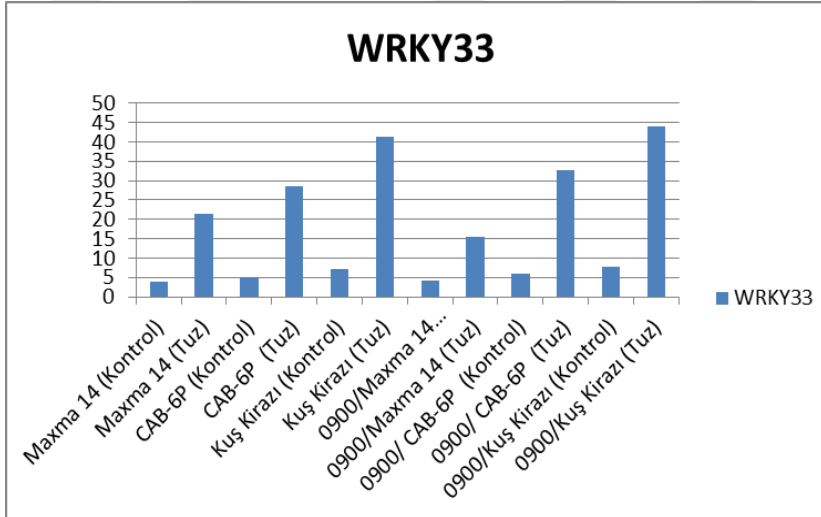
Dört aylık tuz uygulamasının aşılı bitkilerde gen ifadesi üzerine etkileri incelendiğinde, tuz uygulaması ile genlerin ifade seviyelerindeki artış anaçlardaki yükselişlerden daha az olduğu belirlenmiştir. Tuz stresi sonucunda *WRKY25* geninin ifade seviyesindeki artış en fazla kuş kirazına aşılı 0900'de (3.5 kat) bulunmuştur. Aşılı bitkilerde *WRKY33* gen ifade seviyesi incelendiğinde, tuz uygulanan 0900/MaxMa14'te kontrol grubuna göre 3.7 kat artış belirlenirken, diğer anaçlara aşılı 0900'de yaklaşık 5.5 kat artış tespit edilmiştir. *WRKY38* ifade seviyesi incelendiğinde ise, tuz uygulaması ile 0900/CAB-6P'de 2.1 artış gerçekleşirken, 0900/kuş kirazında 4.8 kat artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Uygulamaların *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerinin ifadelerine etkileri (2. yıl)

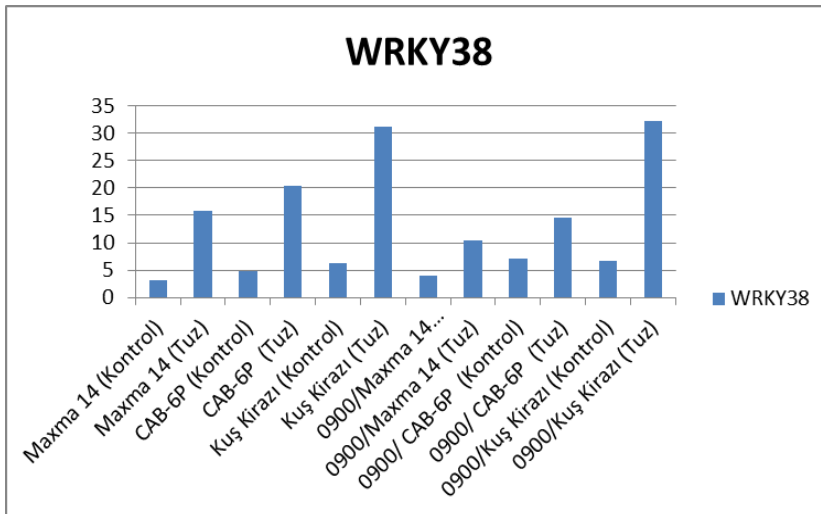
| Uygulamalar | Genlerin oransal ifade seviyeleri±standart hata | | |
|------------------------------------|---|---------------|---------------|
| | <i>WRKY25</i> | <i>WRKY33</i> | <i>WRKY38</i> |
| Maxma 14 (Kontrol) | 4.1±0.2 | 3.8±0.2 | 3.1±0.1 |
| CAB-6P (Kontrol) | 6.9±0.3 | 5.1±0.1 | 4.9±0.3 |
| Kuş Kirazı (Kontrol) | 8.4±0.5 | 7.2±0.5 | 6.2±0.6 |
| 0900/Maxma 14 (Kontrol) | 4.9±0.3 | 4.2±0.4 | 3.9±0.4 |
| 0900/ CAB-6P (Kontrol) | 7.6±0.4 | 5.9±0.1 | 7.1±0.6 |
| 0900/Kuş Kirazı (Kontrol) | 8.7±0.5 | 7.9±0.4 | 6.7±0.4 |
| Maxma 14 (35mM NaCl) | 18.3±0.9 | 21.4±0.8 | 15.8±0.8 |
| CAB-6P (35mM NaCl) | 24.5±1.1 | 28.5±1.2 | 20.4±1.2 |
| Kuş Kirazı (35mM NaCl) | 35.3±1.4 | 41.4±1.3 | 31.2±1.3 |
| 0900/Maxma 14 (35mM NaCl) | 12.2±0.9 | 15.4±0.9 | 10.5±0.7 |
| 0900/ CAB-6P (35mM NaCl) | 20.3±1.1 | 32.6±1.1 | 14.6±0.9 |
| 0900/Kuş Kirazı (35mM NaCl) | 30.2±1.2 | 44.1±1.4 | 32.3±1.5 |



Şekil 4.16. WRKY25 geninin ifade seviyesinin grafiği (2. yıl)



Şekil 4.17. WRKY33 geninin ifade seviyesinin grafiği (2. yıl)



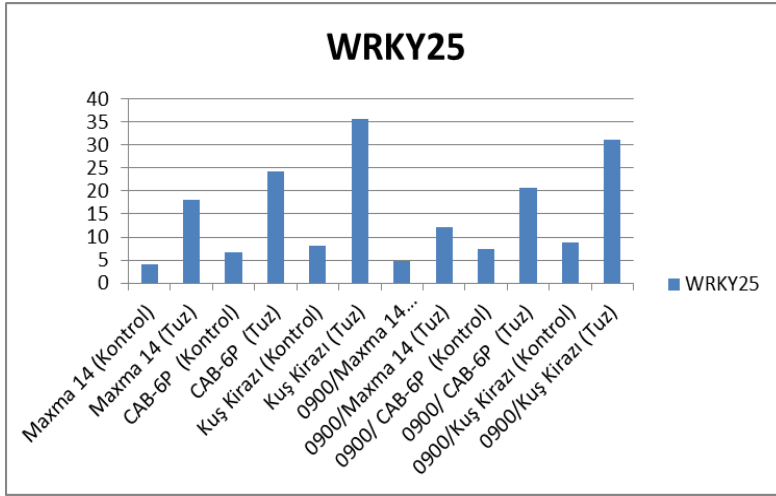
Şekil 4.18. WRKY38 geninin ifade seviyesinin grafiği (2. yıl)

İki yılın ortalama verileri incelendiğinde, *WRKY25* geninin ifade seviyesinde tuz stresine maruz bırakılan anaçlarda kontrole kıyasla en fazla artış kuş kirazında (4.4 kat) belirlenmiş olup bunu MaxMa14 anacı (4.3 kat) izlemiştir. Tuz uygulaması sonucunda *WRKY33* ifade seviyelerinin artışı anaçlar arasında birbirlerine benzer oranda olup tuz uygulanan MaxMa14, CAB-6P ve kuş kirazı anaçlarında kontrollerine kıyasla sırasıyla 5.7, 5.6 ve 5.8 kat artış belirlenmiştir. *WRKY38* gen ifadesi anaçlar arasında değerlendirildiğinde, en fazla artış MaxMa14 ve kuş kirazında (5.2 kat) olduğu Çizelge 4.27'de görülmektedir.

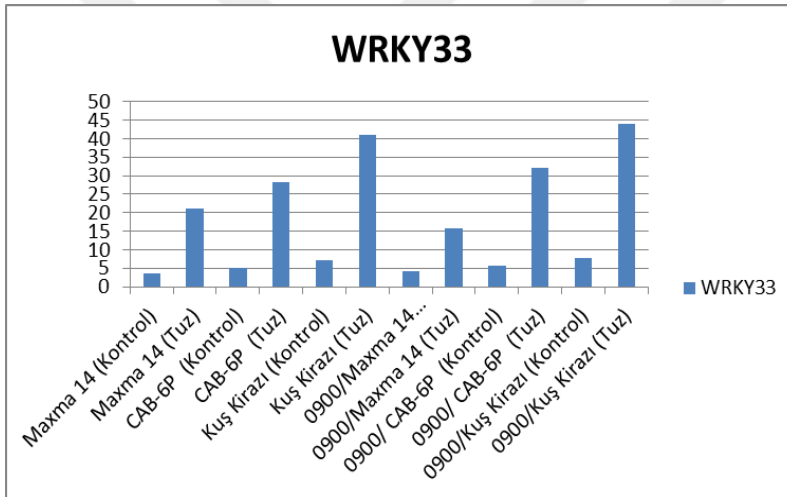
Tuz uygulaması sonucunda genlerin ifade seviyeleri aşılı bitkiler arasında değerlendirildiğinde, *WRKY25* geninin ifade seviyesi en fazla 3.5 kat artış ile kuş kirazına aşılı 0900 bitkisinde belirlenmiştir. *WRKY33* gen ifade seviyesi bakımından tuz uygulaması sonucunda en fazla artış 5.6 kat yükselme ile 0900/CAB-6P ve 0900/kuş kirazı bitkilerinde bulunmuştur. *WRKY38* geninin ifade seviyesi tuz stresi sonucunda MaxMa14, CAB-6P ve kuş kirazına aşılı 0900 bitkisinde kontrollerine kıyasla sırasıyla 2.8, 2 ve 4.8 kat artış göstermiştir.

Çizelge 4.27. Uygulamaların *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* genlerinin ifadelerine etkileri (Ortalama)

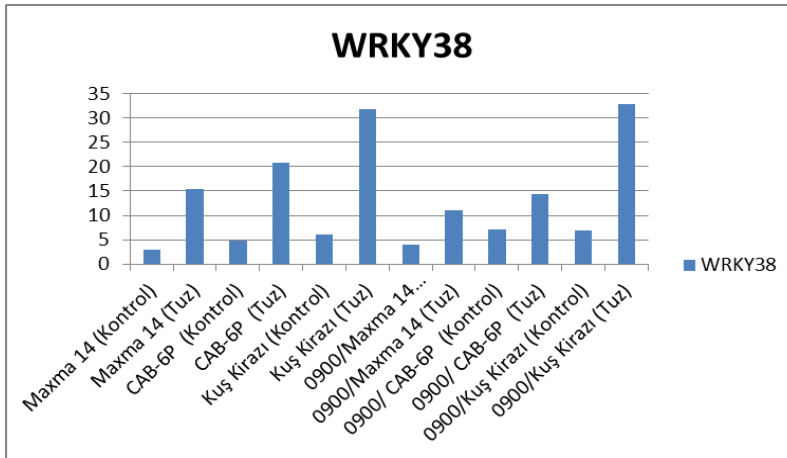
| Uygulamalar | Genlerin oransal ifade seviyeleri±standart hata | | |
|------------------------------------|---|---------------|---------------|
| | <i>WRKY25</i> | <i>WRKY33</i> | <i>WRKY38</i> |
| Maxma 14 (Kontrol) | 4.15±0.1 | 3.7±0.2 | 3.00±0.1 |
| CAB-6P (Kontrol) | 6.65±0.2 | 5.05±0.1 | 4.8±0.2 |
| Kuş Kirazı (Kontrol) | 8.15±0.5 | 7.05±0.4 | 6.15±0.5 |
| 0900/Maxma 14 (Kontrol) | 4.85±0.3 | 4.15±0.3 | 3.95±0.3 |
| 0900/ CAB-6P (Kontrol) | 7.4±0.3 | 5.8±0.1 | 7.15±0.6 |
| 0900/Kuş Kirazı (Kontrol) | 8.8±0.6 | 7.9±0.5 | 6.8±0.4 |
| Maxma 14 (35mM NaCl) | 18.00±0.8 | 21.25±0.7 | 15.5±0.8 |
| CAB-6P (35mM NaCl) | 24.2±1.1 | 28.2±1.2 | 20.75±1.1 |
| Kuş Kirazı (35mM NaCl) | 35.7±1.3 | 41.1±1.3 | 31.75±1.3 |
| 0900/Maxma 14 (35mM NaCl) | 12.05±0.8 | 15.65±0.9 | 11.00±0.7 |
| 0900/ CAB-6P (35mM NaCl) | 20.8±1.0 | 32.2±1.1 | 14.35±0.8 |
| 0900/Kuş Kirazı (35mM NaCl) | 31.2±1.2 | 44.0±1.5 | 32.8±1.5 |



Şekil 4.19. WRKY25 geninin ifade seviyesinin grafiği (ortalama)



Şekil 4.20. WRKY33 geninin ifade seviyesinin grafiği (ortalama)



Şekil 4.21. WRKY38 geninin ifade seviyesinin grafiği (ortalama)

Moleküler analizler sonucunda, her iki yılda da gerek kontrol gerekse tuz uygulanan bitkiler dikkate alındığında, hem kuş kirazı anacının hem de kuş kirazına aşılı 0900 Ziraat bitkilerinin üç *WRKY* geninin ifadesi bakımından diğer iki anaçtan daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Böylece kuş kirazı anacında üç *WRKY* geninin ifadesinin yüksek olmasının yanı sıra, üzerine aşılı bitkilere de bu özelliğini yansıttığı görülmektedir.

4.1.4.İncelenen Parametreler Arasındaki İlişkiler

Tuz uygulaması sonucunda bitkilerin morfolojik ve fizyolojik ölçümleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi yapılarak belirlenmiş ve Çizelge 4.28 ve 4.29'da verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde morfolojik ve fizyolojik unsurları arasında pozitif ve negatif korelasyonlar olduğu görülmektedir. Anaçların değerleri incelendiğinde, SPAD değeri ile anaç çapı ($r=0.762$, $p\leq 0.01$), sürgün çapı ($r=0.655$, $p\leq 0.01$), sürgün uzunluğu ($r=0.680$, $p\leq 0.01$) arasında pozitif korelasyonlar belirlenirken, büyüme oranı ($r=-0.593$, $p\leq 0.01$) arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Buna karşı olarak stoma iletkenliği ile anaç çapı ($r=-0.692$, $p\leq 0.01$), sürgün çapı ($r=-0.637$, $p\leq 0.01$), sürgün uzunluğu ($r=-0.499$, $p\leq 0.05$) arasında negatif korelasyonlar belirlenirken, büyüme oranı ($r=0.571$, $p\leq 0.01$) ve kuru kök kuru sürgün oranı (0.688) arasında pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir. Çalışmada yaprak sıcaklığı ve membran geçirgenliği ile morfolojik parametreler arasında belirlenen pozitif ve negatif korelatif ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca, SPAD değerlerindeki korelasyonlara benzer şekilde, yaprak oransal su içeriği ile anaç çapı ($r=0.680$, $p\leq 0.01$), sürgün çapı ($r=0.763$, $p\leq 0.01$), sürgün uzunluğu ($r=0.772$, $p\leq 0.01$) arasında pozitif korelasyonlar belirlenirken, büyüme oranı ($r=-0.577$, $p\leq 0.05$) ve kuru kök kuru sürgün oranı ($r=-0.479$, $p\leq 0.05$) arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Anaçların morfolojik ve fizyolojik parametreleri arasındaki ilişkiler

| | Anaç Çapı | Sürgün Çapı | Sürgün Uzunluğu | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|-----------------------------|-----------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| SPAD | 0.762** | 0.655** | 0.680** | -0.593** | -0.413 |
| Stoma İletkenliği | -0.692** | -0.637** | -0.499* | 0.571* | 0.688** |
| Yaprak Sıcaklığı | -0.206 | -0.061 | -0.138 | 0.022 | 0.086 |
| Membran Geçirgenliği | -0.187 | -0.224 | -0.303 | -0.069 | -0.2 |
| YOSİ | 0.680** | 0.763** | 0.772** | -0.577* | -0.479* |

* $p\leq 0.05$ seviyesinde önemli, ** $p\leq 0.01$ seviyesinde önemli

Fidanların değerlerine bakıldığında, SPAD değeri ile anaç çapı ($r=0.677$, $p\leq 0.01$), sürgün uzunluğu ($r=0.560$, $p\leq 0.05$) ve büyüme oranı ($r=0.643$, $p\leq 0.01$) arasında pozitif korelatif ilişkiler belirlenmiştir. Stoma iletkenliği ile büyüme oranı ($r=0.758$, $p\leq 0.01$) arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Yaprak sıcaklığı ile morfolojik parametreler arasında belirlenen pozitif ve negatif korelatif ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Membran geçirgenliği incelendiğinde ise büyüme oranı ($r=-0.546$, $p\leq 0.05$) ile arasında negatif korelasyon görülmektedir. Yaprak oransal su içeriğinde ise kuru kök kuru sürgün oranı ($r=0.593$, $p\leq 0.01$) arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Fidanların morfolojik ve fizyolojik parametreleri arasındaki ilişkiler

| | Anaç Çapı | Sürgün Çapı | Sürgün Uzunluğu | Büyüme Oranı | Kuru kök/sürgün |
|-----------------------------|-----------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| SPAD | 0.607** | 0.341 | 0.560* | 0.643** | 0.264 |
| Stoma İletkenliği | 0.099 | -0.23 | -0.062 | 0.758** | -0.12 |
| Yaprak Sıcaklığı | -0.319 | 0.022 | -0.307 | -0.015 | -0.082 |
| Membran Geçirgenliği | -0.31 | -0.248 | -0.2 | -0.546* | -0.397 |
| YOSİ | 0.328 | 0.264 | 0.199 | -0.193 | 0.593** |

* $p\leq 0.05$ seviyesinde önemli, ** $p\leq 0.01$ seviyesinde önemli

Uygulamalara göre *wrky* genlerinin ifade seviyeleri ile fizyolojik parametreler arasında belirlenen negatif ve pozitif korelasyonlar Çizelge 4.30 ve 4.31’de verilmiştir. Anaçların korelasyon değerleri incelendiğinde, 3 genin de (*WRKY25*, 33 ve 38) ifade seviyesi ile SPAD (sırasıyla $r=-0.862$, $p\leq 0.05$; $r=-0.848$, $p\leq 0.05$ ve $r=-0.864$, $p\leq 0.05$) ve yaprak oransal su içeriği (sırasıyla $r=-0.869$, $p\leq 0.05$; $r=-0.850$, $p\leq 0.01$ ve $r=-0.864$, $p\leq 0.05$) arasında negatif korelatif ilişkiler olduğu ve membran geçirgenliği arasında (sırasıyla $r=0.914$, $p\leq 0.01$; $r=0.924$, $p\leq 0.01$ ve $r=0.912$, $p\leq 0.01$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Stoma iletkenliği ve yaprak sıcaklığı ile genlerin ifade seviyeleri arasında belirlenen pozitif korelatif ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.30. Anaçların moleküler ve fizyolojik parametreleri arasındaki ilişkiler

| | SPAD | Stoma İletkenliği | Yaprak Sıcaklığı | Membran Geçirgenliği | YOSİ |
|---------------|---------|-------------------|------------------|----------------------|---------|
| WRKY25 | -0.862* | 0.23 | 0.596 | 0.914* | -0.869* |
| WRKY33 | -0.848* | 0.174 | 0.554 | 0.924** | -0.850* |
| WRKY38 | -0.864* | 0.222 | 0.584 | 0.912* | -0.864* |

* $p\leq 0.05$ seviyesinde önemli, ** $p\leq 0.01$ seviyesinde önemli

Fidanların korelasyon değerleri incelendiğinde, 3 genin de (*WRKY25*, *33* ve *38*) ifade seviyesi ile SPAD (sirasıyla $r=-0.901$, $p\leq 0.05$; $r=-0.919$, $p\leq 0.01$ ve $r=-0.830$, $p\leq 0.05$) arasında negatif korelatif ilişki olduğu belirlenmiştir. Stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, membran geğirgenliği ve YOSİ ile genlerin ifade seviyeleri arasında belirlenen pozitif ve negatif korelatif ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.31. Fidanların moleküler ve fizyolojik parametreleri arasındaki ilişkiler

| | SPAD | Stoma İletkenliği | Yaprak Sıcaklığı | Membran Geğirgenliği | YOSİ |
|----------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|
| <i>WRKY25</i> | -0.901* | -0.182 | 0.292 | 0.578 | -0.426 |
| <i>WRKY33</i> | -0.919** | -0.268 | 0.286 | 0.629 | -0.398 |
| <i>WRKY38</i> | -0.830* | -0.065 | 0.336 | 0.504 | -0.464 |

* $p\leq 0.05$ seviyesinde önemli, ** $p\leq 0.01$ seviyesinde önemli

4.2.Tartışma

4.2.1.Morfolojik ve Fizyolojik Tepkiler

Çalışmada, 35 mM NaCl tuz solüsyonu uygulanan farklı kiraz anaç ve bu anaçlar üzerine aşılı 0900 Ziraat bitkilerinin verdiği morfolojik, fizyolojik ve moleküler tepkiler incelenmiştir. Bitkilerin vejetatif gelişimleri NaCl solüsyonu ile azalmış ve tuz toksisitesinin bir belirtisi olan yaprak yanıklığı 1 aylık tuz uygulaması sonucunda görülmemiş olup 4 aylık uygulama sonucunda ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz verilere göre kiraz anaç ve fidanlarının kısa süreli tuz uygulamasında belirgin stres belirtilerinin ortaya çıkmadığı görülmektedir.

Tuz stresi sonucunda bitki büyümesinde gerilemeler görülmektedir (Yin ve ark., 2010)ve odunsu bitkilerde bu büyümedeki azalmalar anaçlara bağlı olarak değişmektedir (Maas, 1993). Yapılmış birçok çalışma tuz stresinin ılıman iklim meyve ağaçlarında büyüme azalttığını göstermiştir (Massai ve ark., 2004; Sotiropoulos ve ark., 2006; Najafian ve ark., 2008; Yin ve ark., 2010). Toprak tuzluluğundaki artışın ardından bitki büyümesinin baskılanması, kök bölgesinde bulunan tuzun ozmotik etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Munns (1992) tuz altında yetiştirilen bitkilerde büyümenin doğrudan etkilenmediğini, fakat turgor, fotosentez ve/veya spesifik enzim aktivitelerinin olumsuz etkilenerek büyümenin dolaylı olarak gerilediğini bildirmiştir. Toprak tuzluluğunda ani bir artış yapraklarda su kaybına sebep olmaktadır (Munns ve Tester, 2008). Tuzluluğun bitki kuru ağırlığında önemli kayıplara sebep olduğu da bildirilmiştir (Chartzoulakis ve Klapaki, 2000).

Najafian ve ark. (2008) tuzluluğun artışının badem anaçlarında bitki uzunluğu, kalem çapı, kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlıklarında önemli kayıplara sebep olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da, hem 1 aylık hem de 4 aylık tuz uygulama sonucunda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bir aylık tuz uygulamasında kuş kirazı anacında anaç çapı çok az etkilenirken (%1.1 azalma) CAB-6P anacı diğerlerine kıyasla daha fazla etkilenmiştir (%19 azalma). Dört aylık tuz uygulamasında da anaç çapı bakımından en fazla etkilenen bitki CAB-6P anacı (%13 azalma) olmuştur. Elde edilen bu sonuca göre, CAB-6P anacının tuz stresi ile karşılaştığında oldukça şiddetli bir tepki vermesine rağmen, daha sonra bu duruma belli oranda uyum sağladığı ve büyümesini nispeten biraz arttırdığı da söylenebilir. Şeftali çöğüründe 100 mM NaCl uygulanarak yapılan bir çalışmada, tuz stresi uygulanan bitkilerde kontrol grubuna kıyasla anaç çapı %19 azalma belirlenmiştir (Ye ve ark., 2016). Buna benzer sonuç, yenidoğru bitkisinde tuz yoğunluğu arttıkça anaç çapında azalmanın olduğu çalışmada bildirilmiştir (García-

Legaz ve ark., 2008). CAB-6P anacının doku kültüründe tuz stresi çalışmasında, tuz konsantrasyonu arttıkça sürgün uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Sotiropoulos ve ark., 2006). Başka bir doku kültürü çalışmasında, Gisela 5 kiraz anacında ortamdaki tuz yoğunluğu arttıkça sürgün uzunluğu azalmıştır (Erturk ve ark., 2007). Çalışmada, tuz stresi altında anaç, kalem ve sürgün çaplarında ve sürgün uzunluğundaki azalmalar bitki bünyesindeki karbon asimilasyon oranında azalmalardan dolayı da gerçekleşmiş olabilir. Ayrıca sürgündeki büyüme gerilemesi bir adaptasyon şekli olup kök-sürgün arasında büyüme dengesi sağlanıp kökten sürgünlere gidecek su ve mineraller de azaltılmış olmaktadır (Engels ve Marschner, 1992).

Ayrıca farklı bitkilerle yapılan başka çalışmalarda tuz stresi altında büyüme oranında da benzer sonuçlar gösterdiği rapor edilmiştir (Ruiz ve ark., 1997; Fernández-García ve ark., 2004; Massai ve ark., 2004). Çalışmamızda, kiraz anaçları arasında görülen büyüme oranındaki farklılık tuz stresinin yanında anaçların büyüme özellikleri ile ilişkili olabilir. Birçok araştırmacı farklı anaçların bünyelerindeki hormonlar aracılığıyla (Kamboj ve ark., 1999), mineral besin durumuyla (Jones, 1971) ve/veya su durumuyla (Olien ve Lakso, 1986) bitki büyümesini kontrol ettiğini ve anacın kuvvetine göre kök ve sürgün gelişiminin oldukça değiştiğini bildirmişlerdir (Solari ve ark., 2006). Bununla birlikte büyüme oranındaki azalışın sebebi stomaların kapanması ve fotosentezin azalmasına da bağlı olabilir. Yaprak su potansiyeli ve fotosentezde azalışa bağlı olarak bitki büyümesinde gerilemeler olduğu birçok çalışmada belirlenmiştir (Cramer ve ark., 1990; Romero ve Maranon, 1994; Ruiz ve ark., 1997). Çalışmamızda, dört ay boyunca tuz stresi altında yetiştirilen anaçlarda (CAB-6P, kuş kirazı ve MaxMa 14) büyüme oranında oldukça az kayıp (%0.66, 0.90 ve 1.98, sırasıyla) yaşanmış olup 0900/CAB-6P fidanında en yüksek gerileme (%15.65) görülmüştür. Ayrıca anaçlar, kendilerine aşılı kalemlerle karşılaştırıldığında büyüme oranında tuzdan kaynaklanan azalmanın daha düşük olduğu ve burada kalemlerle anacın karşılıklı etkileşimi sonucunda aşılı bitkilerde tuza verilen tepkilerin aşısız anaca göre değiştiği görülmektedir. Buna bağlı olarak sadece anaçların değil üzerine aşılı farklı çeşitlerin de tuz stresine tepkilerinin belirlenmesinde fayda vardır. Massai ve ark. (2004) farklı *Prunus* anaçlarına aşılı Armking şeftali çeşidinin tuz stresine verdiği tepkileri incelemek üzere yaptıkları bir çalışmada, 120 mM NaCl solüsyonu uygulanan bitkilerde büyüme oranında %35'e kadar gerileme olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, tuz stresinin Antep fıstığı bitkisinde bitki büyüme oranını oldukça azalttığı belirtilmiştir (Hokmabadi ve ark., 2005).

Thornley (1972) ileri sürdüğü bitki büyüme modeline göre, büyüme, sürgünlerden elde edilen karbon ve kökten gelen azot kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Kök aracılığıyla ksilem azotu sürgünlere gönderirken, sürgünler floem vasıtasıyla karbonu köke gönderir. Bu modele göre, karbon konsantrasyonundaki artış kök ağırlığının arttığını gösterirken, bitki bünyesindeki azot miktarındaki artış sürgün ağırlığının arttığının bir göstergesidir (Marschner ve ark., 1996). Kuş kirazının bitki büyümesi tuz stresinden fazla etkilenmemiştir. Ayrıca, tuz stresi kuru kök/sürgün oranını azaltmıştır. Anaçlar arasında bitki ağırlığında önemli kayıplar olmuş ve sürgünler köklere kıyasla daha az etkilenecek kök/sürgün oranı düşük bulunmuştur. Buna göre, tuz stresine maruz kalmış kiraz anaçları yapraklarda üretilen karbonun önemli miktarını daha çok sürgünlerde muhafaza etmiş olabilir ve karbonun köklere taşınması tuz stresi sonucunda azalmış olabilir. Bu yüzden, kiraz bitkilerinde tuzluluğun bitki bünyesinde kuru madde dağılımını sürgünlere yönlendirdiğini söyleyebiliriz. Ayrıca stres koşulları altında kök sisteminin toprak üstü aksamından daha fazla etkilendiği belirlenmiştir (Franco ve ark., 2011). Tuz stresi sonucunda bitkilerde etilen sentezi tetiklenmektedir. Etilen sentezi ile kökteki metabolik aktivitenin ve fizyolojik işlemlerin sürgüne kıyasla daha fazla zarar gördüğü biber bitkisinde belirlenmiştir (Siddikee ve ark., 2011). Çalışmamızda tuz stresi sonucunda köklerde etilen sentezi daha fazla artıp kök gelişimini sürgünlere kıyasla daha fazla engellemiş olabilir. Tuz uygulanan kuş kirazı bitkisi kontrol bitkisine kıyasla kuru kök:sürgünde %14.9 azalma göstererek en az etkilenen bitki olmuştur. Ayrıca kontrol grubu bitkileri kendi arasında incelendiğinde, kuş kirazı bitkilerinde kuru kök:sürgün oranının diğer bitkilere kıyasla oldukça yüksek olduğu ve bu anacın kök gelişiminin sürgün gelişimine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bizim sonuçlara benzer şekilde, acı badem çöğür anacında tuz yoğunluğu arttıkça kök:sürgün oranında kayıplar yaşandığı belirlenmiştir (Zrig ve ark., 2011).

Tuz stresi altında toprak altı ve üstü organların büyümesi karşılaştırıldığında ise, kuru kök:sürgün oranındaki azalmanın anaç, kalem ve sürgün çapı ve sürgün uzunluğundaki azalmalardan daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda tuz stresi altında kiraz bitkisinin köklerinin toprak üstü aksamına kıyasla daha fazla zarar gördüğünü söyleyebiliriz.

Yaprak yanıklığı NaCl stresinin verdiği zararın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Wahome ve ark., 2001). Çalışmamızda 1 aylık tuz uygulaması sonucunda hiçbir yaprak yanıklığına rastlanılmamış fakat yaprak göreceli klorofil içeriğinde

(SPAD) kayıplar yaşanmıştır. 1 aylık tuz uygulaması sonucunda nekroz gözlenmemiş olup hafif kloroz görülmüştür. Bunun yaprakların SPAD değerinin azalmasıyla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Dört aylık tuz uygulamasında ise bütün bitkilerin yapraklarında yanıklık görülmüştür. SPAD değerinin azalmasına ilişkin olarak klorofildeki azalma fotosentezde kullanılan enzim aktivitelerinde azalma (Murkute ve ark., 2006) ve/veya klorofil sentezinde kullanılan minerallerin alımındaki azalmadan (El-Desouky, 1998) dolayı gerçekleşmiş olabilir. Bununla birlikte, klorofil membran ile çevrili olup klorofilin miktarı membran stabilitesi ile ilişkili de olabilir. Klorofil parçalanmasında klorofilaz enzimi görev almaktadır ve tuz stresi sonucunda bu enzimin aktivitesinin artarak klorofilin parçalandığı bildirilmiştir (Santos, 2004). Çalışmamızda da klorofilaz enzim aktivitesi tuz stresi sonucunda artıp klorofil miktarını azaltmış olabilir. Yetiştirme ortamındaki tuz yoğunluğu arttıkça SPAD değerinde azalma olduğu *in vitro* olarak yetiştirilen kiraz anaçlarında gösterilmiştir (Erturk ve ark., 2007).

Stoma iletkenliğindeki azalma stres faktörlerine karşı koruyucu bir etki olarak rol almaktadır (Chaves ve ark., 2009). Stoma iletkenliği azalarak bitki turgorunu muhafaza etmek amacıyla terlemeyi azaltır (Mahouachi, 2009). Bununla beraber, stres altında stomayı açık tutabilen bitkilerin daha toleranslı oldukları görülmektedir (Brumós ve ark., 2009). Böylece tuz uygulamasında stoma iletkenliği daha az etkilenen bitkilerin daha toleranslı olduğu söylenebilir. Stres altında kök yapraklara sinyal gönderme amacıyla absisik asit gönderip stoma açıklığını azaltır ve yaprak gaz alışverişinde düşüş meydana gelir (Saradadevi ve ark., 2014; Feng ve ark., 2017). Çalışmamızda da tuz uygulanan bütün bitkiler kendi kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında stoma iletkenliği azalma göstermiştir. Ayrıca bitki büyümesindeki azalma hem stoma açıklıklarının azalması hem de SPAD değerindeki düşüşten kaynaklanmış olabilir. Stoma iletkenliğinde en fazla kayıp 0900/kuş kirazı bitkisinde (%18.7) tespit edilmiştir. Stoma iletkenliğindeki azalma, tuz stresinin sebep olduğu su stresinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Gucci ve ark., 1997). Massai ve ark. (2004) *Prunus* 'larda tuz stresi altında stoma iletkenliğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Dehidrasyon stresi sonucunda yaprak sıcaklığının arttığı mısır bitkisinde rapor edilmiştir (Dalil ve Ghassemi-Golezani, 2012). Benzer sonuç tuz stresinin sebep olduğu dehidrasyonda da görülmektedir. Bitkiler su kaybını azaltmak amacıyla stoma açıklıklarını kapatıp terlemeyi azaltır (Lourtie ve ark., 1995) ve bunun sonucunda yaprak sıcaklığı artış gösterir. Yaprak sıcaklığı artışı hem C₃ hem de C₄ bitkilerindeki rubisco enzim aktivitesini düşürerek fotosentezi azaltır (Salvucci ve Crafts-Brandner, 2004).

Fotosentez, yüksek sıcaklıktan stres sonucu oluşan diğer belirtilere kıyasla daha önce etkilenir (Camejo ve ark., 2005). Çalışmamızda da hem 1 aylık hem de 4 aylık tuz stresi sonucunda istatistiki olarak önemsiz olmakla beraber yaprak sıcaklığı artmıştır. Stoma açıklığının kapanmasıyla yaprak sıcaklığı artması arasında ilişki olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Hashimoto, 1982; Hashimoto ve ark., 1984; Liu ve ark., 2011).

Membran işlevinin toprak tuzluluğu tarafından etkilenmesi birçok biyokimyasal işlemin sonucunda gerçekleşmekte (Karabal ve ark., 2003) ve hücre membran stabilitesi abiyotik streslere karşı toleransla ilişkilidir (Premachandra ve ark., 1992). Yüksek membran stabilitesi yapraklarda daha az sodyum birikiminden dolayı gerçekleştiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Liu ve ark., 2012). Membran geçirgenliğindeki artış oksidatif zararlanmanın bir sonucu olup stres altındaki zararlanmanın göstergesi olarak kabul edilmektedir (Karabal ve ark., 2003). Tuz stresi membranların lipidlerini parçalayıp güçsüz hale getirmekte ve böylece iyonlar hücre dışına sızıp membran geçirgenliğini artırmaktadır (Verma ve Mishra, 2005). Dört ay boyunca tuz uygulaması sonucunda anaçların membran geçirgenliğinde en az artış MaxMa14 anacında (%12.6) belirlenmiştir. Tuz stresi altında membran geçirgenliğindeki artış, yapılmış başka çalışmalarda da gösterilmiştir (Kaya ve ark., 2002; Bolat ve ark., 2006; Yin ve ark., 2010; Sabra ve ark., 2012). Bir aylık tuz uygulamasında membran geçirgenliğinde büyük artışlar ortaya çıkmış olup tuz uygulanan CAB-6P anacında kontrole göre %49.7'lik artış belirlenmiştir. Ayrıca, yine 1 aylık tuz uygulamasında tuz stresine maruz bırakılan bitkiler kendi arasında incelendiğinde, CAB-6P anacı en yüksek membran geçirgenliğine (%34.3) sahip olmuştur.

Yaprak oransal su içeriği bir dehidrasyon stres göstergesi olup hücresel düzeydeki zararlanmayı temsil etmektedir (Balestrasse ve ark., 2010). Tuz stresi altında YOSİ'deki azalış limon (Aras ve ark., 2015), yenedünya (García-Legaz ve ark., 2008), çilek (Karlidag ve ark., 2009) gibi birçok meyve türünde gösterilmiştir. Çalışmamızda, 4 aylık tuz stresi sonucunda YOSİ'de çok fazla kayıp olmamış ve en fazla azalış 0900/CAB-6P ve CAB-6P bitkilerinde (sırasıyla %7.9 ve 6.2) belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkiler arasında 0900/kuş kirazı stoma açıklığını en fazla (%18.8) azaltıp YOSİ'de en az düşüşün (%1.5) ortaya çıkmasını sağlamıştır. Böylece yapraklar terlemeyi azaltıp su miktarında fazla bir kayba sebep olmamıştır. Stoma açıklığının doğrudan hücrelerin turgorunu sağladığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Franks ve ark., 1995; Bielsa ve ark., 2016). Bu sebeple bu bitkide fotosentez fazla kısıtlanmamış ve karbon asimilasyonunda fazla bir azalma olmamıştır. Fakat, fidan kuru kök:sürgün

oranında en fazla kayıp (%22.9) bu bitkide yaşanmıştır ve bu sonuçlar altında tuz stresinin 0900/kuş kirazında karbon asimilasyonunda fazla bir kayba sebep olmadığını ve asimilatların sürgünde tutulduğundan ve köke gönderiminin az olduğundan dolayı tuz stresi sonucunda kuru kök:sürgün oranında daha fazla düşüş olduğunu söyleyebiliriz.

4.2.2.Moleküler Tepkiler

Tuzluluk, kuraklık, düşük sıcaklık gibi birçok abiyotik stres ürün verimliliğini sınırlandırır ve bitkilerde birçok genin ifadesini etkiler (Zhu, 2001; Yamaguchi-Shinozaki ve Shinozaki, 2006). Tuz stresinin kiraz bitkilerinde WRKY transkripsiyon faktörüne etkilerini incelemek üzere yaptığımız çalışmada, kontrol ve 4 ay boyunca tuz solüsyonu uygulanmış bitkilerin yapraklarından RNA izole edilmiştir. Ardından *WRKY25*, *33* ve *38* genlerinin primerleri ile cDNA oluşturularak bu genlerin ifadesi belirlenmiştir.

WRKY, DREB, MYB, NAC, bZIP gibi birçok transkripsiyon faktörünün stres faktörlerine karşı bitkilerde savunma mekanizmasını tetiklediği bildirilmiştir (Heim ve ark., 2003; Xu ve ark., 2007; Lata ve Prasad, 2011; Zhu ve ark., 2013; Kiranmai ve ark., 2016; Seeve ve ark., 2017). Tuz stresi uygulanan kiraz bitkisinde *PacMYBA* geninin ifadesinin artması ile tuza toleransın arttığı belirlenmiştir (Shen ve ark., 2017). Çeltik bitkisinde *OsDREB* geninin ifade edilmesiyle bitkilerin yüksek tuz stresine tolerans sağladığı belirlenmiştir (Dubouzet ve ark., 2003). Transkripsiyon faktörlerinden WRKY TF'leri bitkilerde önemli bir transkripsiyon faktör süper ailesinde yer almakta ve bitki büyümesinde önemli roller üstlenmektedir. Ayrıca, WRKY TF'lerin hem biyotik hem de abiyotik stres faktörlerinde önemli görevlere sahip olduğu bildirilmiştir (Eulgem ve ark., 2000; Miller ve ark., 2008). *WRKY* genlerin kompleks yapısı ve işlevleri özellikle *Arabidopsis*, çeltik gibi otsu bitkilerde yoğun bir şekilde açıklanmış (Eulgem ve ark., 2000; Ryu ve ark., 2006), fakat odunsu türlerde yeterince çalışma yapılmamıştır.

WRKY genlerin abiyotik stres koşullarına karşı bitkilerde tolerans sağlamada önemli roller üstlendiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. *Arabidopsis*'te *AtWRKY70* ve *AtWRKY54* genlerin ozmotik strese karşı sinyal mekanizmasında rol aldığı ve bu genlerin aktarıldığı *wrky54wrky70* mutant bitkilerde ozmotik strese karşı toleransın arttığı bildirilmiştir (Li ve ark., 2013a). Bu genlerle benzer yapı gösteren *FvWRKY56* geninin ifadesinin NaCl ve kuraklık uygulamasıyla arttığı çilek bitkisinde yapılan bir çalışma belirlenmiştir (Wei ve ark., 2016b). *WRKY25*, *WRKY26* ve *WRKY33* genlerinin pozitif bir şekilde birbirleri arasında etkileşimde olduğu ve etileni ve ısı şoku

proteinlerini uyararak sıcaklık stresine dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir (Li ve ark., 2011).

WRKY TF'leri stres koşulları altında sinyal rolü üstlenmektedirler. Salisilik asit ve metil jasmonat gibi büyüme düzenleyicilerine tepki olarak pamuk fidelerinde *GhWRKY15* transkriptleri birikmiştir (Yu ve ark., 2012). Tuz, absisik asit, soğuk, dehidrasyon gibi stres faktörleri sonucunda muz bitkilerinde *MusaWRKY71* geninin ifadesi artmıştır (Shekhawat ve ark., 2011). Bunlara benzer şekilde *GhWRKY34* gen ifadesinin tuz stresi sonucunda arttığı bildirilmiştir (Zhou ve ark., 2014). Çalışmamızda da tuz stresine maruz kalmış kiraz anaç ve fidanlarında *WRKY25*, *33* ve *38* gen ifadeleri oldukça artmıştır. Tuz uygulanmayan kontrol bitkilerinde de bu genlerin ifadesi gerçekleşmiş olup stres sonucunda genlerin ifadesi 4-5 kat artış göstermiştir. Bu 3 genin kiraz bitkilerinde tuz stresine karşı önemli bir rol alıp bitkilerde pozitif etkide bulunduğunu söyleyebiliriz.

WRKY TF'leri farklı yollarla bitkilerde stres faktörlerine karşı savunma mekanizmalarını tetiklemektedir. *TaWRKY93* geninin strese karşı tolerans sağlaması bakımından bitki hücrelerinde membran stabilitesini sağladığı ileri sürülmüştür (Qin ve ark., 2015). (Song ve ark., 2009) tuzlulukla artan *OsWRKY08* gen ifadesinin yan kök gelişimini artırdığı bildirilmiştir. Son zamanlarda yapılmış bir çalışma, *AtWRKY53* geninin ifade edilmesiyle bitkideki H_2O_2 'nin azalarak stomaların kapanmasının engellendiği rapor edilmiştir (Sun ve Yu, 2015).

Çalışmamız sonucundaki fizyolojik ve moleküler verilerin korelasyon analizleri incelendiğinde hem aşılı hem de aşısız bitkilerde 3 genin de ifade seviyesi ile SPAD değeri arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Ayrıca anaçlarda 3 genin ifade seviyesi ile membran geçirgenliği ve yaprak oransal su içeriği arasında da önemli korelasyonlar belirlenirken aşılı bitkilerde bu ilişkiler tespit edilememiştir. Anaçlarla çeşitlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda aşısız anaçların tepkilerinden çok farklı özellikler ortaya çıkabilmektedir. Elde edilen bu sonuçlar aşısız bitkilerin streslere verdikleri tepkilerle aşılı bitkilerin verdiği tepkiler arasında farklılıkların açıklanmasına yardımcı olabilir. Nitekim bizim çalışmamızda da tuz stresine aşılı ve aşısız bitkilerin verdiği tepkilerde farklılıklar bulunmaktadır. Böylece, bizim meyve ağaçlarımız gibi iki farklı genetik yapıya sahip bitkilerin kaynaşması ile meydana gelen bitkilerde streslerin etkileri incelenirken sadece anaçların değil aynı zamanda üzerine aşılı çeşitlerinde beraber değerlendirilmesi gereklidir. Bu durum anaç-kalem arasındaki karşılıklı etkileşime bağlı

olarak *WRKY* ve benzeri genlerin ifadelerinde meydana gelen değişimlerle bağlantılı olabilir.

Bu sonuçlara göre, tuz stresi sonucunda yaprak klorofil içeriğinin azalması ile yapraktaki *WRKY25*, *33* ve *38* genlerinin ifadesi tetiklenmiş ve savunma mekanizması sağlanmış olabilir. Stres faktörleri altında yetiştirilen bitkilerde klorofil miktarının azalması ve *wrky* genlerinin ifade seviyesinin artması üzerine birçok çalışma (Archana ve ark., 2009; Bera ve ark., 2013; Zhou ve ark., 2015) bulunmakta olup klorofil miktarının azalmasının bu genlerin ifadelerinin artmasını tetiklediğine dair herhangi bir çalışma literatürlerde bulunmamaktadır. Ayrıca anaçlarda yaprak oransal su içeriğinin azalması ve membran geçirgenliğinin artarak membran stabilitesinin bozulması sonucunda da bu genlerin ifadesi tetiklenmiş olabilir. SPAD değerine benzer şekilde, stres faktörleri altında bitkilerde membran stabilitesinin bozulması, yaprak su miktarının artması ve *wrky* genlerinin ifade seviyesinin artması üzerine çalışmalar (Prabu ve ark., 2011; Wang ve ark., 2013; Qin ve ark., 2015) bulunmaktadır, fakat hücre membranının stabilitesinin bozulmasının veya yaprak su miktarının azalmasının *wrky* genlerinin ifadesini tetiklediğine dair bir bilgi bulunmamaktadır.

Bir diğer bakış açısı ile, tuz stresi altındaki bitkilerde *WRKY* genlerinin ifade seviyesinin yükselmesi klorofillerin korunması, membran stabilitesi ve yapraklarda suyun muhafazası açısından önemli görevler üstleniyor olabilir. Bu şekilde tuz stresinin etkisinin görülmeye başlaması ile beraber *WRKY* genlerinin ifadesinin artması ile klorofil parçalanmasının sınırlandırılması, membranların yapısının muhafazası ve yaprakta su miktarının azalması önlenmesi ile koruyucu etki ortaya çıkmış olabilir. Ancak bu konuda önceki yapılan çalışmalarda buna benzer ilişkiler aranmamıştır ve böyle ilişkilerin varlığı ilk defa bizim çalışmamızda ortaya konulmuştur. Bununla beraber, aşılı bitkilerde membran geçirgenliği ve YOSİ ile *WRKY* genleri arasında bir korelasyonun bulunmaması çeşidin tuza tolerans durumu ile ilişkili olabilir. Çeşidin tuza tolerans durumu bu ve buna benzer genlerin ifadesini anacın tepkisinden ayrı olarak etkileyebilir. Bundan dolayı benzer çalışmaların daha fazla anaç-kalem kombinasyonları ile yapılması bu soruların cevaplanması açısından önemlidir.

WRKY TF genleri bitkilerin farklı yerlerinde ifade edilebilmektedir. *WRKY25* ve *WRKY33* yaprak ve köklerde ifade edilebilmekte ve *WRKY25* özellikle gövdede ifade edilirken *WRKY33* çiçekte en fazla ifade edilebilmektedir (Jiang ve Deyholos, 2009). *WRKY25*, *WRKY* I protein grubunda yer almakta olup 394 aminoasit içermekte ve çekirdekte bulunmaktadır (Zheng ve ark., 2007). Hem biyotik hem de abiyotik stres

faktörlerinin *WRKY25* geninin ifadesini artırabilmektedir (Rizhsky ve ark., 2004; Andreasson ve ark., 2005; Zheng ve ark., 2007; Jiang ve Deyholos, 2009).

Çalışmamızda kontrol grubu bitkileri kendi arasında değerlendirildiğinde, aşılı fidanlarda anaçlara kıyasla 3 genin de ifade seviyesi artmıştır. Anaçlar kendi arasında kıyas edildiğinde ise, 3 genin ifadesi sırasıyla en çok kuş kirazı, CAB-6P ve MaxMa14 anacında belirlenmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan aşılı bitkiler de kendi arasında kıyas edildiğinde yine aynı sıralama görülmüştür. Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, *WRKY25* gen ifadesinde en fazla artış tuz uygulanan kuş kirazı (4.4 kat) ve MaxMa 14 (4.3 kat) anaçlarında belirlenmiştir. *WRKY33* gen ifadesinde en fazla tuz uygulanan kuş kirazı anacında (5.8 kat) ve *WRKY38* gen ifadesinde ise en fazla kuş kirazı (5.2 kat) ve MaxMa 14 (5.2 kat) anaçlarında görülmüştür.

WRKY25 ve *WRKY33* genlerinin çekirdekte bulunduğu (Jiang ve Deyholos, 2009) ve bu genler arasında sinerjist ilişki bulunduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2011; Wei ve ark., 2016b). Çalışmamızda da bu genlerin stres koşullarında ifade seviyeleri artmış ve bu genler birbirlerini teşvik etmiş olabilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bitkiler yetiştirilme sezonu boyunca kuraklık, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık gibi birçok çevresel stres faktörlerine maruz kalmaktadır. Tuzluluk en önemli stres etmenlerinden biri olup bitkilerin meyve verim ve kalitesini oldukça düşürmektedir. Bitkiler uzun süreli tuz stresine maruz kaldığında ise bitkinin ölümüne sebep olabilmektedir. Ilıman iklim meyve türleri tuz stresine nispeten duyarlı olup kiraz bitkisi hassas grup içinde yer almaktadır.

Kiraz bitkisi, sahil kesimlerindeki tuzlu alanlarda, yanlış gübreleme ve yetersiz sulama yapılan alanlarda yetiştirildiğinden dolayı tuzluluk problemiyle karşılaşmakta ve bitki büyüme, gelişme ve veriminde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Özellikle nitratlı gübrelerin kullanılması tuzluluk problemini arttırmaktadır. Tuz stresinin zararını azaltmaya yönelik farklı anaçların kullanımı giderek yaygınlaşmaya başlamıştır. Ülkemizde kiraz yetiştiriciliğinde özellikle CAB-6P, MaxMa14, kuş kirazı, Gisel A anaçları kullanılmaktadır.

Anaçların tuz stresine verdiği tepkiler oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Tepkilerin hem fizyolojik hem de moleküler yönden değerlendirilmesi sonuçların daha net bir şekilde ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple yapılan çalışmada yaygın olarak kullanılan kiraz anaçlarının ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz çeşidinin orta şiddetli tuz stresine verdiği tepkiler belirlenmiştir. Uygulamaların morfolojik, fizyolojik ve moleküler etkileri farklılık göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında elde edilen veriler ikinci yıldaki verilere benzer bulunmuştur. Tuz stresi sonucunda bitkilerin büyümesi oldukça gerilemiştir. Anaç, kalem ve sürgün çapları ve sürgün uzunlukları azalmıştır. Dört aylık tuz uygulamasında anaç çapı bakımından en fazla etkilenen bitki CAB-6P anacı olmuştur. Ayrıca çalışmamızda, dört ay boyunca tuz stresi altında yetiştirilen anaçlarda (CAB-6P, kuş kirazı ve MaxMa14) büyüme oranında oldukça az kayıp yaşanmış olup 0900/CAB-6P fidanında en yüksek gerileme görülmüştür. Kuş kirazı bitki ağırlığını artırmış ve/veya bitki büyümesi fazla etkilenmemiştir.

Çalışmamızda 1 aylık tuz uygulaması sonucunda hiçbir yaprak yanıklığına rastlanılmamış, fakat yaprak göreceli klorofil içeriğinde (SPAD) kayıplar yaşanmıştır. 1 aylık tuz uygulaması sonucunda nekroz gözlenmemiş olup hafif kloroz görülmüştür. Bunun yaprakların SPAD değerinin azalmasıyla ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Dört aylık tuz uygulamasında ise bütün bitkilerin yapraklarında yanıklık görülmüştür. Stoma iletkenliğinde en fazla azalma 0900/kuş kirazı bitkisinde görülmüştür. Çalışmamızda hem 1 aylık hem de 4 aylık tuz stresi sonucunda yaprak sıcaklığı cüzi olarak artmıştır.

Membran geçirgenliğinde en az artış MaxMa14 anacında belirlenmiştir. Çalışmamızda, 4 aylık tuz stresi sonucunda yaprak oransal su içeriğinde çok fazla kayıp olmamış ve en fazla azalış 0900/CAB-6P ve CAB-6P bitkilerinde belirlenmiştir.

Çalışmamızda tuz stresi sonucunda 3 genin de ifade seviyesi artmıştır. Anaçlar kendi arasında kıyas edildiğinde ise, 3 genin ifadesi sırasıyla en çok kuş kirazı, CAB-6P ve MaxMa14 anacında belirlenmiştir. Tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, *WRKY25* gen ifadesinde en fazla artış, tuz uygulanan kuş kirazı ve MaxMa 14 anaçlarında belirlenmiştir. *WRKY33* gen ifadesi en fazla tuz uygulanan kuş kirazı anacında ve *WRKY38* gen ifadesi ise, en fazla kuş kirazı ve MaxMa14 anaçlarında ifade edildiği görülmüştür.

Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, bütün bitkilerde tuz stresi sonucunda bitki büyümesi yavaşlamış, stoma iletkenliği, yaprak oransal su içeriği ve SPAD değerinde düşüşler olmuş, membran geçirgenliğinde artış olmuştur. Moleküler düzeyde incelendiğinde ise, *WRKY25*, *WRKY33* ve *WRKY38* transkripsiyon faktörlerinin ifade seviyeleri oldukça artmıştır. Stoma açıklığının kapanması, SPAD değerinde kayıp yaşanması ve yaprak oransal su içeriğinin azalmasına bağlı olarak bitki büyümesinin azaldığını düşünmekteyiz. Denemede kullandığımız tuz yoğunluğu kiraz bitkileri için orta şiddette tuz zararlanmasına sebep olmuş ve uzun süreli stres gerçekleştiğinde yapraklarda yanıklık şeklinde zararlanmalar olduğu saptanmıştır. Kiraz bitkisinde tuz stresine karşı meydana gelen fizyolojik ve moleküler değişimler, bitkinin stres koşullarının sebep olduğu zararlardan korunmak amacıyla geliştirdiği savunma mekanizmaları olarak nitelendirilebilir. *WRKY25*, 33 ve 38 gen ifadelerindeki artış, savunma mekanizmasının devreye girdiğinin göstergesi olabilir. Kirazda yaptığımız bu çalışmada aşılı ve aşısız bitkilerin tepkilerinin farklı olduğu görülmüştür. Aşısız bitkilerde denemede kullandığımız üç *WRKY* geni ile SPAD, membran geçirgenliği ve YOSİ arasında önemli korelasyonlar bulunması, aşısız kiraz anaçlarında bu genlerin bu özellikler üzerinden savunma mekanizmasına katkı yaptığını gösterebilir. Ayrıca, aşılı bitkilerde sadece SPAD ile bu genlerin önemli ilişkili bulunması, kalemin genetik özelliklerine bağlı olarak tepkilerin değiştiğini ifade edebilir. Bununla beraber hem aşılı hem de aşısız bitkilerde bu genler ile SPAD arasında korelasyonların önemli bulunması bu genlerin stres altındaki bitkilerde özellikle klorofillerin korunmasında önemli görevler üstlendiğinin bir göstergesi olabilir. Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile farklı kiraz anaçlarının ve bu anaçlara aşılı 0900 Ziraat kiraz çeşidinin tuz stresine verdiği tepkiler ortaya konmuştur. Ayrıca stres toleransında görev alan bazı transkripsiyon

faktörleri incelenmiş olup bu transkripsiyon faktörlerinin toleranstan sorumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca, tuz stresine verilen tepkilerin başka genler aracılığıyla moleküler olarak değerlendirilmesi ve biyokimyasal yöntemlerle incelenmesi faydalı olacaktır.



6. KAYNAKLAR

- Agarwal, P., Reddy, M. ve Chikara, J., 2011, WRKY: its structure, evolutionary relationship, DNA-binding selectivity, role in stress tolerance and development of plants, *Molecular biology reports*, 38 (6), 3883-3896.
- Akçay, D. ve Eşitken, A., 2017, MM106 Anacı ve Üzerine Aşılı Golden Delicious Elma Çeşidine Tuz Stresinin Etkileri, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 228-232.
- Amor, F. D. ve Marcelis, L., 2003, Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78 (3), 343-349.
- Andreasson, E., Jenkins, T., Brodersen, P., Thorgrimsen, S., Petersen, N. H., Zhu, S., Qiu, J. L., Micheelsen, P., Rocher, A. ve Petersen, M., 2005, The MAP kinase substrate MKS1 is a regulator of plant defense responses, *The EMBO journal*, 24 (14), 2579-2589.
- Anonim, 2017, Türkiye İstatistik Kurumu.
- Aragüés, R., Puy, J., Royo, A. ve Espada, J., 2005, Three-year field response of young olive trees (*Olea europaea* L., cv. Arbequina) to soil salinity: trunk growth and leaf ion accumulation, *Plant and Soil*, 271 (1-2), 265-273.
- Arakawa, T. ve Timasheff, S., 1985, The stabilization of proteins by osmolytes, *Biophysical journal*, 47 (3), 411-414.
- Aras, S., Arslan, E. ve Eşitken, A., 2015, Biochemical and physiological responses of lemon plant under salt stress, *2nd ICSAE 2015, International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30-October 03, 2015, Konya, Turkey. Proceedings book, volume I & II*, 877-883.
- Archana, K., Rama, N., Mamrutha, H. ve Nataraja, K. N., 2009, Down-regulation of an abiotic stress related *Nicotiana benthamiana* WRKY transcription factor induces physiological abnormalities.
- Arora, A., Sairam, R. ve Srivastava, G., 2002, Oxidative stress and antioxidative system in plants, *Current science*, 1227-1238.
- Ashihara, H., Adachi, K., Otawa, M., Yasumoto, E., Fukushima, Y., Kato, M., Sano, H., Sasamoto, H. ve Baba, S., 1997, Compatible solutes and inorganic ions in the mangrove plant *Avicennia marina* and their effects on the activities of enzymes, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 52 (7-8), 433-440.
- Bagniewska-Zadworna, A. ve Arasimowicz-Jelonek, M., 2016, The mystery of underground death: cell death in roots during ontogeny and in response to environmental factors, *Plant Biology*, 18 (2), 171-184.
- Balal, R. M., Ashraf, M. Y., Khan, M. M., Jaskani, M. J. ve Ashfaq, M., 2011, Influence of salt stress on growth and biochemical parameters of citrus rootstocks, *Pak. J. Bot*, 43 (4), 2135-2141.
- Balestrasse, K. B., Tomaro, M. L., Batlle, A. ve Noriega, G. O., 2010, The role of 5-aminolevulinic acid in the response to cold stress in soybean plants, *Phytochemistry*, 71 (17-18), 2038-2045.
- Bera, S., Ajay, B. ve Singh, A., 2013, WRKY and Na⁺/H⁺ antiporter genes conferring tolerance to salinity in interspecific derivatives of peanut (*Arachis hypogaea* L.), *Australian Journal of Crop Science*, 7 (8), 1173.
- Berri, S., Abbruscato, P., Faivre-Rampant, O., Brasileiro, A. C., Fumasoni, I., Satoh, K., Kikuchi, S., Mizzi, L., Morandini, P. ve Pè, M. E., 2009, Characterization of WRKY co-regulatory networks in rice and *Arabidopsis*, *BMC plant biology*, 9 (1), 120.

- Bielsa, B., Leida, C. ve Rubio-Cabetas, M. J., 2016, Physiological characterization of drought stress response and expression of two transcription factors and two LEA genes in three *Prunus* genotypes, *Scientia horticultrae*, 213, 260-269.
- Bohnert, H. J., Nelson, D. E. ve Jensen, R. G., 1995, Adaptations to environmental stresses, *The plant cell*, 7 (7), 1099.
- Bolat, I., Kaya, C., Almaca, A. ve Timucin, S., 2006, Calcium sulfate improves salinity tolerance in rootstocks of plum, *Journal of plant nutrition*, 29 (3), 553-564.
- Bostock, R. M. ve Quatrano, R. S., 1992, Regulation of Em gene expression in rice: interaction between osmotic stress and abscisic acid, *Plant Physiology*, 98 (4), 1356-1363.
- Bray, E. A., 1997, Plant responses to water deficit, *Trends in plant science*, 2 (2), 48-54.
- Brumós, J., Colmenero-Flores, J. M., Conesa, A., Izquierdo, P., Sánchez, G., Iglesias, D. J., López-Climent, M. F., Gómez-Cadenas, A. ve Talón, M., 2009, Membrane transporters and carbon metabolism implicated in chloride homeostasis differentiate salt stress responses in tolerant and sensitive Citrus rootstocks, *Functional & integrative genomics*, 9 (3), 293.
- Büyükgüzel, K., 2000, Eukaryotic Transcriptional Regulatory Proteins, *Turkish Journal of Biology*, 24 (3), 521-532.
- Camejo, D., Rodríguez, P., Morales, M. A., Dell'Amico, J. M., Torrecillas, A. ve Alarcón, J. J., 2005, High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility, *Journal of plant physiology*, 162 (3), 281-289.
- Chartzoulakis, K. ve Klapaki, G., 2000, Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages, *Scientia horticultrae*, 86 (3), 247-260.
- Chaves, M. M., Flexas, J. ve Pinheiro, C., 2009, Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell, *Annals of botany*, 103 (4), 551-560.
- Chen, C., Sun, X., Duanmu, H., Zhu, D., Yu, Y., Cao, L., Liu, A., Jia, B., Xiao, J. ve Zhu, Y., 2015, GsCML27, a gene encoding a calcium-binding EF-hand protein from Glycine soja, plays differential roles in plant responses to bicarbonate, salt and osmotic stresses, *PloS one*, 10 (11), e0141888.
- Chen, L., Song, Y., Li, S., Zhang, L., Zou, C. ve Yu, D., 2012, The role of WRKY transcription factors in plant abiotic stresses, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms*, 1819 (2), 120-128.
- Chen, W., Provart, N. J., Glazebrook, J., Katagiri, F., Chang, H.-S., Eulgem, T., Mauch, F., Luan, S., Zou, G. ve Whitham, S. A., 2002, Expression profile matrix of Arabidopsis transcription factor genes suggests their putative functions in response to environmental stresses, *The plant cell*, 14 (3), 559-574.
- Claes, B., Dekeyser, R., Villarroel, R., Van den Bulcke, M., Bauw, G., Van Montagu, M. ve Caplan, A., 1990, Characterization of a rice gene showing organ-specific expression in response to salt stress and drought, *The plant cell*, 2 (1), 19-27.
- Cosgrove, D. J., 1997, Assembly and enlargement of the primary cell wall in plants, *Annual review of cell and developmental biology*, 13 (1), 171-201.
- Cramer, G. R., Epstein, E. ve Läuchli, A., 1990, Effects of sodium, potassium and calcium on salt-stressed barley. I. Growth analysis, *Physiologia Plantarum*, 80 (1), 83-88.
- Cushman, J. C., 1990, Gene expression during adaptation to salt stress, *Environmental injury to plants*, 173-203.

- Dalil, B. ve Ghassemi-Golezani, K., 2012, Changes in leaf temperature and grain yield of maize under different levels of irrigation, *Research on Crops*, 13 (2), 481-485.
- de Pater, S., Greco, V., Pham, K., Memelink, J. ve Kijne, J., 1996, Characterization of a zinc-dependent transcriptional activator from Arabidopsis, *Nucleic Acids Research*, 24 (23), 4624-4631.
- Demiral, M. A., 2005, Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29 (4), 267-274.
- Devaiah, B. N., Karthikeyan, A. S. ve Raghothama, K. G., 2007, WRKY75 transcription factor is a modulator of phosphate acquisition and root development in Arabidopsis, *Plant Physiology*, 143 (4), 1789-1801.
- Donovan, L. A., Richards, J. H. ve Muller, M. W., 1996, Water relations and leaf chemistry of *Chrysothamnus nauseosus* ssp. *consimilis* (Asteraceae) and *Sarcobatus vermiculatus* (Chenopodiaceae), *American Journal of Botany*, 1637-1646.
- Dubouzet, J. G., Sakuma, Y., Ito, Y., Kasuga, M., Dubouzet, E. G., Miura, S., Seki, M., Shinozaki, K. ve Yamaguchi-Shinozaki, K., 2003, OsDREB genes in rice, *Oryza sativa* L., encode transcription activators that function in drought-, high-salt-and cold-responsive gene expression, *The Plant Journal*, 33 (4), 751-763.
- El-Desouky, S., 1998, Growth performance of some citrus rootstocks under saline conditions, *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 42, 231-254.
- Emilie Yen, H., Wu, S. M., Hung, Y. H. ve Yen, S. K., 2000, Isolation of 3 salt-induced low-abundance cDNAs from light-grown callus of *Mesembryanthemum crystallinum* by suppression subtractive hybridization, *Physiologia Plantarum*, 110 (3), 402-409.
- Engels, C. ve Marschner, H., 1992, Root to shoot translocation of macronutrients in relation to shoot demand in maize (*Zea mays* L.) grown at different root zone temperatures, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 155 (2), 121-128.
- Engin, H. ve Ali, Ü., 2006, (0900 Ziraat) Kiraz Çeşidinin Kış Dinlenmesi Üzerine Araştırmalar, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (1).
- Eroğul, D., 2012, Kiraz yetiştiriciliğinde anaçların kullanımı.
- Erturk, U., Sivritepe, N., Yerlikaya, C., Bor, M., Ozdemir, F. ve Turkan, I., 2007, Responses of the cherry rootstock to salinity in vitro, *Biologia Plantarum*, 51 (3), 597-600.
- Eulgem, T., Rushton, P. J., Robatzek, S. ve Somssich, I. E., 2000, The WRKY superfamily of plant transcription factors, *Trends in plant science*, 5 (5), 199-206.
- Feng, X., An, P., Guo, K., Li, X., Liu, X. ve Zhang, X., 2017, Growth, root compensation and ion distribution in *Lycium chinense* under heterogeneous salinity stress, *Scientia horticulturae*, 226, 24-32.
- Ferguson, L., Poss, J., Grattan, S., Grieve, C., Wang, D., Wilson, C., Donovan, T. ve Chao, C.-T., 2002, Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relations under salinity and boron stress, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127 (2), 194-199.
- Fernández-García, N., Martínez, V. ve Carvajal, M., 2004, Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167 (5), 616-622.
- Ford, C. W., 1984, Accumulation of low molecular weight solutes in water-stressed tropical legumes, *Phytochemistry*, 23 (5), 1007-1015.

- Franco, J., Bañón, S., Vicente, M., Miralles, J. ve Martínez-Sánchez, J., 2011, Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions—a review, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 86 (6), 543-556.
- Franks, P., Cowan, I., Tyerman, S., Cleary, A., Lloyd, J. ve Farquhar, G., 1995, Guard cell pressure/aperture characteristics measured with the pressure probe, *Plant, Cell & Environment*, 18 (7), 795-800.
- Fu, M., Li, C. ve Ma, F., 2013, Physiological responses and tolerance to NaCl stress in different biotypes of *Malus prunifolia*, *Euphytica*, 189 (1), 101-109.
- Fujita, Y., Fujita, M., Shinozaki, K. ve Yamaguchi-Shinozaki, K., 2011, ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants, *Journal of plant research*, 124 (4), 509-525.
- Gadallah, M., 1999, Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress, *Biologia Plantarum*, 42 (2), 249-257.
- García-Legaz, M. F., López-Gómez, E., Beneyto, J. M., Navarro, A. ve Sánchez-Blanco, M. J., 2008, Physiological behaviour of loquat and anger rootstocks in relation to salinity and calcium addition, *Journal of plant physiology*, 165 (10), 1049-1060.
- Gémes, K., Poór, P., Horváth, E., Kolbert, Z., Szopkó, D., Szepesi, Á. ve Tari, I., 2011, Cross-talk between salicylic acid and NaCl-generated reactive oxygen species and nitric oxide in tomato during acclimation to high salinity, *Physiologia Plantarum*, 142 (2), 179-192.
- Gucci, R., Lombardini, L. ve Tattini, M., 1997, Analysis of leaf water relations in leaves of two olive (*Olea europaea*) cultivars differing in tolerance to salinity, *Tree physiology*, 17 (1), 13-21.
- Gucci, R. ve Tattini, M., 1997, Salinity tolerance in olive, *Horticultural reviews*, 21, 177-214.
- Gupta, B. ve Huang, B., 2014, Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization, *International journal of genomics*, 2014.
- Hara, K., Yagi, M., Kusano, T. ve Sano, H., 2000, Rapid systemic accumulation of transcripts encoding a tobacco WRKY transcription factor upon wounding, *Molecular and General Genetics MGG*, 263 (1), 30-37.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J.-K. ve Bohnert, H. J., 2000, Plant cellular and molecular responses to high salinity, *Annual review of plant biology*, 51 (1), 463-499.
- Hashimoto, Y., 1982, Image processing of plant information in the relation between leaf temperature and stomatal aperture, *Proc. IMEKO 9th World Congress, Technological and Methodological Advances in Measurement, Amsterdam, 1982*, 313-320.
- Hashimoto, Y., Ino, T., Kramer, P. J., Naylor, A. W. ve Strain, B. R., 1984, Dynamic analysis of water stress of sunflower leaves by means of a thermal image processing system, *Plant Physiology*, 76 (1), 266-269.
- Heim, M. A., Jakoby, M., Werber, M., Martin, C., Weisshaar, B. ve Bailey, P. C., 2003, The basic helix-loop-helix transcription factor family in plants: a genome-wide study of protein structure and functional diversity, *Molecular biology and evolution*, 20 (5), 735-747.
- Hernández, J. A., del Río, L. A. ve Sevilla, F., 1994, Salt stress-induced changes in superoxide dismutase isozymes in leaves and mesophyll protoplasts from *Vigna unguiculata* (L.) Walp, *New phytologist*, 126 (1), 37-44.

- Hokmabadi, H., Arzani, K. ve Grierson, P., 2005, Growth, chemical composition, and carbon isotope discrimination of pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstock seedlings in response to salinity, *Australian journal of agricultural research*, 56 (2), 135-144.
- Huh, G. H., Damsz, B., Matsumoto, T. K., Reddy, M. P., Rus, A. M., Ibeas, J. I., Narasimhan, M. L., Bressan, R. A. ve Hasegawa, P. M., 2002, Salt causes ion disequilibrium-induced programmed cell death in yeast and plants, *The Plant Journal*, 29 (5), 649-659.
- Ishiguro, S. ve Nakamura, K., 1994, Characterization of a cDNA encoding a novel DNA-binding protein, SPF1, that recognizes SP8 sequences in the 5' upstream regions of genes coding for sporamin and β -amylase from sweet potato, *Molecular and General Genetics MGG*, 244 (6), 563-571.
- Ito, Y., Katsura, K., Maruyama, K., Taji, T., Kobayashi, M., Seki, M., Shinozaki, K. ve Yamaguchi-Shinozaki, K., 2006, Functional analysis of rice DREB1/CBF-type transcription factors involved in cold-responsive gene expression in transgenic rice, *Plant and Cell Physiology*, 47 (1), 141-153.
- Jeschke, W. D., Pate, J. S. ve Atkins, C. A., 1986, Effects of NaCl salinity on growth, development, ion transport and ion storage in white lupin (*Lupinus albus* L. cv. Ultra), *Journal of plant physiology*, 124 (3-4), 257-274.
- Jiang, Y. ve Deyholos, M. K., 2006, Comprehensive transcriptional profiling of NaCl-stressed *Arabidopsis* roots reveals novel classes of responsive genes, *BMC plant biology*, 6 (1), 25.
- Jiang, Y. ve Deyholos, M. K., 2009, Functional characterization of *Arabidopsis* NaCl-inducible WRKY25 and WRKY33 transcription factors in abiotic stresses, *Plant molecular biology*, 69 (1-2), 91-105.
- Jiménez, S., Garín, A., Gogorcena, Y., Betrán, J. ve Moreno, M., 2004, Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: influence of different rootstocks, *Journal of plant nutrition*, 27 (4), 701-712.
- Jithesh, M., Prashanth, S., Sivaprakash, K. ve Parida, A. K., 2006, Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence, *Journal of Genetics*, 85 (3), 237.
- Johnson, C. S., Kolevski, B. ve Smyth, D. R., 2002, TRANSPARENT TESTA GLABRA2, a trichome and seed coat development gene of *Arabidopsis*, encodes a WRKY transcription factor, *The plant cell*, 14 (6), 1359-1375.
- Jones, O., 1971, Effects of rootstocks and interstocks on the xylem sap composition in apple trees: Effects on nitrogen, phosphorus, and potassium content, *Annals of botany*, 35 (4), 825-836.
- Kamboj, J., Blake, P., Quinlan, J. ve Baker, D., 1999, Identification and quantitation by GC-MS of zeatin and zeatin riboside in xylem sap from rootstock and scion of grafted apple trees, *Plant Growth Regulation*, 28 (3), 199-205.
- Karabal, E., Yücel, M. ve Öktem, H. A., 2003, Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity, *Plant Science*, 164 (6), 925-933.
- Karlıdag, H., Yildirim, E. ve Turan, M., 2009, Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry, *Scientia Agricola*, 66 (2), 180-187.
- Kaya, C., Ak, B. E., Higgs, D. ve Murillo-Amador, B., 2002, Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions, *Australian journal of experimental agriculture*, 42 (5), 631-636.
- Kerepesi, I. ve Galiba, G., 2000, Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings, *Crop Science*, 40 (2), 482-487.

- Khatkar, D. ve Kuhad, M., 2000, Short-term salinity induced changes in two wheat cultivars at different growth stages, *Biologia Plantarum*, 43 (4), 629-632.
- Kiranmai, K., Gunupuru, L. R., Nareshkumar, A., Reddy, V. A., Lokesh, U., Pandurangaiah, M., Venkatesh, B., Kirankumar, T. V. ve Sudhakar, C., 2016, Expression Analysis of WRKY Transcription Factor Genes in Response to Abiotic Stresses in Horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.), *American Journal of Molecular Biology*, 6 (04), 125.
- Kornberg, R. D., 2007, The molecular basis of eukaryotic transcription, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (32), 12955-12961.
- Kotuby-Amacher, J., Koenig, R. ve Kitchen, B., 2000, Salinity and plant tolerance, *Electronic publishing. AG-SO-03*.
- Ksouri, N., Jiménez, S., Wells, C. E., Contreras-Moreira, B. ve Gogorcena, Y., 2016, Transcriptional responses in root and leaf of *Prunus persica* under drought stress using RNA sequencing, *Frontiers in plant science*, 7, 1715.
- Lagacé, M. ve Matton, D. P., 2004, Characterization of a WRKY transcription factor expressed in late torpedo-stage embryos of *Solanum chacoense*, *Planta*, 219 (1), 185-189.
- Lata, C. ve Prasad, M., 2011, Role of DREBs in regulation of abiotic stress responses in plants, *Journal of experimental botany*, 62 (14), 4731-4748.
- Li, J., Besseau, S., Törönen, P., Sipari, N., Kollist, H., Holm, L. ve Palva, E. T., 2013a, Defense-related transcription factors WRKY70 and WRKY54 modulate osmotic stress tolerance by regulating stomatal aperture in *Arabidopsis*, *New phytologist*, 200 (2), 457-472.
- Li, M., Guo, S., Xu, Y., Meng, Q., Li, G. ve Yang, X., 2014, Glycine betaine-mediated potentiation of HSP gene expression involves calcium signaling pathways in tobacco exposed to NaCl stress, *Physiologia Plantarum*, 150 (1), 63-75.
- Li, Q., Liu, J., Tan, D., Allan, A. C., Jiang, Y., Xu, X., Han, Z. ve Kong, J., 2013b, A genome-wide expression profile of salt-responsive genes in the apple rootstock *Malus zumi*, *International journal of molecular sciences*, 14 (10), 21053-21070.
- Li, S., Fu, Q., Huang, W. ve Yu, D., 2009, Functional analysis of an *Arabidopsis* transcription factor WRKY25 in heat stress, *Plant cell reports*, 28 (4), 683-693.
- Li, S., Fu, Q., Chen, L., Huang, W. ve Yu, D., 2011, *Arabidopsis thaliana* WRKY25, WRKY26, and WRKY33 coordinate induction of plant thermotolerance, *Planta*, 233 (6), 1237-1252.
- Liu, C., Li, C., Liang, D., Wei, Z., Zhou, S., Wang, R. ve Ma, F., 2012, Differential expression of ion transporters and aquaporins in leaves may contribute to different salt tolerance in *Malus* species, *Plant Physiology and Biochemistry*, 58, 159-165.
- Liu, Y., Subhash, C., Yan, J., Song, C., Zhao, J. ve Li, J., 2011, Maize leaf temperature responses to drought: Thermal imaging and quantitative trait loci (QTL) mapping, *Environmental and Experimental Botany*, 71 (2), 158-165.
- Lourtie, E., Bonnet, M. ve Bosschaert, L., 1995, New glyphosate screening technique by infrared thermometry, *Fourth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals, Australia*, 297-302.
- Lutts, S., Kinet, J. ve Bouharmont, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of botany*, 78 (3), 389-398.
- Maas, E., 1986, Salt tolerance of plants, *Applied agricultural research (USA)*.
- Maas, E., 1993, Salinity and citriculture, *Tree physiology*, 12 (2), 195-216.

- Mahouachi, J., 2009, Changes in nutrient concentrations and leaf gas exchange parameters in banana plantlets under gradual soil moisture depletion, *Scientia horticulturae*, 120 (4), 460-466.
- Maleck, K., Levine, A., Eulgem, T., Morgan, A., Schmid, J., Lawton, K. A., Dangl, J. L. ve Dietrich, R. A., 2000, The transcriptome of *Arabidopsis thaliana* during systemic acquired resistance, *Nature genetics*, 26 (4), 403.
- Mansour, M., 2000, Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress, *Biologia Plantarum*, 43 (4), 491-500.
- Mare, C., Mazzucotelli, E., Crosatti, C., Francia, E. ve Cattivelli, L., 2004, Hv-WRKY38: a new transcription factor involved in cold-and drought-response in barley, *Plant molecular biology*, 55 (3), 399-416.
- Marschner, H., Kirkby, E. ve Cakmak, I., 1996, Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients, *Journal of experimental botany*, 47 (suppl_1), 1255-1263.
- Martinez-Beltran, J. ve Manzur, C. L., 2005, Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem, *Proceedings of the international salinity forum, Riverside, California*, 311-313.
- Massai, R., Remorini, D. ve Tattini, M., 2004, Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations, *Plant and Soil*, 259 (1-2), 153-162.
- McCue, K. F. ve Hanson, A. D., 1992, Salt-inducible betaine aldehyde dehydrogenase from sugar beet: cDNA cloning and expression, *Plant molecular biology*, 18 (1), 1-11.
- Mekawy, A. M. M., Assaha, D. V., Yahagi, H., Tada, Y., Ueda, A. ve Saneoka, H., 2015, Growth, physiological adaptation, and gene expression analysis of two Egyptian rice cultivars under salt stress, *Plant Physiology and Biochemistry*, 87, 17-25.
- Miller, G., Shulaev, V. ve Mittler, R., 2008, Reactive oxygen signaling and abiotic stress, *Physiologia Plantarum*, 133 (3), 481-489.
- Mittler, R., 2002, Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance, *Trends in plant science*, 7 (9), 405-410.
- Mizoi, J., Shinozaki, K. ve Yamaguchi-Shinozaki, K., 2012, AP2/ERF family transcription factors in plant abiotic stress responses, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms*, 1819 (2), 86-96.
- Moreno, M., Adrada, R., Aparicio, J. ve Betrán, S., 2001, Performance of 'Sunburst'sweet cherry grafted on different rootstocks, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (2), 167-173.
- Moya, J., Primo-Millo, E. ve Talon, M., 1999, Morphological factors determining salt tolerance in citrus seedlings: the shoot to root ratio modulates passive root uptake of chloride ions and their accumulation in leaves, *Plant, Cell & Environment*, 22 (11), 1425-1433.
- Mundy, J., Yamaguchi-Shinozaki, K. ve Chua, N.-H., 1990, Nuclear proteins bind conserved elements in the abscisic acid-responsive promoter of a rice rab gene, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87 (4), 1406-1410.
- Munns, R., 1992, A leaf elongation assay detects an unknown growth inhibitor in xylem sap from wheat and barley, *Functional Plant Biology*, 19 (2), 127-135.
- Munns, R., 1993, Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses, *Plant, Cell & Environment*, 16 (1), 15-24.
- Munns, R., 2002, Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell & Environment*, 25 (2), 239-250.

- Munns, R. ve Tester, M., 2008, Mechanisms of salinity tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681.
- Murkute, A., Sharma, S. ve Singh, S., 2006, Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi, *Hortic Sci*, 33, 70-76.
- Najafian, S., Rahemi, M. ve Tavallali, V., 2008, Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstock.
- Nakashima, K., Tran, L. S. P., Van Nguyen, D., Fujita, M., Maruyama, K., Todaka, D., Ito, Y., Hayashi, N., Shinozaki, K. ve Yamaguchi-Shinozaki, K., 2007, Functional analysis of a NAC-type transcription factor OsNAC6 involved in abiotic and biotic stress-responsive gene expression in rice, *The Plant Journal*, 51 (4), 617-630.
- Nemoto, Y. ve Sasakuma, T., 2000, Specific expression of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) gene by salt stress in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Plant Science*, 158 (1-2), 53-60.
- Niu, C. F., Wei, W., Zhou, Q. Y., Tian, A. G., Hao, Y. J., ZHANG, W. K., Ma, B., Lin, Q., ZHANG, Z. B. ve ZHANG, J. S., 2012, Wheat WRKY genes TaWRKY2 and TaWRKY19 regulate abiotic stress tolerance in transgenic *Arabidopsis* plants, *Plant, Cell & Environment*, 35 (6), 1156-1170.
- Okubo, M., Furukawa, Y. ve Sakuratani, T., 2000, Growth, flowering and leaf properties of pear cultivars grafted on two Asian pear rootstock seedlings under NaCl irrigation, *Scientia horticulturae*, 85 (1-2), 91-101.
- Okubo, M. ve Sakuratani, T., 2000, Effects of sodium chloride on survival and stem elongation of two Asian pear rootstock seedlings, *Scientia horticulturae*, 85 (1-2), 85-90.
- Olien, W. ve Lakso, A., 1986, Effect of rootstock on apple (*Malus domestica*) tree water relations, *Physiologia Plantarum*, 67 (3), 421-430.
- Orthen, B., Popp, M. ve Smirnoff, N., 1994, Hydroxyl radical scavenging properties of cyclitols, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, 102, 269-272.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 2005, İlman İklim Meyve Türleri Sert Çekirdekli Meyveler Cilt-I, Ege Üni. Ziraat Fak. Yayınları No: 553, İzmir.
- Parida, A., Das, A. B. ve Das, P., 2002, NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins, and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures, *Journal of Plant Biology*, 45 (1), 28-36.
- Parida, A. K. ve Das, A. B., 2005, Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, *Ecotoxicology and environmental safety*, 60 (3), 324-349.
- Pérez-Pérez, J., Robles, J., Tovar, J. ve Botía, P., 2009, Response to drought and salt stress of lemon 'Fino 49' under field conditions: water relations, osmotic adjustment and gas exchange, *Scientia horticulturae*, 122 (1), 83-90.
- Perry, R. L., 1990, Cherry rootstocks, *Cherry rootstocks.*, 23, 22-27.
- Prabu, G., Kavar, P. G., Pagariya, M. C. ve Prasad, D. T., 2011, Identification of water deficit stress upregulated genes in sugarcane, *Plant Molecular Biology Reporter*, 29 (2), 291-304.
- Premachandra, G. S., Saneoka, H., FUJITA, K. ve OGATA, S., 1992, Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum, *Journal of experimental botany*, 43 (12), 1569-1576.

- Qin, Y., Tian, Y. ve Liu, X., 2015, A wheat salinity-induced WRKY transcription factor TaWRKY93 confers multiple abiotic stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*, *Biochemical and biophysical research communications*, 464 (2), 428-433.
- Qiu, Y. ve Yu, D., 2009, Over-expression of the stress-induced OsWRKY45 enhances disease resistance and drought tolerance in *Arabidopsis*, *Environmental and Experimental Botany*, 65 (1), 35-47.
- Quintero, F. J., Garcíadeblas, B. ve Rodríguez-Navarro, A., 1996, The SAL1 gene of *Arabidopsis*, encoding an enzyme with 3'(2'), 5'-bisphosphate nucleotidase and inositol polyphosphate 1-phosphatase activities, increases salt tolerance in yeast, *The plant cell*, 8 (3), 529-537.
- Ramamoorthy, R., Jiang, S.-Y., Kumar, N., Venkatesh, P. N. ve Ramachandran, S., 2008, A comprehensive transcriptional profiling of the WRKY gene family in rice under various abiotic and phytohormone treatments, *Plant and Cell Physiology*, 49 (6), 865-879.
- Ren, X., Chen, Z., Liu, Y., Zhang, H., Zhang, M., Liu, Q., Hong, X., Zhu, J. K. ve Gong, Z., 2010, ABO3, a WRKY transcription factor, mediates plant responses to abscisic acid and drought tolerance in *Arabidopsis*, *The Plant Journal*, 63 (3), 417-429.
- Reviron, M.-P., Vartanian, N., Sallantin, M., Huet, J.-C., Pernollet, J.-C. ve de Vienne, D., 1992, Characterization of a novel protein induced by progressive or rapid drought and salinity in *Brassica napus* leaves, *Plant Physiology*, 100 (3), 1486-1493.
- Rhodes, D. ve Hanson, A., 1993, Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants, *Annual review of plant biology*, 44 (1), 357-384.
- Ricachenevsky, F. K., Sperotto, R. A., Menguer, P. K. ve Fett, J. P., 2010, Identification of Fe-excess-induced genes in rice shoots reveals a WRKY transcription factor responsive to Fe, drought and senescence, *Molecular biology reports*, 37 (8), 3735-3745.
- Rizhsky, L., Davletova, S., Liang, H. ve Mittler, R., 2004, The zinc finger protein Zat12 is required for cytosolic ascorbate peroxidase 1 expression during oxidative stress in *Arabidopsis*, *Journal of Biological Chemistry*, 279 (12), 11736-11743.
- Robatzek, S. ve Somssich, I. E., 2002, Targets of AtWRKY6 regulation during plant senescence and pathogen defense, *Genes & development*, 16 (9), 1139-1149.
- Romero, J. ve Maranon, T., 1994, Long-term responses of *Melilotus segetalis* to salinity. I. Growth and partitioning, *Plant, Cell & Environment*, 17 (11), 1243-1248.
- Ruiz, D., Martínez, V. ve Cerdá, A., 1997, Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake, *Tree physiology*, 17 (3), 141-150.
- Rushton, P. J., Macdonald, H., Huttly, A. K., Lazarus, C. M. ve Hooley, R., 1995, Members of a new family of DNA-binding proteins bind to a conserved cis-element in the promoters of α -Amy2 genes, *Plant molecular biology*, 29 (4), 691-702.
- Rushton, P. J., Torres, J. T., Parniske, M., Wernert, P., Hahlbrock, K. ve Somssich, I., 1996, Interaction of elicitor-induced DNA-binding proteins with elicitor response elements in the promoters of parsley PR1 genes, *The EMBO journal*, 15 (20), 5690-5700.
- Ryu, H.-S., Han, M., Lee, S.-K., Cho, J.-I., Ryoo, N., Heu, S., Lee, Y.-H., Bhoo, S. H., Wang, G.-L. ve Hahn, T.-R., 2006, A comprehensive expression analysis of the WRKY gene superfamily in rice plants during defense response, *Plant cell reports*, 25 (8), 836-847.

- Sabra, A., Daayf, F. ve Renault, S., 2012, Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress, *Scientia horticultrae*, 135, 23-31.
- Salvucci, M. E. ve Crafts-Brandner, S. J., 2004, Inhibition of photosynthesis by heat stress: the activation state of Rubisco as a limiting factor in photosynthesis, *Physiologia Plantarum*, 120 (2), 179-186.
- Santos, C. V., 2004, Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves, *Scientia horticultrae*, 103 (1), 93-99.
- Saradadevi, R., Bramley, H., Siddique, K. H., Edwards, E. ve Palta, J. A., 2014, Reprint of "Contrasting stomatal regulation and leaf ABA concentrations in wheat genotypes when split root systems were exposed to terminal drought", *Field Crops Research*, 165, 5-14.
- Schmittgen, T. D. ve Livak, K. J., 2008, Analyzing real-time PCR data by the comparative C T method, *Nature protocols*, 3 (6), 1101.
- Schroeder, J. I., Delhaize, E., Frommer, W. B., Guerinot, M. L., Harrison, M. J., Herrera-Estrella, L., Horie, T., Kochian, L. V., Munns, R. ve Nishizawa, N. K., 2013, Using membrane transporters to improve crops for sustainable food production, *Nature*, 497 (7447), 60.
- Seeve, C. M., Cho, I. J., Hearne, L. B., Srivastava, G. P., Joshi, T., Smith, D. O., Sharp, R. E. ve Oliver, M. J., 2017, Water-deficit-induced changes in transcription factor expression in maize seedlings, *Plant, Cell & Environment*, 40 (5), 686-701.
- Shekhawat, U. K. S., Ganapathi, T. R. ve Srinivas, L., 2011, Cloning and characterization of a novel stress-responsive WRKY transcription factor gene (MusaWRKY71) from Musa spp. cv. Karibale Monthan (ABB group) using transformed banana cells, *Molecular biology reports*, 38 (6), 4023-4035.
- Shen, X., Guo, X., Guo, X., Zhao, D., Zhao, W., Chen, J. ve Li, T., 2017, PacMYBA, a sweet cherry R2R3-MYB transcription factor, is a positive regulator of salt stress tolerance and pathogen resistance, *Plant Physiology and Biochemistry*, 112, 302-311.
- Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Mizoguchi, T., Urao, T., Katagiri, T., Nakashima, K., Abe, H., Ichimura, K., Liu, Q. ve Nanjyo, T., 1998, Molecular responses to water stress in *Arabidopsis thaliana*, *Journal of plant research*, 111 (2), 345-351.
- Siddikee, M. A., Glick, B. R., Chauhan, P. S., jong Yim, W. ve Sa, T., 2011, Enhancement of growth and salt tolerance of red pepper seedlings (*Capsicum annum* L.) by regulating stress ethylene synthesis with halotolerant bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase activity, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 (4), 427-434.
- Singh, N. K., Handa, A. K., Hasegawa, P. M. ve Bressan, R. A., 1985, Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl, *Plant Physiology*, 79 (1), 126-137.
- Singh, S., Sharma, H., Goswami, A., Datta, S. ve Singh, S., 2000, In vitro growth and leaf composition of grapevine cultivars as affected by sodium chloride, *Biologia Plantarum*, 43 (2), 283-286.
- Singha, S. ve Choudhuri, M., 1990, Effect of salinity (NaCl) stress on H₂O₂ metabolism in *Vigna* and *Oryza* seedlings, *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 186 (1), 69-74.
- Smirnoff, N. ve Cumbes, Q. J., 1989, Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes, *Phytochemistry*, 28 (4), 1057-1060.

- Sohrabi, S., Ebadi, A., Jalali, S. ve Salami, S. A., 2017, Enhanced values of various physiological traits and VvNAC1 gene expression showing better salinity stress tolerance in some grapevine cultivars as well as rootstocks, *Scientia horticulturae*, 225, 317-326.
- Solari, L. I., Johnson, S. ve DeJong, T. M., 2006, Relationship of water status to vegetative growth and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks, *Tree physiology*, 26 (10), 1333-1341.
- Song, S.-Y., Chen, Y., Chen, J., Dai, X.-Y. ve Zhang, W.-H., 2011, Physiological mechanisms underlying OsNAC5-dependent tolerance of rice plants to abiotic stress, *Planta*, 234 (2), 331-345.
- Song, Y., Jing, S. ve Yu, D., 2009, Overexpression of the stress-induced OsWRKY08 improves osmotic stress tolerance in Arabidopsis, *Chinese Science Bulletin*, 54 (24), 4671-4678.
- Sotiropoulos, T., Dimassi, K., Tsirakoglou, V. ve Therios, I., 2006, Responses of two *Prunus* rootstocks to KCl induced salinity in vitro, *Biologia Plantarum*, 50 (3), 477-480.
- Strommer, J., Gregerson, R. ve Vayda, M., 1993, Methods in plant molecular biology and biotechnology, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA: 49-65.
- Sun, C., Palmqvist, S., Olsson, H., Borén, M., Ahlandsberg, S. ve Jansson, C., 2003, A novel WRKY transcription factor, SUSIBA2, participates in sugar signaling in barley by binding to the sugar-responsive elements of the iso1 promoter, *The plant cell*, 15 (9), 2076-2092.
- Sun, Y. ve Yu, D., 2015, Activated expression of AtWRKY53 negatively regulates drought tolerance by mediating stomatal movement, *Plant cell reports*, 34 (8), 1295-1306.
- Suzuki, N., Rizhsky, L., Liang, H., Shuman, J., Shulaev, V. ve Mittler, R., 2005, Enhanced tolerance to environmental stress in transgenic plants expressing the transcriptional coactivator multiprotein bridging factor 1c, *Plant Physiology*, 139 (3), 1313-1322.
- Talanova, V., Titov, A., Topchieva, L., Malysheva, I., Venzhik, Y. V. ve Frolova, S., 2009, Expression of WRKY transcription factor and stress protein genes in wheat plants during cold hardening and ABA treatment, *Russian journal of plant physiology*, 56 (5), 702-708.
- Tanji, K., 1990, Nature and extend of agricultural salinity”, Chapter 1 in Agricultural Salinity Assessment and Management, 1-18.
- Tattini, M., 1990, Effect of increasing nutrient concentration on growth and nitrogen uptake of container-grown peach and olive, In: Plant Nutrition—Physiology and Applications, Eds: Springer, p. 515-518.
- Tattini, M., Lombardini, L. ve Gucci, R., 1997, The effect of NaCl stress and relief on gas exchange properties of two olive cultivars differing in tolerance to salinity, *Plant and Soil*, 197 (1), 87-93.
- Thornley, J., 1972, A balanced quantitative model for root: shoot ratios in vegetative plants, *Annals of botany*, 36 (2), 431-441.
- Torres-Schumann, S., Godoy, J. A. ve Pintor-Toro, J. A., 1992, A probable lipid transfer protein gene is induced by NaCl in stems of tomato plants, *Plant molecular biology*, 18 (4), 749-757.
- Verma, S. ve Mishra, S. N., 2005, Putrescine alleviation of growth in salt stressed Brassica juncea by inducing antioxidative defense system, *Journal of plant physiology*, 162 (6), 669-677.

- Wahome, P., Jesch, H. ve Grittner, I., 2001, Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* 'Major' and *R. rubiginosa*, *Scientia horticulturae*, 87 (3), 207-216.
- Waisel, Y., 1991, Adaptation to salinity, *Physiology of Trees*. Wiley, New York, 359-383.
- Walker, R., Sedgley, M., Blesing, M. ve Douglas, T., 1984, Anatomy, ultrastructure and assimilate concentrations of roots of citrus genotypes differing in ability for salt exclusion, *Journal of experimental botany*, 35 (10), 1481-1494.
- Wang, C., Deng, P., Chen, L., Wang, X., Ma, H., Hu, W., Yao, N., Feng, Y., Chai, R. ve Yang, G., 2013, A wheat WRKY transcription factor TaWRKY10 confers tolerance to multiple abiotic stresses in transgenic tobacco, *PLoS one*, 8 (6), e65120.
- Wang, Y. ve Nii, N., 2000, Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75 (6), 623-627.
- Webster, A. ve Schmidt, H., 1996, Rootstocks for sweet and sour cherries, *Cherries: Crop physiology, production and uses*, 127-163.
- Wei, C., Cui, Q., Zhang, X.-Q., Zhao, Y.-Q. ve Jia, G.-X., 2016a, Three P5CS genes including a novel one from *Lilium regale* play distinct roles in osmotic, drought and salt stress tolerance, *Journal of Plant Biology*, 59 (5), 456-466.
- Wei, W., Hu, Y., Han, Y.-T., Zhang, K., Zhao, F.-L. ve Feng, J.-Y., 2016b, The WRKY transcription factors in the diploid woodland strawberry *Fragaria vesca*: identification and expression analysis under biotic and abiotic stresses, *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 129-144.
- Wiggins, P. M., 1990, Role of water in some biological processes, *Microbiological Reviews*, 54 (4), 432-449.
- Wu, H., Ni, Z., Yao, Y., Guo, G. ve Sun, Q., 2008, Cloning and expression profiles of 15 genes encoding WRKY transcription factor in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Progress in Natural Science*, 18 (6), 697-705.
- Wu, Q. S. ve Zou, Y. N., 2009, Adaptive responses of birch-leaved pear (*Pyrus betulafolia*) seedlings to salinity stress, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (1), 133.
- Wu, X., Shiroto, Y., Kishitani, S., Ito, Y. ve Toriyama, K., 2009, Enhanced heat and drought tolerance in transgenic rice seedlings overexpressing OsWRKY11 under the control of HSP101 promoter, *Plant cell reports*, 28 (1), 21-30.
- Xiao, J., Cheng, H., Li, X., Xiao, J., Xu, C. ve Wang, S., 2013, Rice WRKY13 regulates cross talk between abiotic and biotic stress signaling pathways by selective binding to different cis-elements, *Plant Physiology*, 163 (4), 1868-1882.
- Xie, Z., Zhang, Z.-L., Zou, X., Huang, J., Ruas, P., Thompson, D. ve Shen, Q. J., 2005, Annotations and functional analyses of the rice WRKY gene superfamily reveal positive and negative regulators of abscisic acid signaling in aleurone cells, *Plant Physiology*, 137 (1), 176-189.
- Xie, Z., Zhang, Z. L., Zou, X., Yang, G., Komatsu, S. ve Shen, Q. J., 2006, Interactions of two abscisic-acid induced WRKY genes in repressing gibberellin signaling in aleurone cells, *The Plant Journal*, 46 (2), 231-242.
- Xiong, X., James, V. A., Zhang, H. ve Altpeter, F., 2010, Constitutive expression of the barley HvWRKY38 transcription factor enhances drought tolerance in turf and forage grass (*Paspalum notatum* Flugge), *Molecular Breeding*, 25 (3), 419-432.

- Xu, S., Wang, X. ve Chen, J., 2007, Zinc finger protein 1 (ThZF1) from salt cress (*Thellungiella halophila*) is a Cys-2/His-2-type transcription factor involved in drought and salt stress, *Plant cell reports*, 26 (4), 497-506.
- Yamaguchi-Shinozaki, K. ve Shinozaki, K., 2006, Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 781-803.
- Yancey, P. H., Clark, M. E., Hand, S. C., Bowlus, R. D. ve Somero, G. N., 1982, Living with water stress: evolution of osmolyte systems, *Science*, 217 (4566), 1214-1222.
- Ye, J. B., Chen, Q. W., Tao, T. T., Wang, G. ve Xu, F., 2016, Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on growth, photosynthetic gas exchange, chlorophyll, and antioxidative enzymes under salinity stress in *Prunus persica* (L.) Batsch seedling, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28 (11), 786.
- Yin, R., Bai, T., Ma, F., Wang, X., Li, Y. ve Yue, Z., 2010, Physiological responses and relative tolerance by Chinese apple rootstocks to NaCl stress, *Scientia horticulturae*, 126 (2), 247-252.
- Yu, F., Huaxia, Y., Lu, W., Wu, C., Cao, X. ve Guo, X., 2012, GhWRKY15, a member of the WRKY transcription factor family identified from cotton (*Gossypium hirsutum* L.), is involved in disease resistance and plant development, *BMC plant biology*, 12 (1), 144.
- Zhang, C.-Q., Xu, Y., Lu, Y., Yu, H.-X., Gu, M.-H. ve Liu, Q.-Q., 2011, The WRKY transcription factor OsWRKY78 regulates stem elongation and seed development in rice, *Planta*, 234 (3), 541-554.
- Zheng, Z., Mosher, S. L., Fan, B., Klessig, D. F. ve Chen, Z., 2007, Functional analysis of Arabidopsis WRKY25 transcription factor in plant defense against *Pseudomonas syringae*, *BMC plant biology*, 7 (1), 2.
- Zhifang, G. ve Loescher, W., 2003, Expression of a celery mannose 6-phosphate reductase in *Arabidopsis thaliana* enhances salt tolerance and induces biosynthesis of both mannitol and a glucosyl-mannitol dimer, *Plant, Cell & Environment*, 26 (2), 275-283.
- Zhou, L., Wang, N.-N., Kong, L., Gong, S.-Y., Li, Y. ve Li, X.-B., 2014, Molecular characterization of 26 cotton WRKY genes that are expressed differentially in tissues and are induced in seedlings under high salinity and osmotic stress, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 119 (1), 141-156.
- Zhou, L., Wang, N.-N., Gong, S.-Y., Lu, R., Li, Y. ve Li, X.-B., 2015, Overexpression of a cotton (*Gossypium hirsutum*) WRKY gene, GhWRKY34, in Arabidopsis enhances salt-tolerance of the transgenic plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, 96, 311-320.
- Zhou, Q. Y., Tian, A. G., Zou, H. F., Xie, Z. M., Lei, G., Huang, J., Wang, C. M., Wang, H. W., Zhang, J. S. ve Chen, S. Y., 2008, Soybean WRKY-type transcription factor genes, GmWRKY13, GmWRKY21, and GmWRKY54, confer differential tolerance to abiotic stresses in transgenic Arabidopsis plants, *Plant biotechnology journal*, 6 (5), 486-503.
- Zhu, J.-K., 2001, Cell signaling under salt, water and cold stresses, *Current opinion in plant biology*, 4 (5), 401-406.
- Zhu, J., Adli, M., Zou, J. Y., Verstappen, G., Coyne, M., Zhang, X., Durham, T., Miri, M., Deshpande, V. ve De Jager, P. L., 2013, Genome-wide chromatin state transitions associated with developmental and environmental cues, *Cell*, 152 (3), 642-654.

- Ziska, L. H., Seemann, J. R. ve DeJong, T. M., 1990, Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species, *Plant Physiology*, 93 (3), 864-870.
- Zou, X., Seemann, J. R., Neuman, D. ve Shen, Q. J., 2004, A WRKY gene from creosote bush encodes an activator of the abscisic acid signaling pathway, *Journal of Biological Chemistry*, 279 (53), 55770-55779.
- Zrig, A., Tounekti, T., Vadel, A. M., Mohamed, H. B., Valero, D., Serrano, M., Chtara, C. ve Khemira, H., 2011, Possible involvement of polyphenols and polyamines in salt tolerance of almond rootstocks, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 (11), 1313-1322.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Servet ARAS
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Bornova/13.09.1987
Telefon :
Faks :
e-mail : servet.aras@bozok.edu.tr

EĞİTİM

| Derece | Adı, İlçe, İl | Bitirme Yılı |
|---------------|--------------------------|--------------|
| Lise | : Hayrettin Duran Lisesi | 2004 |
| Üniversite | : Ege Üniversitesi | 2010 |
| Yüksek Lisans | : Selçuk Üniversitesi | 2013 |
| Doktora | : Selçuk Üniversitesi | Devam ediyor |

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görevi |
|-----|-------|--------|
|-----|-------|--------|

UZMANLIK ALANI

Meyve Yetiştirme ve Islahı

YABANCI DİLLER

İngilizce ve İspanyolca

YAYINLAR

Aras, S., Arslan, E., Eşitken, A. and Kılıç, M., 2017. Polypeptide Alteration During The Cold Stratification In Mazzard Seed. Erwerbs-Obstbau (Accepted).

Aras, S., and Eşitken, A. (2017). Physiological Responses of Cherry Rootstocks to Short Term Salinity. Erwerbs-Obstbau. (Accepted). (Doktora Tezinden Yapılmıştır)

Kılıç, M., Arslan, E., Aras, S., Eşitken, A., 2017. The Effects of Calcium Silicate Application on the Expressions of MdSOS1 and MdNHX1 Genes in Apple

- Plant Under Salt Stress. International DNA Day and Genome Congress, April 24-28, Kırşehir, Turkey. Oral Presentation.
- İpek, M., Aras, S., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L., Dönmez, M.F., Turan, M., 2017. Root plant growth promoting rhizobacteria inoculations increase ferric chelate reductase (FC-R) activity and Fe nutrition in pear under calcareous soil conditions. *Scientia Horticulturae*, 219: 144-151.
- Aras, S. and Esitken, A., 2016. Effect of Calcium Silicate on Salt Stress in Apple Plant. 3rd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 26-28, Warsaw, Poland. Oral Presentation.
- Aras, S., Arslan, E. and Esitken, A., 2015. Biochemical and Physiological Responses of Lemon Plant Under Salt Stress. Proceedings of 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30-October 3, Konya, Turkey. Oral presentation.
- Aslansoy, B. and Aras, S., 2015. New Developments in Fruit/Grapevine Certification in Turkey. Proceedings of 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment, September 30-October 3, Konya, Turkey. Poster.
- Aras, S., Kılıç, M., Arslan, E. ve Eşitken, A., 2015. Soğuk katlama süresince kuş kirazı (Mazzard) tohumlarında polipeptid değişimi. I. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, 1-4 Eylül, Erzurum. Poster.
- Aras, S. ve Eşitken, A., 2015. Fuji elma çeşidinin tuz stresine verdiği tepkiler. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 25-29 Ağustos, Çanakkale. Poster.
- Aras, S. ve Eşitken, A., 2015. M 9 anacına aşılı 'Fuji' elma çeşidinin tuz stresine verdiği tepkiler. I. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, 1-4 Eylül, Erzurum. Poster.
- Aras, S., Sabır, F. ve Eşitken, A., 2015. Yaprak Gübrelemesinin Düşük Sıcaklık Koşulları Altında Çilek Bitkisinde Meyve Verimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan, Nevşehir. Poster.
- Aras, S. ve Eşitken, A., 2013. Effects of antifreeze proteins and glycine betaine on strawberry plants for resistance to cold temperature. Proceedings of International Conference on Agriculture and Biotechnology, Malaysia, 29-30 December, IPCBEE 60 (21): 107-111. (Yüksek Lisans Tezinden Yapılmıştır)
- Esitken, A. ve Aras, S., 2012. Meyve Bahçelerinde Yazlık Bakım İşlemleri. *Tarım Türk Dergisi*, No:35, 86-92.
- Aras, S. ve Esitken, A., 2012. Yumuşak Çekirdekli Meyveler. *Tarım Türk Dergisi*, No: 36, 28-30.

İpek, M., Arıkan, Ş., Aras, S., Eşitken, A., Pırlak, L., Şahin, M., Mete, N. ve Altan, K., 2012. Memecik ve Domat Zeytin Çeşitlerinde Bakteri, IBA ve Yaralama Uygulamalarının Çelik Köklenmesi Üzerine Etkileri. Poster.

