

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**SALİSİLİK ASİTİN KURAKLIK STRESİNDEKİ EKMEKLİK BUĞDAY  
ÇEŞİTLERİNDE BÜYÜME VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Yusuf ÖZTÜRKÇİ  
DANIŞMAN: Doç. Dr. Diğdem ARPALI

VAN- 2016

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**SALİSİLİK ASİTİN KURAKLIK STRESİNDEKİ EKMEKLİK BUĞDAY  
ÇEŞİTLERİNDE BÜYÜME VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Yusuf ÖZTÜRKÇİ

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **2014-FBE-D136**  
No'lu proje olarak desteklenmiştir

VAN- 2016

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı' nda Doç. Dr. Diğdem ARPALI danışmanlığında, Doktora Öğrencisi Yusuf ÖZTÜRKÇİ tarafından sunulan “**Salisilik Asitin Kuraklık Stresindeki Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Büyüme ve Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkileri**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 26/02/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Nuri YILMAZ

İmza:

Üye: Prof. Dr. Burhan ARSLAN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Mehmet ÜLKER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Füsun GÜLSER

İmza:

Üye: Doç. Dr. Diğdem ARPALI

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ....../...../2016 tarih ve .....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../2016

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yusuf ÖZTÜRKÇİ



## ÖZET

### SALİSİLİK ASİTİN KURAKLIK STRESİNDEKİ EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE BÜYÜME VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZTÜRKÇİ, Yusuf

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Diğdem ARPALI

Şubat 2016, 132 Sayfa

Bu araştırma, 2014 yılında sıcaklık ve ışık bakımından kontrollü koşullarda, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait iklim odasında 5 ekmeklik buğday çeşidinde (Doğu-88, Altay-2000, Bezostaya 1, Alparslan ve Tir karışık popülasyon hattı) 2 farklı sulama seviyesinde (tarla kapasitesinin % 40'ı kuraklık ve % 60'ı kontrol olarak) 2 farklı salisilik asit dozu ( $0.1 \text{ mM kg}^{-1}$  SA ve  $1.0 \text{ mM kg}^{-1}$  SA) uygulaması ile ve 4 tekerrürlü olarak 4 kg toprak kapasiteli saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 80 saksı ile yürütülmüştür.

Araştırmada buğday çeşitlerinde; sürme hızı, sürme gücü, bayrak yaprak alanı, ozmotik potansiyel, membran permeabilitesi, klorofil miktarı, yaprak su tutma kapasitesi, nispi nem içeriği, toprak üstü yaş ağırlık, toprak üstü kuru ağırlık, toprak altı yaş ağırlık, toprak altı kuru ağırlık ve sodyum potasyum oranı özellikleri incelenmiştir. Araştırmada bitkiler başaklanma başlangıcına kadar gerekli ölçümler yapılarak, ağırlık ölçümleri için başaklanma başlangıcında sökülmüştür. Kullanılan çeşitler arasında sürme hızı, sürme gücü, bayrak yaprak alanı ve klorofil miktarı bakımından istatistiki düzeyde farklılıklar tespit edilirken, uygulamalar arasında sodyum potasyum oranı dışındaki tüm özelliklerde de istatistiki düzeyde farklılıklar belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımından salisilik asit uygulamalarının Bezostaya1, Doğu-88, Alparslan, Altay 2000 çeşitleri ve Tir buğday popülasyon hattında kuraklığa toleransı artırıcı etkide bulunduğu, salisilik asit dozları ( $0.1 \text{ mM kg}^{-1}$  ve  $1.0 \text{ mM kg}^{-1}$ ) açısından farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Kurak koşullarda kontrol uygulamasına göre olumsuz etkilenen özellikler, genel olarak salisilik asit uygulamalarından pozitif yönde etkilenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ekmeklik buğday, Kuraklık, Salisilik asit

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF SALICYLIC ACID ON SOME PHYSIOLOGICAL PROPERTIES AND GROWTH IN BREAD WHEAT VARIETIES UNDER DROUGHT STRESS

ÖZTÜRKÇİ, Yusuf

Ph. D. Thesis, Department of Science in Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr.: Diğdem ARPALI

February, 2016, 132 pages

This study was conducted under temperature and light controlled conditions at climate room belonging to Yüzüncü Yıl University Agriculture Faculty Field Crops Department. In this study, it is conducted that constituting on five bread wheat varieties (Doğu-88, Altay-2000, Bezostaya 1, Alparslan ve Tir mixed population line), two different watering level (watering 40% drought and 60% control rate of field capacity) with the application of two different salicylic acid dose ( $0.1 \text{ mM kg}^{-1}$  SA and  $1.0 \text{ mM kg}^{-1}$  SA) and according to randomized block design as four replication with 80 flowerpots having 4 kg soil in each pot. In this research, at wheat varieties; the characteristics of germination rate, germination strength, flag leaf area, osmotic potential, membrane permeability, chlorophyll content, leaf water retention capacity, relative water content, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, root dry weight and sodium potassium rate were determined. The plants were uprooted at the beginning of the heading in order to measure the weight with carrying out the necessary measurements until the heading process begins. When establishing statistical variances in respect to germination rate, germination strength, flag leaf area and chlorophyll content among the species used, it is also determined statistically variances at all characteristics among the applications except the sodium potassium rate. In regard to the examined characteristics, the applications of salicylic acid on Bezostaya1, Doğu-88, Alparslan, Altay 2000 varieties and Tir wheat population line had positive effect to drought tolerant and it was shown variances in terms of salicylic acid doses ( $0.1 \text{ mM kg}^{-1}$  ve  $1.0 \text{ mM kg}^{-1}$ ). The criteria that negatively effected according to control applications with drought conditions, in general they were positively effected from the application of salicylic acid.

**Key words:** Bread wheat, Drought, Salicylic Acid.

## ÖN SÖZ

Yüksek lisans ve doktora öğrenim sürecimin tamamında bilgi, tecrübe ve ilgisi ile her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen, bilimsel vizyonumun oluşmasına büyük katkı sağlayan danışman hocam Doç. Dr. Diğdem ARPALI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora öğrenim sürecinde Tarla Bitkileri Bölüm imkanlarını kullanmama izin veren tez izleme komitesi başkanı Prof. Dr. Mehmet ÜLKER' e bilgi ve tecrübelerini paylaşarak yol gösteren Tez İzleme Komitesi üyesi Prof. Dr. Füsun GÜLSER' e, Tarla Bitkileri Bölüm hocalarıma, araştırmanın istatistik analizlerinde yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Suna GÖKDERE AKKOL' a teşekkürlerimi sunarım. Uygulama ve laboratuvar aşamasında yardımcı olan Araş. Gör. Burak ÖZDEMİR ve kuzenim Tahir SADAT' a, uygulama aşamasında fiilen yardımcı olan ve tez yazım döneminde sabırla yanımda olan eşim Zir. Yük. Müh. Buşra ÖZTÜRKÇİ' ye ve yaşamım boyunca her zaman yanımda olan ve desteklerini sürekli hissettiğim annem Gülnaz ÖZTÜRKÇİ, babam Fuat ÖZTÜRKÇİ, kardeşlerim Ferda, Sevban, Ümran ve Esra Tuba ÖZTÜRKÇİ' ye son olarak tez yazım süreci sonunda ailemize katılarak ayrı bir sevinç ve yaşam kaynağı olan kızım Zeynep Ece' ye sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde 2014-FBE-D136 nolu proje kapsamında finansal destekte bulunan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Başkanlığı' na teşekkürlerimi sunarım.

2016

Yusuf ÖZTÜRKÇİ

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	8
2.1. Kuraklık Çalışmaları .....	8
2.2. Salisilik Asit Çalışmaları .....	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	26
3.1. Materyal .....	26
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Çeşitlere/Hatlara Ait Tarımsal Özellikler .....	26
3.2. Yöntem .....	28
3.2.1. Araştırma Toprağının Kimyasal Özellikleri .....	31
3.2.2. Verilerin Elde Edilmesi .....	32
3.2.3. İstatistik Analiz .....	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA .....	39
4.1. Sürme Hızı .....	39
4.2. Sürme Gücü .....	43
4.3. Bayrak Yaprak Alanı .....	48
4.4. Ozmotik Potansiyel .....	53
4.5. Membran Permeabilitesi .....	58
4.6. Klorofil Miktarı .....	62
4.7. Yaprak Su Tutma Kapasitesi .....	66
4.8. Nispi Nem İçeriği .....	69
4.9. Toprak Üstü Yaş Ağırlık .....	73
4.10. Toprak Üstü Kuru Ağırlık .....	78
4.11. Toprak Altı Yaş Ağırlık .....	83



4.12. Toprak Altı Kuru Ağırlık .....	88
4.13. Sodyum Potasyum Oranı .....	94
5. SONUÇ .....	99
KAYNAKLAR .....	106
ÖZGEÇMİŞ .....	132



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırma toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	31
Çizelge 4.1. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sürme hızına salisilik asitin etkisi .....	42
Çizelge 4.2. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sürme gücüne salisilik asitin etkisi .....	47
Çizelge 4.3. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin bayrak yaprak alanına salisilik asitin etkisi .....	51
Çizelge 4.4. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin ozmotik potansiyele salisilik asitin etkisi .....	56
Çizelge 4.5. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin membran permeabilitesine salisilik asitin etkisi .....	60
Çizelge 4.6. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin klorofil miktarına salisilik asitin etkisi .....	65
Çizelge 4.7. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine salisilik asitin etkisi .....	68
Çizelge 4.8. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin nispi nem içeriğine salisilik asitin etkisi .....	72
Çizelge 4.9. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak üstü yaş ağırlığa salisilik asitin etkisi .....	77
Çizelge 4.10. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak üstü kuru ağırlığa salisilik asitin etkisi .....	82
Çizelge 4.11. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak altı yaş ağırlıklarına salisilik asitin etkisi .....	87
Çizelge 4.12. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak altı kuru ağırlığa salisilik asitin etkisi .....	92
Çizelge 4.13. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sodyum potasyum oranına salisilik asitin etkisi .....	96

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Tohumların vernalizasyon ihtiyaçlarının karşılanması .....	29
Şekil 3.2. Tohumlara salisilik asit uygulanması .....	30
Şekil 3.3. Saksılarda kuraklık kontrolünün yapılması .....	31
Şekil 3.4. Sürme hızı ve sürme gücü kontrolü .....	32
Şekil 3.5. Ozmotik potansiyel ölçümü .....	33
Şekil 3.6. İletkenlik ölçümü için su banyosu .....	34
Şekil 3.7. İletkenlik ölçümü .....	34
Şekil 3.8. SPAD metre ile klorofil miktarının belirlenmesi .....	35
Şekil 3.9. Nispi nem içeriğinin belirlenmesi .....	36
Şekil 3.10. Söküm sonrası bitki suyunun alınması .....	36
Şekil 3.11. Söküm sonrası kökler .....	37
Şekil 3.12. Sodyum Potasyum içeriklerinin belirlenmesi .....	38
Şekil 4.1. Çeşitlere göre sürme hızı .....	39
Şekil 4.2. Uygulamalara göre sürme hızı .....	40
Şekil 4.3. Çeşitlere göre sürme gücü .....	44
Şekil 4.4. Uygulamalara göre sürme gücü .....	45
Şekil 4.5. Çeşitlere göre bayrak yaprak alanı .....	49
Şekil 4.6. Uygulamalara göre bayrak yaprak alanı .....	50
Şekil 4.7. Çeşitlere göre ozmotik potansiyel .....	54
Şekil 4.8. Uygulamalara göre ozmotik potansiyel .....	54
Şekil 4.9. Çeşitlere göre membran permeabilitesi .....	58
Şekil 4.10. Uygulamalara göre membran permeabilitesi .....	59
Şekil 4.11. Çeşitlere göre klorofil miktarı .....	63
Şekil 4.12. Uygulamalara göre klorofil miktarı .....	63
Şekil 4.13. Çeşitlere göre yaprak su tutma kapasitesi .....	66
Şekil 4.14. Uygulamalara göre yaprak su tutma kapasitesi .....	67
Şekil 4.15. Çeşitlere göre nispi nem içeriği .....	70
Şekil 4.16. Uygulamalara göre nispi nem içeriği .....	71
Şekil 4.17. Çeşitlere göre toprak üstü yaş ağırlık .....	74
Şekil 4.18: Uygulamalara göre toprak üstü yaş ağırlık .....	75

Şekil 4.19. Çeşitlere göre toprak üstü kuru ağırlık.....	79
Şekil 4.20. Uygulamalara göre toprak üstü kuru ağırlıklar.....	80
Şekil 4.21. Çeşitlere göre toprak altı yaş ağırlık.....	84
Şekil 4.22. Uygulamalara göre toprak altı yaş ağırlık.....	85
Şekil 4.23. Çeşitlere göre toprak altı kuru ağırlık.....	89
Şekil 4.24: Uygulamalara göre toprak altı kuru ağırlık.....	90
Şekil 4.25. Çeşitlere göre sodyum potasyum oranı.....	94
Şekil 4.26. Uygulamalara göre sodyum potasyum oranı.....	95



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>AS</b>	Amonyum Sülfat
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>cm</b>	Santimetre
<b>cm<sup>2</sup></b>	Santimetre kare
<b>CO<sub>2</sub></b>	Karbondioksit
<b>da</b>	Dekar
<b>g</b>	Gram
<b>ha</b>	Hektar
<b>hl</b>	Hekto Litre
<b>kg</b>	Kilogram
<b>mg</b>	Miligram
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>mM</b>	Milimol
<b>mm</b>	Milimetre
<b>NaCl</b>	Sodyum Klorür
<b>NaOH</b>	Sodyum Hidroksi
<b>N</b>	Azot
<b>O<sub>2</sub></b>	Oksijen
<b>P</b>	Fosfor
<b>ppm</b>	Parts per million (milyonda bir)
<b>TSP</b>	Triple Süper Fosfat
<b>W</b>	Watt
<b>%</b>	Yüzde
<b>µg</b>	mikrogram
<b>°C</b>	Santigrad Derece

## **Kısaltmalar**

## **Açıklama**

**ASA**

Asetil Salisilik Asit

**BAP**

Bilimsel Araştırma Projeleri

**b**

Bitki

**KA**

Kuru Ağırlık

**MP**

Membran Permeabilitesi

**NNİ**

Nispi Nem İçeriği

**n**

Tekerrür Sayısı

**OP**

Ozmotik Potansiyel

**P**

İstatistiki Önem Düzeyi

**SA**

Salisilik Asit

**SA<sub>1</sub>**

0.1 mM Salisilik Asit Dozu

**SA<sub>2</sub>**

1 mM Salisilik Asit Dozu

**TA**

Turgor Ağırlığı

**YA**

Yaş Ağırlık

**YSTK**

Yaprak Su Tutma Kapasitesi

**YYÜ**

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusu 1992 yılında 5.5 milyarken 2014 yılına gelindiğinde 7.24 milyara ulaşmıştır. Yaşama süreleri ele alındığında ise 1992' de 66.2 yıl iken 2014 te 70,8 yıl olmuştur (Anonim, 2014a). Dünya toprak varlığının nüfusa paralel olarak artmadığı tam tersine farklı nedenlerle azaldığı bilinen bir gerçektir. Her geçen yıl dünya üzerinde yaşayan insan sayısının artmasına karşılık üretim alanlarının azalması birim alandan daha fazla verim almakla dengelenebilir. İnsan beslenmesi için vazgeçilmez ürün olan buğdayın da artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde olması gerekmektedir.

Dünya toplam tahıl üretiminin 2,3 milyar ton ile 2011/2012 üretim yılında son 10 üretim yılının en üst seviyesine ulaştığı görülmektedir. Özellikle yaklaşık % 14 üretim artış seviyesi ile Yulaf, % 10 artış ile Arpa, % 7 ile Çeltik ve % 6 ile Mısır üretimindeki artışın toplam tahıl üretimine etkisi oldukça yüksektir. Son 10 yıl verileri incelendiğinde dünya tahıl üretiminde mısır 900 milyon tonlara yaklaşan üretimle birinci sırada bulunurken 700 milyon ton sınırlarına yaklaşan üretimiyle buğday ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2013).

Ülkemizde düzensiz ve izinsiz yapılaşma ve marjinal alanların artışıyla beraber azalma eğiliminde olan toplam tarım alanı 40 milyon ha civarındadır. Bu alan içinde 17-18 milyon ha alanda üretimi yapılan tahıllar %45 lik yer kaplamaktadır. Çayır mera alanı 14,5 milyon ha, nadas alanı 4-5 milyon ha, meyve, içecek ve baharat bitkileri alanı 3 milyon ha, sebze üretimi yapılan alan 800 bin ha ve son yıllarda ekim alanı artan süs bitkileri 5 bin ha civarındadır (Anonim, 2014b).

Ülkemizde tahıl üretiminin gerçekleştirildiği alanların % 67' sinde buğday, % 24' ünde arpa, % 6' sında mısır üretimi yapılmaktadır. Bu ürünleri sırasıyla çavdar (% 1,3), çeltik (% 1,1), yulaf (% 0,8) ve tritikale (% 0,3) takip etmektedir (Anonim, 2014b).

Ekim alanı ve üretim miktarları incelendiğinde, buğday ekim alanlarının azalmasına karşın üretim miktarında bir azalma olmadığı aksine artış olduğu görülmektedir. 2001-2014 yılları arasında üretim miktarları ortalama 19-21 milyon ton civarlarında seyretmektedir. 2013 yılında 22 milyon ton sınırını aşarak son yılların en yüksek üretimi elde edilmiştir. Türkiye buğday ekim alanlarının büyük bölümünde üretim yıllık yağış miktarına bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Buğday üretiminde yetiştirme dönemindeki yağış, verimi doğrudan etkilemektedir. 2001-2014 yılları

buğday üretiminde elde edilen buğday miktarının en düşük olduğu, yılların 2007-2008 üretim sezonu olduğu ve yaklaşık 3 milyon ton düşerek 17 milyon ton seviyelerine düştüğü görülmektedir. Bu düşüşün en önemli nedeni ise üretim sezonundaki kuraklıktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Anonim, 2014b).

Van ilinde en fazla üretilen tahıl cinsi ekmeçlik buğdaydır. Karasal iklim kaynaklı soğuk ve yağış düzensizliğinden meydana gelen kurak gibi bitkisel üretimi olumsuz etkileyen iki önemli abiyotik etmenin hüküm sürdüğü ve kuru tarım sisteminin uygulandığı ilde, buğdayın ekim alanı 239.728 ha, üretimi 395.551 ton verimi ise 165 kg/da' dır (Anonim 2014c). Bölgede hüküm süren karasal iklim, tarım alanlarının miras yoluyla bölünerek çok parçalı oluşu, agronomik bilgi yetersizliği, tarım makineleri kullanım oranı, bölgenin iklim ve coğrafik şartları tane veriminde artışa engel olan en önemli faktörler olarak değerlendirilebilir.

Bitki büyüme ve gelişmesini engelleyen veya olumsuz yönde etkileyen çevre faktörlerindeki değişimler olarak tanımlanabilen stres; fiziksel, kimyasal veya biyolojik kaynaklı olabilmektedir. Biyolojik nedenlerle oluşan strese biyotik stres, fiziksel ve kimyasal nedenlerle oluşan strese abiyotik stres denilmektedir. Genel olarak kuraklık, tuzluluk, toprak ve atmosfer kirliliği, radyasyon, yetersiz beslenme, düşük ve yüksek sıcaklık gibi etmenler bitkisel üretimi ve verimi sınırlandıran abiyotik streslerdir (Öztürk, 1999a). Bu abiyotik faktörler içerisinde verimi en fazla etkileyen ve en önemli olanı kuraklıktır. Çünkü yaprak büyümesi, stomaların açılıp kapanması ve fotosentez gibi birçok önemli fizyolojik olaylar su potansiyelindeki değişimle doğrudan etkilenebilmektedirler (Monti, 1986). Halihazırda dünya topraklarının %43'ünde, tarım alanlarının büyük bir kısmında yağışın az olması nedeni ile kuraklık problemi yaşanmaktadır. Kuraklık bu alanlarla sınırlı değildir. Yağışlı yerlerde dahi yağışın yıl içerisindeki dağılışının düzensizliğinden dolayı da bitki gelişmesi engellenebilmektedir. Sulama ve bitki bünyesinde meydana gelen fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişimlerle kuraklık problemi bir dereceye kadar azaltılabilmektedir (Özer ve ark., 1997).

Yetiştiriciliği yapılacak bitkisel ürünlerin stres koşullarına karşı dayanımlarını artırmak için doğru agronomik uygulamaların yanında, bitkilerin strese dayanım kapasitelerini yükseltmeye dönük ıslah çalışmaları ve yeni uygulamalar yürüterek stres altında verim kayıplarının önüne geçilmesi gerekmektedir.



Kuraklık stresi, en temel anlamıyla vejetasyon döneminde toprakta bulunan su miktarının yetiştirilmesi ve üretilmesi düşünülen bitkinin ihtiyaç duyduğu, bitki büyüme ve gelişmesi için gereken su miktarından az olma durumudur. Son yıllarda kuraklık kendini daha fazla hissettirmektedir. Bu nedenle bu tehdidin farkına varan ülkeler, ulusal kuraklık stratejileri belirlemiş, iklim değişiklikleri ve çölleşmeye karşı önemli çalışmalar yapmışlardır. Kuraklık sorunu büyüdükçe alınan önlemler için ülkelerin bir araya gelmesi uluslararası çalışmalar yapması ve stratejiler belirlemesi kaçınılmaz olmuştur.

Bu kapsamda iklim bilimi ve iklim değişikliği alanlarında çalışma yapan bilim adamları yeryüzünde meydana gelen iklim değişikliklerini inceleyerek, alınabilecek önlemler hakkında raporlar hazırlamak suretiyle yol haritasının oluşmasını sağlamaktadırlar. Bursa İl Özel İdaresi tarafından hazırlanan kuraklık eylem planında belirtildiğine göre; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreterliği tarafından, fosil yakıtlardan kaynaklanan küresel ısınma ve küresel ısınmanın doğuracağı iklim değişikliğinin sonuçlarına ilişkin bir rapor hazırlanmıştır. Paris' te açıklanan Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Uzmanlar Grubu Raporu' nda; son 50 yılda meydana gelen küresel ısınmanın %90 insan eliyle meydana geldiği ve asırlarca süreceği belirtilmiş, 100 yıl içinde sıcaklığın 4 °C'ye kadar artacağı, okyanuslardaki su seviyesinin yaklaşık 60 cm yükseleceği belirtilmiştir. 1990–2004 yılları arasında sera etkisi meydana getiren gaz emisyonu oranlarına göre, 40 ülkenin değerlendirildiği raporda ülkemizi de ilgilendiren önemli bulgular ve yorumlar yer almaktadır. Türkiye'nin, 1990-2004 yılları arasında emisyonu %72,6 oranında artmış ve diğer ülkeleri geride bırakmıştır. Bu artışın ana nedenleri arasında; Türkiye'de son 25-30 yılda hızla büyüyen sanayi sektöründe, çevreci olmayan yeni teknolojik yatırımlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmaması ve artan nüfusla birlikte gelişen ulaşım sektöründe izlenen politika yanlışlıklarının hızla yaygınlaşması gösterilmektedir. Ayrıca raporda belirtilen sera gazı emisyonu değerlendirildiğinde, sera gazı emisyonu bakımından en yüksek oranlara sahip ülkelerin taraf olmadığı Kyoto Protokolü gibi çevre öncelikli araçlarla küresel ısınmanın olası etkilerinin en aza indirilip indirilmeyeceği tartışma konusudur. Ülkemiz iklim değişikliğinden en olumsuz etkilenecek bölgelerden birinde yer almaktadır. Son yıllarda ülkemizde yaşanan ve sayısı artarak devam eden sulak alanların kuruması ve orman yangınları gibi sorunlar,

bu etkilerin daha fazla hissedilmesine yol açmıştır. İklim modellerinin çoğunda, Akdeniz Havzası ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu bölgeye ilişkin sıcaklık artışı öngörülürü, kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerine göre daha düşüktür. En büyük ısınma yüksek enlemlerde bulunan alanlarda beklenmektedir. İklim Değişikliği Raporlarında kullanılan çeşitli iklim modellerine göre, Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarının 2050 yılına kadar, yalnız sera gazlarındaki artışları dikkate alındığında 1–3°C, sera gazlarındaki ve sülfat parçacıklarındaki değişimler birlikte ele alındığında ise 1–2°C artış olacağı öngörülmektedir (Anonim 2007).

Küresel ısınma, iklim değişikliği gibi olumsuz gelişmelerle birlikte, artan dünya nüfusunun gelecekte beslenme ve giyinme ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla, kurağa toleranslı, daha az su kullanımı ile bitki gelişiminin ve veriminin minimum koşullarda etkilendiği genotiplerin geliştirilmesi ve ıslah edilmesi gerekmektedir (Sankar ve ark. 2008).

Kuraklık stresi altında bitkilerden verim alabilmek için kuraklık mekanizmasını öğrenerek kurağa dayanıklı bitkiler ıslah etmek gerekmektedir. Blum (1988) kuraklığa dayanıklılığı, kuraklıktan kaçış, kuraklıktan korunma ve kuraklığa tolerans olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırmıştır; bitkinin kurak sezon başlamadan olgunluğa ulaşma kabiliyetine kuraklıktan kaçış, bitkinin kurak şartlar altında bünyesinde daha fazla su biriktirmesine ve su kaybını en aza indirmesine kuraklıktan korunma, bitki bünyesinde bulunan düşük su potansiyeline rağmen kurak dönem süresince hayatta kalabilmesine kuraklığa tolerans olarak tanımlamıştır.

Ülkemizde kuraklık kış ve ilkbahar aylarını kapsadığından, erkencilik yağış rejimi belli ve düzenli olan bölgelerde kuraklıktan kaçış mekanizması iken, son yıllardaki yağış rejimindeki değişikliklerden dolayı kuraklıktan daha fazla etkilenme nedeni olmuştur. Yağış dağılımındaki değişimin kuraklık ritminde farklılığa neden olması, kuraklığa yaklaşımda değişikliğe, yeni araştırma ve uygulama stratejilerinin ortaya konulması ve yeni ıslah programlarının oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu düşünce, erkencilik dışında diğer tolerans mekanizmaları üzerinde durulması gerektiği ve ayrıca kar örtüsüz yıllar fizyolojik kuraklık sorununa ve soğuk zararına da neden olduğu için ıslah çalışmalarında bunların da göz önünde bulundurma gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Sade 2008).

Adaptasyon yeteneği ile geniş bir coğrafyada yetişiyor olması ve insan beslenmesinde vazgeçilmez ürün olması gibi nedenlerle dünyada ve ülkemizde en önemli bitki olan buğdayın kuraklığa bağlı olarak veriminin zaman zaman azalması tarımsal üretimde sürdürülebilirliği ve dünya besin güvencesini tehdit etmektedir (Başer ve ark. 2005). Bu nedenle kurak şartlarda yüksek verim potansiyeline sahip ve kurağa dayanıklı genotiplerin ıslah edilmesi gerekmektedir.

Türkiye' de üretilen buğdayın yaklaşık %80'i sulamanın yapılamadığı alanlarda ve tamamen yıllık yağışa bağlı olarak yetiştirilmektedir. Yıllık yağışa bağlı olarak yapılan üretim kuru tarım sistemi olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde kuru tarım sistemi ile üretimi yapılan buğdayın önemli bölümü Orta Anadolu ve Geçit bölgelerde gerçekleştirilmektedir. Kuru tarım sisteminde yıllık yağış miktarı ve yağışın üretim sezonuna dağılımı verimi etkileyen en önemli faktörlerdir. Sulama imkanının olmadığı bölgelerde üretim sezonu içinde farklı dönemlerde bitkiler kurağa maruz kalabilmektedirler. Buğdayda çiçeklenme öncesi başlayan kuraklık tane dolum sürecinde etkisini artırmaktadır. Kuraklığın çiçeklenme sonrası yaprak alanı ve başak oluşumu üzerindeki olumsuz etkisi verimi sınırlandıran ve azalmasına neden olan en temel etken olarak düşünölmektedir (Öztürk 1999b).

Bitkilerin kurağa dayanıklılıkları, gelişme devrelerine, kuraklığın süresi ve şiddeti ile çeşitlerin genetiğine bağlı olarak değişebilmektedir (Beltrano ve Marta, 2008; Hu Song ve ark., 2007). Erken gelişme dönemlerindeki kuraklık, daha erken çiçeklenmeye, bitki boyu, yaprak alanı ve fertil kardeş sayısında azalmaya neden olmaktadır (Robertson ve Giunta 1994). Kurağa dayanıklılıkta koleoptil ve kökçük uzunluğunun önemli seleksiyon kriterleri olarak kullanılabileceği farklı araştırıcılar tarafından tespit edilmiş olup (Yuan ve ark., 2010; Wang ve ark., 1997), özellikle kurak şartlarda ve derin ekimlerde koleoptil boyunun uzun olması ile bitkinin ilk gelişme döneminde kuraklıktan daha az etkilenebileceği bildirilmiştir (Yağmur ve Kaydan, 2009; Kaydan ve Yağmur, 2005). Blum ve ark. (1980), buğdayın fide devresinde, koleoptilden ilk yaprağın çıktığı döneme göre aşırı kuraklığa daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir. Yine Wang ve ark. (1997), yaptıkları çalışmaların çoğunda koleoptil uzunluğu ile kurağa dayanıklılık indeksi arasındaki ilişkiyi önemli bulmuş ve buğday da koleoptil uzunluğunun kurağa dayanım açısından değerlendirilmeye alınmasını önermişlerdir.

Asırlar önce Amerikan yerlileri ve Yunanlılar, söğüt bitkisinin kabuk ve yapraklarının ateşe ve ağırlara iyi geldiğini tespit etmişlerdir. 1828'de Johann Buchner, söğüt bitkisinin kabuğundan düşük oranda salisin izole etmiştir. *Salix* sözcüğünden gelen salisilik asit adı ilk kez 1838'de Raffaele Piria tarafından kullanılmıştır. Sentetik salisilik asidin ilk ticari üretimi 1874'de Almanya'da yapılmıştır. Doğal bitkisel ürün olmayan ve etken maddesine ticari olarak asetil salisilik asit denen aspirin, ilk olarak 1898'de Bayer şirketi tarafından üretilmiştir. Çok kısa süre içinde dünyada en fazla satışı yapılan ilaç haline gelmiştir. Tıbbi etkisi halen tartışılmasına rağmen, salisilik asit, kalp rahatsızlıklarından soğuk algınlığına kadar farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmaya devam etmektedir (Raskin, 1995).

Salisilik asit, genel olarak hidroksil grubu ya da hidroksil grubunun fonksiyonel türevini taşıyan, aromatik bir halkaya sahip bitki fenolik grubudur. Son yıllarda bitkilerde salisilik asit ile ilgili yapılan çalışmaların sonucunda, salisilik asidin diğer fenolik bileşikler gibi, bitki büyümesinin gelişimi, düzenlenmesi ve diğer organizmalarla etkileşiminde önemli bir katkı sağladığı ve rol aldığı fikri oluşmuştur (Harborne, 1980).

Bitkiler metabolik faaliyetleri sırasında, hayati fonksiyonları için gerekli olmayan çok sayıda madde üretirler. Bu maddeler genel anlamda sekonder bitki ürünü olarak bilinir. Bu ürünler arasında aromatik bir fenolik olan salisilik asit de yer alır. Bu maddenin sulu solüsyonlarda neredeyse tümüyle etken maddesi olan SA'ye hidrolize olduğu bilinmektedir (Mitchell ve Broadhead, 1967). Salisilik asit, konsantrasyona bağlı olarak, bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinde önemli davranışlar sergiler. Bu davranışlara termogenik etkide bulunmak (Raskin, 1995), adventif köklenmeyi uyarmak (Kling ve Meyer, 1983), herbisitik etki yapmak (Shettel ve Balke, 1983), yaprak dökümünü azaltmak (Ferrarese ve ark. 1996), patojenlere karşı direnç sağlamak (Salisbury ve Ross, 1992), etilen biyosentezini engellemek (Carswel ve ark. 1989) ve proteinlerin nitelik ve niceliklerinin değiştirmek (Jung ve ark. 1993) gibi olaylar örnek verilebilir. Bu örnekler ve salisilik asitin sebep olduğu daha pek çok olay bazı araştırmacılar, bu maddenin yeni bir bitki büyüme regülatörü olabileceği fikrini doğurmuştur (Raskin, 1995; Losanka ve ark. 1997; Rajasekaran ve Blake, 1998).

Arpa, şeker pancarı ve patates bitkilerinde hektara 1-2 kg püskürtme yöntemiyle uygulanan asetil salisilik asit ürün verimini önemli düzeyde artırdığını ve kuraklığa

karşı dayanıklılık kazandırarak direnç sağladığı ileri sürülmüştür (Bergmann ve ark.,1994).

Habibi (2012), kuraklık stresindeki arpada azalan kuru ağırlık ve karbondioksit asimilasyon oranının salisilik asit uygulaması ile arttığını tespit etmiştir. Bhupinder ve Usha (2003), kuraklık stresi uygulanan buğday fidelerinde salisilik asidin (1-3 mM) fizyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada değerlendirmeye tabi tutulan özelliklerde bitki kuru ağırlığının salisilik asit uygulananlarda, uygulanmayanlara göre oldukça yükseldiği, nem miktarı kontrolünde ise, kuraklık stresine bağlı olarak azalma olmakla birlikte salisilik asit uygulaması ile kuraklık stresindeki bitkilerin nem miktarının salisilik asit uygulanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yaprakların protein miktarını korumasına yardımcı olduğu, bu sonuçların ışığı altında, salisilik asitin kuraklık stresine karşı bitkilere direnç kazandırmada bir potansiyel büyüme düzenleyicisi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Salisilik asitin bitkiler üzerindeki etkileri çok karmaşıktır. Özellikle konsantrasyona bağlı olarak farklı sonuçların elde edilmesi, bu karmaşıklığı daha da arttırmakta ve salisilik asitin fizyolojik etkilerinin açıklanmasını da zorlaştırmaktadır (Çanakcı ve Munzuroğlu, 2007). Bu durumun aydınlatılması ancak çok fazla sayıda araştırmayla mümkün olabilir. Büyük bir oranı kuru tarım sistemi ile üretilen buğdayın maruz kaldığı ortam şartları verim düzeyini önemli ölçüde etkilemektedir.

Kuraklık stresine karşı toleransı arttırabilmek için salisilik asit uygulamaları birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, araştırmada Van yöresine adaptasyonları daha önce yapılan çalışmalarla belirlenmiş olan (Kaydan ve Yağmur, 2008) Bezostaya 1, Doğu-88, Altay 2000, Alparslan ekmeklik buğday çeşitlerinde ve Tir buğday popülasyon hattında kuraklık stresinde, salisilik asit uygulamasının morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılarak, elde edilen sonuçların yapılacak olan diğer çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

### 2.1. Kuraklık Çalışmaları

Lauchli ve Pflunger (1978), potasyumun bitki büyümesinde etkili olan birçok enzimin aktivitesini artırdığını ve hücrelerde bulunan potasyum konsantrasyonuna bağlı olarak enzim aktivitesi ve buna bağlı olarak kimyasal tepkime oranının arttığını belirtmişlerdir.

Blum ve ark. (1980), buğdayın fide devresinde, koleoptilden ilk yaprağın çıktığı döneme göre aşırı kuraklığa daha toleranslı olduklarını belirlemişlerdir.

Sen Gupta ve ark. (1982), fotosentezi olumsuz şekilde etkileyen kuraklık stresinde bitkinin etkilenme şiddetinin yaprağın potasyum içeriğine bağlı olarak azaldığını, bu durumda bitkinin stresten daha az zarar görmesini sağladığını tespit etmişlerdir.

Clarke ve ark. (1984), az sayıda kardeş oluşumu, geç çiçeklenme, geç olgunlaşma, uzun bitki boyu ve yüksek fertil başak sayısı gibi karakterlerin kurak koşullara adaptasyonun birer göstergesi olduğunu kabul etmişlerdir.

Carter ve Patterson (1985), yaprak nispi nem içeriğinin kuraklık stresi altında su miktarının belirlenmesinde diğer potansiyel su parametrelerinden daha önemli bir indikatör olduğunu bildirmişlerdir.

Jensen ve Tophoj (1985), kuraklık stresi uygulanan arpa bitkisine, potasyum ilavesinin verime etkisini araştırmışlardır. Kurak şartlarda potasyumun verimi artırdığını ayrıca sulu şartlardaki bitkilere uygulanan potasyum ilavesinin bitkinin su kullanım etkinliğini artırdığını belirtmişlerdir.

Hsiao ve Lauchli (1986), bitki bünyesinde potasyum miktarının yüksek olmasının kuraklık ve tuz stresine karşı dayanıklılığı artırdığını tespit etmişlerdir.

Monti (1986), buğday üretiminin genellikle kuru tarım alanlarında yapıldığını ve kuraklığın bu alanlardaki buğday üretiminde sık sık ciddi problemlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Kuru tarım alanlarındaki yıllık yağışın önemli bir kısmı Kasım-Nisan ayları arasında düştüğünü, yağışların yetersiz ve düzensiz dağılımı yüzünden farklı gelişme dönemlerinde kurak periyotlar yaşanmakta ise de, genellikle çiçeklenmeye yakın dönemde başlayan kuraklık stresinin, tane dolum döneminde etkisini artırdığını belirtmiştir. Kurak koşullarda önce toprağın, daha sonrada bitkinin su potansiyelinin

azaldığını, daha ileriki safhalarda ise düşük turgor basıncı, stomalarda kapanma, yaprak büyümesinde azalma ve fotosentez oranında düşüş meydana geldiğini bildirmiştir. Ayrıca, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde gelişmenin sınırlanması, daha düşük kuru madde üretimi, hastalık ve zararlılara hassasiyet artışı, ürün kalitesi ve miktarında azalmanın söz konusu olduğunu da belirlemiştir.

Gusta ve Chen (1987), kurak koşullarda bitkilerin, hücrelerinde çözelti konsantrasyonunu artırmak suretiyle ozmotik potansiyellerini düşürdüklerini bildirmektedirler. Hücre sıvısının konsantrasyonunun yükseltilmesinin, kuruma ve hücre hacminin küçültülmesi sonucunda oluştuğunu, böylece bitkinin, orta şiddette oluşan kuraklık stresinde stomalarını açık tuttuğunu ve stresin ortadan kalktığı durumlarda bitkinin kısa sürede eski durumuna gelmesini sağladığını belirtmişlerdir. İnorganik iyonlar ve özellikle potasyum, şekerler ve aminoasitlerin osmotik ayarlama ile ilişkili olduğu da tespit edilmiştir.

Sconfeld ve ark. (1988), yaprak nispi su içeriğini; kurak koşullarda daha uzun tane dolum süresi ve daha yüksek verim potansiyeli ile olumlu ilişkili olan, ölçümü basit, çabuk sonuç veren ve kalıtım derecesi yüksek, etkili bir seleksiyon ölçütü olarak tanımlamışlardır. İleri kuşaklardaki melez hatların seleksiyonu ve ana materyalin seçimi için uygun bir ölçüt olan düşük yaprak nispi su kaybı, kurağa duyarlılık indeksi ile de ilişkili bulunmuştur.

Winter ve ark. (1988), genotiplerin kurağa dayanıklılık yönünden sınıflandırılmasında; kuru koşullarda, sulu koşullara göre meydana gelen verim azalmasının temel alınarak hesaplanan kurağa duyarlılık indeksi değerinin kullanıldığını bildirmişlerdir.

Tester ve Blatt (1989), bitkilerin fotosentez olayını gerçekleştirirken metabolik enerji kaynağı olan ATP' nin sentezlenmesinde potasyumun temel göreve sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Ritchie ve ark. (1990), yüksek nispi nem içeriğinin kuraklık stresi için bir dayanıklılık mekanizması olduğunu ve nispi nem içeriğinin yüksek olması durumunda daha iyi bir ozmotik regülasyona sahip olunacağını bildirmişlerdir.

Bohra ve Doffling (1993), tuz (NaCl) stresi uygulanan hassas ve dayanıklı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan potasyumun(K) stres koşullarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada potasyum uygulamasıyla strese karşı en iyi sonuç tuza hassas olan çeşitten

alınırken, tüm çeşitlerde fotosentez miktarı, başakların tane doldurma oranı, tane verimi, samanın K içeriği artmış ve K/Na, K/Mg, K/Ca oranlarında iyileşmeler olmuştur. Ayrıca samandaki Na ve Mg kapsamı azalmıştır.

Mirnoff (1993), kurak ve sıcak gibi abiyotik streslerden dolayı oluşan su eksikliğinin oksijen (O<sub>2</sub>) ve hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) gibi reaktif oksijen türlerinin lipid peroksidasyonuna yol açmasının klorofilin yıkımına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Tisdale ve ark. (1993), bitkideki fotosentez, turgor potansiyeli, enzimatik aktivite, stoma hareketliliği, hücre uzaması, toprak üstü ve toprak altı organların büyümesi ve protein sentezi olaylarında potasyumun önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Rascio ve ark. (1994), tuzlu şartlarda, potasyum miktarının yüksek olduğu dokularda potasyum miktarının düşük olduğu bitkilere göre, potasyum miktarı ile doğru orantılı olarak bitkide su içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Jackson ve ark. (1996), yaşanan iklim değişiklikleri göz önüne alındığında, kuraklık şiddetinin ve tekrarlanma sıklığının artacak olması ihtimalinin muhtemel zararlarını önleme noktasında, farklı bilim dallarının daha etkili bir ortak çalışması ile mümkün olabileceği konusunda bitki ıslahçıları kadar fizyologları da aynı fikre yönlendirdiğini bildirmişlerdir.

Çakmak (1997), abiyotik stres koşullarında meydana gelen oksidatif zarara karşı kloroplastların korunmasında potasyumun hayati öneme sahip olduğunu ve oksidatif zararın, potasyum noksanlığı görülen bitkilerde, kloroplast hasarı yanında kloroz ve nekrozdan sorumlu temel unsur olduğunu bildirmiştir.

Socias ve ark. (1997), stomaların kapanmasının, fotosentezi ve bitki bünyesindeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu azaltarak, fotosentezi engellediğini ve kuraklık şiddetinin artması ile köklerde sentezlenen absisik asitin stomaları kapattığını belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (1997), kurak şartlarda koleoptil uzunluğu ile kurağa dayanıklılık indeksi arasında önemli ilişki bulunduğunu ve buğdayda kurağa dayanıklılığın değerlendirilmesinde kullanılabileceğini ayrıca, buğday ıslahında ilk generasyonda koleoptil uzunluğu bakımından kurağa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.



Araghi ve Assad (1998), tarafından yürütülen buğday bitkisinde kurağa dayanıklılıkta kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ve ürüne olan etkisinin araştırıldığı çalışmada; 6 buğday çeşidi kullanılarak, bitki örtüsü sıcaklığı, transpirasyon oranı, stoma direnci ve yaprak su tutma kapasitesi özellikleri incelenmiştir. Çeşitlerde ürün azalma oranı ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Kuraklığa dayanıklı çeşit belirlemede transpirasyon oranı dışındaki parametrelerin kriter olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Blum ve Pnuel (1998), 12 ekmeklik buğday çeşidini toplam yağış miktarlarının farklı olduğu 16 değişik bölgede verim ve bazı özellikler açısından test etmek amacıyla yetiştirmişlerdir. Yıllık yağış miktarının düşük olduğu deneme bölgelerinde kuraklığın sapa kalkma döneminde meydana geldiğini, tane dolum döneminde ise stres oluşmadığını, bölgeler arası yağış rejimindeki ve miktarındaki değişikliklerin verim ve verim parametrelerindeki farklılıkların önemli bir oranını açıkladığını bildirmişlerdir. Kurak koşullarda en fazla etkilenen özelliğin başakta başakçık olduğunu, kardeşlerin hayatta kalma oranlarının bunu izlediğini belirtmişlerdir. Çeşitler arasındaki verim farklılıklarının ortaya çıkmasında yüksek sıcaklık toleransı, bitki örtüsü sıcaklığı ve ozmotik düzenlemenin belirleyici olduğunu aynı zamanda yüksek sıcaklık toleransı ve ozmotik düzenlemenin bütün çeşitlerde korelasyon verdiği bildirilmiştir. Ayrıca ozmotik düzenlemenin başaklanma ve sapa kalkma döneminde belirlenmesi durumunda kurağa dayanıklılık için önemli bir ölçüt olabileceğini bildirmişlerdir.

Öztürk (1999b), toprak neminin yetersiz olduğu alanlarda ekonomik düzeyde ürün alınabilmesinin, kurağa dayanıklı genotiplerin yetiştirilmesine bağlı olduğunu, kurağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde, hangi seleksiyon ölçütünün daha etkin olduğu konusunda tam bir görüş birliği olmadığını; yaprak nispi su içeriği, yaprak nispi su kaybı ve kurağa duyarlılık indeksinin, kurağa dayanıklılık yönünden güvenilir seleksiyon ölçütleri olarak kullanıldığını bildirmiştir.

Reynolds ve ark. (1999), buğday üretiminde önemli sorun olan kuraklığın verimi önemli oranda azalttığını ve bu alanlardan elde edilen buğday veriminin, sulanan alanlardan elde edilen verimden %50-90 daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Siddique ve ark. (1999), dört buğday çeşidine dört farklı su stresi oluşturarak kuraklığın buğday bitkisinde fotosentez miktarı ve gaz alışverişine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada kuraklık stresindeki bitkilerde fotosentez oranı ve

stoma geçirgenliğinde azalma, hücreler arası CO<sub>2</sub> miktarında artış meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Cornic (2000), kurak koşullar altında nispi nem içeriğinin düşmesinin stomaların kapanmasına ve bunun neticesinde fotosentez oranında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Foyer ve Noctor (2000), bitkilerin su eksikliğinde yaprakların absorbe ettiği ışık miktarı ile yararlanılan ışık miktarı arasındaki dengenin bozulduğunu ve bu dengenin bozulmasının sonucu olarak fotosentez faaliyetlerinin engellendiğini tespit etmişlerdir.

Sairam ve Saxena (2000), tarafından üç buğday çeşidinde su stresi toleransında antioksidan sistemlerin rolünün araştırıldığı çalışmada, çiçeklenme döneminden sonra farklı dönemlerde uygulanan kuraklık stresinin membran stabilitesinde, klorofil miktarlarında ve karotenoid içeriklerinde azalma meydana getirdiği görülmüştür. Ayrıca askorbat peroksidaz, glutation redüktaz ve spesifik olmayan oksidaz gibi antioksidan enzimlerinin önemli şekilde arttığı bildirilmiştir. İncelenen buğday çeşitleri arasında en yüksek askorbat peroksidaz, glutation redüktaz ve peroksidaz aktivitesine sahip olan su stresine dayanıklı türde, stres koşullarında en düşük düzeyde peroksidasyon ve en yüksek düzeyde de membran stabilitesi ile yüksek oranda klorofil ve karotenoid içerikleri gözlenmiştir. Su stresine duyarlı türde ise, enzim aktivitesinin, membran stabilitesinin ve klorofil ile karotenoid içeriğinin en düşük düzeyde ve lipit peroksidasyonunun ise en yüksek düzeyde meydana geldiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kuraklığa dayanıklı buğday çeşitlerinde kuraklığa toleransın bu bitkilere ait olan antioksidan enzim aktivitesinin çok daha yüksek olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Egilla ve ark. (2001), kurak koşullar altındaki *Hibiscus rosa-sinensis* (Çingülü) bitkisine, besin solüsyonu vasıtasıyla 2.5-10 mM düzeylerinde potasyum sülfat uygulayarak kuraklığa karşı tepkisini araştırmışlardır. Çalışmada, potasyum verilmeyen grupta kök gelişimi ve kök yaşam sürelerinin kısa olduğu, yeterli düzeyde potasyum sağlanması ile kuraklığa dayanıklılığın arttığını, kök yaşam sürelerinin uzadığını belirlemişlerdir.

Machado ve Paulsen (2001), tarafından yüksek sıcaklık ve kuraklığın su ilişkileri üzerine kombine etkilerinin buğday ve sorguma etkisinin araştırıldığı çalışmada; buğday ve sorgumun yaprak nispi nem içeriği, yaprak turgor potansiyeli ve yaprak ozmotik

potansiyelinin azaldığı, ayrıca bu parametrelerdeki değişikliğin sıcaklığa duyarlı buğdayda çok daha şiddetli olduğu belirlenmiştir.

Richard ve ark. (2001), Dünya genelinde buğday ekim alanlarının yaklaşık yarısının periyodik olarak kuraklıktan etkilendiğini bildirmişlerdir.

Achilea (2002), tuz stresi altında bulunan mısır, domates, lahana, greyfurt ve marul bitkilerinde tuz stresini hafifletmedeki etkinliğini belirlemek için 1-14 mM arasında  $KNO_3$  uyguladığı çalışmada; potasyumun bitkilerin stres koşullarına karşı toleransını artırdığını belirtmiştir. Greyfurt bitkisine uygulanan 6.6-18 mM Cl ağaçlarda verimi düşürmüş, sulama suyuna ilave edilen 2mM  $KNO_3$  tuza toleransı artırarak meyve verimini %30 artırmıştır. Besin solüsyonuna eklenen 50 mM NaCl, pazarlanabilir domates verimini, yaprakların K miktarını, meyve tutum oranını, çiçek miktarını, bitki kuru ağırlığını, meyve ağırlığını ve bitki boyunu önemli derecede azaltmıştır. Tuzlu besin çözeltisine 2, 4 ve 8 mM ilave edilen  $KNO_3$  ortaya çıkan olumsuz etkileri iyileştirmiştir.

Cramer (2002), sodyum etkisine maruz kalan bitkilerin tuz stresine karşı toleransını artırmak için takviye olarak belirli düzeylerde katyonik elementlerin uygulanmasının yararlı olduğunu bildirmiştir.

Kacar ve ark. (2002), bitkilerin yetiştirme ortamından potasyumu, potasyum katyonu şeklinde aldığını ve azottan sonra en fazla alınan besin elementi olduğunu tespit etmişlerdir. Bitki tarafından potasyumun hızlı ve fazla miktarda alınmasının bitki membranlarının potasyumu daha fazla geçirmelerinden kaynaklandığı, bu durumun ise membranlarda yüksek miktarda bulunan iyonofor bulunması ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

Lawlor ve Cornic (2002), kuraklık stresinin bitkilerde yaprakların oransal nem içeriğini ve yaprak su tutma potansiyelini düşürerek bitkinin fotosentez oranını olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Lessani ve Mojtehadı (2002), kurak koşulların bitkilerde klorofil miktarının azaltılmasıyla birlikte klorofil oluşumunu da engelleyebileceğini belirtmişlerdir.

Koç ve ark. (2003), Akdeniz Bölgesi'nde 12 makarnalık buğday çeşidinin net fotosentez oranları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla sulanan ve sulanmayan koşullarda yürüttükleri tarla denemelerinde, verim ile tane dolum öncesi toplam

biyokütlenin, yeşil kalma süresinin ve bayrak yaprak fotosentez oranının yakından ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Lawson ve ark. (2003), su stresi artması ile birlikte meydana gelen fotosentez oranındaki düşüşün nedeninin stomaların kapanmasından mı yoksa metabolik bir faaliyetten dolayı mı olduğu konusunda farklı görüşler bulunduğunu bildirmişlerdir.

Tsuji ve ark. (2003), sorgum çeşitlerine kuraklık stresi uygulayarak, stres sonucu oluşan tepkileri belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık uygulanan sorgum çeşitlerinde kontrol bitkilerine göre yaprak alanında %28- 64 arasında küçülme tespit edilirken, bitki kuru ağırlığında meydana gelen azalmanın %43-58 oranında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Oluşturulan kuraklığa bağlı olarak nispi nem içeriğinde ve yaprak su tutma kapasitesinde düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir.

Dhanda ve ark. (2004), tarafından buğdayda erken gelişim döneminde kuraklığa dayanıklılık kriterlerini belirlemek amacı ile 30 farklı ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada, kontrollü koşullar altında tohum canlılık indeksi, çimlenme oranı, koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, membran stabilitesi ve kök sürgün oranı incelenmiştir. Kontrol uygulaması ile kuraklık uygulamalarının ortalama değerlerinin karşılaştırılmasında, kuraklığa karşı tohum canlılık indeksinin en duyarlı kriter olduğu bunu sürgün uzunluğu, çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğu özelliğinin izlediği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra kuraklık stresinde kök sürgün oranının arttığı, sürgün uzunluğu ve koleoptil uzunluğu dışında tüm parametrelerin genotipik farklılığı gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada, kök sürgün oranı ve membran stabilitesinin seçim kriteri olarak önemli düzeyde yarar sağlayabileceği, tohum canlılık indeksi ve kök uzunluğunun ise orta seviyede yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Zheng ve ark. (2004), potasyum sodyum oranının buğdayda tuzluluğa karşı dayanıklılığı artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu önermişlerdir.

Başer ve ark. (2005), ekmeklik buğday çeşitlerinde kurak, yarı kurak bölgeler de vejetatif ve generatif dönem için yaprak su tutma kapasitesi, bayrak yaprak alanı ve olum sürelerinin önemli seleksiyon kriterleri olduğunu belirtmişlerdir.

Blum (2005), ozmotik düzenleme bitkilerde kurak koşullara dayanıklılık açısından oldukça önemli bir özelliktir. Kuraklık sonucu bitki bünyesinde azalan su

miktarına karşı yaprak nispi nem içeriğinin yüksek kalmasını sağlayarak kuraklığa karşı toleransı artırdığını bildirmiştir.

Mahajan ve Tuteja (2005), bitkilerde yaprak yüzey alanının büyüklüğüne paralel olarak su kaybının da o oranda yüksek olduğunu, transpirasyon oranının azaltılması, dokularda mevcut suyun korunmasına yardım ederek su eksikliğine maruz kalan bitkilerde yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığını tespit etmişlerdir.

Schelmmer ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada kurak koşullarda klorofil miktarında düşüş meydana geldiğini ve bu düşüş neticesinde yaprağın yeşil renginde açılma sağlayarak sarıya döndüğünü, bunda radyasyon reflektansını arttırdığını belirtmişlerdir.

Stoyanov (2005), kuraklık stresi uygulanan fasulye çeşitlerinde ozmotik düzenleme bakımından meydana gelen farklılıkları inceledikleri çalışmada; fasulye çeşitleri 14 gün boyunca sulanmayarak kuraklığa maruz bırakılmışlardır. Kuraklık stresi sonucunda tüm çeşitlerde ozmotik potansiyelde düşüş meydana gelmiştir. Ozmotik düzenleme bakımından çeşitler arasında farklılıklar belirlenmiş ve ozmotik düzenlemenin kurak koşullarda bitkilerin hayatta kalabilmesi için önemli bir kriter olduğunu belirtmiştir.

Taner ve Sade (2005), kuraklığın, buğday verimlerinde yıllara göre ortaya çıkan farklılığın en önemli nedenlerinden olduğunu bildirmiştir.

Çırak ve Esendal (2006), bitkilerin dokularında bulunan su miktarını muhafaza edebilmek için, difüzyonla kaybedilen su miktarının azaltılması, toprak neminden yararlanmanın artırılması, transpirasyon alanının küçülmesi ile ortaya çıkan su kaybının azaltılması, su iletim kapasitesinin yüksekliği veya su birikiminin artırılması gibi kuraklığa karşı dayanıklılığı artıracak tedbirlerin alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Yaprak yüzeyinin küçülmesi, toprağın nemli bölgelerine ulaşmak için dikine kök gelişimi ve bitkinin stomalarını kapatması kurak koşullarda bitkide meydana gelen savunma mekanizmaları olarak kabul edilmektedir. Kurak koşullarda kök sisteminde meydana gelen şekilsel değişikliklerin toprakta bulunan sudan daha fazla istifade etmek, yapraklarda meydana gelen şekilsel değişikliklerin ise transpirasyon ile kaybedilen su miktarını azaltma amacıyla bitkinin su eksikliğinden daha az etkilenmesini sağlayan faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Mensah ve ark. (2006), kuraklık stresinin uygulandığı Susam bitkisinde, kuraklığın klorofil miktarını arttırdığı ve kuraklığın devamı sonrasında klorofil miktarının sabit kaldığını rapor etmişlerdir.

Van Den Berg ve Zeng (2006), Polietilen Glikol (PEG) 6000' de farklı düzeylerde oluşturulan kuraklık stresinde üç çim çeşidinin çimlenme ve bitki gelişimine kuraklığın etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre, stres düzeyinin artması ile çimlenme süresinin uzadığını ve çimlenme oranının azaldığını tespit etmişlerdir. Oluşturulan düşük düzeylerdeki stres koşullarında kök gelişiminin artış kaydettiği stres düzeyinin artması ile kök gelişiminin gerilediği belirlenmiştir.

Çekiç (2007), buğday ıslahında kuraklığa dayanıklılığı belirlemede seçim kriteri olarak kullanılacak, fenolojik, morfolojik ve bazı fizyolojik özellikleri Eskişehir koşullarında karşılaştırdığı çalışmada; verim aşamasına gelen 20 ileri kademe hat ile kuraklığa tepkileri önceden belirlenmiş 10 standart çeşit üzerinde, yağmura bağımlı (sulama yapılmayan) ve sınırlı sulamanın etkisini araştırmıştır. İncelenen parametreler arasında verim ve kuraklık hassasiyet indeksi ile en yüksek ilişkiyi bayrak yaprağın yeşil kalma süresinin verdiği belirlenmiştir. Çeşitlerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri arasındaki genetik farklılığı belirleyen parametrelerin başında bayrak yaprağın yeşil kalma süresinin geldiği, bunu bitki boyunun, bitki örtüsü sıcaklığının ve membran zararlanmasının izlediği bildirilmiştir. Uygulamanın yapılabilirliğinin kolaylığı ve ekonomik olmasından dolayı kuraklık hassasiyet indeksinin ve verimle en yüksek interaksyonu vermesi nedeniyle de bayrak yaprak yeşil kalma süresinin kurak şartlarda geniş ıslah materyali üzerinde kullanılacak bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Güneş ve ark. (2008a), nohut çeşitlerinde bazı fizyolojik parametreleri inceleyerek kuraklığa karşı tolerans kriterlerini araştırdıkları çalışmada, sera ortamında 11 nohut çeşidinde çiçeklenme dönemi öncesinde ve sonrasında iki farklı dönemde kuraklık uygulamışlardır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin, kuraklığa karşı gösterdikleri tepkilerin iki dönemde de farklı olduklarını tespit etmişlerdir. Kurak koşullara dayanıklılığı olan çeşitlerin prolin, askorbik asit ve yaprak nispi nem içeriklerinin yüksek olduğu, membran geçirgenliği ve yaprak su tutma kapasitesinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, araştırmacılar kuraklığa dayanıklı nohut çeşitlerinin belirlenmesinde bu özelliklerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kaya ve ark. (2007), potasyumun membran ve turgor ayarlanmasında, enzimlerin aktive edilmesinde, ozmotik basıncın ayarlanmasında, stoma hareketlerinde ve membran polarizasyonunda önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Taş ve Taş (2007), kurak koşullar altında buğday çeşitlerinde meydana gelen fizyolojik tepkileri araştırdıkları çalışmada, çeşitlere bağlı olarak farklı düzeylerde kuraklık stresi altında tüm çeşitlerin nispi nem içeriği, membran stabilite indeksi ve klorofil içeriklerinde önemli azalmalar meydana geldiğini, en yüksek membran stabilite indeksine sahip çeşidin dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte, stres altında dayanıklı çeşidin klorofil içeriğinin hassas çeşitlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Bayoumi ve ark. (2008), tarafından bitkilerdeki fizyolojik parametrelerin verim üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada nispi nem içeriği, klorofil ve prolin miktarının verim üzerine önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir.

Nasri ve ark. (2008), kuraklık stresi uygulanan karpuz bitkisinde, yüksek kuraklık stresinde bitki bünyesinde potasyum içeriğinde düşüş meydana geldiği ve potasyum miktarındaki azalmanın sonucunda, karpuzda potasyumun, stomaların açılıp kapanması, fotosentez aktivitesi ve su dengesinin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir.

Romanello ve ark. (2008), kurak koşullar altında yetiştirilen *Acorus americanus* bitkisinde çimlenme değerlerinin % 29-37 oranında ve nispi nem içeriğinin ise % 35 civarında düştüğünü rapor etmişlerdir.

Sankar ve ark. (2008), beş bamya çeşidinin kullanıldığı ve tarla kapasitesinde sulama yapılan kontrol uygulaması ile tarla kapasitesinin %60' ında sulama yapılarak kuraklık uygulanan bitkilerin yaprak alanı aralarındaki farkların karşılaştırıldığı çalışmada, kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde yaprak alanının kontrol uygulamasına göre azaldığı tespit edilmiştir. Kuraklık stresi bamya bitkisinde yaprak alanını olumsuz etkilemiştir.

Sivritepe ve ark. (2008), tarafından kiraz bitkisinde, in vitro koşullarda Polietilen Glikol(PEG) 8000 kullanılarak kuraklık yaratılmıştır. Araştırma sonucunda oluşturulan kuraklık stresi ile yeşil aksam kuru ağırlığında azalmaların meydana geldiği ve Malondialdehit (MDA) miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık stresi ile beraber potasyum, kalsiyum, demir ve mangan içeriklerinde düşüş meydana gelmiştir.

Yağmur (2008), kuraklık stresi uygulaması ile klorofil konsantrasyonunda görülen azalmaların nedeninin, bitkide su eksikliğinden dolayı klorofil membranlarında meydana gelen zarardan kaynaklandığını bildirmiştir.

Oliveira Neto ve ark. (2009), tarafından sorgum bitkisinde oluşturulan kuraklık stresi sonucu yaprakta klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Bitkinin genç dönemlerinde kuraklık uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine göre klorofil içeriğinde %38 düzeyinde bir azalma meydana gelirken, yaşlı dönemde meydana gelen azalmanın % 62' ye kadar çıktığı belirlenmiştir.

Yağmur ve Kaydan (2009), kısa süreli kuraklık stresinin yaşandığı durumlarda, bitkilerin yeterince tane dolduramamaları durumunda, başakta tane ağırlığının azalabileceğini ancak, derin ekimlerde uzun koleoptile sahip olan çeşitlerin kuraklık stresinden daha az etkilenebileceğini belirtmişlerdir.

Güneri Bağcı (2010), tarafından Türkiye' de yaygın olarak yetiştirilen kuraklığa dayanıklı nohut çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin verim ve verim öğelerine etkisini belirlemek amacıyla iki yıl süre ile sera ve tarlada sulanan ve sulanmayan koşullarda yürütülen çalışmada; sera koşullarında kuraklıkla beraber nispi nem içeriği azalırken, tarla koşullarında bazı çeşitlerin nispi nem içeriğinin arttığı, bazı çeşitlerin nispi nem içeriğinin azaldığı ayrıca yaprak su tutma kapasitesinin ise bir yıl artarken bir yıl azaldığı belirlenmiştir. Klorofil miktarları bakımından çeşitler arasında farklılıkların bulunduğunu ve kurak koşullarda klorofil içeriklerinin azaldığını bildirmiştir.

Keyvan (2010), ekmeklik buğday çeşitlerinde kurak koşullarda klorofil, çözünebilir karbonhidrat, prolin miktarlarının ve nispi nem içeriğinin verime etkisini araştırdığı çalışmada, kuraklık şiddetinin artması ile klorofil miktarı ve nispi nem içeriğinde azalma prolin miktarında artış olduğunu kaydetmiştir.

Tiwari ve ark. (2010), su eksikliği ya da aşırı tuzluluktan kaynaklanan abiyotik streslerin fotosentez ve transpirasyon miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Yuan ve ark. (2010), buğdayda kuraklık stresine dayanıklı fideleri seçmek için koleoptil ve kökçük uzunluğunun en önemli kriterler olduğunu belirlemişlerdir.

Arjenaki ve ark. (2012), çiçeklenme döneminde kuraklık stresi uygulanan 6 ekmeklik buğday (3 dayanıklı, 3 hassas) varyetesinde, klorofil miktarı, nisbi nem içeriği ve sodyum, potasyum iyon konsantrasyonunu incelemişlerdir. Çalışmada kuraklığa



dayanıklı varyeteler ile hassas varyeteler arasında incelenen özellikler arasında farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Değerlendirmeye tabi tutulan kriterlerde dayanıklı ve hassas çeşitler arasında oluşan farklılıkların, bitkilerin kuraklığa dayanıklılık açısından değerlendirilmesi gereken ve kurağa toleransı belirlemede önemli kriterler olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Allahverdiyev ve ark. (2015), ekmeçlik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık (*Triticum durum* desf.) buğday çeşitlerinde, kuraklığın bazı fizyolojik özellikler ve verim ve verim öğelerine etkisini araştırdıkları çalışmada; kuraklığın fotosentez oranı, stomatal iletkenlik, transpirasyon oranı, klorofil pigment içeriği, kuru ağırlık ve bayrak yaprak nispi nem içeriğini azalttığını ayrıca buğday genotiplerinde verim ve verim öğelerinin azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

## 2.2. Salisilik Asit Çalışmaları

Mitchell ve Broadhead (1967), bitkiler metabolik faaliyetleri sırasında, hayati fonksiyonları için gerekli olmayan çok sayıda madde üretirler. Bu maddeler genel anlamda sekonder bitki ürünü olarak bilinir. Bu ürünler arasında aromatik bir fenolik olan salisilik asit de yer alır. Salisilik asitin ticari üretim şekli asetil salisilik asit (ASA)'tir. Bu maddenin sulu solüsyonlarda, neredeyse tamamıyla etken maddesi olan salisilik asite hidrolize olduğu bilinmektedir.

Salisilik asitin membran lipitlerinde çözünerek iyon alımını etkilediği (Glass 1973) ve böylece kuru ağırlık miktarını azalttığı (Shettel ve Balke, 1983) ileri sürülmüştür.

Larque-Saavedra, (1978),  $10^{-3}$  mM asetil salisilik asitin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeliklerinde, transpirasyon oranını kontrole göre %43 oranında azalttığını ve bu oranın  $5 \times 10^{-5}$  mM absisik asitin yaptığı etkiye eş değer bulunduğunu belirtmişlerdir.

Larque-Saavedra, (1979), fenolik bileşiklerin stomatal açılmayı önemli ölçüde etkilediğini, fakat bu bileşiklerin konsantrasyona bağlı etkilerinin yeterince açık olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca, asetil salisilik asitin yüksek konsantrasyonlarda stomaların kapanmasına neden olduğunu, yani antitranspirant etki oluşturduğunu bildirirken, çok düşük konsantrasyonlarda asetil salisilik asitin stoma açılmasına meyil oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

Singh ve Kaur (1980), tarafından Maş fasulyesine yapraktan 7.2 mM ve 72 mM salisilik asit uygulayarak verime etkisi araştırılmıştır. Salisilik asit uygulamaları bitkide tane verimi ve bakla sayısı kontrol bitkilerine kıyasla uygulama dozuna paralel olarak artış sağlayarak, sırasıyla %19 ve %46 oranında artırdığı bildirilmiştir.

Duygu (1981), salisilik asit, ilk kez söğüt kabuğundan ekstrakte edilmiş doğal bir fenol ürünüdür. Asetil salisilik asit (ASA) ise, aspirindeki doğal olmayan etken maddedir. Asetil salisilik asitin çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiye direnç sağladığı bilinmektedir.

Datta ve Nanda (1985), salisilik asit uygulanan kum darıda bitki boyunun ve tane sayısının arttığını tespit etmişlerdir.

Raskin (1992), sekonder bir bitki ürünü olmasına rağmen salisilik asitin bilinen birçok fizyolojik etkiden dolayı önemli bir bitki hormonu sayılabilecek konumda olduğunu ileri sürmüştür.

Barkosky ve Einhellig (1993), salisilik asitin, bitkilerdeki fizyolojik etkilerini incelemişler, iyon alınımı, membran permeabilitesi ve mitokondrial solunumu değiştirdiğini tespit etmişlerdir.

Bergmann ve ark. (1994), asetil salisilik asitin çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiye direnç sağladığını bildirmişlerdir.

Yalpani ve ark. (1994), hidroksil grubu taşıyan aromatik halkalı bitki fenolleri grubunda yer alan sekonder bir metabolit olan salisilik asitin birçok çevresel strese karşı, bitki tepkilerinin düzenlenmesinde büyük bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Pancheva ve ark. (1996), tarafından salisilik asit içeren ortamlarda büyütülen arpa bitkilerinde, salisilik asitin sekonder yaprak alanını ve kök büyümesini konsantrasyon artışına paralel bir şekilde azalttığı gözlenmiştir.

Kurt (1998), protein, toplam azot ve klorofil içeriklerinin incelenmesi için *Vicia faba* L. bitkilerine 100 ve 500 ppm salisilik asit (SA) uygulamıştır. 100 ppm SA uygulanan bitki yapraklarında yapılan ölçümler sonucu klorofil ve protein miktarlarının arttığı, 500 ppm uygulanan bitkilerde ise klorofil miktarının artmasına karşın, protein miktarında değişim olmadığı tespit edilmiştir. Simbiyotik azot fikse eden bu bitkinin bu uygulamalar neticesinde gövdesindeki toplam azot miktarı azalmış, kökteki toplam azot miktarı artmıştır. Steril toprakta yetiştirilen bitkilerde ise yaprakta protein, klorofil ve toplam azot miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir.

Ramanujam ve ark. (1998), düşük konsantrasyon salisilik asit uygulamalarının baklagil köklerinde nodül oluşumunu, çiçeklenmeyi ve bakla sayısını artırdığını aynı zamanda vejetatif gelişmeyi hızlandırmasından dolayı tane verimini de pozitif yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Mishra ve Choudhuri (1999), çeltikte ağır metal stresinin neden olduğu membran zararlanmasına salisilik asit uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmada, ağır metal stresi altında çeltiğin iki farklı çeşidinin (Ratna ve IR 36) kök ve sürgünlerinde elektrik iletkenliği ve membran zararlanma indeksinde artış meydana geldiği, salisilik asit (0.1 mM) uygulamasının elektrik iletkenlik ve membran zararlanma indeksi oranlarındaki artışı azalttığı, salisilik asitin düzenleyici etkisinin sürgünlere göre köklerde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ağır metal stresinde salisilik asit uygulaması ile peroksidaz aktivitesi her iki çeşitte de azalma göstermiştir. Sonuçta ağır metal stresinde kökler, sürgünlere oranla daha fazla zarar görmüş ve IR 36 çeşidi Ratna çeşidine göre ağır metal stresine daha fazla tolerans göstermiş, çeltik bitkisinde membran bütünlüğünde ağır metal toksik etkisini hafifletmede salisilik asitin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Senaratna ve ark. (2000), ozmotik stres ve tuzluluk gibi olumsuz çevre koşullarına bitkilerin uyum sağlamasında büyüme düzenleyicilerin kullanımı, bitkilerin strese dayanıklılık geliştirmesini sağlayan yaklaşımlar arasındadır.

Aktaş (2001), ın bildirdiğine göre, salisilik asitin bitkiler üzerinde, etilen biyosentezi ve tohum çimlenmesini engellemek, köklerde absorpsiyon ve membran taşınım mekanizmasını engellemek, yaralanma tepkilerini engellemek, transmembran elektrokimyasal potansiyelini ortadan kaldırmak, hızlı membran depolarizasyonunu uyararak, yapraklarda ve epidermiste transpirasyonu azaltmak, nastik yaprak hareketlerini uyararak, absisik asit uyarımlı stoma kapanmasını tersine çevirmek, büyümeyi engellemek, mısır fidelerinde antosiyanin üretimini uyararak, baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonunda etkili olan kök nodül oluşumunu arttırmak, in vivo koşullarda nitrat redüktazın aktivitesini arttırmak, fasulyelerde verimi ve tohum zarfi sayısını arttırmak ve vejetatif gelişmeyi hızlandırmak gibi bir çok düzenleyici etkisi bulunmaktadır

Shakirova ve ark. (2003a), kurak koşullarda buğday fidelerinin gelişimine salisilik asit (SA) uygulamasının (0.05 mM) etkisini incelemişler ve 0.05 mM SA

uygulaması ile 4 günlük buğday fidelerinin su stresinde hem absisik asit hem de indol asetik asit konsantrasyonlarının artmasını sağladığını ancak stokinin miktarını etkilemediğini, ayrıca SA uygulamasının buğday fidelerinin köklerinin meristem uçlarında hücre bölünmesini artırdığını ve böylece bitkinin büyümesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Shakirova ve ark. (2003b), tarafından salisilik asit ile muamele edilen ekmeklik buğday tohumlarına fide dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda tuz (%1, %2 ve %4 NaCl) uygulamasının fidelerdeki prolin miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle %2 ve %4 NaCl uygulamalarında prolin miktarlarının daha fazla arttığı, bu artışın tuzun zararlı etkisinde azalmaya ve stresten sonraki düzelme süreçlerinin hızlanmasına yardım ettiği belirtilmiştir. Kontrole göre, salisilik asit uygulanmış bitkilerde mitoz aktivitesindeki azalmanın daha düşük oranda gerçekleştiğini ve stres sonrasında büyümenin salisilik asit uygulaması yapılan bitkilerde daha hızlı olduğunu, salisilik asitin stres koşullarında kök meristem hücrelerindeki mitoz aktivitesine etkisinin önemli olduğu ve stres sonucu büyümedeki zararı salisilik asitin azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca 0.05 mM salisilik asit uygulandığında fidelerin yaş ve kuru ağırlığının stres koşullarında salisilik asit uygulanmayan fidelere göre daha yüksek olduğu, streste artan absisik asit birikiminin salisilik asit uygulaması ile azaldığını ve tuzlulukta düşen indol asetik asit ve sitokin miktarlarının salisilik asit uygulamaları ile arttığını bunun da salisilik asitin bitki büyüme hormonlarını artırarak bitki gelişimine katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Singh ve Usha (2003), tarafından kuraklık stresi uygulanan buğdayda, salisilik asit uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. 14 gün süresince -4 bar basınç altında yetiştirilen buğday bitkilerine dışarıdan uygulanan 1 mM salisilik asitin kuraklık stresine karşı toleransı arttırdığını bildirmişlerdir.

El-Tayeb (2005), tohuma dışarıdan uygulanan 1.0 mM salisilik asit uygulamasının fide döneminde tuz stresine maruz bırakılan arpa fideleri üzerine etkilerini incelemiş ve salisilik asit uygulanan bitkilerde fide yaş ağırlığında, prolin içeriğinde, şeker içeriğinde ve klorofil içeriğinde artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Meydana gelen bu artışlara bağlı olarak membran zararlanmasının azaldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda salisilik asit uygulanan bitkilerden elde edilen sonuçlar,

tuz stresinin negatif etkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha az olduğu tespit edilerek strese karşı bitkiye direnç sağladığı belirtilmiştir.

Güneş ve ark. (2005), tarafından kuraklık stresi uygulanan mısır fidelerine topraktan ve tohuma dışarıdan farklı salisilik asit dozları uygulayarak bitkinin kuraklığa karşı gösterdiği tepkiler incelenmiştir. Tohuma uygulanan 1 mM salisilik asit dozu ile topraktan uygulanan 0.1 mM ve 0.5 mM salisilik asit dozlarının kurak koşullarda besin elementi alımını artırdığı ve toksik iyon alımını da azalttığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, salisilik asit uygulamalarının mısır fidelerinde kuraklığa karşı toleransı artırdığını göstermiştir.

Türkyılmaz ve ark. (2005), farklı konsantrasyonlardaki (50, 100 ve 200 mg kg<sup>-1</sup> SA) salisilik asitin (SA) tarla ve sera koşullarında yetiştirilen fasulye fidelerinin bitki büyümesi ile biyokimyasal ve bazı fizyolojik parametreler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Fasulye fidelerinde yetiştirme koşulları, büyüme ve gelişme ve uygulanan salisilik asit konsantrasyonuna bağlı olarak farklı tepkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarları bakımından, sera koşullarındaki bitkilerde etkili olan salisilik asit uygulamasının 100 mg kg<sup>-1</sup> SA olduğu belirlenmiş ve bu uygulama her üç pigment miktarında da yaklaşık %30 artışa neden olmuştur. Tarla koşullarındaki fasulye fidelerinde ise, 50 mg kg<sup>-1</sup> salisilik asit uygulamasının klorofil a, klorofil b ve karotenoidlerin miktarını %10 civarında artırdığını belirlemişlerdir. Tarla ve sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde 50 ve 100 mg kg<sup>-1</sup> SA uygulamalarının toplam azot miktarını artırdığını buna karşın 200 mg kg<sup>-1</sup> SA uygulamasının ise iki yetiştirme ortamında da bitkilerde kontrole göre klorofil a, klorofil b ve karotenoid içeriklerini azalttığını tespit etmişlerdir.

Kaydan ve Yağmur (2006), salisilik asitin farklı uygulama şekillerinin ve farklı uygulama dozlarının mercimek ve buğdayda verim ve verim komponentlerine etkisini belirlemek için yürüttükleri çalışmada, mercimekte bitkide tane verimi, bitkide tane sayısı ve birim alan tane veriminde en yüksek değerlerin yaprağa püskürtme şeklindeki uygulamadan ve 12.810 g da<sup>-1</sup> salisilik asit dozundan elde edildiğini belirtmişlerdir. Buğdayda ise uygulama şekilleri bakımından bitki boyu dışındaki parametrelerde farklılık gözlenmemiş, bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane verimi ve birim alan tane verimini 12.810 g da<sup>-1</sup> uygulama dozunun arttırdığını tespit

etmişlerdir. Araştırma sonuçları salisilik asitin birim alan tane verimini arttırmada önemli bir bitki büyüme regülatörü olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Arfan ve ark. (2007), salisilik asidin bitkilerde fotosentez oranı, stoma direnci ve solunum üzerine önemli rol oynayan hormon benzeri bir madde olduğunu bildirmişlerdir.

Çanakçı ve Munzuroğlu (2007), tarafından kontrollü şartlarda yetiştirilen mısır fidelerine 0, 20, 200, 2000 ppm asetil salisilik asit uygulanarak bitki taze ağırlık artışı ve klorofil miktarında meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. 20 ppm salisilik asitin taze ağırlık artışını sağladığı 200 ve 2000 ppm asetil salisilik asit uygulamalarının ise taze ağırlık artışını engellediği aynı zamanda bu iki uygulama dozunun klorofil miktarını da düşürdüğü belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyon asetil salisilik asitin toksik ve ozmotik stres oluşturduğu tespit edilmiştir.

Eraslan ve ark. (2007), salisilik asidin antioksidant enzimlerin aktive edilmesini ve abiyotik streslere karşı bitki dayanıklılığını düzenleyebileceğini rapor etmişlerdir.

Çanakçı (2010), tarafından 72 saat süreyle salisilik asitin (SA) 0, 0.1, 10, 100 ve 200 mM konsantrasyonlarındaki sulu solüsyonları uygulanmış arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarında çimlenme aktiviteleri ve çimlenme oranları, bitki boyu, yaş ve kuru ağırlık miktarları saptanmıştır. Tohumların çimlenme aktivitesini, 0.1 mM salisilik asit dozu artırırken, 10 mM salisilik asit dozunun önemli bir etkide bulunmadığı, 100 mM ve 200 mM dozunun salisilik asit konsantrasyonları önemli ölçüde engellediği belirlenmiştir. Aynı konsantrasyonlar çimlenme oranlarında da düşüşe yol açmıştır. Salisilik asit uygulanmış on günlük fidelerde şu sonuçlar elde edilmiştir. 10 mM salisilik asit konsantrasyonu fide büyümesini, yaş ve kuru ağırlık artışını teşvik etmiştir. Fide büyümesi ve fidelerin yaş ve kuru ağırlık artışı üzerinde 100 mM, 200 mM salisilik asit inhibitif etki yaratmıştır.

Kuşvuran (2010), kavunda tuzluluk ve kuraklığa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar ve kavunda kuraklık ve tuzluluğa karşı toleransın fizyolojik mekanizmaları üzerine yaptığı çalışmasında, yaprak sayısı ve yaprak alanı değerlendirmesinde sulama işleminin sonlandırılması ile oluşturulan kuraklık stresinde araştırmada kullanılan kavun genotiplerinin tamamında kontrol bitkilerine kıyasla yaprak alanında azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. İncelemeye alınan

genotiplerin bazılarında kuraklığa karşı toleransla düşük oranda kayıplarla yaprak alanını korurken bazı genotiplerde önemli azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir.

Aslantaş (2013), salisilik asitin; kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal, tuzluluk ve don stresi gibi abiyotik stres koşullarında bitkilerin toleransını arttırdığını bildirmiştir. Salisilik asitin bitkide gelişimi artırmada, patojenlere karşı dayanıklılıkta, bitki savunma mekanizmasında, bitki dokularının ısınmasında, çiçeklenme üzerinde, çiçek ömrü üzerinde, sistemik dayanıklılık mekanizmasında ve sistemik kazanılmış dayanıklılıkta önemli etkilere sahip olduğunu belirtmiştir.

Sharafizad ve ark. (2013), kurak koşullarda buğdayın çimlenmesi üzerine salisilik asit ön uygulamalarının etkisini araştırdıkları çalışmada, PEG 6000 kullanılarak 4 farklı kuraklık stresi (0, -5, -10, -15 bar) ve dört farklı salisilik asit (0, 0.7, 1.2, 2.7 mM) uygulamışlardır. Çimlenme hızı üzerine salisilik asitin en büyük etkisinin düşük stres koşullarında gerçekleştiğini ve çimlenme oranı bakımından en yüksek değerin düşük stres koşullarında düşük salisilik asit uygulamasından (0.7 mM) elde edildiğini tespit etmişlerdir. Yüksek stres koşulları ve yüksek doz salisilik asit uygulamalarının ise çimlenme hızını ve çimlenme oranını azalttığını belirtmişlerdir.

Fayez ve Bazaid (2014), arpada tuz ve kuraklık stresinde salisilik asit ve potasyum nitrat uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, her iki stres durumunda da sürgün büyümesi ve fotosentetik pigment içeriğinin azaldığını ancak salisilik asit ve potasyum nitratin stres etkisini tolere edebildiğini bildirmişlerdir.

Kabiri ve ark. (2014), tarafından çörek otu bitkisinde hidrofonic sistem vasıtası ile 4 farklı kuraklık stresi (0, -0.2, -0.4, -0.6) oluşturularak 3 farklı salisilik asit (0 mM, 5 mM, 10 mM) uygulanmış ve bitkinin klorofil içeriği, nispi nem içeriği ve protein içerikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda stres koşullarında salisilik asit uygulamasının stres koşullarına direnç sağladığı ve uygulanan salisilik asit dozlarının ikisinin de kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Araştırmada Van ekolojik koşullarına adaptasyonları belirlenmiş (Kaydan ve Yağmur 2008, Yağmur ve Kaydan 2009) ve Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Doğu-88 ve Alparslan çeşitleri ile Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Bezostaya 1 ve Altay-2000 ekmeklik buğday çeşitleri ile Van gölü çevresinde yaygın olarak ekimi yapılan Tir buğday popülasyon hattı kullanılmıştır.

##### **3.1.1. Çalışmada Kullanılan Çeşitlere/Hatlara Ait Tarımsal Özellikler**

###### **Altay 2000 Ekmeklik Buğday Çeşidi**

Çeşit Sahibi Kuruluş: Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (2000)

Morfolojik Özellikler: Başak tipi kahverengi ve kılçıklıdır, tane beyaz ve yarı serttir, bitki boyu 105-115 cm' dir.

Tarımsal Özellikleri: Kışlık çeşittir, orta erkenci durumundadır, yatmaya dayanıklıdır, kardeşlenme durumu orta düzeydedir şartların iyileşmesi kardeşlenmeyi artırır, sap verimi yüksektir.

Verim Özellikleri: Verim düzeyi kuruda 300- 350 kg/da' dır, takviye sulama ile verimi 700 kg/da kadar çıkabilmektedir. Taban arazilerde sulama yapılması ile yatmaya dayanıklılığından dolayı sap ve tane verimini yükseltebilmektedir. Gübre uygulamalarına tepkisi oldukça yüksektir.

Teknolojik Özellikler: Bin tane ağırlığı 36-40 g, hektolitre ağırlığı 80-84 kg, tanede protein oranı %11-13, sedimantasyon değeri 12-16 ml arasında değişmektedir. Ekmeklik kalitesi orta düzeydedir.

Hastalık Zararlı Durumu: Doğal ve yapay epidemik koşullarında sarı pas, sürme ve toprak kaynaklı buğday mozaik virüs hastalıklarına dayanıklıdır. Rastık, kara ve kahverengi pasa orta duyarlıdır.

Önerildiği Bölgeler: Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinin' de kıraç, yarı taban, taban ve takviye sulama yapılabilen alanlara ve yüksek rakımlı bölgelere önerilir(Anonim, 2016a).



### **Bezostaya 1 Ekmeklik Buğday Çeşidi**

Çeşit Sahibi Kuruluş: Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü (1968)

Morfolojik Özellikleri: Başak tipi beyaz ve kılçıksızdır, tane görünümü kırmızı ve sert yapıdadır, bitki boyu 95-105 cm boyundadır.

Tarımsal Özellikleri: Kışlık çeşittir, orta erkenciliğe sahiptir, yatmaya karşı dayanıklıdır, kardeşlenme durumu orta düzeydedir, sap verimi yüksektir, geç hasatta tane dökümü görülmektedir.

Verim Özellikleri: Verim düzeyi kuruda 150 kg/da, sulama şartlarında 600 kg/da' a kadar çıkmaktadır.

Teknolojik Özellikler: bin tane ağırlığı 38-44 g, hektolitre ağırlığı 80-84 kg, protein oranı %12-15, sedimentasyon değeri >16 ml ve ekmeklik kalitesi yüksektir.

Hastalık Zararlı Durumu: Tarla şartlarında kahverengi pasa dayanıklı, kara pasa duyarlı, sarı pas, sürme ve rastığa orta dayanıklıdır.

Önerildiği Bölgeler: Orta Anadolu ve Geçit bölgeler başta olmak üzere, kışlık buğday yetiştirilen bölgelerde yağışı yüksek, taban yerlere veya sulu alanlara önerilir (Anonim, 2016a).

### **Alparslan Ekmeklik Buğday Çeşidi**

Çeşit Sahibi Kuruluş: Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (2001)

Morfolojik Özellikleri: Sap yapısı sağlamdır. Yaprak yapısı yeşil renkli, tüysüz ve orta genişliktedir. Başak yapısı beyaz, kılçıklı, orta sıklıkta ve dik olup, tane kırmızı ve camsıdır.

Tarımsal Özellikleri: Mutlak kışlık çeşittir, kıraç şartlar için önerilmektedir. Kurağa ve soğuğa dayanıklıdır. Kardeşlenme özelliği iyi, çok erkencidir, gübrelemeye tepkisi iyidir.

Verim Özellikleri: Verim düzeyi kurak şartlarda 300-450 kg/da dır.

Sürme, rastık ve paslara dayanıklılığı iyidir.

Teknolojik Özellikler: Bin tane ağırlığı 32 g, hektolitre ağırlığı 79 kg, protein oranı %14, Sedimentasyon değeri 40 ml, un verimi %70 ve birinci sınıf ekmeklik buğdaydır.

Önerildiği Bölgeler: Doğu Anadolu Bölgesi' nde yetiştiriciliği tavsiye edilmektedir(Anonim, 2016b).

### **Doğu-88 Ekmeklik Buğday Çeşidi**

Çeşit Sahibi Kuruluş: Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (1990)

Morfolojik Özellikleri: Sap yapısı sağlam, Yaprak yapısı açık yeşil renkli, tüysüz ve orta genişliktedir. Başak yapısı beyaz, kılçıklı, orta sıklıkta ve dik, tane kırmızı, sert yapıda ve camsıdır.

Tarımsal Özellikleri: Mutlak kışlık bir çeşittir, kıraç şartlar için önerilmektedir. Kurağa ve soğuğa karşı dayanıklılığı iyidir. Kardeşlenme düzeyi ve gübrelemeye karşı tepkisi iyidir. Hasatta geç kalınırsa tane dökümü görülmektedir. Yağışlı yıllarda %20 oranında yatma görülmektedir.

Verim Özellikleri: Verimi Doğu Anadolu bölgesi kurak şartlarında ortalama 320-450 kg/da dır.

Hastalık ve Zararlı Durumu: Sürme, rastık ve paslara orta dayanıklıdır.

Teknolojik Özellikleri: Bin tane ağırlığı 31 g, hektolitre ağırlığı 78 kg, protein oranı %13-14, Sedimentasyon değeri 32 ml, un verimi % 71, İkinci sınıf ekmeklik buğdaydır.

Önerildiği Bölgeler: Doğu Anadolu bölgesinin yüksek yerleri tavsiye edilmektedir(Anonim, 2016b).

### **Tir Popülasyon Hattı**

Tarımsal özellikleri: Uzun boylu, zayıf saplı, verim potansiyeli düşük, alternatif karakterli olmasına rağmen, çimlendikten sonra çok hızlı gelişmekte ve bu özelliği ile de geç ekimlerden kaynaklanan verim kayıplarını en az düzeye indirmektedir. Ayrıca uzun bir koleoptile sahip olması nedeniyle 12-15 cm' lik derin ekimlerden çıkabilme özelliğine sahiptir (Olgun ve ark.1999).

### **3.2. Yöntem**

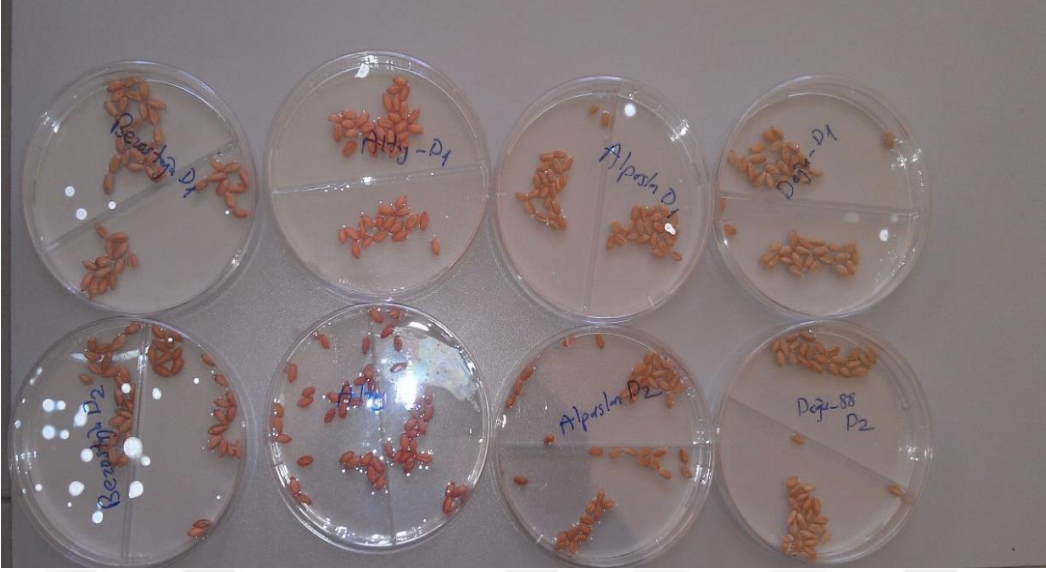
Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait iklim odasında 5 ekmeklik buğday çeşidinde ( Doğu-88, Altay-2000, Bezostaya 1, Alparslan ve Tir karışık popülasyon hattı) 2 farklı sulama seviyesinde (tarla kapasitesinin % 40' ı kuraklık ve % 60' ı kontrol uygulaması olarak) 2 farklı salisilik asit dozu ( 0.1 mM kg<sup>-1</sup> SA ve 1.0 mM kg<sup>-1</sup> SA ) uygulaması ile ve 4 tekerrürlü olarak 4 kg toprak kapasiteli saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 80 saksı ile yürütülmüştür. Salisilik asit uygulamaları tarla kapasitesinin %40' ında sulanmıştır.

Araştırmada beş farklı çeşide ait ( Doğu-88, Altay-2000, Bezostaya 1, Alparslan ve Tir karışık popülasyon hattı) tohumlar vernalizasyon ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla 12 saat nemli ortamda tutulduktan sonra inkübatöre alınarak ve +2  C’ de 6 hafta bekletilmiştir (Ferrara ve ark., 1995). Tohumların 6 hafta süre ile +2  C ‘de vernalizasyon ihtiyaçlarının karşılanmasından sonra, tohum ekimi yapılmadan 1 gün önce saksılara 100 mgNkg<sup>-1</sup> (AS) ve 100 mgPkg<sup>-1</sup> (TSP) gelecek şekilde saf azot ve fosfor verilmiştir.



şekil 3.1. Tohumların vernalizasyon ihtiyaçlarının karşılanması

Salisilik asit distile su içerisinde eritilmiştir. NaOH ile pH 6.5’ a ayarlanarak ve stok çözelti hazırlanmıştır. Stok özelti hazırlanmasında El-Tayeb (2005) ve Mutlu ve ark. (2013)’ nın kullandığı yöntemlerden yararlanılmıştır. Stoktan 0.1 mM kg<sup>-1</sup> SA ve 1.0 mM kg<sup>-1</sup> SA şeklinde iki farklı doz hazırlanmış, tohumlar salisilik asitle muamele edilerek ve karanlıkta 22  C’ de 12 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra İklım odasında her saksıya 10 tohum gelecek şekilde ekim yapılmıştır. Ekim, tohumlar 5 cm derinliğe gelecek şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.2. Tohumlara salisilik asit uygulanması

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait iklim odasında yürütülmüştür. Uygulama süresince ortam sıcaklığı 21-23 °C arasında tutulmuştur. Fotosentezde kullanılan ışık miktarı lüksmetre ile ölçülmüş ve oda ışık miktarı 550- 600 mM/m<sup>2</sup>/s arasında olması sağlanmıştır. Araştırma süresince bitkiler 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortamda kalmışlardır(Tavakolli ve ark., 2012). Araştırmada ışık kaynağı olarak 50 W gücünde ve 250 W' a eşdeğer olan beyaz ışık veren Neme Noor markalı ampuller kullanılmıştır.

Uygulamanın yapılacağı saksı toprağı doyurularak tarla kapasitesi Toprak Nem Ölçer (Tansiyometre) aletiyle ölçülmüş aynı zamanda saksı darası alınarak saksı toprağındaki ağırlık değişimi belirlenmiştir. Kuraklık ve Kuraklık+SA dozları ile gösterilen saksılar tarla kapasitesinin %40'ında ve kontrol saksıları ise, tarla kapasitesinin %60' ında sulanarak kuraklık yaratılmıştır. Deneme esnasında saksılardaki nem seviyesi günlük olarak kontrol altında tutulmuştur.



Şekil 3.3. Saksılarda kuraklık kontrolünün yapılması

### 3.2.1. Araştırma Toprağının Kimyasal Özellikleri

Toprak örnekleri, kimyasal analizlerden önce kurutularak 2 mm' lik elek ile elenmiştir. Örneklerin kimyasal analizlerinde, Kacar (1995)' ın belirttiği metotlardan yararlanılmıştır. Toprak örneklerinin analizleri Van Ticaret Borsası Toprak Bitki ve Su Analiz laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Araştırma toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz	Sonuç	Durumu
Potasyum (K)	147.62	Yüksek
Fosfor (P)	62.97	Çok Yüksek
Azot (N) (%)	2.1	Az
Kireç (%)	20.86	Fazla Kireçli
Organik Madde (%)	1.61	Az
Toplam Tuz (%)	0.02	Tuzsuz
pH	7.2	Nötr
Saturasyon (%)	54	Killi Tınlı

### 3.2.2. Verilerin Elde Edilmesi

**Sürme Hızı ve Sürme Gücü:** Ekim yapıldıktan sonra günlük olarak kuraklık kontrolü yapılan saksılarda ekimden sonraki 7. günde ve 12. günde toprak yüzeyine çıkış yapan bitkiler sayılarak belirlenmiştir (ISTA, 1996).

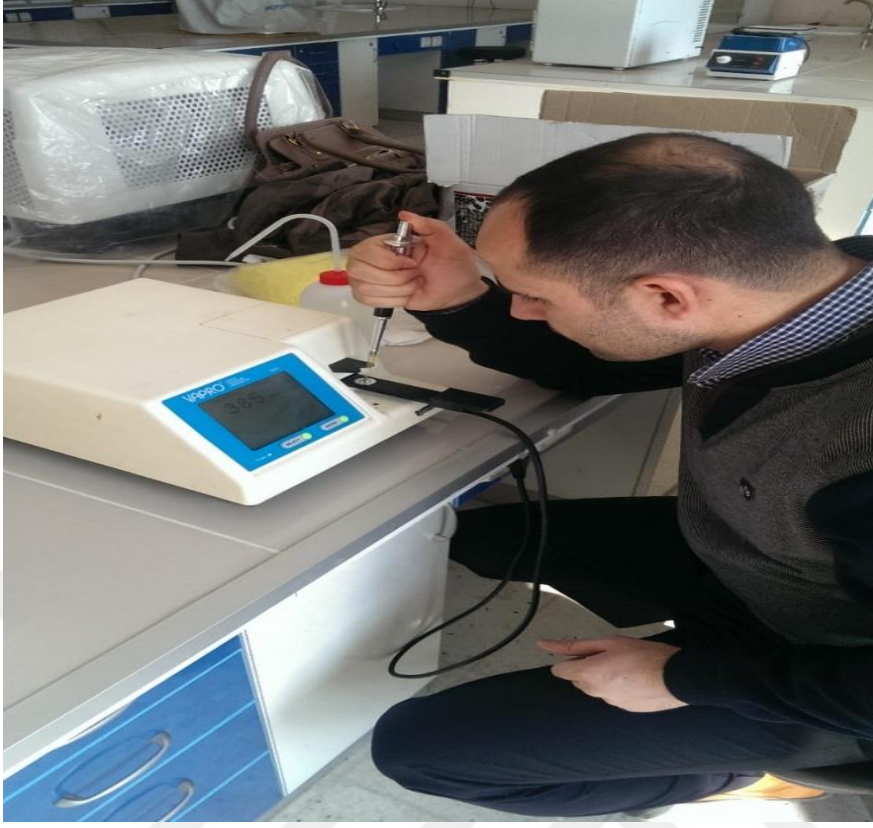


Şekil 3.4. Sürme hızı ve sürme gücü kontrolü

**Bayrak Yaprak Alanı:** Başaklanma başlangıcında (bitki söküm haftası) saksılarda bulunan bitkilerin bayrak yaprağının eni ve boyu cetvelle ölçülerek bayrak yaprak alanı, bayrak yaprak eni ile boyunun 0.72 faktörüyle çarpımı sonucunda hesaplanmıştır (Kalaycı ve ark. 1998).

**Ozmotik Potansiyel:** Başaklanma başlangıcında (bitki söküm haftası) her saksıdan alınan yaprak örnekleri ozmotik potansiyelinin ekstraksiyonunda Jones ve Turner's (1978) kullandığı metottan yararlanılmıştır. Potansiyel (-MPa), Vapour pressure osmometer (Vapro Osmometer) yardımıyla YYÜ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarında ölçülmüştür.





Şekil 3.5. Ozmotik potansiyel ölçümü

**Membran Permeabilitesi (MP):** Başaklanma başlangıcında saksılardan alınan yaprak diskleri (0.1 mg) önce çeşme suyu ile sonra saf su ile yıkanarak ve örnekler 10 ml saf su içerisinde 40 °C’ de 30 dakika bekletilip çözeltinin EC’ si ölçülmüş (C1), su banyosunda 100 °C’ de 10 dakika bekletilerek EC tekrar ölçülerek (C2) ve membran permeabilitesi belirtilen şekilde hesaplanmıştır ( Premchandra ve ark. 1990; Sairam 1994).

$$MP = (C1/C2) \times 100$$



Şekil 3.6. İletkenlik ölçümü için su banyosu



Şekil 3.7. İletkenlik ölçümü

**Klorofil Miktarı:** Örnekleri temsil edecek şekilde bayrak yaprakları SPAD metre ile başaklanma başlangıcında (bitki söküm haftası) SPAD metre yardımıyla klorofil miktarları ölçülmüştür.





Şekil 3.8. SPAD metre ile klorofil miktarının belirlenmesi

**Yaprak Su Tutma Kapasitesi (YSTK):** Başaklanma başlangıcında (bitki söküm haftası) uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örneklerinin hemen yaş ağırlıkları belirlenerek (W0), daha sonra yapraklar 25 °C’ de % 50 nem içeren bir ortamda bekletilip 2, 4 ve 6. saatlerde tartılmış (W2, W4 ve W6) ve son olarak da 50 °C’ de 24 saat bekletilen yaprak örnekleri tartılarak (Wd) aşağıdaki formül yardımıyla yaprak su tutma kapasitesi (YSTK) belirlenmiştir (Clarke ve McCaig 1982; Golestani ve ark. 1998).

$$YSTK = (W0-W2)+(W2-W4)+(W4-W6)/ 3xWd.(T2-T1)$$

Burada (T2-T1) iki ölçümün yapıldığı zaman aralığını ifade etmektedir (2 saat).

**Nispi Nem İçeriği (NNİ):** Başaklanma başlangıcında (bitki söküm haftası) uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örnekleri hemen tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş (YA) ve örnekler 4 saat saf suda bekletilerek turgor haline getirilip (TA) tekrar tartılmıştır. Son olarak yaprak örnekleri 60 °C’de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 24 saat kurutulup kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir (Dhanda ve Sethi 1998). Aşağıdaki formüle göre yaprakların nispi nem içeriği hesaplanmıştır.

$$NNİ (\%) = [(YA-KA)/(TA-KA)]x100$$



Şekil 3.9. Nispi nem içeriğinin belirlenmesi

**Toprak Üstü Yaş Ağırlığı:** Bitkiler sökülü yapıldıktan sonra kök boğazından kesilerek toprak üstü yaş ağırlıkları tartılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.10. Söküm sonrası bitki suyunun alınması

**Toprak Üstü Kuru Ağırlığı:** Toprak üstü yaş ağırlıkları belirlendikten sonra örnekler etüve atılarak 70°C’ de sabit ağırlığa ulaşana dek kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

**Toprakaltı Yaş Ağırlığı:** Söküm yapılan bitki köklerinin yaş ağırlıkları tartılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.11. Söküm sonrası kökler

**Toprakaltı Kuru Ağırlığı:** Toprakaltı yaş ağırlıkları belirlendikten sonra etüve atılarak 70 °C’ de sabit ağırlığa ulaşana dek kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

**Sodyum Potasyum Oranı:** Başaklanma başlangıcında, her saksıdan örnekleri temsil edecek şekilde uçtan geriye doğru ilk üç yaprak alınarak -40 °C’ deki derin dondurucuda saklanmıştır. İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan her bir yaprak örneğinden 200 mg tartılarak, üzerine 10 ml 0.1 HNO<sub>3</sub> (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta süreyle kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen örnekler, bu sürenin sonunda çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanıp, hazırlanan ekstraktlarda Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> iyonları flame fotometrik yöntemle (Eppendof flame photometer) ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı µg/mg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).



Şekil 3.12. Sodyum ve Potasyum içeriklerinin belirlenmesi

**Başaklanma tarihleri:** Ekim tarihinden itibaren gözlemlenerek belirlenen ve başaklanma başlangıcı ile birlikte sökülme yapılan bitkilerde çeşitler arasında gün farkı gözlenmemiştir. Uygulamalar arasında ise bitki sökülme tarihleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması gün olarak en erken başaklanmaya varan uygulama olarak, ekimden 90 gün sonra başaklanma başlangıcı gözlemlenmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ise kontrolden 20 gün sonra yani ekimden 110 gün sonra başaklanmaya ulaşmıştır. Kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları arasında başaklanma tarihleri arasında bir fark gözlenmemiş, ekimden 130 gün sonra başaklanmaya başlamıştır.

### 3.2.3. İstatistik Analiz

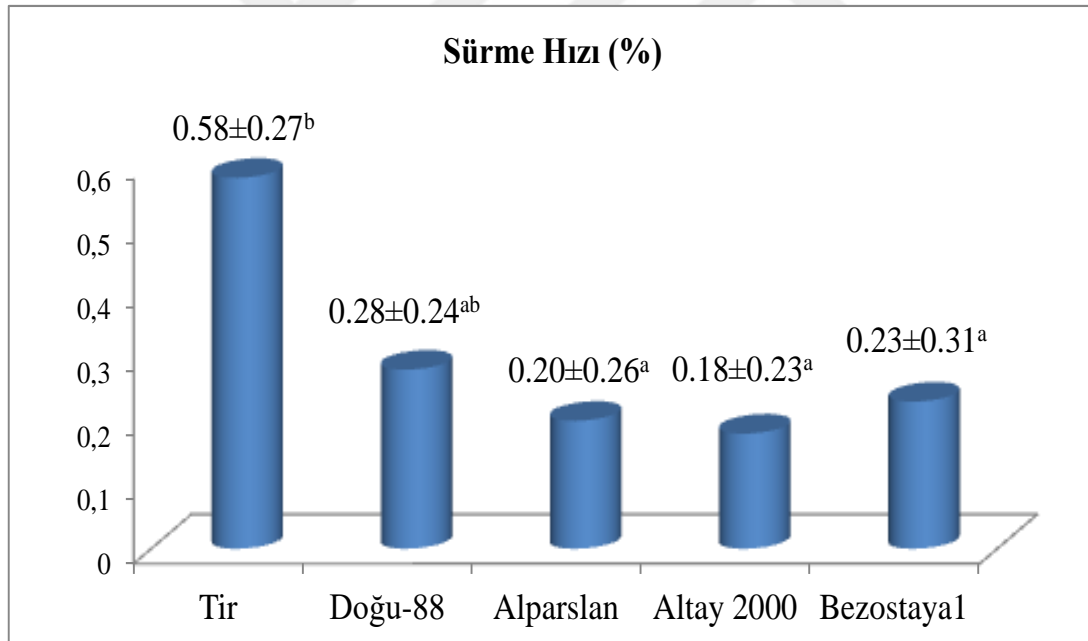
Veri analizi SAS 9.2(2008) software ve SPSS 20 programında yapılmıştır. Verilerin normal dağılımını test etmek amacı ile Shapiro- Wilk ve varyans homojenlik testi için Levene testi yapılmıştır. Verilerin normalite ve homojen varyanslı olma varsayımını yerine getirmemesi nedeni ile non-parametrik (parametrik olmayan) testlerden Kruskal- Wallis testi ve çoklu karşılaştırmalar Kruskal- Wallis testi altında çoklu karşılaştırmalar yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Sürme Hızı

Sürme hızı özelliğine ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.1’de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.2’de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Araştırmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin sürme hızı bakımından aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim gününden sonraki yedinci gün çıkış yapan bitki sayısına göre belirlenen sürme hızı parametresinde en yüksek değer  $0.58\pm0.27$  (%58) ile Tir buğdayında belirlenmiştir. Tir buğdayını sırasıyla Doğu-88 çeşidi  $0.28\pm0.24$  (%28) ile Bezostaya 1 çeşidi  $0.23\pm0.31$  (%23) ile Alparslan çeşidi ise  $0.20\pm0.26$  (%20) ile takip etmiştir. En düşük sürme hızı değeri Altay 2000 çeşidinde  $0.18\pm0.23$  (%18) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).

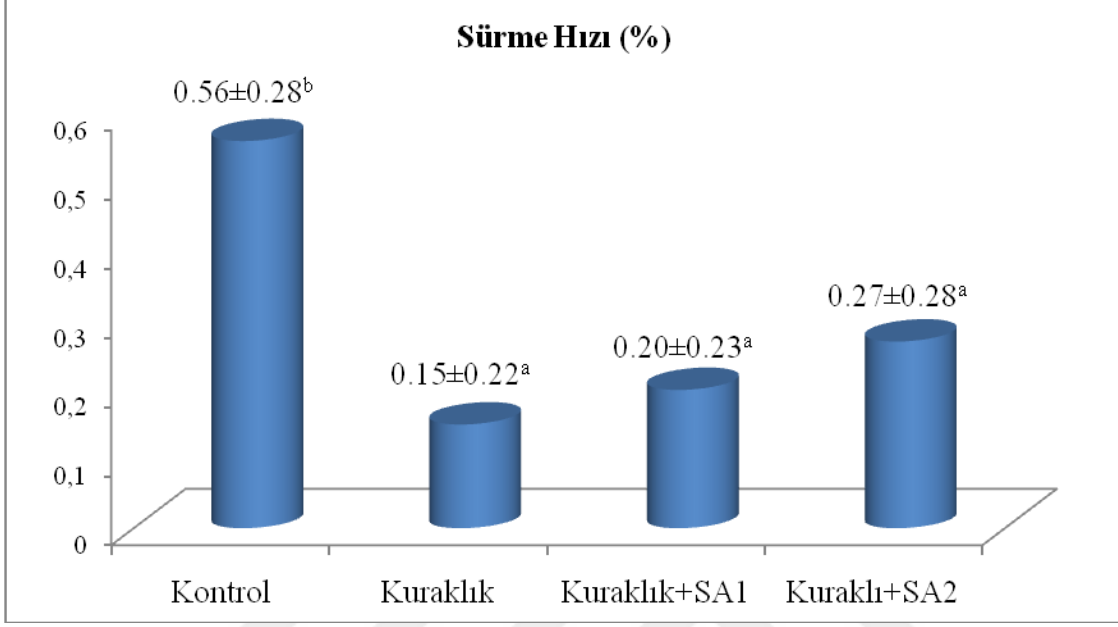


Şekil 4.1. Çeşitlere göre sürme hızı ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Sürme hızı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek sürme hızı değeri kontrol uygulamasında  $0.56\pm0.28$  (%56) olarak belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması ile önemli oranda azalan sürme hızı değeri salisilik asit uygulamaları ile artış sağlamıştır.



İstatistiki olarak aynı grupta yer alan kuraklık, kuraklık+SA<sub>1</sub> ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamalarının sürme hızı değerleri sırasıyla  $0.15\pm0.22$  (%15),  $0.20\pm0.23$  (%20) ve  $0.27\pm0.28$  (%27) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Uygulamalara göre sürme hızı ( $p<0.05$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Araştırmada kullanılan çeşitler sürme hızı bakımından kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına istatistiki olarak farklı tepkiler vermişlerdir.

Tir buğdayında sürme hızı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasında  $0.80\pm0.08$  (%80) ile en yüksek sürme hızı değeri elde edilmiştir. Kontrol uygulamasını sırasıyla  $0.68\pm0.28$  (%68) ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ve  $0.55\pm0.26$  (%55) ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük sürme hızı değeri kuraklık uygulamasında  $0.28\pm0.13$  (%28) olarak belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre kuraklık ile önemli oranda azalan sürme hızı değeri salisilik asit uygulamaları ile artış sağlamıştır. Kuraklık uygulaması ile %80 den %28' e düşen sürme hızı SA<sub>1</sub> uygulaması ile %55' e ve SA<sub>2</sub> uygulaması ile %68' e yükselmiştir.

Doğu-88 çeşidinde uygulamalar bakımından sürme hızı değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Sürme hızı bakımından en yüksek değer kontrol uygulamasında  $0.58\pm0.15$  (58) olarak belirlenmiş bu uygulamayı sırasıyla  $0.38\pm0.15$  (%38) ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ve  $0.10\pm0.14$

(%10) ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük sürme hızı değeri ise kuraklık uygulamasında  $0.08 \pm 0.05$  (%8) olarak belirlenmiştir. Kuraklık uygulamasında kontrol uygulamasına göre önemli oranda azalma görülmüş, salisilik asit uygulamaları ile uygulama dozuna doğru orantılı bir şekilde sürme hızında artış sağlanmıştır.

Alparslan çeşidinde sürme hızı bakımından uygulamalar arasında istatistiki düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir. İstatistiki düzeyde farklılığın olmamasına karşın uygulamaların sürme hızı değerleri farklılık arz etmektedir. En yüksek sürme hızı değeri kontrol uygulamasında  $0.45 \pm 0.39$  (%45) olarak belirlenirken bunu sırasıyla  $0.18 \pm 0.17$  (%17) ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ve  $0.10 \pm 0.08$  (%10) ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük sürme hızı ise kuraklık uygulamasında  $0.08 \pm 0.15$  (%8) olarak elde edilmiştir.

Uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olmadığı Altay 2000 çeşidinde de en yüksek sürme hızı değeri  $0.28 \pm 0.42$  (%28) ile kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Kuraklık uygulamasını ise sırasıyla  $0.23 \pm 0.15$  (%23) ile kontrol ve  $0.20 \pm 0.14$  (%20) ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları takip etmiştir. En düşük sürme hızı değeri ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $0.03 \pm 0.05$  (%3) olarak belirlenmiştir.

Bezostaya 1 çeşidinde sürme hızı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek sürme hızı değeri kontrol uygulamasında  $0.73 \pm 0.13$  (%73) olarak belirlenirken, bu uygulamayı kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.10 \pm 0.14$  (%10) ile takip etmiştir. En düşük değer ise kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $0.05 \pm 0.06$  (%5) olarak belirlenmiştir. Sürme hızı bakımından Bezostaya 1 çeşidinde kuraklık uygulaması, kontrole göre önemli oranda azalmıştır. Azalan sürme hızına SA<sub>1</sub> uygulamasının bir etkisinin olmamasına karşın, SA<sub>2</sub> uygulaması sürme hızını artırmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sürme hızına salisilik asidin etkisi

Sürme Hızı (%) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	0.80±0.08 <sup>b</sup>	0.58±0.15 <sup>c</sup>	0.45±0.39 <sup>a</sup>	0.23±0.15 <sup>a</sup>	0.73±0.13 <sup>b</sup>
Kuraklık	0.28±0.13 <sup>a</sup>	0.08±0.05 <sup>a</sup>	0.08±0.15 <sup>a</sup>	0.28±0.42 <sup>a</sup>	0.05±0.06 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	0.55±0.26 <sup>ab</sup>	0.10±0.14 <sup>ab</sup>	0.10±0.08 <sup>a</sup>	0.20±0.14 <sup>a</sup>	0.05±0.06 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	0.68±0.28 <sup>ab</sup>	0.38±0.15 <sup>bc</sup>	0.18±0.17 <sup>a</sup>	0.03±0.05 <sup>a</sup>	0.10±0.14 <sup>ab</sup>
P değeri	p<0.05	p<0.01	öd	öd	p<0.05

p<0.01, p<0.05, öd: Önemsiz (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Araştırmada kullanılan buğday çeşitleri çimlenme ve sürme dönemlerinde uygulanan stres ve ortam koşullarına farklı tepkiler vermişlerdir. Bunun sebebi bitkilerin çimlenme hızlarının bitki tür ve çeşitlerine ve ortam koşullarına göre farklılık arz etmesidir.

Kuraklık uygulaması ile sürme hızının azalması kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerin, ortamdaki su miktarının az olması ve ozmotik basıncın fazla olmasından dolayı toprakta sıkıca tutunan suyu tohum bünyesine yeteri miktarda alamayarak embriyonun çimlenememesi yada çimlenme hızının önemli oranda azalmasıyla açıklanabilir. Ayrıca ozmotik basıncın artması ile tohum bünyesinde bulunan çimlenmeyi düzenleyen proteinlerin sentezinin engellenmesi ve depo maddelerinin etkin kullanılmamasından kaynaklanabileceği farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Dodd ve Donovan, 1999; Ramagopal, 1990; Bouaziz ve Hicks, 1990). Araştırmada kurak koşullarda sürme hızlarının düşmesiyle birlikte, çeşitlerin buna tepkilerinin aynı oranda olmaması, farklı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda kurak koşullarda çeşitlerin çimlenme hızlarının farklı olabileceği şeklinde açıklanmıştır (Dhanda ve ark., 2004; Gürbüz ve ark., 2009; Balkan ve Gençtan, 2013).

Kuraklık stresinde uygulanan salisilik asidin sürme hızına önemli ve olumlu (Tir, Doğu-88,) etkisinin olduğu çeşitler bulunmakta, aynı zamanda aynı çeşitte her iki

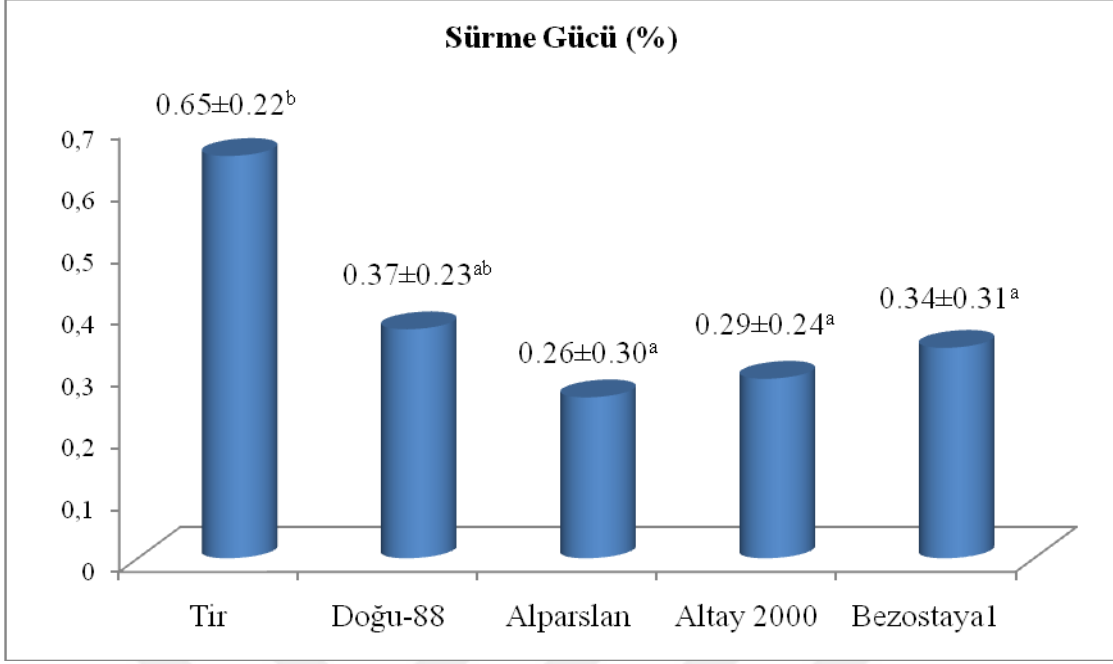


doza verilen tepkilerinde farklı olduğu belirlenmiştir (Bezostaya 1). Nitekim bazı araştırmacılar salisilik asidin tohum çimlenmesini engellediği ya da artırdığı yönünde çelişkili sonuçların elde edildiği çalışmalar bulunmaktadır (Xie ve ark., 2007; Lee ve ark. 2010). Pozitif veya negatif etkilerin uygulanan konsantrasyonla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Fare Kulağı Teresi'nde (*Arabidopsis thaliana*) yapılan bir araştırmada, 1 mM' ün üzerindeki salisilik asit konsantrasyonlarının çimlenmeyi geciktirdiği veya inhibe edebildiği bildirilmiştir (Rajjou ve ark., 2006). Tohum çimlenmesini negatif yönde etkileyen veya inhibe eden etkinin muhtemelen salisilik asit teşvikli oksidatif stresten kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Rao ve ark., 1997). Salisilik asidin büyümeyi stimüle edici etkisinin hormonal yapıda oluşan değişikliklerden (Shakirova ve ark., 2003a; Abreu ve Munne-Bosch, 2009) yada fotosentez, transpirasyon oranı ve stoma iletkenliğinin geliştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Stevens ve ark., 2006).

#### 4.2. Sürme Gücü

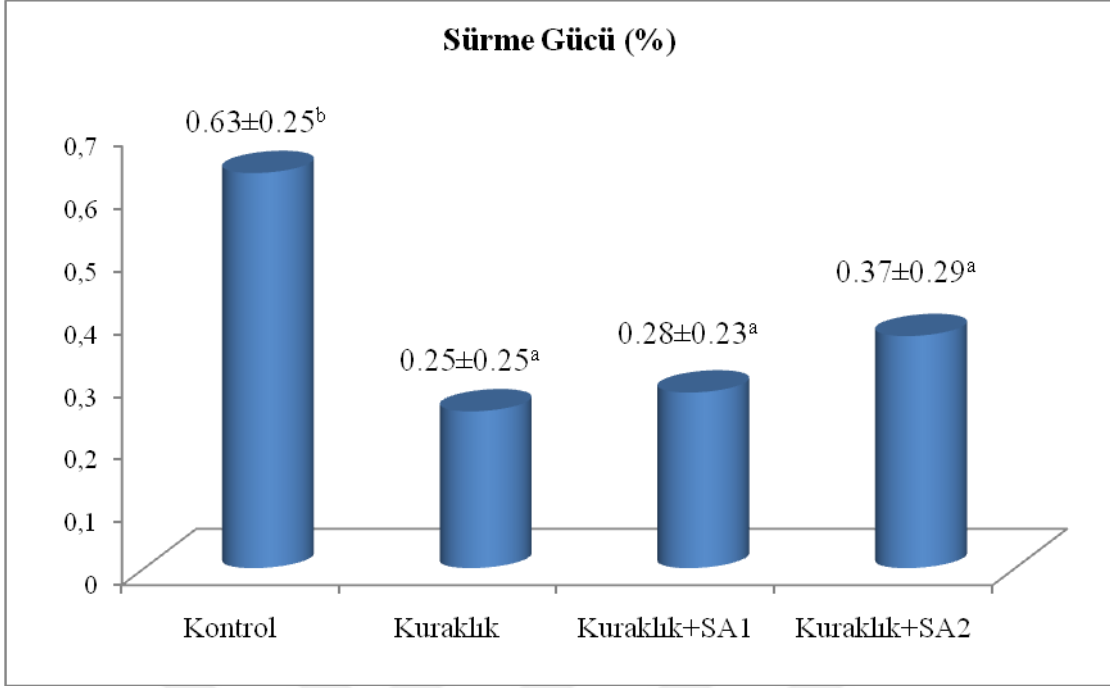
Sürme gücü özelliğine ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.3'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.4'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Ayrıca sürme gücü ölçümlerinin yapıldığı 12. günden sonra da çıkışlar devam etmiştir.

Sürme gücü bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek sürme gücü değeri Tir buğdayında  $0.65 \pm 0.22$  (%65) olarak elde edilmiştir. Tir buğdayını sırasıyla  $0.37 \pm 0.23$  (%37) ile Doğu-88,  $0.34 \pm 0.31$  (%34) ile Bezostaya 1,  $0.29 \pm 0.24$  (%29) ile Altay 2000 çeşidi takip etmiştir. En düşük sürme gücü değeri ise Alparslan çeşidinde  $0.26 \pm 0.30$  (%26) olarak elde edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çeşitlere göre sürme gücü ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Uygulamalar bakımından sürme gücü oranları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük sürme gücü değeri kuraklık uygulamasında  $0.25\pm 0.25$  (%25) olarak belirlenirken bu uygulamayı sırasıyla kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.28\pm 0.23$  (%28) ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.37\pm 0.29$  (%37) ile takip etmiştir. Kontrol uygulamasında ise  $0.63\pm 0.25$  (%63) ile en yüksek sürme gücü değeri elde edilmiştir. Kontrole göre kuraklık uygulaması ile azalan sürme gücü değeri salisilik asit uygulamaları ile bir miktar artış sağlamıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Uygulamalara Göre Sürme Gücü ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Araştırmada kullanılan çeşitlerin sürme gücü bakımından kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına tepkileri farklı olmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıklar Tir, Alparslan ve Altay 2000 çeşitlerinde istatistiki olarak önemli bulunmazken, Doğu-88 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tir buğdayında sürme gücü bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamasına karşın uygulamalardan farklı sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek sürme gücü değeri kontrol uygulamasında  $0.83\pm0.05$  (%83) olarak belirlenirken bunu sırasıyla salisilik asit uygulamaları takip etmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.70\pm0.24$  (%70) ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.58\pm0.25$  (%58) olarak belirlenmiştir. En düşük sürme gücü ise kuraklık uygulamasında  $0.50\pm0.20$  (%50) olarak tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan önemli olmamasına karşın kurak koşullarda salisilik asit, uygulanan doza paralel olarak sürme gücünü artırmıştır.

Doğu-88 çeşidinde uygulamaların sürme gücü değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek sürme gücü değeri kontrol uygulamasında  $0.65\pm0.13$  (%65) olarak belirlenmiş bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.43\pm0.15$  (%43) ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.23\pm0.17$  (%23) ile takip etmiştir. Doğu-88 çeşidinde en düşük sürme gücü değeri ise  $0.18\pm0.13$  (%18) olarak kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması ile azalan sürme gücü

değeri salisilik asit uygulamaları ile artmıştır. Salisilik asit uygulamaları ile sürme gücünde sağlanan artış uygulama dozu ile doğru orantılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Sürme gücü bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunmadığı Alparslan çeşidinde en yüksek sürme gücü değeri  $0.55 \pm 0.37$  (%55) ile kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Kontrol uygulamasını sırasıyla kuraklık+SA2 uygulaması  $0.28 \pm 0.30$  (%28) ve kuraklık+SA1 uygulaması  $0.13 \pm 0.10$  (%13) ile takip etmiştir. En düşük sürme gücü değeri ise  $0.08 \pm 0.15$  (%8) ile kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmamasına karşın kuraklık uygulaması ile azalan sürme gücü değeri salisilik asit uygulamaları ile artmıştır.

Uygulamalar arasındaki sürme gücü değerlerinde farklılığın istatistiki düzeyde önemli olmadığı Altay 2000 çeşidinde en yüksek sürme gücü değeri  $0.38 \pm 0.36$  (%38) ile kuraklık uygulamasında belirlenirken, bunu aynı değerle ve sırasıyla kontrol uygulaması  $0.35 \pm 0.17$  (%35) ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.35 \pm 0.19$  (%35) ile takip etmiştir. En düşük sürme gücü değeri ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $0.08 \pm 0.10$  (%8) olarak belirlenmiştir. Farklılıkların istatistiki olarak önemli olmamasına karşın kuraklık uygulaması ile sürme gücü değerini arttıran Altay 2000 çeşidine salisilik asidin düşük doz (SA<sub>1</sub>) uygulaması bir etkide bulunmazken yüksek doz (SA<sub>2</sub>) uygulaması sürme gücüne inhibitif etkide bulunmuştur.

Sürme gücü bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunduğu Bezostaya 1 çeşidinde en düşük sürme gücü değeri kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamalarında aynı değer  $0.10 \pm 0.08$  (%10) olarak belirlenmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında sürme gücü  $0.38 \pm 0.25$  (%38) olarak tespit edilmiştir. Bezostaya 1 çeşidinde en yüksek sürme gücü değeri ise kontrol uygulamasında  $0.78 \pm 0.10$  (%78) olarak elde edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile azalan sürme gücü değerine salisilik asidin yüksek doz (SA<sub>2</sub>) uygulaması pozitif etkide bulunarak artmasını sağlamış, salisilik asidin düşük doz (SA<sub>1</sub>) uygulaması kuraklık uygulaması ile aynı istatistiki grupta yer alarak bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sürme gücüne salisilik asidin etkisi

		Sürme Gücü (%) (ortalama±standart sapma (n=4))			
		Çeşitler			
Uygulamalar	Tir	Doğu 88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	0.83±0.05 <sup>a</sup>	0.65±0.13 <sup>b</sup>	0.55±0.37 <sup>a</sup>	0.35±0.17 <sup>a</sup>	0.78±0.10 <sup>b</sup>
Kuraklık	0.50±0.20 <sup>a</sup>	0.18±0.13 <sup>a</sup>	0.08±0.15 <sup>a</sup>	0.38±0.36 <sup>a</sup>	0.10±0.08 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	0.58±0.25 <sup>a</sup>	0.23±0.17 <sup>ab</sup>	0.13±0.10 <sup>a</sup>	0.35±0.19 <sup>a</sup>	0.10±0.08 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	0.70±0.24 <sup>a</sup>	0.43±0.15 <sup>ab</sup>	0.28±0.30 <sup>a</sup>	0.08±0.10 <sup>a</sup>	0.38±0.25 <sup>ab</sup>
P değeri	öd	p<0.05	öd	öd	p<0.05

p<0.05, öd: Önemsiz (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Kuraklık stresi ile kontrole göre önemli oranda azalan sürme gücünün yetiştirme ortamının ozmotik basıncının yüksek olmasından dolayı, su toprak tarafından sıkıca tutulmaktadır. Toprak tarafından sıkıca tutulan suyun, tohum tarafından alınamaması bitkilerde çimlenme aşamasında görev alan proteinlerin sentezlenmesini engelleyerek (Gunjaca ve Sarcevic, 2000) çimlenme süresini uzattığı gibi çimlenme oranını da önemli oranda azaltmaktadır (Quila, 1992). Ayrıca Baalbaki ve ark. (1999) ve Balkan ve Gençtan (2013) yaptıkları çalışmalarda, kurağa dayanıklı çeşitlerin çimlenme gücünün hassas çeşitlere oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı kurak şartlarda çimlenme gücünün azalmasının nedenini; artan ozmotik basınçtan dolayı tohum çimlenmesi için gerekli olan suyu alamamasından kaynaklanabileceği şeklinde açıklamışlardır (Gunjaca ve Sarcevic, 2000; Kafi ve Goldan, 2001; Almansouri ve ark., 2001; Dhanda ve ark., 2004; Rauf ve ark., 2007; Cseuz, 2009; Jajarmi, 2009 ve Balkan ve Gençtan, 2013).

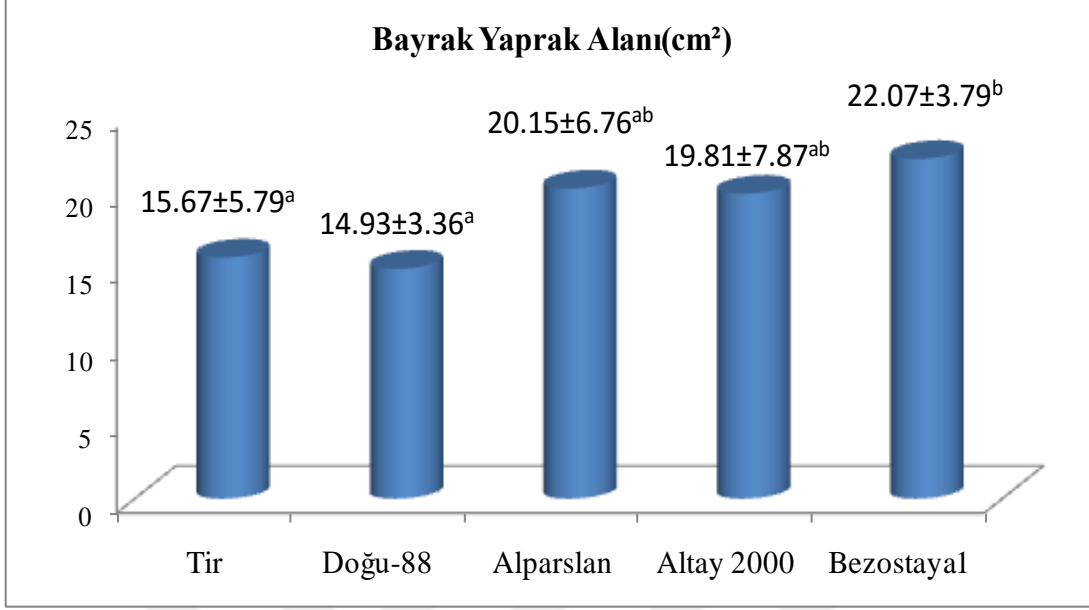
Yapılan çalışmalarda salisilik asidin biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı bitkiye direnç sağladığı ve toleransı arttırdığı bilinmektedir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamaları sürme gücünü Tir, Doğu-88, Alparslan ve Bezostaya 1 çeşitlerinde artırırken Altay 2000 çeşidinde ise azaltmıştır. Çimlenme ile ilgili yapılan birçok çalışmada çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Salisilik asit, çimlenme konusunda bitkinin

türüne, ortam koşuluna (Dadaşoğlu ve Ekinci, 2013) ve uygulama konsantrasyonuna (Çanakçı, 2010) göre farklı tepkiler vermektedir. Örneğin Dadaşoğlu ve Ekinci (2013), düşük sıcaklıkta yüksek doz salisilik asidin çimlenmeyi artırdığını optimum sıcaklık şartlarında ise düşük doz salisilik asit uygulamasının çimlenme üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çanakçı (2010) arpanın çimlenmesi üzerine salisilik asidin etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, 0.1mM salisilik asidin çimlenmeyi arttırdığını, 100 ve 200 mM salisilik asidin ise çimlenmeyi inhibe ettiğini belirtmiştir. Salisilik asidin çimlenmeyi engelleyici etkisinin, yüksek konsantrasyonun toksik etkisinden (Rajjou ve ark. 2006) ya da salisilik asit teşvikli oksidatif stresten dolayı bitki çimlenme için gerekli su miktarını topraktan alamamasından kaynaklanabileceği (Rao ve ark., 1997) ileri sürülmüştür. Bitki büyümesini stimüle edici etkisinin ise stres koşullarının olumsuz etkilerini azaltarak hormonal yapıdaki değişikliklerden (Shakirova ve ark., 2003a; Abreu ve Munne-Bosch, 2009) ya da stres koşullarında olumsuz etkilenen fotosentez, transpirasyon ve stoma iletkenliğinde meydana gelen iyileşmeden kaynaklandığı düşünölmektedir (Stevens ve ark., 2006).

#### 4.3. Bayrak Yaprak Alanı

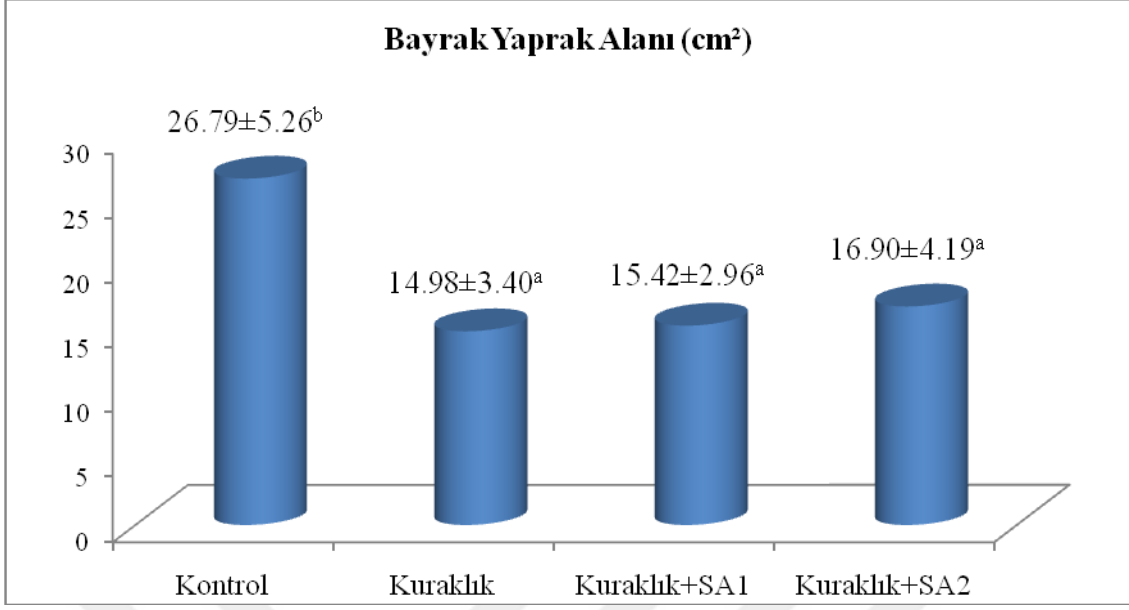
Bayrak yaprak alanına ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.5’de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.6’da ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çeşitlere ait bayrak yaprak alanı arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek bayrak yaprak alanı değeri  $22.07 \pm 3.79 \text{ cm}^2$  ile Bezostaya1 çeşidinde ölçölmüş, bunu sırasıyla  $20.15 \pm 6.76 \text{ cm}^2$  ile Alparslan,  $19.81 \pm 7.87 \text{ cm}^2$  ile Altay 2000 ve  $15.67 \pm 5.79 \text{ cm}^2$  ile Tir buğdayı takip etmiştir. En düşük değer ise  $14.93 \pm 3.36 \text{ cm}^2$  ile Doğu-88 çeşidinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Çeşitlere göre bayrak yaprak alanı ( $p < 0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistikî grupları belirtmektedir.)

Bayrak yaprak alanı değerlendirmesinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistikî bakımdan  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek bayrak yaprak alanı  $26.79 \pm 5.26$  cm<sup>2</sup> ile kontrol uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $16.90 \pm 4.19$  cm<sup>2</sup> ve kuraklık+SA<sub>1</sub>  $15.42 \pm 2.96$  cm<sup>2</sup> ile uygulaması takip etmiştir. En düşük bayrak yaprak alanı ise  $14.98 \pm 3.40$  cm<sup>2</sup> ile kuraklık uygulamasında tespit edilmiştir. Veriler değerlendirildiğinde kuraklığın bayrak yaprak alanını önemli oranda düşürdüğü tespit edilmiştir. Salisilik asit uygulaması doza paralel olarak bayrak yaprak alanının artmasına katkı sağlamakla beraber bu artışın önemli düzeyde gerçekleşmediği belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Uygulamalara göre bayrak yaprak alanı ( $p < 0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Araştırmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin tümünde bayrak yaprak alanı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Tir buğdayında uygulamaların değerlendirilmesinde en yüksek bayrak yaprak alanı  $24.97 \pm 1.24 \text{ cm}^2$  ile kontrol uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $14.52 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $12.30 \pm 1.88 \text{ cm}^2$  olarak takip etmiş en düşük bayrak yaprak alanı  $10.90 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  ile kuraklık uygulamasından elde edilmiştir.

Doğu-88 çeşidi bayrak yaprak alanı kontrol uygulamasında  $20.04 \pm 2.40 \text{ cm}^2$  ile en yüksek değeri verirken bu uygulamayı sırasıyla kuraklık uygulaması  $13.83 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  ile ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $13.31 \pm 1.69 \text{ cm}^2$  ile izlemiştir. En düşük değer ise kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $12.51 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  olarak belirlenmiştir.

Bayrak yaprak alanı bakımından Alparslan çeşidinde en yüksek değer  $30.56 \pm 4.26 \text{ cm}^2$  ile kontrol uygulamasında tespit edilmiş bunu  $18.87 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  ile kuraklık uygulaması takip etmiştir. En düşük değerler ise kuraklıkSA<sub>1</sub> ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamalarından sırasıyla  $14.73 \pm 0.00 \text{ cm}^2$  ve  $16.43 \pm 2.51 \text{ cm}^2$  olarak elde edilmiştir.

Çeşit içi uygulamalar arasında en yüksek bayrak yaprak alanına sahip olan Altay 2000 çeşidinde yine en yüksek değer kontrol uygulamasında  $31.40 \pm 3.93 \text{ cm}^2$  olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $21.07 \pm 0.95 \text{ cm}^2$  ve



kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması 14.35±0.00 cm<sup>2</sup> ile takip etmiştir. En düşük bayrak yaprak alanı 12.44±0.00 cm<sup>2</sup> ile kuraklık uygulamasında tespit edilmiştir.

Bezostaya 1 çeşidinde ise en yüksek bayrak yaprak alanı kontrol uygulamasında 27.00±4.71 cm<sup>2</sup> olarak belirlenirken, uygulama dozuna paralel bir artışla salisilik asit uygulamaları 20.97±0.00 cm<sup>2</sup> ve 21.42±1.23 cm<sup>2</sup> olarak en yüksek değeri takip etmiştir. En düşük bayrak yaprak alanı ise kuraklık uygulamasında 18.88±0.00 cm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin bayrak yaprak alanına salisilik asidin etkisi

Bayrak Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )(ortalama±standart sapma n=4)					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	24.97±1.24 <sup>b</sup>	20.04±2.40 <sup>b</sup>	30.56±4.26 <sup>b</sup>	31.40±3.93 <sup>b</sup>	27.00±4.71 <sup>b</sup>
Kuraklık	10.90±0.00 <sup>a</sup>	13.83±0.00 <sup>ab</sup>	18.87±0.00 <sup>ab</sup>	12.44±0.00 <sup>a</sup>	18.88±0.00 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	14.52±0.00 <sup>ab</sup>	12.51±0.00 <sup>a</sup>	14.73±0.00 <sup>a</sup>	14.35±0.00 <sup>ab</sup>	20.97±0.00 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	12.30±1.88 <sup>ab</sup>	13.31±1.69 <sup>ab</sup>	16.43±2.51 <sup>a</sup>	21.07±0.95 <sup>ab</sup>	21.42±1.23 <sup>ab</sup>
P değeri	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

p<0.01 (Aynı sütundaki harfler istatistikî grupları belirtmektedir.)

Bitkilerin fotosentez olayını gerçekleştirdiği temel organ olan yapraklar aynı zamanda fotosentez kapasitesini de belirlemektedir. Yaprakların ortam koşullarından hangi oranda istifade edeceği yaprakta bulunan birçok özelliklerle beraber yaprak alanı ile de yakından ilgilidir. Bu nedenle yaprak alanı bakımından aynı türün çeşitleri arasında dahi iklim, çevre, toprak istekleri, diğer bir ifade ile adaptasyon yeteneklerinden dolayı ciddi farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Çeşitler arasında bayrak yaprak alanı bakımından tespit edilen farklılıklar beklenen bir sonuçtur (Çekiç, 2007). Bitkiler için hayati öneme sahip olan fotosentez faaliyetinin önemli çoğunluğunun gerçekleştiği yaprak alanının, bitkinin verimine ve ışıktan yararlanmasına önemli etkisi bulunmaktadır. Yapraklar tarafından tutulan enerji miktarı ise yaprakların boyutuyla ilgilidir. Yaprak alan indeksinin bitki türüne ve çeşidine göre değişiklik göstermesi ile

birlikte, aynı bitki türünde bile gelişme süreci boyunca ve gelişme koşullarına göre de değişebilmektedir (Müjdeci ve ark., 2005).

Bitkilerin potansiyellerindeki büyüme ve gelişmeyi sağlayabilmeleri için optimum koşullara ve bu koşullarda gerekli suya ihtiyaçları vardır. Blum (1985), tarafından, bayrak yaprağı ile birlikte başak fotosentezinin buğdayda verim oluşumunda önemli rol oynadığı ve verime olan katkının kılçıklı ve dar yapraklı çeşitlerde daha yüksek olduğu ve bunun su stresinin olduğu koşullarda daha da arttığı ifade edilmiştir. Kuraklık stresinde yeterli miktarda su bulamayan bitkide büyüme önemli ölçüde azalmakta (Hsiao, 1973; Gandar ve Tanner, 1976; Farah, 1981) bu azalma özellikle toprak üstü organlarda küçülmeye neden olmaktadır (Neuman ve ark., 1988; Sakuri ve Kuraishi, 1988). Ayrıca su eksikliğinde yaprak gelişmesinin fotosenteze oranla daha fazla etkilendiği belirlenmiştir (Begg ve Turner, 1976) ve Lutts ve ark. (1996); Çekiç (2007) ve Sankar ve ark. (2008)'nin araştırmalarında kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerin kontrole göre daha küçük yapraklara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bitkiler kurak koşullarda farklı koruma mekanizmaları geliştirmekte ve su kaybını önlemek amacı ile yaprak alanının küçülmesi de mekanizmalardan biri olarak düşünülmektedir (Turner, 1986; Çırak ve Esendal, 2006). Kurak koşullarda yaprak alanının azaldığını belirten çalışmalar ile elde edilen sonuçlar uyum içerisindedir. Salisilik asidin genel olarak stres koşullarına karşı bitkiyi koruyucu ve bitkiye direnç sağlayıcı özellikleri bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde salisilik asit uygulamalarının kuraklık uygulamasına oranla bayrak yaprak alanında uygulanan doza doğru orantılı bir şekilde olumlu etkide bulunduğu görülmektedir. Fakat bayrak yaprak alanında gerçekleşen değişiklik kuraklık ile salisilik asit uygulamaları aralarındaki farklılıklar düşük miktarda gerçekleşmiş ve istatistiki bakımdan aynı grupta yer almışlardır.

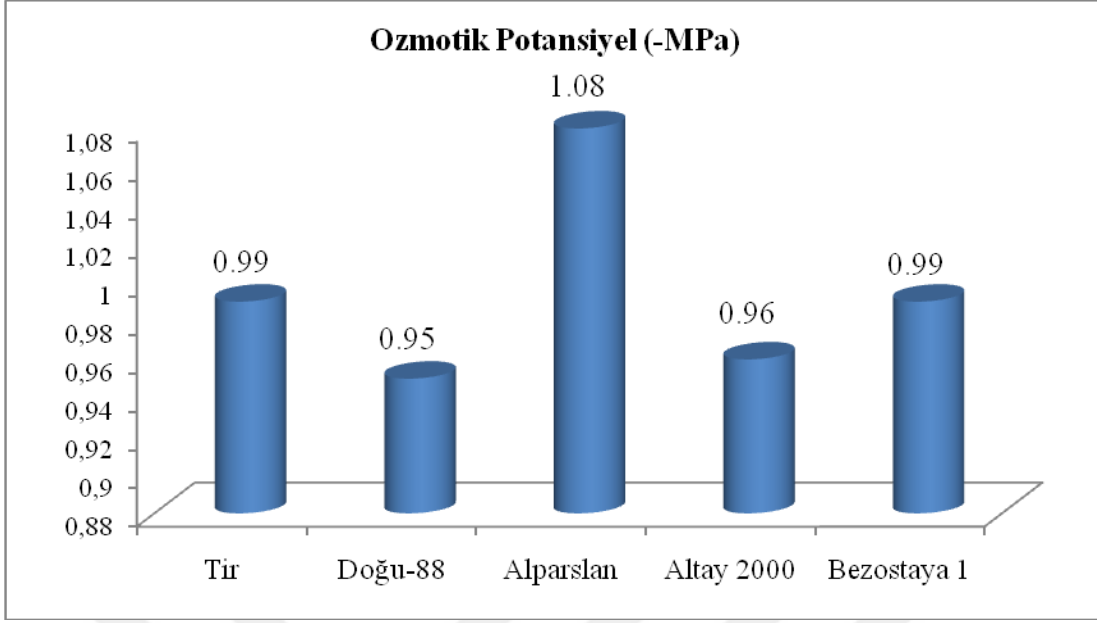
İsahçılar tarafından yapılan çalışmalarda geniş yapraklı çeşitlerin optimum koşulları taşıyan veya uygun koşullar sağlanabilen alanlar için, dar yapraklı çeşitlerin ise kurak koşullara daha adapte olduğu öteden beri bilinmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde kurağa ve salisilik asit uygulamalarına verdikleri tepkinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Kurak şartlarda azalan bayrak yaprak alanı salisilik asit uygulamaları ile bir miktar artarak kontrol ile kuraklık arasında bir değer elde edilmiştir. Yine en yüksek bayrak yaprak alanının kontrol uygulamasından alındığı Doğu-88 ve Alparslan çeşitlerinde ise salisilik

asit uygulamaları bayrak yaprak alanını olumsuz yönde etkileyerek kuraklık uygulamasının altında değerler elde edilmiştir. Genel olarak bitkilerin kurak koşullarda su eksikliğine karşı bir savunma mekanizması olarak yaprak boyutlarını küçülterek bir savunma mekanizması oluşturduğu (Turner, 1986; Çırak ve Esendal, 2006) ayrıca Kuşvuran (2010) tarafından yapılan çalışmada bazı genotiplerin kurak koşullarda yaprak alanını kısmen koruyabildiğini rapor edilmiştir. Araştırmada Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinin kuraklığa karşı oluşturdukları mekanizmada salisilik asit yardımcı olarak yaprak alanının artmasını sağlarken, Alparslan ve Doğu-88 çeşitlerinde savunma mekanizmalarına zarar vererek yaprak alanının azalmasına neden olmaktadır. Nitekim Çanakçı ve Munzuroğlu (2006)'nın salisilik asidin mısır fidelerinde büyüme ve transpirasyon hızı üzerine yaptıkları çalışmada düşük doz (20 ppm) salisilik asit uygulamasının yaprak büyümesinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı yüksek doz uygulanan (200, 2000 ppm) salisilik asidin toksik etki yaparak olumsuz yönde etkilediğini rapor etmişlerdir.

#### **4.4. Ozmotik Potansiyel**

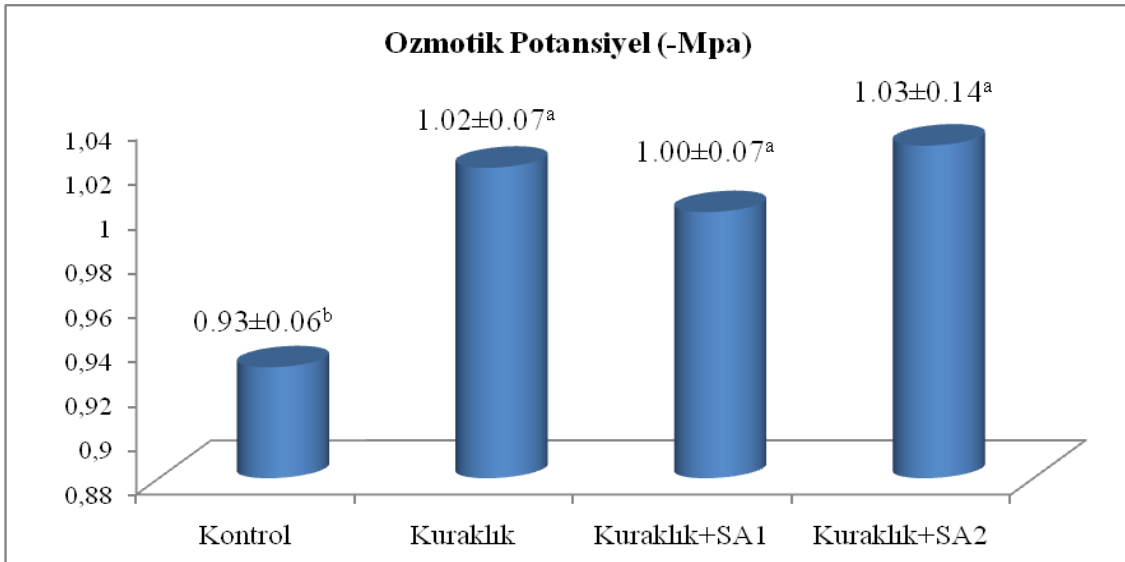
Ozmotik potansiyele ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.7'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.8'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Ayrıca ozmotik potansiyel değerleri sıfırın altında (eksi) değerler olduğundan dolayı sıfıra en yakın değer en yüksek ozmotik potansiyeli, en uzak değer ise en düşük ozmotik potansiyeli göstermektedir.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin ozmotik potansiyelleri arasında istatistiki bakımdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Buna karşın en yüksek ozmotik potansiyel  $0.95 \pm 0.04$  -MPa ile Doğu-88 çeşidinde belirlenirken bunu sırasıyla  $0.96 \pm 0.05$  -MPa ile Altay 2000,  $0.99 \pm 0.04$  -MPa ile Bezostaya ve yine aynı ortalama değer olan  $0.99 \pm 0.09$  -MPa ile Tir buğdayı takip etmiştir. En düşük ozmotik potansiyel değeri ise  $1.08 \pm 0.15$  -MPa ile Alparslan çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Çeşitlere göre ozmotik potansiyel (öd: Önemsiz)

Uygulamaların ozmotik potansiyele etkisinin değerlendirilmesinde kuraklık ve salisilik asit uygulamaları ile kontrol uygulaması arasındaki farklılık  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. İstatistiki olarak kuraklık ( $1.02 \pm 0.07$  -MPa) kuraklık+SA<sub>1</sub> ( $1.00 \pm 0.07$  -MPa) ve kuraklık+SA<sub>2</sub> ( $1.03 \pm 0.14$  -MPa) uygulamaları aynı grup içerisinde yer almış olup, en yüksek ozmotik potansiyel  $0.93 \pm 0.06$  -MPa ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Uygulamalara göre ozmotik potansiyel ( $p < 0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Araştırmada kullanılan beş ekmeklik buğday çeşidinin kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına ozmotik potansiyel bakımından tepkisinin değerlendirilmesinde tüm çeşitlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki bakımdan önemli olduğu Tir buğdayında en yüksek ozmotik potansiyel kontrol uygulamasında  $0.91 \pm 0.02$  -MPa belirlenmiş olup, kuraklık uygulamasında  $1.14 \pm 0.01$  -Mpa ile en düşük değere ulaşmıştır. Tir buğdayına kurak koşullarda uygulanan salisilik asit pozitif yönde etki yaparak ozmotik potansiyeli artırdığı tespit edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarının ozmotik potansiyel bakımından istatistiki olarak aynı grupta yer almalarına karşın kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasının ( $0.94 \pm 0.00$  -MPa) kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasına göre ( $0.98 \pm 0.00$  -Mpa) daha etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Doğu-88 çeşidi için ozmotik potansiyel bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ozmotik potansiyel değeri kontrol uygulamasında  $0.88 \pm 0.00$  -MPa olarak ölçülürken, bunu salisilik asidin yüksek dozu olan kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.95 \pm 0.00$  -MPa ile takip etmiştir. Kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ise sırasıyla  $0.98 \pm 0.02$  -MPa ve  $0.99 \pm 0.00$  -MPa olarak belirlenmiştir. Doğu-88 çeşidinde kontrole göre kuraklık uygulaması ile önemli oranda düşen ozmotik potansiyele kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması olumlu bir etki yapmayarak azalmasına neden olmuş ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ise ozmotik potansiyelin yükselmesine neden olmuştur (Çizelge 4.4).

Ozmotik potansiyel bakımından Alparslan çeşidinin değerlendirilmesinde uygulamalar arasındaki farklılıklar diğer çeşitlerde olduğu gibi istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ozmotik potansiyel değeri kontrol uygulamasında  $0.92 \pm 0.00$  -MPa olarak ölçülmüş, kuraklık uygulaması ( $0.99 \pm 0.00$  -MPa) ve kuraklık+SA<sub>1</sub> ( $1.12 \pm 0.00$  -MPa) uygulaması ise aynı grupta yer almışlardır. En düşük ozmotik potansiyel ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $1.30 \pm 0.00$  -MPa olarak belirlenmiştir. Alparslan çeşidine uygulanan kuraklık stresi ozmotik potansiyeli önemli derecede azalmış, salisilik asit uygulamaları ise uygulama dozuna paralel olarak aynı azalmayı göstermiştir. Alparslan çeşidinde salisilik asit uygulamaları ozmotik potansiyeli negatif yönde etkilemiştir (Çizelge 4.4).

Altay 2000 çeşidinde uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ozmotik potansiyel  $0.92 \pm 0.00$  -MPa ile kontrol uygulamasından elde edilmiş olup en düşük ozmotik potansiyel  $1.05 \pm 0.00$  -Mpa değeri ile kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Kurak stresine salisilik asit uygulaması ozmotik potansiyelin yükselerek kontrol uygulamasına yakın değerler almasını sağlamıştır. İstatistiki olarak kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ( $0.93 \pm 0.00$  -Mpa) ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ( $0.94 \pm 0.00$  -Mpa) ile aynı grupta yer almışlardır. Altay 2000 çeşidinde salisilik asit uygulamalarının kuraklığa karşı bitkide olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çeşitler arasında ozmotik potansiyel bakımından en farklı sonuçların elde edildiği Bezostaya 1 çeşidinde de uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek ozmotik potansiyel kuraklık uygulamasında  $0.94 \pm 0.00$  -MPa olarak belirlenirken, en düşük ozmotik potansiyel  $1.04 \pm 0.00$  -MPa olarak kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $1.01 \pm 0.00$  -MPa olarak belirlenen ozmotik potansiyel kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ile ( $0.97 \pm 0.00$  -Mpa) daha yüksek ozmotik potansiyele sahip olmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin ozmotik potansiyeline salisilik asidin etkisi

Ozmotik Potansiyel (-MPa) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	$0.91 \pm 0.02^a$	$0.88 \pm 0.00^a$	$0.92 \pm 0.00^a$	$0.92 \pm 0.00^a$	$1.04 \pm 0.00^b$
Kuraklık	$1.14 \pm 0.01^b$	$0.98 \pm 0.02^{bc}$	$0.99 \pm 0.00^{ab}$	$1.05 \pm 0.00^b$	$0.94 \pm 0.00^a$
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	$0.94 \pm 0.00^{ab}$	$0.99 \pm 0.00^c$	$1.12 \pm 0.00^{ab}$	$0.93 \pm 0.00^{ab}$	$1.01 \pm 0.00^{ab}$
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	$0.98 \pm 0.00^{ab}$	$0.95 \pm 0.00^{ab}$	$1.30 \pm 0.00^b$	$0.94 \pm 0.00^{ab}$	$0.97 \pm 0.00^{ab}$
P değeri	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$

$p < 0.01$  (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Araştırmada ozmotik potansiyel çeşitler arasındaki değerlendirme de istatistiki bakımından önemli farklılıklar gözlenmemiştir.

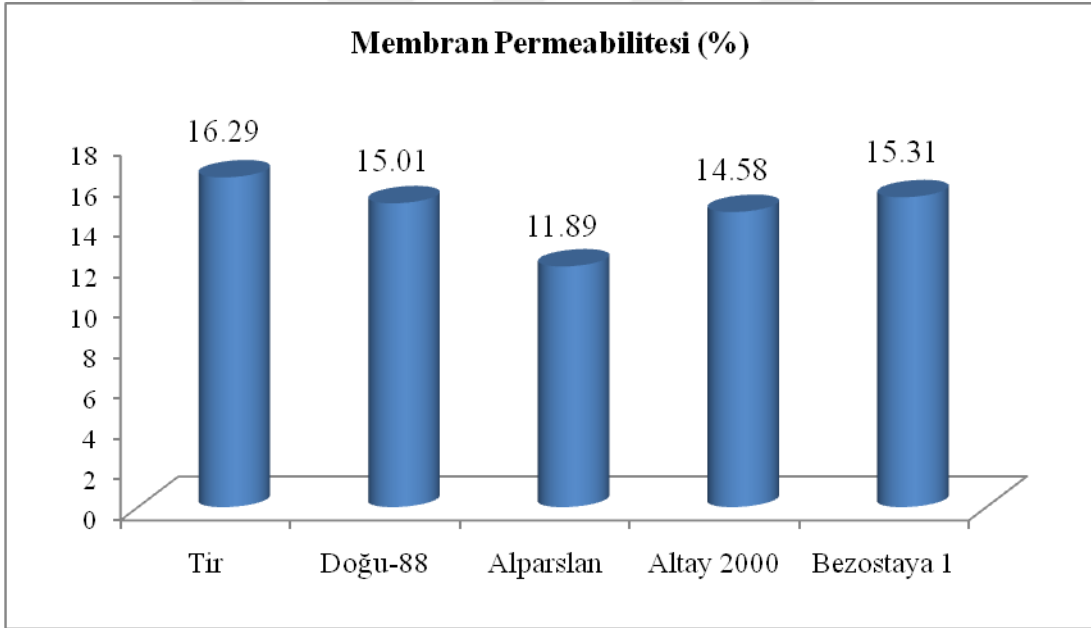
Ozmotik potansiyel uygulamalar bakımından ele alındığında ise kuraklık uygulaması ile birlikte bitkide ve toprakta azalan su miktarından dolayı ozmotik potansiyelde düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. Bazı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda da kuraklık ve tuz stresi sonucu ozmotik potansiyelin düştüğü rapor edilmiştir (Gusta ve Chen, 1987; Ashraf ve ark., 2002; Stoyanov, 2005; El Tayeb, 2005; Kaydan ve ark., 2007). Nitekim elde ettiğimiz sonuçlar stres koşullarının ozmotik potansiyeli düşürdüğü yönündeki sonuçlar ile uyum içinde olduğu tespit edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarının ise uygulamalar bakımından önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir.

Keim ve Kronstak (1981), tarafından stomatal farklılıklar ve ozmotik potansiyelin buğdayın tane verimine doğrudan pozitif etkisinden dolayı önemli bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabilceği ve kuraklık stresinde tane ağırlığının ozmotik potansiyel tarafından etkilendiği bildirilmiştir. Ayrıca Khaliq ve ark. (1999) kurak şartlarda buğday çeşitlerinin ozmotik potansiyellerinin farklılık gösterdiğini ve bununda bayrak yaprak alanı, stoma büyüklüğü ve epidermal hücre büyüklüğü ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Çeşit bazında uygulamalar değerlendirildiğinde çeşitlerin ozmotik potansiyel bakımından kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına verdikleri tepkilerin farklılık arz ettiği görülmektedir. Nitekim Bezostaya 1 çeşidi kuraklık uygulaması ile ozmotik potansiyelini artırmıştır. Bu çeşit dışındaki tüm çeşitlerde kuraklık stresi uygulamaları ozmotik potansiyelinin düşmesine neden olmuştur. Alparslan buğday çeşidinde salisilik asit uygulamalarının ozmotik potansiyeli olumsuz yönde etkileyerek ozmotik potansiyelin düşmesine neden olmuştur. Alparslan çeşidinde ozmotik potansiyelin azalması, bu çeşidin ozmotik potansiyel yönünden diğer çeşitlere göre kuraklıkta yaprak dokularında daha fazla su tutabildiği ve salisilik asit uygulamasının da bu nedenle herhangi bir etkide bulunmadığı şeklinde açıklanabilir. Alparslan dışındaki çeşitlerde salisilik asit uygulamaları genel olarak stres koşullarında ozmotik potansiyelin yükselmesini sağlamıştır. Nitekim salisilik asit uygulamalarının su ve tuz stres koşullarına karşı bitkiye direnç sağladığı ve bitkinin ozmotik potansiyelini arttırdığını belirtmişlerdir (Senaratna ve ark. 2000; El Tayeb, 2005; Szepesi ve ark., 2005; Kaydan ve ark., 2007).

#### 4.5. Membran Permeabilitesi

Membran permeabilitesine ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.9’da, uygulamalara ait veriler Şekil 4.10’da ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.5’de gösterilmiştir.

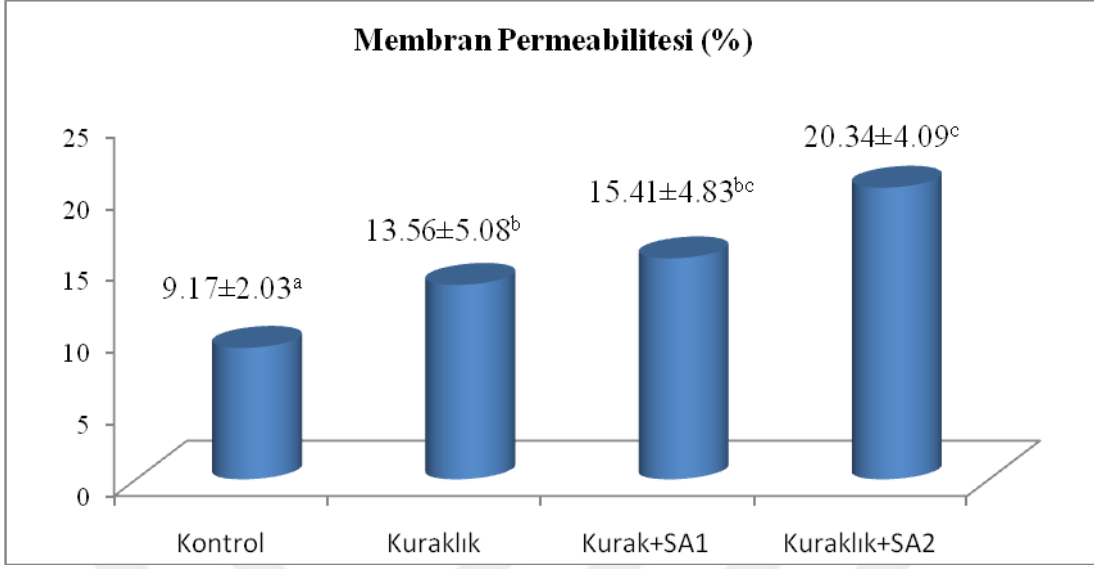
Araştırmada çeşitlerin membran permeabilitesi bakımından arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunmadığı tespit edilmiştir. Membran permeabilitesi çeşitler arasında farklılık göstermemesine karşın, en yüksek membran permeabilitesi %16.29±6.06 ile Tir buğdayından elde edilmiştir. Tir buğdayını sırasıyla %15.31±6.52 ile Bezostaya 1. %15.01±5.15 ile Doğu-88 ve %14.58±5.69 ile Altay 2000 çeşidi takip etmiştir. Membran permeabilitesi bakımından en düşük değer %11.89±4.95 ile Alparslan çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Çeşitlere göre membran permeabilitesi (öd: Önemsiz)

Uygulamalara göre membran permeabilitesi arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük membran permeabilitesi % 9.17±2.03 ile kontrol uygulamasında belirlenirken, bunu sırasıyla artarak % 13.56±5.08 ile kuraklık ve % 15.41±4.83 ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları takip etmiştir. En yüksek membran permeabilitesi ise önemli oranda arttığı tespit edilen kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında % 20.34±4.09 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10).





Şekil 4.10. Uygulamalara göre membran permeabilitesi ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Membran permeabilitesi bakımından çeşitlerin uygulamalara gösterdikleri tepkilerin değerlendirilmesinde, Tir buğdayı dışındaki tüm çeşitlerde elde edilen farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Tir buğdayında istatistiki bakımdan uygulamalar arasında farklılık bulunmamasına karşın kontrol uygulamasında membran permeabilitesi en düşük değeri olarak %  $11.73\pm 1.50$  olarak tespit edilmiştir. Kuraklıkta %  $18.72\pm 8.62$ , kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında %  $14.58\pm 4.95$  olarak belirlenmiştir. En yüksek değer ise %  $20.15\pm 4.79$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında tespit edilmiştir.

Doğu-88 çeşidinde uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında %  $10.21\pm 1.48$  lik membran permeabilitesi en düşük değer olarak belirlenmiş bunu sırasıyla %  $11.71\pm 2.47$  ile kuraklık, %  $18.12\pm 4.22$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> ve en yüksek değer olarak %  $20.02\pm 3.89$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir.

Alparslan buğday çeşidinde de membran permeabilitesindeki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük değer kontrol uygulamasında %  $7.89\pm 1.96$  olarak elde edilmiştir. Kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması yakın değerler olarak sırasıyla %  $10.60\pm 3.65$  ve %  $10.49\pm 2.00$  olarak tespit edilmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ise %  $18.60\pm 3.88$  ile en yüksek membran permeabilitesine sahip olmuştur.

Altay 2000 buğday çeşidinde uygulamalar açısından membran permeabilitesi arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan  $p<0.01$  düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir. En düşük membran permeabilitesi kontrol uygulamasında  $7.87\pm 0.89$  olarak elde edilirken, birbirine yakın değerler olan  $15.50\pm 2.08$  ve  $13.60\pm 5.10$  lık membran zararlanması ile sırasıyla kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması bu değeri takip etmiş en yüksek membran permeabilitesi ise  $21.36\pm 2.65$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında tespit edilmiştir.

Bezostaya 1 çeşidinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Yine kontrol uygulamasında  $8.16\pm 0.97$  ile en düşük membran zararlanması elde edilmiş bunu sırasıyla artarak  $11.27\pm 1.42$  ile kuraklık,  $18.35\pm 0.52$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> ve  $23.48\pm 4.25$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir.

Çizelge 4.5. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin membran permeabilitesine salisilik asidin etkisi

Membran Permeabilitesi (%) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu 88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	11.73±1.50 <sup>a</sup>	10.21±1.48 <sup>a</sup>	7.89±1.96 <sup>a</sup>	7.87±0.89 <sup>a</sup>	8.16±0.97 <sup>a</sup>
Kuraklık	18.72±8.62 <sup>a</sup>	11.71±2.47 <sup>ab</sup>	10.60±3.65 <sup>ab</sup>	15.50±2.08 <sup>ab</sup>	11.27±1.42 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	14.58±4.95 <sup>a</sup>	20.02±3.89 <sup>b</sup>	10.49±2.00 <sup>ab</sup>	13.60±5.10 <sup>ab</sup>	18.35±0.52 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	20.15±4.79 <sup>a</sup>	18.12±4.22 <sup>ab</sup>	18.60±3.88 <sup>b</sup>	21.36±2.65 <sup>b</sup>	23.48±4.25 <sup>b</sup>
P değeri	öd	$p<0.05$	$p<0.05$	$p<0.01$	$p<0.01$

öd: Önemsiz,  $p<0.01$ ,  $p<0.05$  (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Kontrole göre kuraklık stresi ile hücrelerde bulunan su miktarının azalması sonucu membranlarda gerçekleşen zararı belirlemede kullanılan membran permeabilitesi indeksi kuraklık uygulaması ile artmış ve sadece Tir buğdayında istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. Salisilik asit uygulama dozlarına paralel olarak artışın devam ettiği belirlenmiştir.

Genellikle kuraklık stresinde kökler tarafından besin elementi alımı ve sürgünlere taşınımı azalır. Çünkü transpirasyon oranı ile aktif taşınım ve membran permeabilitesi azalır (Viets, 1972; Alam, 1999). Toprak neminin azalması kök yüzeyinde absorbe edilen besin elementlerinin difüzyon oranının azalmasına neden olur (Alam, 1999).

Hücre membran permeabilitesinin farklı stres koşullarında önemli bir kriter olarak ele alındığını ve ozmotik potansiyel, nispi nem içeriği ve  $K^+$  oranı ile pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir (Farooq ve Azam, 2006). Plazma membranları, stresin ilk reseptörleridir, hücreleri stres durumunda korurlar ve hücre yapısının kalınlaşmasına neden olurlar. Permeabilitenin artması yada azalması akışkanlık ile ilgilidir (Guerfel ve ark., 2008) Stres altındaki bitkilerin yapraklarında artan membran permeabilitesi % EC değeri ile ifade edilmektedir. Kuraklığa ve tuzluluğa toleransı belirleme kriterlerinden (Blum ve Ebercon, 1981) biri olan membran permeabilitesi stres altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluktan kaynaklanan bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Muns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002). Kuraklık uygulaması ile membran permeabilitesinin arttığını Bajji ve ark. (2002) buğday'da, Ramachandra Reddy ve ark. (2004) dut'ta, Zheng ve ark. (2004) aloe vera'da, Çekiç (2007) buğday'da, Çoban (2007) nohut'ta, Perez-Lopez ve ark. (2008) arpa'da, Zhu ve ark. (2008) hıyar'da ve Kuşvuran (2010) kavun'da yapmış oldukları çalışmalarda tespit etmişlerdir. Araştırmacıların sonuçları kuraklık uygulamasında elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

Nemeth ve ark. (2002), kuraklık stresindeki mısırdaki salisilik asit uygulamasının stomatal yoğunluk ve transpirasyonu azaltmasından dolayı fotosentez etkinliğini olumsuz etkilediği ve membran zararlanmasını önemli oranda artırdığını belirtmişlerdir. Salisilik asit uygulamasının membran permeabilitesini artırdığı yönündeki bulgularımız Nemeth ve ark. (2002)'nin bulguları ile uyum göstermektedir.

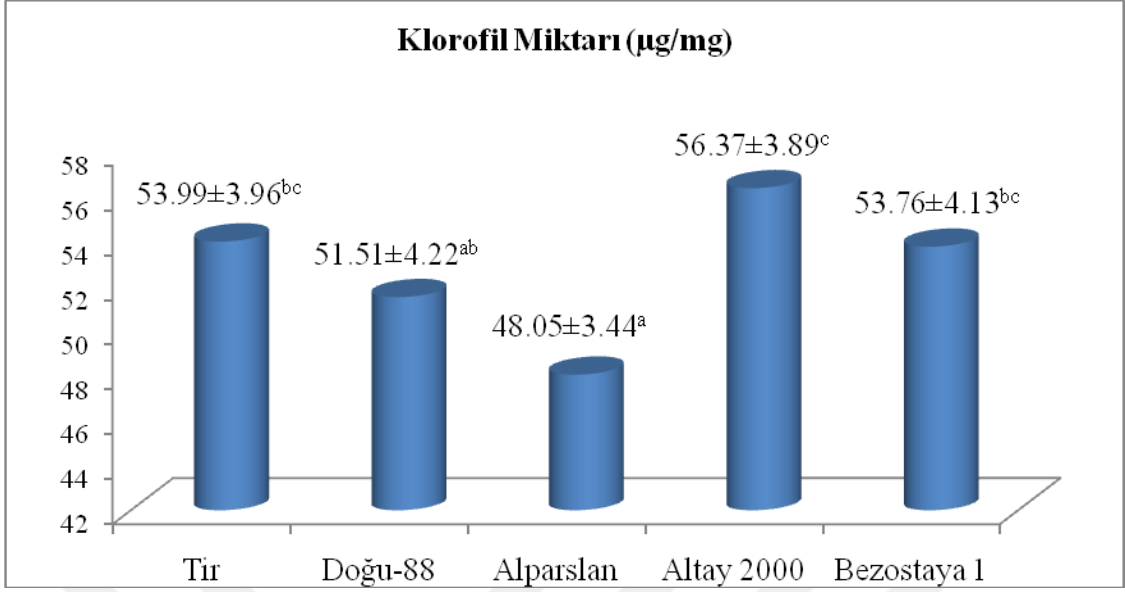
Kavunda, kuraklık stresinde salisilik asidin membran permeabilitesi üzerine olumlu etkisi, kuraklık stresi sonucu bitkide yaprak klorofil miktarında, stomatal yoğunlukta ve fotosentez etkinliğinde meydana gelen azalmadan dolayı azalmıştır (Korkmaz ve ark., 2007). Mishra ve Choudhuri (1999) çeltik'te ağır metal stresine, Güneş ve ark. (2005) mısır'da tuz stresine, Güneş ve ark. (2008a) nohut'ta tuz stresine, salisilik asit uygulamalarının etkisiyle stres koşullarında membran zararını önemli

oranda azalttığını bulgusu ile uyum göstermektedir. Ayrıca Tir buğdayında salisilik asit uygulamasının istatistiki bakımdan önemli olmadığı bulgusu ile Çoban (2007)'nın nohut'a uygulanan kuraklık stresinde salisilik asidin etkisinin önemli olmadığını tespit etmesi Tir buğdayı için elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

#### 4.6. Klorofil Miktarı

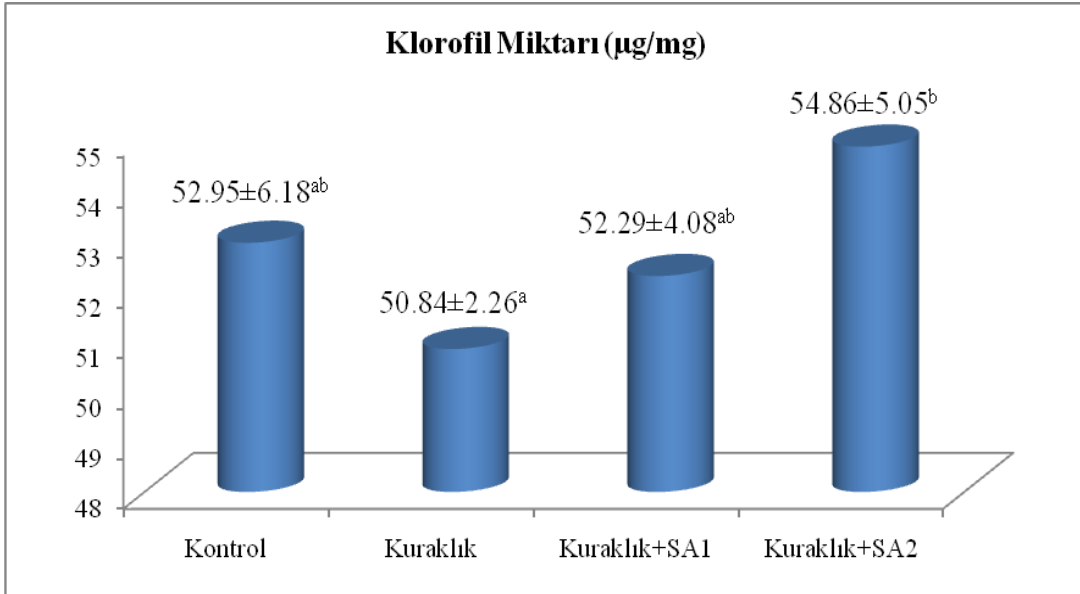
Klorofil miktarına ilişkin, çeşitlere ait veriler Şekil 4.11'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.12'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Yapılan analizlerde çeşitler arasında klorofil miktarı arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında ortalamalar ve standart sapmalar ele alındığında en yüksek klorofil içeriği  $56.37 \pm 3.89$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Altay 2000 çeşidinden alınmış bu çeşidi  $53.99 \pm 3.96$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Tir,  $53.76 \pm 4.13$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Bezostaya 1,  $51.51 \pm 4.22$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Doğu-88 takip etmiş, en düşük klorofil içeriği ise  $48.05 \pm 3.44$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Alparslan çeşidinden elde edilmiştir (Şekil 4.11). Çeşitler arasındaki farklılıkların daha önce yapılmış çalışmalarda tespit edilen bulgular ile uyum içinde olduğu, çeşitlerin klorofil içeriklerinin farklı olabileceği (Güneş ve ark., 2006) tarafından rapor edilmiştir.



Şekil 4.11. Çeşitlere göre klorofil miktarı ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistikî grupları belirtmektedir).

Araştırmadaki uygulamalar (Kontrol, Kuraklık, Kuraklık +SA<sub>1</sub>, Kuraklık +SA<sub>2</sub>) bakımından incelendiğinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalardaki en yüksek klorofil miktarı  $54.86±5.05$  µg/mg ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiş bunu sırasıyla  $52.95±6.18$  µg/mg ile kontrol uygulaması,  $52.29±4.08$  µg/mg ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması izlemiş, en düşük klorofil miktarı ise  $50.84±2.26$  µg/mg ile kuraklıkta elde edilmiştir(Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Uygulamalara göre klorofil miktarı ( $p<0.05$ ) (Şekildeki harfler istatistikî grupları belirtmektedir).

Klorofil içerikleri bakımından çeşitlerin kuraklığa ve salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepki değerlendirildiğinde; Tir, Alparslan, Bezostaya 1 çeşitlerinde uygulamalar arasında istatistiki bir fark bulunmamış, Doğu 88 ve Altay 2000 çeşitlerinde ise istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

İstatistiki açıdan önemli bulunan Altay 2000 çeşidinde en yüksek klorofil miktarı  $60.15 \pm 3.69 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kontrol uygulamasından elde edilmiş bunu sırasıyla  $57.29 \pm 2.66 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> ve  $56.20 \pm 1.62 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık +SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. Altay 2000 çeşidi için en düşük klorofil miktarı  $51.83 \pm 2.16 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık uygulaması elde edilmiştir. İstatistiki açıdan önemli bulunan diğer çeşit Doğu 88 grubunda ise en yüksek klorofil miktarı  $57.26 \pm 3.25 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenirken, bunu  $50.90 \pm 0.69 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık,  $49.92 \pm 0.79 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiş en düşük değer ise kontrol uygulamasından  $47.95 \pm 3.51 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak tespit edilmiştir.

Klorofil miktarı bakımından farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı çeşitlere bakıldığında, Tir buğdayında en yüksek kuraklık+SA<sub>1</sub> grubundan  $56.80 \pm 1.50 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak elde edilmiş bunu  $55.37 \pm 3.15 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ve  $54.30 \pm 5.06 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kontrol uygulaması takip etmiştir. Tir buğdayı için en düşük klorofil miktarı  $49.50 \pm 0.69 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık uygulamasından elde edilmiştir. Alparslan çeşidinde ise en yüksek klorofil içeriği  $50.00 \pm 4.50 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık uygulamasından alınmış bunu sırasıyla  $48.05 \pm 3.30 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kontrol ve  $47.12 \pm 0.83 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları takip etmiş en düşük değer ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından  $47.04 \pm 4.44 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak elde edilmiştir. Bezostaya 1 çeşidinde ise en yüksek değer  $57.33 \pm 2.94 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla  $54.30 \pm 6.34 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kontrol ve  $52.00 \pm 0.12 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık uygulaması takip etmiş en düşük değer  $51.40 \pm 2.73 \mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin klorofil miktarına salisilik asidin etkisi

Klorofil Miktarı(µg/mg) (ortalama±standart sapma n=4)					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	54.30±5.06 <sup>a</sup>	47.95±3.51 <sup>a</sup>	48.05±3.30 <sup>a</sup>	60.15±3.69 <sup>b</sup>	54.30±6.34 <sup>a</sup>
Kuraklık	49.50±0.69 <sup>a</sup>	50.90±0.69 <sup>ab</sup>	50.00±4.50 <sup>a</sup>	51.83±2.16 <sup>a</sup>	52.00±0.12 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	56.80±1.50 <sup>a</sup>	49.92±0.79 <sup>ab</sup>	47.12±0.83 <sup>a</sup>	56.20±1.62 <sup>ab</sup>	51.40±2.73 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	55.37±3.15 <sup>a</sup>	57.26±3.25 <sup>b</sup>	47.04±4.44 <sup>a</sup>	57.29±2.66 <sup>ab</sup>	57.33±2.94 <sup>a</sup>
P değeri	öd	p<0.05	öd	p<0.05	öd

öd: Önemsiz, p<0.05 (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir)

Araştırma kuraklığın toplam klorofil içeriğinde azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Bunun nedenlerinden biri O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> gibi serbest oksijen türlerinin lipid peroksidasyonuna yol açarak klorofil yıkımıyla sonuçlanmasıdır (Mirnoff, 1993; Foyer ve ark., 1994). Su eksikliğinin klorofil içeriğini düşürdüğünü ayrıca uygulanan strese karşı hassas ve dayanıklı genotiplerin verdikleri cevaplarında farklı oldukları rapor edilmiştir. Kurağa dayanıklı genotiplerin klorofil miktarlarının hassas genotiplere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Sairam, 1997; Keyvan, 2010). Bazı araştırmacılar bitkideki su eksikliğinin yaprak pigmentlerinin zarar görmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (Nilson ve Orcutt, 1996; Oliveira Neto ve ark. 2009). Çanakçı ve Munzuroğlu (2004), Fayez ve Bazaid (2014), Kabiri ve ark. (2014) kurak koşullarda salisilik asit uygulaması ile artan klorofil içeriğinin klorofil sentezinden ziyade su eksikliğinden dolayı yıkıma uğrayan pigmentlerin azalışından meydana gelmiş olabileceği ve salisilik asit uygulamasının su stresinin oluşturduğu negatif etkiye karşı bitkiye direnç sağladığı şeklindeki bulguları, sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

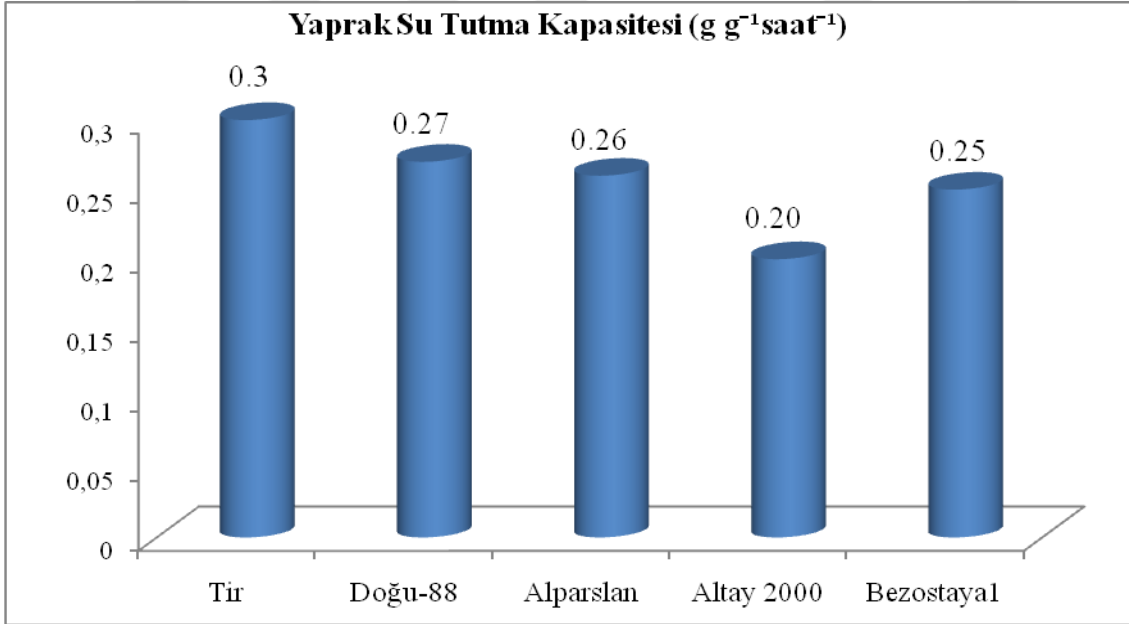
Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; kuraklık stresi ile birlikte klorofil miktarında da bir azalma meydana geldiği, salisilik asit uygulanmasının bitkide oluşan stresin olumsuz etkisini tolere ederek klorofil içeriğinin artmasını ve bitkinin strese karşı direnç kazanmasını sağladığı şeklinde açıklanabilir. Ayrıca bazı araştırmacılar kuraklık stresinin klorofil miktarına etkisinin olmadığını (Kulshreshtha ve ark., 1987),

soğan bitkisinin kurak şartlarda klorofil miktarının arttığını (Beeflink, 1985), susamda bir miktar artıştan sonra sabit kaldığını (Mensah ve ark., 2006). Araştırmacıların farklı sonuçlar elde etmesi; uygulanan kuraklık şiddeti, uygulama süresi ve çalışma koşullarının farklı olması ile açıklanabilir (Jagtap ve ark., 1998).

#### 4.7. Yaprak Su Tutma Kapasitesi

Yaprak su tutma kapasitelerine ilişkin, çeşitlere ait veriler Şekil 4.13’de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.14’de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Araştırmada kullanılan buğday çeşitleri arasında istatistiki düzeyde önemli farklılıklar bulunmadığı tespit edilmiştir. Çeşitler arasında yaprak su tutma kapasitesi yönünden en yüksek değer  $0.30 \pm 0.20 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile Tir buğdayında belirlenirken, bunu sırasıyla  $0.27 \pm 0.19 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile Doğu-88,  $0.26 \pm 0.23 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile Alparslan ve  $0.25 \pm 0.21 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile Bezostaya 1 çeşidi takip etmiştir. Yaprak su tutma kapasitesi için en düşük değer ise  $0.20 \pm 0.17 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile Altay 2000 çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.13).

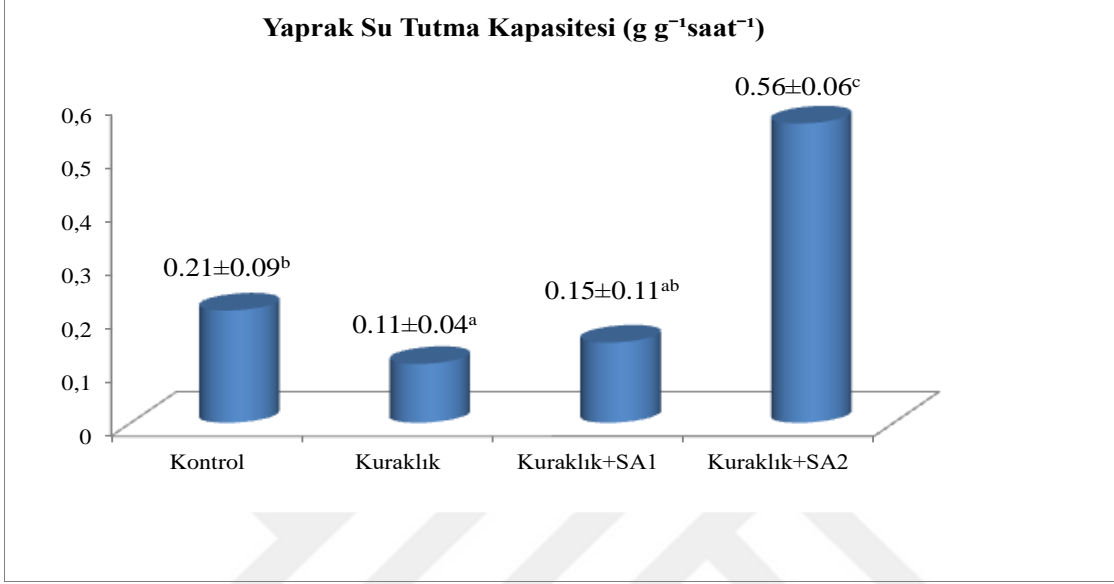


Şekil 4.13. Çeşitlere göre yaprak su tutma kapasitesi, (öd: Önemsiz).

Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesi özelliğinde uygulamalar arasındaki farklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli



bulunmuştur. En yüksek yaprak su tutma kapasitesi  $0.56\pm 0.06$  ile Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla  $0.21\pm 0.09$  ile kontrol,  $0.15\pm 0.11$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları izlemiştir. Kuraklık uygulamasında ise  $0.11\pm 0.04$  değeri ile en düşük yaprak su tutma kapasitesine sahip olmuştur(Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Uygulamalara göre yaprak su tutma kapasitesi ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesi bakımından tüm çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tir buğdayında uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde tespit edilirken diğer çeşitlerin tamamında bu düzey  $p<0.01$  olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Tir buğdayında yaprak su tutma kapasitesi bakımından en yüksek değer  $0.55\pm 0.04$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilmiş bunu sırasıyla  $0.30\pm 0.27$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> ve  $0.22\pm 0.07$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kontrol uygulaması takip etmiştir. Yaprak su tutma kapasitesinin en düşük olduğu uygulama  $0.14\pm 0.02$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık uygulamasıdır.

Doğu-88 çeşidinde ise en yüksek yaprak su tutma kapasitesi  $0.57\pm 0.10$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla kontrol uygulaması  $0.22\pm 0.04$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile ve  $0.16\pm 0.03$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık uygulaması izlemiş, en düşük yaprak su tutma kapasitesi ise  $0.14\pm 0.04$  g g<sup>-1</sup> saat<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir.

Alparslan çeşidinde ise en yüksek yaprak su tutma kapasitesi  $0.60 \pm 0.03 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiş olup, bunu  $0.30 \pm 0.11 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile kontrol grubu takip etmiş, kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları ise aynı değerle en düşük su tutma kapasitesine sahip olmuşlardır.

Altay 2000 çeşidinde  $0.48 \pm 0.95 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  değerle en yüksek yaprak su tutma kapasitesi yine kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiş, bunu sırasıyla  $0.14 \pm 0.00 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile kontrol ve  $0.11 \pm 0.00 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük yaprak su tutma kapasitesi kuraklık uygulamasında  $0.08 \pm 0.00 \text{ g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine salisilik asidin etkisi

Yaprak su tutma kapasitesi ( $\text{g g}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ )(ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	$0.22 \pm 0.07^{ab}$	$0.22 \pm 0.04^{ab}$	$0.30 \pm 0.11^{ab}$	$0.14 \pm 0.00^{ab}$	$0.17 \pm 0.07^{ab}$
Kuraklık	$0.14 \pm 0.02^a$	$0.16 \pm 0.03^a$	$0.07 \pm 0.01^a$	$0.08 \pm 0.00^a$	$0.09 \pm 0.01^a$
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	$0.30 \pm 0.27^{ab}$	$0.14 \pm 0.04^a$	$0.07 \pm 0.00^a$	$0.11 \pm 0.00^{ab}$	$0.15 \pm 0.02^{ab}$
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	$0.55 \pm 0.04^b$	$0.57 \pm 0.10^b$	$0.60 \pm 0.03^b$	$0.48 \pm 0.95^b$	$0.59 \pm 0.01^b$
p değeri	$p < 0.05$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$	$p < 0.01$

$p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Çeşitlerin yaprak su tutma kapasitesi bakımından arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamasına karşın, farklı yaprak su tutma kapasitelerine sahip olmuşlardır. Güneş ve ark. (2006), Çoban (2007), Gökmen (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da genotipler arasında yaprak su tutma kapasitelerinin farklı bulunduğu belirtilmiştir. Bu durumun bitkilerin genotipik farklılıklarından ve adaptasyon kabiliyetlerinden kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde belirlendiği araştırmada, kontrol uygulamasına göre kuraklık uygulaması ile yaprak su tutma kapasitesi önemli oranda azalmıştır. Nitekim Gökmen (2011) ve Güneş ve ark.

(2006) yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresi ile yaprak su tutma kapasitesinin önemli oranda azaldığını, Çoban (2007) ve Güneri Bağcı (2010)'nın yaptıkları çalışmalarda ise kuraklıkla birlikte yaprak su tutma kapasitelerinin bazı çeşit/genotiplerde arttığı, bazı çeşit/genotiplerde azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Dhanda ve Sethi (1998) ve Araghi ve Assad (1998) kuraklığa dayanıklılığı belirlemede, yaprak su tutma kapasitesinin önemli bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini, Turner (1986), Tardieu (1996) ve Amede (2005) ise yaprak su tutma kapasitesinin kuraklık çalışmalarında tam bir gösterge olmayacağını bildirmişlerdir. Güneş ve ark. (2006), kurağa dayanıklı çeşitlerin yaprak su tutma kapasitelerinin düşük olduğunu belirtirken, bunun aksine Guo ve ark. (1988) ise yaprak su tutma kapasitesi yüksek olan çeşitlerin kurağa dayanıklılıklarının daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar kurak koşullarda yaprak su tutma kapasitesinin azaldığını belirten çalışmalar ile uyum göstermektedir. Kurak koşullarda artan ozmotik basınç ve alınan su miktarının azalmasından dolayı yapraklardaki su miktarının azalmasının, yaprak su tutma kapasitesini azalttığı düşünülebilir. Araştırmalarda bitki türlerine, yetiştirme koşullarına ve kuraklık şiddetine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edildiği düşünülmektedir.

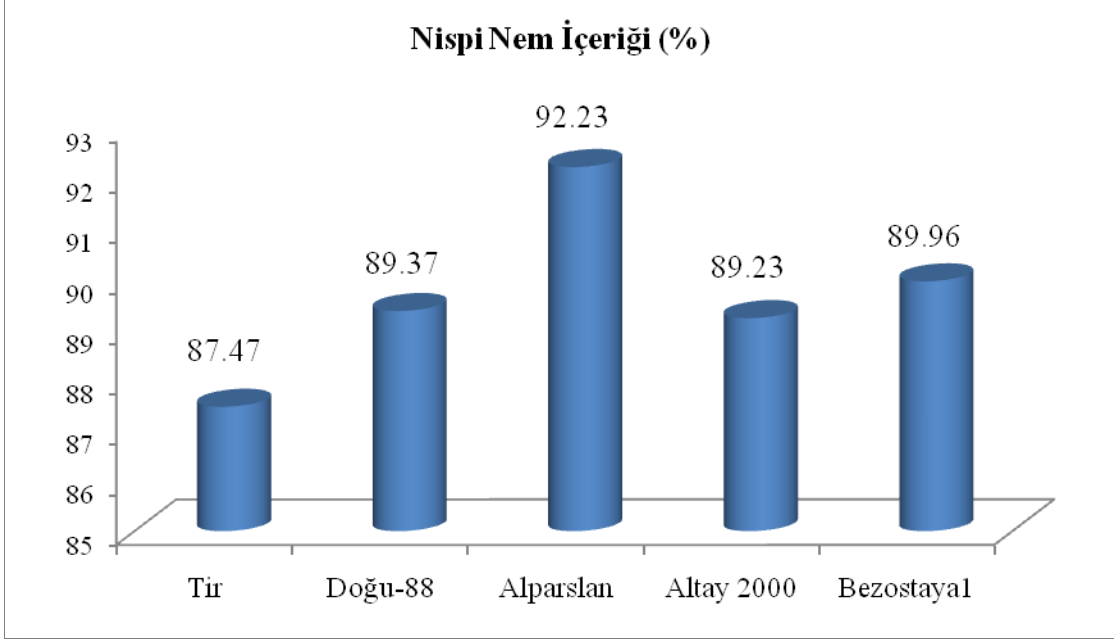
Tüm çeşitlerde uygulamalar arasında istatistiki bakımdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tır buğdayında istatistiki farklılık  $p < 0.05$  düzeyinde belirlenirken diğer çeşitlerin tamamında  $p < 0.01$  düzeyinde olmuştur. Tüm çeşitlerde kuraklık uygulaması ile azalan yaprak su tutma kapasitesi salisilik asit uygulamaları ile artmıştır. Tüm çeşitlerde salisilik asit uygulamalarının uygulama dozuna paralel olarak artış tespit edilmiştir. Salisilik asit uygulamaları ile artan yaprak su tutma kapasitesinin, stres koşullarına karşı bitkinin direnç kazanması veya yapraklarda biriken ozmolitlerin ozmotik potansiyeli düşürmesi sonucu topraktan alınan su miktarının artması şeklinde açıklanabilir.

#### **4.8. Nispi Nem İçeriği**

Nispi nem içeriğine ilişkin, çeşitlere ait veriler Şekil 4.15'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.16'da ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

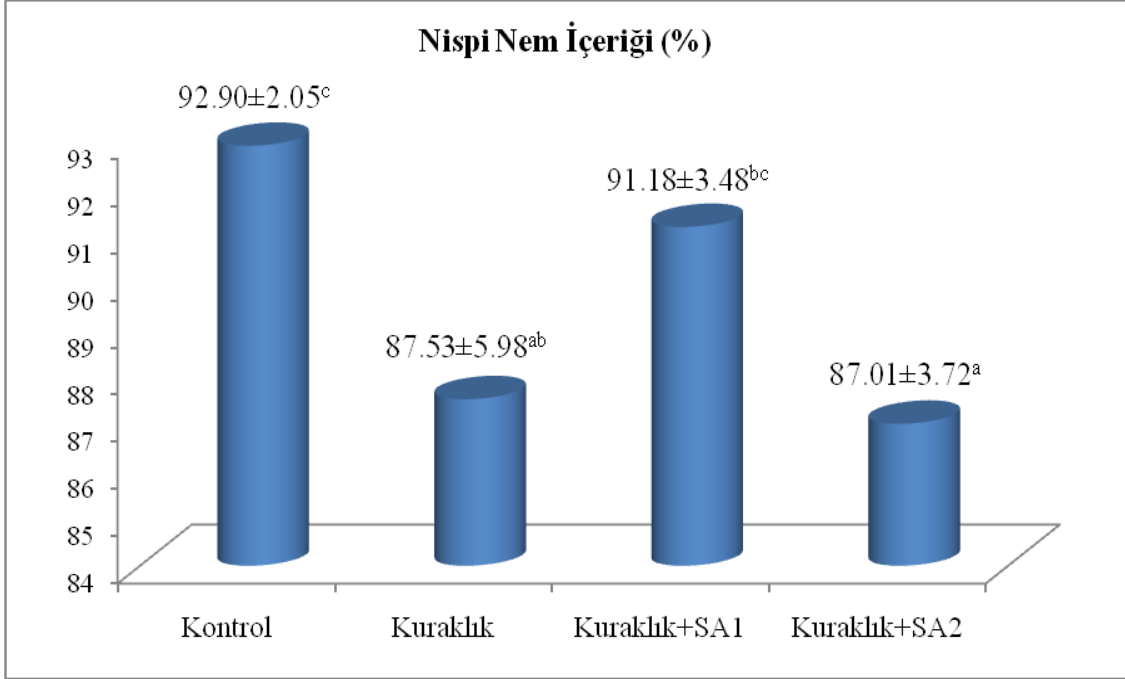
Buğday çeşitleri nispi nem içeriği bakımından değerlendirildiğinde çeşitler arasında istatistiki düzeyde önemli farklılıklar bulunmadığı görülmektedir. Ancak,

ortalama değerler göz önüne alındığında nispi nem içeriği bakımından farklılıklar mevcuttur. Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinde en yüksek nispi nem içeriği  $92.23 \pm 2.25$  ile Alparslan çeşidinden elde edilirken bunu sırasıyla,  $89.96 \pm 3.19$  ile Bezostaya 1,  $89.37 \pm 4.17$  ile Doğu 88,  $89.23 \pm 4.81$  ile Altay 2000 eşidi takip etmiş ve en düşük nispi nem içeriği  $87.47 \pm 6.90$  ile Tir popülasyon hattından elde edilmiştir (şekil 4.15).



şekil 4.15. Çeşitlere göre nispi nem içeriği (d: nemsiz)

Salisilik asit uygulamalarının kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin nispi nem içeriklerine etkisine ilişkin değerler şekil 4.16'da verilmiştir. Nispi nem içeriği, uygulamalar (Kontrol, Kuraklık, Kuraklık+SA<sub>1</sub>, Kuraklık+SA<sub>2</sub>) açısından incelendiğinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek nispi nem içeriği %  $92.90 \pm 2.05$  ortalama değer ile kontrol uygulamalarında belirlenirken, bunu sırasıyla %  $91.18 \pm 3.48$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub>, %  $87.53 \pm 5.98$  ile kuraklık uygulaması takip etmiş, en düşük nispi nem içeriği ise %  $87.01 \pm 3.72$  ortalaması ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Buğday eşitlerinde kuraklığın, nispi nem içeriğinde istatistiki bakımdan önemli düzeyde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile beraber azalan nispi nem içeriği Kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ile artmış, uygulamadaki yüksek salisilik asit dozu olan Kuraklık +SA<sub>2</sub> uygulaması ise nispi nem içeriğini olumsuz etkilemiştir.



Şekil 4.16. Uygulamalara göre nispi nem içeriği ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Araştırmada kullanılan beş çeşit için yapılan çeşit içi uygulamalarının istatistiki analizlerinde Tir popülasyon hattı dışındaki çeşitlerde farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunmadığı görülmektedir. Tir buğdayında ise istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Tir buğdayında en yüksek nispi nem içeriği ortalaması kontrol uygulamasında  $93.74\pm 1.74$  iken, bunu sırasıyla  $92.92\pm 1.63$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub>,  $83.45\pm 5.96$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiş en düşük nispi nem içeriği ise  $79.79\pm 2.21$  ile kuraklık uygulamasından elde edilmiştir. Diğer çeşitlerde ise nispi nem içerikleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamasına karşın, Alparslan çeşidinde en yüksek nispi nem içeriği kontrol uygulamasında  $94.71\pm 1.52$  ile belirlenirken, bunu  $92.06\pm 2.74$  ile kuraklık uygulaması,  $92.01\pm 0.21$  ile kuraklık +SA<sub>1</sub> takip etmiş en düşük nispi nem içeriği ise  $90.16\pm 1.20$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Doğu-88 çeşidinde ise en yüksek nispi nem içeriği  $93.37\pm 1.44$  ile kontrol uygulamasında belirlenmiş, bunu sırasıyla  $89.83\pm 2.78$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ve  $88.23\pm 6.17$  ile kuraklık uygulaması takip etmiş en düşük nispi nem içeriği  $86.07\pm 1.18$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Altay 2000 çeşidinde en yüksek nispi nem içeriği kontrol grubundan  $92.18\pm 2.06$  elde edilirken, bunu sırasıyla  $90.73\pm 6.59$  ile

kuraklık+SA<sub>1</sub> ve 88.94±2.12 ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması izlemiş, en düşük nispi nem içeriği 85.07±5.05 ile kuraklık uygulamasında belirlenmiştir. Bezostaya 1 çeşidinde en düşük değer 86.41±2.83 ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla 90.41±3.81 ile kuraklık+SA<sub>1</sub>, 90.50±0.96 ile Kontrol uygulaması takip etmiş, en yüksek nispi nem içeriği ise 92.52±1.12 ile kuraklık uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin nispi nem içeriğine salisilik asidin etkisi

Nispi Nem İçeriği (%) (ortalama±standart sapma( n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	93.74±1.74 <sup>b</sup>	93.37±1.44 <sup>a</sup>	94.71±1.52 <sup>a</sup>	92.18±2.06 <sup>a</sup>	90.50±0.96 <sup>a</sup>
Kuraklık	79.79±2.21 <sup>a</sup>	88.23±6.17 <sup>a</sup>	92.06±2.74 <sup>a</sup>	85.07±5.05 <sup>a</sup>	92.52±1.12 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	92.92±1.63 <sup>ab</sup>	89.83±2.78 <sup>a</sup>	92.01±0.21 <sup>a</sup>	90.73±6.59 <sup>a</sup>	90.41±3.81 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	83.45±5.96 <sup>ab</sup>	86.07±1.18 <sup>a</sup>	90.16±1.20 <sup>a</sup>	88.94±2.12 <sup>a</sup>	86.41±2.83 <sup>a</sup>
P değeri	p<0.01	öd	öd	öd	öd

öd: Önemsiz, p<0.01 (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Çeşitler arasında nispi nem içeriğinde bulunan farklılıklar, kurağa dayanıklı çeşitlerde toprakta bulunan su miktarından daha fazla yararlanabilme yeteneği veya stoma etkinliğinde meydana gelen düşüşün daha az olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir (Keyvan, 2010). Nitekim buğday ve nohut çeşitlerinde nispi nem içeriğinin incelendiği iki farklı çalışmada, kurağa toleranslı çeşitlerin nispi nem içeriğinin kurağa duyarlı çeşitlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Clarke ve Mc Caig, 1982; Güneş ve ark., 2008a).

Araştırmada kuraklığın nispi nem içeriğini azalttığı şeklindeki bulgular, kuraklık stresi konusunda çalışma yapan birçok araştırmacı tarafından da belirtilen, kurak koşulların etkisi ile nispi nem içeriğinin azaldığı (Machado ve Paulsen 2001; Fu ve Huang 2001; Egert ve Tevini 2002; Liu ve Stützel 2002; Anyia ve Herzog 2004;

Keyvan 2010) şeklindeki bulgular ile uyum göstermektedir. Kuraklıkta nispi nem içeriğinin azalmasının, kökler vasıtası ile topraktan alınan su miktarının azalmasından kaynaklandığı ve salisilik asit uygulamasının bitkide ozmolitlerin birikiminde önemli rol alarak ozmotik potansiyelin düzenlenmesi ve bitkinin topraktaki sudan daha fazla yararlanmasını sağlamasıyla açıklanabilir (Singh ve Usha, 2003; Kabiri, 2014). Araştırmada uygulanan salisilik asit (SA<sub>1</sub>) dozunun nispi nem içeriğini önemli oranda artırarak önceki çalışmalarda elde edilen veriler ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Ancak SA<sub>2</sub> dozunun, SA<sub>1</sub> dozuna göre daha düşük seviyede gerçekleşmiş olması Çoban (2007)'nin salisilik asidin nispi nem içeriğini azalttığı şeklindeki bulguları ile uyumludur. Genel olarak salisilik asidin stres koşullarına karşı bitkilere direnç sağladığı ve olumlu yönde etkilediği bilinmektedir. Ancak yapılan çalışmalardan elde edilen farklı bulgular salisilik asidin uygulama dozunun çok önemli olduğunu ve uygun konsantrasyonun belirlenmesi için çok sayıda seleksiyon kriterinin ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

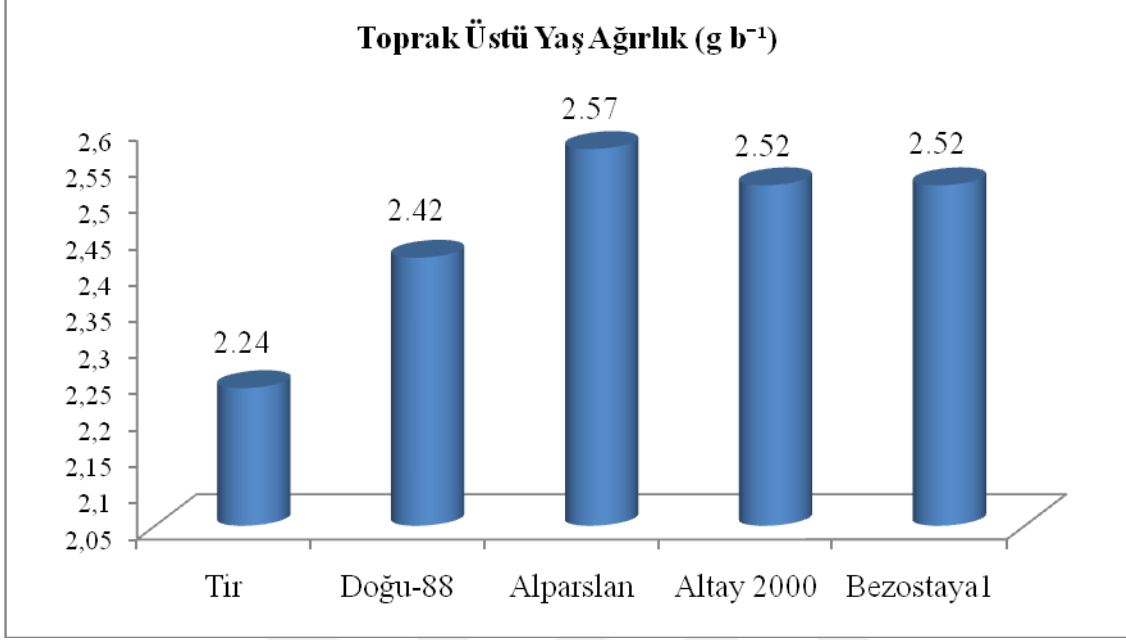
Şekil 4.16 ve Çizelge 4.8 incelendiğinde genel olarak kuraklığın artması nispi nem içeriğini olumsuz olarak etkilemiş ve nispi nem içeriğinde düşüşe neden olmuştur. Kurak çevre koşullarında nispi nem içeriğinin düşmesi, stomaların kapanmasına ve bunun neticesinde fotosentez oranında azalmaya neden olmaktadır ( Cornic, 2000). Kuraklık stresi altındaki bitkilerde nispi nem içeriğinin azalmasının, bitkilerde bulunan ozmotik dengenin bozulmasından kaynaklanabileceği (Meyer ve Boyer, 1981) ve bunun bir sonucu olarak su miktarı azalan hücrelerde sitoplazmanın ve hücre membranının zarar görebileceği bildirilmiştir (Blackman ve ark., 1995).

#### 4.9. Toprak Üstü Yaş Ağırlık

Toprak üstü yaş ağırlığa ilişkin, çeşitlere ait veriler Şekil 4.17'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.18'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Araştırmada kullanılan beş ekmek buğday çeşidinin toprak üstü yaş ağırlıkları bakımından farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Yaş ağırlıklar istatistiki olarak farklılık arz etmemesine karşın en yüksek toprak üstü yaş ağırlığı  $2.57 \pm 0.85 \text{ g b}^{-1}$  ile Alparslan çeşidinde belirlenirken bunu aynı ağırlıkla Bezostaya1  $2.52 \pm 1.35 \text{ g b}^{-1}$  ve Altay 2000  $2.52 \pm 1.80 \text{ g b}^{-1}$  ile takip etmiş. Doğu-88 bu

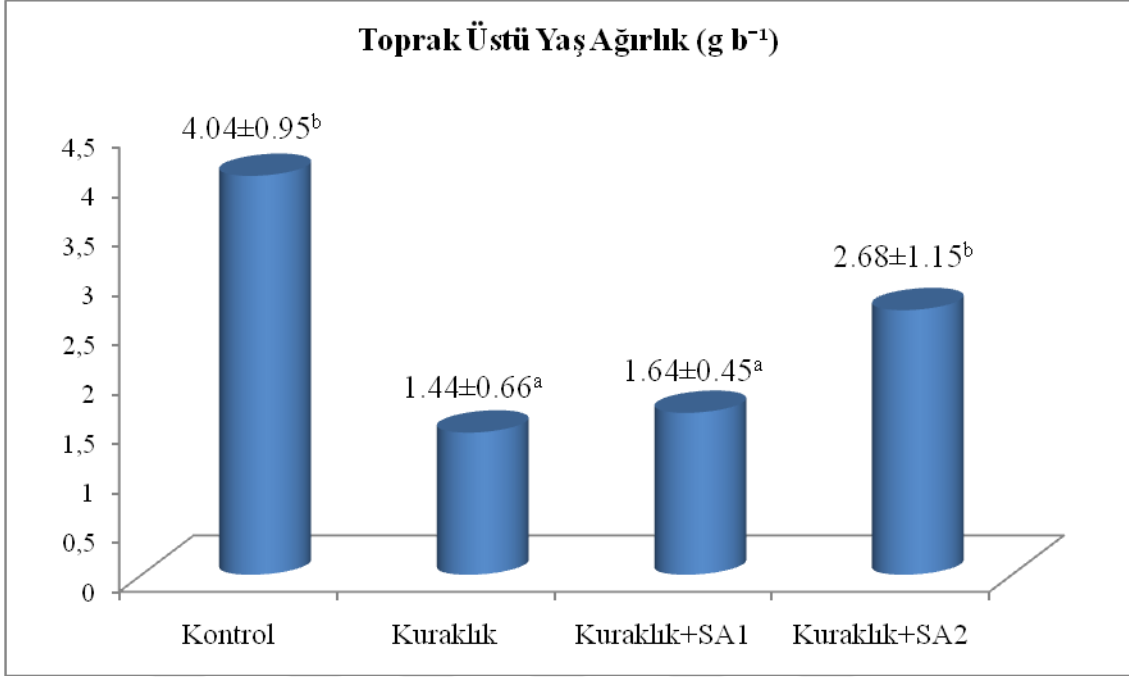
çeşitlerin gerisinde kalarak  $2.42 \pm 1.21 \text{ g b}^{-1}$  ağırlığa sahip olmuştur. En düşük toprak üstü yaş ağırlık ise  $2.24 \pm 1.40 \text{ g b}^{-1}$  ile Tir buğdayında tespit edilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Çeşitlere göre toprak üstü yaş ağırlık. (öd: Önemsiz)

Toprak üstü yaş ağırlıklar, uygulamalar arasında istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde farklılık göstermiştir. En yüksek değerler istatistiki bakımdan aynı grupta yer alan kontrol ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamalarında sırasıyla  $4.04 \pm 0.95 \text{ g b}^{-1}$  ve  $2.68 \pm 1.15 \text{ g b}^{-1}$  olarak elde edilmiştir. En düşük değerler ise kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamalarında sırasıyla  $1.44 \pm 0.66 \text{ g b}^{-1}$  ve  $1.64 \pm 0.45 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18). Uygulamalar arasında istatistiki bakımdan önemli farklılığın olduğu toprak üstü yaş ağırlık, kuraklık uygulaması ile kontrole uygulamasına göre önemli oranda düşüş göstermiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamalarının ise toprak üstü yaş ağırlığa olumlu etki yaptığı görülmektedir. Salisilik asit uygulaması uygulama dozuna doğru orantılı olarak toprak üstü yaş ağırlığı artırmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda kurak stresine karşı salisilik asit uygulamasının bitkinin toprak üstü yaş ağırlığına uygulama dozuna paralel olarak olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir.





Şekil 4.18. Uygulamalara göre toprak üstü yaş ağırlık. ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Kuraklık ve salisilik asit uygulamalarının tüm çeşitlerde toprak üstü yaş ağırlık bakımından aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.01$ ,  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Tir buğdayında toprak üstü yaş ağırlıklar arasındaki farklılık  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak üstü yaş ağırlık kontrol uygulamasında  $3.62±0.36$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, en düşük toprak üstü yaş ağırlık kuraklık uygulamasında  $0.85±0.05$  g b<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Kuraklık uygulamasına salisilik asit uygulamalarının etkisi pozitif yönde olmuş uygulama dozuna doğru orantılı bir şekilde artmıştır. Elde edilen değerler SA<sub>1</sub> ve SA<sub>2</sub> uygulamalarında sırasıyla  $1.62±0.47$  g b<sup>-1</sup> ve  $2.86±1.81$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Doğu-88 çeşidinde Tir buğdayına benzer bir tablo ortaya çıkmıştır. Toprak üstü yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli olmuştur. En yüksek toprak üstü yaş ağırlık kontrol uygulamasında  $3.76±0.84$  g b<sup>-1</sup> ve en düşük yaş ağırlık kuraklık uygulamasında  $1.40±0.26$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Salisilik asit uygulamaları ise uygulama dozuna paralel olarak toprak üstü yaş ağırlık miktarını artırarak SA<sub>1</sub> uygulamasında  $1.59±0.29$  g b<sup>-1</sup> ve SA<sub>2</sub> uygulamasında  $2.93±1.18$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Doğu-88 çeşidinde de kurak

koşullarda salisilik asit uygulamaları pozitif etki yaparak toprak üstü yaş ağırlığı artırmıştır.

Alparslan çeşidini toprak üstü yaş ağırlık bakımından incelediğimizde uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Toprak üstü yaş ağırlık bakımından en yüksek değer kontrol uygulamasında  $3.73 \pm 0.37$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık uygulaması  $2.54 \pm 0.29$  g b<sup>-1</sup> ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $2.14 \pm 0.62$  g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak üstü yaş ağırlık kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $1.85 \pm 0.56$  g b<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile kontrole göre azalan toprak üstü yaş ağırlığı, salisilik asit uygulamalarının artan konsantrasyona ters orantılı olarak azaldığı belirlenmiştir.

Altay 2000 çeşidinde toprak üstü yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak üstü yaş ağırlık kontrol uygulamasında  $5.35 \pm 0.62$  g b<sup>-1</sup> belirlenirken en düşük toprak üstü yaş ağırlık önemli oranda azalarak kuraklık uygulamasında  $0.91 \pm 0.01$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kurak koşullarda uygulanan salisilik asit ise uygulama dozuna paralel olarak toprak üstü yaş ağırlık miktarını artırmıştır. Araştırmada SA<sub>1</sub> uygulamasında  $1.58 \pm 0.31$  g b<sup>-1</sup> belirlenirken SA<sub>2</sub> uygulamasında  $2.22 \pm 0.52$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrole göre kuraklık uygulaması ile önemli oranda azalan toprak üstü yaş ağırlık salisilik asit uygulamaları ile artmış ve stres koşullarlı altında Altay 2000 çeşidi salisilik asit uygulamalarına olumlu tepki vermiştir.

Bezostaya 1 çeşidinde kuraklık ve salisilik asit uygulamalarının toprak üstü yaş ağırlık miktarına etkisinin değerlendirilmesinde, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak üstü yaş ağırlık miktarı kontrol uygulamasında  $3.73 \pm 1.19$  g b<sup>-1</sup> ile en yüksek değeri almıştır. Bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub>  $3.55 \pm 0.89$  g b<sup>-1</sup> ve kuraklık uygulaması  $1.52 \pm 0.36$  g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. Toprak üstü yaş ağırlığın en düşük olduğu uygulama ise  $1.29 \pm 0.02$  g b<sup>-1</sup> olarak kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak üstü yaş ağırlığa salisilik asidin etkisi

Toprak Üstü Yaş Ağırlık (g b <sup>-1</sup> ) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu 88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	3.62±0.36 <sup>b</sup>	3.76±0.84 <sup>b</sup>	3.73±0.37 <sup>b</sup>	5.35±0.62 <sup>b</sup>	3.73±1.19 <sup>b</sup>
Kuraklık	0.85±0.05 <sup>a</sup>	1.40±0.26 <sup>a</sup>	2.54±0.29 <sup>ab</sup>	0.91±0.01 <sup>a</sup>	1.52±0.36 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	1.62±0.47 <sup>ab</sup>	1.59±0.29 <sup>ab</sup>	2.14±0.62 <sup>ab</sup>	1.58±0.31 <sup>ab</sup>	1.29±0.02 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	2.86±1.81 <sup>ab</sup>	2.93±1.18 <sup>ab</sup>	1.85±0.56 <sup>a</sup>	2.22±0.52 <sup>ab</sup>	3.55±0.89 <sup>b</sup>
P değeri	p<0.01	p<0.01	p<0.05	p<0.01	p<0.01

p<0.01, p<0.05, (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Hasegawa (1998), kuraklıkla beraber toprakta azalan su miktarının bitkiler tarafından alınımının azalması ile birlikte karbonhidrat kullanım miktarının düşmesi ve dolayısı ile azalan su ile birlikte yaprak alanının azalmasının toprak üstü yaş ağırlığının düşmesine neden olduğunu belirtmiştir. Nitekim tüm çeşitlerde elde edilen sonuçlar kuraklık uygulaması ile toprak üstü yaş ağırlığının düştüğünü göstermektedir. Itai ve ark. (1973); Fernandez-Conde ve ark. (1998); Hasegawa (1998); Almansori (2001); Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2005); Güneş ve ark. (2006); Kuşvuran (2010)' ın yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinde bitkilerin yaş ağırlıklarının azaldığı bulgusu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çeşitlerin toprak üstü yaş ağırlık bakımından kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına tepkilerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Kuraklığın Tir, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinin toprak üstü yaş ağırlıklarının kontrole göre önemli oranda azaldığı ve salisilik asit uygulamalarının ise uygulama konsantrasyonuna bağlı olarak toprak üstü yaş ağırlığı artırdığı belirlenmiştir. Zhou ve ark. (1999) salisilik asit uygulaması ile mısırdaki tane verimini ve fotosentez oranını artırdığını belirtmişlerdir. Salisilik asit uygulaması ile fotosentez oranının artışı bitki protein biosentezinde değişime neden olmakta, buda bitki büyüme ve gelişmesinde düzenleyici rol oynayarak yaş ağırlık artışını sağladığı şeklinde düşünülebilir. Nitekim Singh ve Kaur (1980) Maş fasulyesinde, Zhou ve ark. (1999) mısır'da, Singh ve Usha (2003) buğday'da,

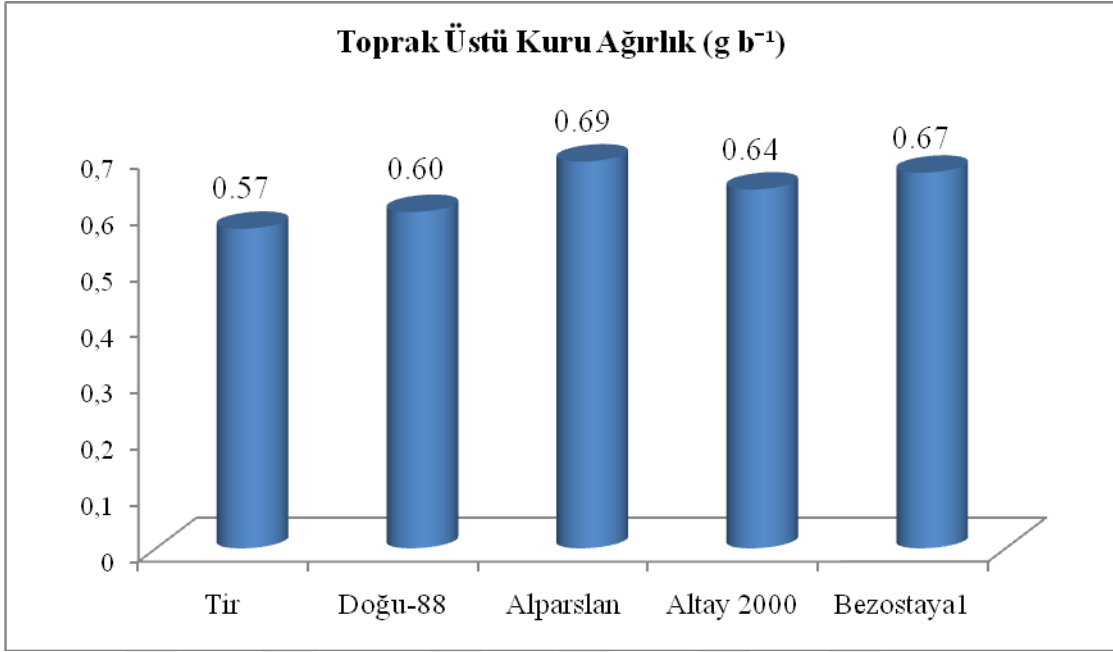
Türkyılmaz ve ark (2005) fasülye’de, salisilik asidin stres koşulları altında bitki taze ağırlığını artırdığını belirtmişlerdir.

Alparslan çeşidinde ise toprak üstü yaş ağırlık kontrole göre kuraklık uygulaması ile düşmüş, salisilik asit uygulamaları ise toprak üstü yaş ağırlığa olumsuz yönde etki yaparak uygulama dozunun artışı toprak üstü yaş ağırlığın azalmasına neden olmuştur. Larque-Saavedra (1978) salisilik asit transpirasyon hızına engelleyici etkide bulunarak bitkilerin su alma kapasitelerini sınırlamaktadır. Stres koşullarında bitkilerde yaş ağırlığın azalması, bitki bünyesindeki suyun azalmasının bir sonucu olarak düşünülebilir(Smit-Spinks ve ark., 1984). Pancheva ve ark. (1996), Çanakçı ve Munzuroğlu (2006; 2007)’nun ve Çoban (2007) salisilik asidin yaş ağırlıkta azalmaların olabileceği şeklindeki bulguları, sonuçları destekler niteliktedir.

#### **4.10. Toprak Üstü Kuru Ağırlık**

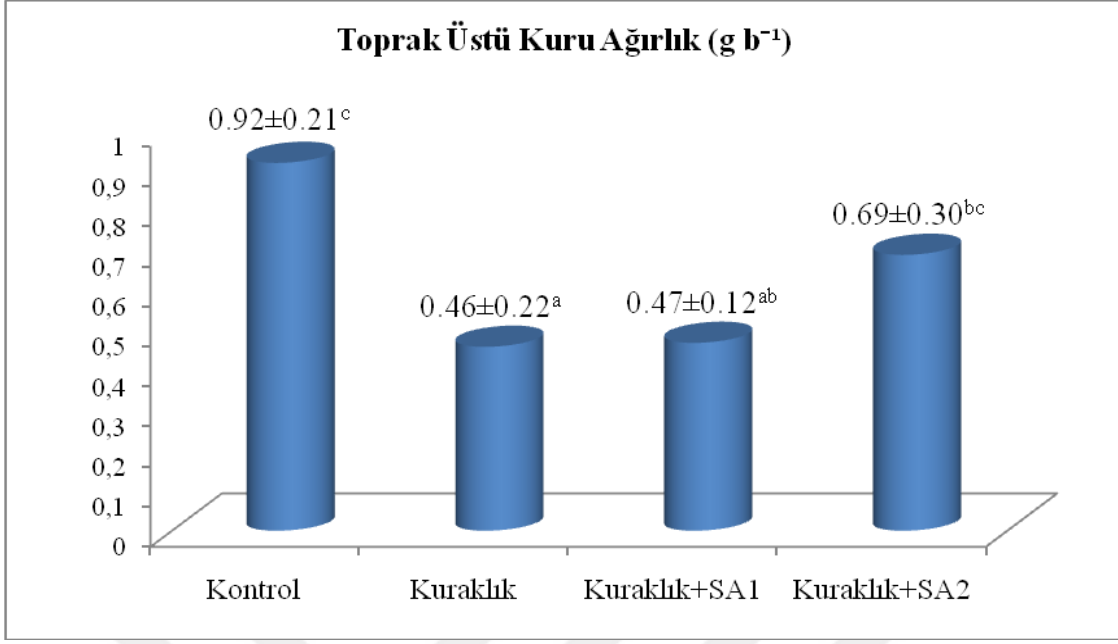
Toprak üstü kuru ağırlığa ilişkin, çeşitlere ait veriler Şekil 4.19’da, uygulamalara ait veriler Şekil 4.20’de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.10’da gösterilmiştir.

Toprak üstü kuru ağırlık bakımından araştırmada kullanılan beş ekmeklik buğday çeşidi arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiki düzeyde önemli bir farklılığın olmamasına karşın toprak üstü kuru ağırlıklar arasında farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık Alparslan çeşidinde  $0.69 \pm 0.20 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenirken bunu sırasıyla  $0.67 \pm 0.27 \text{ g b}^{-1}$  ile Bezostaya 1,  $0.64 \pm 0.39 \text{ g b}^{-1}$  ile Altay 2000 ve  $0.60 \pm 0.25 \text{ g b}^{-1}$  ile Doğu-88 takip etmiştir. En düşük toprak üstü kuru ağırlık ise Tir buğdayında  $0.57 \pm 0.31 \text{ g b}^{-1}$  olarak elde edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Çeşitlere göre toprak üstü kuru ağırlık (öd: Önemsiz).

Toprak üstü kuru ağırlık değişimi uygulamalar bakımından ele alındığında uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $0.92 \pm 0.21$  g b<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.69 \pm 0.30$  g b<sup>-1</sup> ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.47 \pm 0.12$  g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak üstü kuru ağırlık ise kuraklık uygulamasında  $0.46 \pm 0.22$  g b<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Uygulamalara göre toprak üstü kuru ağırlık ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Uygulamalar bakımından toprak üstü kuru ağırlık arasındaki farklılıklar, tüm çeşitlerde istatistiki bakımdan ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10). Çeşitler toprak üstü yaş ağırlıkta olduğu gibi toprak üstü kuru ağırlıkta da kuraklık ve salisilik asit uygulamalarına farklı tepkiler vermişlerdir.

Tir buğdayında toprak üstü kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $0.78\pm 0.08$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub>  $0.76\pm 0.49$  g b<sup>-1</sup> ve kuraklık+SA<sub>1</sub>  $0.47\pm 0.16$  g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak üstü kuru ağırlık kuraklık uygulamasında  $0.30\pm 0.06$  olarak elde edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile azalan kuru ağırlığın salisilik asit uygulamalarına doz konsantrasyonuna paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

Doğu-88 buğday çeşidinde uygulamaların toprak üstü kuru ağırlık değişimine etkisi istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak üstü kuru ağırlık bakımından en düşük değer  $0.40\pm 0.05$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla  $0.45\pm 0.05$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> ve  $0.76\pm 0.49$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık ise kontrol uygulamasında  $0.85\pm 0.14$  g b<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile toprak üstü kuru

ağırlığın azaldığı ve salisilik asit uygulamalarının doz artışına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

Toprak üstü kuru ağırlık bakımından Alparslan buğday çeşidinin uygulamalar arasındaki farklılığı istatistiki bakımdan  $p<0.01$  düzeyinde önemli olmuştur. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $0.87\pm 0.05$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş bunu sırasıyla  $0.87\pm 0.04$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık ve  $0.54\pm 0.14$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak üstü kuru ağırlık miktarı ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $0.50\pm 0.09$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Alparslan buğday çeşidinde toprak üstü kuru ağırlık miktarı salisilik asit uygulamaları ile uygulama dozu artıkça kuru ağırlık azalmıştır.

Altay 2000 çeşidinde toprak üstü kuru ağırlık ortalama ve standart sapmaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Tir ve Doğu-88 çeşitlerine benzer bir şekilde en yüksek toprak üstü kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $1.24\pm 0.17$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş en düşük toprak üstü kuru ağırlık kuraklık uygulamasında önemli miktarda azalış ile  $0.29\pm 0.05$  g b<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Toprak üstü kuru ağırlık değerleri, salisilik asit uygulama dozu ile doğru orantılı bir şekilde artırmış, kuraklık+SA<sub>1</sub> ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamalarında sırası ile  $0.46\pm 0.38$  g b<sup>-1</sup> ve  $0.57\pm 0.06$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Bezostaya 1 çeşidinde toprak üstü kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Bezostaya 1 çeşidinde kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması toprak üstü kuru ağırlık miktarını azaltarak en düşük  $0.43\pm 0.04$  g b<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ise kuraklık stres koşuluna olumlu etki yaparak en yüksek kuru ağırlık değeri  $0.93\pm 0.26$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kontrol ve kuraklık uygulamalarında ise sırası ile  $0.84\pm 0.20$  g b<sup>-1</sup> ve  $0.48\pm 0.07$  g b<sup>-1</sup> ortalama değerleri ölçülerek diğer uygulamaların arasında yer almışlardır.

Çizelge 4.10. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak üstü kuru ağırlığa salisilik asidin etkisi

Toprak Üstü Kuru Ağırlık (g b <sup>-1</sup> ) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	0.78±0.08 <sup>b</sup>	0.85±0.14 <sup>b</sup>	0.87±0.05 <sup>b</sup>	1.24±0.17 <sup>b</sup>	0.84±0.20 <sup>ab</sup>
Kuraklık	0.30±0.06 <sup>a</sup>	0.40±0.05 <sup>a</sup>	0.87±0.04 <sup>ab</sup>	0.29±0.05 <sup>a</sup>	0.48±0.07 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	0.47±0.16 <sup>ab</sup>	0.45±0.05 <sup>ab</sup>	0.54±0.14 <sup>ab</sup>	0.46±0.38 <sup>ab</sup>	0.43±0.04 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	0.76±0.49 <sup>ab</sup>	0.72±0.30 <sup>ab</sup>	0.50±0.09 <sup>a</sup>	0.57±0.06 <sup>ab</sup>	0.93±0.26 <sup>b</sup>
P değeri	p<0.05	p<0.05	p<0.01	p<0.01	p<0.01

p<0.05, p<0.01, (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Uygulamalara verdikleri tepkiler bakımından birbirine benzeyen Tir, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde toprak üstü kuru ağırlık miktarları kuraklık uygulaması ile kontrole göre azalmış ve salisilik asit uygulamaları ile artmıştır. Nitekim kurak koşullarda bitki büyümesi, gelişmesi, fotosentez kapasitesi azalmakta ve bunun sonucu olarakta bitki kuru madde birikimi olumsuz etkilenecek bitkide yaş ve kuru ağırlık miktarları azalmaktadır. Kurak koşullar altında farklı bitkiler üzerinde yapılan birçok çalışmada Karakaş ve ark. (1997); Alexieva ve ark. (2001); Tsuji ve ark. (2003); Anyia ve Herzog (2004); Ashraf ve Iram (2005); Abdalla ve El-Khoshiban (2007); Rao ve ark. (2008); Sankar ve ark. (2008); Yağmur ve Kaydan (2008), Ayaş ve Demirtaş (2009); Kuşvuran ve ark. (2011) kuraklık stresinin bitkinin kuru ağırlığının azalmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Türkyılmaz ve ark. (2005) fasulye' de, Singh ve Usha (2003) buğday' da, Kling ve Meyer (1983) fasulye' de, Khan ve ark. (2003) mısır ve soya' da salisilik asidin stres koşulları altında bitki kuru ağırlığını artırdığını belirtmişlerdir. Singh ve Usha, (2003) ve Barkosky ve Einhellig, (1993) salisilik asit, stres koşullarında bitkide yaprak direncini arttırdığı aynı zamanda transpirasyonu azaltarak su potansiyelini koruduğunu belirtmişlerdir.

Alparslan çeşidinde ise toprak üstü kuru ağırlıkları bakımından kontrol ile kuraklık uygulaması birbirine yakın değerler almıştır. Salisilik asit uygulamaları ile toprak üstü kuru ağırlık azalmıştır. Salisilik asidin uygulama dozu arttıkça toprak üstü



kuru ağırlık azalmıştır. Nitekim yaptıkları çalışmalarda Pancheva ve ark. (1996), Lian ve ark. (2000), Çoban (2007) ve Çanakçı (2010) tarafından salisilik asidin kuru ağırlıkta azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Kuru ağırlık miktarında yaşanan azalmanın bitki tarafından alınan suyun azalmasından dolayı engellenen fotosentezden kaynaklı biyokütle üretimindeki azalmanın bir sonucu olabilir. Cornic, (2000), Bloch ve ark., (2006), Cuevas ve ark., (2006), Praxedes ve ark., (2006)'nın yaptıkları araştırmalarda kurak koşullarda bitki ağırlığında meydana gelen azalmanın, yaşanan su eksikliği ile stoma iletkenliğinin azalması, CO<sub>2</sub> alımının engellenmesi ve fotosentetik pigment kaybından dolayı yada membranlarda oluşan hasardan dolayı fotosentez aktivitesindeki azalmadan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

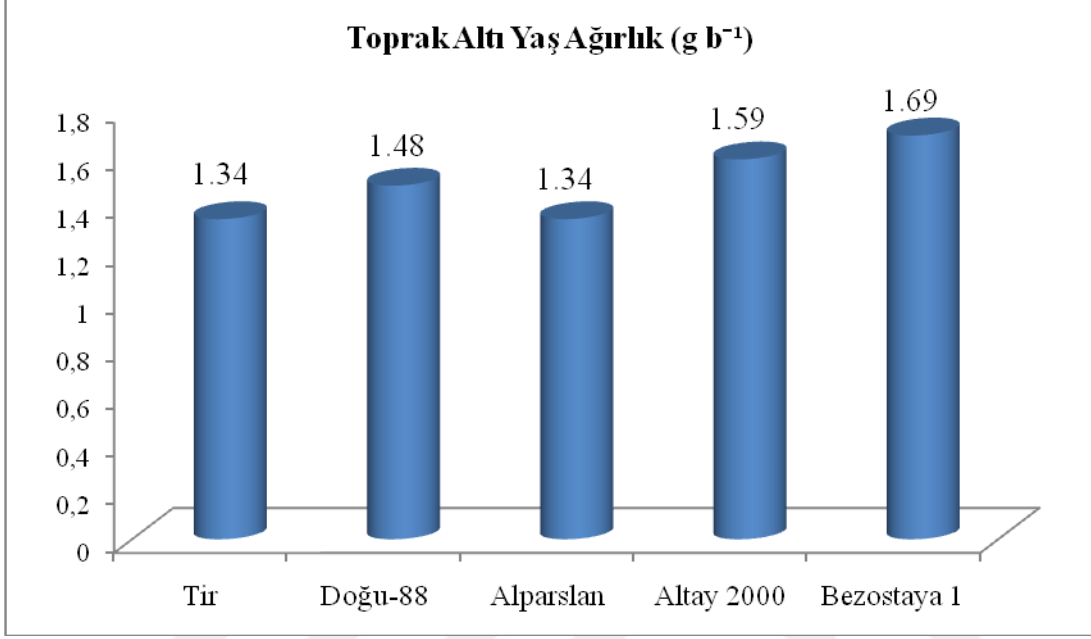
Bezostaya 1 çeşidinde toprak üstü kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuş ve uygulamalara verilen tepkiler bakımından etkilenme durumu diğer çeşitlerden farklı olmuştur. Kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması en düşük toprak üstü kuru ağırlığa sahip olurken, en yüksek toprak üstü kuru ağırlık değeri kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenmiştir. Toprak üstü yaş ağırlık ortalamaları incelendiğinde kontrol uygulamasının değeri kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından daha yüksek olmasına rağmen 1 mM salisilik asit uygulaması ile bitkide biriken kuru madde miktarını artırarak kuru ağırlık ortalamasında kontrolün üstünde değer almasını sağlamıştır. Ayrıca salisilik asit uygulamalarına çeşitlerin tepkileri farklı olduğu gibi Jung ve ark. (2001), Türkyılmaz ve ark. (2005) ve Çanakçı (2010)'un yaptıkları çalışmalarda aynı çeşidin farklı konsantrasyonlara olan tepkisinin de farklı olabileceğini belirtmişlerdir. Bezostaya 1 çeşidinde bu farklılık 0.1 mM SA taze ve kuru ağırlık birikimine inhibitif etkide bulunurken 1.0 mM SA uygulaması taze ve kuru ağırlık miktarını artırıcı etkide bulunmuştur.

#### **4.11. Toprak Altı Yaş Ağırlık**

Toprak altı yaş ağırlıklara ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.21'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.22'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

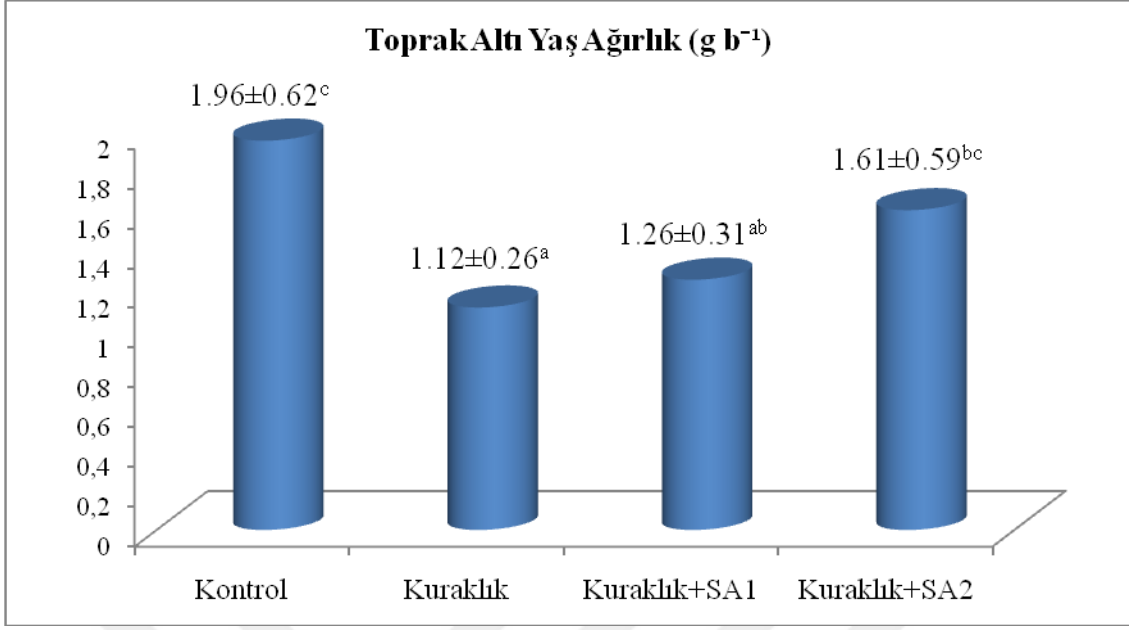
Araştırmada, toprak altı yaş ağırlık bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. İstatistiki bakımdan farklılıkların önemli bulunmamasına karşın en yüksek toprak altı yaş ağırlık Bezostaya 1 çeşidinde

1.69±0.68 g b<sup>-1</sup> olarak elde edilmiş bunu sırasıyla Altay 2000 çeşidi 1.59±0.74 g b<sup>-1</sup> ve Doğu-88 çeşidi 1.48±0.58 g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık aynı ortalama ağırlık ile Tir ve Alparslan çeşitlerinde sırasıyla 1.34±0.37 g b<sup>-1</sup> ve 1.34±0.36 g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir(Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Çeşitlere göre toprak altı yaş ağırlık (öd: Önemsiz).

Toprak altı yaş ağırlık uygulamalar açısından değerlendirildiğinde, uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Şekil 4.22). En yüksek toprak altı yaş ağırlık kontrol uygulamasında 1.96±0.62 g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması 1.61±0.59 g b<sup>-1</sup> ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması 1.26±0.31 g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık ise 1.12±0.26 g b<sup>-1</sup> olarak kuraklık uygulamasından elde edilmiştir. Kuraklık stresi ile kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde azalan toprak altı yaş ağırlık, salisilik asit uygulamaları ile doğru orantılı olarak artmıştır.



Şekil 4.22. Uygulamalara göre toprak altı yaş ağırlık ( $p<0.001$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir).

Uygulamalar arasındaki farklılıklar Doğu-88 ve Alparslan çeşitlerinde istatistiki olarak önemli bulunmazken Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca çeşitlerin uygulamalara gösterdikleri tepkiler farklılık arz etmektedir (Çizelge 4.11).

Tir buğdayında uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak altı yaş ağırlık değeri kontrol uygulamasında  $1.72\pm 0.17$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $1.49\pm 0.25$  g b<sup>-1</sup> ve  $1.23\pm 0.3$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık değeri ise kuraklık uygulamasında  $0.92\pm 0.14$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kuraklık uygulaması ile kontrole göre azalan toprak altı yaş ağırlık salisilik asit uygulamaları ile artış sağlamıştır.

Toprak altı yaş ağırlıklar bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı Doğu-88 çeşidinde en yüksek toprak altı yaş ağırlık değeri  $1.99\pm 0.48$  g b<sup>-1</sup> olarak kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasını sırasıyla  $1.59\pm 0.83$  g b<sup>-1</sup> ile kontrol uygulaması ve  $1.27\pm 0.26$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması takip etmiştir. Toprak altı yaş ağırlık değerinin en düşük olduğu kuraklık uygulamasında  $1.06\pm 0.08$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak önemli olmamasına karşın salisilik asit uygulamaları uygulama dozuna bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde artış sağlamıştır.

Alparslan çeşidinde toprak altı yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasında istatistiki düzeyde farklılık gözlenmemiştir. En yüksek toprak altı yaş ağırlık değeri kontrol uygulamasında  $1.66 \pm 0.38 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenirken bu uygulamayı sırasıyla  $1.52 \pm 0.21 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık uygulaması ve  $1.13 \pm 0.07 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık ise kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ile  $1.06 \pm 0.36 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Alparslan çeşidinde salisilik asit uygulamaları ile kuraklık uygulamasına göre toprak altı yaş ağırlık miktarları azalmıştır.

Altay 2000 çeşidinde uygulamalar bakımından toprak altı yaş ağırlıklar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak altı yaş ağırlık en yüksek değerini  $2.72 \pm 0.32 \text{ g b}^{-1}$  ile kontrol uygulamasında alırken, bunu sırasıyla  $1.44 \pm 0.32 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>1</sub> ve  $1.28 \pm 0.20 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık değeri ise kuraklık uygulamasında  $0.90 \pm 0.07 \text{ g b}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Kuraklık uygulaması ile azalan toprak altı yaş ağırlık miktarı salisilik asit uygulamaları ile artış göstermiştir.

İstatistiki olarak uygulamalar arasındaki farklılığın  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olduğu Bezostaya 1 çeşidinde en yüksek toprak altı yaş ağırlık değeri kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $2.40 \pm 0.38 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasını  $2.12 \pm 0.53 \text{ g b}^{-1}$  ile kontrol uygulaması ve  $1.17 \pm 0.10 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak altı yaş ağırlık ise kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $1.05 \pm 0.19 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bezostaya 1 çeşidinde düşük doz (0.1 mM) salisilik asit uygulaması kurak koşullarda toprak altı yaş ağırlığı olumsuz etkileyerek azalmasına sebep olmuş yüksek doz (1.0 mM) salisilik asit uygulaması ile toprak altı yaş ağırlık miktarını kontrol uygulamasının dahi üstüne çıkarmıştır.

Çizelge 4.11. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak altı yaş ağırlıklarına salisilik asidin etkisi

Toprak Altı Yaş Ağırlık (g b <sup>-1</sup> ) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	1.72±0.17 <sup>b</sup>	1.59±0.83 <sup>a</sup>	1.66±0.38 <sup>a</sup>	2.72±0.32 <sup>b</sup>	2.12±0.53 <sup>ab</sup>
Kuraklık	0.92±0.14 <sup>a</sup>	1.06±0.08 <sup>a</sup>	1.52±0.21 <sup>a</sup>	0.90±0.07 <sup>a</sup>	1.17±0.10 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	1.49±0.25 <sup>ab</sup>	1.27±0.26 <sup>a</sup>	1.06±0.36 <sup>a</sup>	1.44±0.32 <sup>ab</sup>	1.05±0.19 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	1.23±0.31 <sup>ab</sup>	1.99±0.48 <sup>a</sup>	1.13±0.07 <sup>a</sup>	1.28±0.20 <sup>ab</sup>	2.40±0.38 <sup>b</sup>
P değeri	p<0.05	öd	öd	p<0.01	p<0.01

öd: Önemsiz, p<0.01, p<0.05 (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir)

Bitkilerde aynı türün çeşitleri arasında dahi önemli farklılıklar olabilmektedir bu farklılık genotipik bir zenginlik olduğu kadar yetiştirme koşul ve bölgelerine adaptasyon ile de alakalıdır. Birçok özelliğe olduğu gibi toprak altı organlarda da bu farklılıklar görülebilmektedir. Aynı türün çeşitleri arasında toprak altı yaş ağırlıklar bakımından farklılıkların bulunduğu birçok çalışma bulunmaktadır (Almansouri ve ark., 2001; Okçu ve ark., 2005; Kuşvuran, 2010). Ayrıca, Yağmur ve Kaydan, (2008) ve Guoxiong ve ark. (2002) yaptıkları araştırmalarda toprak altı gelişimleri iyi olan çeşitlerin kurağa karşı daha dayanıklı olduklarını bildirmişlerdir.

Uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p<0.001 düzeyinde önemli bulunmuş, kuraklık uygulaması toprak altı yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Kurak koşullarda azalan su miktarı bitki gelişimini ve büyümesini olumsuz etkilemektedir. Kurak koşulların toprak altı yaş ağırlığı azalttığını bildiren Ashraf ve Iram, (2005); Türkan ve ark., (2005); Güneş ve Aktaş, (2008); Yağmur ve Kaydan, (2008); Kuşvuran, (2010) bulguları, sonuçları destekler niteliktedir. Salisilik asit uygulamalarının bitkinin gelişimine katkı sağladığı ve toprak altı yaş ağırlıkta artış meydana getirdiği Singh ve Usha (2003) ve Türkyılmaz ve ark. (2005) tarafından yapılan araştırmalarda da belirtilmiştir.

Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde kuraklıkla beraber azalan toprak altı yaş ağırlık salisilik asit uygulamaları ile artış göstermiştir. Tir, Altay 2000 ve Bezostaya

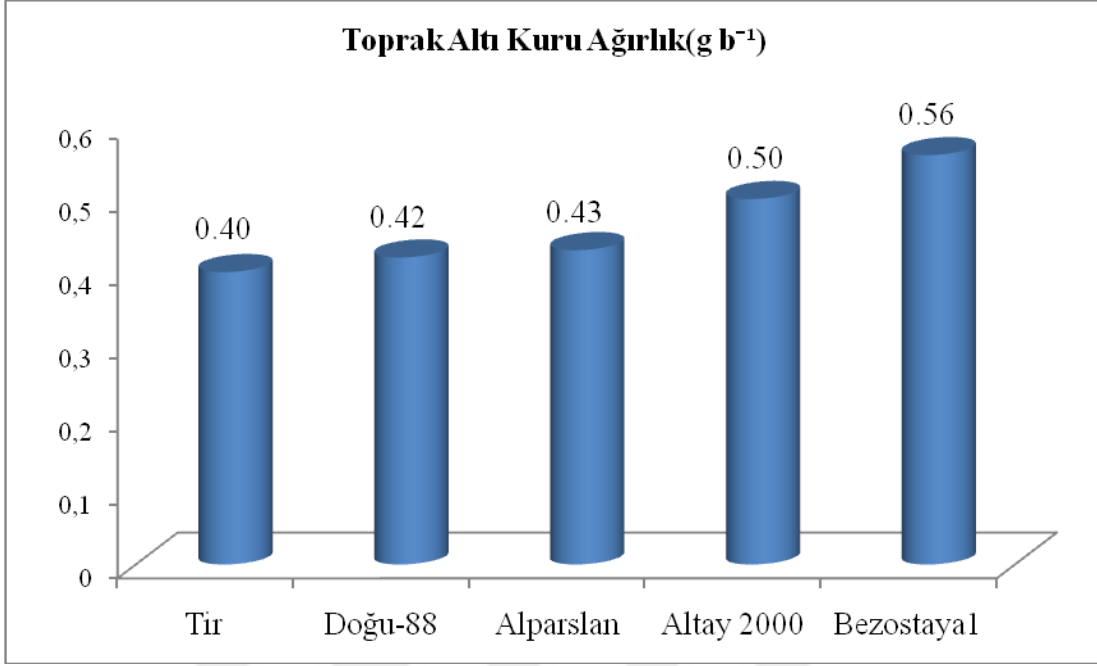
1 çeşitlerinde bu artışlar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Tir ve Altay 2000 çeşitlerinde düşük doz uygulama olan SA<sub>1</sub> daha yüksek değer alırken yüksek doz olan SA<sub>2</sub> değeri ise daha düşük bir artış sağlamıştır. Bezostaya 1 çeşidinde SA<sub>1</sub> uygulaması en düşük değeri vermiş yüksek doz uygulama olan SA<sub>2</sub> ise en yüksek toprak altı yaş ağırlık değerine sahip olmuştur. Salisilik asidin uygulama dozu ve çevre koşullarına göre bitkilerin tepkileri farklı olabilmektedir. Nitekim Türkyılmaz ve ark. (2005)' in fasulye bitkisinde sera ve tarla koşullarında uyguladıkları salisilik asit uygulamalarının kök yaş ağırlığında sera koşullarında önemli bir etki yapmadığı tarla koşullarında ise kök yaş ağırlığını artırdığını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Singh ve Usha (2003), Türkyılmaz ve ark. (2005)'nin sonuçları ile uyum içerisindedir.

Doğu-88 ve Alparslan çeşitlerinde ise uygulamalar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. İstatistiki olarak önemli bulunmamasına karşın Doğu-88 çeşidinde salisilik asit uygulamaları doza bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde artış göstermiştir. Alparslan çeşidinde ise salisilik asit uygulamaları ile toprak altı yaş ağırlık değerleri azalmıştır. Ayrıca Çanakçı (2010) arpa bitkisinde düşük olan iki doz (0.1 mM, 10 mM) salisilik asit uygulamasının kök taze ağırlığını artırdığı, yüksek olan iki doz (100 mM, 200 mM) ise toksik etki yaparak kök taze ağırlığını azalttığını bildirmiştir. Bazı araştırmacılar salisilik asidin yüksek konsantrasyonlarının bitki büyüme ve gelişmesine inhibe edici etkide bulunarak yaş ağırlık değerini azalttığını belirtmişlerdir (Çanakçı ve Munzuroğlu ,2006); Abdalla ve El-Khoshiban, 2007).

#### 4.12. Toprak Altı Kuru Ağırlık

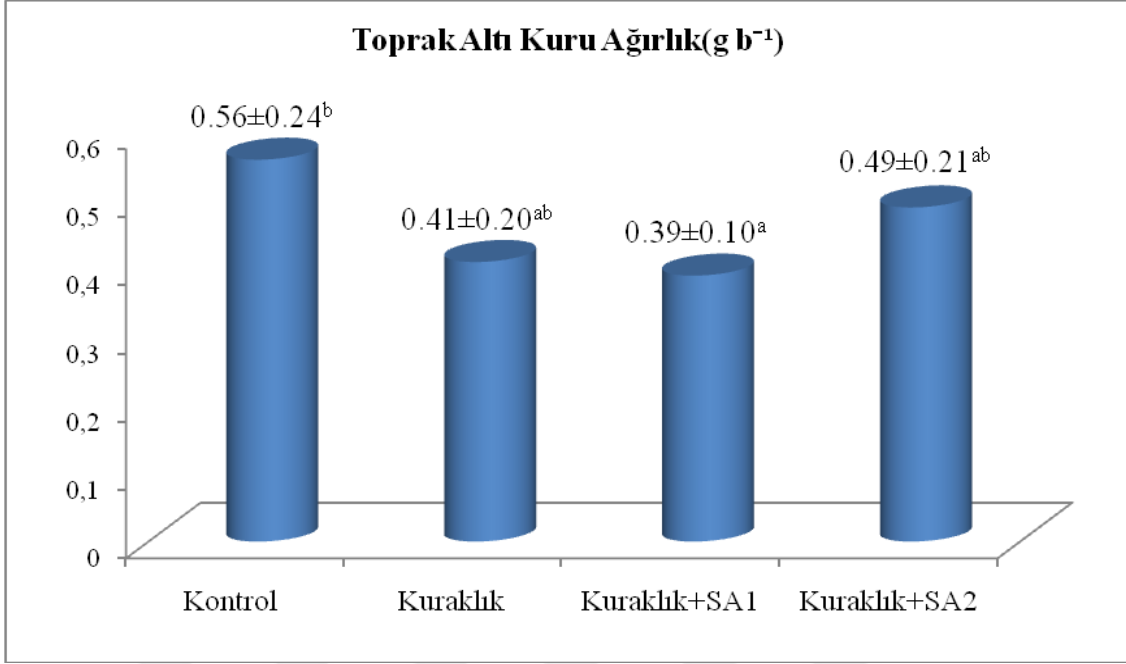
Toprak altı kuru ağırlıklara ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.23'de, uygulamalara ait veriler Şekil 4.24'de ve çeşitlerin kuraklık stresi altında salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Araştırmada, toprak altı kuru ağırlık bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemsiz bulunmuştur. İstatistiki bakımdan farklılıkların önemli bulunmamasına karşın en yüksek toprak altı yaş ağırlık Bezostaya 1 çeşidinde  $0.56 \pm 0.26 \text{ g b}^{-1}$  olarak elde edilmiş bunu sırasıyla Altay 2000 çeşidi  $0.50 \pm 0.30 \text{ g b}^{-1}$ , Alparslan çeşidi  $0.43 \pm 0.12 \text{ g b}^{-1}$  ve Doğu-88 çeşidi  $0.42 \pm 0.14 \text{ g b}^{-1}$  ile takip etmiştir. En düşük toprak altı kuru ağırlık ise Tir buğdayında  $0.40 \pm 0.10 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 4.23 ).



Şekil 4.23. Çeşitlere göre toprak altı kuru ağırlık. (öd: Önemsiz)

Toprak altı kuru ağırlık uygulamalar açısından değerlendirildiğinde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak altı kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $0.56 \pm 0.24$  g b<sup>-1</sup> olarak belirlenirken bunu sırasıyla kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.49 \pm 0.21$  g b<sup>-1</sup> ve kuraklık uygulaması  $0.41 \pm 0.20$  g b<sup>-1</sup> ile takip etmiştir. En düşük toprak altı kuru ağırlık ise  $0.39 \pm 0.10$  g b<sup>-1</sup> olarak kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.24). Kuraklık stresi ile kontrole göre istatistiki olarak önemli düzeyde azalan toprak altı kuru ağırlık, kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ile de azalmış kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması ile artmıştır.



Şekil 4.24. Uygulamalara göre toprak altı kuru ağırlık ( $p<0.05$ ) (Şekildeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Toprak altı kuru ağırlık bakımından çeşitlerin uygulamalara verdikleri cevaplar farklı olmakla beraber Doğu-88 çeşidi dışındaki tüm çeşitlerde farklılıklar istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Tir buğdayında toprak altı kuru ağırlık, uygulamalar arasındaki farklılıklar bakımından istatistiki olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak altı kuru ağırlık değeri kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $0.47\pm 0.08$  g b<sup>-1</sup> olarak alınırken bunu sırasıyla  $0.46\pm 0.07$  g b<sup>-1</sup> ile kontrol uygulaması ve  $0.37\pm 0.07$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip etmiştir. Kuraklık uygulaması ile toprak altı kuru ağırlık değeri önemli oranda azalarak  $0.29\pm 0.04$  g b<sup>-1</sup> ile en düşük değere sahip olmuştur. Tir buğdayında toprak altı yaş ağırlık değeri en yüksek kontrol uygulamasında belirlenirken toprak altı kuru ağırlık değerinde salisilik asit uygulaması kuru madde birikimini artırarak kontrol uygulamasından daha yüksek değer almıştır. Salisilik asit uygulaması Tir buğdayında olumlu etki yaparak toprak altı kuru ağırlık değerini artırmıştır.

Doğu-88 çeşidinde toprak altı kuru ağırlıklar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. İstatistiki anlamda önemli bulunmamasına karşın uygulamalardan elde edilen ortalama değerler farklılık arz etmektedir. En yüksek toprak altı kuru ağırlık değeri  $0.55\pm 0.14$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında elde edilirken bunu sırasıyla  $0.41\pm 0.05$  g b<sup>-1</sup> ile kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ve  $0.40\pm 0.19$  g b<sup>-1</sup> ile kontrol



uygulamasını takip etmiştir. En düşük toprak altı kuru ağırlık değeri kuraklık uygulamasında  $0.33 \pm 0.04 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunmamasına karşın salisilik asit uygulamaları toprak altı kuru ağırlıkların artmasını sağlamıştır.

Alparslan buğday çeşidinde toprak altı kuru ağırlık, uygulamalar arasındaki farklılıklar bakımından istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak altı kuru ağırlık kuraklık uygulamasında  $0.58 \pm 0.07 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenirken bunu sırasıyla  $0.43 \pm 0.12 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+SA1 uygulaması ve  $0.42 \pm 0.04 \text{ g b}^{-1}$  ile kontrol uygulaması takip etmiştir. En düşük toprak altı kuru ağırlık değeri ise kuraklık+SA2 uygulamasında  $0.31 \pm 0.02 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Alparslan çeşidinin kurak koşullarda toprak altı kuru ağırlığını artırmış olması bu çeşidin, kuraklık toleransının diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğunu gösterebilir.

Toprak altı kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunduğu Altay 2000 çeşidinde en yüksek toprak altı kuru ağırlık kontrol uygulamasında  $0.84 \pm 0.17 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Kontrol uygulamasını sırasıyla  $0.46 \pm 0.41 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık uygulaması  $0.44 \pm 0.05 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması takip ederken en düşük toprak altı kuru ağırlık değeri ise  $0.27 \pm 0.12 \text{ g b}^{-1}$  olarak kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Kurak koşullarda uygulanan 0.1 mM salisilik asit toprak altı kuru ağırlığı en düşük seviyeye indirirken, 1 mM salisilik asit uygulaması 0.1 mM salisilik aside göre toprak altı kuru ağırlığı artırmıştır.

Bezostaya 1 çeşidinde, toprak altı kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek toprak altı kuru ağırlık değeri  $0.79 \pm 0.23 \text{ g b}^{-1}$  olarak kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla kontrol uygulaması  $0.68 \pm 0.33 \text{ g b}^{-1}$  ile ve kuraklık uygulaması  $0.38 \pm 0.06 \text{ g b}^{-1}$  ile takip etmiştir. En düşük toprak altı kuru ağırlık değeri ise kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $0.37 \pm 0.04 \text{ g b}^{-1}$  olarak elde edilmiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulanması Bezostaya 1 çeşidinde, düşük doz olan kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ile toprak altı kuru ağırlığı negatif olarak etkilerken yüksek doz uygulaması olan kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması pozitif etki yaparak en yüksek değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin toprak altı kuru ağırlığa salisilik asidin etkisi

Toprak Altı Kuru Ağırlık (g b <sup>-1</sup> ) (ortalama±standart sapma (n=4))					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	0.46±0.07 <sup>ab</sup>	0.40±0.19 <sup>a</sup>	0.42±0.04 <sup>ab</sup>	0.84±0.17 <sup>b</sup>	0.68±0.33 <sup>ab</sup>
Kuraklık	0.29±0.04 <sup>a</sup>	0.33±0.04 <sup>a</sup>	0.58±0.07 <sup>b</sup>	0.46±0.41 <sup>ab</sup>	0.38±0.06 <sup>ab</sup>
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	0.47±0.08 <sup>b</sup>	0.41±0.05 <sup>a</sup>	0.43±0.12 <sup>ab</sup>	0.27±0.12 <sup>a</sup>	0.37±0.04 <sup>a</sup>
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	0.37±0.07 <sup>ab</sup>	0.55±0.14 <sup>a</sup>	0.31±0.02 <sup>a</sup>	0.44±0.05 <sup>ab</sup>	0.79±0.23 <sup>b</sup>
P değeri	p<0.05	öd	p<0.05	p<0.01	p<0.05

p<0.05, p<0.01, öd: Önemsiz (Aynı sütündeki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Bitkiler genel olarak adapte olabileceği ya da adapte oldukları bölge koşullarına göre fizyolojik ve morfolojik özellikler bakımından farklılıklar gösterebilmektedirler. Bu özellikler kapsamında toprak altı ve toprak üstü organlarında da cins, tür, çeşitler arasında da farklılıklar olabilmektedirler (Almansouri ve ark., 2001; Daşgan ve ark., 2002; Okçu ve ark., 2005). Uyum sağladıkları bölge koşulları ve genotipik özelliklerine göre kök yapıları da değişiklik arz etmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda kurağa dayanıklı çeşitlerin hassas çeşitlere oranla toprak altı organ gelişimlerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir (Yağmur ve Kaydan, 2008; Guoxiong ve ark., 2002).

Bitkiler ihtiyaç duydukları su ve çevre koşullarının uygunluğuna paralel olarak optimum gelişim gösterirler. Optimum koşulların oluşmaması veya stres koşulları bitkiyi olumsuz etkilemektedir. Nitekim kuraklık stresi altında bitki toprak altı kuru ağırlığının azaldığı Ohashi ve ark., 2009; Kuşvuran, 2010; Karakaş ve ark., 1997; Ashraf ve Iram, 2005; Türkan ve ark., 2005 tarafından belirtilmektedir. Salisilik sit uygulamasının ise stres koşulunda bitkiye direnç sağladığı ve stres koşulları altında bitkinin gelişimine katkı sağladığı, bu katkılardan birinin de kuru ağırlık miktarında artış olduğu Jung ve ark. (2001); Türkyılmaz ve ark. (2005) tarafından bildirilmektedir.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin kuraklığa ve salisilik asit uygulamalarına verdikleri tepkilerde farklılık arz etmektedir. Tir çeşidinde salisilik asit uygulamalarının,

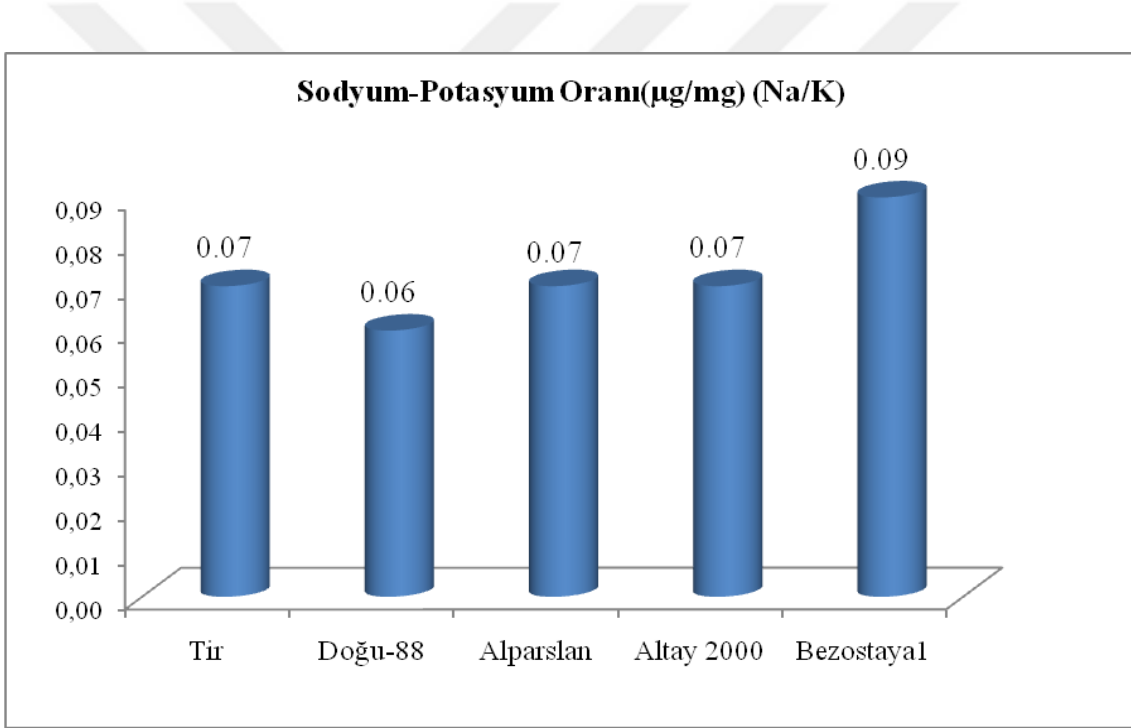
kuraklık uygulamasına göre toprak altı kuru ağırlığın artmasını sağlamıştır. Türkyılmaz ve ark. (2005) salisilik asit uygulamasının fasulye’de, Zhou ve ark. (1999) mısır’da, Singh ve Usha, (2003) buğday’da, Singh ve Kaur, (1980) Maş fasulyesi’nde Çanakçı ve Munzuroğlu, (2006) mısır’da yaptıkları çalışmalarda bitki kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Alparslan ve Altay 2000 çeşitlerinde ise salisilik asit uygulamaları toprak altı kuru ağırlıkları azalttığı tespit edilmiştir. Nitekim Einhellig ve ark. (1985), Shettel ve Balke (1983), Lian ve ark. (2000), Çanakçı (2010) yaptıkları çalışmalarda salisilik asidin toprak altı kuru ağırlığı azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca Alparslan çeşidinde kuraklık uygulamasının en yüksek toprak altı kuru ağırlık değerini vermesi, araştırmacıların stres sonucunda kurağa dayanıklı çeşitlerin kök ağırlık ve sayısında artış meydana getirdiği şeklindeki Abdalla ve El-Khoshiban, 2007; Vijayalakshmi ve Nagarajan, 1994’nın bulguları ile uyum içindedir.

Bezostaya 1 çeşidinde ise toprak altı kuru ağırlık değişimi diğer çeşitlerden farklı bir şekilde gerçekleşmiştir. Düşük doz uygulama olan SA<sub>1</sub> uygulaması en düşük toprak altı kuru ağırlığa sahip olurken yüksek doz salisilik asit uygulaması SA<sub>2</sub> en yüksek değeri vermiştir. Bu durumun salisilik asidin düşük dozunun kuru madde birikimine daha az katkıda bulunduğu, salisilik asidin yüksek dozunun ise daha fazla kuru madde birikimini sağladığı şeklinde açıklanabilir. Uygulama dozuna bağlı olarak Bezostaya 1 çeşidi farklı tepkiler vermiştir. Salisilik asidin farklı konsantrasyonları ve yetiştirme ortamına farklı tepkiler verdiği yapılan bazı çalışmalarda da belirtilmiştir. Türkyılmaz ve ark (2005) tarafından fasulye’ de yapılan çalışmada 50, 100, 200 ppm uygulanan salisilik asidin, sera koşullarında kök kuru ağırlığında önemli bir değişikliğe neden olmadığı, fakat tarla koşullarında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca tarla koşullarında 50 ppm salisilik asit uygulamasının kök ağırlığını kontrole göre artırdığı 100 ppm salisilik asit uygulamasının ise kontrole göre azalttığı belirlenmiştir. Çanakçı ve Munzuroğlu (2006) mısır’ da yaptıkları çalışmalarda salisilik asit uygulamalarının düşük konsantrasyonunun toprak altı kuru ağırlığa önemli bir etkisinin olmadığını, fakat yüksek konsantrasyonların kuru ağırlık miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

### 4.13. Sodyum Potasyum Oranı

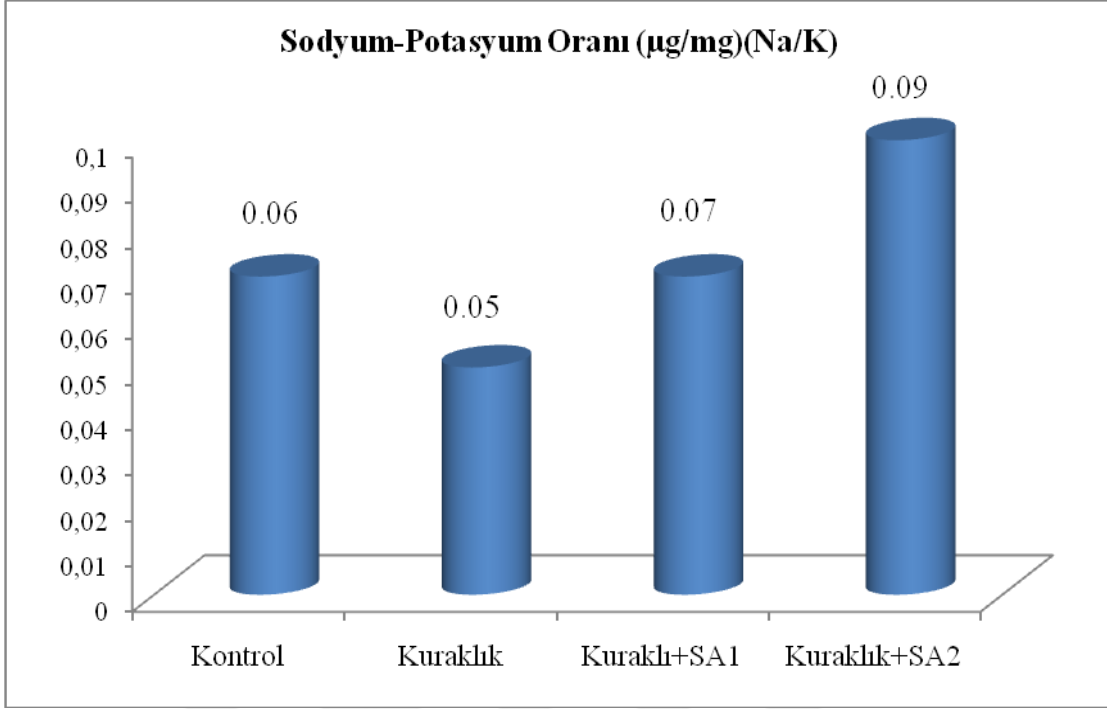
Sodyum potasyum oranına ilişkin çeşitlere ait veriler Şekil 4.25’de uygulamalara ait veriler Şekil 4.26’da ve kuraklık stresindeki çeşitlerin salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkilere ait veriler çizelge 4.13’de gösterilmiştir.

Sodyum- potasyum oranı (Na/K) çeşitler bakımından incelendiğinde istatistiki olarak bir farklılık tespit edilmemiştir. Değerler birbirine yakın olarak belirlenmiştir. En yüksek sodyum potasyum oranı Bezostaya 1 çeşidinden  $0.09\pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlenirken Tir ve Altay 2000 çeşidinde  $0.07\pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ , Alparslan çeşidinde  $0.07\pm 0.01$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak elde edilmiştir. En düşük oran ise  $0.06\pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile Doğu-88 çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Çeşitlere göre sodyum potasyum oranı, (öd: Önemsiz).

Uygulamalara göre sodyum potasyum oranları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak  $p < 0.001$  düzeyinde farklı bulunmuştur. Kontrol, kuraklık ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En yüksek oran  $0.10\pm 0.02$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenirken, bunu  $0.07\pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olan aynı değerle kontrol ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamaları takip etmiş en düşük oran  $0.05\pm 0.01$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ile kuraklık uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Uygulamalara göre sodyum potasyum oranı, (öd: Önemsiz).

Çeşitlerin uygulamalara verdiği tepkilerin değerlendirilmesinde Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitleri arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan  $p < 0.05$  düzeyinde önemli bulunmasına karşın, Tir, Alparslan ve Bezostaya 1 çeşitlerinde istatistiki bakımdan önemli farklılıklar tespit edilmemiştir.

Tir buğdayında en yüksek oran (Na/K)  $0.10 \pm 0.03$  µg/mg ile kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında belirlenirken bunu sırasıyla kontrol uygulaması  $0.07 \pm 0.01$  µg/mg ile ve kuraklık uygulaması  $0.06 \pm 0.01$  µg/mg ile takip etmiştir. En düşük Na/K oranı ise kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $0.05 \pm 0.02$  µg/mg olarak tespit edilmiştir.

Sodyum-potasyum oranı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı Alparslan ve Bezostaya 1 çeşitlerinde ise en düşük sodyum-potasyum oranı kuraklık uygulamalarından alınırken, diğer uygulamaların oranları birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Alparslan çeşidinde en yüksek sodyum-potasyum oranı kontrol uygulaması ve salisilik asit uygulamalarından sırasıyla  $0.07 \pm 0.02$  µg/mg,  $0.07 \pm 0.01$  µg/mg,  $0.07 \pm 0.01$  µg/mg olarak belirlenmiştir. En düşük oran ise kuraklık uygulamasında  $0.05 \pm 0.01$  µg/mg olarak elde edilmiştir. Bezostaya 1 çeşidinde en yüksek değer salisilik asit uygulamalarında kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması  $0.10 \pm 0.01$  µg/mg ve kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması  $0.10 \pm 0.02$  µg/mg olarak belirlenmiş bu uygulamaları kontrol uygulaması  $0.09 \pm 0.03$  µg/mg ile takip etmiştir. En düşük sodyum-

potasyum oranı ise kuraklık uygulamasında  $0.05 \pm 0.02$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kurak koşullarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin sodyum-potasyum oranına salisilik asidin etkisi

Sodyum-Potasyum Oranı( $\mu\text{g}/\text{mg}$ )(ortalama $\pm$ standart sapma n=4)					
Uygulamalar	Çeşitler				
	Tir	Doğu-88	Alparslan	Altay 2000	Bezostaya 1
Kontrol	$0.07 \pm 0.01^a$	$0.04 \pm 0.02^a$	$0.07 \pm 0.02^a$	$0.06 \pm 0.02^{ab}$	$0.09 \pm 0.03^a$
Kuraklık	$0.06 \pm 0.01^a$	$0.04 \pm 0.01^{ab}$	$0.05 \pm 0.01^a$	$0.04 \pm 0.00^a$	$0.05 \pm 0.02^a$
Kuraklık+SA <sub>1</sub>	$0.05 \pm 0.02^a$	$0.04 \pm 0.01^{ab}$	$0.07 \pm 0.01^a$	$0.07 \pm 0.03^{ab}$	$0.10 \pm 0.01^a$
Kuraklık+SA <sub>2</sub>	$0.10 \pm 0.03^a$	$0.08 \pm 0.03^b$	$0.07 \pm 0.01^a$	$0.10 \pm 0.01^b$	$0.10 \pm 0.02^a$
P değeri	öd	p<0.05	öd	p<0.05	öd

öd: Önemsiz, p<0.05 (Aynı sütundaki harfler istatistiki grupları belirtmektedir.)

Uygulamalar arası farklılıkların istatistiki bakımdan p<0.05 düzeyinde önemli olduğu Doğu-88 çeşidinde en düşük sodyum potasyum oranı kontrol uygulamasında  $0.04 \pm 0.02$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlenirken, kuraklık uygulamasında  $0.04 \pm 0.01$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamasında  $0.05 \pm 0.01$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak tespit edilmiştir. En yüksek oran ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında  $0.08 \pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak elde edilmiştir. Yine uygulamalar arası farklılığın istatistiki bakımdan p<0.05 düzeyinde önemli olduğu Altay 2000 çeşidinde ise en düşük değer kuraklık uygulamasında  $0.04 \pm 0.00$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak elde edilmiştir. Kontrol ve kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulamalarında bu oranlar sırasıyla  $0.06 \pm 0.02$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  ve  $0.07 \pm 0.03$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak tespit edilmiştir. Kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında ise en yüksek oran olarak  $0.10 \pm 0.01$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlenmiştir.

Stres koşulları iyon konsantrasyonları önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Tuz iyonu olarak adlandırılan sodyum bitki büyüme ve gelişmesine olumsuz yönde etki ederken potasyum ise olumlu yönde katkılar sağlamaktadır. Tuzcul bitkiler dışındaki bitkilerde yüksek konsantrasyondaki sodyum iyonu mitoz bölünmenin engellenmesi, enzim aktivesinin engellenmesi gibi toksik etkilerde bulunur (Kocaçalışkan, 2003). Ayrıca bitkide sodyum iyonunun floem ve ksilemde serbest hareket edebilme

yeteneğinden dolayı diğer mineral maddelerin alınımını engelleyerek bitki beslenmesine zarar verdiği (Bohra ve Döffling, 1993; Marschner, 1997, Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004), yaprakta artan sodyum iyonunun fotosentez ve transpirasyonu olumsuz yönde etkilediği (Romero ve ark., 1997), bitki bünyesinde potasyum ile rekabet halinde bulunarak sodyum konsantrasyonunun artması potasyum alınımını ve konsantrasyonunu olumsuz olarak etkilediği (Romero ve ark., 1997; Niu ve ark., 1995; Debouba ve ark., 2006) birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir. Kurak koşullarda bitkide yeterli miktarda potasyum iyonunun bulunması ozmotik potansiyelin artmasına ve bunun sonucu olarak bitkinin daha fazla su alınımını gerçekleştirebilmesine olanak sağlamaktadır (Koç, 2005). Ayrıca potasyum bitkinin tuz stresine karşı toleransını arttırdığı (Cramer, 2002), fotosentez aktivesi, ürün verimi ve tane doldurma oranında artış sağladığı (Bohra ve Döffling, 1993), enzimlerin aktive edilmesini (Lauchli ve Pflunger, 1978), özellikle tahıllarda yatmanın azalmasını (Kacar ve Katkat, 1988), soğuk stresine toleransın artmasını (Grewal ve Singh, 1980), hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığın artmasını (Perrenoud, 1977) sağlaması gibi katkılarıyla bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine olumlu etkileri vardır.

Sodyum ve potasyum iyonlarının bu özelliklerinden dolayı bitkilerde potasyum konsantrasyonunun yüksek sodyum konsantrasyonunun düşük olması istenen bir durumdur. Sodyum potasyum oranının düşük olması bitki büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu katkı yaparken yüksek olması olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırmada kuraklık stresi ile sodyum potasyum oranında bir azalma kaydedilmiş fakat istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Köşkeroğlu (2006), Perez-Perez ve ark. (2007) ve Sivritepe ve ark. (2008), kurak koşullarda sodyum iyonunda meydana gelen değişikliğin çok düşük miktarlarda olduğunu belirtmişlerdir. Meydana gelen bu değişikliğin minimal düzeyde olmasından dolayı önemsiz olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir. Güneş ve ark. (2008b), kuraklık stresi uygulanan ayçiçeği bitkisinde kuraklıkla beraber bitkide bulunan potasyum miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca kurak koşullarda bitkilerde potasyum iyonunda meydana gelen artış, bitkilerin kurak koşullara karşı direncini de artırmaktadır. Stres koşullarında bünyesine potasyum alınımını artırarak yüksek miktarda potasyum oranına sahip olan bitkiler, ozmotik ve stomal yapıda düzenleme sağlanmasına ve protein sentezi gibi hayati öneme sahip mekanizmaların

çalışmalarının devamını sağlayarak, bitkinin kuraklığa karşı direncini ve dayanımını artırabildiğini bildirmişlerdir.

Sodyum iyonunun bitkide artması potasyumun alınımını ve artışını sınırlamaktadır (Levit, 1980). Güneş ve ark. (2005) mısırdaki yaptıkları çalışmada, kurak koşullarda salisilik asit uygulamalarının bir düzeye kadar sodyum birikimini engellediğini ayrıca 0.1 ve 0.5 mM salisilik asidin potasyum oranını arttırdığını 1 mM salisilik asidin ise sodyum oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Mutlu ve Bozcuk (2005) ayçiçeğinde, Doğan (2010) ise domateste tuz stresi altındaki bitkilere uyguladıkları salisilik asit uygulamalarının az da olsa sodyum miktarını azalttığını, Baran ve Doğan (2014), tuz stresindeki soyaya salisilik asit uygulaması ile sodyum artışını belirli bir düzeyde tutarken, potasyum miktarının ise salisilik asit dozuna paralel olarak arttığını belirtmişlerdir.



## 5. SONUÇ

Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin (Tir, Doğu-88, Alparslan, Altay 2000, Bezostaya 1) kuraklık stresi altında büyüme ve bazı fizyolojik özellikler üzerine salisilik asitin etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada; sürme hızı, sürme gücü, bayrak yaprak alanı, ozmotik potansiyel, membran permeabilitesi, klorofil miktarı, yaprak su tutma kapasitesi, nispi nem içeriği, toprak üstü yaş ağırlık, toprak üstü kuru ağırlık, toprak altı yaş ağırlık, toprak altı kuru ağırlık ve sodyum potasyum oranı incelemeye tabi tutularak belirlenmiştir.

Sürme hızı bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. En yüksek değer Tir buğdayında (% 58) belirlenirken, en düşük değer Altay 2000 çeşidinde (% 18) elde edilmiştir. Tir buğdayı diğer çeşitlere göre yüksek bir sürme hızına sahip olmuştur. Kurak koşullarda hızlı çimlenmenin, ortamda bulunan kısıtlı su kaynağından daha fazla yararlanılmasını sağlamasından dolayı bir avantaj olarak düşünülebilir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunduğu sürme hızı parametresinde en yüksek değer % 56 ile kontrol uygulamasından alınırken, en düşük sürme hızı % 15 ile kuraklık uygulamasında belirlenmiş, salisilik asit uygulamaları ise uygulama dozuna paralel olarak sürme hızını artırmıştır. Çeşitlerin salisilik asit uygulamalarına gösterdikleri tepkiler farklı olup, uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu Tir, Doğu-88 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde olumlu etkide bulunarak sürme hızı değerini artırmıştır.

Sürme gücü özelliği ele alındığında çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek sürme gücü değeri yine Tir buğdayında % 65 olarak elde edilirken, en düşük değer % 26 ile Alparslan çeşidinde belirlenmiştir. Sürme hızı değerinde olduğu gibi sürme gücünde de Tir buğdayı diğer çeşitlere göre hızlı bir gelişim göstermiştir. Sürme gücü bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Kuraklık uygulamasında en düşük sürme gücü değeri (% 25) tespit edilirken, kontrol uygulaması ile en yüksek sürme gücü (% 63) belirlenmiş salisilik asit uygulamaları ise kuraklıkla azalan sürme gücünü artırmıştır. Tir, Alparslan ve Altay 2000 çeşitlerinde uygulamalar arasında istatistiki bir fark belirlenmezken, istatistiki olarak farklılıkların olduğu Doğu- 88 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde salisilik asit uygulamaları sürme gücünü artırmıştır.

Bayrak yaprak alanı değerlendirilmesinde; çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. En yüksek bayrak yaprak alanı 22.07 cm<sup>2</sup> ile Bezostaya 1 çeşidinde elde edilirken, en düşük değer Alparslan çeşidinde 14.93 cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasına (26.79 cm<sup>2</sup>) göre kuraklık uygulaması (14.98 cm<sup>2</sup>) ile bayrak yaprak alanı önemli oranda azalmış, kurak şartlarda salisilik asit uygulamaları ise uygulama dozuna paralel olarak stres koşulunu bir miktar tolere ederek bayrak yaprak alanını artırmıştır. Ayrıca araştırmada kullanılan buğday çeşitlerinin tamamında uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki düzeyde önemli bulunmuş, Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde kuraklıkla azalan bayrak yaprak alanı salisilik asit uygulamaları ile artmıştır. Doğu-88 ve Alparslan çeşitlerinde ise kuraklık stresi ile azalan bayrak yaprak alanı, salisilik asit uygulamalarının olumsuz etkisi ile kuraklık uygulamasına göre daha küçük bayrak yaprak alanı oluşmuştur.

Ozmotik potansiyel bakımından, çeşitler arasında istatistiki düzeyde farklılık belirlenmemesine karşılık ozmotik potansiyel değerleri farklılık arz etmiştir. En düşük ozmotik potansiyel 1.08±0.15 -MPa ile Alparslan çeşidinde belirlenirken, en yüksek ozmotik potansiyel 0.95±0.04 -MPa ile Doğu-88 çeşidinde tespit edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki düzeyde önemli olduğu tespit edilirken, en yüksek ozmotik potansiyel kontrol uygulamasında 0.93±0.06 -Mpa olarak belirlenmiş en düşük ozmotik potansiyel ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında 1.03±0.14 -MPa olarak tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre kuraklık ile ozmotik potansiyel azalmıştır. Kuraklık ve salisilik asit uygulamalarının ozmotik potansiyelleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Çeşitlerin tamamında uygulamalara gösterdikleri tepkiler istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Tir ve Altay 2000 çeşitlerinde salisilik asit uygulamaları ozmotik potansiyeli artırmış, Alparslan çeşidinde salisilik asit uygulamaları ozmotik potansiyeli azaltmıştır. Doğu-88 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde ise salisilik asit uygulama dozuna bağlı olarak farklı tepkiler elde edilmiş, kuraklık+SA<sub>1</sub> uygulaması ozmotik potansiyeli düşürürken, kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulaması yükseltmiştir.

Membran permeabilitesi kriterinde çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. Çeşitler arasında en yüksek membran permeabilitesi Tir buğdayında % 16.29 olarak belirlenmiş, en düşük membran permeabilitesi Alparslan çeşidinde % 11.89 olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar açısından membran

permeabilitesinde istatistiki düzeyde önemli farklılıklar tespit edilmiş, en yüksek membran permeabilitesi kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında % 20.34 olarak belirlenmiş, en düşük değer ise kontrol uygulamasında % 9.17 olarak elde edilmiştir. Çeşitlerin uygulamalara verdiği tepkiler Tir buğdayı dışındaki tüm çeşitlerde istatistiki düzeyde önemli bulunmuş ve tüm çeşitlerde kontrole göre kuraklıkla beraber artan membran permeabilitesi salisilik asit uygulamaları ile daha fazla artmıştır.

Klorofil miktarı bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek klorofil miktarı 56.37±3.89 µg/mg ile Altay 2000 çeşidinde belirlenmiş, en düşük klorofil miktarı ise 48.05±3.44 µg/mg ile Alparslan çeşidinden elde edilmiştir. klorofil miktarına uygulamaların etkisi de istatistiki olarak önemli bulunmuş, kuraklıkla azalan klorofil miktarı salisilik asit uygulamaları ile uygulama dozuna paralel şekilde artış göstermiştir. En düşük klorofil miktarı kuraklık uygulamasında 50.84±2.26 µg/mg olarak belirlenirken en yüksek klorofil miktarı kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında 54.86±5.05 µg/mg olarak tespit edilmiştir. Çeşitlerin uygulamalara gösterdikleri tepkiler ise Tir, Alparslan ve Bezostaya 1 çeşitlerinde istatistiki olarak önemli olmazken, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde istatistiki olarak önemli bulunmuş ve salisilik asit uygulamaları uygulanan doza paralel şekilde klorofil miktarını artırmıştır.

Yaprak su tutma kapasitesi özelliğinde ise çeşitler arasında istatistiki düzeyde bir farklılık tespit edilmemiş, yaprak su tutma kapasitesi yönünden en yüksek değer 0.30±0.20 g g<sup>-1</sup>saat<sup>-1</sup> ile Tir buğdayında belirlenirken, en düşük değer ise 0.20±0.17 g g<sup>-1</sup>saat<sup>-1</sup> ile Altay 2000 çeşidinde tespit edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunurken, en yüksek değer kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında 0.56±0.06 g g<sup>-1</sup>saat<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş, en düşük yaprak su tutma kapasitesi ise 0.11±0.04 g g<sup>-1</sup>saat<sup>-1</sup> değeri ile kuraklık uygulamasından alınmıştır. Tüm çeşitlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuş ve salisilik asit uygulamaları ile uygulama dozuna paralel artış gerçekleşmiştir. Sadece Doğu-88 çeşidinde düşük salisilik asit dozu (SA<sub>1</sub>) ile bir miktar azalma kaydedilmiş, Alparslan çeşidinde ise yine SA<sub>1</sub> dozunda yaprak su tutma kapasitesi kuraklık uygulaması ile aynı değeri almıştır. Fakat bu iki çeşitte de kuraklık+SA<sub>2</sub> dozu ile yaprak su tutma kapasitesinde artış meydana gelmiştir.

Nispi nem içeriği parametresinde çeşitler arasında istatistiki düzeyde farklılık tespit edilmemiş, en yüksek değer % 92.23±2.25 ile Alparslan çeşidinde belirlenmiş en düşük değer ise % 87.47±6.90 ile Tir buğdayında tespit edilmiştir. Uygulamalar arasındaki nispi nem içeriklerindeki farklılıklar ise istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Kontrole göre kuraklık uygulaması ile azalan nispi nem içeriği kuraklık+SA<sub>1</sub> ile yükselmiş, kuraklık+SA<sub>2</sub> ile azalmıştır. Uygulamalar bakımından en yüksek nispi nem içeriği kontrol uygulamasında % 92.90±2.05 olarak belirlenirken, en düşük değer ise kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasında % 87.01±3.72 olarak tespit edilmiştir. Çeşitlerin uygulamalara gösterdikleri tepkiler ise Tir buğdayında istatistiki olarak önemli bulunurken diğer çeşitlerde önemsiz bulunmuştur. Tir buğdayında kuraklık uygulaması ile azalan nispi nem içeriği salisilik asit uygulamaları ile artış göstermiştir. Düşük doz salisilik asit(SA<sub>1</sub>) uygulamasında gerçekleşen artış yüksek doz salisilik asitten(SA<sub>2</sub>) daha fazla olmuştur.

Toprak üstü yaş ağırlık bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. En yüksek toprak üstü yaş ağırlık değeri Alparslan çeşidinde 2.57±0.85 g b<sup>-1</sup> olarak, en düşük değer ise Tir buğdayında 2.24±1.40 g b<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ise istatistiki düzeyde önemli bulunmuş, kuraklıkla beraber azalan toprak üstü ağırlık salisilik asit uygulamaları ile uygulama dozuna paralel şekilde artmıştır. En düşük değer 1.44±0.66 g b<sup>-1</sup> ile kuraklıkta, en yüksek değer ise 4.04±0.95 g b<sup>-1</sup> olarak kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan tüm çeşitlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin salisilik asit uygulamalarına tepkileri farklı olmuştur. Tir, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde kuraklıkla azalan ağırlık salisilik asit uygulama dozuna paralel olarak artış göstermiştir. Alparslan çeşidinde salisilik asit uygulama dozu arttıkça ağırlık azalmıştır. Bezostaya 1 çeşidinde ise düşük doz salisilik asit (SA<sub>1</sub>) ağırlık miktarını azaltırken, yüksek doz salisilik asit (SA<sub>2</sub>) artırmıştır.

Toprak üstü kuru ağırlık bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuş. En yüksek toprak üstü kuru ağırlık Alparslan çeşidinde (0.69±0.20 g b<sup>-1</sup>), en düşük değer ise Tir buğdayında (0.57±0.31 g b<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Aralarındaki farklılıkların önemli olduğu uygulamalarda ise en yüksek toprak üstü kuru ağırlık kontrol uygulamasında (0.92±0.21 g b<sup>-1</sup>), en düşük değer ise kuraklık

uygulamasında ( $0.46 \pm 0.22 \text{ g b}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. kuraklıkla azalan ağırlık salisilik asit uygulama dozuna paralel şekilde artmıştır. Tüm çeşitlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin salisilik asit uygulamalarına tepkileri farklı olmuştur. Tir, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde kuraklıkla azalan ağırlık salisilik asit uygulama dozuna paralel olarak artış göstermiştir. Alparslan çeşidinde salisilik asit uygulama dozu arttıkça ağırlık azalmıştır. Bezostaya 1 çeşidinde ise düşük doz salisilik asit ( $SA_1$ ) ağırlık miktarını azaltırken, yüksek doz salisilik asit ( $SA_2$ ) artırmıştır.

Çeşitlerin toprak altı yaş ağırlıklar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek toprak altı yaş ağırlık  $1.69 \pm 0.68 \text{ g b}^{-1}$  ile Bezostaya 1 çeşidinde, en düşük ağırlık ise  $1.34 \pm 0.37$   $1.34 \pm 0.36 \text{ g b}^{-1}$  ile Alparslan ve Tir çeşitlerinde belirlenmiştir. Uygulamalar açısından toprak altı yaş ağırlıklar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Kuraklık uygulaması ile azalan toprak altı yaş ağırlık değeri salisilik asit uygulama dozuna paralel olarak artmıştır. En düşük toprak altı yaş ağırlık  $1.12 \pm 0.26 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık, en yüksek değer ise  $1.96 \pm 0.62 \text{ g b}^{-1}$  olarak kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan beş ekmeklik buğday çeşidinin toprak altı yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak Doğu-88 ve Alparslan çeşitlerinde önemsiz, Tir, Altay 2000 ve Bezostaya 1 çeşitlerinde önemli bulunmuştur. Tir ve Altay 2000 çeşitlerinde salisilik asit uygulamaları toprak altı yaş ağırlığı arttırırken, Bezostaya 1 çeşidinde  $SA_1$  dozu azaltmış  $SA_2$  dozu ise artırmıştır.

Toprak altı kuru ağırlık bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. En yüksek toprak altı kuru ağırlık değeri Bezostaya 1 çeşidinde  $0.56 \pm 0.26 \text{ g b}^{-1}$  olarak, en düşük değer ise Tir buğdayında  $0.40 \pm 0.10 \text{ g b}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar ise istatistiki düzeyde önemli bulunmuş, en düşük toprak altı kuru ağırlık  $0.39 \pm 0.10 \text{ g b}^{-1}$  ile kuraklık+ $SA_1$  uygulamasında, en yüksek değer ise  $0.56 \pm 0.24 \text{ g b}^{-1}$  ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Toprak altı kuru ağırlık, salisilik asit uygulaması ile kuraklık uygulamasına göre kuraklık+ $SA_1$  uygulaması azaltırken, kuraklık+ $SA_2$  uygulaması artırmıştır. Doğu-88 çeşidi dışındaki çeşitlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Tir buğdayında salisilik asit uygulamaları toprak altı kuru ağırlığı arttırırken, Alparslan ve Altay 2000 çeşitlerinde azaltmıştır.

Bezostaya 1 çeşidin de ise SA<sub>1</sub> dozu toprak altı kuru ağırlığı azaltırken, SA<sub>2</sub> uygulaması artırmıştır.

Sodyum potasyum oranı bakımından çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Çeşitler arasında en yüksek oran 0.09±0.03 µg/mg ile Bezostaya 1, en düşük oran ise 0.06±0.03 µg/mg ile Doğu-88 çeşidinde belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek oran 0.10±0.02 µg/mg ile kuraklık+SA<sub>2</sub>, en düşük oran ise 0.05±0.01 µg/mg ile kuraklık uygulamasında tespit edilmiştir. Çeşitlerin, sodyum potasyum oranı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak Tir, Alparslan ve Bezostaya 1 çeşitlerinde önemsiz, Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde ise önemli bulunmuştur. Doğu-88 ve Altay 2000 çeşitlerinde salisilik asit uygulamaları sodyum potasyum oranını artırmıştır.

İncelenen tüm parametreler çeşitler bazında ele alındığında sürme hızı, sürme gücü, bayrak yaprak alanı ve klorofil miktarı dışındaki parametreler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Sürme hızı ve sürme gücünde Tir buğdayı, bayrak yaprak alanında Bezostaya 1 ve klorofil miktarında ise en yüksek değer Altay 2000 çeşidinde belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen parametreler, uygulamalar bakımından değerlendirildiğinde; sodyum potasyum oranı dışındaki tüm parametrelerde uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sürme hızı, sürme gücü, bayrak yaprak alanı, ozmotik potansiyel, nispi nem içeriği, toprak üstü yaş ağırlık, toprak üstü kuru ağırlık, toprak altı yaş ağırlık ve toprak altı kuru ağırlık değerlerinde en yüksek değerler kontrol uygulamasından, membran permeabilitesi, klorofil miktarı ve yaprak su tutma kapasitesi kriterlerinde en yüksek değerler kuraklık+SA<sub>2</sub> uygulamasından alınmıştır. En düşük değerler ise genel olarak kuraklık uygulamasında elde edilmiştir.

Ülkemizde çoğunlukla kuru tarım sisteminde yetiştirilmekte olan buğdayın tüm vejetasyon dönemi boyunca farklı zamanlarda kuraklıktan etkilenir olması, birim alan tane veriminde dalgalanmalara neden olmaktadır. Abiyotik stres faktörlerinin üretime olumsuz yansıdığı koşulların başında gelen kuraklığın zararlı etkilerini azaltan uygulamaların belirlenerek, yaygınlaştırılması gereklidir. Bu bağlamda, kurak şartlarda belirlenmiş olan buğday çeşitlerine salisilik asitin büyüme ve bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; çeşitlerin kuraklığa gösterdikleri tepkilerin

farklı olduğu tespit edilmiştir. İncelenen özellikler bakımından salisilik asit uygulamasının Doğu-88, Altay 2000, Bezostaya 1 çeşitleri ve Tir buğdayı popülasyon hattında kuraklığa toleransı artırıcı etkide bulunduğu ve salisilik asit dozları ( 0.1 mM kg<sup>-1</sup> SA ve 1.0 mM kg<sup>-1</sup> SA) açısından farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar salisilik asitin kuraklığa tolerans göstermede önemli etkide bulunabilecek bitki büyüme düzenleyicisi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Elde edilebilecek sonuçlar, kullanılan çeşit, salisilik asit uygulama şekli, zamanı ve dozuna göre farklılıklar gösterebileceği için, bu çalışma konuyla ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutabilecektir.



## KAYNAKLAR

- Abdalla, M. M., El-Khoshiban, N. H., 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*, **3** (12): 2062-2074.
- Abreu, M. E., Munne-Bosch, S., 2009. Salicylic acid deficiency in NahG transgenic lines and sid mutants increases seed yield in the annual plant *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany*, **60**, 1261– 1271.
- Achilea, O., 2002. Alleviation of salinity - induced stress in cash crops by multi-K (potassium nitrate), five cases typifying the underlying pattern. *ISHS Acta Horticulturae 573. International Symposium on Techniques to Control Salination for Horticultural Productivity*. 30 March 2002, Antalya, Turkey.
- Aktaş, Y. L., 2001. *Vitis vinifera L. cv. Sultani' de Salisilik Asit Uygulamasının Yaprak Proteinleri İçeriği Üzerine Etkileri*. (doktora tezi), Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- Alam, S. M., (1999). Nutrient uptake by plants under stress conditions. In Pessaraki M., *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 285-314.
- Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., Karanov, E., 2001. The effect of drought ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment*, **24** (12): 1337-1344.
- Alexieva, V., Ivanov, S., Sergiev, I., Karanov, E., 2003. Interaction between stresses. *Bulg. J. Plant Physiol.*, Special Issue, 1-17.
- Allahverdiyev, T. I., Talai, J. M., Huseynova, I. M., Aliyev, J. A., 2015. Effect of drought stress on some physiological parameters, yield, yield components of durum (*Triticum durum* Desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. *Ekin J. Crop. Breed and Gen.*, **1** (1): 50-62.
- Almansouri, M., Kinet, J. M., Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant Soil*, **231**: 243-254.
- Amede, T., 2005. Physiological indicators of drought resistance in common beans (*Phaseolus vulgaris*). 28 May - 1 June 2001, *PABRA Millennium Workshop*, Publ.: September 2005. p. 277-283. Novotel Mount Meru, Arusha, Tanzania.



- Anonim, 2007. Kuraklık Eylem Planı. Bursa İl Özel İdaresi. <http://bursaozelidaresi.gov.tr/kuraklikeylemplani.pdf>. Erişim tarihi: 20.05.2015.
- Anonim, 2013. Food Outlook, <http://www.fao.org/docrep/016/a1993e/a1993e00.pdf>. Erişim tarihi: 20.05.2015.
- Anonim, 2014a. Yıllara göre dünya yaşam süreleri. [www.fao.org/3/a/-14175e.pdf](http://www.fao.org/3/a/-14175e.pdf). Erişim Tarihi: 20.05.2015
- Anonim, 2014b. Tarım İstatistikleri (Bitkisel Üretim İstatistikleri, Bitkisel Ürünler Denge Tabloları), <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim Tarihi: 20.05.2015
- Anonim, 2014c. Van Tarım İl Müdürlüğü Verileri.
- Anonim, 2016a. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü. Tescil edilen çeşitler. <http://arastirma.tarim.gov.tr/gktaem/Menu/12/Tescilli-Cesitlerimiz>. Erişim Tarihi: 08.02.2016.
- Anonim, 2016b. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü. Tescil edilen çeşitler. <http://arastirma.tarim.gov.tr/datae/Menu/30/Serin-Iklim-Tahillari-Birimi>. Erişim Tarihi: 08.02.2016.
- Anyia, A. O., Herzog, H., 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought, *Eur. J. Agron.*, **20**: 327-339.
- Araghi, G. S., Assad, M. T., 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*, **103**: 293-299.
- Arfan, M., Athar, H. R., Ashraf, M., 2007. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stres. *J. Plant Physiol.*, **164**: 685-694.
- Arjenaki, F. G., Jabbari, R., Morshedi, A., 2012. Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, **4** (11): 726-729.
- Ashraf, M., Karim, F., Rasul, E., 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two

- spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth Regulation*, **36**: 49-59.
- Ashraf, M., Iram, A., 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, **200**: 535–546.
- Aslantaş, R., 2013. *Büyümeği Düzenleyici Maddelerin Bahçe Bitkilerinde Kullanımı*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Notu. Erzurum.
- Ayaş, S., Demirtaş, Ç., 2009. Deficit irrigation effects on cucumber (*Cucumis sativus* L. Maraton) yield in unheated greenhouse condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **7** (3-4) : 645- 649.
- Bajji, M., Kinet, J. M., Lutts, S., 2002. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regulation*, **36** (1): 61-70.
- Baalbaki, R. Z., Zuyrak, R. A., Bleik, M. M., Talhouk, S. N., 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science and Technology*, **27** (1): 291- 302.
- Balkan, A., Gençtan, T., 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **10** (2): 44-52.
- Baran, A., Doğan, M., 2014. Tuz stresi uygulanan soyada (*Glycine max* L.) salisilik asidin fizyolojik etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **18** (1): 78-84.
- Barkosky, R. R., Einhellig, F. A., 1993. Effects of salicylic acid on plant water relationship, *J. Chem. Ecol.*, **19**: 237-247.
- Başer. İ., Korkut, K. Z., Bilgin O., 2005. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kurağa dayanıklılıkla ilgili özellikler arasındaki ilişkiler, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **2** (3): 253-259.
- Bayoumi, T. Y., Manal, H. E., Metwali, E. M., 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *African journal of Biotechnology*, **7** (14): 2341-2352.
- Beeflink, W. G., Rozema, J., Huiskes, A. E. L., 1985. *Ecology of Coastal Vegetation*. 2nd Edn., W. Junk Publication. USA., ISBN: 9061935318, pp: 640.

- Begg, J. E., Turner, N. C., 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.*, **28**: 161-217.
- Beltrano, J., Marta G. R., 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: effect on growth and cell membrane stability, *Braz. J. Plant Physiol.*, **20** (1): 29-37.
- Bennet, J., Sinclair, T., Muchow, R., Costello, S., 1987. Dependence of stomata conductance on leaf water potential, turgor and relative water content in field grown soybean and maize. *Crop Sci.*, **27**: 984-990.
- Bergmann, H. L. V., Maachelett, B., Geibel, M., 1994. Increase of stress resistance in crop plants by using phenolic compounds. *International Symposium On Natural Phenols in Plant Resistance*, 1: 13-17 sep. Weeihenstephan, Germany, Acta-Horticulture, 381-390.
- Bezrukova, M. V., Sakhabutdinova, R., Fathutdinova, R. A., Kyldiarova, I. Shakirova, F., 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. *Agrochemiya (Russ)*, **2**: 51-54.
- Bhupinder, S., Usha, K., 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.*, **39**: 137–141.
- Biddington, N. L., 1992. The influence of ethylene in plant tissue culture. *Plant Growth Regul.*, **11**: (2), 173–187.
- Blackman, S. A., Obendorf, R. L., Leopold, A. C., 1995. Desiccation tolerance in developing soybean seeds: The role of stress proteins. *Plant Physiol.*, **93**: 630-638.
- Bloch, D., Hoffmann, C. M., Marlander, B., 2006. Impact of water supply on photosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes, *Eur. J. Agron.*, **24**: 218-225.
- Blum, A., Sinmena, B., Ziv, O., 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat, *Euphytica*, **29**: 727-736.
- Blum, A., Ebrecon, A., 1981. Cell membrane stability as measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.*, **21**: 43–7.
- Blum, A., 1985. Photosynthesis and transpiration in leaves and ear of wheat and barley varieties. *Journal of Experimental Botany*, **36**: 432- 440.

- Blum, A., 1988. *Plant Breeding For Stress Environments*. CRS Press. Inc. Boca Raton. Florida.
- Blum, A., Pnuel, Y., 1998. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, **41** (5): 799 – 810.
- Blum, A., 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive. *Australian Journal of Agricultural Research*, **56**: 1159–1168.
- Bohra J. S., Doffling K., 1993. K nutrition of rice (*Oryz sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*, **152** (2): 299-303.
- Bouaziz, A., Hicks, D. R., 1990. Consumption of wheat seed reserves during germination and early growth as affected by soil water potential. *Plant and Soil*, **128** (2): 161-165.
- Carswel, G. K., Johnson, C. M., Shillito R. D., Harms, C. T., 1989. O-acetylsalicylic acid promotes colony formation from protoplast of an elite maize inbred, *Plant Cell rep.*, **8**: 282-284.
- Carter J. T. E., Patterson, R. P., 1985. Use of relative water content as a selection tool for drought tolerance in soybean. *Fide Agron abstr 77th Annu Meeting*, p. 77.
- Clarke, J. M., McCaig, T. N., 1982. Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. *Crop Science*, **22**: 1036-1040.
- Clarke, J. M., Smith, T. F. F., McCaig, T. N., Green D. G., 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance, *Crop Sci.*, **24**: 537-541.
- Clarke, J. M., DePauw, R. M., Smith T. F. F., 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat, *Crop Sci.*, **32**: 723-728.
- Cornic, G., 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture—not by affecting ATP synthesis. *Trends in Plant Science*, **5** (5): 187-188.
- Cuevas, E., Baeza, P., Lissarrague, J. R., 2006. Variation in stomatal behaviour and gas exchange between mid-morning and mid-afternoon of north-south oriented grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. tempranillo) at different levels of soil water availability, *Sci. Hortic.*, **108**: 173-180.

- Cramer, G. R., 2002. Calcium-sodium interactions under salinity stress. In: *Salinity. Environment-Plants-Molecules*. Eds. A. Lauchli and U. Lüttge. Kluwer Academic Publishers, Invited Review (in press)
- Cristea, M., Drochioue, G., 1987. Possibilities to stimulate germination of thermally treated wheat and maize seeds. *Cercetari Agronomice in Moldova*, **4**: 49-55.
- Cseuz, L., 2009. *Possibilities and limits of breeding wheat (Triticum aestivum L.) for drought tolerance*. (PhD Thesis), PhD School of Plant Sciences, Godllo.
- Çakmak I., 1997. Role of Potassium in protection of higher plants against photooxidative damage. In: Proc. *Regional Workshop of the International Potash Institute*, Bornova, Izmir, Turkey, 26-30 May 1997.
- Çanakçı, S., Munzuroğlu, Ö., 2004. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeliklerinde ağırlık değişimleri, pigment ve protein miktarları üzerine asetilsalisilik asit ve tuz (nacl) uygulamasının karşılıklı etkileri. Gazi Üniversitesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **24** (1): 23-40.
- Çanakçı, S., Munzuroğlu, Ö., 2006. Asetil salisilik asitin mısır (*Zea mays* L.) fidelerinde büyüme ve transpirasyon hızı üzerine etkileri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, **4**: 479- 484.
- Çanakçı, S., Munzuroğlu, Ö. 2007. Asetilsalisilik asitin mısır (zea mays l.) fidelerinin taze ağırlık değişimi, pigment ve protein miktarları üzerine etkileri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, **19** (3): 259-264.
- Çanakçı, S., 2010. Arpa (*Hordeum vulgare* L. cv.) tohumlarının çimlenmesi, çeşitli büyüme parametreleri ve pigment miktarları üzerine salisilik asit ve ferulik asitin etkileri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, **22** (1): 37-45.
- Çekiç, C., 2007. *Kurağa Dayanıklı Buğday (Triticum Aestivum L.) Islahında Seleksiyon Kriteri Olabilecek Fizyolojik Parametrelerin Araştırılması*. (doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Çırak, C., Esendal, E., 2006, Soyada kuraklık stresi. *Omü Zir. Fak. Dergisi*, **21** (2): 231-237.
- Çoban, S. S., 2007. *Nohut Genotiplerinde Kuraklığa Bağlı Fizyolojik Parametreler ve Mineral Beslenme Üzerine Salisilik Asitin Etkisi*. (yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

- Dadaşoğlu, E., Ekinici, M., 2013. Farklı sıcaklık dereceleri, tuz ve salisilik asit uygulamalarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumlarında çimlenme üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, **44** (2): 145-150.
- Daşgan, H. Y., Aktaş, H., Abak, K., Çakmak, İ., 2002. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, **163**: 695-703.
- Datta, K. S., Nanda, K. K., 1985. Effect of some phenolic compounds and gibberellic acid on growth and development of cheena millet (*Panicum miliaceuin* L.). *Indian J. Plant Physiol.*, **28**: 298-302.
- Debouba, M., Gouia, H., Suzuki, A., Ghorbel, M. H., 2006. NaCl stress effects on enzymes involved in nitrogen assimilation pathway in tomato "*Lycopersicum esculentum*" seedling. *Journal of Plant Physiology*, **163**: 1247-1258.
- Dhanda, S. S., Sethi, G.S., 1998. Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica*, **104**: 39-47.
- Dhanda, S. S., Sethi, G. S., Behl, R. K., 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *J. Agronomy and Crop Sci.*, **190**: 6-12.
- Dodd, G. L., Donovan, L. A., 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany*, **86** (8): 1146-1153.
- Doğan, M., Tıpırdamaz, R., Demir, Y., 2010. Salt resistance of tomato species grown in sand culture, *Plant Soil Environment*, **56** (11), 499-507.
- Duygu, E., 1981. Aspirin ve Tarım, *Bilim ve Teknik*, 165-169.
- Egert, M., Tevini, M., 2002. Influence of drought on physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Experimental Botany*, **48**: 43-49.
- Egilla, J. N, Davies F. T, Malcolm C. D., 2001. Effect of K on drought resistance of Hibiscus rosa-sinensis cv. Leprechaun: Plant growth, leaf macro- and micronutrient content and root longevity. *Plant and Soil*, **229** (2): 213-224.
- Einhellig, F. A., Rasmussen, M. S., Schon, M. K., 1985. Effects of Allelochemicals on Plant-Water Relationship. In: *The Chemistry of Allelopathy*. (Ed.): A.C. Thompson. American Chemical Society, Washington, D.C. pp 170-195.

- El-Tayeb, M. A., 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, **45**: 215-224.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Alpaslan, M., 2007. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Sci. Hortic.*, **113**: 120-128.
- Farah, S. M., 1981. An examination of the effects of water stress on leaf growth of crops of field beans (*Vicia faba* L.) 1. crop growth and yield. *J. Agric. Sci. Camb.*, **96**: 327-336.
- Farooq, S., Azam, F., 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. *Journal of Plant Physiology*, **163**: 629-637.
- Farquhar, G. D., Wong, S. C., Evans, J. R., Hubic, K. T., 1989. *Photosynthesis and Gas Exchange*. In: H.G. Jones, T.J. Flowers & M.B. Jones (Eds.), *Plant under Stress*, pp 47–69. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fayez, K. A., Bazaid, S. A., 2014. Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **13**: 45–55.
- Fernandez-Conde, M. E., De La Haba, P., Gonzalez-Fontes, A., Maldonado, J. M., 1998. Effects of drought (water stress) on growth and photosynthetic capacity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *5th Internet World Congress for Biomedical Sciences*, December 7-16, Canada.
- Ferrarese, I., Moretto, P., Trainotti, L., Rascio, N., Casadoro, G., 1996. Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid, *Journal of Experimental Botany*, **47**: 251-257.
- Ferrara, G. O., Mosaad, M. G., Mahalaksmi, V., Fisher, R. A., 1995. Photoperiod and vernalization responses of wheat under controlled environment and field conditions, *Plant Breeding*, **141**: 505-509.
- Fischer, R. A., Wood J. T., 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars. III. yield associations with morphophysiological traits, *Aust. J. Agric. Res.*, **30**: 1001-1020,
- Foyer, C. H., Descourvieres. P., Kunert, K. J., 1994. Photo oxidative stress in plants. *Plant. Physiol.*, **92**: 696-717.

- Foyer, C. H., Noctor, G., 2000. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling. *New Phytol.*, **146**: 359-388.
- Fu, J., Huang, B., 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress, *Environ. Exp. Bot.*, **45**: 105-114.
- Gandar, P. W., Tanner, C. B., 1976. Leaf growth, tuber growth and water potential in potatoes. *Crop Sci.*, **16**: 344-338.
- Glass, A. D. M., 1973. Influence of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake. *Plant Physiology*, **51**: 1037-1042.
- Ghoulam, C., Fores, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science and Technology*, **29**: 357-364.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ Exp Bot.*, **47**: 39- 50.
- Golestani, A. S., Assad, M. T., 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*, **103**: 293-299.
- Gomez, L., Blanca L., Antonio, C. S., 1993. Evidence of the beneficent action of the salicylic acid on wheat genotypes yield under restricted irrigation. In Proc. *Scientific Meeting on Forestry, Livestock and Agriculture*, Mexico., p.112.
- Gökmen, E., 2011. *Nohut Genotiplerinin Kuraklık Stresine Karşı Gösterdikleri Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tepkilerin Belirlenmesi*. (yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Konya.
- Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Zarrounk, M., 2008. Changes in lipid composition, water relations and gas exchange in leaves of two young ‘Chemlali’ and ‘Chetoui’ olive trees in response to water stress. *Plant and Soil*, **311** (1): 121-129.
- Gunjaca, J., Sarcevic, H., 2000. Survival analysis of the wheat germination data. **22 nd Int. Conf. Infor. Thecno**. Interfaces ITI 2000, 307- 310, Pula, Croatia.



- Guo, Z. Q., Liu, X. Y., Zhang, J. R., 1988. Study on physiological criteria of drought resistance in soybean. *Shanxi-Agricultural Science*, **4**: 6-9.
- Guoxiong, C., Krugman, T., Fahima, T., Korol, A. B., Nevo, E., 2002. Comparative study on morphological and physiological traits related to drought resistance between xeric and mesic *Hordeum spontaneum* lines in Israel. *Barley genetic Newsletter*, **32**: 22-33.
- Gusta, L. V., Chen, T. H. H., 1987. Wheat and wheat improvement. *Agronomy monograph*, **13** (2nd edition): 115-149.
- Güneri Bağcı, E., 2010. *Nohut (Cicer arietinum L.) Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi*. (doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı. Ankara.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., Çiçek N., Güneri, E., Eraslan, F., Güzelordu, T., 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, **51** (6): 687-695.
- Güneş, A., Adak, M. S., İnal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Çiçek, N., Kayan, N., Soylu, B., 2006. Mercimek ve nohut bitkilerinde kuraklığa bağlı oksidatif stres ve fizyolojik tolerans mekanizmalarının belirlenmesi. *Bilimsel Araştırma Projesi*. Ankara Üniversitesi.
- Güneş, M., Aktaş, M., 2008. Su stresinde yetiştirilen genç mısır bitkisinde potasyum uygulamasının gelişme ve verim üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **12** (2): 33-36.
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., Adak, M. S., Eraslan, F., Güneri, E., Çiçek, N., 2008a. Effect of drought stress implemented at pre-and post-anthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Rus. J. Plant Physiol.*, **55** (1): 59-67.
- Güneş, A., Kadioğlu, Y. K., Pilbeam, J. D., İnal, A., Çoban, S., Aksu, A., 2008b. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Essential and nonessential element uptake determined by polarized energy dispersive X-ray fluorescence. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **39**, Issue 13 & 14: 1904 – 1927.

- Gürbüz, A., Kaya, G., Kaya, M. D., Kaya, M., Divanlı Türkan, A., Çiftçi, C. Y., 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22** (1): 69-74.
- Grewal, J. S., Singh, S. N., 1980. Effect of potassium nutrition on frost damage and yield of potato plants on alluvial soils of Punjab (India). *Plant and Soil*, **57**: 105-110.
- Habibi, G., 2012. Exogenous salicylic acid alleviates oxidative damage of barley plants under drought stress. *Acta Biologica Szegediensis*, **56** (1): 57-63.
- Hamdy, A., Ragab, R., Scarascia-Mugnozza, E., 2003. Coping with water scarcity: water saving and increasing water productivity. *Irrig. Drain.*, **52**: 3- 20.
- Harborne, J. B., 1980. Plant Phenolics. In: *Secondary Plant Products*. E. A. Bell, B. V. Charlwood (ed.), Springer Verlag, Berlin, 329-402.
- Hasegawa, P. M., 1998. Stress Physiology. In: *Plant Physiology* (Eds.: L. Taiz and E. Zeiger). Sinauer Associates Inc.: Massachusetts, pp. 725-757.
- He, Y. L., Liu, Y. L., Chen, Q., Bian, A. H., 2002. Thermotolerance related to antioxidation induced by salicylic acid and heat hardening in tall fescue seedlings. *J. Plant Physiol. Mol. Biol.*, **28**: 89-95.
- Hsiao, T. C., 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, **24**: 519-570.
- Hsiao, T. C., Lauchli, A., 1986. *Role of Potassium in Plant-Water Relations*. In: Advances in Plant Nutrition, Tinker, B. and Läuchli, A. (eds.), Vol. 2. Praeger Scientific, New York, pp. 281-312.
- Hu Song, P., Yang, H., Zou, G. H., Liu, H. Y., Liu, G. L., Mei, H. W., Cai, R., Liu, M. S., Luo, L. J., 2007. Relationship between coleoptile length and drought resistance and their QTL mapping in rice, *Rice Science*, **14** (1): 13-20.
- ISTA, 1996. International rules for seed testing, Rules, *Seed Science Technol.*, **24**, Supplement.
- Itai, C., Ben-Zioni, A., Ordin, L., 1973. Correlative changes in endogenous hormone levels and shoot growth induced by short heat treatments to the root. *Physiologia Plantarum*, **29** (3): 355-360.

- Jackson, P. A., Robertson, M., Cooper, M., Hammer, G., 1996. The role of physiological understanding in plant breeding: from a breeding perspective. *Field Crops Res.*, **37**: 11-23.
- Jagtap, V., Bhargava, S., Streb, P., Feierabend, J., 1998. Comparative effect of water, heat and light stress on photosynthetic reaction in *sorghum biocolor* (L.) Moench. *J. Exp. Bot.*, **49**: 1715-1721.
- Jain, A., Srivastava, H. S., 1981. Effect of salicylic acid on nitrate reductase activity in maize seedlings. *Physiol. Plant*, **51**: 339-342.
- Jajarmi, V., 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivars. World Academy of Science, *Engineering and Technology*, **49**: 105- 106.
- Janda, T., Szalai, G., Tari, I., Paldi, E., 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plant. *Planta*, **208**: 175-180.
- Jensen, J. R., Tophoj, H., 1985. Potassium induced improvement of yield response in barley exposed to soil water stress. *Irrigation Science*, **6** (2): 117-129.
- Jones, M. M., Turner, N. C., 1978. Osmotic adjustment in leaves of *Sorghum* in response to water deficits. *Plant Physiol.*, **61**: 122–126.
- Jung, J. L., Fritting, B., Hahne, G., 1993. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Pathogenesis-related proteins (induction by aspirin (acetylsalicylic Acid) and characterization). *Plant physiology*, **101** (3): 873-880.
- Jung, V., Alsanus, W. B., Jensen, P., 2001. Effects of some plant and microbial metabolites on germination and emergence of tomato seedlings, *Acta Horticulturae*, **548**: 603- 609.
- Kabiri, R., Nasibi, F., Farahbakhsh, H., 2014. Effect of exogenous salicylic acid on some physiological parameters and alleviation of drought stress in *Nigella sativa* plant under hydroponic culture. *Plant Protect. Sci.*, **50**: 43–51.
- Kacar, B., 1995. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III*. A.Ü.Z.F Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, s: 255.
- Kacar, B., Katkat, A. V., 1988. *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayın No: 127. Vipaş Yayınları 3. Özsan Matbaası, Bursa. s: 595.

- Kacar, B., Katkat A. V., Öztürk, Ş., 2002. **Bitki Fizyolojisi**. Uludağ Üniversitesi Geliştirme Vakfı Yayın No: 198, Vipaş A.Ş. Yayın No: 74. Livane Matbaası, İstanbul. s: 563.
- Kafi, M., Goldani, M., 2001. Effects of water potential and type of osmoticum on seed germination of three crop species of wheat, sugar beet and chickpea. **Agricultural Sciences and Technology**, **15** (1): 121- 133.
- Kalaycı, M., Özbek, V., Çekiç, C., Ekiz, H., Keser, M., Altay, F., 1998. Orta Anadolu koşullarında kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve morfolojik ve fizyolojik parametrelerin geliştirilmesi. Eskisehir, **Tübitak Araştırma Projesi Kesin Raporu**. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. The effect of drought on plants and tolerance mechanisms. **G. U. Journal of Science**, **18** (4): 723- 740.
- Karakaş, B., Ozias Akins, P., Stushnoff, C., Suefferheld, M., Rieger, M., 1997. Salinity and drought tolerance of mannitol accumulating transgenic tobacco. **Plant, Cell and Environment**, **20**: 609- 616.
- Kaya, C., Higgs, D., İkinci, A., 2002. An experiment to investigate ameliorative effects of potassium sulphate on salt and alkalinity stressed vegetable crops. **Journal of Plant Nutrition**, **25** (11): 2545-2558.
- Kaya, C., Tuna, A. L., Ashraf, M., Altunlu, H., 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environ. Exp. Bot.**, **60**: 397-403.
- Kaydan, D., Yağmur M., 2005. Variations in seedling characters of some wheat and barley genotypes during germination, **Pakistan Journal of Biological Sciences**, **8** (9): 1207-1211.
- Kaydan, D., Yağmur, M., 2006. Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi**, **12** (3): 285-293.
- Kaydan, D., Yağmur, M., Okut, N., 2006. Tuz stresi koşullarına uygun buğday ıslahı ve yetiştiriciliği, **Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **11** (1): 62-68.

- Kaydan, D., Yağmur, M., Okut, N., 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). ***Tarım Bilimleri Dergisi*, 13** (2): 114-119.
- Kaydan, D., Yağmur, M., 2008. Van ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma, ***Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14** (4): 350-358.
- Keim, D. L., Kronstak, W. E., 1981. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. ***Crop Sci.*, 21**: 11-15.
- Keyvan, S., 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. ***Journal of Animal & Plant Sciences*, 8** (3): 1051-1060.
- Khaliq, I., Shah, S. A. H., Ahsan, M., Khalid, M., 1999. Evaluation of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) for drought field conditions. ***Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2** (3): 1006-1009.
- Khan, W., Prithviraj, B., Smith, D. L., 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. ***J. Plant Physiol.*, 160**: 485- 492.
- Kling, G. J., Meyer, J. M. M., 1983. Effects of phenolic compounds and IAA on adventitious root initiation in Cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*, ***Hort Science*, 18** (3): 352-354.
- Kocaçalışkan, İ., 2003. ***Bitki Fizyolojisi***. DPÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını, 420.
- Koç, M., Barutçular, C., Genç, I., 2003. Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean environment. ***Crop Sci.*, 43**: 2089-2098.
- Koç, S., 2005. ***Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi***. (yüksek lisans tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Adana.
- Korkmaz, A., Uzunlu, M., Demirkıran, A. R., 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. ***Acta Physiol Plant*, 29**: 503-508.
- Köşkeröğlü, S., 2006. ***Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (Zea mays L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması***. (yüksek lisans tezi) Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Muğla.

- Kulshreshtha, S., Mishra, D. P., Gupta, R. K., 1987. Changes in content of chlorophyll, proteins and lipids in whole chloroplast and chloroplast membrane fractions at different leaf water potentials in drought resistant and sensitive genotypes of wheat. *Photosynthetica*, **21** (1): 65-70.
- Kurt, S., 1998. *Vicia faba L.'da Salisilik Asit Uygulamasının Simbiyotik Azot Fiksasyonu Üzerine Etkisi*. (yüksek lisans tezi), Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- Kuşvuran, Ş., 2004. *Kavunda (Cucumis melo L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Ektivitesi ve Lipid Peroksidasyonundan Yararlanma Olanakları*. (yüksek lisans tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Ankara.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., Abak, K., 2008. Farklı bamyı genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 26-29 Ağustos, Yalova, Türkiye, 329-333.
- Kuşvuran, Ş., 2010. *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar*. (doktora tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Adana.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., Abak, K., 2011. Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *YYÜ Tar Bil Dergisi*, **21** (3): 209-219
- Larque-Saavedra, A., 1975. *Studies on hormonal aspects of plant growth in relation to chemical and environmental treatments*. (Ph. D. thesis), University of London.
- Larque-Saavedra, A., 1978. The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.*, **43**: 126-128.
- Larque-Saavedra, A., 1979. Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, **93** (4), 371-375.
- Lauchli, A., Pflüger, R., 1978. Potassium transport through plant cell membranes and metabolic role of potassium in plants. In: Potassium research- Review and Trends. *Congress of the International Potash Institute*. Bern. p: 111-163.
- Lawlor, D. W., Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.*, **25**: 275-294.

- Lawson, T., Oxborough, K., Morison, J. I. L., Baker, N. R., 2003. The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, light, and water stress in a range of species are similar. *J. Exp. Bot.*, **54**: 1743-1752.
- Lee, S., Kim, S. G., Park, C. M., 2010. Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, **188**: 626- 637.
- Lessani, H., Mojtahedi, M., 2002. *Introduction to Plant Physiology* (Translation). 6th Edn., Tehran University press, Iran, ISBN: 964-03-3568-1, pp: 726.
- Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. 2nd Ed. Academic Press, New York, 607.
- Lian, B., Zhou, X. M., Miransari, M., Smith, D. L., 2000. Effects of salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedlings. *J. Agronomy & Crop Science*, **185**: 187- 192.
- Lilley, J. M., Ludlow, M. M., 1996. Expression of osmotic adjustment and dehydration tolerance in diverse rice lines. *Field Crop Res.*, **48**: 185–197.
- Liu, F., Stützel, H., 2002. Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying, *Eur. J. Agron.*, **16**: 137-150.
- Losanka, P., Pancheval, T., Uzunova, A., 1997. Salicylic acid, properties, biosynthesis and physiological role, *Bulg. J. Plant Physiol.*, **23** (1-2): 85-93.
- Lutts, S., Kinet, J. M., Bouharmont, J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, **78**: 389- 398.
- Maathuis, F. J. M., Sanders, D., 1996. Mechanisms of potassium absorption by higher plant roots. *Physiol. Plant*, **96**: 158- 168.
- Machado, S., Paulsen, G. M., 2001. Combined effects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. *Plant and Soil*, **233**: 179-187.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses. An Overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **444**: 139- 158.
- Marschner, H., 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*.. 2.nd. Edition Academic Press, London, 889.

- Mensah, J. K., Obadoni, B. O., Eroutor, P. G., Onome-Irieguna, F., 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth and yield parameters of sesame (*Seasamum indicum* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, **5**: 1249-1253.
- Meyer, R. F., Boyer, J. S., 1981. Osmoregulation solute distribution and growth in soybean seedlings having low water potentials. *Planta*, **151**: 482-489.
- Mirnoff, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytol.*, **125**: 27-58.
- Mishra, A., Choudhuri, M. A., 1999. Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biol. Plant*, **42**: 409-415.
- Mitchell, A. G., Broadhead, J. F., 1967. Hydrolysis of solubilized Aspirin, *J. Pharm. Sci.*, **56**: 1261-1266.
- Montagu, K. D., Woo, K. C., 1999. Recovery of tree photosynthetic capacity from seasonal drought in the wet-dry tropics: The role of phyllode and canopy processes in *Acacia auriculiformis*. *Aust. J. Plant Physiol.*, **26**: 135-145.
- Monti, L. M., 1986. Breeding plants for drought resistance: The problem and its relevance. Drought resistance in plants. *Meeting Held in Amalfi*, 19 to 23 October 1986, Belgium, 1-8.
- Munns, R., Shazia, H., Rivelli, A. R., James, R. A., Condon, A. G., Lindsay, M. P., 2002. Avenues for increasing salt tolerance of crops and the role of physiologically based selection traits. *Plant Soil*, **247**: 93-105.
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance. bringing them together. *New Phytol.*, **167**: 645-663.
- Murguia, J. R, Belles, J. M, Serrano, R., 1995. A salt-sensitive 3(2), 5-bisphosphate nucleotidase involved in sulfate activation. *Science*, **267**: 232-234.
- Mutlu, F., Bozcuk, S., 2005. Effects of salinity on the contents of polyamines and some other compounds in sunflower plants differing in salt tolerance. *Russian Journal of Plant Physiology*, **52** (1): 29-34.
- Mutlu, S., Karadağoğlu, Ö., Atıcı, Ö., Taşğın, E., Nalbantoğlu, B., 2013. Time-dependent effect of salicylic acid on alleviating cold damage in two barley cultivars differing in cold tolerance. *Turk J. Bot.*, **37**: 343-349.



- Müjdeci, M., Sarıyev, A., Polat, V., 2005. Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) gelişme dönemleri ve yaprak alan indeksinin matematiksel modellenmesi. Ankara Üniversitesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **11** (3) 278-282.
- Nasri, M., Zahedi, H., Moghadam, H. R. T., Ghooshci, F., Paknejad, F., 2008. Investigation of water stress on macro elements in rapeseed genotypes leaf (*Brassica napus*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, **3** (4): 669- 672.
- Nemeth, M., Janda, T., Hovarth, E., Paldi, E., Szali, G., 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Sci.*, **162**: 569- 574.
- Neumann, P. M., Volkenburg, E. V., Cleland, R. E., 1988. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. *Plant Physiol.*, **88**: 233-237.
- Nilsen, E. T., Orcutt, D. M., 1996. Physiology of Plants Under Stress, **Abiotic Factors**. 2nd Edn., John Wiley, Sons Inc., New York, ISBN: 0471170089, pp: 689.
- Niu, X., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M, Pardo, P. M., 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiol.*, **109**: 735-742.
- Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., Mohapatra, K. P., Fujita, K., 2009. Differences in the responses of stem diameter and pod thickness to drought stress during the grain filling stage in soybean plants. *Acta Physiol Plant*, **31**: 271-277.
- Okçu, G, Kaya, M. D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk. J. Agric. For.*, **29**: 237-242.
- Olgun, M., Yıldırım, T., Partigöç, F., 1999. Doğu Anadolu Bölgesi' nde bazı buğday çeşitlerine ait çeşitli özelliklerin belirlenmesi, *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, Konya, (1999), S: 612-615.
- Oliveira Neto, C. F., Silva Lobato, A. K., Gonçalves-Vidigal, M. C., Lobo Da Costa, R. C., Santos Filho , B. G., Ruffeil Alves , G. A., Melloe Silva Maia, W. J., Rodrigues Cruz, F. J., Borges Neves, H. K., Santos Lopes, M. J., 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit

- during three growth stages. *Journal of Food, Agriculture & Environment* **7** (3-4) : 588- 593.
- Özer, H., Oral, E., Karadoğan, T., 1997. Bitkilerde su stresi ve dayanıklılık mekanizması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **28** (3): 488-495.
- Öztürk, A., 1999a. Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, **23**: 531-540.
- Öztürk, A., 1999b. Ekmeklik buğday genotiplerinde kurağa dayanıklılık, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, **23** (Ek Sayı 5): 1237-1247.
- Pancheva, T. V., Popova, L. P., Uzunova, A. N., 1996. Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants, *J. Plant Physiol.*, **149**: 57-63.
- Perez-Lopez, U., Robredo, A., Lacuesta, M., Mena-Petite, A., Munoz-Rueda, A., 2008. The impact of salt stress on the water status of barley plants is partially mitigated by elevated CO<sub>2</sub>. *Environmental and Experimental Botany*, **66** (3): 463-470.
- Perez-Perez, J. G., Syvertsen, J. P., Botia, P., Garcia-Sanchez, F., 2007. Leaf water relations and net gas exchange responses of salinized carrizo citrange seedlings during drought stress and recovery. *Annals of Botany*, **100** (2): 335-345.
- Perrenoud, S., 1977. *Potassium and Plant Health*. Publ. Int. Potash Inst. Born, Worblaufen. Schweiz.
- Praxedes, S. C., DaMatta, F. M., Loureiro, M. E., Ferrao, M. A. G., Cordeiro, A. T., 2006. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. kouillou) leaves, *Environ. Exp. Bot.*, **56**: 263-273.
- Premchandra, G. S., Saneoka, H., Ogata, S., 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance as affected by applied nitrogen in soybean. *J. Agric. Sci. Camb.*, **115**: 63- 66.
- Quila, A. D., 1992. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under the osmotic stress of polyethylene glycol. *Annals of Botany*, **69**: 167- 171.
- Rajasekaran, L. R., Blake, T. J., 1998. Early growth invigoration of jack pine seedlings by natural plant growth regulators, *Trees-Structure and Funktion*, **12** (7): 420-423.

- Rajasekaran, L. R., Blake, T. J., 1999. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings, *J. Plant Growth Regul.*, **18**: 175-181.
- Rajjou, L., Belghazi, M., Huguet, R., Robin, C., Moreau, A., Job, C., Job, D., 2006. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on *Arabidopsis* seed germination and establishment of early defense mechanisms. *Plant Physiology*, **141**: 910–923.
- Ramachandra Reddy, A., Chaitanya, K. V., Jutur, P. P., Sumithra, K., 2004. Differential Antioxidative Responses To Water Stress Among Five Mulberry (*Morus Alba* L.) Cultivars, *Environ. Exp. Bot.*, **52**: 33-42.
- Ramagopal, S., 1990. Inhibition of seed germination by salt and its subsequent effect on embryonic protein synthesis in barley. *Journal of Plant Physiology*, **136** (5): 621-625.
- Ramanujam, M. P., Jaleel, V. A., Kumaravelu, G., 1998. Effect of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of *Vigna mungo*, *Biologia Plantarum*, **41** (2): 307-311.
- Rao, M. V., Paliyath, G., Ormrod, D. P., Murr, D. P., Watkins, C. B., 1997. Influence of salicylic acid on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production, oxidative stress, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-metabolizing enzymes (salicylic acid-mediated oxidative damage requires H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). *Plant Physiol.*, **11** (5): 137-149.
- Rao, P. B., Kaur, A., Tewari, A., 2008. Drought resistance in seedlings of five important tree species in Tarai Region of Uttarakhand. *Tropical Ecology*, **49** (1): 43-52.
- Rascio, A., Platani, C., Scalfati, G., Tonti, A., Fonzo, N. D., 1994. The accumulation of solutes and water binding strength in durum wheat. *Physiol. Plant*, **90**: 715-721.
- Raskin, I., 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **43**: 439- 463.
- Raskin, I., 1995. Salicylic Acid. In PJ Davies, ed, *Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 188- 205. New York. USA.
- Rauf, M., Munir, M., Hassan, M. U., Ahmad, M., Afzal, M., 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *Afr. J. Biotechnol.*, **6** (8): 971- 975.

- Reynolds, M. P., Rajaram, S., Sayre, K. D., 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. *Crop Science*, **39**: 1611-1621.
- Richards, R. A., Condon, A. G., Rebetzke, G. J., 2001. Traits to improve yield in dry environments: In *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Ed: M. P. Reynolds, J. I. Ortiz-Monasterio, A McNab. P: 88-101 Mexico: CIMMYT.
- Ritchie, S. W., Nguyen, H. T., Holaday, A. S., 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop sci.*, **30**: 105-111.
- Robertson, M. J., Giunta, M. J., 1994. Responses of spring wheat exposed to preanthesis water stress. *Ausl. J. Agric. Res.*, **45**: 19-35.
- Romanello, G. A., Chuchra-Zbytniuk, K. L., Vandermer, J. L., Touchette B. W., 2008. Morphological adjustments promote drought avoidance in the wetland plant *Acorus americanus*. *Aquatic Botany*, **89**: 390–396.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L., Ruiz, J. M., 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: Effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.*, **43** (4): 855-862.
- Roy, N. N., Murty, B. R., 1970. A selection procedure in wheat for stress environment, *Euhytica*, **19**: 509-521.
- Sade, B., 2008. Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, Konya, s. 230-235.
- Sairam, R. K., 1994. Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Ind. J. Exp. Biol.*, **32**: 594-597.
- Sairam, R. K., Saxena, D. C., 2000. Oxidative stress and antioksidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *J. Agronomy&Crop Science*, **184**: 55-61.
- Sakuri, N., Kuraishi, S., 1988. Water potential and mechanical properties of the cell wall of hypocotyls of dark grown squash (*cucurbita maxima* Duch.) under water stress conditions. *Plant Cell Physiol.*, **29**: 1337-1343.
- Sankar, B., Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Panneerselvan, R. 2008. Relative efficacy of water use in five varieties of

- Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. under water limited conditions. *Biointerfaces*, **62**: 125-129.
- Salisbury, F. B., Ross, C. W., 1992. Plant Physiology, Editor Carey, J.C., In: *Stress Physiology*, **18** (400): 529-575.
- Schlemmer, M. R., Francis, D. D., Shanahan, J. F., Schepers J. S., 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agron. J.*, **97**: 106-112.
- Schonfeld, M. A., Johnson, R. L., Carver, B. F., Mornhinweg, D. W., 1988. Waier relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Sci.*, **28**: 526-531.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., Dixon, K., 2000. Acetyl salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul.*, **30**: 157-161.
- Sen Gupta, B., Nandi, A. S., Sen, S. P., 1982. Utility of phyllosphere N<sub>2</sub> – fixing micro organisms in improvement of crop growth. I. Rice. *Plant and Soil.*, **68**: 55-67.
- Siddique, M. R. B., Hamid, A., Islam, M. S., 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **40**: 141-145.
- Smit-Spinks, B., Swanson, B. T., Markhart, A. H., 1984. Changes in water relations, water flux and root exudate abscisic acid content with cold acclimation of *Pinus sylvestris* L., *Aust J Plant Physiol.*, **11**: 431-441
- Singh, G., Kaur, M., 1980. Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* L. Wiiczek). *Indian J. Plant Physiol.*, **23**: 366-370.
- Singh, B., Usha, K., 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.*, **39**: 137-141.
- Sivritepe, N., Ertürk, U., Yerlikaya, C., Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., 2008. Response of the cherry rootstock to water stress induced *in vitro*. *Biologia Plantarum*, **52** (3): 573-576.
- Shakirova, F. M., Bezrukova, M. V., 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biol. Bull. (Izv. Russ. Acad. Sci.)*, **24**: 109-112.

- Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fathutdinova, R. A., Fathutdinova, D. R., 2003a. Changes in hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, **164**: 317-322.
- Shakirova, F. M., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, D. R., Sakhabutdinova, A. R., 2003b. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant. Physiol.*, Special Issue. 214-219.
- Shannon, M. C., 1997. Adaptation of plants to salinity. *Adv. Agron.*, **60**: 75-120.
- Sharafizad, M., Naderi, A., Siadat, S. A., Sakinejad, T., Lak, S., 2013. Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress, *Journal of Agricultural Science*, **5** (3): 179-199.
- Shettel, N. L., Balke, N. E., 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals, *Weed Science*, **31**: 293-298.
- Socias, F. X., Correia, M. J., Chaves, M. M., Medrano, H., 1997. The role of abscisic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. *J. Exp. Bot.*, **48**: 1281-1288.
- Stevens, J., Senaratna, T., Sivasithamparam, K., 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. *Plant Growth Regulation*, **49**: 77-83.
- Stoyanov, Z. Z., 2005. Effects of water stress on leaf water relations of young bean plants. *Journal Central European Agriculture*, **6** (1): 5-14.
- Szepesi, A., Csiszar, J., Bajkan, S., Gemes, K., Horvath, V., Erdei, L., Deer, A. K., Simon, M., Tari, I., 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt and osmotic stress. *Proceedings of the 8th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6th Hungarian Conference on Photosynthesis* 49(1-2):123-125, Acta Biologica Szegediensis.
- Taleisnik, E., Peyran, G., Arias, C., 1997. Respose of chloris gayana cultivars to salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Trop. Grassl.*, **31**: 232-240.
- Taner, S., Sade, B., 2005. Düşük sıcaklığın serin iklim tahıllarına etkileri, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, **2**: 19-28.
- Tarczynski, M. C, Jensen, R. G, Bohnert, H. J., 1993. Stress protection of transgenic tobacco by production of the osmolyte mannitol. *Science*, **259**: 508-510.

- Tardieu, F., 1996. Drought perception by plants do cells of droughted plants experience water stress. *Plant Growth Regulation*, **20** (2): 93-104.
- Taş, S., Taş, B., 2007. Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidity in Turkiye. *World J. Agri. Sci.*, **3** (2): 178-183.
- Tavakkolli, E., Fatehi, F., Rengasamy, P., McDonald, G., 2012. A comparison of hydroponic and soil-based screening methods to identify salt tolerance in the field in barley. *Journal of Experimental Botany*, **63** (10): 3853-3868.
- Tester, M., Blatt, M. R., 1989. Direct measurement of K channels in tylakoid membrans by incorporation of vesicles into planar lipid bilayers. *Plant Physiol.*, **91**: 249- 252.
- Tisdale, S. I., Nelson, W. L., Beaton, J. D., 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Pub. Co. New York, pp: 249-291.
- Tiwari, J. K., Munshi, A. D., Kumar, R., Pandey, R. N., Arora, A., Bhat, J. S., Sureja, A. K., 2010. Effect of salt stress on cucumber: Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio, osmolyte concentration, phenols and chlorophyll content. *Acta Physiol. Plant*, **32**: 103-114.
- Turner, N. C., 1986. Crop water deficits .A decade of progress. *Advan. in Agron.*, **39**: 1-51.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. differantial responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of droutght-tolerant *Phaseolus acutifolius* gray and drought sensetive *Phaseolus vulgaris* L. Subjected to polyethylene glycol mediates water stres. *Plant Science*, **168**: 223-231.
- Türkyılmaz, B., Aktas, L. Y., Güven, A., 2005. Phaseolus vulgaris L.'de salisilik asit uyarımlı bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **17** (2): 319-326.
- Tsuji, W., Ali, M. E. K., Inanaga, S., Sugimoto, Y., 2003. Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stres. *Biomedical and Life Sciences*, **46** (4): 583-587.
- Van Den Berg, L., Zeng, Y. J., 2006. Response of South African indigenous grass species to drought stres induced by Polyethylene Glycol (PEG) 6000. *South African Journal of Botany*, **72** : 284 – 286.

- Viets, F. G., 1972. Water Deficits and Nutrient Availability, In Kozlowski TT., Water Deficits and Plant Growth. Vol. III: *Plant Responses and Control of Water Balance*. Academic Press, New York, pp. 217-240.
- Vijayalakshmi, C., Nagarajan, M., 1994. Effect of rooting pattern on rice productivity under different water regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **173** (2): 113-117.
- Wang, W., Zou, Q., Yang, X., Tao, P., Yan L., 1997. Studies on the relativity among coleoptile length, osmotic adjustment and yield in wheat under water stress, *Chinese Bulletin of Botany*, **14**: 55-59.
- Winter, S. R., Musick, J. T, Porter, K. B., 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought resistance in winter wheat, *Crop Sci.*, **28**: 512-526.
- Xie, Z., Zhang, Z. L., Hanzlik, S., Cook, E., Sjen, Q. J. 2007. Salicylic acid inhibits gibberellin-induced alphaamylase expression and seed germination via a pathway involving an abscisic-acidinducible WRKY gene. *Plant Molecular Biology*, **64**: 293–303.
- Yağmur, Y., 2008. *Farklı Asma (Vitis Vinifera L.) Çeşitlerinin Kuraklık Stresine Karşı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Tolerans Parametrelerinin Araştırılması*. (yüksek lisans tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. İzmir.
- Yağmur, M., Kaydan, D., 2008. Early seedling growth and relative water content of triticale varieties under osmotic stress of water and NaCl. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, **4** (6): 767-772.
- Yağmur, M., Kaydan, D., 2009. The Effects of different sowing depth on grain yield and some grain yield components in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under dryland conditions, *African Journal of Biotechnology*, **8** (2): 196-201.
- Yalpani, N., Enyedi, A. J., Leon, J., Raskin, I., 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid and pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. *Planta*, **193**: 373-376.
- Yang, R. C., Jana, S., Clarke, J. M., 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought responsive characters in durum wheat, *Crop Sci.*, **31**: 1484-1491.



- Yaşar, F., 2003. *Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi*. (doktora tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.
- Yuan, L., Fairchild, M. J., Perkins, A. D., Tanentzapf, G., 2010. Analysis of integrin turnover in fly myotendinous junctions. *J. Cell Sci.*, **123** (6): 939- 946.
- Zheng Q. S., Liu, Z. P., Liu, Y. L., Liu, L., 2004. Effects of iso-osmotic salt and water stresses on growth and ionic distribution in aloe seedlings. *Journal of Plant Ecology*, **28** (6): 823-827.
- Zhou, X. M., MacKenzie, A. F., Madramootoo, C. A., Smith, D. L., 1999. Effects of stem-injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *J. Agronomy and Crop Science*, **183**: 103-110,
- Zhu, J., Bie, Z., Li, Y., 2008. Physiological and growth responses of two different salt-sensitive cucumber cultivars to NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*, **54**: 400–407.

## ÖZGEÇMİŞ

Van'da 1981 yılında doğdu. İlköğrenimini Van'da, orta öğrenimini Antalya'da tamamladı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Programına 2002 yılında kayıt yaptırdı ve 2006 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlayarak 2009 yılında Ziraat Yüksek Mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2012 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimine başladı, doktora öğrenimi halen devam etmektedir. Lisans öğreniminden sonra Avrupa Birliği destekli çeşitli projelerde eğitmen ve danışman olarak görev yaptı. Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu'nda Uzman olarak çalışmayı sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.