

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**TUZLULUK STRESİNDE KANOLA BİTKİSİNİN
MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE SALİSİLİK ASİDİN PRİMİNG
UYGULAMASININ ETKİSİ**

Gholam Reza NAZARIAN

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Mustafa Özgür TATAR

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 29.03.2016

Bornova-İZMİR

2016

Gholam Reza NAZARIAN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Tuzluluk Stresinde Kanola Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Salisilik Asidin Priming Uygulamasının Etkisi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’ nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 29.03.2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR



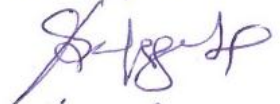
Raportör Üye

: Prof. Dr. Hakan GEREN



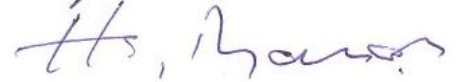
Üye

: Prof. Dr. Mehmet Eşref İRGET



Üye

: Prof. Dr. Hüseyin BAŞAL



Üye

: Yrd. Doç. Dr. Ufuk DEMİREL



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Tuzluluk Stresinde Kanola Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Salisilik Asidin Priming Uygulamasının Etkisi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

29 / 03 / 2016



Gholam Reza NAZARIAN

ÖZET**TUZLULUK STRESİNDE KANOLA BİTKİSİNİN MORFOLOJİK
VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE SALİSİLİK ASİDİN
PRİMING UYGULAMASININ ETKİSİ**

NAZARIAN, Gholam Reza

Doktora Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Özgür Tatar
Mart 2016, 132 Sayfa

Araştırma, 2013–2014 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait sera ve laboratuvarlarda yürütülmüştür. Denemede 5 farklı tuz (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) ve salisilik asidin 5 farklı konsantrasyonu (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2 mM) 4 kanola çeşidine (*Brassica napus* L.) uygulanmış ve bunların morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkileri incelenmiştir.

Tuzluluk çalışmasında, tuz konsantrasyonunun artışı ile tüm çeşitlerde yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, gövde boyu, tomurcuk oluşumu, çiçek oluşumu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, SPAD değeri, kanopi sıcaklık depresyonu, yaprak oransal su içeriği, stoma yoğunluğu, stoma eni, stoma boyu, stoma şekil katsayısı, stoma alanı, potansiyel iletkenlik indeksi ve oransal stoma alanında azalma olmuş, prolin içeriği ve hücre zararlanmasında ise artış olmuştur. Ayrıca kapsül sayısı, kapsül boyu, kapsülde dane sayısı, bin dane ağırlığı ve tek bitki veriminde de düşüş gerçekleşmiştir. Salisilik asit (SA) uygulaması sonucunda, SA'nın artışı ile beraber incelenen karakterlerde artış elde edilmiştir. SA uygulamasının tuzluluğun olumsuz etkisini giderdiği yada, azalttığı izlenmiş ve buna bağlı olarak SA uygulamalarında kontrollere göre daha yüksek verim elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek verim 1.5 mM SA uygulamasında gerçekleşmiştir. 2 mM SA uygulaması bitkilerde toksik etkiye neden olmuştur. Çeşitlerin tuzluluk ve SA uygulamalarına tepkileri incelendiğinde SLM046 çeşidinin tuzluluğa en dayanıklı çeşit, Licord çeşidinin ise en hassas çeşit olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kanola, tuzluluk, salisilik asit, fizyoloji, verim, priming

ABSTRACT**THE EFFECTS OF PRIMING BY SALICYLIC ACID UNDER SALT STRESS ON SOME MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CANOLA PLANT**

NAZARIAN, Gholam Reza

PhD Thesis, Department of Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr Mustafa Özgür TATAR

March 2016, 132 pages

This study was conducted in the greenhouse of the Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2013–2014. The effect of different concentrations of Salicylic acid (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) on morphological and physiological characteristics of four canola varieties (*Brassica napus* L.) grown under application of five different NaCl concentrations (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) were evaluated.

As a result, in all varieties the increase of salt concentration led to a decrease in leaf width, leaf length, stem diameter, stem length, bud formation, flower formation, wet weight, dry weight, SPAD value, canopy temperature depression, relative water content (RWC), stomatal density, stomatal width, stomatal length, stomatal surface (SS), stomatal shape coefficient (SSC), potential conductance index (PCI) and relative stomatal surface (RSS). On the other hand it lead to increase in proline content and membrane injury index. In respect to yield and its components, the number of pod reduction, pod size, capsule grain count, weight of one thousand seeds and the single plant yield also decreased. Under salicylic acid (SA) application an increase in all growth traits were observed. SA concentration reduced the effect of salinity and higher yields were obtained as compared to the controls. Results showed that the highest yields were obtained by application of 1.5 mM SA concentration, while the concentration of 2 mM SA treatment caused toxicity in plant. Studying the plants resistance to SA treatments and salinity showed that the SLM046 variety was the most resistant one with highest yield, while Licord was the most susceptible with lowest yield between all varieties.

Keywords: Canola, salinity, salicylic acid, physiology, yield, priming

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimde 2015'e kadar danışmanlığımı yapan, bu tez çalışmasını hazırlamamda, bana her konuda yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübesini paylaşan değerli emekli hocam Prof.Dr. Naci ALGAN'a teşekkürlerimi sunarım. Ardından danışmanlığımı yapan, bilgi ve tecrübesini eksik etmeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR'a da şükranlarımı sunarım.

Araştırmada tez izleme komitesinde adı geçen sayın Prof. Dr. Mehmet Eşref İRGET ve sayın Prof. Dr. Hakan GEREN hocalarıma da en içten teşekkürlerimi sunarım. Araştırmam boyunca, tarla bitkileri Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü imkânlarından yararlanmamı sağlayan hocalarıma teşekkür ederim. Çalışmamdaki yardımı ve yönlendirmelerinden dolayı, Doç. Dr. Nesrin ÖRÇEN'e teşekkürü bir borç bilirim. Araştırmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Bu çalışma esnasında her zaman olduğu gibi maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ayrıca 2013-ZRF-027 no'lu projenin yürütülmesine maddi olanak sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxvii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Kanola Bitkisinin Ekonomik Önemi	4
2.1.1 Türkiyede kanola ekim potansiyeli	5
2.1.2 Kanolanın ekolojik istekleri	6
2.1.3 Kanola tohumunun biyodizel olarak kullanımı	6
2.2 Salisilik Asit ve Bitkisel Üretimde Kullanımı	7
2.2.1 Salisilik asit biyosentezi	8
2.2.2 Salisilik asit metabolizması	9
2.2.3 Salisilik asidin fizyolojik tepkileri	10
2.2.4 Salisilik asit ve tuzluluk stresi	13

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

2.3 Tuz Stresi	15
2.3.1 Tuzluluğun bitkiler üzerine etkisi	16
2.3.2 Tuzluluğun kanola bitkisi üzerine etkisi	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1 Materyal	22
3.1.1 Laboratuvar denemesinde kullanılan deneme materyalleri	22
3.1.2 Saksı denemesinde kullanılan deneme materyalleri	22
3.1.3 Deneylerde kullanılan tohumluk materyal	22
3.1.4 Araştırma alanının iklim özellikleri	23
3.1.5 Deneme toprağının özellikleri.....	23
3.2 YÖNTEM	24
3.2.1 Laboratuvar Çalışması	24
3.2.2 Saksı Denemesi.....	25
3.2.3 Yapılan ölçüm ve analizler	26
3.2.4 İstatistik Analizler.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 Morfolojik Karakterler.....	31

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.1 Yaprak eni ve boyu.....	31
4.1.2 Gövde çapı ve boyu (cm/bitki)	36
4.1.3 Tomurcuk ve çiçek oluşumu	41
4.1.4 Yaş ve kuru ağırlık	47
4.1.5 Verim ve verim ögeleri.....	51
4.2 Fizyolojik karakterler	70
4.2.1 SPAD değerleri.....	70
4.2.2 Kanopi sıcaklık depresyonu (KSD).....	73
4.2.3 Prolin içeriği	76
4.2.4 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)	80
4.2.5 Hücre zararlanması	82
4.2.6 Stomalara bağlı karakterler.....	84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	102
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 SalisilikAsit.....	8
2.2 Salisilik asidin biyosentez yolları	9
4.1 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaprak eni üzerine etkisi	35
4.2 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaprak boyu üzerine etkisi	36
4.3 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama gövde çapı üzerine etkisi.....	40
4.4 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama gövde çapı üzerine etkisi.....	41
4.5 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama tomurcuk oluşumu üzerine etkisi	46
4.6 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama çiçek oluşumuü zerine etkisi	46

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

- 4.7 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaş ağırlık üzerine etkisi 50
- 4.8 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kuru ağırlık üzerine etkisi 51
- 4.9 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama bitki başına kapsül sayısı üzerine etkisi.....54
- 4.10 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kapsül boyu üzerine etkisi 57
- 4.11 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kapsülde dane sayısı üzerine etkisi 61
- 4.12 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama bin dane ağırlığı üzerine etkisi.....64

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

- 4.13 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama tek bitki verimi üzerine etkisi..... 67
- 4.14 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama ham yağ oranı üzerine etkisi 68
- 4.15 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının ve tuzluluk stresi altında yetiştirilen dört farklı kanola çeşidinin ortalama ham yağ oranı üzerine etkisi 68
- 4.16 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama ham yağ verimi üzerine etkisi 69
- 4.17 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama SPAD değeri üzerine etkisi 73
- 4.18 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kanopi sıcaklık depresyonu üzerine etkisi 75
- 4.19 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama Prolin içeriği üzerine etkisi 79

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

- 4.20 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama YOSİ üzerine etkisi 82
- 4.21 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama hücre zararlanması üzerine etkisi 84
- 4.22 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma yoğunluğu üzerine etkisi 87
- 4.23 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma eni üzerine etkisi 89
- 4.24 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma boyu üzerine etkisi 92
- 4.25 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma şekil katsayısı üzerine etkisi 95

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

- 4.26 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma alanı üzerine etkisi 97
- 4.27 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında potansiyel iletkenlik indeksi üzerine etkisi 99
- 4.28 Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında oransal stoma alanı üzerine etkisi 101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

- 3.1 Denemenin yürütüldüğü yıllara ait sıcaklık ve nem verileri (izmir.mgm.gov.tr) 23
- 3.2 Deneme alanına ait toprağın kimyasal içeriği ve fiziksel özellikleri...24
- 4.1 Yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), gövde çapı (cm), gövde boyu (cm) ve tomurcuk oluşumu (gün) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.....32
- 4.2 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaprak eni (cm) üzerine etkisi 33
- 4.3 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaprak boyu (cm) üzerine etkisi 34
- 4.4 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında gövde çapı (cm) üzerine etkisi.....38
- 4.5 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında gövde boyu (cm) üzerine etkisi 39

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

- 4.6 Çiçek oluşumu (gün), yaş ağırlık (g/bitki), kuru ağırlık (g/bitki), kapsül sayısı (adet/bitki) ve kapsül boyu (cm) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar 43
- 4.7 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında tomurcuk oluşumu (gün) üzerine etkisi 44
- 4.8 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında çiçek oluşumu (gün) üzerine etkisi 45
- 4.9 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaş ağırlık (g/bitki) üzerine etkisi..... 48
- 4.10 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kuru ağırlık (g/bitki) üzerine etkisi..... 49

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

- 4.11 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında bitkideki kapsül sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi 53
- 4.12 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kapsül boyu (cm) üzerine etkisi 56
- 4.13 Kapsülde dane sayısı (adet/kapsül), bin dane ağırlığı (g), tek bitki verimi (g/bitki), SPAD değeri ve kanopi sıcaklık depresyonu parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar 59
- 4.14 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kapsülde dane sayısı (adet/kapsül) üzerine etkisi 60
- 4.15 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında bin dane ağırlığı (g) üzerine etkisi 63

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

- 4.16 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında tek bitki verimi (g/bitki) üzerine etkisi 66
- 4.17 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında SPAD değeri üzerine etkisi..... 72
- 4.18 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kanopi sıcaklık depresyonu (KSD) üzerine etkisi..... 73
- 4.19 Prolin içeriği ($\mu\text{mol/g}$), yaprak oransal su içeriği; (% YOSİ), hücre zararlanması, stoma yoğunluğu (mm^2) ve stoma eni (μm) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar..... 77
- 4.20 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında prolin içeriği ($\mu\text{mol/g}$) üzerine etkisi 78

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

- 4.21 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında YOSİ (%) üzerine etkisi 81
- 4.22 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında hücre zararlanması üzerine etkisi 83
- 4.23 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma yoğunluğu (adet/mm²) üzerine etkisi 86
- 4.24 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma eni (µm) üzerine etkisi 88
- 4.25 Stoma boyu (µm), stoma şekil katsayısı, stoma alanı (µm²), potansiyel iletkenlik indeksi (Pİİ) ve oransal stoma alanı; OSA (%) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.....91

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

- 4.26 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma boyu (μm) üzerine etkisi..... 92
- 4.27 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma şekil katsayısı üzerine etkisi 94
- 4.28 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma alanı (μm^2) üzerine etkisi 96
- 4.29 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında potansiyel iletkenlik indeksi üzerine etkisi 98
- 4.30 Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında oransal stoma alanı üzerine etkisi 100

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat Derece
m	Metre
cm	Santimetre
ha	Hektar
da	Dekar
g	Gram
mg	Miligram
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
Mm	Milimolar
M	Mili
µmol	Mikromol
ds	Decisiemens
L	Litre
<u>Kısaltmalar</u>	
TZOB	Türkiye ziraat odaları birliği
LSD	Least significant difference

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
SA	Salisilik asit
ASA	Asetilsalisilik asit
SAG	Salisilik asit- β -glukozit
KSD	Kanopi sıcaklığı depresyonu
YOSİ	Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi
OSA	Oransal stoma alanı
Pİİ	Potansiyel iletkenlik indeksi
SŞK	Stoma şekil katsayısı
EC	Electrical conductivity (elektriksel iletkenlik)
TRIA	Triacontanol
CV	Coefficient of variation
S.D	Serbestlik derecesi
TÜBİTAK	Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
FAO	Food and agriculture organization
TÇV	Türkiye çevre vakfı

1. GİRİŞ

Tuz stresi, değişik tuzların toprak veya suda, bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım için kullanım dışı kalmasına neden olur. Bitkisel üretimde stres, bitki üzerinde olumsuz etki oluşturan dış etmen olarak tanımlanmaktadır (Türkan, 2008). Bitkilerde strese neden olan faktörler ise, biyotik stres faktörleri (hastalık ve zararlılar) ve abiyotik stres faktörleri (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar vb.) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tuzluluk bir abiyotik stres faktörü olmak üzere, özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların, yüksek taban suyuyla birlikte kapillarity yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak, tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesidir (Ergene, 1982).

Tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık % 45'i sürekli olarak kuraklık stresine maruz kalırken, dünya yüzeyinde bulunan alanların yaklaşık % 6'sı tuzluluk sorunu ile karşı karşıya gelmiştir (Ashraf and Foolad, 2007). Türkiye'de yaklaşık 1.5 milyon hektar alanda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Bu durum, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık % 32.5'in tuzluluk stresinin etkisinde olduğunu göstermektedir (Ekmekçi vd., 2005; Mahmoodzadeh and Naeini 2007). Tuz stresi bitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümesini engellemekte, dolayısıyla verim ve kalitenin azalmasına sebep olmaktadır (Hasegawa et al., 1986). Bitkilerde tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında önemli farklılıklar bulunmakta, hatta aynı tür içindeki çeşitler bile tuzluluktan farklı etkilenmektedir. Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar vermektedir (Dajic, 2006).

Tuz stresi, tarımsal üretimi sınırlayıp, üretimin yaklaşık % 50 düşmesine neden olabilmektedir (Kreps et al. 2002). Bu nedenle, tarımsal bitkilerde tuz toleransının artırılması için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Tuz stresine toleranslı kültür bitkilerinin üretilmesi geleneksel seleksiyon, ıslah yöntemleri veya modern moleküler biyoloji yaklaşımları ile sağlanabilmektedir. Birçok bitki türünün coğrafi olarak dağılımında ve hayatlarını başarı ile sürdürmelerinde bitkilerin değişik abiyotik stres koşullarına karşı koyabilme yetenekleri başrolü

oynamaktadır. Bitkiler strese karşı, çeşitli bileşikler ve maddeler salgırlar. Bu maddeler bitkinin strese karşı tepki vermeye başlamasını sağlamaktadır.

Son yıllarda, salisilik asit (SA), absisik asit (ABA), poliaminler (PA) ve jasmonik asit (JA) gibi bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin bitkilerde tuz toleransının arttırılmasında çalışmalar devam etmektedir (Roychoudhury et al., 2011; Singh and Gautam, 2013; Sripinyowanich et al., 2013). Salisilik asit (SA) bir benzoik asit türevi olup fenolik bir maddedir. Aspirin, SA'in çok yakın bir analogudur. Aspirin veya diğer adı ile asetil salisilik asit (ASA) su ile temas edilince hemen hidrolize olur ve salisilik aside dönüşür. SA'in bir içsel bitki büyüme düzenleyici olarak büyüme ve gelişme, fotosentez, iyon alınımı ve stres koşullarına tolerans gibi olayda rol aldığı belirlenmiştir (Lynn and Chang, 1990).

Bitkilerde salisilik asit şikimik asitten benzoik asit ve kumarik asit yolu ile sentezlenmektedir (Tohma, 2007). Salisilik asit, tuz stresine maruz kalan bitkilerde birçok metabolik olayı düzenleyerek bitki büyüme ve gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Ashraf et al. 2010; Hussain et al. 2011; Szepesi et al., 2005). Bitkiler streslere karşı hızlı bir şekilde salisilik asit üretmekte ve salisilik asit bitkilerin savunma mekanizmalarında önemli rol oynamaktadır (Raskin, 1992). Salisilik asit 'in sebep olduğu daha pek çok olay, bazı araştırmacılar, bu maddenin yeni bir bitki büyüme regülatörü olabileceği fikrini doğurmuş ve güçlendirmiştir (Popova et al., 1997; Rajasekaran and Blake, 1999). SA'in tuzluluk, kuraklık, sıcaklık ve ağır metaller gibi birçok strese karşı oluşturulan bitki cevaplarının düzenlenmesinde etkileyici rolü olduğu belirlenmiştir (Hayat et al., 2010).

Yapılan çalışmalar sonucunda stres faktörlerine tolere edebilen bitkilerde ya bu maddenin (SA) sentezlenme miktarlarında bir artışa rastlanmıştır ya da dışarıdan bitkiye yapılan uygulamalarla bu maddelerin bitki içerisinde konsantrasyonun arttırılması sayesinde strese karşı tolerans mekanizmalarının faaliyete geçtiği saptanmıştır. Bitkisel üretimde bitkilerin stres koşullarına karşı toleransını arttırmak çok önemli ve arzulanan bir olaydır. Fakat şu ana kadar yan etkisi olmadan birçok stres faktörüne karşı bitkilerin toleransının arttırılmasını sağlayacak basit bir yöntem bulunamamıştır. Bu araştırmalara dayanarak, SA'in oldukça kompleks stres cevaplarına katılan birkaç fonksiyonel molekülle veya diğer sinyal molekülleri ile etkileşime girerek bitkilerin strese karşı toleransını arttırabileceğini ileri sürülmüştür.

Bu araştırmada, dört çeşit kanola (*Brassica napus* L.) tohumlarına n muamele ile salisilik asit (SA) uygulamalarının tuz toleransı etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 4 kanola eşidi (Licord, Opera, SLM 046, Tassilo), 5 tuz (EC) seviyesi (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) ve 5 salisilik asit uygulaması (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) olmak üzere 3 tekrarlamalı olarak toplam 300 adet saksıda iki yıl boyunca ekilmiş ve gerekli fizyolojik ve morfolojik karakterler incelenmiştir. Tuzluluk kanola bitkisinin çimlenme, büyüme ve gelişmesinde önemli bir parametredir. Bu etki, saksı denemelerinde bitkinin çıkışı, büyümesi ve verimi üzerine yapılan birçok çalışmada gözlemlenmiştir. Türkiye topraklarında tuzluluk problemi tarım alanlar için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi büyük önem arz eder. Tuzluluğun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması ve bu bağlamda tuz stresinin azaltılmasına, tuzluluğun etkilerinin azaltılmasına salisilik asid'in bitkiler üzerinde yaptığı etkilerinin neler olduğunu gözlemlemek gerekmektedir. Salisilik asidin bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine etkileri konusundaki çalışmaların sayısı her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız, tuzlu koşullar altında kanola çimlenmesi, fide büyümesi ve gelişme üzerine salisilik asidin fizyolojik ve morfolojik etkilerini araştırmaktır. Ayrıca Türkiye'de yağlı tohum üretimi toplam tarımsal üretimin % 13'n oluşturması ve bu çalışmanın önemini daha da arttırmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Kanola Bitkisinin Ekonomik Önemi

Kanola bitkisi; Rhoadales takımından, Cruciferae familyasından, Brassica cinsinden, *Brassica napus* L. ssp. oleifera türünden, n=19 kromozomuna sahip bir bitkidir. Kanola *Brassica campestris* L. ile *Brassica oleracea*'nın doğal melezlenmesinde, meydana gelmiş bir türdür (Özgüven, 2000). Kanola (*Brassica napus* L.) danesinde % 38–50 yağ ve % 16–24 protein içermesinden dolayı önemli bir yağ bitkisidir (Açıkgöz, 2005; Özgüven, 2000). Kanola yağında ortalama % 65 oleik, % 20 linoleik, % 9 linolenik, % 4 palmitik ve % 2 stearik asit bulunmaktadır (Weiss, E.A. 2000). Kanola yağı % 60'ın üzerinde oleik asit içerdiği için diğer bitkisel yağlardan farklı olarak zeytinyağı ile benzer özellikler göstermektedir.

Bitkisel yağ kaynağı olarak kanola (*Brassica napus* L.) yağlı tohumlu bitkiler olan ayçiçeği, soya, pamuk ve yer fıstığı arasında üretim açısından üçüncü sıraya sahiptir. Dünya'da yıllık kanola tohumu üretimi 59.1 milyon ton civarında olup en çok üretimi yapılan ülkeler Çin, Kanada ve Hindistan (Gizlenci vd., 2003; Canbolat, 2012; FAO, 2012). Türkiye'de üretim 2012 yılında 110 bin, 2013 yılında ise 102 bin ton olmuştur (TÜİK, 2014).

Kanola bitkisi; hızlı büyüme potansiyeline sahip olup, 4–5 aylık dönemde olgunlaşp hasat edilmektedir. Dünya kanola üretiminin önemli bir kısmı insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Atakişi, 1991). Kanola dünyada yağ üretimi için kullanılmakla birlikte son yıllarda kaba yem açığının kapatılması amacıyla ruminant beslenmesinde de kullanılmaktadır (Gizlenci vd., 2003). Kanola ruminantların beslenmesinde yeşil ve kuru ot olarak kullanıldığı gibi, silaj formunda kullanımı da yaygındır (Khodaparast et al., 2011; Neely et al., 2009). Aynı zamanda kanola tohumlarının yağı alındıktan sonra geriye kalan küspe değerli bir hayvan yemidir. Küspesinde % 38–40 protein bulunması nedeniyle soya küspesi ile karıştırılıp hayvan yemi olarak kullanılabilir. Küspesinde % 38–40 protein bulunması nedeniyle soya küspesi ile karıştırılıp hayvan yemi olarak kullanılabilir.

Anı zamanda sera gazlarının, bitkiler tarafından alınıp toprağa bağlanmasında, kanola bitkisi iyi bir örtü bitkisi olarak birim alanda geniş bir biyokütle oluşturma potansiyeline sahiptir (Clarens et al., 2010).

Kolza yağında, insan sağlığına zararlı erusik asit, küspesinde ise hayvan sağlığına zararlı glukosinolat bulunmasından dolayı Türkiye'de 1979 yılında ekimi

durdurulmuştur. Türkiye’de kolza üretimi önceleri Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale ve Bursa’da az da olsa yapılmıştır. Ancak erusik asit içermesi nedeniyle 1980 yılından itibaren ekim alanı ve üretimi giderek azalmıştır. 1980’li yıllarda, Kanada ve İsveç başta olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde çok sayıda kolza çeşidi ıslah edilip erusik asit içermeyen yeni çeşitlere kanola adı verilmiş, Türkiye’de kanola üretimi yeniden canlanmaya başlamıştır (Özgüven, 1990).

Kolzada yağ asitleri sentez zincirinde oleik asitten, erusik aside olan döngünün genetiksel olarak bloke edilmesiyle düşük erusik asit içeren genotipler geliştirilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda yoğunlukla laurik asit grubu yağlara alternatif olarak, yüksek laurik asit içeren kanola çeşitleri geliştirilmeye amaçlanmaktadır (Baydar, 2000).

Eskiden kolza olarak isimlendirilen çeşitlerin % 45–50 oranındaki erusik asit içeriğinin ıslah çalışmaları ile % 0 düzeyine düşürülmesi ile bitkisel yağ ihtiyacı için tekrar ekime başlanmıştır (Algan, 1990; Shahidi, 1990). Türkiye’de bitkisel yağ açığını kapatmak amacıyla, kanola üretiminin yaygınlaştırılması için çalışmalar devam etmektedir (Özgüven, 1990).

Dünyada toplam yağ üretiminin % 86’sı, Türkiye’de ise % 80’in bitkisel yağlardan karşılanmaktadır (Demirci ve Alparslan, 1991). Türkiye’de yağlı tohum üretimi toplam tarımsal üretimin % 13’ünü oluşturmaktadır. (Demirci ve Alparslan, 1991).

2.1.1 Türkiye’de kanola ekim potansiyeli

Türkiye, birçok yağ bitkisinin yetişebileceği iklim ve toprak koşullarına sahip olmasına rağmen önemli ölçüde yağ bitkisi ithalatı yapmaktadır (Bülbul ve Beşparmak, 1998). Türkiye’deki yağ bitkileri üretimini arttırmak için, iklim şartlarına uygun yeni yağ bitkilerinin ürün desenine eklemesi ve ekim nöbetine uygun ikinci ürün yağ bitkileri seçilerek ekim alanlarının çoğaltması ve verimin artırılması ile sağlanabilir (Arslan, 1997). Kanola buğdaydan yaklaşık bir ay önce hasat edilebildiğinden, bölgeye göre ikinci ürün olarak ekilebilmektedir. Kanola tarımında üretim masrafları diğer ürünlere göre daha azdır (Gizlenci ve Dok, 2003). Kanoladan birim alandan yüksek yağ verimi sağlanması, kışlık ve yazlık olarak ekilebilmesi, iyi bir ön bitki özelliği taşıması, tam mekanizasyon şartlarına uygunluğu ve yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesinin % 40 protein oranına

sahip olması nedeniyle alternatif bir yağ bitkisi olarak ön plana çıkmaktadır (Atakış 1991).

Kanola dünyada yağ bitkileri içerisinde ekimi ve üretimi en fazla artış gösteren yağ bitkisidir (Arslan, 1997). Dünya kanola yağı üretimi soya ve ayçiçeği yağı üretiminden çok fazladır (Flagella et al., 2000). Türkiye'nin kanola ekim alanları 29542 hektar olup, toplam üretim 110 bin ton ve ortalama dekara verimi 3720 kg/he'dır (TÜİK, 2013).

2.1.2 Kanolanın ekolojik istekleri

Kanolanın yetişmesi için en uygun iklim koşullarının Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri olduğu belirtilmiştir (Süzer, 2001). Kanola bitkisi kışlık ve yazlık olarak yetiştirilmektedir. Türkiyede genellikle kışlık çeşitleri tercih edilmektedir. Kışlık kanola kar altında -15 °C'ye kadar dayanıklıdır. Ancak kışa girerken kuvvetli bir kök oluşturması ve rozetleşmesini tamamlamış olması gerekmektedir. Kanolanın İç Anadolu bölgesi gibi kışı sert geçen yerlerde ekim zamanının geciktirilmemesi gerekmektedir. Bu bölge için Eylül ayının ilk yarısı en uygun ekim zamanı olarak belirlenmiştir (Ataem, 2007).

Pritchard ve ark. (2000), Avustralya koşullarında yaptıkları çalışmada, kanola tarımında en önemli faktörlerden biri olan ekim zamanının kanola tohumunun yağ içeriğine önemli derecede etki ettiğini rapor etmişlerdir. Toprak nemi kanola bitkisinin yağ içeriğini etkileyip, sulu koşullarda kanola yağ içeriği artarken (Johnston et al., 2002) kuraklık stresi altında yağ içeriğinde azalış gözlemlenmiştir (Pritchard et al., 2000). Kanola bitkisinin su kullanımı üzerine yapılan çalışmada, yeterli su koşullarında yetiştirilen kanola bitkisinin yetersiz su koşullarına göre % 70 kök yoğunluğu, % 67 kök alanı ve % 79 kök ucu oranı artışı tespit edilmiştir (Liu et al., 2011).

Kanola tarımı yapılacak arazinin toprak yüzeyinin tesviyesi iyi olmalıdır. En iyi yetiştiği toprak, humuslu, derin yapılı, nötr veya hafif alkali ve hafif asitli topraklardır. Kanola tarımı için en uygun pH değeri 6.5–7.5 olan topraktır.

2.1.3 Kanola tohumunun biyodizel olarak kullanımı

Biyodizel ismi ilk olarak 1992 yılında Amerika ulusal soydizel geliştirme kuruluşu (National Soydiesel Development Board) tarafından ifade edildi.

Kimyasal olarak yenilenebilir yağ kaynağından türetilen uzun zincirli yağlı asitlerin mono alkol esterleri olarak tanımlanır. Yani biyolojik kaynaklardan elde edilen ester tabanlı bir tür oksijenli yakıt olup dizel motorlarında kullanılabilir (Connemann and Fischer, 2000).

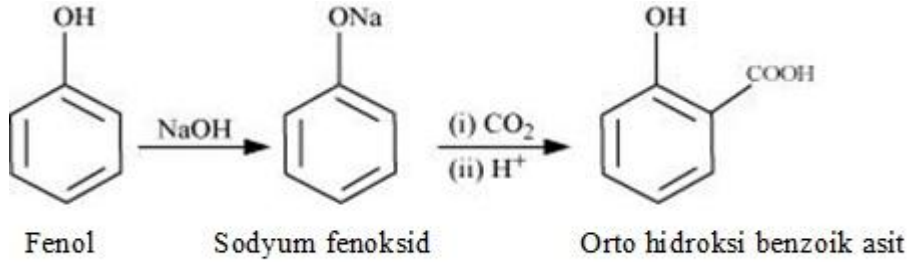
Dünyada biyodizelin ana hammaddesi olarak kullanılan bitkiler % 84 kanola, % 13 ayçiçeği, % 3 soya fasulyesiden elde edilmektedir (Kolsarıcı vd., 2005). Bir dekaradan ortalama 300 kg kanola elde edilmektedir. Buna göre Türkiye'de yerli biyodizel gereksinimini karşılamak için 2 milyon dekarın üzerinde kanola ekimi yapılması gerekmektedir (TZOB, 2007).

Kolza gibi erusik asit oranı yüksek olan bitkilerden elde edilen yağlar; sanayide, elektrik trafolarında, biyodizel olarak Fransa ve Almanya gibi Avrupa ülkelerinde kullanılmaktadır. Çağımızda, yeni veya yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği artmakta, bir kısmı alternatif açısından ekonomik değeri önem kazanmakta, bir kısmı ise üzerinde ekonomik analizler yapılmaktadır. Bu kaynakların neredeyse tamamının ortak yönü çevreye olumsuz etki oluşturmamasıdır. Biyodizel yakıtlar bu kapsamda en yeniler arasındadır. 1992 yılında pazar piyasasına sunulan biyodizel enerji kaynağı, önemli bir sektör oluşturma aşamasında olup çok hızlı potansiyel kazanmaktadır (Gürleyük ve Akpınar, 2003).

2.2 Salisilik Asit ve Bitkisel Üretimde Kullanımı

Latince salix (söğüt) sözcüğünden gelen salisilik asit (SA) adı ilk olarak Johan Buchner tarafından kullanılmıştır. Araştırmacı 1828 yılında küçük miktarda salisin elde etmiştir. 1838 yılında Raffaele Piria isimli bilim adamı tarafından izole edilmiştir. Bayer 1899 yılında yeni bir ilacı, asetil salisilik asit (ASA) isminde formüle ederek aspirin adı vermiştir (Ansari and Misra, 2007). SA ve türevleri dünyada ateş düşürücü, ağrı kesici ve birçok enflamatuar hastalıkların tedavisinde en yaygın kullanılan ilaçlar grubunda yer almaktadır (Brummelkamp et al., 2003; Ansari and Misra 2007; Elwood et al., 2009).

Salisilik asit ya da orto-hidroksi benzoik asit (Şekil 2.1), bitkiler aleminde bilinen fenolik bileşiklerin çeşitli gurubuna aittir. Salisilik asidin bitkilerde serbest fenolik asit ve bağlı form türü olarak mevcuttur. SA glikozilasyon, metilasyon ya da aromatik halkanın hidroksilasyonu ile oluşmaktadır (Raskin 1992; Lee et al.,1995).

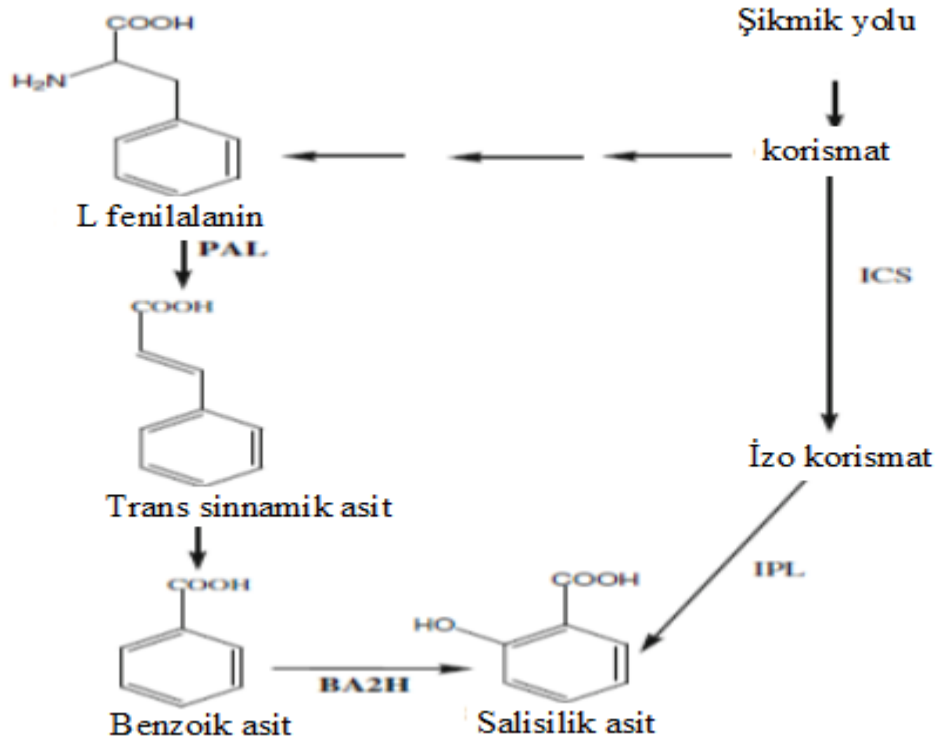


Şekil 2.1. Salisilik Asit (Raskin, 1995).

İnsanlar için bu tedavi maddesi olan SA bitkiler aleminde önemli bir rol oynamaktadır. SA, bitki hücrelerinde regulasyon işlevlerini yerine getiren, yüksek metabolik ve fizyolojik aktivitesi ile de tanınmaktadır. 20 yılı aşkın bir süredir bu bileşiğin bitkilerde çeşitli stres faktörlerine karşı rolü araştırılmaktadır (Horváth et al., 2007; San Vicente and Plasencia, 2011). Optimum koşullar altında SA içeriğinin arabidopsis yapraklarında, tütün, mısır ve kolzada ($0.1 \mu\text{g/g}$ taze ağırlık), domatesde, ($0.27 \mu\text{g/g}$ taze ağırlık), fasulye yaprağında ($0.86 \mu\text{g/g}$ taze ağırlık), arpada ($2.13 \mu\text{g/g}$ taze ağırlık) ve pirinçte çeşide bağlı olarak $5 - 30 \mu\text{g/g}$ taze ağırlık için değişebildiği saptanmıştır (Raskin et al., 1990; Yang et al., 2004). SA, aynı zamanda, abiyotik stres faktörlerine karşı düzenleyici bir molekül olarak kabul edilmiştir.

2.2.1 Salisilik asit biyosentezi

Bitkilerde SA iki farklı enzimatik yol ile sentezlenmektedir (Şekil 2.2). Sentezlenmesi için gereken primer metabolit korismattır (Wildermuth, 2006; Chen et al., 2009). Bitkilerde SA (orto-hidroksi benzoik asit) üretimi için iki metabolik yolun bulunduğu ileri sürülmüştür (Raskin, 1995). Bu yollarda, salisilik asidin β -oksidasyon ve orto-hidroksilasyon reaksiyonlarının oluşum sıralarının birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Sağlıklı ve virüs inoküle edilmiş tütün bitkilerinde SA, benzoik asit aracılığıyla sinamik asitten türevlendiği bulunmuştur (Yalpani et al., 1993). Buna göre, *Agrobacterium tumefaciens* ile enfekte olmuş genç domates fidelerinde, sinamik asidin, orto-kumarik aside, orto hidroksilasyonunun arttığı ve ardından kumarik asidin β -oksidasyonu ile SA oluştuğu ortaya çıkarılmıştır. Sağlıklı bitkilerde ise, SA'nın yaygın biyosentez yolunun, Sinamik asit→Benzoik asit→Salisilik asit şeklinde gerçekleştiği saptanmıştır (Yalpani et al., 1993).



Şekil 2.2. Salisilik asitin biyosentez yolları (Raskin, 1995).

2.2.2 Salisilik asit metabolizması

Salisilik asit, metabolik olarak aktif olan serbest formunun dışında, esterler ve glukozidler olarak bağlı formlarda da bulunabilir (İbrahim and Towers, 1959; Griffiths, 1959; Lee et al., 1995). Salisilik asidin glikoz esteri, ilk olarak maş fasulyesinde (Apte and Laloraya, 1982), ayçiçek hipokotillerinde (Klämbt, 1962) ve diğer bitkilerde (Griffith, 1959; İbrahim and Towers, 1959) belirlenmiştir. SA bitkilerde genellikle bir şeker bileşiği olan salisilik asit- β -glukozit (SAG) şeklinde, yani inaktif bir formda (depo formu) bulunmaktadır. β -glukozidaz enzimi, bitkilerde fitohormonların sinyal aktivitelerini kontrol etmekte ve SA'nın bağlı formdan serbest forma dönüşümünü katalize ederek, bitkide serbest SA seviyesini düzenlemektedir (Raskin, 1995).

Tütünde yapılan bir çalışmada, bitkinin yapraklarına dışarıdan SA uygulandığında, yaprakların hücrelerarası boşluklarında SAG aktivitesinin ortaya çıktığı belirlenmiştir (Raskin, 1995). Diğer bir çalışmada SAG'in büyük bir kısmı hücrelerarası boşluklarda bulunurken, SA'nın büyük bir kısmı ise hücrelerin içinde yer almıştır. Çünkü SAG'in salisilik asitten türevlenmesi, hücre içinde

oluşmaktadır. Bu durum dışarıdan uygulanan salisilik asidin doğrudan hücrelere girdiğini göstermektedir. Sonuçta, SAG'in hücreler arası boşluklar yoluyla uzak dokulara taşınan bir sinyal rolü oynayabileceği görüşü ortaya çıkmıştır. Salisilik asidin uzun mesafeli taşınımı için uygun şeklinin SAG olduğu düşünülmektedir. Çünkü SAG hem salisilik asitten daha fazla çözünebilir, hem de daha az toksiktir (Seo et al., 1995).

2.2.3 Salisilik asidin fizyolojik tepkileri

Bitkiler kendilerini savunmak için, bazı önemli kimyasal maddeler sentezlemektedirler. Bu maddelerin en önemlileri arasında bulunan fenolik bileşikler içerisinde özellikle SA'in bitki büyüme, gelişme, fotosentez sistemi, çiçeklenme, membran geçirgenliği ve enzim aktiviteleri üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Arberg, 1981).

2.2.3.1 SA'in büyüme ve gelişme üzerine etkisi

Bitkilerde büyüme ve gelişme, tüm organizmalarda olduğu gibi, çeşitli iç ve dış uyarılar ile düzenlenir. Son yıllarda, yapılan çalışmalarda SA'in bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerin düzenlenmesinde önemli roller oynadığına dair önemli bilgiler elde edilmiştir (Arberg, 1981). SA'in bazen çimlenmeyi inhibe ettiği ve bazen de tohum çıkışını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu çelişkili etkiler SA'in uygulama konsantrasyonları ile ilgili olabilir. *Arabidopsis thaliana* da SA'in 1mM'lik konsantrasyonun tohum çıkışını engellendiği gözlemlenmiştir (Rajjou et al., 2006). Arpada SA'in dozu 0.250 mM'dan fazla olduğunda (Xie et al., 2007), mısırdaki ise SA dozu 3-5 mM olduğunda çimlenmenin inhibe edildiği gözlemlenmiştir (Guan and Scandalios, 1995). Moussa (2003), Mısır bitkisinin yapraklarına püskürtülerek SA uygulandığında fotosentez oranında önemli artış olduğu rapor edilmektedir. Aynı zamanda dışarıdan SA uygulamasında karbonhidrat içeriğinde artış gözlenmiştir (Moussa, 2003). Akdeniz suyu ile sulanan buğdaylara SA püskürtüldüğünde yaprak alanı, bitki boyu, yaprak sayısı, kuru ve yaş ağırlığında gelişme görülmüştür (Hussein et al., 2007). SA'in bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik ettiği (Raskin et al., 1989), termojenik etkide bulunduğu (Raskin et al., 1989; Chen et al., 1993), termotoleransı arttırdığı (James et al., 1998), yaprak dökümünü önemli oranlarda azalttığı (Ferrarese et al., 1996), patojenlere karşı direnç sağladığı (Salisbury and Ross, 1992), etilen biyosentezini engellediği (Roustan et al., 1990), yapraklarda antitranspirant etki yaptığı (Larque- Saavedra, 1978) rapor edilmektedir.

2.2.3.2 Salisilik asit ve fotosentez

SA'nın fotosentez Su ilişkisinde ve metabolik olaylarda önemli rolleri olduğu saptanmıştır. Bitki çeşidine ve uygulanan konsantrasyonlara bağlı olarak işlev yapmaktadır. SA'nın yaprak ve kloroplast yapısını (Uzunova and Popova, 2000), stoma kapanmasını (Mateo et al., 2004; Melotto et al., 2006), klorofil ve karotenoid içeriğini (Chandra and Bhatt 1998; Fariduddin et al., 2003), Rubisco'yu (Ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz/oksijenaz) ve karbonik anhidraz enzim aktivitesini (Slaymaker et al., 2002; Hayat et al., 2012; Yusuf vd., 2008, 2012) etkilediği belirtilmektedir.

Yüksek SA konsantrasyonları (1-5 mM) arpa bitkisinin de fotosentez oranının ve Rubisco aktivitesinin azalmasına (Pancheva et al., 1996), börülce, buğday ve Arabidopsis'te klorofil içeriği azalmasına neden olmuştur (Rao et al., 1997; Chandra and Bhatt 1998; Moharekar et al., 2003). Muamele edilmemiş bitkiler ile karşılaştırıldığında; Rubisco aktivitesinin azalması, protein düzeyindeki % 50 azalmasına neden olmuştur (Pancheva, 1998). Toplam çözülebilir protein % 68 oranında azalmıştır. *Brassica juncea* bitkisine düşük konsantrasyonda SA (10-5 M) püskürtülmesi ile klorofil içeriği önemli ölçüde geliştirilmiştir (Fariduddin et al., 2003). SA'nın dışarıdan uygulaması ile *Brassica juncea*'da net fotosentez hızı, internal CO₂ konsantrasyonu, su kullanım verimliliği, stoma iletkenliği ve transpirasyon oranı artmıştır (Fariduddin et al., 2003).

SA'nın yüksek konsantrasyonları, stomaların kapanmasına neden olduğu, yani antitranspirant etki oluşturduğu (Larque-Saavedra, 1978, 1979), çok düşük konsantrasyonlarda ise stoma açılmasını teşvik ettiği tespit edilmiştir (Larque-Saavedra, 1979). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerine uygulanan 1 mM ASA, transpirasyon oranını kontrole göre % 43 oranında azaltmış ve bu oran 0.05 mM ABA'nın yaptığı etkiye eş değer bulunmuştur (Larque-Saavedra, 1978).

2.2.3.3 SA'nın çiçeklenme üzerine etkisi

Doğal bir bileşik olan SA, bitki büyümesinde regülatör olarak da işlev görmektedir (Arberg, 1981). SA'nın bitkilerin birçoğunda çiçeklenmeyi teşvik ederek köklerden iyon alınımını kontrol ettiği gözlemlenmiştir (Raskin, 1992). Mısır ve soya yapraklarına SA (10⁻² mol/L) uygulandığı zaman, yaprak ayasının büyümesine ve kuru ağırlıkta artışa neden olduğu, fakat bitki ve kök boyunda etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır (Khan et al., 2003).

Sinningia speciosa gibi farklı süs bitkisi türlerinde dışarıdan SA uygulaması ile muamele edilmemiş bitkilerin kontrole göre çok erken çiçeklendikleri gözlemlenmiştir (Martin-Mex et al., 2003, 2005).

Fariduddin ve ark (2003), *Brassica Juncea* için kullanılan SA konsantrasyonları dışında, 5–10 M ilave SA'ın yapraklara uygulanması ile en çok kuru madde birikiminde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kuru madde birikiminde azalma olmuştur. Diğer bir araştırmada SA (5–10 M) ile ön muamele gören buğday tohumlarından çıkan fidelerde yaprak sayısı, kuru ve yaş ağırlığın kontrole göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Hayat ve ark 2005). Benzer şekilde, Panchev ve ark. (1996), iki günlük arpa fidelerinde yaptıkları SA'ın ön muamelesinde, büyümenin hızlandığı ancak yaprak çıkışının geciktiğini görmüşlerdir. Jain ve Servastava (1981), Ramanujam ve ark. (1998)'na atfen SA'ın düşük konsantrasyonlarda özellikle baklagillerde nodül oluşumunu arttığı, vejetatif gelişmeyi hızlandırdığı, çiçeklenmeyi teşvik ettiği ve bakla sayısını arttırması nedeniyle tane veriminde olumlu yönde etkilediğini bildirmektedir. Ayrıca ASA'ın bazı bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik ettiği (Salisbury and Ross, 1992), bitkilerde protein miktarında ve içeriğinde değişikliklere neden olduğu da (Jung et al., 1993) tespit edilmiştir. SA gibi bazı fenolik bileşiklerin doğal bir herbisit olduğu (Shettel and Balke, 1983) ve adventif köklenmeyi stimule ettiği (Kling and Meyer, 1983) bildirilmiştir. Bu bileşiklerin bitki büyümesi sırasında absisik asit (ABA) (Apte and Laloraya, 1982), gibberellinlerin (Corcoran, 1976) ve sitokininlerin (Ray et al., 1983) etkilerini modifiye ederek çalıştıkları ileri sürülmüştür (Ray, 1986).

SA tütün kallus kültürlerinde çiçek tomurcuğu oluşumunu teşvik etmiştir (Eberhard et al., 1989). Daha sonra kısa gün bitkisi olan *Xanthium strumarium*'un vejetatif ve generatif dönemlerinde afitlerle (yaprak bitleri) yapılan denemeler sonucunda, bitki çiçeklenmesinin düzenlenmesinde SA'ın rol oynayabileceği ileri sürülmüştür. Bu hipotez, çiçeklenmenin teşvikinden sorumlu ve floemde taşınabilen bir faktörün afitlerce salgılanan sıvıda bulunmasıyla ortaya atılmıştır. Bu afit salgısı, bir uzun gün bitkisi olan ve fotoendüktif olmayan ışık döngüsünde tutulan *Lemna gibba*'nın çiçeklenmesini maksimum düzeyde uyarmıştır (Cleland and Ajami, 1974). SA'ın bitkilerde çiçeklenmeyi uyarıcı mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu konuda ileri sürülen bir hipoteze göre, SA çiçeklenmeyi bir şelatlama ajanı olarak uyarmaktadır. SA'daki serbest o-hidroksil grubu, benzoik aside metal şelatlama aktivitesi kazandırılmaktadır. Söz konusu hipotez,

Lemnaceae'de şelatlama ajanlarının çiçeklenmeyi uyarmasıyla da desteklenmiştir (Oota, 1972).

2.2.3.4 SA'in verim üzerine etkisi

SA bitkilerde doğal bir sinyal molekülü olarak bilinmektedir. Çeşitli fizyolojik süreçlerin düzenlenmesinde, verim de dahil olmak üzere önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Yıldırım ve Dursun (2009) domates yapraklarından SA uygulamasında toplam verime olumlu etkiye bulunduğu ve en yüksek verimin 0.50 mM SA uygulaması ile elde edildiği bildirilmektedir. Sharafizad ve ark. (2012), yüksek dane veriminin 0.07 mmol SA uygulanması ile elde edildiğini belirtmişlerdir. Dışarıdan SA uygulanmasında, bitki veriminin artışı, bitki organlarının yaşlanmasının gecikmesi (özellikle yaprak ve çiçek) dolayısı ile aktif fotosentez süresinin uzamasına yorumlanmaktadır (Imran et al., 2007).

2.2.4 Salisilik asit ve tuzluluk stresi

Bitkilere dışarıdan yapılan SA uygulamalarının birçok stres faktörüne karşı toleransı arttırdığına dair en kapsamlı çalışma Senaratna ve ark. (2000) tarafından yapılmıştır. Bazı araştırmacılar ise SA'in etkisinin bir koruyucu olmaktan ziyade daha çok bitkinin bünyesinde genetiksel olarak var olan strese karşı koyabilme potansiyelini harekete geçirdiğini ifade etmişlerdir (Senaratna et al., 2003).

Mısır fidelerinde kuraklık, tuz ve bor stresine karşı toprak ve tohumla yapılan SA uygulamalarının verdikleri tepki incelenmiş, topraktan yapılan 0.1 ve 0.5 mM SA uygulamaları ile tohumla yapılan 1 mM SA uygulamalarının bahsedilen stres koşulları altında yaşayan bitkilerde besin elementi alınımını artırmasına ek olarak toksik iyon alınımını azalttığını, böylece strese karşı toleransı artırdığı bildirilmektedir (Güneş vd., 2005).

SA ile ön muamele edilen domates bitkilerinin tuz stresine adaptasyonuna yönelik çalışmada, 0.01 mM SA'in konsantrasyonu ile muamele edilmiş bitkilerinin 7 gün süren 100 mM NaCl stresine karşı tolerans gösterdikleri tespit edilmiştir (Tari et al., 2002). Çanakçı ve Munzuroğlu (2004), fasulye fidelerine 50 ppm ASA ile muamele etmişler ve daha sonra %1 NaCl stresine maruz bırakmışlardır. ASA uygulanan fidelerin, uygulanmayan fidelere oranla daha yüksek klorofil a ve b içerdiğinden ve protein içeriklerinin daha yüksek olduğundan dolayı tuz stresine daha yüksek tolerans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Hamada (2001), buğday tohumlarına 100 ppm SA uygulamış ve sonrasında bu uygulamaların fide döneminde kuraklık ve tuz stresine karşı etkilerini incelemiştir. Buğday fideleri 2 hafta süre ile 160 mM NaCl içeren su ile (tuz stresi) ve yine 2 hafta süre ile tarla kapasitesinin % 30 seviyesinde (su stresi) sulanmıştır. Denemenin sonucunda SA uygulanmış buğday fidelerinin hayatta kaldığı ve bunun da kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek fotosentez hızı, daha yüksek K^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonu alımı buna karşılık daha düşük Na^+ iyonu alımından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Shakirova ve ark. (2003), tarafından yapılan çalışmada 0.05 mM SA ile muamele edilen buğday fidelerinde, fide köklerinin apikal meristemindeki hücre bölünme hızlarında, bitki gelişiminde ve buğday veriminde bir artışa neden olduğunu tespit edilmiştir. SA uygulamalarının % 2 NaCl stresine maruz kalan buğday fidelerinde ABA ve IAA miktarlarında bir artışa sebep olduğu ve sitokinin içeriğindeki bir düşüşü önlediğini ve tüm bunların buğday fidelerinin tuz stresine karşı tolerans sağladığı belirtilmektedir. Tuz stresine karşı artan toleransın bir diğer nedeni olarak da artan ABA sentezinin neden olduğu prolin miktarındaki artış olduğu belirlenmiştir.

Ön muamele şeklinde tohuma yapılan 1 mM SA uygulamasının, fide döneminde 150 mM NaCl stresine maruz bırakılan arpa fidelerine etkileri değerlendirilmiş ve SA ile muamele edilen bitkilerin daha fazla yaş ağırlık, klorofil içeriği, şeker ve prolin içeriğine bağlı olarak daha düşük elektriksel iletkenlik değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca SA ile muamele edilen bitkilerde yapılan ölçümler sonucunda tuz stresinin olumsuz etkilerinin bir göstergesi olarak tanımlanan peroksidaz enzimi aktivitesinin kontrol bitkilerine oranla daha düşük olduğu bildirilmiştir (El-Tayeb, 2005).

Tohum ve topraktan uygulanan 0, 0.05, 0.1, 0.25 ve 0.5 mM dozlardaki değişik benzoik asit türevlerinin (ASA, SA, metil salisilik asit ve sülfü salisilik asit) farklı abiyotik streslere (sıcak, soğuk ve kuraklık stresi) uğramış fasulye ve domates bitkilerindeki etkileri incelenmiştir. Denemede kullanılan tüm benzoik asit türevlerinin, 0.05 mM doz dışındaki dozların bitkileri değişik streslere karşı toleransları belirtilmiştir. Bu maddeler ile muamele edilen bitkilerin hepsi hayatta kaldığı halde kontrol bitkileri ve 0.05 mM konsantrasyonu uygulanan bitkiler ise ölmüşlerdir. Ayrıca tohumdan veya topraktan uygulamalar arasında fark olmadığı ve her iki uygulama yönteminde sonuçları benzerlik göstermiştir (Senaratna et al., 2003).

2.3 Tuz Stresi

Tuzluluk dünya genelinde ürün kaybına neden olan en önemli faktörlerden biridir. Bitkilerde görülen tuz stresi çoğu kez Na tuzlarından, özellikle de NaCl tuzundan kaylanmaktadır. Sodyum tuzlarının yüksek konsantrasyonlarında yetişebilen bitki türlerini tanımlamak için “halofit” terimi kullanılmaktadır. Bu terim, tuz bitkisi anlamında kullanılmaktadır. Yüksek Na tuzu konsantrasyonlarında yetişmeyen, zarar gören bitki türleri ise glikofit (şekere zengin) bitkiler olarak tanımlanmaktadır (Levitt, 1980). Tarımsal açıdan önemli bitkilerde ürün potansiyelinin yaklaşık % 50’sinin tuzluluktan dolayı kaybedildiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle, artan insan nüfusunun besin ihtiyaçlarını karşılamak için tuzluluğa toleranslı bitkiler geliştirmelidir (Yıldız vd., 2014; Kreps *et al.*, 2002).

Tuz stresinde Na alımı diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yolaçmaktadır. Bitkiler ozmotik stres elemine edilerek tuz stresine maruz bırakıldıklarında büyümede meydana gelen azalmalar ve bu azalmaların K uygulamaları ile iyileştirilmesi, NaCl’in bitkilerde K noksanlığına yolaçtığına işaret etmektedir (Levitt, 1980). Tuz stresi bitkilerde Na birikimini arttırmakta, K alımını ise azaltmaktadır (Qian *et al.*, 2000).

Toprağın değişim kompleksinde Na^+ iyonunun absorpsiyonu toprak çözeltisinin kimyası tarafından kontrol edilmektedir. Toprak çözeltisine sulama suyuyla, Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarına göre yüksek konsantrasyonda Na^+ iyonu dahil olduğu durumda, toprak partiküllerinin değişim yüzeylerindeki katyonlar daha yüksek Na^+ iyonu konsantrasyonu yansıtmaya başlamaktadırlar. Sulama suyu toprağa bitkilerin kullandığından daha fazla tuz getirmekte ve sonuç olarak toprak tuzluluğu sulamayla artma eğilimi göstermektedir (Rhoades, 1992).

Tuz zararı bitkilerde çok değişik şekillerde ortaya çıkabilir. Tuz toksisitesinin ilk simptomları yaşlı yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen ve daha sonra nekrozlara dönüşen klorozlardır (Mer *et al.*, 2000). Tuz toksisitesinin bitkilerde neden olduğu zararın en önemlisi, büyüme ve gelişmenin engellenmesidir. Tuzluluk, verimli tarım alanlarını kısıtlayarak, tarım ürünlerinin üretimini azaltan en önemli çevresel faktördür (Botella *et al.*, 2005).

Stres faktörleri, abiyotik ve biyotik olarak iki grupta incelenebilmektedir. Abiyotik stres faktörleri soğuk, sıcak, kuraklık, tuzluluk, su fazlalığı, radyasyon,

çeşitli kimyasallar, oksidatif stres, rüzgar ve toprakta besin yetersizliği gibi çevresel faktörlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlardır (Mahajan and Tuteja, 2005).

Tuzluluk, oluşum nedenlerine göre primer ve sekonder olarak ikiye ayrılmaktadır. Primer tuzluluğun asıl oluşum nedenlerinin ana kayaların ayrışması, tuz deposu okyanuslar ve iklimsel etmenler olduğu belirtilmektedir (Munns and Tester, 2008). Sekonder tuzluluğun oluşma sebepleri ise; tarım arazilerinde yoğun sulama nedeniyle çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı suyu seviyesinin yer yüzeyine kadar yükselmesi, bölgenin doğal vejetasyonunun yok edilerek tarım arazilerine dönüştürülmesi ve topraklarda tuzluluğa sebep olan kimyasallarla kontaminasyonu olarak ifade edilebilir (Pessarakli and Szabolcs, 1999).

2.3.1 Tuzluluğun bitkiler üzerine etkisi

Tuz stresi, osmotik ve iyon stresine bağlı olarak bitkilerde büyüme ve gelişmeyi engeller (Parida and Das 2005). Kök değinim bölgelerinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Meydana gelen bu dış osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına neden olmakta ve bu olay “fizyolojik kuraklık” olarak da tanımlanmaktadır (Tuteja, 2007). Kullanılabilir su miktarının azalması, hücrenin büzülmesine ve sürgün gelişiminin yavaşlamasına neden olur. Osmotik stresten kaynaklanan iyon stresi evresinde, ortamda artan Na ve Cl iyonlarının K^+ , Ca^{+2} ve NO_3^- gibi gerekli besin elementleri ile rekabet ederek bitkilerde, besin eksikliği veya besin düzensizliğini meydana getirir (Hu and Schmidhalter, 2005).

Tuzluluk, bitkiler üzerinde osmotik ve iyon stresini doğrudan gösterirken, dolaylı etkisini ise (sekonder etki) stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile göstermektedir. NaCl fazlalığının neden olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar metabolizmalarına zarar veren aktif oksijen türlerinin sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksisite; K^+ alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella et al., 2005; Hong et al., 2009).

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Tuzlu koşullarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı davranışlar gösterirler (Dajic, 2006). Tuz stresine karşı bitkilerde farklı büyüme cevapları

sadece farklı iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002a).

Bitkiler tuz stresinde, stomalarını kapatarak, yaprak alanlarını küçülterek transpirasyonu azaltır ve su kaybını önlemeye başlarlar. Ancak yaprak alanının azalmasıyla birim alandaki CO₂ fiksasyonu da azalır (Karanlık, 2001). Aşırı tuz dozlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalara sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzluklar meydana gelmektedir (Yaşar, 2003). Farklı tuz konsantrasyonları bitki türü ve çeşitlerine göre büyüme ve gelişmeyi azaltmıştır. Bazı bitkilerde yüksek Cl⁻ konsantrasyonu sululuğu (lezzetliliği), yüksek SO₄²⁻ konsantrasyonu ise stoma yoğunluğu azaltmaktadır (Shannon, 1980). Bitkiler tuz stresine karşı değişik morfolojik ayarlamalar yapmaktadırlar (Shannon, 1980).

Çeltik ile yapılan bir araştırmada, farklı tuz konsantrasyonları (0, 30, 50 mM NaCl) altında yetiştirilen bitkilerin, kontrol bitkilerine göre daha küçük yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca 50 mM NaCl ilave edilmiş ortamda yetiştirilen bitkilerde klorofil miktarı tüm çeşitlerde azalmış, ancak genç ve yaşlı yapraklar arasında bir fark bulunmamıştır. Tuz stresine hassas olan çeşitlerde ise hücre zararlanması yaşlı yapraklarda daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Lutts et al., 1996).

Ashraf ve ark. (2003), 0 ve 100 mM NaCl dozlarında yetiştirilen iki farklı bamya çeşidinin (*Posa sawni* ve *Sabz bhindi*) su içeriği ve büyüme parametrelerini incelemişlerdir. Bu araştırma sonucuna göre *Sabz bhindi* çeşidinin; kök, gövde, yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve yaprak alanı bakımından *Posa sawni* çeşidine göre daha iyi bir performans gösterdiği, yaprak su içeriğinin de *Posa sawni* çeşidine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ghassemi ve ark. (2011), artan tuzluluk stresinin soya fasulyesinde dane ağırlığında düşüşe neden olduğunu, bitki başına dane sayısı ile danede protein içeriğinin azaldığını ifade etmişlerdir. Khatun ve Flowers (1995) yaptıkları çalışmada, tuzluğun bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen en çok etkilenen evrenin tohum oluşum safhası, yani dane verimi olmuştur. Hajlaoui ve ark. (2010), iki mısır çeşidi üzerinde farklı tuz dozlarının etkisini incelemişler, artan tuz konsantrasyonu ile (0, 36, 68 ve 102 mM NaCl) toplam kuru madde miktarında

azalmaya yol açtığı, Na konsantrasyonunun genel olarak köklerde yoğunlaştığı ve toksik Na iyonlarının genç yapraklara iletiminin sınırlandırıldığını belirtmektedir.

Aşırı tuz konsantrasyonlarının, yeşil aksam ve kök gelişimi ile kök/gövde, su kullanım etkinliği gibi karakterleri olumsuz etkilediği, tuza toleranslı bitki türlerinde K/Na ve Ca/Na oranlarının daha yüksek bulunduğu ifade edilmektedir (Grewal, 2010). Tuz stresi bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen, en çok üretken çiçek sayısında azalma ve çiçeklenme sürecinde değişimlere sebep olmuştur (Munns, 2002b). Birçok araştırmada tuzluluk, verim ve verim unsurları üzerinde olumsuz etkiler yaptığı belirlenmiştir (Boem et al., 1994; Houshmand et al., 2005; Ashraf, 1989).

Yeğin (2012), arpa bitkilerinde tuza tolerans çalışmasında, tuz konsantrasyonlarının artışı ile SPAD değerlerinde azalmalara neden olduğunu ifade etmiştir. Semizotunda yapılan tuzluluk çalışmasında, SPAD değerinin belirgin tuzluluk düzeylerinin artması ile azaldığı tespit edilmiştir (Amirul Alam et al., 2015). Munns (2005), tuz stresi altındaki bitkilerin tuzluluk nedeniyle meydana gelen ozmotik ve iyonik stres karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdiklerini belirtirken, Hong Bo ve ark. (2006b), tuz stresine adaptasyonun genellikle potasyum, çözülebilir şeker, prolin ve betain gibi ozmo regülatörler ile sağlandığını bildirmişlerdir. Yaprak oransal su içeriği bakımından yapılan bir çalışmada ise toprakta bulunan tuz miktarındaki artış ile suyun osmotik potansiyeli azalmakta bitki fizyolojik kuraklık stresine maruz kalmaktadır (Levitt, 1980). Dolayısıyla tuzluluğun ortaya çıkan ilk belirtisi su eksikliği olmaktadır (Munns and Termaat, 1986).

Bian ve ark. (1988)'na göre prolinin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşmektedir. Bitkilerde strese karşı dayanıklılık bakımından indikatör görevi yapan prolin suda çözünebilir bir aminoasittir. Prolin abiyotik stresin olumsuz etkilerine tolerans geliştirir, ozmotik düzenleyici aracı olarak da görev yapmaktadır (Öztürk, 2015). Prolin ozmolit olarak görev yapmasının yanında, hücrelerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ayarlanması ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesinde etkili bir organik madde olarak görev yapmaktadır (Matysik et al., 2002).

Phaseolus aureus'de tuz stresine karşı prolin birikiminin belirlenmesine yönelik çalışmada, tuza dayanıklı ve hassas çeşitler kullanılmıştır. Tuz stresi sonucunda her iki çeşitte de prolin birikimi gerçekleşmiştir. Dayanıklı çeşitte prolin

birikimi daha yüksek bulunmuştur. Tuz stresine karşı, çeşitlerin yaprak dokularında glisinbetain içerikleri bakımından meydana gelen değişimler de incelenmiş ve tolerant çeşidin strese maruz kaldığı müddetçe daha fazla glisinbetain biriktirdiği tespit edilmiştir. Çalışma bulgularında; bitkiler tuz stresine maruz kaldığında prolin ve glisinbetain birikiminin çeşitler arasında farklılıklar gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca prolin maddesinin turgorun korunmasında önemli rol oynadığı, böylece tuza tolerant artırmada etkili olacağı bildirilmiştir (Misra and Gupta, 2005).

Tuz stresi hücre zararlanmasına neden olan en önemli oksidatif etmenlerden biridir. Çevresel stres koşullarında hücre bütünlüğünün korunmasının bitkinin strese toleransının sağlanmasında büyük bir önemi olduğu bildirilmektedir (Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1997). Çeltikte yapılan bir çalışmada, tuz stresine hassas olan çeşitlerde hücre zararlanması daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Lutts et al., 1996). Farklı iki sorgum genotipinin tuza dayanıklılığın belirlendiği bir araştırmada, 100 mM NaCl içeren ortamlarda gövde boyu ve yaprak gelişimi azalmış ve yapraklarda zararlanmalara neden olmuştur (Lacerda et al., 2003).

Tuzluluk osmotik basıncı arttırarak, kullanılabilir su içeriğini düşürür. Bu sorunla karşı karşıya kalan bitkilerde transpirasyon ile su kaybını önlemek için meydana gelen ilk tepki, stomaların kapanmasıdır (Munns and Tester, 2008). Çavuşoğlu ve ark. (2007), arpa fidelerinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, 0.30 M NaCl uygulamasında, stoma eni ve stoma sayısında bir düşüşe neden olduğunu ifade etmişler. *Echinacea purpurea* bitkisinde, tuzluluk stoma eni, boyu ve klorofil miktarında azalmalara neden olduğu belirlenmiştir (Muezzin Poor et al., 2014). *Salsola arbuscula pall* bitkisinde ise tuzluluk çalışma sonucunda stoma sayısı, boyu ve eninde azalmalar tespit edilmiştir (Amini and Abedini, 2012). Stomaların kapanması transpirasyonu engelleyerek stoma iletkenliğini de azaltmaktadır (Munns and Tester, 2008). Tuzluluğa tolerans çalışmasında, tuzluluk; bitkilerde net fotosentez oranı, transpirasyon oranı ve stoma iletkenliğinin azalmasına neden olup, stoma direncinin de artışına sebep olmuştur (Ashraf, 2004).

Tuza tolerant ve hassas olan iki arpa çeşidinde yapılan bir tuzluluk çalışmasında, bitki büyüme ve gelişimlerinin NaCl uygulaması ile azaldığı belirlenmiş, dayanıklı çeşidin yapraklarında daha az miktarlarda Na iyonu birikirken, hassas olan çeşitte ise Na iyon konsantrasyonu artmıştır. Dayanıklı çeşide ait genç yapraklarda daha yüksek oranda K/Na ve Ca/Na oranı tespit edilmiştir. Tuza tolerans bakımından K ve Ca oranlarının, Na oranlarına göre daha yüksek olmasının etkili olacağı ifade edilmiştir (Wei et al., 2003).

2.3.2 Tuzluluğun kanola bitkisi üzerine etkisi

Normal koşullarda kanolanın verimi iyi olmasına rağmen, tuzluluk, kuraklık, toprak sıcaklığı ve besin eksikliği gibi çevresel faktörlere bağlı olarak bitkinin yağ oranı, büyümesi ve verimi düşük olabilir. Bu nedenle kolzanın tuzlu topraklarda yetiştirilmesi verimin azalmasına neden olur. Ayrıca tuzlu topraklar kanolanın büyümesini de olumsuz bir şekilde etkiler (Ashraf and Mc Neilly, 2004).

Kanola bitkisinin tuzluluk stresinde en sık görülen yan etkiler bitki boyu, verim ve fizyolojik parametrelerin azalmasıdır (Kumar, 1995; Bybordi, 2010). Kanola bitkisi ile yapılan tuzluluk çalışmasında, bitkinin toprak üstü organlarının yaş ve kuru ağırlıklarının kontrole göre önemli düzeyde azaldığı ifade edilmektedir. Bu azalma, toprak üstü organların yaş ağırlıkları için % 42.9, kuru ağırlıkları için % 28.1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca klorofil miktarında da bir azalma söz konusu olmuştur. Bunun yanında SA uygulaması sonucunda klorofil miktarında % 35 oranında bir artış belirlenmiştir. Prolin içeriği bakımından ise NaCl uygulaması kontrole göre 17 kat artışa neden olmuştur (Yıldız vd., 2014). Birçok çalışmada tuz stresi altındaki *B. juncea* (Yusuf et al. 2008), mısır (Gautam and Singh, 2009), *Vigna radiata* (Hayat et al. 2010), çeltik (Roychoudhury et al. 2011) ve arpa (Yıldız and Terzi, 2013) gibi bitkilerde prolin içeriğindeki artış belirlenmiştir.

Ashraf ve ark. (2001), amphidiploid ve diploid kanola türlerinin karşılaştırılmasında belirlenmiş farklı tuz konsantrasyonlarında, ortalama gövde ve köklerin kuru ağırlığı ve incelenen altı *Brassica* türünde büyüme ve verimde önemli ölçüde değişiklik gösterdiklerini ifade etmektedirler. Tuzlu koşullarda amphidiploid türün büyümesi, gelişmesi, kök ağırlığı, gövde ağırlığı, verim ve verim öğeleri diploid türüne oranla daha yüksek olmuştur. Alizadeh ve ark. (2003), çimlenme döneminde kanolanın tuza dayanıklılığının genetik esasları üzerine yaptığı çalışmasında, tuza toleransında resesif genlerin etkili olduğunu ve bitki başına dane verimi, bitki boyu, bin dane ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı gibi karakterlerde azalış gösterdiğini belirtmiştir. Diğer bir araştırmada NaCl stresi altında Etiyopya hardalı hatlarında dane veriminin azaldığı ve bin dane ağırlığının olumsuz yönde önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir (Ashraf and Sharif, 1998).

Boem ve Lavado (1996), sodyumun kanola bitkisine etkileri inceleniş ve araştırma sonucunda, sodyum artışıyla, bitki boyunun azaldığı ve buna bağlı olarak ana sapta bakla sayısı, baklada dane sayısı, biyomas üretimi ve dane veriminin

azaldığı gözlemlenmiştir. Dierig ve ark. (2003), tarafından *Lesquerella fendleri* yağ bitkisinde tuzluluğun etkisi incelenmiş ve tuz dozunun artışına bağlı olarak bitki boyu, ortalama kuru ağırlık ve dane veriminin azaldığı ifade edilmiştir. Tuzlu koşullarda yetiştirilen iki kanola çeşidinde, tuzluluğun artışı ile bitki başına düşen tohum sayısının azaldığı ve buna bağlı olarak verimde düşüş olduğu bulunmuştur. Ancak hasat indeksi analiz sonucuna göre tuzluluk ile bağlantısı olmadığını tespit edilmiştir (Francois, 1994).

Bu araştırmacılara göre, tuz stresinde dane azalmasına neden olan faktörler kapsüllerin arasındaki asimilatların alınım rekabeti ile ilişkilidir. Bu yüzden bazı kapsüllerin olgunlaşmamasına neden olmaktadır (Francois, 1994). Qasim ve ark. (2003), tarafından yapılan bir çalışmada tuzluluk stresi altında yetiştirilen 8 çeşit kanolada, gövde kuru ağırlık ve dane veriminin azaldığı görülmüştür. Kanola bitkisinde yapılan tuzluluğa tolerans çalışma sonucunda, gövde kuru ağırlık, bitki boyu ve kök boyu gibi karakterlerde düşüş tespit edilmiştir. Ancak kök boyunda görülen düşüş diğer karakterlere oranla daha az olmuştur (Rameeh et al., 2004).

Al-Thabet ve ark. (2004), yaptıkları tuzluluk çalışması sonucunda, NaCl konsantrasyonunun artışı ile kanola tohumlarının çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızında düşüşe neden olduğu tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise tuzluluğun (NaCl) çimlenme oranı, çimlenme yüzdesi ve sürgün uzunluğunda önemli şekilde azalışa neden olduğu bulunmuştur. Ancak kök uzunluğu, sürgün uzunluğuna göre daha çok düşüş göstermiştir (Zeinali et al., 2002). Bazı amphidiploid *Brassica* türlerinin (*B. napus*, *B. carinata* ve *B. juncea*) ve bunların diploid türleri (*B. campestris*, *B. oleracea* ve *B. nigra*) tuza toleransları incelenmiş, tuzlu koşullarda amfidiploid türlerin gelişiminin daha iyi olduğu, tohum veriminin de diploid türlerden daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Ashraf et al., 2001).

Shekari ve ark. (2000), 18 kanola çeşidinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunluğunun artan tuz seviyeleriyle azaldığını, çimlenme başlangıcının geciktiğini, çimlenme süresinin uzadığını ifade etmişlerdir. Qasim ve ark. (2003), tuz stresinin kanola da yağ ve erusik asit içeriği üzerine etkisinin olmadığını söylemişlerdir. Ashraf ve McNeilly (1990), *B. campestris*, *B. carinata*, *B. juncea* ve *B. napus*'un tuz stresine tepkilerini inceledikleri çalışmada, *B. napus*'un diğer türlerden daha fazla yağ ve kuru ağırlığa sahip olduğunu, tuzlu koşullarda bitki başına kapsül sayısı, kapsülde dane sayısı ve verimde önemli ölçüde düşüş olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, laboratuvar ve saksı denemesi olmak üzere iki aşamalı olarak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarları ve Araştırma Seralarında 2012–2014 yıllarında 2 yıl süre ile gerçekleştirilmiştir.

3.1 Materyal

3.1.1 Laboratuvar çalışmasında kullanılan deneme materyalleri

Laboratuvar çalışmasında 4 kanola (*Brassica napus* L.) çeşidi (Licord, Opera, SLM046, Tassilo), 5 tuzluluk seviyesi (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) ve 5 salisilik asit uygulaması (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) 3 tekrarlamalı olarak toplam 300 (4×5×5×3) adet petri kabında çimlenme testine tabi tutulmuştur. Bu amaçla ekim öncesi tohumlar salisilik asit ile ön muameleye tabi tutulmuş ve tohumlar belirlenen dozlarda 12 saat bekletilip, sonrasında kurutularak petri kaplarına konulup oda sıcaklığında çimlenmeleri gözlemlenmiştir. Gözlemler 15 gün süre ile yapılmıştır.

3.1.2 Saksı çalışmasında kullanılan deneme materyalleri

Saksı çalışması, laboratuvar çalışmasına paralel olarak 4 Kanola (*Brassica napus* L.) çeşidi (Licord, Opera, SLM046, Tassilo), 5 tuzluluk seviyesi (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) ve 5 salisilik asit (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) uygulaması ile (4×5×5=100), 3 tekrarlamalı olarak toplam 300 adet saksıda yürütülmüştür. Denemede, 30×30 cm ebadındaki saksılar (13 kg elenmiş toprak) kullanılmıştır. 11 Ekim 2012 ve 11 Ekim 2013 tarihlerinde kanola ekilmiş ve hasat dönemine kadar gerekli rutin bakım, sulama işlemleri, örnek alımı ve analizler yapılmıştır.

3.1.3 Deneylerde kullanılan tohumluk materyal

Denemede kullanılan kışlık kanola çeşitleri (Licord, SLM046, Opera, Tassilo) İran, Zanzan Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

3.1.4 Araştırma alanının iklim özellikleri

Denem yapıldığı yıllara (2013- 2014) ilişkin iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait sıcaklık ve oransal nem verileri (izmir.mgm.gov.tr).

	2012		2013		2014	
Aylar	Sıcaklık °C	Oransal nem (%)	Sıcaklık °C	Oransal nem (%)	Sıcaklık °C	Oransal nem (%)
Ocak	6.9	67.1	9.4	70.3	11.7	74.1
Şubat	7.3	66.8	11.1	70.4	11.5	67.8
Mart	11.2	57.6	14.0	58.7	13.3	61.1
Nisan	17.5	57.5	17.4	53.3	17.0	59.6
Mayıs	20.7	61.8	23.0	52.7	21.1	55.9
Haziran	27.8	46.5	26.1	48.9	25.2	51.9
Temmuz	30.7	44.1	28.8	41.5	28.1	48.8
Ağustos	29.4	39.9	29.0	44.7	28.8	51.8
Eylül	24.5	55.0	24.2	47.3	24.1	56.5
Ekim	21.3	59.7	17.0	60.3	18.7	64.6
Kasım	16.5	64.4	14.8	70.3	14.1	68.8
Aralık	10.7	70.6	8.4	59.1	12.0	77.8

3.1.5 Deneme toprağının özellikleri

Deneme öncesinde, saksılarda kullanılacak toprak, İzmir Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Menemen uygulama çiftliğinden temin edilmiştir. Denemede kullanılan toprağın analiz sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiş. Toprak analiz sonuçlarına göre kullanılan toprak kanola yetiştirmek için uygun görülmüştür.

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Deneme Toprağı	Ekim Öncesi	Analiz Sonuçlarına Göre
pH	6.32	Hafif asit
Toplam Tuz (%)	0.08	Problemsiz
Kireç (%)	19.89	Yüksek
Bünye	Tın	-----
Toplam N (%)	0.13	İyi
Alınabilir Ca (ppm)	4090	Yüksek
Alınabilir Mg (ppm)	118.3	Yeterli
Alınabilir Na (ppm)	78.26	Yeterli
Alınabilir Fe (ppm)	3.34	Yeterli
Alınabilir Cu (ppm)	1.92	Yeterli
Alınabilir Zn (ppm)	2.45	Yeterli
Alınabilir Mn (ppm)	8.79	Yeterli

3.2 YÖNTEM

3.2.1. Laboratuvar Çalışması

Çalışma, 3 tekerrürlü toplam 300 adet petri kabı olacak şekilde kurulmuştur. Denemede kullanılacak çeşitlerin her birinden 50'şer tohum petri kaplarında yerleştirecek şekilde ekimi yapılmıştır. Ön çalışma olarak laboratovarda (0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6 mM) SA konsantrasyonunda (6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 saat) bekletilmiştir. Sonra petrilerde ekim yapıp ve performansları incelenmiş, elde edilen sonuçlara göre uygun SA dozları ve tohumların SA'de beklenme süreleri belirtilmiştir. Sonunda uygun dozu ve saati tespit edilmiştir.

3.2.1.1 Tohum çimlendirme yöntemi

Çimlendirme deneyleri sabit sıcaklıkta (20 °C) ve daima karanlıkta yapılmıştır. Önce yeterli sayıda, dolgun görünüşlü, sağlam kanola tohumları seçilerek beherlerde 5 salisilik asit (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) dozlarında 12 saat oda sıcaklığında ön muameleye (priming) tabi tutulmuş ve sonra kurutulmuştur. Her uygulamaya ait 50'şer adet tohum, NaCl (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) çözeltileri içeren, 10 cm çaplı petri kapları içerisine düzenli olarak dizilmişlerdir. Ekimin hemen ardından petri kapları oda sıcaklığında çimlenmek üzere bekletilmiştir. Bu işlem 15'inci güne kadar sürdürülmüştür. 15'inci günün sonunda çimlenme yüzdesi tespit edilmiştir.

3.2.2 Saksı Denemesi

3.2.2.1 Saksı denemesinin kurulması

Kanola yetiştirilecek saksılara, başlangıçta 10 tohum ekimi yapılmış, daha sonra 4 homojen bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Sulama işlemi ise haftada birkere yapılmış ve EC değerini koruma amaçla saksıların altına kaplar yerleştirilmiş ve derenaj suyu tekrar aynı saksılara kullanılmıştır. Bitkiler vejetatif ve generatif gelişmesini tamamladıktan (249 gün) sonra hasat yapılmıştır.

3.2.2.2 Tuz çözeltilerinin hazırlanıp uygulanması

Tuz çözeltisini hazırlanmasında, önce saksıların toprağından 100'er gr alınıp iyice öğütölüp sonra 100 ml saf su ilave edilip karıştırılarak, EC (268 μ s/m) değeri ölçölüp ve NaCl ilave edilerek istenen konsantrasyonlardaki çözeltiler (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) hazırlanmıştır. 13 kg toprak kapasitesine sahip saksılara ilgili tuzluluk düzeyleri için sırası ile 0, 16.5, 46.1, 73.9 ve 102.5 g NaCl toprağı ilave edilmiştir.

3.2.2.3 Salisilik asit çözeltisinin hazırlanması

Deneylerde SA konsantrasyonu bir ön çalışma sonucu olarak saptanmıştır. SA'ten 1 L stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu amaçla farklı SA miktarları (0, 0.069, 0.138, 0.207, 0.276 g/L) hassas terazide tartıldıktan sonra birkaç damla metanol ile çözölndürölüp saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır (Shalmashi and Eliassi, 2007).

3.2.2.4 Salisilik asit ile tohumlara ön muamelesi

Yüzey sterilizasyonu için kanola çeşitlerine (Licord, SLM046, Opera, Tassilo) ait tohumlar ilk olarak % 70 etanolde 1 dakika bekletildikten sonra sırasıyla distile suda 1 dakika, % 10 sodyum hipoklorid (NaOCl)'te 5 dakika tutulmuştur. Tohumlar son olarak steril distile su ile 10 kez 1'er dakika yıkanmıştır. En son yıkamada, tohumların suları tam olarak süzülene kadar filtre kâğıdına yayılarak bekletilmiştir. Sterilizasyondan sonra tohumlar 5 farklı (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) SA çözeltisinde 12 saat bekledikten sonra filtre kâğıdında kurutulmuştur.

3.2.3 Yapılan ölçüm ve analizler

3.2.3.1 Yaprak eni ve boyu (cm)

Her saksıda 3'er bitkiden aşağıdan 5'inci yaprağın eni ve boyu cetvel ile ölçülmüştür.

3.2.3.2 Gövde çapı ve boyu (cm)

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölgenin uzunluğu ölçülmüştür. Gövde çapı sayısal kumpas yardımı ile belirlenmiştir. Bu işlem çiçeklenme döneminde yapılmıştır.

3.2.3.3 Tomurcuk ve çiçek oluşumu

Bitkilerin tomurcuk ve çiçeklenme zamanları gözlemlenmiş ve ilk çıkış tarihleri kaydedilmiştir.

3.2.3.4 Yaş ve kuru ağırlık

Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden 3'er bitki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler 65°C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

3.2.3.5 Verim ölçeleri

Bitki başına kapsül sayısı (adet/bitki): Saksılardan alınmış olan bitki örneklerinin kapsülleri sayılıp bitkide kapsül sayısı belirlenmiştir.

Kapsül boyu (cm): Alınan kapsüllerden tesadüfi olarak 10 tane kapsül boyu ölçülüp ve ortalama kapsül boyu belirlenmiştir.

Kapsülde dane sayısı (adet/dane): Alınan örneklere ait kapsüllerden 10 tane tesadüfi olarak seçilip ve kapsüllerindeki daneler sayılıp ve ortalama 1 kapsüldeki dane sayısı hesaplanmıştır.

Bin dane ağırlığı (g): Bitkilerden alınan kapsüllerde daneleri ayıkladıktan sonra sayılan daneleri kurutulup 1000 dane ağırlığı hesaplanmıştır.

Tek bitki verimi (g/bitki): Bir bitkiden elde edilen tüm kapsüller ayıkladıktan sonra daneleri tartıp verim elde edilmiştir.

3.2.3.6 Tohumda ham yağ oranı (%)

Öğütülen kanola tohum örneklerinden 5 gr alınmış daha sonra etüvde 80⁰C’de 45 dakika bekletildikten sonra 30 dakika desikatörde bekletilmiştir. Bu işlemten sonra örnekler Soxhlet cihazında, petrol eteri içerisinde ekstrakte edilerek % yağ oranları hesaplanmıştır (Doğan ve Başaoğlu, 1985).

3.2.3.7 SPAD değeri

Her saksıda seçilen 3 bitkide çiçeklenmeden önce en genç yapraktan SPAD metre (Minolta SPAD–502) kullanılarak her bitkide 10 adet toplam 30 adet ölçüm yapıp yapraklarda SPAD değeri ölçülmüştür.

3.2.3.8 Kanopi sıcaklığı depresyonu (KSD)

Önce çevre sıcaklığı dijital termometre (PCE-EM 883) ile ölçülmüş ve aynı zamanda yaprak sıcaklıkları ise lazer termometre (InfraRed Thermometer Ir-771) ile büyüme ucundan itibaren 3. ve 4. yapraklarda santigrat (°C) cinsinden belirlenip kaydedilmiştir. Kanopi sıcaklığı depresyonu aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (Ayeneh et al., 2002).

$$KSD = T_H - T_K$$

KSD: Kanopi Sıcaklığı Depresyonunu

T_H : Anlık hava sıcaklığı (°C)

T_K : Kanopi sıcaklığı (°C)

3.2.3.9 Prolin içeriği

Prolin analizi, Bates ve ark. (1973)'na göre yapılmıştır. Prolin analizleri için 0.5 g kuru bitki materyali alınmış ve üzerine 10 ml, % 3'lük sülfosalisilik asit ilave edilerek homojenize edilmiştir. Homojenat mavi bant filtre kâğıdıyla filtre edilmiştir. Elde edilen temiz ekstrakttan 2 ml filtrat alınmış, üzerine 2 ml asit ninhidrin (1.25g ninhidrin + 30 ml glasiyal asetik asit + 20 ml 6 M fosforik asit) ve 2 ml glasiyal asetik asit ilave edilerek 100°C'de su banyosunda 1 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra reaksiyon buz ile durdurulmuştur. Karışım 4 ml tolue ile ekstrakte edilmiştir. Toluen sulu fazdan aspire edilmiş ve oda sıcaklığında soğutulup absorbans değerleri UV spektrofotometresinde (50 bio uv-visible spectrophotometer) 520 nm dalga boyunda okunmuştur. 0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4 mmol/prolin içeren standartlar hazırlanmıştır.

3.2.3.10 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)

Uygulamalar sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış ve daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda tam turgor durumundaki ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen taze, kuru ve tam turgor ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) olarak hesaplanmıştır.

Oransal Su İçeriği (%) = $\frac{((\text{Taze Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) / (\text{Turgor Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık})) \times 100$

3.2.3.11 Hücre zararlanması

Hücre Zararlanması hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi prensibine dayanarak hesaplanmıştır (Dlugocka and Kacperska-Palacz, 1978; Fan and Blake, 1994). Stres ve kontrol bitkilerinin alttan üçüncü yapraklarından 17 mm çapında 4 adet disk alınıp iyonize su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler otoklavda 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin

EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerlerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir.

$$HZ = (L_t - L_c / 1 - L_c) \times 100$$

L_t : tuzluluk stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/edildikten sonraki EC değeri

L_c : Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

3.2.3.12 Stomalara bağlı karakterler

Stoma yoğunluğu ve boyutlarını tespit etmek amacıyla her saksıda gelişmesini tamamlamış bitkilerin beşinci yaprağından, sabahın erken saatlerinde örnekler alınarak siyah renkli torbalara konulup etiketlenmiştir. Laboratuvara getirilen yaprak örneklerine nitroselüloz (tırnak cilası) sürülmüş ve belli bir süre kurumaya bırakılmıştır. Tırnak cilaları kuruduktan sonra bisturi yardımı ile stoma kalıpları çıkarılmıştır (Gülen vd., 2004).

Stoma sayım ve ölçümleri 40×10 büyütmeli ışık mikroskobu ile yapılmış ve bir inceleme alanı 2.86 mm^2 alınmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak 1 mm^2 'deki stoma yoğunluğu hesaplanmıştır. Ayrıca, stoma en ve boy ölçümleri oküler mikrometre yardımı ile her bir mikroskobik inceleme alanında toplam 10 adet stomaya bakılmış ve aşağıdaki parametreler elde edilmiştir (Örçen vd., 2013; Wangh et al., 2012).

$$SS = \text{mm}^2 \text{ başına stoma sayısı}$$

$$SE = \text{Stoma Eni}$$

$$SB = \text{Stoma Boyu}$$

$$S\text{ŞK} = \text{Stoma Şekil Katsayısı}$$

$$S\text{ŞK} = 100 \times \frac{SE}{SB}$$

$$SA = \text{Stoma Alanı}$$

$$SA = (SB \times SE \times \pi) / 4$$

$$PI\ddot{I} = \text{Potansiyel İletkenlik İndeksi}$$

$$PI\ddot{I} = (SB)^2 \times SS \times 10^{-4}$$

OSA=Oransal Stoma Alanı

$$OSA=SA \times SS \times 100$$

3.2.4 İstatistik analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri kullanılan tesadüf parseller deneme desenine göre “SPSS v23.0 x64” paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar % 5 önem seviyesinde Tukey testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Morfolojik Karakterler

Tuzluluk stresi altında salisilik asidin etkisi; yaprak eni, yaprak boyu, gövde çapı, gövde boyu, tomurcuk ve çiçek oluşumu, yaş ve kuru ağırlık, verim ve verim öğelerinde önemli bulunmuştur.

4.1.1 Yaprak eni ve boyu

Salisilik asidin tuzluluk stresi altındaki yetiştirilen kanola çeşitleri üzerindeki etkisi, yaprak eni ve boyu (cm) yönünden incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda uygulamalar arasındaki farklılığın istatistik açıdan (Yıl, SA, EC ve Çeşit) ikili, üçlü ve dördü interaksiyonlarının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bunun yanında tuzluluğun artmasıyla beraber çeşitler arasında yaprak eni ve boyunda önemli biçimde bir azalma tespit edilmiştir. Yaprak eni yönünden en büyük (13.4 cm) EC0, en küçük ise (2.4 cm) EC8 tuzluluk uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak boyunda ise en büyük (32.9 cm) EC0, en küçük (6.2 cm) EC8 tuzluluk seviyesinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

SA uygulama sonuçlarına göre en büyük yaprak eni (11.9 cm) SA1.5 uygulandığında, en küçük ise (5.0 cm) SA0 uygulamasından sağlanmıştır. Yaprak boyu yönünden en büyük (30.4 cm) SA1.5, en küçük ise (12.1 cm) SA0 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çeşitler arasında, yaprak eni yönünden bakıldığında en büyük ortalama Tassilo çeşidinde (9.4 cm), Opera çeşidinde ise en küçük (7.1 cm) ortalama elde edilmiştir. Bunun yanı sıra yaprak boyu yönünden incelendiğinde en büyük ortalama Tassilo çeşidinde (23.5 cm), en küçük ortalama ise Opera çeşidinde (18.2 cm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Dördü interaksiyonu (Yıl×SA×EC×Çeşit) incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en büyük yaprak eni (20.4 cm) SA1.5–EC0 uygulamasında Tassilo Çeşidinde 2014 yılında bulunurken en küçük ise (4.5 cm) SA0.5–EC8 uygulamasında Licord çeşidinde 2014 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Yaprak boyu açısından incelendiğinde en büyük (54.0 cm) SA1.5–EC0 Tassilo çeşidinde 2014 yılında en küçük (8.3 cm) SA0.5–EC8 uygulandığında Licord çeşidinde 2014 yılında saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1. Yaprak eni (cm), yaprak boyu (cm), gövde çapı (cm), gövde boyu (cm) ve tomurcuk oluşumu (gün) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.

Varyasyon Kaynakları	S.D	Yaprak Eni	Yaprak Boyu	Gövde Çapı	Gövde Boyu	Tomurcuk Oluşumu
Yıl	1	141.52**	5238.62**	158699.23**	80608.45**	30648.5**
Hata 1	4	0.3173	4.5029	5.876	22.1529	3.2479
SA	4	821.05**	5634.37**	216199.32**	68548.5**	70375.6**
EC	4	2329.03**	13885.08**	457292.41**	159847.71**	171684.4**
Çeşit	3	161.1028**	960.3725**	58638.93**	29856.03**	33647.84**
Yıl×SA	4	6.1068**	119.9087**	415.322**	3579.415**	198.130**
Yıl×EC	4	41.8785**	739.0529**	4107.83**	1792.76**	604.17**
Yıl×Çeşit	3	10.1328**	186.0946**	21484.48**	10380.78**	17154.01**
SA×EC	16	38.1245**	250.2044**	45521.61**	6091.21**	30089.74**
SA×Çeşit	12	15.811**	76.6208**	16291.32**	3864.02**	7663.19**
EC×Çeşit	12	38.7781**	209.7589**	19197.53**	4652.93**	13458.83**
Yıl×SA×EC	16	1.2922**	11.6604**	1742.39**	377.664**	216.813**
Yıl×SA×Çeşit	12	3.6447**	53.5478**	770.056**	369.5317**	112.555**
Yıl×EC×Çeşit	12	2.1175**	15.7305**	499.833**	522.5289**	200.16**
SA×EC×Çeşit	48	16.9804**	98.8772**	11951.69**	2075.91**	6794.48**
Yıl×SA×EC×Çeşit	48	1.4502**	15.4364**	382.385**	168.5667**	140.120**
Hata 2	396	0.3988	2.3947	4.228	12.833	6.781
CV (%)		7.42	7.32	1.23	4.42	2.29
Yıl						
2013		8.0 ^b	18.2 ^b	1.5 ^b	69.5 ^b	121 ^a
2014		9.0 ^a	24.1 ^a	1.8 ^a	92.7 ^a	106 ^b
Salisilik Asit						
SA0.0		5.0 ^d	12.1 ^e	1.1 ^e	50.0 ^d	78 ^e
SA0.5		7.1 ^c	17.5 ^d	1.4 ^d	68.3 ^c	102 ^d
SA1.0		9.2 ^b	21.9 ^c	1.8 ^c	86.0 ^b	123 ^b
SA1.5		11.9 ^a	30.4 ^a	2.2 ^a	114.2 ^a	142 ^a
SA2.0		9.3 ^b	23.9 ^b	1.8 ^b	86.9 ^b	122 ^c
EC						
EC0		13.4 ^a	32.9 ^a	2.2 ^a	118.5 ^a	141 ^b
EC2		11.7 ^b	29.1 ^b	2.1 ^b	109.3 ^b	142 ^a
EC4		9.0 ^c	22.4 ^c	1.9 ^c	87.2 ^c	130 ^c
EC6		6.0 ^d	15.2 ^d	1.4 ^d	61.4 ^d	104 ^d
EC8		2.4 ^e	6.2 ^e	0.7 ^e	29.0 ^e	52 ^e
Çeşit						
Licord		8.3 ^b	20.7 ^c	1.7 ^b	66.6 ^c	130 ^a
Tassilo		9.4 ^a	23.5 ^a	1.6 ^c	93.4 ^a	119 ^b
S.L.M046		9.3 ^a	22.6 ^b	1.9 ^a	92.9 ^a	111 ^c
Opera		7.1 ^c	18.2 ^d	1.5 ^d	71.3 ^b	95 ^d

(**) 0.01 seviyesinde önemli, (*) 0.05 seviyesinde önemli ve (ns) önemsiz

Çizelge 4.2. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaprak eni (cm) üzerine etkisi.

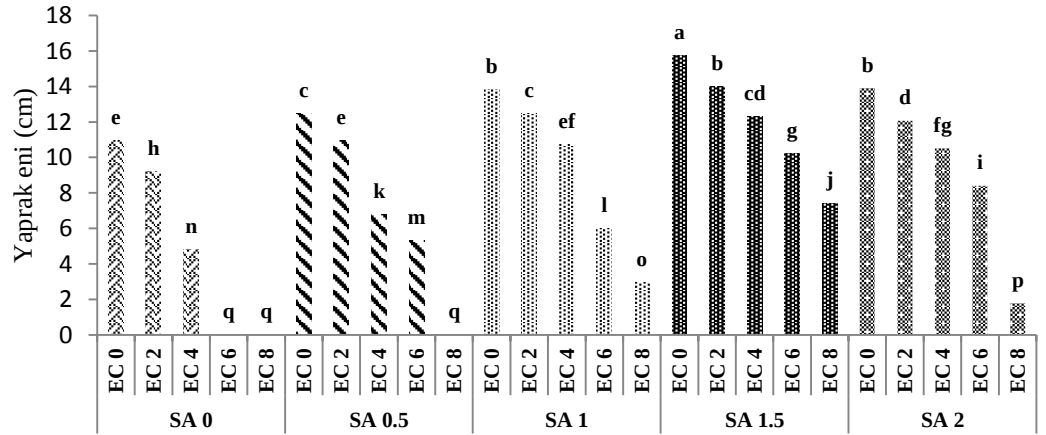
EC >>	Çeşit	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel
		2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	Ort.
SA0	Licord	9.0 ^{l1-s1}	11.2 ^{y-fl}	10.1	7.3 ^{tl-x1}	9.7 ^{h1-o1}	8.5	6.2 ^{x1-a2}	6.7 ^{w1-y1}	6.4	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	5.0
	Tassilo	9.0 ^{l1-s1}	13.0 ^{n-u}	11.0	7.8 ^{sl-w1}	10.2 ^{e1-l1}	9.0	5.2 ^{a2b2}	6.0 ^{y1-a2}	5.6	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	5.1
	S.L.M046	10.5 ^{cl-j1}	11.8 ^{u-b1}	11.2	8.3 ^{p1-u1}	10.8 ^{a1-h1}	9.6	6.3 ^{x1-a2}	8.0 ^{r1-v1}	7.2	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	5.6
	Opera	10.8 ^{a1-h1}	12.2 ^{s-z}	11.5	8.0 ^{r1-v1}	11.3 ^{x-e1}	9.7	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	4.2
SA0.5	Licord	9.5 ^{l1-p1}	12.7 ^{p-w}	11.1	8.2 ^{q1-u1}	11.8 ^{u-b1}	10.0	6.8 ^{v1-y1}	9.2 ^{kl-r1}	8.0	6.5 ^{x1-z1}	6.3 ^{x1-a2}	6.4	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	7.1
	Tassilo	13.1 ^{m-t}	15.5 ^{e-g}	14.3	12.2 ^{s-z}	13.3 ^{l-s}	12.8	8.3 ^{p1-u1}	10.0 ^{fl-m1}	9.2	6.8 ^{v1-y1}	9.0 ^{l1-s1}	7.9	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	8.8
	S.L.M046	11.7 ^{v-cl}	13.5 ^{k-r}	12.6	9.2 ^{k1-r1}	12.5 ^{q-x}	10.8	8.2 ^{q1-u1}	11.7 ^{v-cl}	9.9	7.2 ^{u1-y1}	6.7 ^{w1-y1}	6.9	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	8.1
	Opera	10.3 ^{d1-k1}	13.5 ^{k-r}	11.9	9.2 ^{k1-r1}	11.2 ^{y-fl}	10.2	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	4.4
SA1	Licord	12.5 ^{q-x}	13.7 ^{i-q}	13.1	11.3 ^{x-e1}	12.3 ^{r-y}	11.8	9.7 ^{h1-o1}	10.0 ^{fl-m1}	9.8	8.5 ^{o1-t1}	7.3 ^{tl-x1}	7.9	6.5 ^{x1-z1}	4.5 ^{b2}	5.5	9.6
	Tassilo	13.6 ^{j-q}	16.7 ^{cd}	15.2	12.0 ^{t-a1}	15.2 ^{f-h}	13.6	9.3 ^{l1-q1}	12.5 ^{q-x}	10.9	7.8 ^{sl-w1}	7.8 ^{sl-w1}	7.8	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	9.5
	S.L.M046	12.2 ^{s-z}	14.2 ^{h-n}	13.2	11.5 ^{w-d1}	12.5 ^{q-x}	12.0	10.3 ^{d1-k1}	11.8 ^{u-b1}	11.1	9.2 ^{k1-r1}	7.3 ^{tl-x1}	8.3	8.0 ^{r1-v1}	4.7 ^{b2}	6.3	10.2
	Opera	13.0 ^{n-u}	15.0 ^{g-i}	14.0	11.5 ^{w-d1}	13.5 ^{k-r}	12.5	10.7 ^{b1-i1}	11.3 ^{x-e1}	11.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	7.5
SA1.5	Licord	13.8 ^{i-p}	15.0 ^{g-i}	14.4	12.2 ^{s-z}	13.0 ^{n-u}	12.6	10.5 ^{cl-j1}	11.7 ^{v-cl}	11.1	9.8 ^{gl-n1}	11.0 ^{z-g1}	10.4	8.0 ^{r1-v1}	8.7 ^{n1-s1}	8.3	11.4
	Tassilo	16.2 ^{d-f}	20.4 ^a	18.3	14.8 ^{g-j}	17.8 ^b	16.3	14.0 ^{h-o}	13.8 ^{l-p}	13.9	10.3 ^{d1-k1}	11.2 ^{y-fl}	10.8	6.5 ^{x1-z1}	6.2 ^{x1-a2}	6.3	13.1
	S.L.M046	14.5 ^{g-l}	16.2 ^{d-f}	15.3	12.5 ^{q-x}	14.3 ^{g-m}	13.4	11.7 ^{v-cl}	12.3 ^{r-y}	12.0	9.5 ^{j1-p1}	11.7 ^{v-cl}	10.6	8.8 ^{m1-s1}	9.3 ^{l1-q1}	9.1	12.1
	Opera	13.7 ^{j-q}	16.3 ^{de}	15.0	12.7 ^{p-w}	14.7 ^{g-k}	13.7	11.7 ^{v-cl}	12.7 ^{p-w}	12.2	8.7 ^{n1-s1}	9.7 ^{h1-o1}	9.2	6.7 ^{w1-y1}	5.3 ^{z1-b2}	6.0	11.2
SA2	Licord	12.7 ^{p-w}	12.7 ^{p-w}	12.7	10.5 ^{cl-j1}	11.3 ^{x-e1}	10.9	9.3 ^{j1-q1}	10.7 ^{b1-i1}	10.0	8.7 ^{n1-s1}	7.3 ^{tl-x1}	8.0	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	8.3
	Tassilo	13.7 ^{j-q}	18.2 ^b	15.9	12.5 ^{q-x}	17.7 ^{bc}	15.1	11.3 ^{x-e1}	11.7 ^{v-cl}	11.5	8.2 ^{q1-u1}	10.0 ^{fl-m1}	9.1	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	10.3
	S.L.M046	14.2 ^{h-n}	14.3 ^{g-m}	14.3	11.3 ^{x-e1}	12.0 ^{t-a1}	11.7	10.5 ^{cl-j1}	11.0 ^{z-g1}	10.8	9.5 ^{j1-p1}	6.3 ^{x1-a2}	7.9	9.2 ^{k1-r1}	5.2 ^{a2b2}	7.2	10.4
	Opera	12.7 ^{p-w}	12.8 ^{o-v}	12.8	10.5 ^{cl-j1}	10.7 ^{b1-i1}	10.6	9.7 ^{h1-o1}	10.0 ^{fl-m1}	9.8	8.5 ^{o1-t1}	8.7 ^{n1-s1}	8.6	0.0 ^{c2}	0.0 ^{c2}	0.0	8.4
Genel Ort.		12.3	14.4	13.4	10.7	12.8	11.7	8.5	9.6	9.0	6.0	6.0	6.0	2.7	2.2	2.4	8.5

Çizelge 4.3. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaprak boyu (cm) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	
SA0	Licord	19.7 ^{ol-v1}	28.7 ^{q-x}	24.2	17.7 ^{tl-z1}	24.0 ^{d1-j1}	20.8	17.0 ^{v1-z1}	19.3 ^{p1-v1}	18.2	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	12.6
	Tassilo	22.7 ^{gl-o1}	32.8 ^{j-n}	27.8	19.8 ^{ol-v1}	27.2 ^{d1}	23.5	15.0 ^{z1-c2}	13.0 ^{b2-c2}	14.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	13.1
	S.L.M046	18.8 ^{ql-x1}	31.0 ^{l-r}	24.9	15.8 ^{x1-a2}	25.3 ^{z-g1}	20.6	13.8 ^{a2-c2}	22.2 ^{h1-p1}	18.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	12.7
	Opera	24.7 ^{bl-ii}	31.0 ^{l-r}	27.8	19.7 ^{ol-v1}	26.2 ^{x-fl}	22.9	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	10.2
SA0.5	Licord	21.8 ^{il-ql}	33.2 ^{j-m}	27.5	20.2 ^{ol-uj}	31.5 ^{l-q}	25.9	18.5 ^{r1-y1}	20.8 ^{l1-s1}	19.7	17.3 ^{ul-z1}	16.2 ^{w1-a2}	16.8	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	18.0
	Tassilo	26.5 ^{v-fl}	37.8 ^h	32.2	26.7 ^{u-e1}	33.2 ^{j-m}	29.9	23.3 ^{fl-n1}	30.7 ^{m-r}	27.0	15.7 ^{y1-b2}	21.3 ^{j1-r1}	18.5	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	21.5
	S.L.M046	24.7 ^{bl-ii}	34.8 ^{i-k}	29.8	19.3 ^{p1-v1}	33.2 ^{j-m}	26.2	17.0 ^{v1-z1}	23.5 ^{e1-m1}	20.3	13.7 ^{a2-c2}	19.5 ^{p1-v1}	16.6	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	18.6
	Opera	26.3 ^{v-fl}	35.0 ^{h-k}	30.7	24.5 ^{bl-ii}	32.7 ^{j-o}	28.6	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	11.8
SA1	Licord	23.7 ^{el-ii}	37.7 ^{f-i}	30.7	21.3 ^{j1-r1}	34.8 ^{i-k}	28.1	19.8 ^{ol-v1}	25.3 ^{z-g1}	22.6	17.8 ^{sl-z1}	17.0 ^{v1-z1}	17.4	16.0 ^{w1-a2}	8.3 ^{d2}	12.2	22.2
	Tassilo	28.7 ^{q-x}	46.4 ^c	37.5	26.7 ^{u-e1}	42.3 ^d	34.5	24.7 ^{bl-ii}	33.3 ^{j-m}	29.0	20.3 ^{n1-uj}	19.7 ^{ol-v1}	20.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	24.2
	S.L.M046	32.0 ^{k-p}	35.7 ^{g-j}	33.8	28.7 ^{q-x}	29.6 ^{o-u}	29.2	24.2 ^{c1-j1}	27.3 ^{t-c1}	25.8	18.0 ^{sl-z1}	18.3 ^{r1-y1}	18.2	18.0 ^{sl-z1}	12.5 ^{c2}	15.3	24.4
	Opera	28.3 ^{r-z}	37.9 ^h	33.1	25.2 ^{a1-h1}	29.3 ^{p-v}	27.3	21.3 ^{j1-r1}	26.0 ^{x-fl}	23.7	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	16.8
SA1.5	Licord	35.1 ^{g-j}	42.3 ^d	38.7	30.6 ^{m-r}	39.5 ^{d-f}	35.1	26.5 ^{v-fl}	32.8 ^{j-n}	29.7	20.5 ^{m1-t1}	26.7 ^{u-e1}	23.6	17.7 ^{tl-z1}	24.5 ^{b1-ii}	21.1	29.6
	Tassilo	31.2 ^{l-r}	54.0 ^a	42.6	29.2 ^{p-w}	47.7 ^{bc}	38.4	26.7 ^{u-e1}	39.2 ^{ef}	32.9	25.3 ^{z-g1}	34 ^{j1}	29.7	17.3 ^{ul-z1}	20.8 ^{l1-s1}	19.1	32.5
	S.L.M046	38.0 ^{fg}	45.3 ^c	41.7	34.0 ^{j1}	39.3 ^{ef}	36.7	28.5 ^{q-y}	30.5 ^{m-s}	29.5	24.2 ^{c1-j1}	26.2 ^{w-fl}	25.2	18.5 ^{r1-y1}	22.2 ^{h1-p1}	20.3	30.7
	Opera	31.0 ^{l-r}	45.2 ^c	38.1	28.2 ^{r-a1}	39.5 ^{d-f}	33.8	25.3 ^{z-g1}	31.5 ^{l-q}	28.4	23.8 ^{el-k1}	27.5 ^{s-b1}	25.7	17.3 ^{ul-z1}	17.3 ^{ul-z1}	17.3	28.7
SA2	Licord	25.5 ^{y-g1}	40.5 ^{d-f}	33.0	20.7 ^{l1-t1}	35.5 ^{g-j}	28.1	19.0 ^{ql-w1}	30.0 ^{n-t}	24.5	18.7 ^{r1-y1}	23.4 ^{fl-n1}	21.0	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	21.3
	Tassilo	25.7 ^{x-g1}	49.3 ^b	37.5	24.5 ^{bl-ii}	45.7 ^c	35.1	23.8 ^{el-k1}	41.7 ^{de}	32.8	20.0 ^{ol-v1}	29.8 ^{n-t}	24.9	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	26.1
	S.L.M046	28.3 ^{r-z}	39.8 ^{d-f}	34.1	23.5 ^{e1-m1}	37.7 ^{f-i}	30.6	24.7 ^{bl-ii}	30.1 ^{n-t}	27.4	25.8 ^{x-fl}	21.3 ^{j1-r1}	23.6	17.7 ^{tl-z1}	18.5 ^{r1-y1}	18.1	26.7
	Opera	28.5 ^{q-y}	35.2 ^{g-j}	31.8	25.3 ^{z-g1}	30.0 ^{n-t}	27.7	23.3 ^{fl-n1}	25.8 ^{x-fl}	24.6	20.7 ^{li-t1}	24.5 ^{b1-ii}	22.6	0.0 ^{e2}	0.0 ^{e2}	0.0	21.3
Genel Ort.		27.1	38.7	32.9	24.1	34.2	29.1	19.6	25.2	22.4	14.1	16.3	15.2	6.1	6.2	6.2	21.1

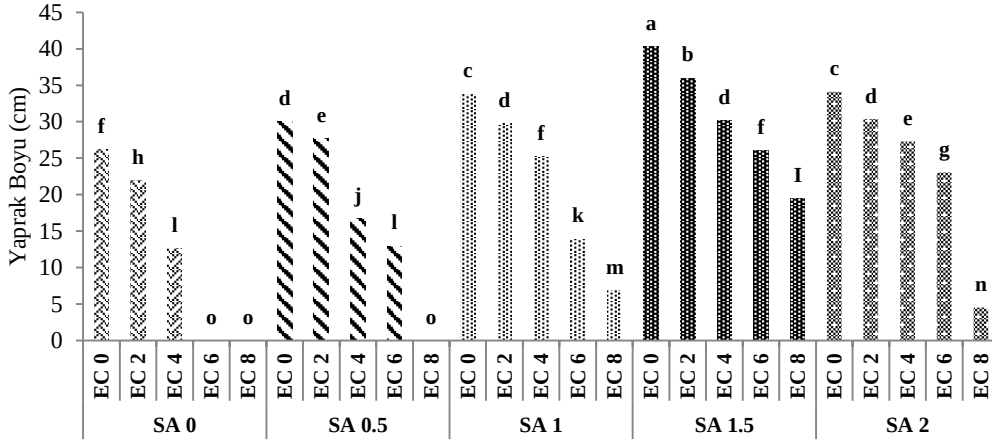
Tuz stresi, bitkilerin büyüme ve gelişmesini osmotik ve iyon stresine neden olarak engeller (Parida and Das, 2005). Lacerda ve ark. (2003)'a göre tuz stresi yaprak gelişimini azaltarak yapraklarda hasara neden olmuştur. Erken fide döneminde tuzluluk yapraklarda kuruma ve rulo şeklinde kıvrılmalara, yaprak uçlarının kahverengileşmesine ve sonunda fidelerin kurummasına neden olur (Tagawa and Ishizaka, 1965). Birçok çalışmada tuzluluk yaprak uzamasını önlemiş (Akbar, 1975; Iwaki, 1956; Tagawa and Ishizaka, 1963 a, 1964) dolayısıyla büyüme yavaşlamıştır.

Kautgen ve Pawelzik (2009), Korona ve Elsentia çilek çeşitlerini 40 ve 80 mmol/L NaCl içeren tuzlu su ile sulama yaparak bitki gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bitkiler tuza maruz kaldıklarında taze yaprak ve yaprak alanlarında kontrol gruplarına oranla düşüş göstermiştir. Yaprak büyümesi tuz stresine karşı kök büyümesinden daha duyarlıdır ve bu yüzden tuz stresinde bitkilerde kök/sürgün oranı artar (Munns and Tester, 2008).



Şekil 4.1. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaprak eni üzerine etkisi

Karanlık (2001) ve Yaşar (2003)'a atfen tuz stresi altındaki bitkiler, stomalarını kapatarak yaprak alanlarının da küçülmesi ile transpirasyonu azaltarak su kaybını önlemeye çalıştığını bildirilmektedir. Birçok tuzluluk çalışması sonucunda stres koşullarında yetiştirilen bitkilerin daha küçük yaprak alanına sahip oldukları belirlenmiştir. Tuz stresine hassas olan çeşitlerde hücre zararlanması ve malondialdehit üretimi yaşlı yapraklarda daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Lutts et al., 1996, Franco et al., 1997).



Şekil 4.2. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaprak boyu üzerine etkisi.

Tüm tuzluluk çalışmalarını incelediğimizde tuzluluk stresi bitkilerin büyüme ve gelişmesini engellemiştir. Çalışma sonuçlarına baktığımızda SA uygulandığında tuz stresinin etkisi azalmaya başlamıştır. SA miktarı arttıkça yaprak eni ve boyunda da bir artış söz konusu olmuştur (Şekil 4.1 ve 4.2). Hussein ve ark. (2007), Akdeniz suyuyla sulama yapılan buğdaylara SA püskürtüldüğünde yaprak alanı, bitki boyu, sayısı, kuru ve yaş ağırlığında artış bulunmuştur. Diğer çalışmada ise SA yaprak dökümünü önemli oranlarda azalttığı saptanmıştır (Ferrarese et al., 1996). SA'nın yaprak ve kloroplast yapısını (Uzunova and Popova, 2000) etkilediği bilinmektedir. Dışarıdan SA uygulanmasında, bitki veriminin artırılmasına neden olan faktör bitki organlarının yaşlanmasının gecikmesi (özellikle yaprak ve çiçek) dolayısıyla aktif fotosentez süresinde uzaması düşünülmektedir (Imran et al., 2007). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar araştırmacıların ortaya koydukları bulgular ile uyumludur.

4.1.2 Gövde çapı ve boyu (cm)

Tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş kanola bitkilerinin gövde çap ve boyu değerleri incelenmiş ve kontrol bitkilerine göre çap ve boylarında değerleri bakımından azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında tüm interaksiyonları önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Tuz uygulaması arttıkça gövde çapı ve boyunda bir azalma meydana gelmiştir. Dolayısıyla en büyük gövde çapı (2.2 cm) EC0, en küçük ise (0.7 cm) EC8 tuzluluk seviyesinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1). Bunun yanı sıra en büyük

gövde boyu (118.5 cm) EC0, en küçük ise (29.0 cm) EC8 tuzluluk seviyesinden bulunmuştur (Çizelge 4.1).

SA açısında incelediğimizde en büyük (2.2 cm) SA1.5, en küçük (1.1 cm) SA0 uygulamasında bitki gövde çapları elde edilmiştir. Gövde boyuna bakıldığında ise en büyük (114.2 cm) SA1.5, en küçük (50.0 cm) SA0 uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çeşitler bazından incelendiğinde en büyük gövde çapı (1.9 cm) S.L.M046 en küçük ise (1.5 cm) Opera çeşitlerinde bulunmuştur. Gövde boyu ise en büyük (93.4 cm) Tassilo çeşitlerinde elde edilerek, en küçük ise (66.6 cm) Licord çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 4.1). Gövde boyu bakımından S.L.M046 ve Tassilo çeşitleri arasında istatistik açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Dörtlü interaksiyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en büyük gövde çapı S.L.M046 (2.5 cm) SA1.5–EC0 2014 yılında, en küçük ise Licord çeşidinde (1.1 cm) SA0–EC4 uygulamasında 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.4). Gövde boyundaysa en büyük gövde boyu Tassilo çeşidine (169.7 cm) SA1.5–EC0 2014 yılında, en küçük ise Licord çeşidinde (46.7 cm) SA0–EC4 uygulamasında 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

Yapılan Araştırma sonucuna göre tuzluluk seviyesi arttıkça bitkinin gövde çapı ve boyunda bir azalma meydana gelmiştir. Bunun yanında SA uygulandığında kontrol bitkilerine oranla bir artış söz konusu olmuştur. SA seviyesi 1.5 mM seviyesine kadar gövde çapı ve gövde boyunda artışa neden olmuştur (Şekil 4. 3 ve 4. 4). SA seviyesi 2 mM ulaştığında ters bir tepkiye sebep olmuş ve gövde çapı ve boyunda azalmalar başlamış, yani SA seviyesi belli bir doza kadar pozitif etki yapıp daha yüksek dozlardaysa bitkide toksitlenmelere yol açmaktadır.

Tuzluluk bitki büyüme ve gelişmesini engellediği birçok çalışmada saptanmıştır. Tuz stresi esnasında bitkinin gövde çapı ve boyu bakımından azalmaya neden olmuştur. Yapılan çalışma ile tuzluluğun engelleyici rolünü kanola bitkisinde bir kez daha ortaya konulmuştur.

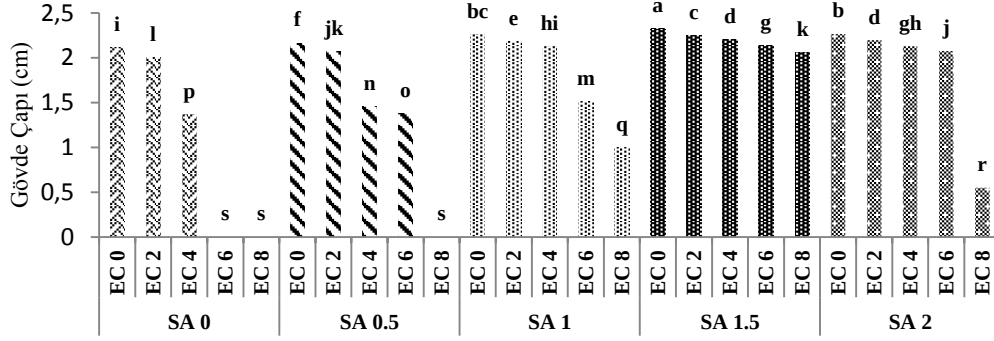
Çizelge 4.4. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında gövde çapı (cm) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel
	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	Ort.
SA0	Licord	1.56 ^{i2-k2}	2.32 ^{n-y}	1.94	1.46 ^{l2}	2.30 ^{s-e1}	1.88	1.14 ^{o2}	2.29 ^{v-fl}	1.72	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.11
	Tassilo	1.87 ^{v1}	2.31 ^{o-a1}	2.09	1.70 ^{b2-e2}	2.28 ^{v-g1}	1.99	1.53 ^{k2}	2.21 ^{l1-n1}	1.87	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.19
	S.L.M046	1.95 ^{tl-u1}	2.34 ^{k-t}	2.14	1.68 ^{d2-g2}	2.31 ^{p-b1}	1.99	1.46 ^{l2}	2.26 ^{d1-i1}	1.86	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.20
	Opera	2.27 ^{a1-i1}	2.26 ^{d1-i1}	2.27	2.09 ^{ql-r1}	2.22 ^{jl-m1}	2.15	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.88
SA0.5	Licord	1.72 ^{b2-c2}	2.33 ^{m-v}	2.03	1.58 ^{h2-j2}	2.32 ^{n-x}	1.95	1.44 ^{l2}	2.30 ^{r-d1}	1.87	1.26 ⁿ²	2.28 ^{z-h1}	1.77	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.52
	Tassilo	1.98 ^{tl}	2.36 ^{f-n}	2.17	1.76 ^{z1-a2}	2.30 ^{r-d1}	2.03	1.65 ^{g2}	2.24 ^{h1-l1}	1.95	1.56 ^{i2-k2}	2.18 ⁿ¹	1.87	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.60
	S.L.M046	1.97 ^{tl}	2.37 ^{e-m}	2.17	1.77 ^{z1}	2.34 ^{j-s}	2.05	1.69 ^{b2-f2}	2.30 ^{r-d1}	2.00	1.46 ^{l2}	2.27 ^{b1-i1}	1.87	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.62
	Opera	2.27 ^{a1-i1}	2.31 ^{q-c1}	2.29	2.22 ^{k1-n1}	2.24 ^{il-l1}	2.23	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.90
SA1	Licord	1.87 ^{v1}	2.35 ^{g-o}	2.11	1.76 ^{z1-a2}	2.33 ^{l-u}	2.05	1.69 ^{c2-g2}	2.32 ^{o-z}	2.00	1.56 ^{i2-k2}	2.30 ^{r-d1}	1.93	1.37 ^{m2}	2.29 ^{w-fl}	1.83	1.98
	Tassilo	2.02 ^{s1}	2.38 ^{c-i}	2.20	1.83 ^{w1-x1}	2.32 ^{n-x}	2.08	1.72 ^{b2-c2}	2.27 ^{b1-l1}	1.99	1.66 ^{l2-g2}	2.21 ^{l1-n1}	1.93	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.64
	S.L.M046	2.34 ^{i-r}	2.41 ^{cd}	2.38	2.29 ^{w-fl}	2.37 ^{e-l}	2.33	2.18 ⁿ¹	2.32 ^{n-x}	2.25	2.11 ^{p1-q1}	2.27 ^{a1-i1}	2.19	2.06 ^{r1}	2.24 ^{g1-l1}	2.15	2.26
	Opera	2.29 ^{u-e1}	2.37 ^{e-m}	2.33	2.28 ^{x-fl}	2.28 ^{z-h1}	2.28	2.21 ^{k1-n1}	2.27 ^{c1-l1}	2.24	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.37
SA1.5	Licord	1.93 ^{u1}	2.40 ^{c-f}	2.16	1.86 ^{v1-w1}	2.39 ^{c-h}	2.12	1.79 ^{v1-z1}	2.37 ^{e-l}	2.08	1.71 ^{b2-d2}	2.35 ^{h-q}	2.03	1.59 ^{h2-j2}	2.32 ^{n-y}	1.95	2.07
	Tassilo	2.11 ^{p1-q1}	2.47 ^{ab}	2.29	1.92 ^{u1}	2.35 ^{g-p}	2.14	1.88 ^{v1}	2.31 ^{q-c1}	2.09	1.73 ^{a2-b2}	2.25 ^{fl-k1}	1.99	1.61 ^{h2}	2.14 ^{o1}	1.88	2.08
	S.L.M046	2.38 ^{c-i}	2.49 ^a	2.44	2.35 ^{h-q}	2.42 ^c	2.38	2.28 ^{a1-i1}	2.38 ^{c-i}	2.33	2.19 ^{m1-n1}	2.33 ^{l-u}	2.26	2.08 ^{ql-r1}	2.30 ^{t-e1}	2.19	2.32
	Opera	2.38 ^{d-k}	2.45 ^b	2.41	2.29 ^{u-e1}	2.40 ^{c-f}	2.35	2.26 ^{e1-j1}	2.33 ^{m-w}	2.29	2.22 ^{jl-m1}	2.29 ^{w-fl}	2.25	2.20 ⁿ¹	2.25 ^{fl-k1}	2.23	2.31
SA2	Licord	1.81 ^{x1-y1}	2.37 ^{e-m}	2.09	1.66 ^{e2-g2}	2.33 ^{m-v}	2.00	1.55 ^{j2-k2}	2.32 ^{n-y}	1.94	1.44 ^{l2}	2.31 ^{p-b1}	1.88	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.58
	Tassilo	2.09 ^{ql-r1}	2.40 ^{c-f}	2.24	1.86 ^{v1-w1}	2.36 ^{f-n}	2.11	1.59 ^{h2-i2}	2.32 ^{o-z}	1.95	1.57 ^{i2-j2}	2.30 ^{s-e1}	1.93	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.65
	S.L.M046	2.35 ^{g-o}	2.41 ^{c-e}	2.38	2.31 ^{o-a1}	2.39 ^{c-g}	2.35	2.28 ^{z-h1}	2.33 ^{m-v}	2.31	2.18 ^{m1-n1}	2.31 ^{q-c1}	2.25	2.13 ^{o1-p1}	2.25 ^{fl-k1}	2.19	2.29
	Opera	2.29 ^{v-fl}	2.40 ^{c-f}	2.34	2.27 ^{a1-i1}	2.38 ^{c-j}	2.33	2.25 ^{fl-k1}	2.38 ^{c-k}	2.31	2.18 ⁿ¹	2.31 ^{q-c1}	2.24	0.00 ^{p2}	0.00 ^{p2}	0.00	1.85
Genel Ort.		2.07	2.37	2.22	1.95	2.33	2.14	1.63	2.08	1.85	1.24	1.60	1.42	0.65	0.79	0.72	1.67

Çizelge 4.5. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (NC0), 2 (NC2), 4 (NC4), 6 (NC6) ve 8 (NC8) ds/m] altında gövde boyu (cm) üzerine etkisi.

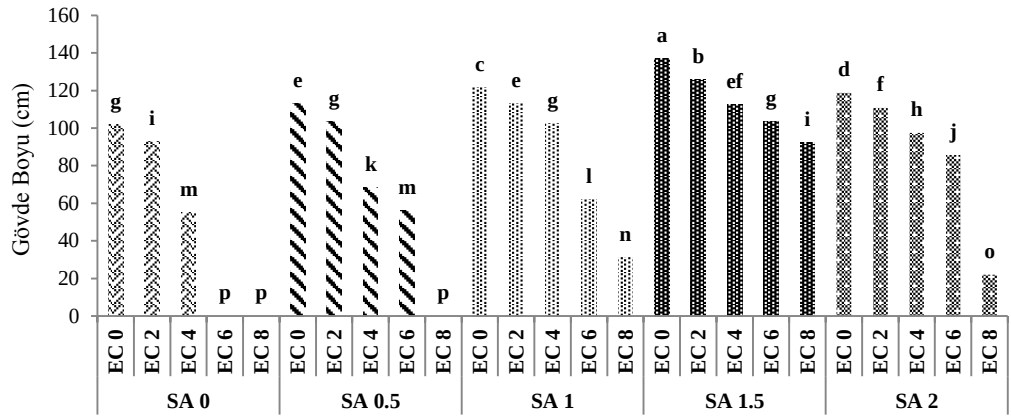
<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	63.3 ^{o2-r2}	109.5 ^{il-oi}	86.4	53.0 ⁱ²	104.3 ^{n1-t1}	78.7	46.7 ^{u2v2}	88.3 ^{a2-e2}	67.5	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	46.5
	Tassilo	114.0 ^{d1-k1}	125.7 ^{q-w}	119.8	96.0 ^{u1-z1}	118.3 ^{x-fl}	107.2	79.0 ^{h2-k2}	60.0 ^{r2s2}	69.5	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	59.3
	S.L.M046	92.3 ^{x1-b2}	107.0 ^{kl-q1}	99.7	85.0 ^{c2-h2}	102.3 ^{p1-v1}	93.7	70.7 ^{m2n2}	96.0 ^{u1-z1}	83.3	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	55.3
	Opera	105.3 ^{m1-s1}	97.7 ^{tl-y1}	101.5	98.0 ^{tl-y1}	87.3 ^{a2-f2}	92.7	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	38.8
SA0.5	Licord	65.3 ^{n2-r2}	114.3 ^{c1-j1}	89.8	56.3 ^{s2t2}	111.7 ^{g1-m1}	84.0	52.3 ^{tu2}	99.0 ^{s1-x1}	75.7	39.0 ^{w2x2}	61.7 ^{q2-s2}	50.3	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	60.0
	Tassilo	127.0 ^{p-u}	136.0 ^{h-k}	131.5	115.3 ^{a1-i1}	125.0 ^{q-x}	120.2	86.3 ^{a2-g2}	106.3 ^{tl-r1}	96.3	69.7 ^{m2-o2}	85.3 ^{b2-h2}	77.5	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	85.1
	S.L.M046	102.0 ^{p1-v1}	128.0 ^{n-t}	115.0	93.3 ^{w1-a2}	125.3 ^{q-x}	109.3	83.7 ^{d2-j2}	119.7 ^{w-d1}	101.7	77.7 ^{j2-l2}	114.7 ^{bl-j1}	96.2	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	84.4
	Opera	112.0 ^{g1-m1}	121.3 ^{t-bl}	116.7	110.0 ^{h1-n1}	92.3 ^{x1-b2}	101.2	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	43.6
SA1	Licord	82.7 ^{d2-j2}	117.7 ^{y-gl}	100.2	68.7 ^{m2-p2}	113.0 ^{e1-l1}	90.8	62.0 ^{q2-s2}	107.7 ^{j1-q1}	84.8	46.0 ^{v2}	78.0i2-l2	62.0	36.0 ^{x2}	67.7 ^{n2-q2}	51.8	77.9
	Tassilo	138.0 ^{f-j}	143.3 ^{e-g}	140.7	125.3 ^{q-x}	128.3 ^{m-t}	126.8	97.0 ^{u1-y1}	120.3 ^{w-c1}	108.7	83.0 ^{d2-j2}	99.7 ^{r1-w1}	91.3	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	93.5
	S.L.M046	107.0 ^{k1-q1}	137.7 ^{g-j}	122.3	101.0 ^{p1-v1}	133.7 ^{l-p}	117.3	96.0 ^{u1-z1}	123.3 ^{r-z}	109.7	84.3 ^{d2-j2}	104.3 ^{n1-t1}	94.3	63.3 ^{o2-r2}	80.7 ^{f2-j2}	72.0	103.1
	Opera	117.7 ^{y-gl}	129.0 ^{l-s}	123.3	111.7 ^{g1-m1}	123.0 ^{r-z}	117.3	101.0 ^{p1-v1}	111.7 ^{g1-m1}	106.3	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	69.4
SA1.5	Licord	91.0 ^{y1-c2}	142.0 ^{f-h}	116.5	77.7 ^{j2-l2}	137.0 ^{g-j}	107.3	71.7 ^{l2-n2}	127.7 ^{o-t}	99.7	63.0 ^{p2-r2}	118.7 ^{w-gl}	90.8	42.3 ^{v2w2}	100.7 ^{q1-v1}	71.5	97.2
	Tassilo	150.3 ^{cd}	169.7 ^a	160.0	138.7 ^{f-i}	159.7 ^b	149.2	112.3 ^{fl-m1}	125.7 ^{q-w}	119.0	92.3 ^{x1-b2}	122.3 ^{s-a1}	107.3	85.3 ^{b2-h2}	104.3 ^{n1-t1}	94.8	126.1
	S.L.M046	115.7 ^{a1-i1}	150.0 ^{cd}	132.8	105.3 ^{m1-s1}	135.7 ^{h-l}	120.5	95.3 ^{v1-z1}	130.0 ^{k-r}	112.7	88.3 ^{a2-e2}	126.0 ^{q-v}	107.2	81.3 ^{e2-j2}	122.0 ^{s-a1}	101.7	115.0
	Opera	127.3 ^{p-u}	149.0 ^{c-e}	138.2	119.3 ^{v-e1}	134.3 ^{i-o}	126.8	102.7 ^{o1-u1}	134.7 ⁱ⁻ⁿ	118.7	93.3 ^{w1-a2}	124.0 ^y	108.7	89.0 ^{z1-d2}	112.3 ^{fl-m1}	100.7	118.6
SA2	Licord	33.7 ^{x2}	128.3 ^{m-t}	81.0	20.0 ^{y2}	121.7 ^{t-bl}	70.8	9.7 ^{z2}	115.3 ^{a1-i1}	62.5	11.7 ^{z2}	74.0 ^{k2-m2}	42.8	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	51.4
	Tassilo	144.3 ^{d-f}	160.7 ^b	152.5	135.0 ^{l-m}	153.7 ^c	144.3	105.3 ^{m1-s1}	125.3 ^{q-x}	115.3	89.0 ^{z1-d2}	117.3 ^{y-gl}	103.2	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	103.1
	S.L.M046	112.0 ^{g1-m1}	135.3 ^{h-l}	123.7	98.3 ^{s1-x1}	131.7 ^{j-q}	115.0	89.3 ^{z1-d2}	128.3 ^{m-t}	108.8	84.7 ^{d2-i2}	112.7 ^{e1-l1}	98.7	79.7 ^{g2-k2}	95.7 ^{u1-z1}	87.7	106.8
	Opera	105.3 ^{m1-s1}	130.0 ^{k-r}	117.7	96.0 ^{u1-z1}	129.0 ^{l-s}	112.5	89.3 ^{z1-d2}	116.7 ^{z-h1}	103.0	87.7 ^{a2-e2}	108.0 ^{il-p1}	97.8	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	86.2
Genel Ort.		105.3	131.6	118.5	95.2	123.4	109.3	72.5	101.8	87.2	50.5	72.3	61.4	23.8	34.2	29.0	81.1

Pimmongkol ve ark. (2002), çeltikte yaptıkları bir tuzluluk çalışması sonucunda, tuzluluğun artmasıyla beraber gövde çapında azalmaya sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer bir çalışmadaysa tuzluluk bitki gelişimini engellemesi sonucunda bitki çapında da azalmaya yol açtığı bildirilmiştir (Takagi et al., 2009). Aynı şekilde Neves ve ark. (2004), tuz stresi bitki çapının azalmasına sebep olduğunu vurgulamışlar, ancak stresin etkisi çap gelişimi ve gövde boyundan az etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Lacerda ve ark.(2003), sorgumda, Bernstein ve ark. (2001), avokado da; Silva ve ark.(2008), *Spondias tuberosa* bitkisinde tuz stresinin gövde çapında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Chartzoulakis ve ark. (2000), tuz stresinin artışıyla beraber bitkilerin gövde boyları kontrol bitkilerine oranla azaldığını ifade etmişler.



Şekil 4.3. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama gövde çapı üzerine etkisi.

Qasim ve ark. (2004), kanola bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, bitki boyunda bir düşüşe neden olduğunu söylemişler. Alizadeh ve ark. (2003), çimlenme döneminde kanola'nın tuza dayanıklılığının genetik esasları üzerine yaptığı çalışmasında, tuza toleransta resesif genlerin etkili olduğunu ve bitki başına tane verimi, bitki boyu ve gövde kuru ağırlığına azalış gösterdiğini belirtmiştir. Boem ve Lavado (1996) tarafından kanola üzerindeki sodyum etkisini inceleniş ve bunun sonucunda, sodyum artışıyla, bitki boyunun da azaldığını vurgulamışlardır. Dierig ve ark. (2003) tarafından, Leguerella Fendieri (GREY) türü yağ bitkisinde tuzluluk incelenmiş ve tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak tuz miktarı arttıkça bitki boyunda da azalış gözlemlenmiştir. Kanola bitkisinin tuzluluk stresinde en sık görülen yan etkileri, bitki boyu, verim ve fizyolojik parametrelerin azalmasıdır (Kumar, 1995).



Şekil 4.4. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama gövde çapı üzerine etkisi.

Tuzluluk arttıkça gövde boyu ve çapında düşüşü meydana gelmiştir. Ancak SA uygulandığında gövde boyu ve çapındaki düşüşü azaltmış olduğu ortaya çıkmıştır. Son yıllarda bitkilerde salisilik asidin biyolojisi ile ilgili yapılan çalışmaların sonucunda, salisilik asidin diğer birçok fenolik bileşik gibi, bitki büyümesinin düzenlenmesi, gelişimi ve diğer organizmalarla etkileşiminde temel rol oynadığı görüşü ortaya çıkmıştır (Harborne, 1980). Hussein ve ark. (2007) Akdeniz suyuyla sulama yapılan buğdaylara SA püskürtüldüğünde gövde boyu, kuru ve yaş ağırlığında artış bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada sonuçları araştırmacıların sonucu ile uyum içerisindedir.

4.1.3 Tomurcuk ve çiçek oluşumu

Araştırma sonucunda bulunan, tuz stresi altında salisilik asidin etkisi, 4 kanola çeşidinin tomurcuk ve çiçek oluşumuna ait veriler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.6'de verilmiştir. Yapılan istatistiki analizler sonucunda, faktörler (Yıl, SA, EC ve Çeşitler) arasında, ikili, üçlü ve dördümlü interaksiyonları önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve 4.6). Tuzluluk arttıkça tomurcuk oluşumunda, gün sayısı bazında bir azalma gerçekleşmiştir. En erken tomurcuk oluşum gün sayısı (52 gün) EC8 uygulamasından elde edilerek en geç tomurcuk oluşum gün sayısı ise (142 gün) EC2 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1). SA uygulandığında ise en erken tomurcuk oluşumu (78 gün) SA0, en geç tomurcuk oluşum (142 gün) SA1.5 uygulamasında bulunmuştur. Çeşitler arasında değerlendirdiğimizde en erken tomurcuk oluşum gün sayısı (95 gün) Opera, en geç tomurcuk oluşum (130 gün) Licord çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Aynı şekilde tuz konsantrasyonu arttıkça çiçeklenme gün sayısında ise azalmalar meydana gelmiştir. En erken çiçek oluşum gün sayısı (56 gün) EC8, en geç çiçek oluşum gün sayısı ise (154 gün) EC2 tuzluluk seviyesinden elde edilmiştir. SA konsantrasyonu açısından incelediğimizde, en erken çiçek oluşum gün sayısı (86 gün) SA0, en geç çiçek oluşum gün sayısı ise (155 gün) SA1.5 uygulandığında elde edilmiştir. Çeşitler bazından değerlendirildiğinde ise en erken çiçek oluşum gün sayısı (103 gün) Opera, en geç çiçek oluşum gün sayısı ise (140 gün) Licord çeşitlerinde sağlanmıştır (Çizelge 4.6).

Dörtlü interaksyonu incelemesi sonucunda çıkışını tamamlamış bitkilerde en erken tomurcuk oluşumu, S.L.M.046 çeşidinde (60 gün) SA0–EC4 2013 yılında, en geç ise Licord çeşidinde (166 gün) SA0.5– EC6 uygulamasında 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.7). Çiçeklenme gün sayısı bakımından, değerlendirdiğimizde en erken S.L.M046 çeşidinde (91 gün) SA0–EC0 uygulandığında 2014 yılında bulunarak, en geç ise Licord çeşidinde (179 gün) SA0.5–EC6 uygulandığında 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.8). elde edilen sonuca göre tuzluluk artışı çiçek oluşum gün sayısını azaltmış, diğer yandan SA'ın çiçeklenmeği teşvik ettiği rolü ortaya çıkmıştır.

Deneme analiz sonuçlarına göre tuz konsantrasyonu yüksek dozlarda bitkinin büyüme ve gelişmesini engellenmiş olup, doz arttıkça bitkiler hemen vejetatif dönemlerini tamamlayıp generatif döneme girmişlerdir. Bu çalışmada SA uygulandığında tomurcuk ve çiçeklenme gün sayısında bir uzama söz konusu olmuştur. SA seviyesi arttıkça gün sayısı açısından bitkiler vejetatif dönemlerini strese girmeden devam etmişlerdir. Tomurcuk ve çiçeklenme gün sayısı, SA1.5 uygulamasında kontrol gurubuna göre daha erken tomurcuk ve çiçek oluşturmıştır (Şekil 4.5 ve 4.6).

Yapılan araştırmalar sonucuna göre tuz stresi bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen, en çok üretken çiçek sayısında azalmalara ve çiçeklenme zamanında değişimlere de neden olmuş (Munns, 2002b). Abayomi (2008), soyada yaptığı stres çalışmasında, stres koşullarında bitkinin vejetatif ve çiçeklenme gün sayısında azalmalara neden olduğunu ifade etmiştir. Sevinç ve Levent (2006), mısır bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmasında, stres altındaki bitkilerin yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimi de olumsuz etkilenmiştir. Francois (1994), de kanola da yaptığı tuzluluk çalışmasında, tuz konsantrasyonunda çiçek sayısı ve çiçeklenme gün sayısının azaldığını vurgulamıştır.

Atak ve ark (2015), ekmeklik buğdayda yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, uzayan tuz uygulama süreleri çiçeklenme tarihlerinde belirgin olarak kısalmaya neden olduğunu ifade etmişler. Çiçeklenme tarihlerine ilişkin bulgularımız, tuzluluk şartlarında kanola çeşitlerinde çiçeklenmenin erken gerçekleştiğini bildiren Prough ark. (1984), bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.6. Çiçek oluşumu (gün), yaş ağırlık (g/bitki), kuru ağırlık (g/bitki), kapsül sayısı (adet/bitki) ve kapsül boyu (cm) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.

Varyasyon kaynakları	S.D	Çiçek Oluşumu	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık	Kapsül Sayısı	Kapsül Boyu
Yıl	1	25402.03**	20391.1**	695.66**	23375.042**	12.848**
Hata 1	4	6.00	2.6671	2.9605	84.647	0.0891
SA	4	82690.14**	12030.5**	4977.6**	453991.51**	211.286**
EC	4	206962.96**	25127.5**	11443.9**	779773.16**	366.581**
Çeşit	3	38098.92**	6649.9**	3109.37**	84980.42**	53.758**
Yıl×SA	4	206.58**	1331.53**	23.486**	940.08**	1.2974**
Yıl×EC	4	276.18**	2464.65**	67.105**	1218.66**	0.4441**
Yıl×Çeşit	3	14939.67**	545.13**	66.601**	2033.63**	3.4491**
SA×EC	16	35080.07**	165.83**	133.11**	10577.68**	21.3055**
SA×Çeşit	12	9076.54**	488.63**	276.18**	30046.81**	9.7182**
EC×Çeşit	12	16375.55**	509.21**	294.69**	5425.77**	11.3929**
Yıl×SA×EC	16	188.51**	83.59**	7.491**	178.92*	0.1382*
Yıl×SA×Çeşit	12	105.18**	47.41**	8.524**	800.98**	0.3251**
Yıl×EC×Çeşit	12	299.77**	42.56**	4.309 ^{ns}	790.73**	0.1427 ^{ns}
SA×EC×Çeşit	48	7781.19**	154.52**	110.86**	7493.38**	6.7498**
Yıl×SA×EC×Çeşit	48	142.15**	10.78**	5.242*	420.66**	0.0939 ^{ns}
Hata 2	396	4.701	3.816	3.222	96.005	0.081
CV (%)		1.76	7.53	9.50	6.41	6.48
Yıl						
2013		130 ^a	20.1 ^b	17.8 ^b	146.5 ^b	4.2 ^b
2014		117 ^b	31.8 ^a	20.0 ^a	159.0 ^a	4.5 ^a
Salisilik Asit						
SA0.0		86 ^e	13.5 ^e	10.7 ^e	71.6 ^e	2.7 ^d
SA0.5		110 ^d	20.5 ^d	15.8 ^d	115.2 ^d	3.5 ^c
SA1.0		132 ^c	29.1 ^b	21.0 ^b	170.6 ^c	4.7 ^b
SA1.5		155 ^a	40.3 ^a	28.1 ^a	232.5 ^a	6.2 ^a
SA2.0		133 ^b	26.3 ^c	18.8 ^c	174.0 ^b	4.7 ^b
EC						
EC0		153 ^b	44.3 ^a	30.5 ^a	250.3 ^a	6.1 ^a
EC2		154 ^a	34.9 ^b	25.4 ^b	206.0 ^b	5.6 ^b
EC4		141 ^c	26.0 ^c	19.7 ^c	156.3 ^c	4.8 ^c
EC6		112 ^d	17.1 ^d	13.2 ^d	105.4 ^d	3.6 ^d
EC8		56 ^e	7.4 ^e	5.8 ^e	46.0 ^e	1.8 ^e
Çeşit						
Licord		140 ^a	21.4 ^d	16.1 ^c	122.7 ^d	4.1 ^c
Tassilo		130 ^b	24.1 ^b	17.5 ^b	156.8 ^b	4.3 ^b
S.L.M046		120 ^c	35.8 ^a	25.7 ^a	180.6 ^a	5.2 ^a
Opera		103 ^d	22.5 ^c	16.3 ^c	151.0 ^c	3.9 ^d

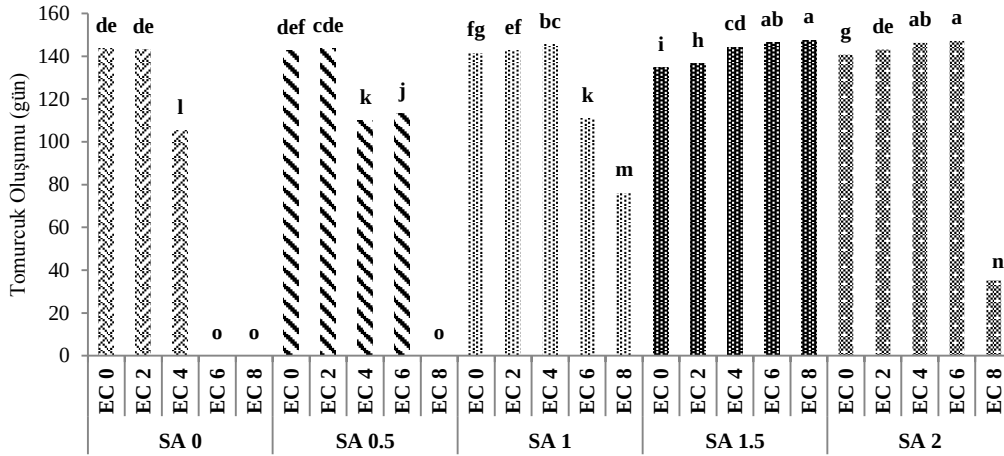
(**) 0.01 seviyesinde önemli, (*) 0.05 seviyesinde önemli ve (^{ns}) önemsiz

Çizelge 4.7. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında tomurcuk oluşumu (gün) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.
SA0	Licord	163 ^{a-e}	146 ^{d1-o1}	155	162 ^{a-g}	146 ^{d1-o1}	154	162 ^{a-g}	145 ^{h1-p1}	154	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	93
	Tassilo	154 ^{m-u}	147 ^{y-n1}	151	147 ^{z-n1}	144 ^{j1-l-s1}	146	143 ^{n1-s1}	140 ^{p1-s1}	141	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	88
	S.L.M046	154 ^{m-u}	85 ^{e2}	120	157 ^{h-p}	91 ^{c2d2}	124	60 ^{c-l}	93 ^{b2c2}	126	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	74
	Opera	152 ^{o-b1}	145 ^{h1-p1}	148	148 ^{v-m1}	151 ^{r-f1}	150	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	60
SA0.5	Licord	161 ^{b-j}	145 ^{h1-p1}	153	161 ^{b-i}	143 ^{l1-s1}	152	165 ^{ab}	152 ^{p-c1}	159	166 ^a	146 ^{c1-o1}	156	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	124
	Tassilo	146 ^{d1-o1}	144 ^{il-r1}	145	148 ^{x-n1}	150 ^{t-h1}	149	150 ^{h1}	151 ^{q-d1}	151	153 ^{n-x}	162 ^{a-g}	157	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	120
	S.L.M046	150 ^{t-h1}	102 ^{z1-a2}	126	156 ^{j-r}	100 ^{z1-a2}	128	160 ^{c-l}	101 ^{z1-a2}	131	164 ^{a-d}	115 ^{x1}	139	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	105
	Opera	148 ^{x-n1}	146 ^{d1-o1}	147	146 ^{g1-o1}	147 ^{al-n1}	146	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	59
SA1	Licord	157 ^{g-n}	149 ^{t-j1}	153	158 ^{f-n}	153 ^{n-w}	156	159 ^{d-l}	153 ^{n-w}	156	164 ^{a-e}	157 ^{h-p}	160	165 ^{a-c}	159 ^{e-m}	162	157
	Tassilo	143 ^{m1-s1}	153 ^{n-x}	148	146 ^{g1-o1}	154 ^{m-u}	150	147 ^{y-n1}	153 ^{n-w}	150	151 ^{q-d1}	157 ^{h-p}	154	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	120
	S.L.M046	135 ^{tu1}	97 ^{a2b2}	116	140 ^{q1-t1}	100 ^{z1-a2}	120	154 ^{m-v}	104 ^{y1z1}	129	156 ^{h-q}	103 ^{z1}	130	164 ^{a-e}	122 ^{w1}	143	127
	Opera	145 ^{h1-q1}	152 ^{o-a1}	148	146 ^{e1-o1}	144 ^{kl-s1}	145	145 ^{h1-p1}	146 ^{e1-o1}	145	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	88
SA1.5	Licord	155 ^{k-s}	123 ^{w1}	139	158 ^{f-n}	139 ^{s1t1}	148	160 ^{c-l}	141 ^{o1-s1}	151	163 ^{a-f}	143 ^{m1-s1}	153	164 ^{a-d}	149 ^{u-11}	156	149
	Tassilo	146 ^{f1-o1}	144 ^{kl-s1}	145	147 ^{b1-o1}	139 ^{r1-t1}	143	147 ^{y-n1}	157 ^{g-o}	152	149 ^{t-j1}	157 ^{g-n}	153	150 ^{s-h1}	159 ^{d-l}	155	150
	S.L.M046	131 ^{v1}	87 ^{d2e2}	109	135 ^{u1v1}	90 ^{c2d2}	112	151 ^{r-e1}	100 ^{z1-a2}	126	155 ^{l-t}	102 ^{z1}	128	160 ^{c-k}	108 ^{y1}	134	122
	Opera	146 ^{c1-o1}	146 ^{e1-o1}	146	146 ^{d1-o1}	139 ^{r1-t1}	143	147 ^{z-n1}	150 ^{t-h1}	149	146 ^{e1-o1}	156 ^{i-q}	151	146 ^{e1-o1}	144 ^{j1-s1}	145	147
SA2	Licord	161 ^{b-j}	143 ^{n1-s1}	152	162 ^{a-h}	146 ^{c1-o1}	154	164 ^{a-e}	151 ^{r-f1}	157	164 ^{a-d}	157 ^{g-n}	161	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	125
	Tassilo	148 ^{w-m1}	150 ^{t-i1}	149	148 ^{x-n1}	147 ^{y-n1}	148	151 ^{r-g1}	148 ^{v-m1}	149	152 ^{o-b1}	143 ^{l1-s1}	148	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	119
	S.L.M046	147 ^{al-n1}	92 ^{c2}	120	151 ^{r-g1}	100 ^{z1-a2}	125	151 ^{q-d1}	102 ^{z1}	127	156 ^{j-r}	102 ^{z1}	129	162 ^{a-i}	120 ^{w1}	141	128
	Opera	152 ^{n-y}	133 ^{u1v1}	143	151 ^{r-e1}	140 ^{p1-s1}	146	153 ^{n-x}	151 ^{r-g1}	152	154 ^{m-v}	149 ^{u-k1}	151	0 ^{f2}	0 ^{f2}	0	118
Genel Ort.		150	131	141	150	133	142	138	122	130	110	98	104	56	48	52	114

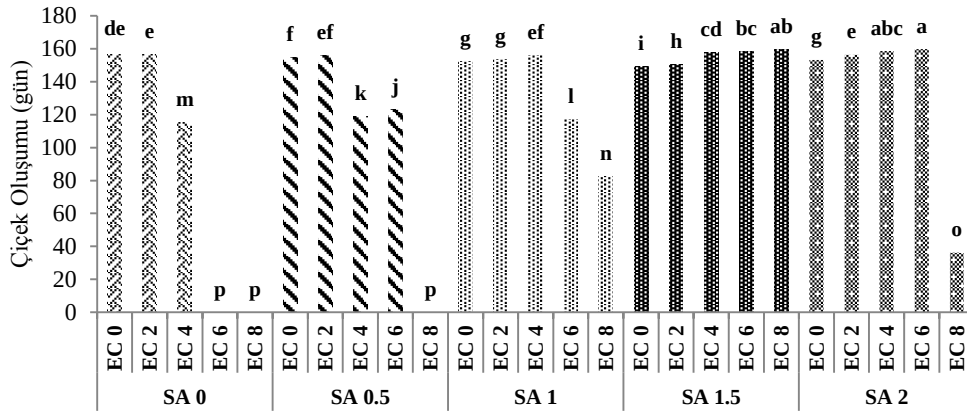
Çizelge 4.8. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında çiçek oluşumu (gün) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	NC0			NC2			NC4			NC6			NC8			Genel Ort.
	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	172 ^{d-i}	165 ^{m-y}	168	166 ^{k-u}	166 ^{k-u}	166	168 ^{j-q}	168 ^{j-q}	168	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	101
	Tassilo	168 ^{h-o}	165 ^{m-x}	167	162 ^{t-e1}	162 ^{t-e1}	162	157 ^{h1-k1}	157 ^{g1-k1}	157	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	97
	S.L.M046	162 ^{u-fl}	91 ^{z1}	127	165 ^{m-x}	101 ^{x1}	133	168 ^{i-p}	102 ^{w1x1}	135	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	79
	Opera	165 ^{m-x}	166 ^{l-w}	165	162 ^{v-g1}	165 ^{m-x}	163	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	66
SA0.5	Licord	167 ^{j-s}	161 ^{x-h1}	164	167 ^{j-s}	161 ^{x-h1}	164	176 ^{a-d}	162 ^{v-g1}	169	179 ^a	162 ^{v-g1}	170	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	133
	Tassilo	160 ^{z-h1}	160 ^{z-h1}	160	162 ^{t-e1}	164 ^{p-b1}	163	165 ^{m-y}	166 ^{k-u}	166	168 ^{i-p}	170 ^{g-l}	169	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	132
	S.L.M046	158 ^{fl-k1}	109 ^{u1}	133	164 ^{p-b1}	109 ^{u1}	136	168 ^{i-p}	112 ^{t1u1}	140	173 ^{b-g}	136 ^{p1q1}	154	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	113
	Opera	161 ^{w-h1}	162 ^{u-fl}	162	159 ^{d1-j1}	161 ^{x-h1}	160	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	64
SA1	Licord	165 ^{m-x}	160 ^{a1-h1}	162	167 ^{j-r}	161 ^{x-h1}	164	171 ^{f-k}	162 ^{v-g1}	166	174 ^{b-f}	164 ^{o-a1}	169	178 ^a	167 ^{j-t}	173	167
	Tassilo	157 ^{h1-k1}	171 ^{e-j}	164	161 ^{x-h1}	160 ^{y-h1}	161	163 ^{s-e1}	151 ^{l1}	157	166 ^{k-u}	133 ^{q1}	150	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	126
	S.L.M046	142 ⁿ¹	105 ^{v1w1}	124	147 ^{m1}	109 ^{u1}	128	162 ^{v-g1}	121 ^{r1}	141	165 ^{m-y}	132 ^{q1}	149	172 ^{c-h}	141 ^{n1o1}	157	140
	Opera	157 ^{g1-k1}	159 ^{c1-j1}	158	159 ^{c1-j1}	161 ^{x-h1}	160	158 ^{fl-k1}	159 ^{c1-j1}	158	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	95
SA1.5	Licord	163 ^{q-c1}	158 ^{fl-k1}	161	168 ^{i-p}	160 ^{z-h1}	164	172 ^{c-h}	163 ^{q-c1}	168	175 ^{a-e}	165 ^{m-y}	170	176 ^{a-c}	166 ^{l-v}	171	167
	Tassilo	160 ^{z-h1}	164 ^{n-z}	162	161 ^{x-h1}	162 ^{v-g1}	161	162 ^{t-e1}	169 ^{g-l}	166	164 ^{n-z}	166 ^{k-u}	165	165 ^{m-x}	168 ^{g-n}	167	164
	S.L.M046	137 ^{o1p1}	94 ^{v1z1}	116	142 ⁿ¹	96 ^{y1}	119	159 ^{c1-j1}	113 ^{t1}	136	163 ^{s-e1}	112 ^{t1u1}	137	168 ^{h-o}	117 ^{s1}	143	130
	Opera	159 ^{c1-j1}	158 ^{e1-k1}	159	159 ^{d1-j1}	158 ^{fl-k1}	158	161 ^{x-h1}	161 ^{x-h1}	161	160 ^{a1-h1}	161 ^{x-h1}	160	158 ^{e1-k1}	155 ^{i1-k1}	157	159
SA2	Licord	168 ^{j-q}	160 ^{a1-h1}	164	173 ^{b-g}	160 ^{a1-h1}	166	177 ^{ab}	162 ^{u-fl}	169	169 ^{g-m}	169 ^{g-m}	174	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	135
	Tassilo	162 ^{v-g1}	162 ^{u-fl}	162	164 ^{p-b1}	163 ^{r-d1}	163	165 ^{m-x}	161 ^{x-h1}	163	168.0 ^{i-p}	154 ^{k1}	161	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	130
	S.L.M046	155 ^{j1-k1}	103 ^{w1x1}	129	159 ^{d1-j1}	108 ^{u1v1}	133	159 ^{b1-i1}	112 ^{t1u1}	136	163.7 ^{p-b1}	112 ^{t1u1}	138	170 ^{g-k}	120 ^{r1s1}	145	136
	Opera	166 ^{l-w}	151 ^{l1}	158	165 ^{m-x}	159 ^{b1-i1}	162	167 ^{j-t}	166 ^{l-v}	166	171.0 ^{e-j}	162 ^{t-e1}	167	0 ^{a2}	0 ^{a2}	0	131
Genel Ort.		160	146	153	162	147	154	149	133	141	118	105	112	59	52	56	123



Şekil 4.5. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama tomurcuk oluşumu üzerine etkisi.

Araştırmacılara göre SA, bitki büyümesinde düzenleyici olarak da işlev görmektedir (Arberg, 1981). SA bitkilerin birçoğunda çiçeklenmeyi teşvik ederek köklerden iyon alınımını kontrol ettiği bildirilmiştir (Raskin, 1992). Gloxinia bitkisinde eksojen SA uygulaması, kontrol bitkilere göre çok erken çiçeklendikleri söylenmiştir (Martin-Mex et al., 2003, 2005b).



Şekil 4.6. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama çiçek oluşumunu üzerine etkisi.

Eberhart ve ark. (1989), tütünde yaptıkları çalışmada SA uygulamasının çiçek tomurcuk oluşumunu teşvik ettiğini söylemişlerdir. Bunun yanında SA uygulamasının bitkilerde çiçeklenmeyi uyarıcı mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu konuda ileri sürülen bir hipoteze göre, SA uygulamasının

çiçeklenmeyi bir şelatlama ajanı olarak uyarmaktadır. SA serbest o-hidroksil grubu, benzoik aside metal şelatlama aktivitesi vermektedir. Söz konusu hipotez, Lemnaceae’de şelatlama ajanlarının çiçeklenmeyi uyarmasıyla da desteklenmiştir (Oota, 1972). Yaptığımız denemede tuz stresinin artışıyla beraber tomurcuk ve çiçeklenme gün sayısında azalmalar meydana gelmiştir.

4.1.4 Yaş ve kuru ağırlık

Tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş kanola çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlık değerleri incelenmiş ve varyans analiz sonucuna göre kuru ağırlık değerleri için $Yıl \times EC \times \text{Çeşit}$ interaksyonu dışında tüm interaksyonlar önemli bulunmaktadır (Çizelge 4.6). Tuz konsantrasyonu arttıkça yaş ve kuru ağırlıklarında önemli bir azalma tespit edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında en yüksek yaş ağırlık (44.3 g/bitki) değeri ile EC0 uygulamasında, en düşük ağırlık ise (7.4 g/bitki) EC8 uygulamasında elde edilmiştir. Kuru ağırlıklarına bakıldığında en yüksek (30.5 g/bitki) değeri ile EC0 uygulamasında, en düşük ise (5.8 g/bitki) EC8 tuzluluk seviyesinde saptanmıştır (Çizelge 4.6).

SA uygulama açısından değerlendirdiğimizde en yüksek yaş ağırlıkları (40.3 g/bitki) SA1.5 uygulandığında en düşük ise (13.5 g/bitki) SA0 uygulamasından sağlanmıştır. Kuru ağırlıklarına baktığımızda en yüksek (28.1 g/bitki) SA1.5 uygulamasından, en düşük (10.7 g/bitki) SA0 uygulamasından sağlanmıştır. Çeşitler bazından değerlendirdiğimizde en yüksek yaş ağırlık (35.8 g/bitki) SLM046, en düşük ise (21.4 g/bitki) Licord çeşitlerinde elde edilmiştir. Kuru ağırlık yönünden değerlendirdiğimizde en yüksek kuru ağırlık (25.7 g/bitki) SLM046, en düşük değer ise Licord (16.1 g/bitki) çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Dörtlü interaksyonu ($Yıl \times SA \times EC \times \text{Çeşit}$) incelemesi sonucunda çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek yaş ağırlık (113.9 g/bitki) SA1.5–EC0 uygulamasında SLM046 çeşidinde 2014 yılında bulunurken, en düşük yaş ağırlık (12.4 g/bitki) SA0–EC4 uygulandığında Tassilo çeşidinde 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Kuru ağırlıklarına bakıldığında en yüksek kuru ağırlık (60.1 g/bitki) S.L.M.046 çeşidinde SA1.5–EC0 uygulandığına 2014 yılında, en düşük ise (10.3 g/bitki) Tassilo çeşidinde, SA0–EC4 uygulandığında 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında yaş ağırlık (g/bitki) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	
SA0	Licord	18.9 ^{f2-q2}	28.4 ^{h1-o1}	23.7	17.1 ^{l2-s2}	22.5 ^{v1-h2}	19.8	14.4 ^{r2-t2}	16.4 ^{n2-s2}	15.4	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	11.8
	Tassilo	18.2 ^{i2-r2}	34.5 ^{x-d1}	26.3	15.7 ^{q2-t2}	25.0 ^{n1-y1}	20.3	12.4 ^{t2}	17.7 ^{k2-s2}	15.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	12.3
	S.L.M046	35.5 ^{w-c1}	48.2 ^{j-m}	41.9	27.0 ^{j1-r1}	36.4 ^{v-a1}	31.7	17.9 ^{i2-s2}	26.9 ^{j1-s1}	22.4	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	19.2
	Opera	29.0 ^{g1-m1}	29.4 ^{g1-m1}	29.2	21.8 ^{y1-j2}	25.1 ^{n1-x1}	23.4	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	10.5
SA0.5	Licord	22.3 ^{w1-h2}	40.2 ^{q-u}	31.3	20.3 ^{b2-n2}	31.8 ^{c1-i1}	26.0	17.5 ^{i2-s2}	26.5 ^{i1-u1}	22.0	17.0 ^{m2-s2}	20.1 ^{c2-o2}	18.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	19.6
	Tassilo	28.1 ^{i1-p1}	45.2 ^{m-o}	36.7	22.0 ^{x1-i2}	30.7 ^{d1-j1}	26.4	18.8 ^{g2-q2}	26.7 ^{k1-t1}	22.7	14.2 ^{s2-t2}	18.7 ^{h2-q2}	16.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	20.4
	S.L.M046	40.4 ^{q-t}	65.4 ^e	52.9	35.2 ^{x-c1}	50.2 ^{i-k}	42.7	29.9 ^{f1-l1}	39.8 ^{q-v}	34.8	17.0 ^{m2-s2}	21.5 ^{y1-k2}	19.3	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	29.9
	Opera	29.6 ^{g1-m1}	39.8 ^{q-v}	34.7	24.1 ^{q1-b2}	27.0 ^{j1-r1}	25.6	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	12.0
SA1	Licord	24.1 ^{q1-b2}	47.5 ^{k-n}	35.8	22.0 ^{x1-i2}	36.7 ^{t-z}	29.3	19.7 ^{d2-p2}	30.7 ^{d1-j1}	25.2	17.9 ^{j2-s2}	22.8 ^{u1-g2}	20.3	15.9 ^{p2-t2}	19.4 ^{d2-q2}	17.7	25.7
	Tassilo	31.7 ^{c1-i1}	56.6 ^h	44.2	24.4 ^{p1-a2}	46.2 ^{l-o}	35.3	22.8 ^{t1-f2}	33.5 ^{z-f1}	28.2	19.8 ^{d2-o2}	29.2 ^{g1-m1}	24.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	26.4
	S.L.M046	44.0 ^{n-p}	87.2 ^b	65.6	39.7 ^{q-v}	63.4 ^{ef}	51.5	36.6 ^{u-z}	51.7 ^{ij}	44.2	22.3 ^{w1-h2}	32.4 ^{b1-g1}	27.3	17.9 ^{j2-s2}	23.1 ^{s1-e2}	20.5	41.8
	Opera	33.6 ^{z-f1}	61.4 ^{fg}	47.5	30.0 ^{f1-l1}	46.2 ^{l-o}	38.1	23.3 ^{r1-d2}	32.1 ^{c1-h1}	27.7	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	22.7
SA1.5	Licord	26.9 ^{j1-s1}	59.9 ^{gh}	43.4	24.6 ^{n1-z1}	44.0 ^{n-p}	34.3	22.4 ^{w1-h2}	37.7 ^{r-y}	30.0	20.0 ^{c2-o2}	31.0 ^{d1-i1}	25.5	17.5 ^{i2-s2}	22.6 ^{v1-h2}	20.0	30.7
	Tassilo	35.3 ^{x-c1}	72.6 ^d	53.9	31.2 ^{d1-i1}	58.4 ^{gh}	44.8	24.5 ^{o1-a2}	40.6 ^{q-s}	32.6	21.0 ^{z1-l2}	34.1 ^{x-e1}	27.6	15.5 ^{q2-t2}	22.4 ^{v1-h2}	19.0	35.6
	S.L.M046	56.7 ^h	113.9 ^a	85.3	46.6 ^{l-o}	86.3 ^b	66.5	40.4 ^{q-u}	65.9 ^e	53.1	35.4 ^{w-c1}	50.9 ^{i-k}	43.1	23.1 ^{s1-e2}	31.3 ^{d1-i1}	27.2	55.0
	Opera	37.6 ^{r-y}	76.0 ^c	56.8	33.9 ^{y-e1}	57.1 ^h	45.5	29.5 ^{g1-m1}	49.2 ^{i-l}	39.4	25.7 ^{m1-v1}	38.0 ^{r-x}	31.9	21.9 ^{x1-i2}	29.1 ^{g1-m1}	25.5	39.8
SA2	Licord	23.2 ^{r1-e2}	39.2 ^{r-w}	31.2	21.9 ^{x1-i2}	32.7 ^{a1-g1}	27.3	17.8 ^{k2-s2}	19.9 ^{c2-o2}	18.9	16.9 ^{m2-s2}	19.2 ^{e2-q2}	18.1	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	19.1
	Tassilo	31.0 ^{d1-i1}	57.1 ^h	44.1	27.9 ^{i1-q1}	43.3 ^{o-q}	35.6	24.7 ^{n1-z1}	30.6 ^{e1-k1}	27.7	20.6 ^{a2-m2}	21.1 ^{y1-l2}	20.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	25.6
	S.L.M046	37.1 ^{s-z}	75.5 ^{cd}	56.3	26.3 ^{m1-u1}	52.3 ⁱ	39.3	20.3 ^{b2-n2}	36.1 ^{v-b1}	28.2	16.2 ^{o2-s2}	28.3 ^{h1-p1}	22.3	14.8 ^{r2-t2}	22.3 ^{w1-h2}	18.6	32.9
	Opera	31.8 ^{c1-i1}	58.2 ^{gh}	45.0	28.0 ^{i1-p1}	40.9 ^{p-r}	34.5	28.4 ^{h1-n1}	36.1 ^{v-b1}	32.3	23.9 ^{r1-c2}	29.1 ^{g1-m1}	26.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	27.6
Genel Ort.		31.8	56.8	44.3	27.0	42.8	34.9	21.1	30.9	26.0	14.4	19.8	17.1	6.3	8.5	7.4	25.9

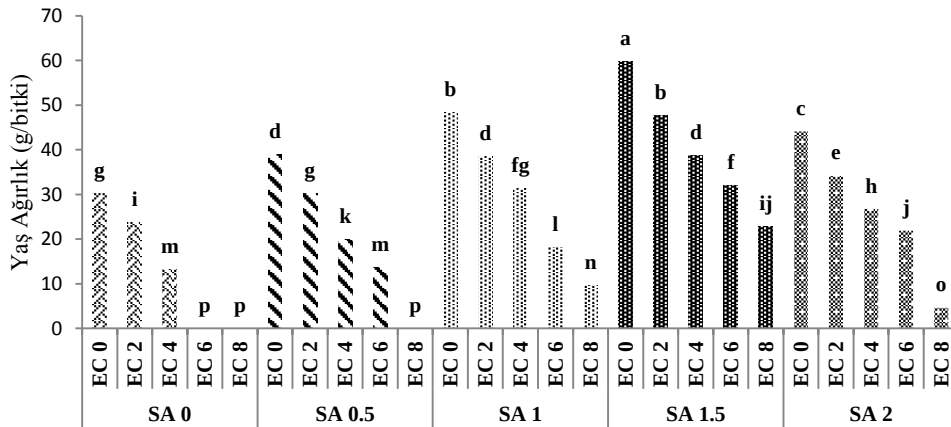
Çizelge 4.10. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kuru ağırlık (g/bitki) üzerine etkisi

EC >>		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
<< SA	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	16.3 ^{a2-n2}	19.0 ^{s1-f2}	17.7	14.7 ^{h2-p2}	16.5 ^{z1-m2}	15.6	12.7 ^{o2-q2}	12.8 ^{n2-q2}	12.7	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	9.2
	Tassilo	15.3 ^{f2-p2}	23.9 ^{b1-n1}	19.6	13.0 ^{m2-q2}	17.8 ^{v1-i2}	15.4	10.3 ^{q2}	13.3 ^{l2-q2}	11.8	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	9.4
	S.L.M046	32.0 ^{m-q}	34.3 ^{k-n}	33.1	24.0 ^{a1-n1}	25.6 ^{x-j1}	24.8	15.7 ^{d2-p2}	21.2 ^{l1-v1}	18.4	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	15.3
	Opera	26.4 ^{w-f1}	23.3 ^{c1-q1}	24.9	19.4 ^{r1-c2}	21.9 ^{j1-u1}	20.7	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	9.1
SA0.5	Licord	19.3 ^{r1-d2}	24.8 ^{x-l1}	22.1	17.7 ^{v1-j2}	21.9 ^{k1-u1}	19.8	15.3 ^{f2-p2}	20.9 ^{m1-w1}	18.1	15.0 ^{g2-p2}	17.3 ^{w1-k2}	16.2	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	15.2
	Tassilo	25.0 ^{x-k1}	24.5 ^{z-m1}	24.7	19.3 ^{r1-d2}	19.9 ^{p1-a2}	19.6	16.7 ^{y1-l2}	19.0 ^{s1-e2}	17.8	12.3 ^{p2-q2}	13.7 ^{k2-q2}	13.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	15.0
	S.L.M046	36.7 ^{i-l}	42.1 ^{d-f}	39.4	32.0 ^{m-q}	35.3 ^{j-m}	33.7	26.7 ^{v-c1}	31.3 ^{n-s}	29.0	14.0 ^{j2-p2}	16.5 ^{z1-m2}	15.2	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	23.5
	Opera	26.5 ^{v-e1}	27.6 ^{t-a1}	27.0	21.3 ^{l1-v1}	19.6 ^{r1-b2}	20.4	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	9.5
SA1	Licord	20.7 ^{n1-x1}	27.7 ^{t-z}	24.2	19.0 ^{s1-f2}	24.4 ^{z-m1}	21.7	17.3 ^{w1-k2}	22.8 ^{f1-r1}	20.1	15.7 ^{d2-p2}	18.5 ^{u1-g2}	17.1	14.0 ^{j2-p2}	16.7 ^{z1-m2}	15.3	19.7
	Tassilo	28.3 ^{r-x}	30.3 ^{o-u}	29.3	22.0 ^{i1-u1}	26.2 ^{w-g1}	24.1	20.3 ^{n1-y1}	20.6 ^{n1-x1}	20.5	17.7 ^{v1-j2}	19.9 ^{p1-a2}	18.8	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	18.5
	S.L.M046	40.0 ^{e-h}	44.3 ^{cd}	42.1	36.0 ^{i-l}	38.5 ^{g-j}	37.2	33.3 ^{l-p}	33.6 ^{k-o}	33.5	19.3 ^{r1-d2}	21.0 ^{m1-w1}	20.2	15.3 ^{f2-p2}	18.3 ^{u1-h2}	16.8	30.0
	Opera	30.3 ^{o-u}	36.4 ^{i-l}	33.3	26.8 ^{u-c1}	26.6 ^{v-d1}	26.7	20.5 ^{n1-x1}	18.8 ^{t1-f2}	19.6	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	15.9
SA1.5	Licord	23.0 ^{d1-q1}	29.4 ^{q-w}	26.2	21.3 ^{l1-v1}	27.2 ^{t-b1}	24.3	19.7 ^{q1-a2}	26.1 ^{w-g1}	22.9	17.7 ^{v1-j2}	22.4 ^{h1-t1}	20.0	15.3 ^{f2-p2}	17.3 ^{w1-k2}	16.3	21.9
	Tassilo	31.7 ^{n-r}	38.5 ^{g-j}	35.1	28.0 ^{s-z}	32.5 ^{m-q}	30.2	21.7 ^{k1-u1}	25.6 ^{x-il}	23.6	18.3 ^{u1-g2}	23.5 ^{c1-p1}	20.9	13.3 ^{j2-q2}	15.6 ^{e2-p2}	14.5	24.9
	S.L.M046	52.3 ^b	60.1 ^a	56.2	42.7 ^{de}	47.1 ^c	44.9	36.7 ^{i-l}	41.4 ^{d-g}	39.0	32.0 ^{m-q}	32.3 ^{m-q}	32.1	20.0 ^{o1-a2}	20.1 ^{o1-z1}	20.0	38.5
	Opera	33.7 ^{k-o}	39.3 ^{f-i}	36.5	30.5 ^{o-t}	30.1 ^{p-v}	30.3	26.5 ^{v-e1}	27.4 ^{t-b1}	26.9	22.9 ^{e1-q1}	22.9 ^{e1-q1}	22.9	19.3 ^{r1-d2}	20.0 ^{o1-a2}	19.7	27.3
SA2	Licord	19.7 ^{q1-b2}	26.6 ^{v-d1}	23.1	19.0 ^{s1-f2}	23.6 ^{c1-o1}	21.3	15.3 ^{f2-p2}	14.0 ^{k2-p2}	14.7	14.7 ^{h2-p2}	14.0 ^{j2-p2}	14.3	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	14.7
	Tassilo	27.7 ^{t-z}	36.8 ^{h-k}	32.3	25.0 ^{x-k1}	27.7 ^{t-z}	26.4	22.7 ^{g1-s1}	21.9 ^{k1-u1}	22.3	18.7 ^{t1-f2}	16.1 ^{b2-n2}	17.4	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	19.7
	S.L.M046	33.3 ^{l-p}	36.4 ^{i-l}	34.8	22.7 ^{g1-s1}	28.1 ^{s-y}	25.4	17.0 ^{x1-k2}	18.9 ^{t1-f2}	18.0	13.0 ^{m2-q2}	15.9 ^{c2-o2}	14.5	12.3 ^{p2-q2}	14.6 ^{i2-p2}	13.5	21.2
	Opera	28.3 ^{r-x}	29.3 ^{q-w}	28.8	25.0 ^{x-k1}	24.7 ^{y-l1}	24.8	25.7 ^{x-h1}	22.3 ^{h1-t1}	24.0	21.9 ^{k1-u1}	20.3 ^{n1-y1}	21.1	0.0 ^{r2}	0.0 ^{r2}	0.0	19.8
Genel Ort.		28.3	32.7	30.5	24.0	26.8	25.4	18.7	20.6	19.6	12.7	13.7	13.2	5.5	6.1	5.8	18.9

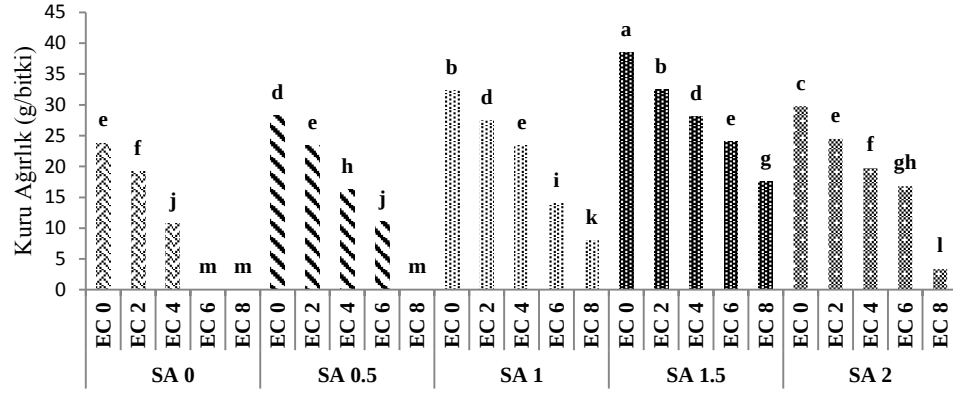
Deneme sonucuna göre tuzluluğun artması bitkinin büyüme ve gelişmesini engellemiştir. Bunun yanı sıra SA uygulaması arttıkça bitkilerin büyüme ve gelişmeleri olumlu bir şekilde etkilenmiştir. SA1.5 uygulamasında kadar doz artışının yaş ve kuru ağırlıkta artışa neden olduğu, SA2 doz uygulamasında ise yaş ve kuru ağırlık değerlerinin düştüğü gözlenmiştir (Şekil 4.7 ve 4.8).

Genel olarak tuzluluk, bitkinin büyümesini kısıtlayarak yaprak sayısında ve alanında düşüşe sebep olarak, bitkinin yaş ve kuru ağırlıklarında da azalmalara, neden olmaktadır (Shannon and Grieve, 1999; Ashraf, 2004). Buğdayda yapılan tuzluluk çalışmalarında, bitki kuru ağırlığı artan tuz konsantrasyonları ile azaldığı ve köklerin toprak üstü organlara oranla daha fazla olumsuz etkilendiğini vurgulamışlar (Gupta and Srivastava, 1989; Pessarakli et al., 1991). Yapılan diğer bir araştırmada ise toprak tuzluluğu, kök ve gövde de etki yapmış dolayısıyla toplam biokütlenin azalmasına neden olmuştur (Redmann and Belyk 1994).

Öztekin (2009), aşılı ve aşısız domates bitkilerinde yaptığı tuzluluk çalışmasında bitki boyu, gövde kalınlığı, yaprak alanı, vejetatif aksamın yaş ve kuru ağırlığı tuz konsantrasyonu artışıyla düşüş göstermiştir. Tuzluluk çalışmaları bir çok araştırmacılar tarafından yapılmış ve tuzluluğun bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinde azalmalara neden olduğu gösterilmişler (Alebrahim et al., 2004; Hanan, 2007). Trajkova ve ark. (2006), hıyar bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuz stresi karşısında bitkilerin yaş ağırlık, kuru ağırlık ve meyve veriminde azalma meydana geldiğini vurgulamışlar.



Şekil 4.7. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama yaş ağırlık üzerine etkisi.



Şekil 4.8. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kuru ağırlık üzerine etkisi.

Yapılan araştırma sonucuna göre tuzluluk bitki gelişimini engellemesine rağmen, SA bir düzenleyici rolü oynadığını göstermiştir. SA uygulandığında yaş ve kuru ağırlık değerlerinde bir artış söz konusu olmuştur. Buna paralel olarak Hussein ve ark (2007) Akdeniz suyuyla sulama yapılan buğdaylara SA püskürtüldüğünde yaprak alanı, bitki boyu, yaprak sayısı, kuru ve yaş ağırlığında gelişme bulunmuştur. Ayrıca 10-5 M, SA de ön muamele gören buğday tohumlarından çıkan fidelerde kuru ve yaş ağırlık değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Hayat et al., 2005).

El-Tayeb (2005), tohuma yapılan 1.0 mM SA uygulamalarının fide döneminde tuz stresine (150 mM NaCl) maruz bırakılan arpa fideleri üzerine etkilerini incelemiş ve SA ile muamele edilen bitkilerin daha fazla fide yaş ağırlık değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Mevcut araştırmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların sonuçlarıyla uyum içerisindedir.

4.1.5 Verim öğeleri

Tuzluluk stresi ve SA'nın etkisi altında yetiştirilen 4 farklı kanola çeşidinin hasat yapıldıktan sonra verim ve verim öğeleri incelenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre stres altında kalan bitkiler kontrollere göre daha az verim ve verim öğelerini elde etmişlerdir. Bunun yanı sıra SA kullanıldığında verim ve verim öğelerinde bir artış söz konusu olmaktadır. Verim ve verim öğelerine bağlı tüm veriler Çizelge 4.6 ve 4.13'de verilmektedir.

4.1.5.1 Bitki başına kapsül sayısı

Tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş kanola bitkilerinin kapsül sayısı değerleri incelenmiş ve kontrol bitkilerine göre azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Varyans analiz sonucuna bakıldığında tüm interaksyonlar önemli bulunmaktadır (Çizelge 4.6).

Tuz konsantrasyonu arttıkça bitki başına kapsül sayısında bir azalma söz konusu olmuştur. En çok kapsül (250.3 adet/bitki), EC0 uygulamasında, en az ise (46.0 adet/bitki) EC8 uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

SA açısında incelediğimizde en çok (232.5 adet/bitki) SA1.5 uygulamasında, en az (71.6 adet/bitki) SA0 uygulamasında bitki başına kapsül elde edilmiştir. İncelenen kanola çeşitler arasında bazıları tuzdan daha fazla etkilenecek çok fazla kayıp gösterirken bazıları tuza dayanıklılık göstermektedirler. Çeşitler bazında incelendiğinde en çok kapsül (180.6 adet/bitki) SLM046 çeşidinde, en az ise (122.7 adet/bitki) Licord çeşitlerinde bulunmuştur (Çizelge 4.6).

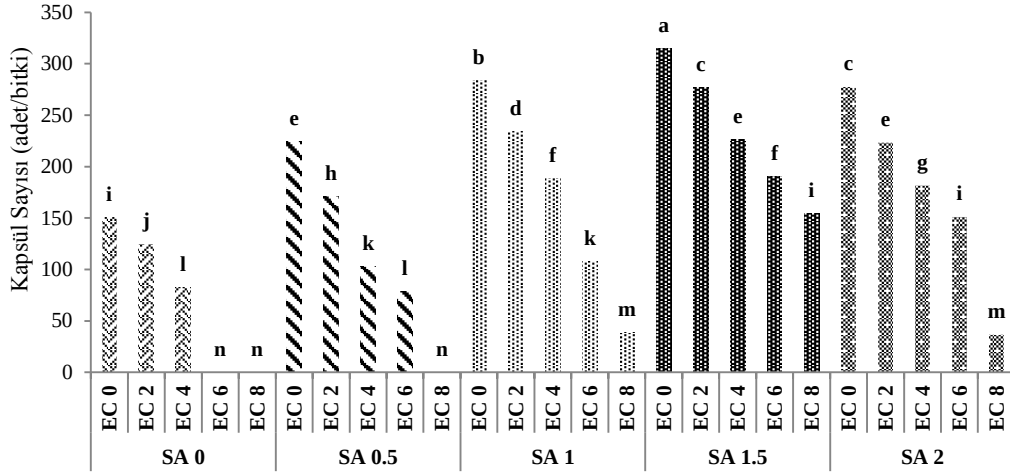
Dörtlü interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en çok kapsül sayısı, SLM046 çeşidinde (391.7 adet/bitki) SA1.5–EC0 uygulamasında 2014 yılında, en az ise Licord çeşidinde (68.3 adet/bitki) SA0.5–EC6 uygulamasında 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Analiz sonuçlarına bakıldığında, tuzluluk seviyesi arttıkça bitki başına kapsül sayısında bir azalma saptanmıştır. Tuz stresi altında SA'in etkisini incelediğimizde, konsantrasyonlar arasında en etkili dozun SA1.5 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Kanolada tuzluluk, verim ve verim unsurları üzerinde olumsuz etki yaptığı birçok araştırmacılar tarafında ifade edilmiştir (Boem and Lavado, 1994). Kanolada yapılan tuzluluk çalışmasında, kök büyümesi, boğumlar arası mesafe ve ilk yaprak çıkışlarında azalmaların meydana geldiğini, daha sonraki aşamalarda tuzluluğun devamında bitki boyu, kapsül sayısı ve kapsülde dane sayısını azalmasını vurgulamışlar (Houshmand et al., 2005; Ashraf et al., 1989). Aynı şekilde Francois (1994), kanolada yaptığı tuzluluk çalışmasında, tuzluluğun artmasıyla beraber verim ve verim öğelerinde düşüşe neden olduğunu ifade etmiştir.

Çizelge 4.11. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında bitkideki kapsül sayısı (adet/bitki) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	131.7 ^{c2-h2}	159.3 ^{o1-y1}	145.5	109.0 ^{j2-o2}	147.7 ^{u1-d2}	128.3	90.7 ^{p2-s2}	110.7 ^{i2-o2}	100.7	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	74.9
	Tassilo	145.3 ^{v1-e2}	164.3 ^{o1-v1}	154.8	126.7 ^{e2-j2}	140.7 ^{y1-f2}	133.7	99.0 ^{n2-r2}	120.3 ^{g2-l2}	109.7	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	79.6
	S.L.M046	157.0 ^{q1-a2}	166.3 ^{n1-u1}	161.7	138.3 ^{a2-g2}	147.7 ^{u1-d2}	143.0	117.3 ^{h2-m2}	122.3 ^{f2-k2}	119.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	84.9
	Opera	155.0 ^{r1-a2}	127.0 ^{e2-j2}	141.0	101.3 ^{i2-q2}	86.3 ^{p2-t2}	93.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	47.0
SA0.5	Licord	186.7 ^{fl-l1}	219.3 ^{v-a1}	203.0	160.0 ^{o1-y1}	185.3 ^{fl-n1}	172.7	110.7 ^{i2-o2}	131.7 ^{c2-h2}	121.2	68.3 ⁱ²	75.3 ^{s2i2}	71.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	113.7
	Tassilo	249.0 ^{q-t}	279.0 ^{mn}	264.0	127.0 ^{e2-j2}	174.3 ^{i1-r1}	150.7	112.0 ^{i2-o2}	150.7 ^{u1-c2}	131.3	100.3 ^{n2-q2}	133.3 ^{c2-h2}	116.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	132.6
	S.L.M046	231.0 ^{t-w}	241.7 ^{r-u}	236.3	205.7 ^{z-e1}	216.3 ^{v-a1}	211.0	153.7 ^{s1-b2}	160.7 ^{o1-x1}	157.2	120.0 ^{g2-l2}	129.0 ^{d2-i2}	124.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	145.8
	Opera	216.0 ^{v-a1}	174.0 ^{i1-r1}	195.0	168.7 ^{m1-u1}	127.3 ^{e2-j2}	148.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	68.6
SA1	Licord	204.3 ^{z-fl}	234.0 ^{s-v}	219.2	170.3 ^{li-s1}	195.7 ^{b1-h1}	183.0	138.7 ^{z1-g2}	144.7 ^{v1-e2}	141.7	83.3 ^{q2-s2}	96.0 ^{o2-r2}	89.7	74.0 ^{s2i2}	84.7 ^{q2-s2}	79.3	142.6
	Tassilo	288.7 ^{k-m}	299.0 ^{i-l}	293.8	260.7 ^{o-r}	272.7 ^{m-p}	266.7	212.3 ^{w-b1}	192.7 ^{d1-k1}	202.5	174.0 ^{j1-r1}	186.3 ^{f1-m1}	180.2	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	188.6
	S.L.M046	304.0 ^{h-k}	348.3 ^b	326.2	228.3 ^{u-y}	229.7 ^{u-x}	229.0	194.7 ^{b1-i1}	210.0 ^{y-d1}	202.3	158.7 ^{p1-y1}	161.7 ^{o1-x1}	160.2	72.7 ^{s2i2}	81.7 ^{r2-t2}	77.2	199.0
	Opera	307.0 ^{g-j}	284.0 ^{l-n}	295.5	233.7 ^{s-v}	284.0 ^{l-n}	258.8	166.3 ^{n1-u1}	245.7 ^{r-u}	206.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	152.1
SA1.5	Licord	222.7 ^{v-z}	259.7 ^{o-r}	241.2	183.7 ^{g1-n1}	209.3 ^{z-d1}	196.5	158.0 ^{p1-z1}	176.7 ^{i1-q1}	167.3	137.3 ^{b2-g2}	151.0 ^{s1-c2}	144.2	111.3 ^{i2-o2}	119.7 ^{g2-m2}	115.5	172.9
	Tassilo	323.3 ^{d-g}	322.7 ^{d-g}	323.0	288.3 ^{k-m}	299.0 ^{i-l}	293.7	178.7 ^{g1-o1}	218.0 ^{v-a1}	198.3	150.3 ^{t1-c2}	177.7 ^{h1-p1}	164.0	131.7 ^{c2-h2}	162.0 ^{o1-w1}	146.8	225.2
	S.L.M046	328.3 ^{c-f}	391.7 ^a	360.0	280.0 ^{mn}	344.7 ^{cb}	312.3	248.0 ^{r-t}	254.0 ^{q-f}	251.0	193.0 ^{c1-j1}	202.7 ^{a1-fi}	197.8	140.7 ^{y1-f2}	142.0 ^{x1-e2}	141.3	252.5
	Opera	330.3 ^{c-e}	340.0 ^{b-d}	335.2	289.3 ^{j-m}	320.7 ^{e-h}	305.0	274.3 ^{m-o}	304.3 ^{h-k}	289.3	253.3 ^{qr}	256.3 ^{p-r}	254.8	218.0 ^{v-a1}	208.7 ^{z-d1}	213.3	279.5
SA2	Licord	169.0 ^{m1-t1}	189.3 ^{e1-l1}	179.2	142.7 ^{w1-e2}	159.0 ^{p1-y1}	150.8	103.7 ^{k2-p2}	115.7 ^{h2-n2}	109.7	100.7 ^{m2-q2}	114.3 ^{h2-o2}	107.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	109.4
	Tassilo	256.0 ^{p-r}	287.7 ^{k-m}	271.8	219.3 ^{v-a1}	243.3 ^{r-u}	231.3	151.3 ^{s1-c2}	173.7 ^{k1-r1}	162.5	115.7 ^{h2-n2}	133.0 ^{c2-h2}	124.3	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	158.0
	S.L.M046	311.7 ^{f-i}	355.7 ^b	333.7	249.3 ^{q-t}	255.0 ^{p-r}	252.2	196.7 ^{b1-g1}	212.0 ^{s-c1}	204.3	161.0 ^{o1-x1}	176.0 ^{i1-q1}	168.5	142.7 ^{w1-e2}	150.3 ^{t1-c2}	146.5	221.0
	Opera	320.3 ^{e-h}	330.0 ^{c-e}	325.2	267.7 ^{n-q}	251.0 ^{q-s}	259.3	250.7 ^{q-s}	250.0 ^{q-s}	250.3	203.0 ^{a1-fi}	204.3 ^{z-fi}	203.7	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	207.7
Genel Ort.		241.9	258.7	250.3	197.5	214.5	206.0	147.8	164.7	156.3	100.9	109.8	105.4	44.6	47.5	46.0	152.8



Şekil 4.9. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama bitki başına kapsül sayısı üzerine e

Kiarostami ve ark. (2015) kanolada yaptıkları tuzluluk çalışmasında SA uygulamasının büyüme parametreleri ve verimi olumlu şekilde etkilediği dolayısıyla verimin artışına sebep olduğu saptanmıştır. Senaratna ve ark. (2000) ise eksojen SA uyguladıklarında birçok stres faktörüne karşı toleransın arttığını söylemişlerdir. Mevcut deneme sonuçlarına göre tuzluluk uygulaması ile beraber SA uygulandığında kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda verim öğelerinde bitkide kapsül sayısında bir artış saptanmıştır. Bu çalışma sonuçları araştırmacıların sonuçlarına paralellik göstermiştir.

4.1.5.2 Bitkide kapsül boyu

Araştırmada kullanılan kışlık kolza çeşitlerinden elde edilen kapsül boy ortalama değerleri ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, denemenin yürütüldüğü yıllarda kapsül boylarına göre çeşitler, tuz konsantrasyonları ve SA seviyeleri arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Sadece Yıl×EC×Çeşit ve dörtlü interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada kapsül boyu tuzluluk seviyelerine göre en yüksek (6.1 cm) EC0 uygulamasında, en düşük ise (1.8 cm) EC8 uygulamasından elde edilmiştir. SA uygulamasının etkisini değerlendirdiğimizde en yüksek kapsül boyu (6.2 cm)

SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (2.7 cm) SA0 uygulamasında saptanmıştır. Araştırma da kapsül boyu çeşitlere göre 3.9 -5.2 cm arasında değişim göstermiştir. Buna göre kapsül boyu en yüksek 5.2 cm ile “SLM046” çeşidinde, en düşük ise 3.9 cm ile “Opera” çeşidinde tespit edilmiştir.

Dörtlü interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek 8.2 cm ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından 2014 yılında, en düşük ise 3.4 cm ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

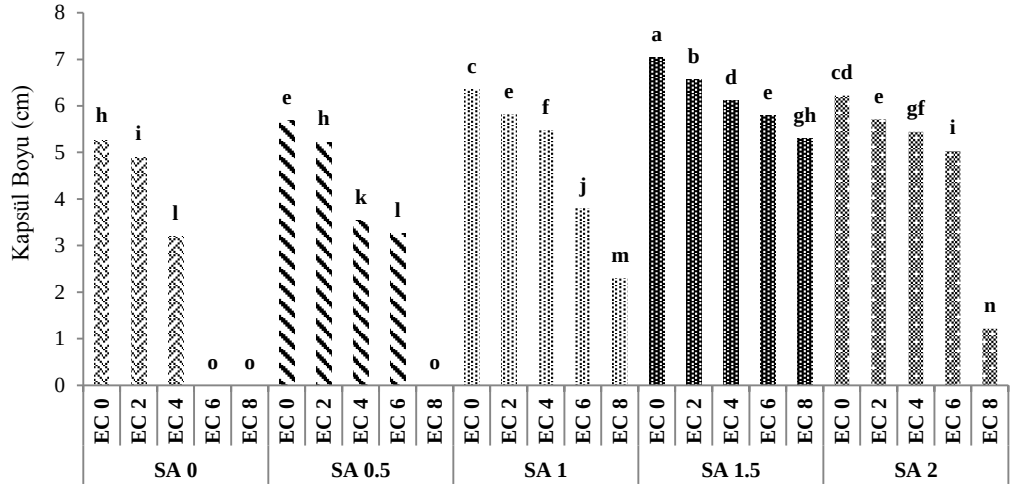
Tuzluluk düzeyleri kendi aralarında karşılaştırıldığında kapsül boyunda büyük kayıplar gözlenmiştir. Tuz stresi altında SA’in etkisini incelediğimizde, SA1.5 uygulamasının en etkili doz olduğu bulunmuştur. Diğer dozlara oranla en yüksek kapsül uzunluğu bu dozda tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Daha sonra SA artışıyla beraber tekrar bitkilerde toksitliklere neden olmuştur. Tuz stresi kanola fidelerinin toprak üstü ve kök dokuları bakımından önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Benzer etki, kanola bitkileri ile yapılan önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Qasim et al., 2003; Naeem et al., 2010; Hashemi et al., 2010).

Salisilik asit; tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal, don ve kuraklık stresi gibi abiyotik stres şartlarında bitkilerin toleransını arttırmaktadır. Buğdayda yapılan tuzluluk çalışmasında, SA uygulamalarının bitkilerde toleransı arttırdığı saptanmıştır (Shakirova and Bezrukova, 2003).

Dışarıdan uygulanan SA’in, fide büyümesi üzerine tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığı *Brassica juncea* bitkisinde gösterilmiştir (Syed et al., 2011). Diğer bir çalışmada maş fasulyesinde yapraktan 7.2 ve 72 μ M salisilik asit uygulamasının bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu ile tane verimini kontrole göre artan dozlara doğru orantılı olarak % 19 ve 46 oranında arttırdığı bildirilmiştir (Singh and Kaur, 1980). Kum darıda salisilik asit uygulamasının bitki boyu ve tane sayısını arttırdığı bildirilmiştir (Datta and Nanda, 1985).

Çizelge 4.12. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kapsül boyu (cm) üzerine etkisi.

EC >>		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
<< SA	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	4.8 ^{o1-a2}	4.9 ^{m1-y1}	4.8	4.3 ^{y1-f2}	4.6 ^{t1-c2}	4.5	3.9 ^{e2-g2}	4.2 ^{a2-f2}	4.1	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	2.7
	Tassilo	5.2 ^{g1-t1}	5.2 ^{f1-s1}	5.2	5.1 ^{g1-t1}	4.5 ^{v1-e2}	4.8	4.3 ^{z1-f2}	4.1 ^{c2-f2}	4.2	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	2.8
	S.L.M046	5.2 ^{g1-t1}	5.6 ^{w-j1}	5.4	5.1 ^{g1-t1}	5.1 ^{g1-t1}	5.1	4.2 ^{a2-f2}	4.8 ^{p1-a2}	4.5	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	3.0
	Opera	5.6 ^{v-h1}	5.6 ^{w-j1}	5.6	5.3 ^{e1-q1}	5.1 ^{h1-u1}	5.2	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	2.2
SA0.5	Licord	4.8 ^{o1-a2}	5.5 ^{z-l1}	5.1	4.4 ^{x1-e2}	5.1 ^{h1-u1}	4.7	3.8 ^{f2-h2}	4.8 ^{o1-a2}	4.3	4.0 ^{d2-f2}	4.4 ^{x1-e2}	4.2	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	3.7
	Tassilo	5.8 ^{s-f1}	5.8 ^{s-f1}	5.8	5.3 ^{e1-r1}	5.4 ^{a1-m1}	5.4	4.7 ^{q1-b2}	4.8 ^{p1-a2}	4.8	4.2 ^{b2-f2}	4.3 ^{y1-f2}	4.2	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	4.0
	S.L.M046	5.4 ^{a1-m1}	5.9 ^{q-d1}	5.7	5.0 ^{k1-x1}	6.0 ^{o-b1}	5.5	4.7 ^{q1-b2}	5.5 ^{y-l1}	5.1	4.3 ^{y1-f2}	4.9 ^{m1-y1}	4.6	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	4.2
	Opera	6.4 ^{j-q}	5.8 ^{r-e1}	6.1	5.4 ^{c1-o1}	5.3 ^{d1-p1}	5.4	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	2.3
SA1	Licord	5.3 ^{e1-r1}	5.7 ^{u-g1}	5.5	4.7 ^{r1-b2}	5.5 ^{z-l1}	5.1	4.4 ^{w1-e2}	5.2 ^{f1-s1}	4.8	4.1 ^{c2-f2}	4.8 ^{o1-a2}	4.5	3.4 ^{h2}	4.6 ^{t1-c2}	4.0	4.8
	Tassilo	6.2 ^{l-u}	6.2 ^{l-u}	6.2	5.6 ^{w-j1}	5.7 ^{u-g1}	5.6	5.1 ^{h1-u1}	5.5 ^{y-l1}	5.3	4.7 ^{q1-b2}	5.1 ^{g1-t1}	4.9	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	4.4
	S.L.M046	6.7 ^{h-m}	7.2 ^{d-g}	7.0	5.8 ^{r-e1}	6.7 ^{h-m}	6.3	5.5 ^{y-l1}	6.4 ^{j-s}	5.9	5.3 ^{d1-p1}	6.2 ^{l-v}	5.8	5.2 ^{g1-t1}	5.2 ^{g1-t1}	5.2	6.0
	Opera	7.0 ^{d-i}	6.5 ^{i-p}	6.8	6.6 ⁱ⁻ⁿ	6.1 ^{n-z}	6.3	6.1 ^{m-w}	5.5 ^{y-l1}	5.8	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	3.8
SA1.5	Licord	6.1 ^{n-y}	6.0 ^{n-z}	6.1	5.6 ^{w-j1}	5.9 ^{p-c1}	5.8	5.3 ^{e1-r1}	5.6 ^{v-i1}	5.4	5.0 ^{j1-w1}	5.3 ^{e1-q1}	5.2	4.8 ^{p1-a2}	5.0 ^{j1-w1}	4.9	5.5
	Tassilo	6.5 ^{t-o}	6.7 ^{g-l}	6.6	6.1 ^{n-y}	5.8 ^{t-f1}	5.9	5.6 ^{v-h1}	5.5 ^{x-k1}	5.6	5.1 ^{h1-u1}	5.3 ^{d1-p1}	5.2	4.5 ^{u1-d2}	5.0 ^{j1-v1}	4.8	5.6
	S.L.M046	7.8 ^{a-c}	8.2 ^a	8.0	7.3 ^{c-f}	8.0 ^{ab}	7.6	6.9 ^{e-j}	7.4 ^{c-e}	7.2	6.5 ^{i-p}	7.1 ^{d-h}	6.8	6.0 ^{o-b1}	6.5 ^{j-q}	6.2	7.2
	Opera	7.3 ^{c-f}	7.6 ^{b-d}	7.4	6.8 ^{f-k}	7.0 ^{d-i}	6.9	6.2 ^{l-v}	6.4 ^{j-r}	6.3	5.9 ^{p-c1}	6.1 ^{m-x}	6.0	5.5 ^{y-l1}	5.1 ^{h1-u1}	5.3	6.4
SA2	Licord	5.1 ^{h1-u1}	5.7 ^{u-g1}	5.4	4.4 ^{w1-e2}	5.5 ^{y-l1}	5.0	4.0 ^{d2-f2}	5.3 ^{e1-r1}	4.7	3.5 ^{g2h2}	4.9 ^{j1-x1}	4.2	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	3.8
	Tassilo	5.9 ^{q-d1}	6.0 ^{o-b1}	6.0	5.7 ^{u-g1}	5.5 ^{z-l1}	5.6	5.2 ^{f1-s1}	5.4 ^{a1-m1}	5.3	4.8 ^{n1-z1}	5.0 ^{j1-v1}	4.9	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	4.4
	S.L.M046	6.5 ^{t-o}	7.3 ^{c-g}	6.9	5.6 ^{v-i1}	6.8 ^{f-k}	6.2	5.4 ^{b1-n1}	6.4 ^{j-q}	5.9	4.7 ^{s1-b2}	6.0 ^{n-a1}	5.3	4.4 ^{x1-e2}	5.3 ^{e1-q1}	4.9	5.8
	Opera	6.6 ⁱ⁻ⁿ	6.7 ^{h-m}	6.6	5.8 ^{s-f1}	6.4 ^{j-s}	6.1	5.4 ^{a1-n1}	6.3 ^{k-t}	5.9	5.3 ^{e1-r1}	6.1 ^{n-y}	5.7	0.0 ⁱ²	0.0 ⁱ²	0.0	4.8
Genel Ort.		6.0	6.2	6.1	5.5	5.8	5.6	4.5	5.0	4.8	3.4	3.8	3.6	1.7	1.8	1.8	4.4



Şekil 4.10. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kapsül boyu üzerine etkisi.

Mevcut araştırmada tuz stresi altında yetiştirilen kanola bitkilerinde SA uygulaması sonucunda bitkilerin büyüme ve gelişmelerindeki tuzluluğun negatif etkisini hafifletmiştir. Salisilik asit uygulamalarının bitkinin yaşlanmasını geciktirmesinden dolayı bitkide kapsül boyunu da arttırmış olabileceği düşünülebilir. Bu çalışma sonucu SA'nın bitkide kapsül boyunu arttırması dolayısıyla veriminde artmasında etkili bir bitki büyüme düzenleyicisi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

4.1.5.3 Kapsülde dane sayısı

Bu araştırmada, kanola (*Brassica napus* L.) bitkilerinde tuz stresi altındaki kanola tohumları ön muamele ile uygulanan salisilik asidin (SA) kapsülde dane sayısı üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, kanola bitkileri hasat dönemine kadar farklı tuz ve SA uygulamalarına maruz bırakılmıştır. Hasat sonrası bitki başına kapsülde dane sayısı elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre çeşitler, tuz konsantrasyonları ve SA seviyeleri arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Kanola bitkilerinin kapsülde dane sayıları kontrole göre NaCl uygulamasında önemli düzeyde ($P<0.01$) azalmıştır. Bu azalma, kapsülde dane sayısına göre en çok (23.9 adet/kapsül) EC0 uygulamasında, en az ise (6.4 adet/kapsül) EC8 uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

SA uygulamaları bitkilerin kapsülde dane sayıları üzerinde önemli etki göstermiştir. Tuz stresi altında yetiştirilen bitkiler SA uygulamalarına maruz bırakıldıklarında en çok kapsülde dane sayısı (23.1 adet/kapsül) SA1.5 uygulamasında, en az ise (10.0 adet/kapsül) SA0 uygulamasından elde edilmiştir. Kapsülde dane sayısı çeşitlere göre 13–19 arasında değişim göstermiştir. Buna göre en çok (19.3 adet/kapsül) ile “SLM046” çeşidinde, en az ise (13.3 adet/kapsül) ile “Opera” çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Dörtlü interaksiyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en çok 30.0 adet/kapsül ile “SLM046” çeşidinde SA1.5–EC0 uygulamasından 2014 yılında elde edilerek, en az ise 9.7 adet/kapsül ile “Licord” çeşidinde, SA2–EC6 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

Tuzluluk ve SA düzeylerini karşılaştırdığımızda, en etkili doz SA1.5 mM uygulandığında bulunmuştur. Bu dozda oranla diğer dozlara göre en çok kapsülde dane sayısı tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

Tuzluluk stresi altında yapılan araştırmaların sonucunda, tuzluluğun fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin düzeylerinde değişime neden olduğunu söylemişler (Ashraf, 2004). Tuzluluk bitki verimliliğinde azalmaya ve önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır (Irshad et al., 2002). Ashraf ve McNeilly (1990), *B. campestris*, *B. carinata*, *B. juncea* ve *B. napus*’un tuz stresine tepkilerini inceledikleri araştırmada, *B. napus*’un diğer türlerden daha fazla yaş ve kuru ağırlığa sahip olduğunu diğer yandan kanola tuzlu koşullarda bitki başına kapsül sayısı, kapsülde dane sayısı ve verimde önemli ölçüde azalış bildirmişlerdir.

Boem ve Lavada (1996) tarafından kanola üzerindeki sodyum etkisini inceleniş ve bunun sonucunda, sodyum artışıyla bitki boyunun azaldığını ve buna bağlı olarak kapsül sayısı, kapsülde dane sayısı ve tane veriminin azaldığı görülmüştür. Dierig ve ark. (2003), Francois’e (1994) atfen tuzlu koşullarda yetiştirdiği iki çeşit kanola bitkisinde bitki başına düşen tohum sayısının azaldığını ve buna bağlı olarak veriminde düştüğünü gözlemlemiştir. Bu araştırmacılara göre tuz stresinde dane azalmasına neden olan faktör, kapsüller arasındaki asimilatların alım rekabeti ile ilişkili olup bazı kapsüllerin olgunlaşmamasına neden olmaktadır.

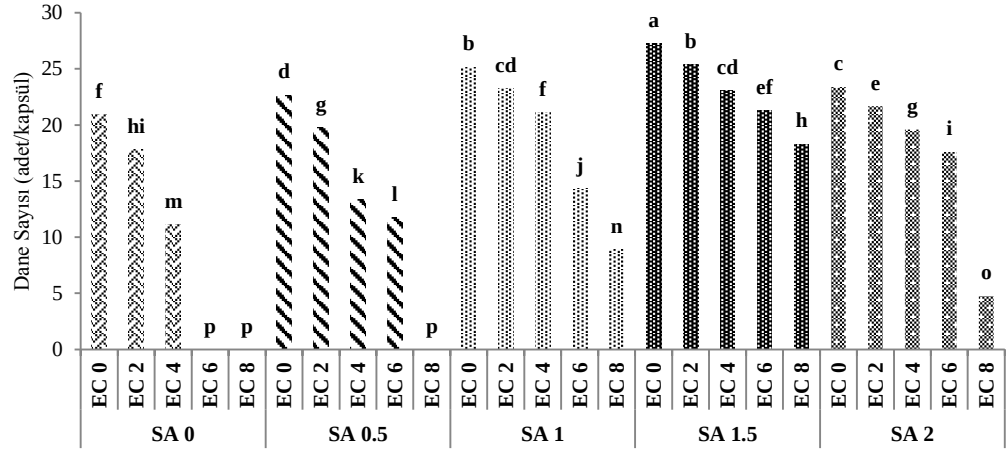
Çizelge 4.13. Kapsülde dane sayısı (adet/kapsül), bin dane ağırlığı (g), tek bitki verimi (g/bitki), SPAD değeri ve kanopi sıcaklık depresyonu parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.

Varyasyon kaynakları	S.D	Kapsülde Dane Sayısı	Bin Dane Ağırlığı	Tek Bitki Verimi	Spad Değeri	Kanopi Sıcaklık Depresyonu
Yıl	1	223.50**	2.400**	634.48**	1650.04**	2105.63**
Hata 1	4	1.7489	0.0449	0.3000	15.4849	2.0617
SA	4	2990.16**	52.696**	4235.1**	15531.1**	562.16**
EC	4	5876.62**	127.50**	7561.9**	35067.6**	2319.14**
Çeşit	3	943.85**	37.665**	1821.2**	3710.9**	477.264**
Yıl×SA	4	8.804**	0.071*	43.290**	51.2761**	12.9892**
Yıl×EC	4	3.415*	0.111**	46.193**	103.836**	65.3058**
Yıl×Çeşit	3	26.314**	0.823**	36.835**	223.22**	103.844**
SA×EC	16	240.68**	4.921**	192.79**	1663.91**	577.984**
SA×Çeşit	12	221.94**	2.102**	209.89**	652.23**	115.452**
EC×Çeşit	12	119.65**	1.755**	117.94**	940.21**	189.26**
Yıl×SA×EC	16	3.193**	0.066**	3.613**	4.0447 ^{ns}	8.2569**
Yıl×SA×Çeşit	12	18.307**	0.059**	6.206**	37.7457**	9.6125**
Yıl×EC×Çeşit	12	2.461**	0.116**	12.337**	26.0737**	10.1514**
SA×EC×Çeşit	48	69.218**	1.742**	21.430**	529.26**	122.95**
Yıl×SA×EC×Çeşit	48	3.084**	0.043*	3.077**	18.5116**	2.633**
Hata 2	396	0.861	0.026	1.206	3.8934	0.4388
CV (%)		5.63	6.91	10.21	4.91	4.86
Yıl						
2013		15.9 ^b	2.3 ^b	9.7 ^b	38.5 ^b	8.5 ^b
2014		17.1 ^a	2.4 ^a	11.8 ^a	41.8 ^a	12.3 ^a
Salisilik Asit						
SA0.0		10.0 ^e	1.5 ^d	3.6 ^e	46.0 ^e	4.5 ^e
SA0.5		13.5 ^d	2.0 ^c	6.9 ^d	48.5 ^d	6.0 ^d
SA1.0		18.5 ^b	2.5 ^b	12.4 ^b	52.1 ^b	6.4 ^c
SA1.5		23.1 ^a	3.2 ^a	19.2 ^a	55.2 ^a	7.7 ^b
SA2.0		17.4 ^c	2.5 ^b	11.6 ^c	50.7 ^c	8.0 ^a
EC						
EC0		23.9 ^a	3.5 ^a	22.2 ^a	58.1 ^a	7.8 ^a
EC2		21.6 ^b	3.1 ^b	14.8 ^b	52.4 ^b	6.9 ^b
EC4		17.7 ^c	2.5 ^c	9.2 ^c	48.2 ^c	6.3 ^c
EC6		13.0 ^d	1.8 ^d	5.4 ^d	45.5 ^d	6.1 ^d
EC8		6.4 ^e	0.9 ^e	2.2 ^e	43.6 ^e	5.8 ^e
Çeşit						
Licord		17.1 ^b	2.2 ^b	7.3 ^c	54.2 ^a	8.3 ^c
Tassilo		16.3 ^c	2.2 ^b	10.0 ^b	48.4 ^c	10.4 ^b
S.L.M046		19.3 ^a	3.1 ^a	15.6 ^a	46.8 ^d	10.3 ^b
Opera		13.3 ^d	1.9 ^c	10.1 ^b	52.5 ^b	12.6 ^a

(**) 0.01 seviyesinde önemli, (*) 0.05 seviyesinde önemli ve (^{ns}) önemsiz

Çizelge 4.14. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kapsülde dane sayısı (adet/kapsül) üzerine etkisi.

EC >>		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
<< SA	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	20.5 ^{t-y}	23.7 ^{k-p}	22.1	19.3 ^{x-b1}	19.3 ^{x-b1}	19.3	16.3 ^{e1-il}	17.7 ^{b1-fl}	17.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	11.7
	Tassilo	20.7 ^{t-y}	20.3 ^{u-y}	20.5	18.9 ^{y-c1}	17.7 ^{b1-fl}	18.3	13.7 ^{il-l1}	14.0 ^{ik1}	13.8	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	10.5
	S.L.M046	19.7 ^{w-a1}	22.0 ^{p-u}	20.8	14.7 ^{il-k1}	19.3 ^{x-b1}	17.0	12.3 ^{lm1}	15.0 ^{h1-k1}	13.7	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	10.3
	Opera	20.7 ^{t-y}	19.7 ^{w-a1}	20.2	17.0 ^{d1-g1}	16.3 ^{e1-il}	16.7	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	7.4
SA0.5	Licord	22.7 ^{n-s}	25.0 ^{g-l}	23.9	19.9 ^{v-a1}	21.7 ^{q-v}	20.8	16.0 ^{fl-il}	19.7 ^{w-a1}	17.8	17.3 ^{c1-fl}	17.3 ^{c1-fl}	17.3	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	16.0
	Tassilo	23.0 ^{m-r}	23.3 ^{k-p}	23.2	19.9 ^{v-z}	22.0 ^{p-u}	21.0	18.0 ^{a1-e1}	20.0 ^{v-z}	19.0	14.7 ^{il-k1}	17.3 ^{c1-fl}	16.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	15.8
	S.L.M046	21.0 ^{s-x}	23.3 ^{k-p}	22.2	19.0 ^{y-c1}	18.0 ^{a1-e1}	18.5	17.3 ^{c1-fl}	16.0 ^{fl-il}	16.7	14.7 ^{il-k1}	12.3 ^{lm1}	13.5	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	14.2
	Opera	20.5 ^{t-y}	22.3 ^{o-t}	21.4	17.3 ^{c1-fl}	20.0 ^{v-z}	18.7	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	8.0
SA1	Licord	24.7 ^{h-m}	26.0 ^{d-i}	25.3	23.0 ^{m-r}	24.7 ^{h-m}	23.8	22.0 ^{p-u}	23.0 ^{m-r}	22.5	18.3 ^{z-d1}	19.0 ^{y-c1}	18.7	14.7 ^{il-k1}	17.7 ^{b1-fl}	16.2	21.3
	Tassilo	24.0 ^{j-o}	24.3 ⁱ⁻ⁿ	24.2	22.0 ^{p-u}	22.7 ^{n-s}	22.3	17.3 ^{c1-fl}	22.3 ^{o-t}	19.8	15.0 ^{h1-k1}	19.3 ^{x-b1}	17.2	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	16.7
	S.L.M046	26.3 ^{c-h}	28.7 ^{ab}	27.5	24.3 ⁱ⁻ⁿ	26.7 ^{c-g}	25.5	22.0 ^{p-u}	24.7 ^{h-m}	23.3	20.4 ^{u-y}	22.7 ^{n-s}	21.5	18.3 ^{z-d1}	20.3 ^{u-y}	19.3	23.4
	Opera	23.3 ^{k-p}	24.0 ^{j-o}	23.7	20.3 ^{u-y}	22.0 ^{p-u}	21.2	19.0 ^{y-c1}	18.3 ^{z-d1}	18.7	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	12.7
SA1.5	Licord	26.3 ^{c-h}	28.0 ^{bc}	27.2	24.7 ^{h-m}	26.0 ^{g-l}	25.3	23.3 ^{k-p}	24.0 ^{q-v}	23.7	21.3 ^{r-w}	22.7 ^{s-x}	22.0	17.0 ^{d1-g1}	20.3 ^{d1-h1}	18.7	23.4
	Tassilo	26.0 ^{d-i}	26.3 ^{c-h}	26.2	25.0 ^{g-l}	25.0 ^{bc}	25.0	22.3 ^{o-t}	21.7 ^{e-j}	22.0	20.3 ^{u-y}	21.0 ^{f-k}	20.7	16.7 ^{d1-h1}	16.7 ^{j-o}	16.7	22.1
	S.L.M046	28.6 ^{ab}	30.0 ^a	29.3	26.7 ^{c-g}	28.0 ⁱ⁻ⁿ	27.3	24.7 ^{h-m}	25.7 ^{p-u}	25.2	22.8 ^{m-s}	25.3 ^{y-c1}	24.1	20.0 ^{v-z}	24.0 ^{e1-il}	22.0	25.6
	Opera	25.7 ^{e-j}	27.0 ^{d-i}	26.3	23.3 ^{k-p}	24.3 ^{j-o}	23.8	21.0 ^{s-x}	22.0 ^{n-s}	21.5	18.0 ^{a1-e1}	19.0 ^{u-y}	18.5	15.3 ^{g1-j1}	16.3 ^{k-p}	15.8	21.2
SA2	Licord	15.0 ^{h1-k1}	23.3 ^{k-p}	19.2	13.3 ^{k1-m1}	21.3 ^{p-u}	17.3	12.0 ^{m1}	19.7 ^{w-a1}	15.8	9.7 ⁿ¹	18.3 ^{d1-g1}	14.0	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	13.3
	Tassilo	22.1 ^{p-u}	23.7 ^{b-e}	22.9	21.9 ^{p-u}	22.0 ^{f-k}	22.0	19.3 ^{x-b1}	19.7 ^{n-s}	19.5	16.3 ^{e1-il}	17.0 ^{u-y}	16.7	0.0 ^{o1}	0.0 ^{y-c1}	0.0	16.2
	S.L.M046	27.7 ^{b-d}	27.3 ^{h-m}	27.5	26.7 ^{c-g}	25.3 ^{r-w}	26.0	22.3 ^{o-t}	22.7 ^{s-x}	22.5	20.7 ^{t-y}	20.3 ^{u-y}	20.5	19.0 ^{y-c1}	19.0 ^{o1}	19.0	23.1
	Opera	23.3 ^{k-p}	24.7 ^{r-w}	24.0	21.3 ^{r-w}	21.3 ^{w-a1}	21.3	20.0 ^{v-z}	21.0 ^{z-d1}	20.5	18.0 ^{a1-e1}	20.3 ^{o1}	19.2	0.0 ^{o1}	0.0 ^{o1}	0.0	17.0
Genel Ort.		23.1	24.6	23.9	20.9	22.2	21.6	16.9	18.4	17.7	12.4	13.6	13.0	6.1	6.7	6.4	16.5



Şekil 4.11. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kapsülde dane sayısı üzerine etkisi

Araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda salisilik asidin düşük konsantrasyonlarda özellikle baklagillerde nodül oluşumunu arttırdığı, vejetatif gelişmeyi hızlandırması yanında, kapsül sayısı, kapsülde dane sayısının arttırması nedeniyle tane veriminde olumlu yönde etkilendiğini bildirmişlerdir (Jain and Servastava, 1981; Ramanujam et al., 1998). Diğer bir araştırmada SA'nın abiyotik streslerde bir düzenleyici olarak önemli bir rol oynadığını ifade edilmiştir (Yalpani et al., 1993). Yapılan araştırma diğer araştırmalar ile uyum içerisindedir. Tuz stresinde kapsüldeki dane sayısının azalmasının nedeni kapsüller arasındaki asimilatların alınımlarına rekabeti ile ilişkili düşünülebilir.

4.1.5.4 Bin dane ağırlığı

Araştırma sonucunda elde edilen, tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş, kanola çeşitlerinin bin dane ağırlığına ait veriler Çizelge 4.13'de gösterilmektedir. Yapılan istatistikî analiz sonucunda, Yıl, EC, SA ve Çeşitler arasındaki farklılık istatistikî olarak % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tuz konsantrasyonu incelemesi sonucunda, en yüksek bin dane ağırlığı (3.5 g), EC0 uygulamasında, en düşük ise (0.9 g), EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.3). SA uygulaması açısından incelediğimizde en yüksek bin dane ağırlığı değeri (3.2 g) SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (1.5 g) SA0 uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitler arasında bin dane ağırlığı bakımından öne çıkan çeşit 3.1 g ile yine SLM046 olup, en düşük ise 1.9 g değeri ile Opera çeşidi olmuştur (Çizelge 4.13).

Dörtlü interaksyonu incelemesinde, çıkışını tamamlamış bitkilerde en büyük bin dane ağırlığı, SLM046 çeşidinde (4.6 g) SA1.5–EC0 uygulamasında 2014 yılında, en düşük ise Licord çeşidinde (1.7 g) SA0–EC4 uygulamasından 2013 yılında bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Tuz stresi altında SA'nın etkisini incelediğimizde, tuzluluk artışı bin dane ağırlığında önemli kayıplara sebep olmuştur. Bunun yanında SA uygulamasının etkisine bakıldığında SA konsantrasyonu arttıkça tuzluluğun etkisini hafifletmeye çalıştığı Çizelge 4.15'de gösterilmiştir. SA uygulamalarında, kontrole göre bir artış görülmüştür. Bunun yanında en etkin artış, SA1.5 uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.12).

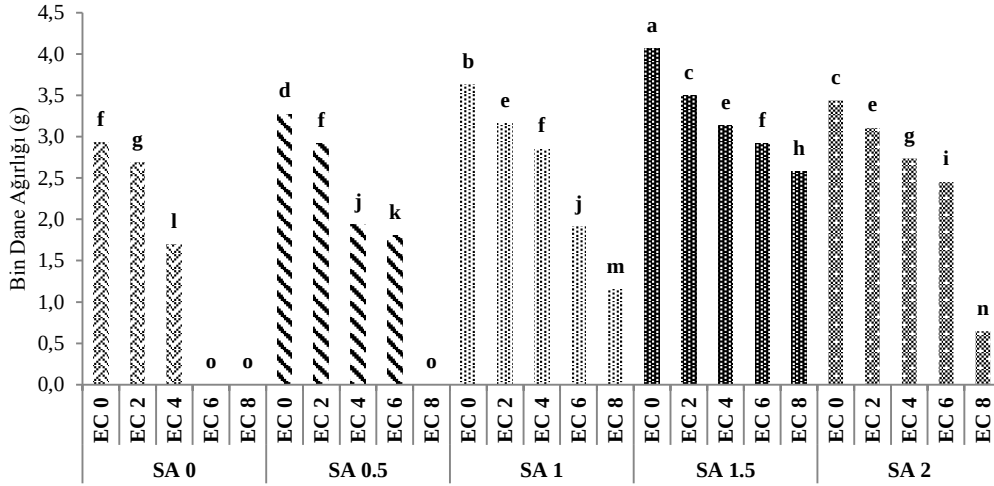
Bin dane ağırlığını birçok çevresel faktöre göre değişim gösterdiği bilinmektedir. Ashraf ve ark. (2004), 25 buğday çeşidinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuz derişiminin, kontrole göre bitki başına veriminin % 50-% 92, bin dane ağırlığının % 12-% 83 oranlarında azalttığını vurgulamışlar.

Chauhan ve Singh (1993), buğdayda yedi farklı tuz (0, 2, 4, 6, 8, 12 ve 16 ds/m) konsantrasyonu uygulamaları sonucunda, 2 ds/m üzerindeki tuzluluk artışlarının bin dane ağırlığını düşürdüğünü belirtmişler. Alizadeh ve ark. (2003) kolzanın tuza dayanıklılığının genetik esasları üzerine yaptığı çalışmalarında, tuza tolerans, resesif genlerin etkili olduğunu ve bitki başına tane verimi, bitki boyu, bin tane ağırlığı ve gövde kuru ağırlığına azalış gösterdiğini belirtmiştir. Bir başka çalışmada ise tuzluluk stresi altında, Etiyopya hardal hatlarında dane veriminin azaldığı ve bin dane ağırlığının olumsuz yönde önemli derecede etkilendiğini ifade etmişler (Ashraf and Sharif, 1998). Mahmoodzadeh ve Naeini (2007), tuzluluk çalışmaları sonucunda, NaCl seviyesinin artışıyla kapsülde dane sayısı ve bin dane ağırlığında düşüşe neden olduğunu saptanmışlar.

Kiarostami ve ark. (2015) tuzluluk stresi altında, SA'in etkisini inceledikleri çalışmalarında, SA verim ve verim ögelerini olumlu şekilde etkilediğini belirtmişlerdir. Farklı SA dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris* medik.) verim ve verim ögeleri üzerine etkileri adlı bir çalışmada, Salisilik asit dozlarının artması ile toplam dal sayısı, bitkide dane sayısı, bitkide dane verimi ve bin dane ağırlığı artmıştır (Kaydan and Mehmet, 2007).

Çizelge 4.15. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında bin dane ağırlığı (g) üzerine etkisi.

EC >> << SA		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	
SA0	Licord	2.6 ^{s2-a2}	2.5 ^{w2-e2}	2.5	2.5 ^{x2-f2}	2.1 ^{h3-o2}	2.3	1.7 ^{p3}	1.8 ^{a3-p2}	1.8	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.3
	Tassilo	2.8 ^{i2-v1}	3.2 ^{s-g1}	3.0	2.7 ^{q2-z1}	2.9 ^{d2-t1}	2.8	2.0 ^{j3-o2}	2.6 ^{s2-a2}	2.3	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.6
	S.L.M046	3.5 ^{k-t}	3.8 ^{e-i}	3.7	3.0 ^{x-o1}	3.8 ^{f-k}	3.4	2.3 ^{a3-k2}	3.1 ^{w-m1}	2.7	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.9
	Opera	2.6 ^{r2-z1}	2.4 ^{x2-h2}	2.5	2.3 ^{z2-j2}	2.2 ^{b3-l2}	2.3	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.0
SA0.5	Licord	2.9 ^{b2-r1}	2.8 ^{i2-v1}	2.9	2.6 ^{s2-a2}	2.5 ^{x2-f2}	2.5	2.2 ^{e3-m2}	2.2 ^{c3-l2}	2.2	2.0 ^{k3-p2}	2.1 ^{i3-o2}	2.1	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.9
	Tassilo	3.1 ^{u-k1}	3.2 ^{s-d1}	3.2	2.7 ^{p2-x1}	2.8 ^{j2-w1}	2.8	2.1 ^{g3-o2}	2.5 ^{u2-d2}	2.3	1.9 ^{i3-p2}	2.2 ^{f3-n2}	2.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.1
	S.L.M046	3.8 ^{f-k}	4.1 ^{b-e}	4.0	3.2 ^{s-d1}	3.8 ^{f-i}	3.5	3.2 ^{s-g1}	3.3 ^{q-a1}	3.2	3.0 ^{x-o1}	3.2 ^{s-e1}	3.1	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.8
	Opera	3.0 ^{x-o1}	3.2 ^{t-i1}	3.1	2.8 ^{h2-u1}	2.9 ^{c2-t1}	2.9	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.2
SA1	Licord	3.4 ^{m-u}	3.3 ^{q-b1}	3.3	3.0 ^{z-q1}	2.5 ^{u2-b2}	2.8	2.4 ^{y2-i2}	2.4 ^{y2-i2}	2.4	2.2 ^{e3-m2}	2.3 ^{a3-k2}	2.2	1.9 ^{i3-p2}	1.8 ^{n3-p2}	1.9	2.5
	Tassilo	3.4 ^{m-v}	3.6 ^{j-p}	3.5	2.5 ^{y2-h2}	3.2 ^{r-c1}	2.8	2.5 ^{x2-f2}	3.0 ^{y-p1}	2.7	2.2 ^{f3-n2}	2.6 ^{s2-a2}	2.4	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.3
	S.L.M046	4.0 ^{b-f}	4.3 ^{a-c}	4.2	3.7 ^{g-m}	4.1 ^{b-f}	3.9	3.3 ^{o-z}	3.5 ^{k-s}	3.4	3.0 ^{z-q1}	3.1 ^{t-j1}	3.1	2.6 ^{i2-a2}	2.9 ^{c2-t1}	2.7	3.4
	Opera	3.3 ^{n-x}	3.7 ^{h-n}	3.5	3.2 ^{s-g1}	3.2 ^{t-h1}	3.2	2.8 ^{l2-w1}	3.0 ^{a2-q1}	2.9	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	1.9
SA1.5	Licord	3.8 ^{e-i}	4.2 ^{b-d}	4.0	3.3 ^{o-y}	3.1 ^{v-m1}	3.2	2.7 ^{q2-z1}	2.7 ^{m2-x1}	2.7	2.3 ^{z2-j2}	2.5 ^{u2-d2}	2.4	2.1 ^{h3-o2}	2.2 ^{e3-m2}	2.2	2.9
	Tassilo	3.6 ^{i-o}	4.0 ^{c-g}	3.8	3.2 ^{s-d1}	3.5 ^{k-t}	3.3	2.8 ^{k2-w1}	3.2 ^{s-g1}	3.0	2.7 ^{q2-x1}	2.9 ^{f2-u1}	2.8	2.2 ^{f3-n2}	2.5 ^{u2-d2}	2.3	3.1
	S.L.M046	4.3 ^{ab}	4.6 ^a	4.5	4.0 ^{d-h}	4.1 ^{b-f}	4.0	3.7 ^{g-m}	3.8 ^{f-l}	3.7	3.4 ^{m-w}	3.6 ^{j-p}	3.5	3.1 ^{w-n1}	3.3 ^{p-a1}	3.2	3.8
	Opera	3.9 ^{d-h}	4.0 ^{c-g}	4.0	3.4 ^{m-w}	3.5 ^{k-t}	3.4	3.0 ^{y-p1}	3.3 ^{q-b1}	3.1	2.8 ^{l2-w1}	3.1 ^{v-k1}	2.9	2.6 ^{i2-a2}	2.7 ^{q2-z1}	2.6	3.2
SA2	Licord	3.5 ^{j-r}	2.9 ^{e2-u1}	3.2	2.9 ^{b2-r1}	2.7 ^{p2-x1}	2.8	2.5 ^{y2-h2}	2.6 ^{s2-a2}	2.5	2.2 ^{b3-k2}	2.5 ^{v2-e2}	2.4	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.2
	Tassilo	3.4 ^{n-x}	3.0 ^{a2-q1}	3.2	2.9 ^{g2-u1}	2.9 ^{c2-s1}	2.9	2.1 ^{i3-o2}	2.5 ^{u2-c2}	2.3	1.9 ^{m3-p2}	2.2 ^{d3-l2}	2.0	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.1
	S.L.M046	3.8 ^{f-k}	4.0 ^{b-f}	3.9	3.6 ^{h-n}	3.8 ^{f-l}	3.7	3.3 ^{q-a1}	3.6 ^{j-q}	3.4	3.2 ^{s-f1}	3.5 ^{k-u}	3.3	2.5 ^{x2-g2}	2.7 ^{o2-x1}	2.6	3.4
	Opera	3.4 ^{h-u}	3.5 ^{j-r}	3.5	3.0 ^{y-p1}	3.0 ^{x-o1}	3.0	2.7 ^{n2-x1}	2.6 ^{r2-a2}	2.7	2.0 ^{j3-p2}	2.1 ^{i3-o2}	2.1	0.0 ^{q3}	0.0 ^{q3}	0.0	2.3
Genel Ort.		3.4	3.5	3.5	3.0	3.1	3.1	2.4	2.6	2.5	1.7	1.9	1.8	0.8	0.9	0.9	2.3



Şekil 4.12. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama bin dane ağırlığı üzerine etkisi.

Mevcut deneme sonucuna göre SA uygulaması, tuz etkisini azaltmaya neden olmuş dolayısıyla bin dane ağırlığında da kontrole göre bir artış sağlamıştır.

4.1.5.5 Tek bitki verimi

Saksılardan hasat edilen kanola bitkileri kurutulduktan sonra tartılarak tek bitki verimleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.11'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, denemenin yürütüldüğü yıllarda bitki verim bakımından çeşitler, tuz konsantrasyonları ve SA doz uygulamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13'de görüldüğü gibi tuzluluğun artması sonucunda dane veriminde önemli bir düşüş tespit edilmiştir. En yüksek dane verimi 22.2 g/bitki değeri ile EC0 uygulamasında, en düşük ise 2.2 g/bitki EC8 uygulamasından elde edilmiştir. Diğer yandan SA konsantrasyonunun yükselmesiyle beraber verimde bir artış sağlanmıştır. En yüksek verim, SA1.5 uygulamasından elde edilirken (19.2 g/bitki), en düşük verim ise (3.6 g/bitki) SA0 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.13).

Araştırma da tek bitki verimi, çeşitlere göre 7.3 -15.6 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Buna göre verim en yüksek 15.6 g/bitki ile "SLM046" çeşidinde, en düşük ise 7.3 g/bitki ile "Licord" çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Dörtlü interaksiyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek verim 53.8 g/bitki ile “SLM046” çeşidinde SA1.5–EC0 uygulamasından 2014 yılında elde edilerek, en düşük ise 2.0 g/bitki ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.16).

Denemenin sonucuna göre tuzluluğun artması bitkinin büyüme ve gelişmesi engellenmiş, dolayısıyla dane veriminin azalmasına neden olmuştur. Bunun yanında SA uygulaması arttıkça bitkilerin büyüme ve gelişmeleri olumlu bir şekilde etkilenmiştir. SA konsantrasyonu 1.5 mM seviyesine kadar verimin artışına neden olabilmiş ancak yüksek dozlarda tekrar azalmalara neden olmuştur (Şekil 4.13).

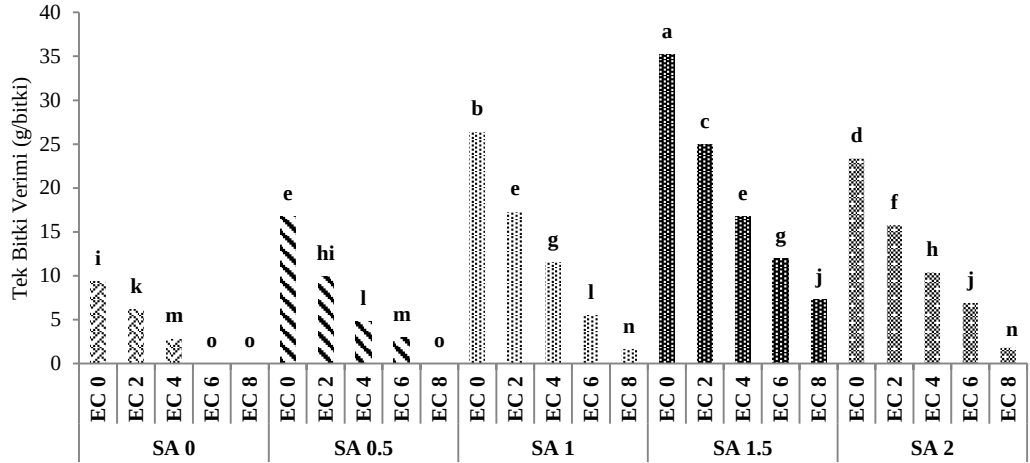
Yapılan birçok tuzluluk çalışmaları sonucunda, biyolojik verimi ve dane veriminde tuzluluk ile beraber azalmalar meydana geldiği bildirilmiştir (Francois, 1994; Ashraf and Saghir, 2000; El-Hendawy et al., 2005). Baybordi ve ark. (2010) beş farklı kanola çeşidinde yaptıkları tuzluluk çalışması sonucunda, en yüksek verimi SLM046 ve en düşük ise Elit çeşidine elde etmişlerdir (Zamani et al., 2010). Kanola bitkisi ile yapılan tuzluluk çalışmasında tuzluluk seviyesi arttıkça kapsülde dane sayısı, bin dane ağırlığı ve dolayısıyla dane veriminde düşüş saptanmıştır (Mahmoodzadeh and Naeini, 2007).

Khatun ve Flowers (1995) yaptıkları çalışmada, tuzluğun bitkinin bütün gelişim evrelerini etkilemesine rağmen, en çok etkilenen evre tohum oluşum safhası, yani dane verimi olmuştur. Day ve ark. (2008) ise tuzluluğun vejetatif ve generatif dönemlerinde etkili olmasından dolayı dane veriminin düşüşüne neden olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak tuzluluk, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, klorofil miktarında azalma ve buna bağlı olarak verimde düşüş tuz stresinin ortaya çıkardığı etkiler arasında yer almaktadır (Shannon and Grieve, 1998; Ashraf, 2004).

Mevcut deneme sonuçlarına göre, tuzluluk uygulaması ile beraber SA uygulandığında, kontrol gurubu ile karşılaştırdığımızda verimde bir artış saptanmıştır. Kiarostami ve ark. (2015) kanolada yaptıkları tuzluluk çalışmasında SA uygulamasının büyüme parametreleri ve verimi olumlu şekilde etkilediği ve verim artışına sebep olduğu saptamışlardır.

Çizelge 4.16. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında tek bitki verimi (g/bitki) üzerine etkisi.

EC >>		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	
<< SA0	Licord	7.0 ^{x1-k2}	9.4 ^{o1-w1}	8.2	5.2 ^{h2-s2}	6.0 ^{e2-o2}	5.6	2.6 ^{w2-z2}	3.6 ^{p2-z2}	3.1	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	3.4
	Tassilo	8.5 ^{r1-b2}	10.6 ^{m1-s1}	9.5	6.3 ^{b2-l2}	7.2 ^{w1-j2}	6.8	2.8 ^{v2-z2}	4.4 ^{m2-x2}	3.6	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	4.0
	S.L.M046	10.7 ^{m1-r1}	14.0 ^{b1-g1}	12.3	6.2 ^{c2-m2}	10.8 ^{m1-q1}	8.5	3.3 ^{r2-z2}	5.6 ^{g2-q2}	4.5	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	5.1
	Opera	8.4 ^{t1-b2}	6.1 ^{d2-n2}	7.3	4.0 ^{n2-z2}	3.1 ^{s2-z2}	3.6	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	2.2
SA0.5	Licord	12.5 ^{fl-m1}	15.5 ^{y-c1}	14.0	8.3 ^{t1-d2}	9.9 ^{n1-t1}	9.1	3.9 ^{o2-z2}	5.7 ^{g2-p2}	4.8	2.4 ^{x2-z2}	2.8 ^{v2-z2}	2.6	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	6.1
	Tassilo	17.9 ^{u-x}	20.8 ^{p-r}	19.4	6.8 ^{z1-l2}	10.8 ^{l1-q1}	8.8	4.3 ^{m2-y2}	7.6 ^{u1-g2}	6.0	2.8 ^{u2-z2}	5.0 ^{j2-u2}	3.9	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	7.6
	S.L.M046	18.3 ^{t-x}	23.4 ^{l-o}	20.8	12.5 ^{fl-m1}	14.9 ^{z-e1}	13.7	8.5 ^{r1-b2}	8.4 ^{s1-b2}	8.5	5.4 ^{h2-r2}	5.1 ^{i2-t2}	5.2	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	9.6
	Opera	13.5 ^{b1-j1}	12.2 ^{g1-m1}	12.9	8.3 ^{t1-c2}	7.4 ^{v1-h2}	7.9	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	4.1
SA1	Licord	17.2 ^{v-y}	19.8 ^{r-u}	18.5	11.6 ⁱ¹⁻ⁿ¹	12.3 ^{fl-m1}	12.0	7.3 ^{w1-l2}	7.9 ^{t1-f2}	7.6	3.3 ^{r2-z2}	4.2 ^{m2-y2}	3.8	2.0 ^{z2-a3}	2.8 ^{v2-z2}	2.4	8.8
	Tassilo	23.5 ^{k-o}	26.2 ^{hi}	24.9	14.1 ^{b1-g1}	19.9 ^{r-u}	17.0	9.1 ^{p1-x1}	12.9 ^{d1-l1}	11.0	5.6 ^{g2-q2}	9.3 ^{o1-w1}	7.5	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	12.1
	S.L.M046	32.3 ^{ef}	42.9 ^b	37.6	20.5 ^{q-s}	24.9 ^{i-m}	22.7	14.1 ^{b1-g1}	18.1 ^{u-x}	16.1	9.5 ^{n1-v1}	11.4 ^{j1-o1}	10.5	3.4 ^{q2-z2}	4.8 ^{k2-v2}	4.1	18.2
	Opera	24.0 ^{j-n}	25.0 ^l	24.5	15.1 ^{z-c1}	19.7 ^{r-u}	17.4	8.9 ^{q1-z1}	13.3 ^{c1-k1}	11.1	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	10.6
SA1.5	Licord	22.5 ^{n-p}	30.5 ^{fg}	26.5	15.0 ^{z-d1}	16.7 ^{w-z}	15.9	9.8 ^{n1-u1}	11.6 ^{h1-n1}	10.7	6.9 ^{y1-l2}	8.7 ^{r1-a2}	7.8	4.0 ^{n2-z2}	5.3 ^{h2-r2}	4.7	13.1
	Tassilo	30.4 ^{fg}	34.1 ^e	32.3	23.1 ^{l-o}	25.9 ^{h-j}	24.5	11.2 ^{k1-p1}	15.0 ^{z-d1}	13.1	8.1 ^{t1-e2}	10.7 ^{m1-r1}	9.4	4.7 ^{l2-w2}	6.8 ^{z1-l2}	5.8	17.0
	S.L.M046	40.5 ^c	53.8 ^a	47.1	29.6 ^g	39.2 ^c	34.4	22.6 ^{n-p}	24.5 ⁱ⁻ⁿ	23.6	14.9 ^{z-e1}	18.6 ^{s-w}	16.8	8.6 ^{r1-a2}	11.2 ^{k1-p1}	9.9	26.4
	Opera	33.4 ^e	36.8 ^d	35.1	22.8 ^{m-o}	27.0 ^h	24.9	17.3 ^{v-y}	21.9 ^{o-q}	19.6	12.8 ^{e1-m1}	15.0 ^{z-d1}	13.9	8.6 ^{r1-a2}	9.1 ^{q1-y1}	8.8	20.5
SA2	Licord	9.0 ^{q1-z1}	12.6 ^{fl-m1}	10.8	5.6 ^{g2-q2}	9.2 ^{p1-x1}	7.4	3.0 ^{t2-z2}	5.9 ^{f2-o2}	4.5	2.2 ^{y2-a3}	5.2 ^{h2-s2}	3.7	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	5.3
	Tassilo	19.0 ^{r-v}	20.2 ^{q-t}	19.6	13.8 ^{b1-h1}	15.6 ^{y-b1}	14.7	6.1 ^{d2-n2}	8.7 ^{r1-a2}	7.4	3.6 ^{p2-z2}	5.0 ^{j2-t2}	4.3	0.0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	9.2
	S.L.M046	32.5 ^e	39.1 ^c	35.8	24.2 ⁱ⁻ⁿ	24.2 ⁱ⁻ⁿ	24.2	14.4 ^{a1-fl}	17.2 ^{v-y}	15.8	10.6 ^{m1-r1}	12.4 ^{fl-m1}	11.5	6.6 ^{a2-l2}	7.7 ^{u1-g2}	7.2	18.9
	Opera	25.6 ^{h-k}	28.8 ^g	27.2	17.2 ^{v-y}	16.3 ^{x-a1}	16.7	13.7 ^{b1-il}	13.8 ^{b1-h1}	13.7	7.4 ^{v1-h2}	8.8 ^{r1-a2}	8.1	0 ^{a3}	0.0 ^{a3}	0.0	13.1
Genel Ort.		20.3	24.1	22.2	13.5	16.1	14.8	8.1	10.3	9.2	4.8	6.1	5.4	1.9	2.4	2.1	10.8

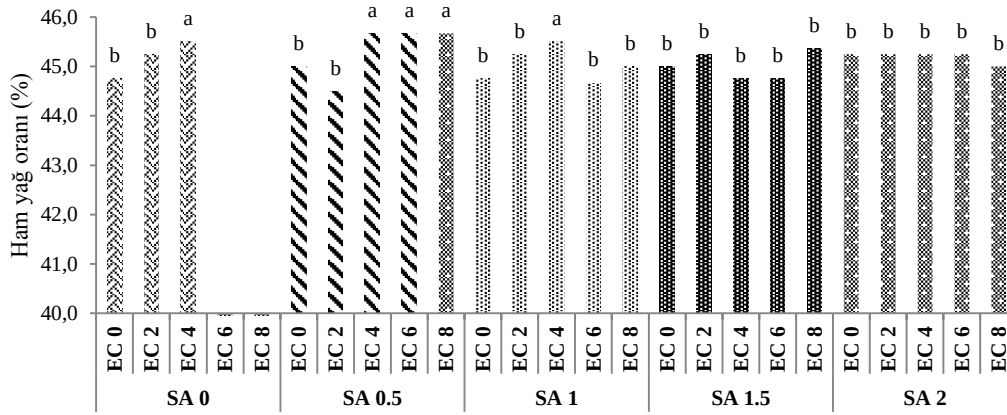


Şekil 4.13. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama tek bitki verimi üzerine etkisi.

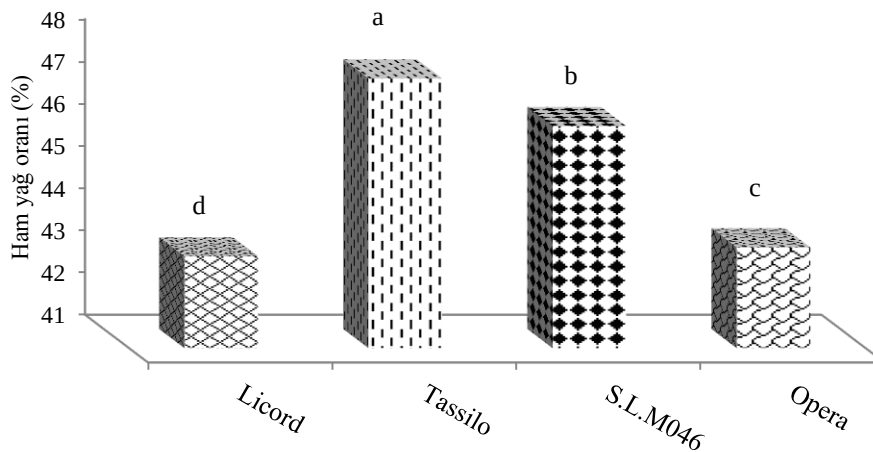
Senaratna ve ark. (2000) ise yaptıkları araştırmada, bitkilere dışarıdan SA uygulandığında birçok stres faktörüne karşı toleransın arttığını gözlemlemişlerdir. Bazı araştırmacılar ise SA'nın etkisinin bir koruyucu olmaktan ziyade bitkinin bünyesinde genetiksel olarak var olan strese karşı koyabilme potansiyelini harekete geçirdiğini ifade etmişlerdir (Senaratna et al., 2003). Buna paralel olarak Shakirova ve ark. (2003), 0.05 mM SA ile muamele edilen buğday fidelerinde, fide köklerinin apikal meristeminde hücre bölünme hızlarında ve bitki gelişiminde ve dolayısı ile buğday veriminde bir artışa neden olduğunu bildirmiştir. Diğer bir araştırmada Çanakçı ve Munzuroğlu (2004) fasulye fidelerinin 50 ppm ASA (asetil salisilik asit) ile muamele etmişler ve daha sonra tuz stresine (% 1 NaCl) maruz bırakmışlardır. ASA uygulanan fidelerin uygulanmayan fidelerde oranla daha yüksek klorofil a ve b içerdiğinden ve protein içeriklerinin daha yüksek olduğundan dolayı tuz stresine daha yüksek tolerans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

4.1.5.6 Tohumda ham yağ oranı

Dört kanola çeşidinde, 5 NaCl konsantrasyonu ve 5 SA konsantrasyonu uygulanarak 2 yıl yürütülen çalışmadan elde edilen verilerin analizleri sonucu yağ oranı değerinde yıllar arası, SA ve NaCl konsantrasyonları arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.14). Bunun yanında çeşitler arasında ham yağ oranı açısından önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek yağ oranı % 47.4 ile Tassilo çeşidinde, en düşük ise % 43.2 ile Licord çeşidinde bulunmuştur (Şekil 4.15).



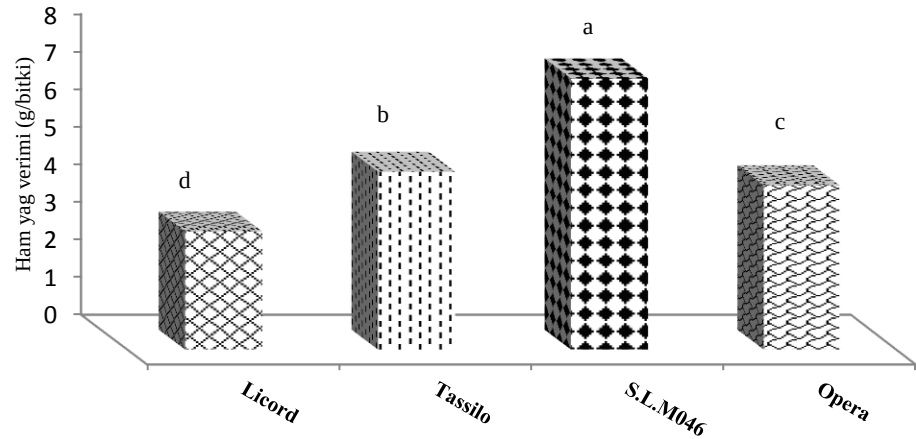
Şekil 4.14. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama ham yağ oranı üzerine etkisi.



Şekil 4.15. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının ve tuzluluk stresi altında yetiştirilen dört farklı kanola çeşidinin ortalama ham yağ oranı üzerine etkisi.

Yapılan araştırma sonuçlarına baktığımızda tuzluluğun artışı ve SA konsantrasyonları kanola tohumlarının ham yağ oranı üzerinde etkili olmadığını göstermektedirler. Qasim (2000), 8 çeşit kanola üzerinde uyguladığı NaCl konsantrasyonu sonucunda, tuzluluğun artışı ile ham yağ oranında düşüşe neden olduğunu ifade etmiştir. Bir diğer çalışmada ise 5 çeşit kanola üzerinde yapılan tuzluluk stresinde, tuzluluğun artışı ham yağ oranını düşürdüğü ifade edilmiştir (Baybordi et al., 2010). Diğer yandan Francois ve Kleiman, (1990) yaptığı bir tuzluluk çalışmada, tuzluluğun ham yağ oranı üzerinde etkili olmadığını tespit etmiştir. Ashraf ve McNeilly'e (2004) göre Brassica ailesinde ham yağ oranı 25–44 arasında değişmektedir. Bizim çalışma sonuçlarımızda Francois ve Kleime (1990)'in ortaya koydukları bulgular ile uyumludur.

Tuzluluğun ham yağ oranı üzerinde etkili olmasa bile, tuzluluk stresi altında bitkilerin büyüme ve gelişmesini engellemesinden dolayı dane veriminde önemli ölçüde düşüşe neden olmaktadır. Dolayısıyla yağ verimi üzerinde de düşüşe neden olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan SLM046, Opera, Tassilo ve Licord çeşitlerinde tek bitki verimlerinin sırasıyla 15.6, 10.1, 10.0 ve 7.3 g/bitki, ham yağ oranları ise % 46.3, % 43.4, % 47.4 ve % 43.2 olarak bulunmuştur. Yağ verimi ise şu formula göre hesaplanmıştır (ham yağ oranı $\times$ verim)/100, çeitler arası yağ verimine baktığımızda (7.22, 4.74, 4.38 ve 3.15 g/bitki) sıra ile SLM046, Tassilo, Opera, ve Licord çeşitlerinde elde edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama ham yağ verimi üzerine etkisi.

4.2 Fizyolojik Karakterler

Yapılan çalışmada kanola bitkilerinde SA'in gerek normal gerekse tuzlu koşullardaki rolünü fizyolojik karakterler açısından da incelenmiş ve elde edilen karakterler değerleri aşağıda gösterilmiştir.

4.2.1 SPAD değerleri

Yapılan çalışmada, SPAD değerleri incelendiğinde EC ve SA uygulamasında çeşitler arasındaki farklılık ve tüm interaksyonlar istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Sadece (Yıl×SA×EC) interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Tuzluluk artması sonucunda SPAD değerinde de bir azalma tespit edilmiştir. Bu azalmalar 43.6–58.1 arasında değişmektedir. En yüksek SPAD değer (58.1), EC0 uygulamasına, en düşük ise (43.6) EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

SA uygulama sonuçlarında ise en yüksek SPAD değeri (55.2), SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (46.0) SA0 uygulamasından sağlanmıştır (Çizelge 4.13). Tuz stresi ve SA uygulamalarına maruz bırakılan 4 kanola çeşidi içerisinde stresten en az etkilenen Licord çeşidi, yani en yüksek SPAD (54.2) değerine sahip, en fazla etkilenen ise SLM046 çeşidi, en düşük SPAD (46.8) değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 4.13).

Dörtlü interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek SPAD değeri 74.4 ile “Opera” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından 2014 yılında elde edilerek, en düşük ise 29.6 ile “Tassilo” çeşidinde SA0–EC4 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

Tuzluluk koşullarında SA'nın etkisini incelediğimizde, tuz stresinin artışı SPAD değerinde azalmalara neden olmuştur. Bunun yanında SA uygulaması arttıkça bitkilerde SPAD değeri açısından bir artış söz konusu olmuştur. Yani SA tuz stresinin etkisini hafifletmeye yardımcı olmuştur. Ayrıca, SA1.5 uygulamasından yüksek SPAD değeri elde edilmiştir (Şekil 4.17).

Denemede uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarına bakıldığında zaman tuz konsantrasyonu arttıkça SPAD değerleri kontrole göre azalma görülmektedir.

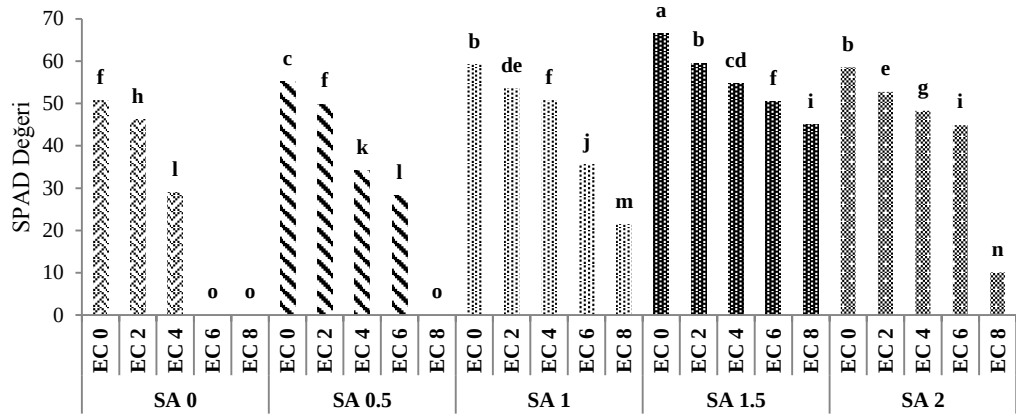
SPAD değerleri ile okuma anında yaprakların içerdiği klorofil miktarları arasında linear bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Yadawa, 1986). Klorofil pigmentleri, fotosentez surecinde en yüksek öneme sahip yapılardır. Olumsuz koşullar altında, klorofil düzeyindeki değişim fotosentezin fonksiyonunun iyi bir göstergedir (Xu et al, 2008).

Yeğin (2012), arpa bitkilerinde tuza tolerans çalışmasında, tuz konsantrasyonlarının artışı ile SPAD değerlerinde azalmalara neden olduğunu vurgulamıştır. Amirulalam ve ark (2015) semizotunda yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, SPAD değerinin tuzluluk düzeylerinin artması ile belirgin azaldığını belirlemişlerdir. Yüksek tuz seviyelerinde iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, dolayısıyla fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde ters bir etkiye neden olmaktadır (Yaşar, 2003).

Çizelge 4.17. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında SPAD değeri üzerine etkisi.

EC >>		EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
<< SA	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	53.5 ^{t-f1}	57.8 ^{t-r}	55.7	48.5 ^{l1-w1}	53.4 ^{t-g1}	51.0	42.7 ^{f2-m2}	40.9 ^{k2-o2}	41.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	49.3
	Tassilo	48.9 ^{j1-v1}	52.1 ^{w-l1}	50.5	42.1 ^{i2-m2}	47.9 ^{m1-y1}	45.0	29.6 ^{t2}	42.3 ^{i2-m2}	35.9	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	43.8
	S.L.M046	46.6 ^{r1-f2}	47.0 ^{r1-b2}	46.8	42.8 ^{d2-m2}	44.5 ^{w1-k2}	43.7	36.8 ^{q2p2}	41.0 ^{k2-o2}	38.9	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	43.1
	Opera	51.8 ^{x-m1}	47.9 ^{m1-y1}	49.9	44.3 ^{y1-l2}	46.7 ^{r1-d2}	45.5	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	47.7
SA0.5	Licord	57.9 ^{t-q}	64.6 ^{de}	61.3	53.5 ^{t-g1}	58.5 ^{h-p}	56.0	46.1 ^{t1-i2}	49.8 ^{e1-t1}	48.0	42.6 ^{g2-m2}	33.8 ^{q2-s2}	38.2	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	50.9
	Tassilo	51.9 ^{w-m1}	55.8 ^{o-w}	53.9	43.2 ^{a2-m2}	52.6 ^{u-k1}	47.9	37.8 ^{n2-p2}	52.0 ^{w-l1}	44.9	31.6 ^{s2t2}	44.6 ^{w1-k2}	38.1	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	46.2
	S.L.M046	49.1 ^{h1-u1}	51.3 ^{z-o1}	50.2	44.1 ^{y1-l2}	47.7 ^{n1-y1}	45.9	43.4 ^{z1-m2}	43.2 ^{b2-m2}	43.3	33.1 ^{r2s2}	41.0 ^{k2-o2}	37.1	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	44.1
	Opera	52.9 ^{t-j1}	58.6 ^{h-p}	55.8	46.9 ^{r1-c2}	52.5 ^{u-k1}	49.7	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	52.7
SA1	Licord	64.8 ^{de}	66.0 ^{cd}	65.4	55.2 ^{o-z}	60.8 ^{f-j}	58.0	51.6 ^{z-n1}	56.5 ^{k-t}	54.0	47.2 ^{q1-a2}	53.2 ^{t-h1}	50.2	43.2 ^{b2-m2}	42.7 ^{f2-m2}	42.9	54.1
	Tassilo	56.4 ^{l-u}	60.5 ^{f-k}	58.5	49.4 ^{g1-t1}	54.1 ^{q-c1}	51.8	46.4 ^{s1-h2}	51.7 ^{y-m1}	49.1	44.0 ^{y1-l2}	47.3 ^{p1-z1}	45.6	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	51.2
	S.L.M046	52.8 ^{t-j1}	54.5 ^{q-b1}	53.7	51.9 ^{x-m1}	52.1 ^{v-l1}	52.0	49.1 ^{h1-u1}	49.1 ^{il-u1}	49.1	46.8 ^{r1-c2}	47.0 ^{r1-b2}	46.9	42.3 ^{i2-m2}	42.6 ^{g2-m2}	42.4	48.8
	Opera	57.7 ^{j-r}	60.5 ^{f-k}	59.1	51.4 ^{z-o1}	53.9 ^{r-d1}	52.6	49.9 ^{d1-t1}	51.7 ^{y-n1}	50.8	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	54.2
SA1.5	Licord	74.9 ^a	70.0 ^b	72.5	63.0 ^{d-g}	66.3 ^{cd}	64.7	56.1 ^{n-v}	61.7 ^{e-i}	58.9	54.1 ^{q-c1}	56.8 ^{j-s}	55.5	50.4 ^{c1-s1}	50.5 ^{b1-r1}	50.5	60.4
	Tassilo	59.8 ^{g-n}	69.2 ^{bc}	64.5	53.8 ^{s-e1}	63.3 ^{d-g}	58.6	48.5 ^{l1-w1}	55.2 ^{o-z}	51.9	44.3 ^{x1-l2}	54.0 ^{q-d1}	49.2	39.8 ^{m2-p2}	45.0 ^{v1-j2}	42.4	53.3
	S.L.M046	60.3 ^{f-l}	61.6 ^{e-i}	60.9	54.2 ^{q-c1}	55.7 ^{o-y}	55.0	52.1 ^{w-l1}	51.1 ^{a1-q1}	51.6	48.3 ^{l1-x1}	47.5 ^{o1-y1}	47.9	42.9 ^{c2-m2}	41.5 ^{j2-n2}	42.2	51.5
	Opera	62.0 ^{e-h}	74.4 ^a	68.2	54.4 ^{q-c1}	65.8 ^{cd}	60.1	52.0 ^{w-l1}	60.2 ^{f-m}	56.1	46.3 ^{t1-h2}	51.7 ^{y-m1}	49.0	44.9 ^{w1-k2}	44.8 ^{w1-k2}	44.8	55.6
SA2	Licord	60.5 ^{f-k}	68.8 ^{bc}	64.6	54.1 ^{q-c1}	63.7 ^{d-f}	58.9	51.7 ^{y-m1}	54.7 ^{p-a1}	53.2	49.0 ^{j1-v1}	49.2 ^{h1-u1}	49.1	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	56.5
	Tassilo	46.8 ^{r1-d2}	61.3 ^{e-j}	54.0	42.5 ^{h2-m2}	54.8 ^{o-z}	48.6	37.8 ^{n2-p2}	51.2 ^{z-q1}	44.5	36.5 ^{p2r2}	49.6 ^{f1-t1}	43.0	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	47.5
	S.L.M046	56.3 ^{n-u}	53.1 ^{t-il}	54.7	46.5 ^{s1-g2}	51.2 ^{z-p1}	48.9	42.3 ^{i2-m2}	47.4 ^{q1-y1}	44.9	40.5 ^{j2-o2}	46.7 ^{r1-e2}	43.6	37.5 ^{o2p2}	42.7 ^{e2-m2}	40.1	46.4
	Opera	58.7 ^{h-o}	63.2 ^{d-g}	60.9	53.4 ^{t-g1}	55.9 ^{n-w}	54.7	50.5 ^{b1-r1}	50.5 ^{b1-r1}	50.5	45.4 ^{u1-j2}	42.5 ^{h2-m2}	43.9	0.0 ^{u2}	0.0 ^{u2}	0.0	52.5
Genel Ort.		56.2	59.9	58.1	49.8	55.1	52.4	45.7	50.6	48.2	43.5	47.5	45.5	43.0	44.2	43.6	50.5

Korkmaz (2007), kavunda yaptığı bir araştırma sonucunda, SA uygulamalarının SPAD değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, SA konsantrasyonu 0.50 mM'e çıkarılması ile SPAD değerinde artış elde edilmiştir. Fakat SA konsantrasyonu daha yüksek dozlara çıkarılması halinde SPAD değerinde bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırma sonuçlarımızda ise en uygun konsantrasyon SA1.5 uygulandığında elde edilmiştir. Daha yüksek dozlarda SPAD değerinde tekrar azalmalar meydana gelmiştir.



Şekil 4.17. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama SPAD değeri üzerine etkisi.

4.2.2 Kanopi sıcaklık depresyonu (KSD)

Araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarında SA'nin etkisi, yetiştirilen kanola çeşitlerinde, Kanopi Sıcaklık Depresyonuna (KSD) ait değerler Çizelge 4.13'de verilmiştir. Yapılan varyans analizinde KSD arasındaki farklılık; çeşit, tuz uygulaması, SA uygulaması ve interaksyonu bakımından % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuzluluk açısından en yüksek KSD ortalaması 7.8 ile EC0 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük KSD ortalaması ise 5.8 ile EC8 uygulaması olarak belirlenmiştir. Denemede kanola çeşitlerine uygulanan SA konsantrasyonlarında ise en yüksek KSD ortalaması 8.0 ile SA2 uygulamasından, en düşük KSD ortalaması ise 4.5 ile SA 0 uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 4.13).

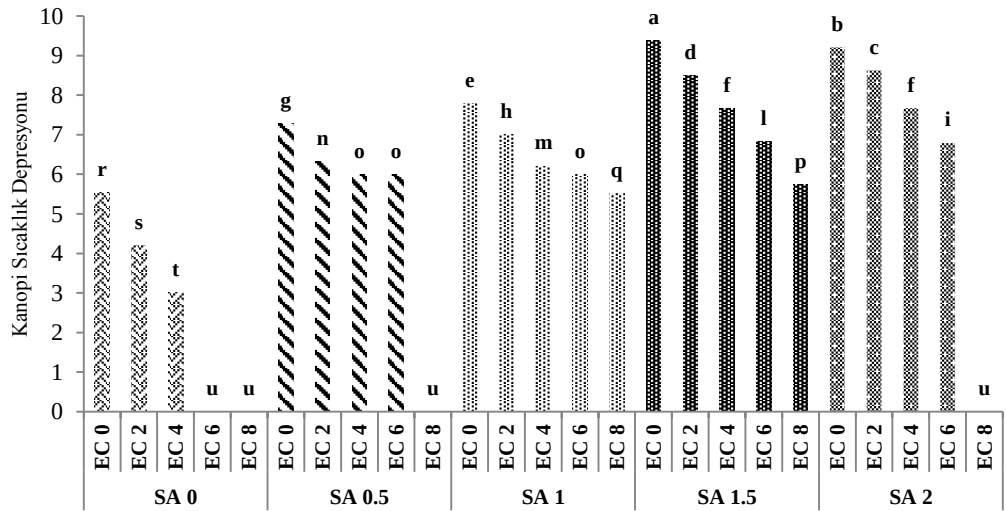
Çizelge 4.18. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında kanopi sıcaklık depresyonu (KSD) üzerine etkisi.

EC >>	Çeşit	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
		2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
<< SA	SA0	Licord	3.0 ^{bl-e1}	8.7 ^{k-n}	5.8	2.3 ^{d1-g1}	5.3 ^{u-x}	3.8	1.0 ^{h1-k1}	3.0 ^{bl-e1}	2.0	-	-	-	-	-	3.9
		Tassilo	2.0 ^{e1-h1}	9.0 ^{j-m}	5.5	1.7 ^{fl-il}	8.3 ^{l-o}	5.0	0.7 ^{il-k1}	7.7 ^{n-q}	4.2	-	-	-	-	-	4.9
		S.L.M046	5.0 ^{v-y}	7.7 ^{n-q}	6.3	3.0 ^{bl-e1}	6.7 ^{q-t}	4.8	2.0 ^{e1-h1}	6.3 ^{r-u}	4.2	-	-	-	-	-	5.1
		Opera	1.7 ^{fl-il}	7.7 ^{n-q}	4.5	0.7 ^{il-k1}	5.7 ^{t-w}	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9
	SA0.5	Licord	4.3 ^{x-a1}	9.0 ^{j-m}	6.7	3.7 ^{z-c1}	6.3 ^{r-u}	5.0	2.3 ^{d1-g1}	5.0 ^{v-y}	3.7	0.3 ^{jl-k1}	4.0 ^{y-b1}	2.7	-	-	4.5
		Tassilo	3.7 ^{z-c1}	12.3 ^{bc}	7.8	2.7 ^{c1-fl}	11.7 ^{b-e}	7.2	1.3 ^{gl-j1}	10.3 ^{f-i}	5.8	3.3 ^{a1-d1}	9.3 ^{i-l}	4.8	-	-	6.4
		S.L.M046	7.0 ^{p-s}	10.3 ^{f-i}	8.7	6.0 ^{s-v}	10.0 ^{g-j}	8.0	4.3 ^{x-a1}	9.3 ^{i-l}	6.8	-	8.7 ^{k-n}	6.0	-	-	7.4
		Opera	3.7 ^{z-c1}	8.3 ^{l-o}	6.0	3.0 ^{bl-e1}	7.3 ^{o-r}	5.2	1.3 ^{gl-j1}	-	-	-	-	-	-	-	5.6
	SA1	Licord	5.7 ^{t-w}	9.3 ^{i-l}	7.5	5.0 ^{v-y}	7.3 ^{o-r}	6.2	4.3 ^{x-a1}	6.0 ^{s-v}	5.2	2.3 ^{d1-g1}	4.0 ^{y-b1}	3.2	0.1 ^{k1}	2.3 ^{d1-g1}	1.7
		Tassilo	4.3 ^{x-a1}	12.0 ^{b-d}	8.2	3.3 ^{a1-d1}	12.3 ^{bc}	7.8	3.0 ^{bl-e1}	11.3 ^{c-f}	7.0	1.3 ^{gl-j1}	10.3 ^{f-i}	5.8	-	-	7.2
		S.L.M046	8.0 ^{m-p}	10.7 ^{e-h}	9.3	7.0 ^{p-s}	10.7 ^{e-h}	8.8	7.0 ^{p-s}	9.3 ^{i-l}	8.2	6.0 ^{s-v}	10.0 ^{g-j}	8.0	6.0 ^{s-v}	8.7 ^{k-n}	7.3
		Opera	3.3 ^{a1-d1}	9.0 ^{j-m}	6.2	3.0 ^{gb1-e1}	7.3 ^{o-r}	5.2	2.3 ^{d1-g1}	6.7 ^{q-t}	4.5	-	-	-	-	-	5.3
	SA1.5	Licord	8.0 ^{m-p}	10.0 ^{g-j}	9.0	6.7 ^{q-t}	8.7 ^{k-n}	7.7	5.0 ^{v-y}	7.3 ^{o-r}	6.2	5.0 ^{v-y}	6.7 ^{q-t}	5.8	3.3 ^{a1-d1}	4.3 ^{x-a1}	3.8
		Tassilo	5.3 ^{u-x}	12.7 ^b	9.0	4.7 ^{w-z}	12.3 ^{bc}	8.3	4.0 ^{y-b1}	12.0 ^{b-d}	8.0	2.7 ^{c1-fl}	10.7 ^{e-h}	6.7	1.3 ^{gl-j1}	9.3 ^{i-l}	5.3
		S.L.M046	10.0 ^{g-j}	12.9 ^a	11.3	9.3 ^{i-l}	11.7 ^{b-e}	10.5	8.3 ^{l-o}	11.0 ^{d-g}	9.7	8.0 ^{m-p}	10.7 ^{e-h}	9.3	7.0 ^{p-s}	10.0 ^{g-j}	8.5
		Opera	6.0 ^{s-v}	10.3 ^{f-i}	8.2	5.3 ^{u-x}	9.7 ^{h-k}	7.5	5.0 ^{v-y}	9.0 ^{j-m}	6.8	4.0 ^{y-b1}	7.0 ^{p-s}	5.5	3.3 ^{a1-d1}	7.3 ^{o-r}	5.3
	SA2	Licord	5.7 ^{t-w}	10.3 ^{f-i}	8.0	5.3 ^{u-x}	8.3 ^{l-o}	6.8	3.7 ^{z-c1}	7.3 ^{o-r}	5.5	2.7 ^{c1-fl}	6.7 ^{q-t}	4.7	-	-	6.3
		Tassilo	6.3 ^{r-u}	12.0 ^{b-d}	9.2	6.0 ^{s-v}	11.3 ^{c-f}	8.7	4.0 ^{y-b1}	11.0 ^{d-g}	7.5	3.3 ^{a1-d1}	9.3 ^{i-l}	6.3	-	-	7.9
		S.L.M046	9.0 ^{j-m}	12.7 ^b	10.8	8.0 ^{m-p}	12.7 ^b	10.3	7.7 ^{n-q}	12.7 ^b	10.2	7.3 ^{o-r}	12.3 ^{bc}	9.8	6.3 ^{r-u}	11.7 ^{b-e}	9.0
		Opera	5.7 ^{t-w}	12.0 ^{b-d}	8.8	5.3 ^{u-x}	12.0 ^{b-d}	8.7	4.3 ^{x-a1}	10.7 ^{e-h}	7.5	3.3 ^{a1-d1}	9.3 ^{i-l}	6.3	-	-	7.8
	Genel Ort.		5.3	10.3	7.8	4.6	9.3	6.9	3.8	8.7	6.3	3.8	8.9	6.1	3.9	7.7	5.8

Yapılan denemede hava sıcaklığı 24°C olarak belirlenmiştir çizelge de(-) işaretlenen verilerinde bitki çıkışı yoktur.

Çeşitlerde ise en yüksek KSD ortalaması 12.6 ile “Opera” çeşidi, en düşük KSD ortalaması ise 8.3 ile “Licord” çeşidi olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Dörtlü interaksiyonu incelendiğinde çıkışını tamamlamış bitkilerde artan EC miktarı ile kanopi sıcaklık depresyonlarında farklı tepkiler göstermiştir. Artan tuz konsantrasyonlarına bakacak olursak; en yüksek KSD 12.9 ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından 2014 yılında elde edilerek, en düşük ise 0.1 ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.18).

EC ve SA’ın etkisini incelediğimizde tuz stresinin artışı KSD’de azalmalara neden olmuştu, Bunun yanında SA uygulaması arttıkça bitkilerde KSD kontrollere göre daha yüksek KSD sağlanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama kanopi sıcaklık depresyonu üzerine etki

Birçok biyofiziksel ve fiziksel parametreler değişik sıcaklık streslerini araştırmak için yaygın kullanılmaktadır (Kumari et al., 2007). Bunların arasında KSD’da yer almaktadır. Kanopi sıcaklık depresyonu (KSD), çevre sıcaklığı ve yaprak sıcaklığındaki farklılıktan ortaya çıkan bir değerdir. KSD buğdayda ve çeltikte yapılan değişik sıcaklık çalışmalarında sık sık kullanılmıştır. Reynolds ve ark. (2001), KSD değerini tarla koşullarında bitkilerin sıcaklık stresini belirlemek için iyi bir parametre olduğunu ifade etmişlerdir. KSD, bitkinin strese karşı bir tepkisi olarak ifade edilmektedir ve çevre sıcaklığına karşı bitki ne kadar az ısınıyorsa, sıcaklığa, kuraklığa ve tuzluluğa karşı o kadar dayanıklı demektir

(Reynolds et al., 2001). KSD, bitkilerin, yaprak sıcaklığı ve buna bağlı olarak stoma iletkenliğinin dolaylı olarak tespitinde yaygın olarak kullanılan önemli bir parametredir (Abdipur et al., 2013).

Stres etkisinde kalan bitkiler kontrollere göre daha düşük KSD değerine sahipler. Yani bitkiler strese maruz kaldıkları zaman yapraklarındaki sıcaklık kontrol bitkilere göre daha yüksek demektir. SA'ın sıcaklık stresinde de rolü olduğuna dair çalışmalar yapılmıştır (Wang et al., 2010). Diğer bir çalışmada ise patates bitkisine eksojen SA uyguladıklarında, SA uygulanan patatesler kontrol bitkilere göre daha dayanıklı olduklarını ifade etmişler (Lopez et al., 1998). Mevcut çalışmada KSD değerinde uygulamalar arasında fark olduğu ve EC artışı ile KSD azalmış ve SA uygulamasında ise yapraklardaki sıcaklıkların düşüşüne yardımcı olmuş ve bitkileri stresten korumaya çalışmıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların ortaya koydukları bulgular ile uyumludur.

4.2.3 Prolin içeriği

Mevcut araştırmada kanola çeşitlerinin prolin içerikleri, EC ve SA uygulamasında incelenmiş ve tüm interaksyonlar istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Prolin içerikleri Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

Tuzluluğun artışı ile prolin içeriğinde de bir artış söz konusu olmuştur. Bu artış 4.1–23.5 $\mu\text{mol/g}$ arasında değişmektedir. En yüksek prolin miktarı (23.5 $\mu\text{mol/g}$) EC8 uygulamasında, en düşük ise (4.1 $\mu\text{mol/g}$) EC0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

SA uygulamaları açısından ise en yüksek Prolin miktarı (16.8 $\mu\text{mol/g}$) SA1 uygulamasında, en düşük ise (10.9 $\mu\text{mol/g}$) SA1.5 uygulamasından sağlanmıştır. Çeşitler bazından incelediğimizde prolin içerikleri 10.5–19.7 $\mu\text{mol/g}$ arasında değişmektedir. En yüksek prolin miktarı (19.7 $\mu\text{mol/g}$) SLM046 çeşidinde, en düşük ise (10.5 $\mu\text{mol/g}$) Tassilo çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

Dörtlü interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek prolin içeriği 37.2 $\mu\text{mol/g}$ ile “Licord” çeşidinde, SA0.5–EC6 uygulamasından 2014 yılında, en düşük ise 1.4 $\mu\text{mol/g}$ ile “Tassilo” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından 2013 yılında elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Prolin içeriği ($\mu\text{mol/g}$), yaprak oransal su içeriği; (% YOSİ), hücre zararlanması, stoma yoğunluğu (mm^2) ve stoma eni (μm) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.

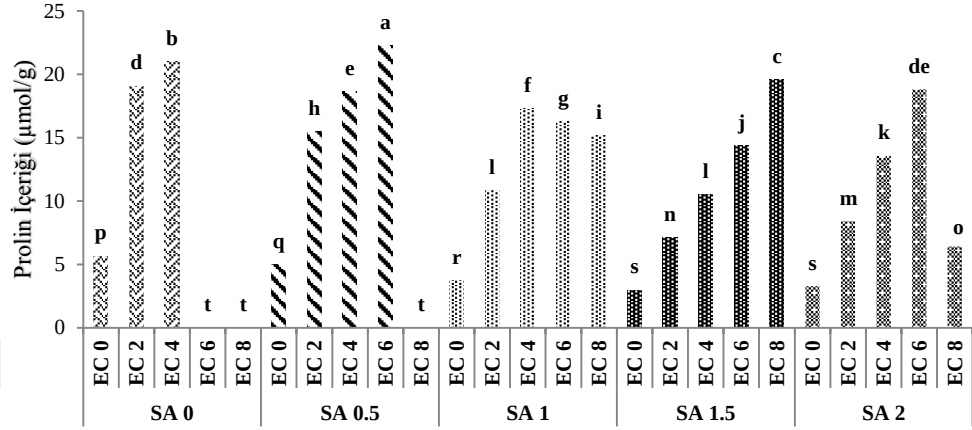
Varyasyon kaynakları	S.D	Prolin İçeriği	YOSİ	Hücre Zararlanması	Stoma Yoğunluğu	Stoma Eni
Yıl	1	371.78**	1048.08**	3701.16**	842.54*	6.805**
Hata 1	4	0.3563	5.2188	148.32	41.538	0.100
SA	4	260.52**	27570.61**	4559.54**	36817.1**	173.20**
EC	4	2843.54**	74940.04**	19974.10**	144900.2**	558.33**
Çeşit	3	2901.85**	9111.30**	6254.56**	42625.7**	292.73**
Yıl×SA	4	44.707**	10.416 ^{ns}	776.25**	7.898 ^{ns}	0.065 ^{ns}
Yıl×EC	4	28.508**	31.936**	322.74*	20.385 ^{ns}	0.231*
Yıl×Çeşit	3	90.699**	33.319**	599.73**	3.735 ^{ns}	0.075 ^{ns}
SA×EC	16	1108.67**	7204.81**	10970.90**	2440.21**	31.113**
SA×Çeşit	12	337.96**	1792.02**	1591.93**	2420.82**	9.798**
EC×Çeşit	12	316.12**	2914.29**	3708.66**	2285.96**	12.295**
Yıl×SA×EC	16	18.490**	17.152**	245.33**	2.919 ^{ns}	0.022 ^{ns}
Yıl×SA×Çeşit	12	23.906**	7.572 ^{ns}	310.27**	0.698 ^{ns}	0.016 ^{ns}
Yıl×EC×Çeşit	12	10.287**	7.792 ^{ns}	654.59**	1.035 ^{ns}	0.011 ^{ns}
SA×EC×Çeşit	48	228.15**	1760.17**	2123.81**	1095.6**	9.834**
Yıl×SA×EC×Çeşit	48	11.675**	4.198 ^{ns}	118.99 ^{ns}	0.669 ^{ns}	0.011 ^{ns}
Hata 2	396	0.326	4.453	96.04	14.64	0.06
CV (%)		5.18	3.22	14.2	5.70	4.85
Yıl						
2013		10.2 ^b	64.2 ^b	36.4 ^b	66.0 ^b	5.1 ^b
2014		11.8 ^a	66.9 ^a	41.4 ^a	68.4 ^a	5.3 ^a
Salisilik Asit						
SA0.0		9.2 ^e	81.2 ^d	66.4 ^a	42.1 ^e	3.5 ^e
SA0.5		12.2 ^d	82.5 ^c	62.1 ^b	57.7 ^d	4.4 ^d
SA1.0		18.0 ^c	83.2 ^b	56.9 ^c	70.4 ^c	5.5 ^c
SA1.5		20.5 ^b	84.5 ^a	50.8 ^d	84.7 ^a	6.5 ^a
SA2.0		23.5 ^a	83.6 ^b	50.0 ^e	81.0 ^b	5.9 ^b
EC						
EC0		4.1 ^e	87.4 ^a	36.7 ^e	107.5 ^a	7.4 ^a
EC2		12.2 ^c	84.4 ^b	50.6 ^d	90.2 ^b	6.7 ^b
EC4		16.2 ^a	81.6 ^c	64.2 ^c	70.9 ^c	5.6 ^c
EC6		14.4 ^b	79.4 ^d	71.3 ^b	48.2 ^d	4.1 ^d
EC8		8.2 ^d	76.6 ^e	78.0 ^a	19.2 ^e	2.0 ^e
Çeşit						
Licord		13.5 ^b	82.1 ^b	56.8 ^c	56.3 ^c	4.9 ^b
Tassilo		10.5 ^d	82.2 ^b	52.5 ^d	70.5 ^b	4.9 ^b
S.L.M046		19.7 ^a	82.3 ^b	60.5 ^a	89.6 ^a	7.1 ^a
Opera		12.0 ^c	85.2 ^a	59.2 ^b	52.3 ^d	3.8 ^c

(**) 0.01 seviyesinde önemli, (*) 0.05 seviyesinde önemli ve (^{ns}) önemsiz

Çizelge 4.20. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında prolin içeriği (µmol/g) üzerine etkisi.

<< SA	EC >>	EC0			EC2			EC4			EC6			EC8			Genel Ort.
	Çeşit	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	2013	2014	Ort.	
SA0	Licord	6.43 ^{w1-b2}	7.30 ^{u1-y1}	6.9	10.77 ^{o1p1}	18.27 ^{c1d1}	14.5	24.07 ^{n-q}	31.40 ^{de}	27.7	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	16.4
	Tassilo	3.83 ^{d2-g2}	3.37 ^{e2-i2}	3.6	9.70 ^{q1}	17.07 ^{e1f1}	13.4	17.17 ^{e1f1}	32.67 ^{cd}	24.9	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	14.0
	S.L.M046	8.20 ^{s1-u1}	8.17 ^{s1-u1}	8.2	24.20 ^{m-q}	23.53 ^{o-r}	23.9	30.60 ^{e-h}	32.23 ^{cd}	31.4	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	21.2
	Opera	3.50 ^{d2-h2}	4.43 ^{c2d2}	4.0	22.53 ^{rs}	26.50 ^j	24.5	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	14.2
SA0.5	Licord	5.57 ^{a2b2}	6.67 ^{w1-a2}	6.1	7.27 ^{u1-y1}	12.27 ^{m1n1}	9.8	19.33 ^{z-c1}	28.90 ⁱ	24.1	24.87 ^{l-n}	37.23 ^a	31.1	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	17.8
	Tassilo	3.23 ^{f2-i2}	2.90 ^{g2-k2}	3.1	13.27 ^{k1l1}	12.23 ^{m1n1}	12.8	19.87 ^{w-b1}	24.43 ^{m-p}	22.2	24.53 ^{m-o}	29.63 ^{hi}	27.1	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	16.3
	S.L.M046	7.03 ^{v1-z1}	7.07 ^{v1-z1}	7.1	19.27 ^{z-c1}	21.93 st	20.6	26.47 ^j	29.83 ^{g-i}	28.2	30.87 ^{ef}	31.13 ^{ef}	31.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	21.7
	Opera	3.27 ^{e2-i2}	4.13 ^{d2-f2}	3.7	16.37 ^{fi1}	21.33 ^{tu}	18.9	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	11.3
SA1	Licord	2.30 ^{i2-o2}	4.33 ^{d2e2}	3.3	5.70 ^{a2b2}	6.27 ^{y1-b2}	6.0	16.80 ^{fi1}	19.20 ^{z-c1}	18.0	19.50 ^{y-b1}	30.27 ^{f-h}	24.9	22.97 ^r	32.27 ^{cd}	27.6	16.0
	Tassilo	1.50 ^{n2-p2}	2.77 ^{g2-l2}	2.1	3.17 ^{f2-j2}	8.20 ^{s1-u1}	5.7	6.07 ^{z1-b2}	11.27 ^{n1o1}	8.7	11.73 ^{m1-o1}	18.27 ^{c1d1}	15.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	7.9
	S.L.M046	6.60 ^{w1-a2}	7.03 ^{v1-z1}	6.8	19.30 ^{z-c1}	20.50 ^{u-y}	19.9	23.30 ^{qr}	23.43 ^{p-r}	23.4	25.10 ^{h-n}	25.57 ^{j-l}	25.3	30.67 ^{e-g}	35.23 ^b	33.0	21.7
	Opera	2.83 ^{g2-k2}	2.67 ^{h2-m2}	2.8	12.07 ^{m1n1}	11.53 ^{m1-o1}	11.8	17.13 ^{e1f1}	21.43 ^{tu}	19.3	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	11.3
SA1.5	Licord	2.07 ^{j2-p2}	1.57 ^{m2-p2}	1.8	4.20 ^{d2-f2}	2.97 ^{g2-k2}	3.6	10.20 ^{p1q1}	8.47 ^{r1-t1}	9.3	15.77 ^{g1h1}	12.07 ^{m1n1}	13.9	19.67 ^{x-b1}	20.00 ^{w-a1}	19.8	9.7
	Tassilo	1.37 ^{p2}	1.77 ^{l2-p2}	1.6	2.63 ^{h2-m2}	4.20 ^{d2-f2}	3.4	4.33 ^{d2e2}	7.40 ^{f1-x1}	5.9	6.37 ^{y1-b2}	14.63 ^{ij1}	10.5	9.70 ^{q1}	18.90 ^{b1-d1}	14.3	7.1
	S.L.M046	6.43 ^{w1-b2}	6.20 ^{y1-b2}	6.3	15.30 ^{h1i1}	11.60 ^{m1-o1}	13.5	18.97 ^{a1-d1}	14.60 ^{ij1}	16.8	20.23 ^{v-z}	18.30 ^{c1d1}	19.3	24.33 ^{m-q}	21.40 ^{tu}	22.9	15.7
	Opera	2.50 ^{h2-o2}	1.87 ^{k2-p2}	2.2	8.30 ^{s1-u1}	7.87 ^{s1-v1}	8.1	10.73 ^{o1p1}	9.63 ^{q1}	10.2	15.33 ^{h1i1}	12.47 ^{lm1}	13.9	21.20 ^{t-v}	21.40 ^{tu}	21.3	11.1
SA2	Licord	1.43 ^{o2p2}	2.77 ^{g2-l2}	2.1	2.57 ^{h2-n2}	6.33 ^{y1-b2}	4.5	5.33 ^{b2c2}	11.23 ^{n1o1}	8.3	13.97 ^{jk1}	17.93 ^{d1e1}	16.0	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	7.7
	Tassilo	2.30 ^{j2-o2}	1.90 ^{k2-p2}	2.1	6.37 ^{y1-b2}	3.50 ^{d2-i2}	4.9	8.07 ^{s1-v1}	8.60 ^{r1s1}	8.3	14.03 ^{jk1}	14.27 ^{j1}	14.2	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	7.4
	S.L.M046	6.30 ^{y1-b2}	7.00 ^{v1-z1}	6.7	14.90 ^{h1-j1}	16.63 ^{fi1}	15.8	20.67 ^{u-x}	21.57 ^{tu}	21.1	23.33 ^{qr}	22.80 ^{rs}	23.1	26.10 ^{jk1}	25.20 ^{k-m}	25.7	18.5
	Opera	2.70 ^{h2-l2}	1.73 ^{l2-p2}	2.2	9.30 ^{q1r1}	7.53 ^{s1-w1}	8.4	16.67 ^{fi1}	16.30 ^{fi1}	16.5	20.83 ^{u-w}	23.40 ^{p-r}	22.1	0.00 ^{q2}	0.00 ^{q2}	0.0	12.3
Genel Ort.		4.0	4.3	4.1	11.4	13.0	12.2	16.4	19.6	18.0	19.0	22.0	20.5	22.1	24.9	23.5	15.7

Tuz stresi altında SA'ın etkisini incelediğimizde tuzluluğun artışı ile prolin içeriğinde de artışa neden olmuştur. Bunun yanında SA konsantrasyonu arttıkça bitkilerde prolin miktarında kontrollere göre bir azalma söz konusu olmuştur. Yani SA tuz stresinin hafifletme etkisini göstermiştir. Ayrıca SA 1.5 uygulamasından bariz bir şekilde prolin miktarında azalış görülmüştür (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama Prolin içeriği üzerine etkisi.

Bian ve ark. (1988) 'na göre prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşmekte dolayısıyla bitkilerde streslere karşı bir dayanıklılık sağlamaktadır. Prolin, abiyotik streslerin olumsuz etkilerine karşı tolerans sağlar, ozmotik düzenleyici olarak da görev yapmaktadır (Ma and Turner, 2006). Domateste yapılan bir tuzluluk çalışmasında, tuz uygulamasının artışı ile prolin miktarında da artış söz konusu olmuştur (Tıprıdamaz ve Karakullukçu, 1993).

Tuz stresine karşı prolin birikiminin belirlenmesine yönelik yürütülen bir çalışmada da tuza dayanıklı ve hassas çeşitler kullanılmış, iki çeşitte de prolin birikimi gerçekleşirken, dayanıklı çeşitte prolin birikimi daha yüksek bulunmuştur (Misra and Gupta, 2005). Turan ve ark (2009), mısır bitkisi ile yürüttükleri tuzluluk çalışmasında bitkiler prolin içerikleri bakımından da değerlendirilmiş, tuz uygulaması mısır bitkilerinde prolin konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Ashraf ve McNeilly (2004), kanola bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuzluluğun artması sonucunda prolin birikiminin bir dayanıklılık mekanizması olduğunu vurgulamışlar. Diğer yandan Rameeh vd. (2004) tuzluluk stresinde biriken prolinin bir dayanıklılık mekanizmadan ziyade stres bir tepki olduğu ifade etmektedir.

Shakirova vd. (2003) 0.05 mM SA ile muamele edilen buğdayda, SA uygulamalarının tuz stresi altında yetiştirilen buğday fidelerinde ABA ve IAA miktarlarında bir artış sebep olduğunu ve bunun buğdayda tuz stresine karşı tolerans sağladığını belirtmişlerdir. Tuz stresine karşı artan toleransın bir diğer nedeni prolin miktarındaki artışlar olarak gösterilmiştir. El-Tayeb (2005), tohumla yapılan 1.0 mM SA uygulamalarının fide döneminde tuz stresine (150 mM NaCl) maruz bırakılan arpa fideleri üzerine etkilerini incelemiş ve SA ile muamele edilen bitkilerin daha fazla fide yaş ağırlığına, klorofil içeriğine, şeker ve prolin içeriğine sahip olduklarını bildirmiştir.

Mevcut çalışmada tuz konsantrasyonunun artışı ile prolin miktarında bir artış belirlenmiştir. Ayrıca SA ile muamele edilen bitkilerde prolin miktarı kontrol bitkilerine kıyasla daha düşük bulunmuştur.

4.2.4 Yaprak oransal su içeriği (YOSİ)

Tuz ve SA uygulaması altında yetiştirilen kanola bitkilerinin yapraklarında oransal su içeriği belirlenmiş. Analiz sonuçlarına göre $Yıl \times SA$, $Yıl \times SA \times \text{Çeşit}$, $Yıl \times EC \times \text{Çeşit}$ ve dörtlü interaksyonu önemsiz ve diğer interaksyonlar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Tuz uygulamasının açısından yaprak oransal su içeriği en fazla değer (% 87.4) EC0 uygulamasında, en az ise (% 76.6) EC8 uygulamasından elde edilmiştir. Yani tuz uygulaması bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmuştur (Çizelge 4.19).

SA uygulaması bakımından ise en yüksek YOSİ (% 84.5) SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (% 81.2) SA0 uygulamasında bulunmuştur. Yani SA uygulaması sonucunda bitki kendini strese karşı tolere etmeye başlamıştır. Tuzluluk ve SA uygulaması altında yaprak oransal su içeriği en çok (% 85.2) Opera çeşidinden, diğer çeşitler arasında bir fark elde edilmemiştir (Çizelge 4.19). Yani Opera çeşidi % 85.2 yaprak oransal su içeriğini korumuş ve strese karşı diğer çeşitlere göre daha dayanıklı olduğunu göstermiştir.

$SA \times EC \times \text{Çeşit}$ interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek YOSİ içeriği % 92.2 ile “Opera” çeşidinde SA1.5–EC0 uygulamasında, en düşük ise % 74.3 ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından elde edilmiştir

(Çizelge 4.21). Tuz stresi altında SA'nın etkisini incelediğimizde tuzluluğun artışı ile YOSİ içeriğinde de azalmalara neden olmuştur. Bunun yanında SA konsantrasyonu arttıkça bitkilerde YOSİ miktarında kontrollere göre bir artış söz konusu olmuştur. Yani SA tuz stresinin hafifletme etkisini göstermiştir (Şekil 4.20).

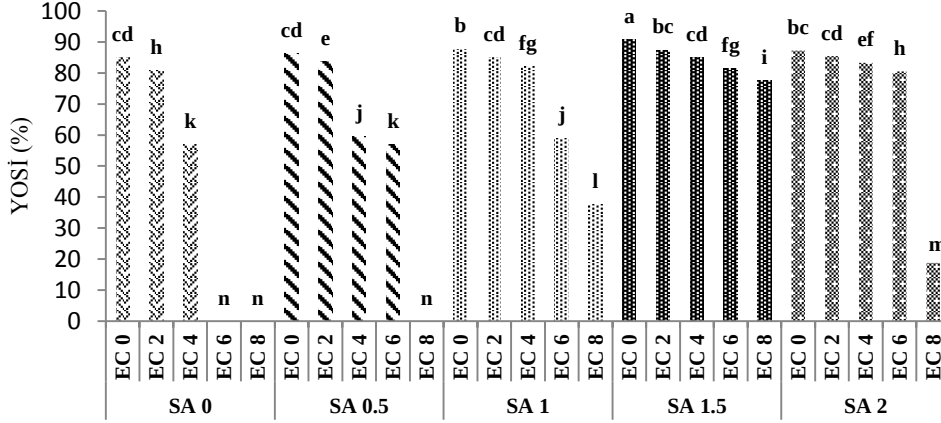
Çizelge 4.21. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında YOSİ (%) üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	83.5 ^{n-s}	81.1 ^{t-y}	75.6 ^{fl-h1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	80.0
	Tassilo	85.1 ^{h-n}	80.5 ^{u-z}	75.3 ^{fl-h1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	80.3
	S.L.M046	84.9 ^{h-n}	81.5 ^{r-x}	77.3 ^{bl-gl}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	81.2
	Opera	86.5 ^{f-j}	79.7 ^{w-al}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	83.1
SA0.5	Licord	85.0 ^{h-n}	82.9 ^{n-t}	79.9 ^{v-a1}	76.5 ^{dl-h1}	0.0 ^{il}	81.1
	Tassilo	86.1 ^{g-l}	82.1 ^{p-v}	78.5 ^{z-d1}	75.4 ^{fl-h1}	0.0 ^{il}	80.6
	S.L.M046	86.0 ^{g-m}	84.5 ^{i-o}	80.3 ^{u-a1}	76.2 ^{el-h1}	0.0 ^{il}	81.7
	Opera	88.0 ^{c-g}	84.8 ^{h-o}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	86.4
SA1	Licord	87.4 ^{e-g}	83.8 ^{m-q}	81.9 ^{p-w}	78.2 ^{a1-e1}	74.3 ^{h1}	81.1
	Tassilo	87.4 ^{e-g}	83.9 ^{l-q}	81.1 ^{t-y}	78.6 ^{z-d1}	0.0 ^{il}	82.7
	S.L.M046	86.2 ^{g-k}	84.7 ^{i-o}	81.8 ^{q-w}	79.4 ^{x-bl}	76.0 ^{e1-h1}	81.6
	Opera	89.8 ^{b-d}	87.6 ^{d-g}	84.0 ^{k-q}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	87.1
SA1.5	Licord	90.1 ^{a-c}	86.4 ^{g-j}	84.5 ^{i-o}	80.3 ^{u-a1}	76.9 ^{c1-gl}	83.6
	Tassilo	91.6 ^{ab}	87.4 ^{e-g}	84.5 ^{j-o}	80.3 ^{u-a1}	77.3 ^{b1-gl}	84.2
	S.L.M046	89.7 ^{b-d}	87.0 ^{e-h}	84.8 ^{h-o}	81.3 ^{r-x}	79.0 ^{v-c1}	84.4
	Opera	92.2 ^a	88.8 ^{c-f}	86.6 ^{f-j}	83.2 ^{n-t}	77.3 ^{bl-fl}	85.6
SA2	Licord	85.8 ^{g-m}	87.0 ^{e-h}	85.0 ^{h-n}	81.2 ^{s-y}	0.0 ^{il}	84.8
	Tassilo	86.0 ^{g-m}	83.5 ^{n-r}	81.6 ^{r-x}	82.2 ^{p-u}	0.0 ^{il}	83.3
	S.L.M046	87.7 ^{d-g}	84.5 ^{j-o}	84.1 ^{k-p}	81.3 ^{r-x}	75.1 ^{g1h1}	82.5
	Opera	89.0 ^{c-e}	86.7 ^{f-i}	82.6 ^{o-u}	77.1 ^{bl-gl}	0.0 ^{il}	83.9
Ort.		87.4	84.4	81.6	79.4	76.6	83.0

Bu çalışma sonucunda tuz stresi bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmaktadır. Özellikle Na iyon toksisitesi ile bitkiye su girişi arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Karipçin (2009), yaptığı tuzluluk çalışmasında stresin artması ile yaprak su potansiyelinde azalma olduğunu saptamıştır. Bu çalışma sonuçları bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Toprakta bulunan tuz miktarındaki artış ile suyun osmotik potansiyeli azalmakta, dolayısıyla bitki fizyolojik kuraklık stresine maruz kalmakta (Levitt, 1980) ve tuzluluğun ortaya çıkan ilk belirtisi su eksiliği olmaktadır (Munns and Termaat, 1986). Birçok araştırmacıya göre yüksek tuz konsantrasyonlarının su eksikliği nedeniyle bitki büyümesini engellemesi, bunun devamında besin

maddelerinin taşınım sırasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir (Sonneveld, 1988). Azari vd. (2012), kanola bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, tuzluluğun artması sonucunda yaprak oransal su içeriğinde bir azalma meydana geldiğini ifade etmişler.



Şekil 4.20. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama YOSİ (%) üzerine etkisi.

Salisilik asit (SA), bitkilerde birçok metabolik ve fizyolojik cevabı oluşturan ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen içsel bir bitki büyüme düzenleyicisidir (Hayat et al., 2010). Hussein vd. (2007) yaptıkları araştırma sonuçlarında eksojen SA kullandıklarında bitkilerin tuz stresine karşı bir toleransa sebep olduğunu belirtmişlerdir. SA stres koşulları altında büyüme, gelişme ve savunma cevaplarında önemli bir rol oynayan bitki sinyal molekülüdür (Cameron 2000). SA uygulaması tuz stresinin etkisini azaltmasından dolayı yaprak oransal su içeriğinde de bir regülatör olarak rol almaktadır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların ortaya koydukları bulgular ile uyumludur.

4.2.5 Hücre zararlanması

Tuz stresi altında, SA ile muamele edilen 4 kanola çeşidine ait hücre zararlanma verileri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, dörtlü interaksyonu hariç, diğer interaksyonlar önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonu açısından en yüksek hücre zararlanma değeri % 78.0 ile EC8 uygulamasında, en düşük değer ise % 36.7 ile EC0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19). SA konsantrasyonlarına baktığımızda en yüksek hücre zararlanma değeri % 66.4 ile SA0 uygulamasında, en düşük ise % 50.0 ile SA2 uygulamasında bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılıkları incelediğimizde ise en çok zararlanma % 60.5 ile

SLM046 çeşidinde, en az zararlanma ise % 52.5 ile Tassilo çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

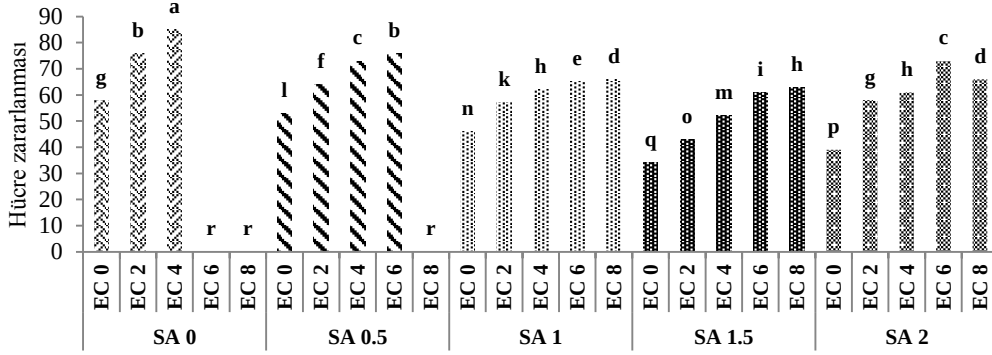
Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek hücre zararlanması % 97.3 ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasında, en düşük ise % 22.8 ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında hücre zararlanması üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	38.4 ^{e1-m1}	55.8 ^{t-b1}	90.8 ^{a-c}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	61.7
	Tassilo	45.9 ^{b1-i1}	61.3 ^{n-w}	76.7 ^{d-k}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	68.0
	S.L.M046	48.2 ^{y-g1}	64.4 ^{l-v}	82.6 ^{c-g}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	65.1
	Opera	60.5 ^{o-w}	81.4 ^{c-h}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	71.0
SA0.5	Licord	33.4 ^{k1-q1}	48.6 ^{x-f1}	72.0 ^{f-n}	94.5 ^{ab}	0.0 ^{r1}	62.1
	Tassilo	40.3 ^{d1-m1}	47.2 ^{z-h1}	60.3 ^{p-w}	75.3 ^{d-l}	0.0 ^{r1}	55.8
	S.L.M046	46.1 ^{a1-i1}	55.6 ^{t-b1}	78.0 ^{d-j}	84.5 ^{b-e}	0.0 ^{r1}	66.1
	Opera	50.8 ^{w-d1}	62.9 ^{n-v}	79.8 ^{c-l}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	64.5
SA1	Licord	30.4 ^{m1-q1}	42.2 ^{d1-l1}	60.8 ^{o-w}	83.0 ^{c-f}	97.3 ^a	62.8
	Tassilo	32.2 ^{k1-q1}	40.7 ^{d1-m1}	55.2 ^{u-b1}	68.6 ^{j-r}	0.0 ^{r1}	49.2
	S.L.M046	37.7 ^{f1-n1}	54.4 ^{v-b1}	67.7 ^{j-s}	72.4 ^{f-n}	86.2 ^{a-d}	63.7
	Opera	43.2 ^{c1-k1}	50.3 ^{w-d1}	62.2 ^{n-v}	0.0 ^{r1}	0.0 ^{r1}	51.9
SA1.5	Licord	27.1 ^{n1-q1}	34.7 ^{j1-p1}	58.0 ^{r-z}	63.9 ^{m-v}	74.2 ^{e-m}	51.6
	Tassilo	26.4 ^{o1-q1}	36.9 ^{h1-o1}	35.7 ^{il-p1}	58.7 ^{r-y}	71.1 ^{h-p}	45.8
	S.L.M046	22.8 ^{q1}	45.9 ^{b1-i1}	62.1 ^{n-v}	65.7 ^{k-u}	74.3 ^{e-m}	54.2
	Opera	35.6 ^{l1-p1}	39.7 ^{d1-m1}	54.2 ^{v-c1}	60.3 ^{p-w}	67.6 ^{j-s}	51.5
SA2	Licord	26.2 ^{o1-q1}	37.2 ^{g1-o1}	49.0 ^{x-e1}	71.6 ^{g-o}	0.0 ^{r1}	46.0
	Tassilo	24.9 ^{p1-q1}	45.8 ^{b1-j1}	37.9 ^{e1-n1}	66.6 ^{k-t}	0.0 ^{r1}	43.8
	S.L.M046	31.2 ^{l1-q1}	43.1 ^{c1-k1}	57.2 ^{s-a1}	62.4 ^{n-v}	74.3 ^{e-m}	53.6
	Opera	32.3 ^{k1-q1}	64.7 ^{l-v}	59.7 ^{q-x}	70.1 ^{i-q}	0.0 ^{r1}	56.7
Ort.		36.7	50.6	64.2	71.3	78.0	60.2

Tuz stresi altında SA ile muamele edilen kanola çeşitlerinde, tuzluluk arttıkça hücrelerde de zararlanmaların şiddeti artmıştır. Ancak SA uygulamalarında hücre zarar oranlarının kontrole göre düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca SA 1.5 uygulandığında kontrollere göre düşük değerler elde edilmiştir (Şekil 4.21). Tuz stresi hücre zararlanmasına neden olan en önemli abiyotik stres türlerinden biridir. Çevresel stres koşullarında, hücre bütünlüğünün korunmasının bitkinin strese toleransının sağlanmasında büyük bir önemi olduğunu bildirmişlerdir (Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1998). Çeltikte yapılan bir çalışmada, tuz stresine hassas olan

çeşitlerde hücre zararlanması daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (Lutts et al., 1996). Farklı iki sorgum genotipinin tuz toleransının belirlendiği bir çalışmada, 100 mM NaCl içeren ortamlarda gövde ve yaprak gelişimi azalmış ve yapraklarda zararlanmalar ortaya çıkmıştır (Lacerda et al., 2003). Tuz stresi karşısında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olarak düşünülen membran zararlanma indeksi çeşitler arasında farklılıklar ortaya koymuştur. Munns vd.(2002a) membran zararlanması özellikle tuz stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir. Bir çok araştırmacı tuz stresinin artışı ile membran zararlanması nın da arttığını ifade etmişler (Zhu et al., 2008).



Şekil 4.21. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama hücre zararlanması üzerine etkisi.

Demir ve Serkan (2012) yaptığı tuzluluk çalışmasında, 200 mM NaCl uygulaması altında yetiştirilen kavun genotiplerinde, tuzluluk stresi hücrel zararlanmaya da neden olduğunu ve hücrede meydana gelen zararlanmanın belirlenmesi amacıyla oluşturulan membran zararlanma indeksi bakımından genotipler arasında farklılıklar ortaya çıktığını ifade etmiştir. Mevcut araştırma sonuçlarında tuz stresi artışı ile membranda zarar miktarı artmıştır. Bunun yanında SA uygulandığı zaman bu zararlanma hasarı aza indirilmiş, yani SA uygulaması bitkilerde tolerans arttırmaya yol açmıştır. Bu karaktere göre SLM046 çeşidi diğer çeşitlere göre daha dayanıklı olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmamızda elde edilen sonuçlar Demir ve Serkanın ortaya koydukları bulgular ile uyumludur.

4.2.6 Stomalara bağlı karakterler

Stomalar bitkinin iç dokuları ile dış ortam arasındaki ilişkiyi sağlayan mikroskobik porlar veya gözeneklerdir. Bitkilerin adaptasyon yetenekleri yapraklarında gerçekleşen transpirasyon ve fotosentez olayları ile yakından

ilişkilidir. Stomalar yaprak ile atmosfer arasındaki CO_2 O_2 ve su dengesini ayarlayarak transpirasyon ve fotosentez olaylarında görev yapmaktadırlar. Kanola bitkisinde, iki yıllık ortalama verilere göre, tuz konsantrasyonu ile SA uygulamalarının stoma yoğunluğu ve stoma eni (Çizelge 4.19), stoma boyu, stoma şekil katsayısı (SŞK), stoma alanı (S.A), potansiyel iletkenlik indeksi (PIİ) ve oransal stoma alanı (OSA) Çizelge 4.24’de verilmiştir.

4.2.6.1 Stoma yoğunluğu

Araştırmada elde edilen varyans analiz sonuçları, istatistiki anlamda % 1 seviyesinde (SA, EC, Çeşit, $\text{SA} \times \text{EC}$, $\text{SA} \times \text{Çeşit}$, $\text{EC} \times \text{Çeşit}$ ve $\text{SA} \times \text{EC} \times \text{Çeşit}$) ve % 5 seviyesinde ise Yıl önemli bulunmuştur. Diğer interaksyonlar ($\text{Yıl} \times \text{Çeşit}$, $\text{Yıl} \times \text{SA}$, $\text{Yıl} \times \text{EC}$, $\text{Yıl} \times \text{EC} \times \text{Çeşit}$, $\text{Yıl} \times \text{SA} \times \text{EC}$, $\text{Yıl} \times \text{SA} \times \text{Çeşit}$ ve $\text{Yıl} \times \text{SA} \times \text{EC} \times \text{Çeşit}$) önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19). Tuzluluk konsantrasyonu bakımından incelediğimizde en yüksek stoma yoğunluğunun 107.5 adet/mm^2 ile EC0 uygulamasında, en düşük ise 19.2 adet/mm^2 ile EC8 uygulamasında ortaya çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

SA uygulaması açısından incelendiğinde ise en yüksek stoma yoğunluğunun 84.7 adet/mm^2 ile SA1.5 uygulamasında, en düşük ise 42.1 adet/mm^2 ile SA0 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19). Çeşitler bazından bakıldığında en yüksek stoma yoğunluğunun 89.6 adet/mm^2 ile SLM046 çeşidinde, en düşük ise 52.3 adet/mm^2 ile Opera çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

Üçlü ($\text{SA} \times \text{EC} \times \text{Çeşit}$) interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek stoma yoğunluğu 137.5 adet/mm^2 ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasında, en düşük ise 31.5 adet/mm^2 ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Deneme sonucuna göre tuzluluğa maruz bırakılan bitkilerin stoma yoğunluklarında bir azalma söz konusu olmuştur bitkiler stres koşullarında stomaların sayısını azaltarak transpirasyonu en az seviyeye indirmişler dolayısıyla bitkinin su kaybını azaltmışlar. Bunun yanı sıra SA uygulaması arttıkça stoma yoğunluğu da artmaya başlamış. SA1.5 ve 2 uygulamalarında artışa neden olmuştur (Şekil 4.22).

Elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, tuz stresi ile SA dozlarının ortaya koyduğu farklı genel olarak kanola bitkisinde stoma yoğunluklarını fazla

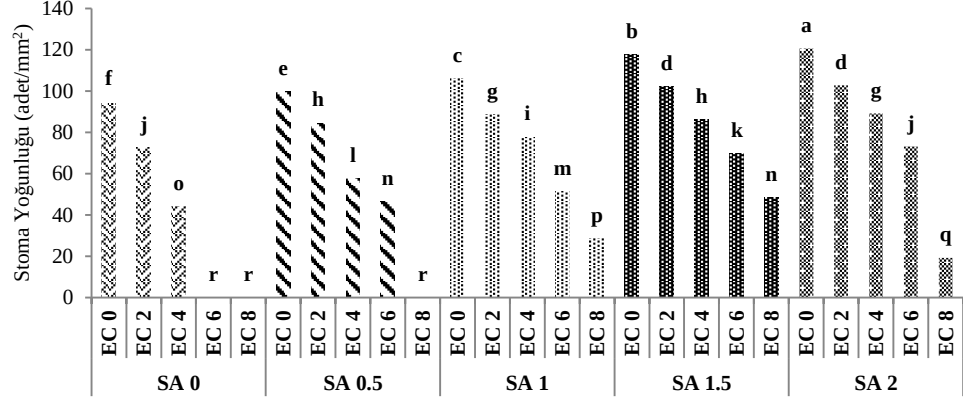
etkilememiştir, yani stoma yoğunluğunun daha çok genotipik bir özellik olmadığı söylenebilir. Bu çalışmada stoma yoğunluğu, birim yaprak alanı başına stoma sayısı olarak ifade edilmiştir (Radoglou and Jarvis, 1990). Toprak tuzluluğu, genellikle bitkilerin morfolojik ve anatomik yapılarında değişimlere sebep olmaktadır. Farklı tuz konsantrasyonları bitkilerin türü ve çeşitlerine göre değişmek üzere büyüme ve gelişmeyi azaltırken; bazı bitkilerde yüksek Cl^- konsantrasyonu sululuğu (lezzetliliği), yüksek SO_4^{2-} konsantrasyonu ise stoma yoğunluğu azaltmaktadır (Shannon, 1980). Bitkiler tuz stresine karşı değişik morfolojik ayarlamalar yapmaktadırlar (Shannon, 1980).

Çizelge 4.23. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma yoğunluğu (adet/mm²) üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	88.5 ^{rs}	65.5 ^{e1}	43.5 ^{g1h1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	39.5
	Tassilo	97.8 ^{n-p}	75.2 ^{x-a1}	56.8 ^{f1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	46.0
	S.L.M046	99.8 ^{l-o}	82.5 ^{tu}	75.5 ^{w-a1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	51.6
	Opera	88.8 ^{rs}	67.8 ^{d1e1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	31.3
SA0.5	Licord	91.8 ^{q-s}	70.8 ^{a1-d1}	57.8 ^{f1}	40.8 ^{g1-i1}	0.0 ^{k1}	52.3
	Tassilo	106.2 ^{h-j}	92.8 ^{q-s}	80.2 ^{t-x}	65.5 ^{e1}	0.0 ^{k1}	68.9
	S.L.M046	109.2 ^{f-h}	101.8 ^{j-n}	92.5 ^{q-s}	80.5 ^{t-w}	0.0 ^{k1}	76.8
	Opera	91.8 ^{q-s}	72.5 ^{z-d1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	32.9
SA1	Licord	95.2 ^{o-q}	78.2 ^{t-y}	69.8 ^{b1-e1}	42.8 ^{g1-i1}	31.5 ^{j1}	63.8
	Tassilo	108.2 ^{g-i}	98.5 ^{m-o}	82.8 ^{tu}	72.2 ^{z-d1}	0.0 ^{k1}	72.3
	S.L.M046	116.5 ^{cd}	108.8 ^{f-h}	98.8 ^{m-o}	90.2 ^{rs}	80.8 ^{t-v}	99.0
	Opera	103.5 ^{i-m}	69.5 ^{c1-e1}	59.5 ^{f1}	0.0 ^{k1}	0.0 ^{k1}	46.5
SA1.5	Licord	103.8 ^l	88.2 ^s	65.5 ^{e1}	41.8 ^{g1-i1}	32.8 ^{i1j1}	66.2
	Tassilo	115.5 ^{c-e}	106.5 ^{h-j}	93.5 ^{p-r}	80.2 ^{t-x}	38.5 ⁱ¹	86.8
	S.L.M046	137.5 ^a	130.5 ^b	111.5 ^{e-g}	95.8 ^{o-q}	78.5 ^{t-y}	110.8
	Opera	113.2 ^{d-f}	83.2 ^t	73.5 ^{z-c1}	60.5 ^{f1}	45.2 ^{g1}	75.1
SA2	Licord	117.2 ^{cd}	82.5 ^{tu}	60.5 ^{f1}	39.2 ^{h1i1}	0.0 ^{k1}	59.9
	Tassilo	117.2 ^{cd}	102.5 ^{j-n}	98.5 ^{m-o}	74.5 ^{v-b1}	0.0 ^{k1}	78.5
	S.L.M046	135.2 ^a	120.2 ^c	115.5 ^{c-e}	101.2 ^{k-n}	76.8 ^{v-z}	109.8
	Opera	112.8 ^{d-g}	105.8 ^{h-k}	82.2 ^{tu}	77.8 ^{u-y}	0.0 ^{k1}	75.7
Ort.		107.5	90.2	70.9	48.2	19.2	67.2

Çavuşoğlu ve ark. (2007) yaptığı bir tuzluluk çalışması sonucunda, tuzluluk stoma sayısı, stoma genişliği ve stoma indeks değerini kontrol fidelerinin yapraklarındakına göre oranla azaltmıştır. Bu gözlemler arpa yapraklarında hem sukkulent (örneğin, üst yüzeyde epidermis hücre genişliğinde artış, alt yüzeyde stoma sayısında azalma) hem de kseromorfik (örneğin, üst yüzeyde stoma sayısında artış) özelliklerin kazanılabileceğine işaret etmektedir (Strogonov, 1962). Mahmoodzadeh. (2011) kanola bitkisinde tuzluluk stresine duyarlı ve hassas

çeşitlerin anatomik yapısındaki değişiklikleri değerlendirilmesi sonucunda, sodyum klorür ile muamele edilmiş tohumların, birim alan başına stoma sayısının kontrol bitkilerine göre azaldığını tespit etmişler.



Şekil 4.22. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma yoğunluğu üzerine etkisi.

Majd ve ark. (2006), nohutta eksojen SA uygulaması sonucunda, SA ile muamele edilmiş bitkilerde kontrollere göre stoma yoğunluğunda bir artış belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada, biber fidelerine SA ve SSA 10-4 ve 10-5 M uygulandığı zaman stoma yoğunluğunda bir artış saptanmıştır (Benavides et al., 2002). Tuzlu koşullarda yaprak sayısı, yaprak büyüklüğü ve stoma sayısı azalmakta veya dağılımı değişmekte ve yaprağın kütiküle tabakası kalınlaşmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar, tuzluluğun stoma yoğunluğunu azalttığını (Xin et al., 2009), bunun yanında SA uygulaması sonucunda, SA konsantrasyonu artması ile stoma yoğunluğunda da bir artış gözlenmiştir (Majd et al., 2006).

4.2.6.2 Stoma eni

Farklı tuz konsantrasyonu ve SA uygulamalarında yetiştirilen 4 kanola çeşidine ait stoma eni değerleri istatistiki anlamda % 1 seviyesinde (Yıl, SA, EC, Çeşit, SA×EC, SA×Çeşit, EC×Çeşit ve SA×EC×Çeşit) ve % 5 seviyesinde Yıl×EC önemli bulunmuştur. Diğer interaksiyonlar (Yıl×Çeşit, Yıl×SA, Yıl×EC×Çeşit, Yıl×SA×EC, Yıl×SA×Çeşit ve Yıl×SA×EC×Çeşit) önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Tuzluluk konsantrasyonu değerlerine bakıldığında en yüksek stoma eni (7.4 µm) EC0 uygulamasından elde edilmiş, en düşük stoma eni ise (2.0 µm) EC8 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). SA uygulaması sonuçlarına

baktığımızda, en yüksek stoma eni (6.5 µm) SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (3.5 µm) SA0 uygulamalarından elde edilmiştir. Çeşitler arasında stoma eni açısından, en yüksek stoma eni (7.1 µm) SLM046 çeşidinde, en düşük ise (3.8 µm) Opera çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

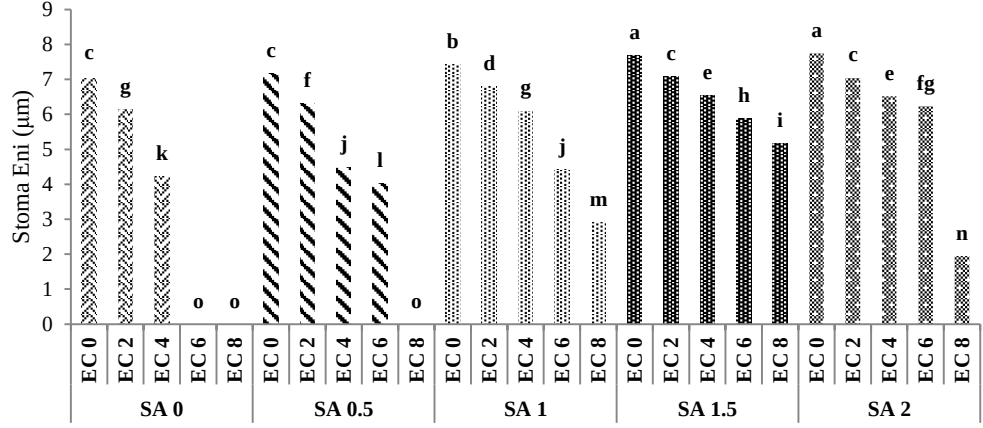
Mevcut araştırma sonucunda dörtlü interaksyonu önemli bulunmamış, yani yıl faktörü stomalar üzerinde etkili olmamış. Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek stoma eni 8.6 µm ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından, en düşük ise 4.0 µm ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma eni (µm) üzerine etkisi.

	EC >>	EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	6.9 ^{op}	6.1 ^{t-w}	4.5 ^{d1e1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	3.5
	Tassilo	7.2 ^{k-n}	6.2 ^{r-u}	5.4 ^{za1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	3.8
	S.L.M046	8.0 ^{d-g}	8.0 ^{d-g}	7.1 ^{l-o}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	4.6
	Opera	6.1 ^{t-w}	4.3 ^{e1f1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	2.1
SA0.5	Licord	6.9 ^{n-p}	5.8 ^{w-y}	4.7 ^{c1d1}	4.1 ^{f1g1}	0.0 ^{h1}	4.3
	Tassilo	7.3 ^{k-m}	6.2 ^{r-u}	5.3 ^{za1}	4.9 ^{b1c1}	0.0 ^{h1}	4.7
	S.L.M046	8.1 ^{b-f}	8.3 ^{a-e}	8.0 ^{c-g}	7.1 ^{l-o}	0.0 ^{h1}	6.3
	Opera	6.4 ^{q-t}	5.0 ^{a1b1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	2.3
SA1	Licord	7.0 ^{m-o}	6.2 ^{r-v}	5.2 ^{z-b1}	4.5 ^{d1e1}	4.0 ^{g1}	5.4
	Tassilo	7.5 ^{l-k}	6.5 ^{qr}	5.9 ^{v-x}	5.3 ^{za1}	0.0 ^{h1}	5.0
	S.L.M046	8.3 ^{a-e}	8.2 ^{a-e}	8.2 ^{a-e}	7.9 ^{e-h}	7.6 ^{h-j}	8.0
	Opera	7.0 ^{m-o}	6.3 ^{q-t}	5.2 ^{z-b1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	3.7
SA1.5	Licord	7.7 ^{g-j}	6.8 ^{op}	5.8 ^{wx}	5.0 ^{a1b1}	4.0 ^{g1}	5.9
	Tassilo	7.4 ^{i-l}	6.6 ^{pq}	6.0 ^{u-x}	5.2 ^{z-b1}	4.6 ^{d1e1}	5.9
	S.L.M046	8.6 ^a	8.5 ^b	8.4 ^{ab}	8.0 ^{c-g}	7.8 ^{f-h}	8.2
	Opera	7.1 ^{l-o}	6.4 ^{q-s}	5.9 ^{u-x}	5.3 ^{za1}	4.3 ^{e1f1}	5.8
SA2	Licord	7.7 ^{g-j}	6.9 ^{n-p}	6.1 ^{s-v}	5.9 ^{u-x}	0.0 ^{h1}	5.3
	Tassilo	7.7 ^{g-l}	6.5 ^{q-s}	5.9 ^{u-x}	5.5 ^{yz}	0.0 ^{h1}	5.1
	S.L.M046	8.5 ^b	8.4 ^{a-c}	8.3 ^{a-d}	8.3 ^{a-d}	7.8 ^{g-l}	8.2
	Opera	7.1 ^{m-o}	6.4 ^{q-s}	5.7 ^{xy}	5.3 ^{za1}	0.0 ^{h1}	4.9
	Ort.	7.4	6.7	5.6	4.1	2.0	5.2

Farklı tuz konsantrasyonu ile SA dozlarının stoma eni üzerine etkileri incelenmiş ve bu değerler Şekil 4.23’de verilmiştir. Şekilden anlaşıldığı gibi tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerin stoma eni açısından bir azalış söz konusu olmuştur. Ama SA uygulaması sonunda kontrollere (SA0) göre stoma eninde bir yükseliş görmekteyiz. Yani SA uygulaması tuz stresine maruz bırakılmış bitkilerde tuzun etkisini hafifletmiş, dolayısıyla stomaları açık tutmaya çalışmış bu yüzden stomaların eninde artış ortaya çıkmıştır (Şekil 4.23).

Mevcut çalışmada tuzluluğun artması ile stoma eni bakımından bir azalış gerçekleşmiştir. Yanı bitkiler tuz stresi etkisi altında, stomalarını kapatmak mecburiyetinden dolayı önce stoma açıklığını yavaş yavaş azaltarak stoma eninde bir düşüşe yol açmaktadır. Bunun yanında SA uygulaması bu olumsuz etkiyi azaltmaya çalışmış ve kontrol gruplarına göre yüksek SA dozlarında stoma eni bakımından daha yüksek değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.23. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma eni (µm) üzerine etkisi.

Bu çalışmaya paralel olarak, Çavuşoğlu vd. (2007), arpa bitkisinde yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, 0.30 M NaCl uygulamasında, stoma eni ve stoma sayısında bir azalış tespit etmişlerdir. Muezzenpoor ve ark. (2014), *Echinacea Purpurea* bitkisinde yaptıkları çalışma sonucunda, tuzluluğun stoma eni, boyu ve klorofil miktarında azalmalara neden olduğunu ifade etmişler. *Salsola arbuscula Pall* bitkisinde ise tuzluluk çalışması sonucunda stoma sayısı, boyu ve eninde azalmalar tespit edilmiştir (Amini and Abedini, 2012). Baniyadi vd. (2015) *Calendula officinalis L* bitkisinde tuzluluk ve salisilik asidin etkisini incelemişler, elde edilen sonuçlarında stoma yoğunluğu, stoma eni, stoma boyu ve klorofil miktarında tuzluluk sonunda düşüş tespit etmişlerdir. Bunun yanında, SA uygulamaları bakımından ise tüm parametrelerde artışa neden olduğunu ifade etmişlerdir.

4.2.6.3 Stoma boyu

Denemede uygulanan 5 farklı tuz konsantrasyonları ile 5 salisilik asit dozlarının stoma boyu değerleri üzerindeki etkileri istatistiksel anlamda, % 1 seviyesinde (SA, EC, Çeşit, SA×EC, SA×Çeşit, EC×Çeşit ve SA×EC×Çeşit) ve %

5 seviyesinde Yıl×EC önemli bulunmuştur. Diğer interaksyonlar (Yıl, Yıl×Çeşit, Yıl×SA, Yıl×EC×Çeşit, Yıl×SA×EC, Yıl×SA×Çeşit ve Yıl×SA×EC×Çeşit) ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Tuz konsantrasyonu sonucunda, en yüksek stoma boyu (9.3 µm) EC0 uygulamasında, en düşük stoma boyu ise (2.9 µm) EC8 uygulamasından saptanmıştır (Çizelge 4.25).

SA uygulaması açısından değerlendirdiğimizde, ise en yüksek stoma boyu (9.0 µm) SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (4.9 µm) SA0 uygulamalarında bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılıklar değerlendirildiğinde, en yüksek stoma boyu (8.1 µm) ile SLM046 çeşidinde bulunurken, en düşük stoma boyu (5.6 µm) ile Opera çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksyonu incelendiğinde, çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek stoma boyu 10.3 µm ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasında bulunmuştur, en düşük ise 7.3 µm ile yine “SLM046” çeşidinde, SA2–EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

Mevcut araştırma sonuçlarına göre tuzluluk seviyesi arttıkça, bitkilerde stoma boyu değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Bunun yanında SA uygulandığında stoma boylarında bir artış tespit edilmiştir. Bu artış SA’nın 1.5 ve 2 uygulamalarında diğer uygulamalara göre daha çok gerçekleşmiştir (Şekil 4.24).

Baniasadi ve ark. (2015), *Calendula officinalis* L. bitkisinde 4 farklı tuz uygulaması sonucunda, tuz konsantrasyonu OSPİ, klorofil, minimum floresans, maksimum floresans ve stoma boyunda da önemli farklılıklar bulunmuştur. Tuz konsantrasyonunun artışının, OSPİ, klorofil miktarı ve stoma boyunda azalmalara neden olduğunu ifade etmişler. Diğer bir çalışmada ise haploit kavun hatları üzerinde yapılan tuzluluk çalışması sonucunda, tuzluluğun artışı ile stomaların boylarında azalma gerçekleştiği bildirilmiştir (Brugnoli et al., 1992).

Bitkilerin tuz stresine maruz kalması; turgor, büyüme, fotosentetik oran ve stoma iletkenliğinde azalmalara neden olmaktadır (Munns and Tester 2008). Tuz stresinde fotosentezdeki azalma esas olarak CO₂ özümlemesinin karbon indirgeme işlevlerini kapsayan kısmı stoma kapanması ile ilişkilidir (Brugnoli and Bjorkman 1992, Qiu and Lu 2003).

Salisilik asit, bitkilerin büyüme ve gelişmesini, fotosentez, stomatal regülasyon, solunum ve iyon alımında önemli rol oynamaktadır (Vicente and Plasencia 2011). SA büyüme teşvik edici etkilerinin hormonal durumdaki değişikliklerle (Shakirova et al. 2003, Abreu et al., 2009) veya fotosentez, transpirasyon ve stomatal iletkenliğin geliştirilmesiyle (Stevens et al. 2006) ilişkili olduğu ileri sürülmüştür.

Çizelge 4.25. Stoma boyu (μm), stoma şekil katsayısı, stoma alanı (μm^2), potansiyel iletkenlik indeksi (PIİ) ve oransal stoma alanı; OSA (%) parametrelerine ait kareler ortalamaları, istatistiki önem düzeyleri ve deneme faktörlerine ait genel ortalamalar.

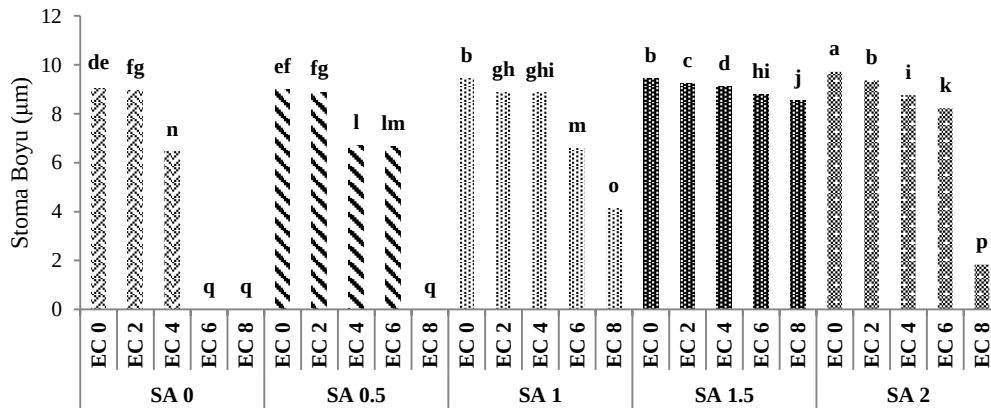
Varyasyon kaynakları	S.D	Stoma Boyu	Stoma Şekil Katsayısı	Stoma Alanı	PIİ	OSA (%)
Yıl	1	1.162 ^{ns}	649.834*	757.531*	0.163 ^{ns}	143235241.6*
Hata 1	4	0.613	50.420	24.955	0.030	587606.4
SA	4	292.69**	20932.49**	8890.05**	2.78**	112133990**
EC	4	849.22**	58496.56**	32191.73**	12.23**	481178470**
Çeşit	3	168.24**	30802.67**	17294.07**	4.26**	300815400**
Yıl×SA	4	0.009 ^{ns}	7.178 ^{ns}	6.942 ^{ns}	0.00 ^{ns}	177146.5*
Yıl×EC	4	0.085*	13.351 ^{ns}	34.074**	0.01**	950239.9**
Yıl×Çeşit	3	0.022 ^{ns}	3.479 ^{ns}	10.411 ^{ns}	0.00 ^{ns}	366764.1**
SA×EC	16	88.648**	4792.10**	1263.07**	0.14**	3215946.1**
SA×Çeşit	12	26.323**	1292.37**	551.44**	0.22**	8475873.8**
EC×Çeşit	12	24.607**	2461.06**	370.17**	0.09**	4082741.7**
Yıl×SA×EC	16	0.007 ^{ns}	3.726 ^{ns}	1.686 ^{ns}	0.00 ^{ns}	10255.6 ^{ns}
Yıl×SA×Çeşit	12	0.013 ^{ns}	2.896 ^{ns}	1.644 ^{ns}	0.00 ^{ns}	23404.7 ^{ns}
Yıl×EC×Çeşit	12	0.009 ^{ns}	1.735 ^{ns}	0.940 ^{ns}	0.00 ^{ns}	9165.6 ^{ns}
SA×EC×Çeşit	48	20.825**	1462.24**	430.50**	0.07**	1920643.3**
Yıl×SA×EC×Çeşit	48	0.008 ^{ns}	1.923 ^{ns}	0.931 ^{ns}	0.00 ^{ns}	9408.4 ^{ns}
Hata 2	396	0.03	10.28	4.16	0.00	67060
CV (%)		2.64	5.60	5.62	8.56	7.91
Yıl						
2013		7.0 ^a	56.2 ^b	35.2 ^b	0.5 ^a	31.2 ^b
2014		7.1 ^a	58.3 ^a	37.4 ^a	0.6 ^a	34.3 ^a
Salisilik Asit						
SA0.0		4.9 ^d	38.8 ^e	24.4 ^e	0.3 ^d	19.4 ^e
SA0.5		6.3 ^c	48.9 ^d	30.9 ^d	0.5 ^c	26.7 ^d
SA1.0		7.6 ^b	61.4 ^c	39.0 ^c	0.6 ^b	34.3 ^c
SA1.5		9.0 ^a	71.0 ^a	46.0 ^a	0.7 ^a	42.2 ^a
SA2.0		7.6 ^b	66.3 ^b	41.3 ^b	0.6 ^b	40.9 ^b
EC						
EC0		9.3 ^a	79.1 ^a	54.3 ^a	0.9 ^a	59.2 ^a
EC2		9.1 ^b	73.1 ^b	47.6 ^b	0.8 ^b	44.3 ^b
EC4		8.0 ^c	62.5 ^c	38.8 ^c	0.6 ^c	32.0 ^c
EC6		6.1 ^d	47.6 ^d	27.7 ^d	0.4 ^d	20.1 ^d
EC8		2.9 ^e	24.1 ^e	13.1 ^e	0.1 ^e	8.1 ^e
Çeşit						
Licord		7.4 ^b	55.1 ^b	33.5 ^c	0.5 ^c	24.3 ^c
Tassilo		7.2 ^c	54.4 ^b	34.7 ^b	0.6 ^b	31.8 ^b
S.L.M046		8.1 ^a	77.0 ^a	51.3 ^a	0.8 ^a	53.0 ^a
Opera		5.6 ^d	42.6 ^c	25.7 ^d	0.4 ^d	21.8 ^d

(**) 0.01 seviyesinde önemli, (*) 0.05 seviyesinde önemli ve (ns) önemsiz

Çizelge 4.26. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma boyu (μm) üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	9.2 ^{f-n}	9.0 ^{k-o}	8.3 ^{u-x}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	5.3
	Tassilo	9.2 ^{f-n}	9.1 ^{i-o}	8.3 ^{u-x}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	5.3
	S.L.M046	9.4 ^{d-g}	9.4 ^{d-g}	9.1 ^{i-o}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	5.6
	Opera	8.4 ^{t-w}	8.3 ^{v-y}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	3.3
SA0.5	Licord	9.1 ^{i-o}	9.0 ^{k-o}	8.7 ^{q-s}	8.6 ^{r-u}	0.0 ^{a1}	7.1
	Tassilo	9.3 ^{e-k}	9.1 ^{i-o}	9.0 ^{i-o}	9.0 ^{k-o}	0.0 ^{a1}	7.3
	S.L.M046	9.5 ^{de}	9.4 ^{d-f}	9.2 ^{h-o}	9.1 ^{j-o}	0.0 ^{a1}	7.4
	Opera	8.1 ^{xy}	8.1 ^y	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	3.2
SA1	Licord	9.0 ^{k-o}	8.7 ^{p-r}	8.5 ^{t-u}	8.3 ^{u-x}	7.5 ^{yz}	8.4
	Tassilo	9.2 ^{g-o}	9.1 ^{h-o}	9.1 ^{i-o}	8.9 ^{o-q}	0.0 ^{a1}	7.3
	S.L.M046	10.1 ^{a-c}	9.3 ^{e-j}	9.3 ^{e-i}	9.1 ^{i-o}	9.0 ^{i-o}	9.4
	Opera	9.3 ^{e-k}	8.4 ^{u-x}	8.5 ^{t-v}	0.0 ^{a1}	0.0 ^{a1}	5.2
SA1.5	Licord	9.1 ^{i-o}	9.1 ^{i-o}	9.0 ^{i-o}	8.9 ^{n-p}	8.4 ^{u-w}	8.9
	Tassilo	9.4 ^{d-f}	9.3 ^{e-j}	9.1 ^{i-o}	8.5 ^{s-v}	8.3 ^{u-x}	8.9
	S.L.M046	10.3 ^a	9.7 ^d	9.3 ^{e-j}	9.1 ^{i-o}	9.1 ^{i-o}	9.4
	Opera	9.2 ^{h-o}	9.0 ^{m-o}	9.0 ^{k-o}	8.7 ^{r-t}	8.4 ^{u-x}	8.8
SA2	Licord	9.4 ^{e-h}	9.3 ^{e-l}	8.4 ^{u-x}	8.2 ^{w-y}	0.0 ^{a1}	7.0
	Tassilo	10.0 ^{bc}	9.2 ^{f-m}	8.4 ^{u-w}	8.2 ^{w-y}	0.0 ^{a1}	7.1
	S.L.M046	10.1 ^{ab}	9.9 ^c	9.1 ^{i-o}	7.5 ^{yz}	7.3 ^z	8.8
	Opera	9.4 ^{d-g}	9.2 ^{h-o}	9.2 ^{g-o}	9.1 ^{i-o}	0.0 ^{a1}	7.4
Ort.		9.3	9.1	8.0	6.1	2.9	7.1

Dışarıdan SA uygulamasının *Brassica juncea* 'da net fotosentetik oran, içsel CO₂ konsantrasyonu, su kullanım etkinliği, stomatal iletkenlik ve transpirasyon oranını arttırdığı bulunmuştur (Fariduddin et al., 2003). Bu araştırmalara dayanarak stoma iletkenliği SA uygulandığında arttırıldığı söylenmişlerdir. Dolayısıyla stomaların eni ve boyunda artışa sebep olduğunu ifade etmemiz imkân bulmaktadır.



Şekil 4.24. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında ortalama stoma boyu üzerine etkisi.

4.2.6.4 Stoma şekil katsayısı

Stoma şekil katsayısına bağlı varyans analiz sonucu istatistiksel anlamda, % 1 seviyesinde (SA, EC, Çeşit, SA×EC, SA×Çeşit, EC×Çeşit ve SA×EC×Çeşit) ve % 5 seviyesinde Yıl önemli bulunmuştur. Diğer interaksiyonlar (Yıl×EC, Yıl×Çeşit, Yıl×SA, Yıl×EC×Çeşit, Yıl×SA×EC, Yıl×SA×Çeşit ve Yıl×SA×EC×Çeşit) ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Tuz stresi, bitkilerde çeşitli gelişim süreçlerinin yanında morfolojik, hücresel, fizyolojik ve moleküler seviyede pek çok aksaklıklara neden olmaktadır. Tuz konsantrasyonu açısından incelendiğinde en yüksek stoma şekil katsayısı 79.1 ile EC0 uygulamasında, en düşük ise 24.1 ile EC8 uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 4.25).

SA uygulamasına baktığımızda, en yüksek stoma şekil katsayısı 71.0 ile SA1.5 uygulamasında, en düşük ise 38.8 ile SA0 uygulamasından elde edilmiştir. Çeşitlere arasında ise en yüksek stoma şekil katsayısı 77.0 ile SLM046 çeşidinden, en düşük ise 42.6 ile Opera çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

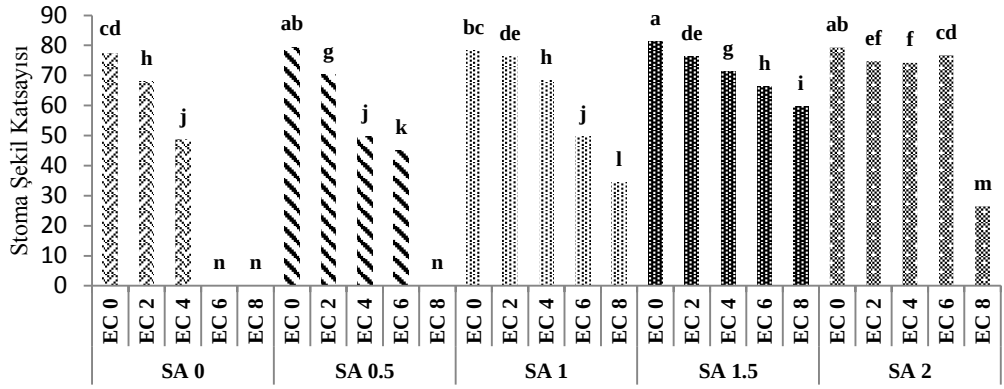
Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksiyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde ise en yüksek stoma şekil katsayısı 110.6 ile “SLM046” çeşidinde, SA2–EC6 uygulamasında, en düşük ise 47.2 ile “Licord” çeşidinde, SA0.5–EC6 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.27).

Farklı tuz konsantrasyonu ile SA dozlarının stoma eni ve boyu üzerine etkileri incelenmiş ve bu değerler Şekil 4.23 ve 4.24’de verilmiştir. Bu değerlerin matematiksel analiz sonuçlarından stoma şekil katsayısı belirlenmiş ve bu değerler Şekil 4.25’de gösterilmektedir. Tuzluluk genellikle bitkilerin gelişimini engellemektedir. Bu çalışmada tuza karşı SA uygulaması ile bir tolerans sağlanmış görülmektedir. Tuzluluk stresinde stomaların değişimi ve bekçi hücrelerin fonksiyonel durumu, bitki ve çevre arasındaki bağlantılarda önemli bir faktördür (Buckley, 2005). Stomalar ve buna bağlı parametreler yüksek tuz konsantrasyonunda zarar görürken, düşük tuzlulukta stoma yoğunluğu, eni ve boyu azalmaktadır. Tuz stresinin neden olduğu stoma kapanması; su potansiyeli ve turgor basıncındaki azalmaya bağlı olarak hiçbir metabolik katılım olmaksızın kapanma (hidropasif kapanma) ve stomaların açılmasını sağlayan metabolitlerin geri dönüşümüne bağlı olarak kapanma (hidroaktif kapanma) olmak üzere iki şekilde gerçekleşir (Mahajan and Tuteja, 2005).

Çizelge 4.27. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma şekil katsayısı üzerine etkisi.

	EC >>	EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	74.7 ^{k-p}	66.7 ^{l-x}	53.2 ^{fl-h1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	38.9
	Tassilo	78.5 ^{h-k}	68.2 ^{s-w}	64.1 ^{w-a1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	42.2
	S.L.M046	84.5 ^{ef}	84.5 ^{ef}	77.6 ^{h-k}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	49.3
	Opera	71.8 ^{m-s}	52.0 ^{glh1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	24.8
SA0.5	Licord	75.8 ^{j-m}	63.4 ^{x-a1}	53.6 ^{fl-h1}	47.2 ^{il}	0.0 ^{il}	48.0
	Tassilo	78.2 ^{h-k}	68.5 ^{s-v}	58.2 ^{b1-e1}	54.3 ^{e1-h1}	0.0 ^{il}	51.8
	S.L.M046	85.7 ^{ef}	87.2 ^{c-e}	87.6 ^{c-e}	78.2 ^{h-k}	0.0 ^{il}	67.7
	Opera	78.1 ^{h-k}	62.2 ^{y-b1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	28.1
SA1	Licord	77.1 ^{i-l}	70.7 ^{o-t}	60.5 ^{a1-c1}	53.9 ^{fl-h1}	52.5 ^{glh1}	62.9
	Tassilo	81.4 ^{f-i}	70.9 ^{o-t}	64.2 ^{w-a1}	58.7 ^{b1-d1}	0.0 ^{il}	55.0
	S.L.M046	80.1 ^{g-j}	87.9 ^{c-e}	87.4 ^{c-e}	86.6 ^{de}	84.6 ^{ef}	85.3
	Opera	74.8 ^{k-p}	75.4 ^{k-n}	60.8 ^{z-c1}	0.0 ^{il}	0.0 ^{il}	42.2
SA1.5	Licord	84.8 ^{ef}	75.0 ^{k-o}	63.9 ^{x-a1}	56.2 ^{d1-g1}	47.3 ^{il}	65.4
	Tassilo	78.3 ^{h-k}	71.0 ^{n-s}	65.8 ^{u-y}	60.7 ^{a1-c1}	54.3 ^{e1-h1}	66.0
	S.L.M046	84.4 ^{ef}	87.6 ^{c-e}	90.1 ^{cd}	88.0 ^{c-e}	86.1 ^{de}	87.2
	Opera	77.5 ^{h-k}	71.4 ^{n-s}	65.0 ^{v-z}	60.8 ^{z-c1}	51.2 ^{h1}	65.2
SA2	Licord	81.8 ^{f-h}	74.3 ^{k-q}	73.0 ^{l-r}	72.4 ^{m-s}	0.0 ^{il}	60.3
	Tassilo	77.2 ^{i-l}	70.0 ^{q-t}	70.5 ^{p-t}	66.7 ^{t-x}	0.0 ^{il}	56.9
	S.L.M046	83.6 ^{e-g}	84.6 ^{ef}	91.4 ^c	110.6 ^a	105.8 ^b	95.2
	Opera	74.8 ^{k-p}	69.9 ^{r-u}	61.9 ^{y-b1}	57.3 ^{c1-f1}	0.0 ^{il}	52.8
	Ort.	79.1	73.1	62.4	47.6	24.1	57.3

Tuz konsantrasyonu altında stomatal şekil katsayısı değişiklikler doğrudan stoma kapanması ile bağlıdır. Stoma şekil katsayısı stoma eni ve boyunun değişimine bağlı bir parametredir. Egr stoma eni tuz stresinde kontrol guruba göre azalıyorsa, öte yandan stoma boyunda bir azalış söz konusu değilse bu durumda stoma şekil katsayısında bir azalış beklenir. Mevcut araştırma sonucuna bakıldığında stoma eninde bariz bir şekilde azalma olmuş ama stoma boylarında çok farklı düşüş olmamıştır. Bu yüzden stoma şekil katsayısında bir düşüş görülmektedir. Yine SA uygulaması sonucunda kontrol guruplara göre stoma şekil katsayısında bir artış tespit edilmiştir.



Şekil 4.25. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma şekil katsayısı üzerine etkisi.

4.2.6.5 Stoma alanı

Mevcut araştırma sonucunda, tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş, kanola çeşitlerinin stoma alanına ait veriler Çizelge 4.25’de gösterilmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonucunda, EC, SA ve Çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Yıllar arasında ise farklılık % 5 seviyesinde önemli bulunmuş yılın interaksyonu diğer faktörlerle önemsiz bulunmuştur, sadece Yıl×EC arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Bu araştırmada tuzluluk seviyesin etkisini incelediğimizde, en büyük stoma alanı ($54.3 \mu\text{m}^2$), EC0 uygulamasından, en küçük ise ($13.1 \mu\text{m}^2$), EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

SA uygulaması açısından ise en büyük stoma alanı ($46.0 \mu\text{m}^2$) SA1.5 uygulamasında, en küçük ise ($24.4 \mu\text{m}^2$) SA0 uygulamasında bulunmuştur. Çeşitler arasında stoma alanı bakımından öne çıkan çeşit $51.3 \mu\text{m}^2$ ile yine S.L.M046 olup, en düşük ise $25.7 \mu\text{m}^2$ ile Opera çeşidi olmuştur (Çizelge 4.25).

Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksyonu incelemesinde, çıkışını tamamlamış bitkilerde en büyük stoma alanı, SLM046 çeşidinde $66.7 \mu\text{m}^2$ ile SA1.5–EC0, en düşük ise Licord çeşidinde $23.4 \mu\text{m}^2$ ile SA1–EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.28).

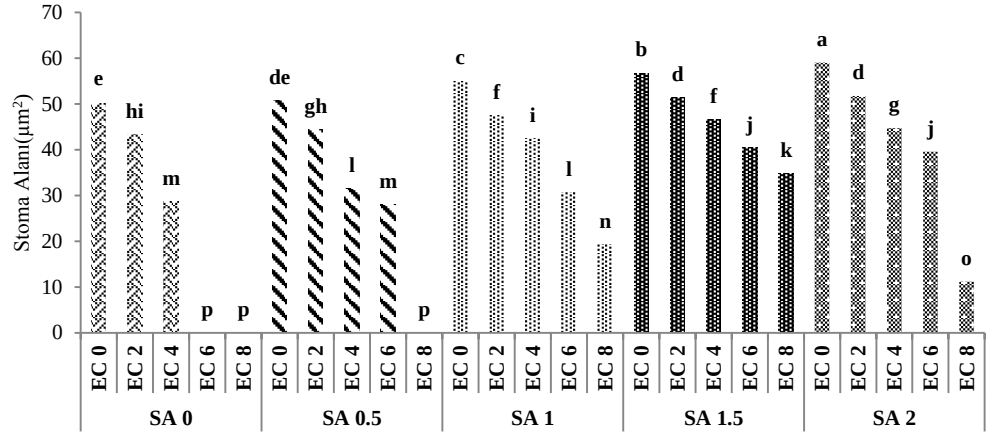
Tuzluluğun altında SA’in etkisi incelediğinde, tuzluluk artışı stoma alanında da önemli kayıplara neden olmuştur. Bunun yansıya, SA’in artışı ile stoma alanında da kontrol gurubuna oranla artışa neden olmuştur. Diğer parametrelerde olduğu gibi SA uygulaması tuzluluğun etkisini hafifletmiş, stoma alanında ise aynı şekilde

etki yaratmıştır. Mevcut denemede, SA uygulamalarında, kontrole göre bir artış tespit edilmiştir. SA ve EC karşılaştırmasına baktığımızda tuzluluk stresinin olumsuz etkisini azaltan en etkili SA dozlarının, SA1.5 ve SA2 uygulamalarının olduğu görülmüştür (Şekil 4.26).

Çizelge 4.28. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma alanı (μm^2) üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	49.5 ^{no}	42.7 ^{r-u}	28.9 ^{e1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	24.2
	Tassilo	52.0 ^{l-n}	43.9 ^{q-t}	34.9 ^{z-b1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	26.2
	S.L.M046	58.8 ^{c-f}	58.8 ^{c-f}	50.5 ^{m-o}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	33.6
	Opera	40.0 ^{u-w}	27.8 ^{e1f1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	13.6
SA0.5	Licord	49.5 ^{no}	40.6 ^{uv}	31.6 ^{c1d1}	27.2 ^{e1f1}	0.0 ^{h1}	29.8
	Tassilo	52.9 ^{k-m}	44.2 ^{q-s}	37.1 ^{x-a1}	34.6 ^{a1b1}	0.0 ^{h1}	33.8
	S.L.M046	60.3 ^c	60.9 ^c	57.5 ^{d-g}	50.3 ^{m-o}	0.0 ^{h1}	45.8
	Opera	40.4 ^{u-w}	31.7 ^{c1d1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	14.4
SA1	Licord	49.3 ^{no}	41.9 ^{s-u}	34.5 ^{a1b1}	29.4 ^{d1e1}	23.4 ^{g1}	35.7
	Tassilo	53.7 ^{l-l}	46.5 ^{pq}	41.5 ^{t-v}	36.5 ^{x-b1}	0.0 ^{h1}	35.6
	S.L.M046	66.3 ^{ab}	59.9 ^{cd}	59.8 ^{c-e}	56.5 ^{f-i}	53.5 ^{j-l}	59.2
	Opera	50.6 ^{m-o}	41.5 ^{t-v}	34.2 ^{b1}	0.0 ^{h1}	0.0 ^{h1}	25.2
SA1.5	Licord	54.6 ^{l-l}	48.3 ^{op}	40.7 ^{uv}	35.1 ^{z-b1}	26.0 ^{f1}	40.9
	Tassilo	54.6 ^{h-k}	48.3 ^{op}	42.6 ^{r-u}	34.0 ^{b1c1}	29.6 ^{d1e1}	41.8
	S.L.M046	66.7 ^a	64.0 ^b	61.4 ^c	57.2 ^{e-h}	55.6 ^{g-j}	61.0
	Opera	51.0 ^{m-o}	44.9 ^{qr}	41.7 ^{s-u}	35.7 ^{y-b1}	28.1 ^{e1f1}	40.3
SA2	Licord	56.5 ^{f-i}	49.9 ^{no}	40.1 ^{u-w}	37.9 ^{w-y}	0.0 ^{h1}	36.9
	Tassilo	60.4 ^c	46.5 ^{pq}	38.9 ^{v-x}	34.9 ^{z-b1}	0.0 ^{h1}	36.1
	S.L.M046	65.9 ^{ab}	64.6 ^{ab}	59.2 ^{c-e}	48.2 ^{op}	44.7 ^{qr}	56.7
	Opera	52.1 ^{k-n}	45.9 ^{pq}	40.8 ^{uv}	37.4 ^{x-z}	0.0 ^{h1}	35.2
Ort.		54.3	47.6	38.8	27.7	13.0	36.3

Stomalar, fotosentez için gerekli olan CO₂'i girişini sağlarken aynı zamanda transpirasyonla suyu dışarı verirler. Transpirasyon kök basıncını etkileyerek mineral madde alımını artırır ve yaprakların aşırı ısınmasını önler (Eriş, 1992). Meloni vd. (2003) pamukta yaptıkları tuzluluk çalışmaları sonucunda, tuzluluk, PS II'yi etkilememesine rağmen stoma açıklığı ve yaprağın fotosentez kapasitesini sınırlandırmıştır. Diğer bir çalışmadaysa *Macrotyloma uniflorum*'da tuz uygulaması, stoma iletkenliği ve CO₂ asimilasyon oranında önemli bir azalma göstermiş; tuzluluk fotosentetik elektron taşıma sistemini engellemiştir (Parida, 2005). Ashraf (2004), tuzluluğa dayanıklılık çalışmasında, tuzluluk bitkilerde net fotosentez oranı, transpirasyon oranı ve stoma iletkenliğini azaltmış, stoma direncinin ise artışı vurgulamıştır.



Şekil 4.26. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında stoma alanı üzerine etkisi.

Tuzluluğun artışı ile kök bölgesinde, ozmotik potansiyelde de artış olmuş dolayısıyla köklerde absisik asit sentezlenmesine yol açmış ve bu işlem sonunda stomaların kapanmasına neden olmuştur (Aldesuquy and Ibrahim, 2001). Stoma açıklığı ile stoma alanı arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleye biliriz. Çünkü stoma açıklığı (eni ve boyu) ne kadar fazla olursa stoma alanında büyük olur. Rai ve ark. (1986) yaptığı bir tuzluluk çalışmasında, tuz konsantrasyonunun artışı ile stomaların kapanmasına neden olmuş ama SA uygulaması sonucunda stomaların açılmasını sağlamış ve tuza tolerans göstermiş. Mevcut araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.2.6.6 Potansiyel iletkenlik indeksi

Tuz stresi altında SA ile ön muameleye tabi tutulmuş, kanola çeşitlerinin potansiyel iletkenlik indeksi (Pİİ) veriler Çizelge 4.24'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonucunda, EC, SA ve Çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Yıllar arası ve interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur. Sadece Yıl×EC arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Tuzluluğun artışı ile Pİİ'da bir düşüş neden olmuştur. En yüksek Pİİ miktarı (0.9) EC0 uygulamasında, en düşük ise (0.1) EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

SA uygulamalar açısından ise en yüksek Pİİ (0.7) SA1.5 uygulamasından, en düşük ise (0.3) SA0 uygulamalarından sağlanmıştır. Çeşitler arasında ise en yüksek Pİİ (0.8) SLM046 çeşidinde, en düşük ise (0.4) Opera çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 4.25).

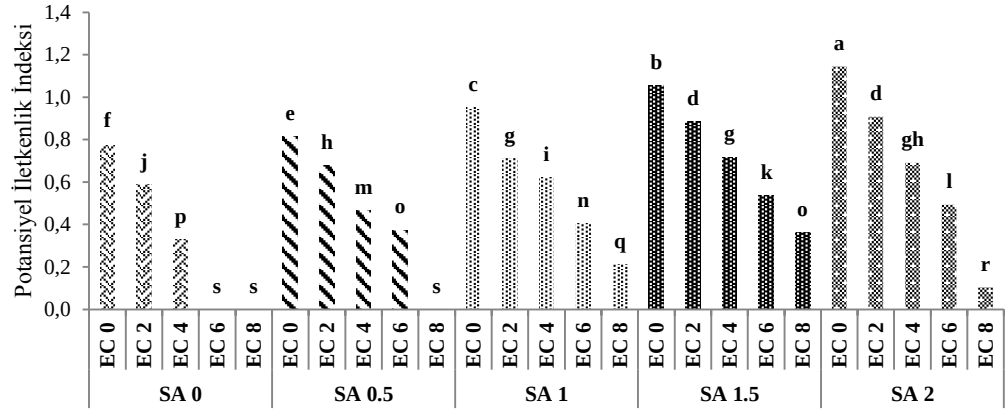
SA×EC×Çeşit interaksyonu incelemesinde, çıkışını tamamlamış bitkilerde en büyük Pİİ, S.L.M046 çeşidinde 1.40 ile SA1.5–EC0, en düşük ise Licord çeşidinde 0.19 ile SA1–EC8 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.29).

Diğer parametrelerde olduğu gibi tuzluluğa maruz bırakılan bitkilerde potansiyel iletkenlik indeksinde de bir azalma olmuştur. Bunun yanı sıra SA uygulaması arttıkça Pİİ kontrol guruplara göre artış tespit edilmiştir. SA1.5 ve SA2 uygulamaları diğer konsantrasyonlara göre daha etkili bir artışa neden olmuştur (Şekil 4.27).

Çizelge 4.29. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında potansiyel iletkenlik indeksi üzerine etkisi.

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	0.75 ^{q-t}	0.54 ^{fl-h1}	0.30 ^{m1n1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.32
	Tassilo	0.83 ^{m-o}	0.62 ^{z-e1}	0.39 ^{l1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.37
	S.L.M046	0.89 ^{j-m}	0.73 ^{r-u}	0.63 ^{y-d1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.45
	Opera	0.63 ^{x-d1}	0.47 ^{il-k1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.22
SA0.5	Licord	0.77 ^{o-s}	0.58 ^{d1-fl}	0.44 ^{l1-l1}	0.30 ^{m1n1}	0.00 ^{q1}	0.42
	Tassilo	0.91 ^{h-l}	0.76 ^{p-s}	0.65 ^{w-c1}	0.53 ^{fl-h1}	0.00 ^{q1}	0.57
	S.L.M046	0.98 ^{d-g}	0.91 ^{h-l}	0.78 ^{o-r}	0.66 ^{v-b1}	0.00 ^{q1}	0.66
	Opera	0.61 ^{a1-e1}	0.47 ^{il-k1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.22
SA1	Licord	0.78 ^{o-r}	0.59 ^{c1-fl}	0.51 ^{g1-il}	0.30 ^{m1n1}	0.19 ^{p1}	0.47
	Tassilo	0.91 ^{h-l}	0.82 ^{n-p}	0.68 ^{u-z}	0.57 ^{d1-g1}	0.00 ^{q1}	0.60
	S.L.M046	1.23 ^b	0.95 ^{f-j}	0.86 ^{k-n}	0.75 ^{q-t}	0.65 ^{w-c1}	0.89
	Opera	0.89 ^{i-l}	0.49 ^{h1-j1}	0.43 ^{k1l1}	0.00 ^{q1}	0.00 ^{q1}	0.36
SA1.5	Licord	0.85 ^{l-n}	0.72 ^{r-v}	0.53 ^{fl-h1}	0.33 ^{m1}	0.22 ^{o1p1}	0.53
	Tassilo	1.03 ^{de}	0.92 ^{g-k}	0.77 ^{o-r}	0.57 ^{d1-g1}	0.27 ^{n1o1}	0.71
	S.L.M046	1.40 ^a	1.22 ^{bc}	0.97 ^{e-h}	0.79 ^{o-q}	0.65 ^{w-c1}	1.01
	Opera	0.95 ^{f-l}	0.67 ^{v-a1}	0.60 ^{b1-e1}	0.46 ^{il-k1}	0.32 ^{m1n1}	0.60
SA2	Licord	1.03 ^d	0.71 ^{s-w}	0.42 ^{k1l1}	0.26 ^{n1o1}	0.00 ^{q1}	0.48
	Tassilo	1.17 ^c	0.87 ^{k-n}	0.69 ^{t-x}	0.50 ^{h1i1}	0.00 ^{q1}	0.65
	S.L.M046	1.38 ^{ab}	1.17 ^c	0.96 ^{f-h}	0.56 ^{e1-g1}	0.41 ^{k1l1}	0.90
	Opera	1.00 ^{d-f}	0.89 ^{j-m}	0.69 ^{t-y}	0.65 ^{w-c1}	0.00 ^{q1}	0.65
Ort.		0.95	0.75	0.56	0.36	0.14	0.55

Toprak tuzluluğu, genellikle bitkilerin morfolojik ve anatomik yapılarında değişimlere sebep olmaktadır. Çavuşoğlu ve ark. (2007), tuzlu koşullar altındaki tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisi üzerine triakontanol (TRIA) ön uygulaması adlı çalışmalarında, 0.35 molal tuz çözeltisi, TRIA ile ön muamele edilmemiş fidelerde stoma sayısı, stoma genişliği ve stoma indeksini saf su ortamında büyütülen kontrol fidelerinin yapraklarındakine oranla genellikle azalmalar göstermiştir. Tuz stresinin stoma sayısı (Yeo et al., 1986), stoma indeksi (Bray and Reid, 2002), stoma genişliği ve uzunluğu (Çavuşoğlu vd. 2007) üzerinde engelleyici etki yaptığı uzun zamandan beri bilinmektedir.



Şekil 4.27. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında potansiyel iletkenlik indeksi üzerine etkisi.

Potansiyel iletkenlik indeksi stoma boyu ve stoma yoğunluğu ile ilişkide bu iki karakterin azalıp ve ya çoğalması doğrudan bu parametreyi etkilemektedir. Yani stoma sayı ve boyu yüksek olursa Pİİ de büyük demektir. Pİİ büyük olduğu zaman stomalar açık pozisyonda kalmışlar ve stresten etkilenmemişler. Mevcut araştırmada tuzluluğun artışı ile Pİİ azalmalara başlamış, ama SA uygulamasında kontrollere göre daha yüksek Pİİ değerine sahip olmuştur.

Elde ettiğimiz sonuçlar, tuzluluğun stoma sayısı (Kemp and Cunningham, 1981), stoma genişliği ve uzunluğunu (Çavuşoğlu vd. 2007) azalttığını ileri süren araştırma bulgularıyla uyum içindedir.

4.2.6.7 Oransal stoma alanı

Mevcut çalışmada, oransal stoma alanı (OSA) bakımından Yıl ve Yıl×SA interaksyonu % 5 seviyesinde önemlilik kazanmış. Yıl faktörünün üçlü ve dörtlü interaksyonları önemsiz bulunmuştur. Diğer interaksyonlar ise istatistiksel olarak % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.25).

Tuzluluk artması sonucunda oransal stoma alanı (% OSA) değerinde bir düşüş tespit edilmiştir. En yüksek OSA (% 59.2) ile EC0 uygulamasında, en düşük ise (% 8.1) ile EC8 uygulamasından elde edilmiştir. SA uygulama sonuçlarında ise en yüksek OSA (% 42.2) ile SA1.5 uygulamasında, en düşük ise (% 19.4) SA0 uygulamalarından sağlanmıştır. Çeşitler arasında OSA bakımından ise en yüksek (% 53.0) ile SLM046 çeşidinde, en düşük ise (% 21.8) ile Opera çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 4.25).

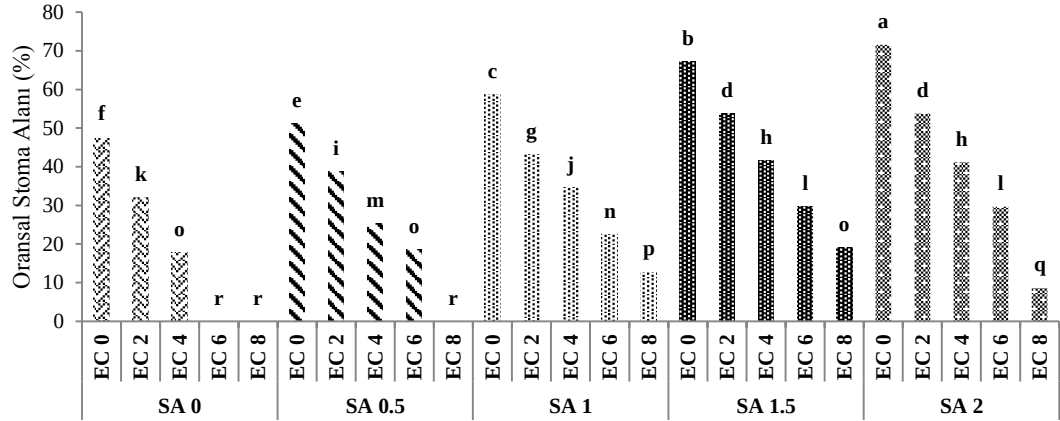
Üçlü (SA×EC×Çeşit) interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde en yüksek OSA % 91.9 ile “SLM046” çeşidinde, SA1.5–EC0 uygulamasından elde edilmiştir, en düşük ise % 7.7 ile “Licord” çeşidinde, SA1–EC8 uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 4.30).

EC ve SA’ın etkisini incelediğimizde tuz stresinin artışı diğer parametrelerde olduğu gibi oransal stoma alanında da azalmalara neden olmuştur. Bunun yansısa SA uygulaması arttıkça bitkilerde OSA açısından kontrollere kıyasla bir artış söz konusu olmuştur. SA uygulaması, tuzluluğun etkisini azaltmaya başlamış. En iyi hafifletme olayı SA’ın 1.5 ve 2 mM uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.28).

Çizelge 4.30. Araştırmada incelenen kanola çeşitlerine (Licord, Tassilo, S.L.M046 ve Opera) ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında oransal stoma alanı üzerine etkisi. (rakamlar 10000 bölünmüş)

EC >>		EC0	EC2	EC4	EC6	EC8	Ort.
SA0	Licord	43.8 ^{q-s}	28.0 ^{c1-e1}	12.6 ^{l1m1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	16.9
	Tassilo	50.9 ^{m-o}	33.0 ^{za1}	19.9 ^{il-k1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	20.8
	S.L.M046	58.8 ⁱ	48.6 ^{n-p}	38.2 ^{u-x}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	29.1
	Opera	35.5 ^{x-z}	18.9 ^{jl-k1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	10.9
SA0.5	Licord	45.4 ^{p-r}	28.9 ^{c1-e1}	18.2 ^{k1}	11.1 ^{m1n1}	0.0 ^{p1}	20.7
	Tassilo	56.2 ^{i-k}	41.1 ^{s-u}	29.7 ^{b1-d1}	22.7 ^{g1-il}	0.0 ^{p1}	29.9
	S.L.M046	65.8 ^{ef}	62.0 ^{gh}	53.2 ^{k-m}	40.5 ^{s-v}	0.0 ^{p1}	44.3
	Opera	37.1 ^{w-y}	23.0 ^{gl-il}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	12.0
SA1	Licord	47.0 ^{pq}	32.8 ^{z-b1}	24.1 ^{fl-h1}	12.6 ^{l1m1}	7.7 ^{o1}	24.8
	Tassilo	58.1 ^{ij}	45.8 ^{p-r}	34.4 ^{yz}	26.4 ^{d1-fl}	0.0 ^{p1}	32.9
	S.L.M046	77.3 ^c	65.3 ^{ef}	59.1 ^{hi}	51.0 ^{m-o}	43.3 ^{rs}	59.2
	Opera	52.4 ^{lm}	28.8 ^{c1-e1}	20.3 ^{il-k1}	0.0 ^{p1}	0.0 ^{p1}	20.3
SA1.5	Licord	56.7 ^{ij}	42.7 ^{t-t}	26.9 ^{d1-fl}	14.7 ^{l1}	8.2 ^{n1o1}	29.8
	Tassilo	63.0 ^{fg}	51.5 ^{mn}	39.9 ^{t-w}	27.3 ^{c1-fl}	11.4 ^{m1}	38.6
	S.L.M046	91.9 ^a	83.7 ^b	68.4 ^{de}	54.8 ^{j-l}	43.6 ^{rs}	68.5
	Opera	57.7 ^{ij}	37.3 ^{v-y}	30.6 ^{a1-c1}	21.6 ^{h1-j1}	12.7 ^{l1m1}	32.0
SA2	Licord	66.3 ^e	41.2 ^{s-u}	24.3 ^{fl-h1}	14.9 ^{l1}	0.0 ^{p1}	29.3
	Tassilo	70.8 ^d	47.7 ^{op}	38.3 ^{u-x}	25.9 ^{e1-g1}	0.0 ^{p1}	36.5
	S.L.M046	90.5 ^a	77.6 ^c	68.4 ^{de}	48.8 ^{n-p}	34.4 ^{yz}	63.9
	Opera	58.8 ⁱ	48.6 ^{n-p}	33.6 ^{za1}	29.1 ^{c1-e1}	0.0 ^{p1}	34.0
Ort.		59.2	44.3	32.0	20.1	8.1	32.7

Birçok çevresel faktörler, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz şekilde etkilemektedir. Kuraklık, tuzluluk, besin eksikliği ve sıcaklık en kritik çevresel sınırlayıcılar arasında yer almaktadırlar (Ashraf, 1994 a, b). Su kaybına karşı muhtemelen stoma kapatma ilk bitki savunma ve karbon tespitin düzeyini etkileyen en önemli faktördür (Silva et al., 2008).



Şekil 4.28. Ön muamele ile uygulanan farklı salisilik asit dozlarının [0 (SA0), 0.5 (SA0.5), 1 (SA1), 1.5 (SA1.5) ve 2 (SA2) mM], tuzluluk stresi [0 (EC0), 2 (EC2), 4 (EC4), 6 (EC6) ve 8 (EC8) ds/m] altında oransal stoma alanı üzerine etkisi.

Bir çok araştırmacı tarafından, tuzluluğun artış stomaların sayısı, eni ve boyunda azalma neden olduğunu ifade etmişlerdir (Amini and Abedini, 2012; Boughalleb et al., 2009). Oransal stoma alanı da diğer parametrelerde olduğu gibi tuz stresinden etkilenmiş durumdadır. OSA, stoma alanı ve stoma sayısına bağlı bir parametredir. Stoma alanı ve stoma sayısı büyük olduğu halde OSA da o kadar büyük olmaktadır. Mevcut çalışmada tuzluluk stoma alanını ve sayısını negatif etkileyerek OSA'nı da etkilemiştir. SA uygulaması bu negatif etkini azaltmış, bu yüzden yüksek SA uygulamalarında daha yüksek OSA değerleri elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülen denemede 5 farklı tuzluluk (EC) konsantrasyonu (0, 2, 4, 6, 8 ds/m) uygulanarak, bunun yanı sıra 5 farklı salisilik asidin (0, 0.5, 1, 1.5, 2 mM) konsantrasyonlarının bitkide tolerans artırıcı etkileri kanola çeşitleri üzerinde incelenmiş ve stres faktörlerinden kaynaklanan zararların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular, sonuçlar ve bunlara bağlı öneriler aşağıda verilmiştir.

Tuzluluk bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerindendir. Bitkilerin tuzluluk koşullarına toleransının araştırılması, ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalı olan Türkiye’de, tuzlu topraklardan yararlanma açısından büyük önem taşımaktadır. Mevcut çalışmada salisilik asidin (SA), gerek normal gerekse tuzlu koşullardaki; tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisine etkileri araştırılmıştır. Ele alınan kanola çeşitlerinin vejetatif ve generatif aksam kısımlarında meydana gelen zararlanmaların tuz konsantrasyonunun artışı ile daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yaprak eni ve boyu, gövde çapı ve boyu, tomurcuk oluşumu, çiçek oluşumu, yaş ve kuru ağırlık, verim ve verim öğeleri gibi parametrelerin stres koşulları altında azalma gösterdiği saptanmıştır. Meydana gelen değişimler tuz konsantrasyonunun artışı ile daha fazla zarar görmesine yol açmıştır. Diğer taraftan, ekim öncesi yaptığımız SA ön uygulamasının, tuz stresinde kanola tohumlarının çimlenme, büyüme ve gelişmesini engelleyici etkisini önemli ölçüde ortadan kaldırmıştır.

Bazı araştırmacılar tarafından SA’in bitkilerde çimlenme, büyüme ve gelişmeyi engellendiğini gösteren deneysel çalışmalarda mevcuttur. Bu çerçevede SA’in bitkilerde çimlenme ve büyüme üzerine etkisi, bitki türü, kullanılan doz ve ön muamele metoduna göre farklılık gösterebileceği söylenilebilir.

Fizyolojik karakterlerde ise tuzluluğun artışı ile SPAD değeri, kanopi sıcaklık depresyonu (KSD) ve yaprak oransal su içeriğinde (YOSİ) azalmalar meydana gelmiştir. Prolin miktarı ve hücre zararlanma oranı tuzluluğun artışı ile artış göstermiştir. Tuzluluğun yanı sıra SA etkisine bakıldığında, tuzluluğun olumsuz etkisini giderici özelliğe sahip olduğu elde edilen bulgularla belirlenmiştir.

Stomalara bağlı karakterleri incelediğimizde ise tuzluluğun artışı ile stoma yoğunluğu, stoma eni, stoma boyu, stoma şekil kat sayısı (SŞK), stoma alanı,

potansiyel iletkenlik indeksi (Pİİ) ve oransal stoma alanında da azalmalara neden olduğunu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra SA uygulamalarına baktığımızda yüksek SA uygulamalarında kontroller göre bu parametrelerdeki azalmaları hafiflemiş, dolayısıyla stres karşı bir tolerans mekanizması sağlanmıştır.

Tuzluluk, SA ve çeşitler arasında genel değerlendirme yaptığımızda tuzluluğun artışı ile beraber bitkilerin büyüme ve gelişmeleri olumsuz etkilenmiş, dolayısıyla verimde de bir azalma gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra SA açısından incelediğimizde ise SA konsantrasyonu arttıkça bitkiler strese daha fazla tolerans göstermişler ve tuzluluktan daha az etkilenmişlerdir. Ayrıca SA1.5 uygulaması kanola bitkisinde tuzluluğun olumsuz etkilerini gidermeye yönelik doz olarak belirlenmiştir. SA konsantrasyonu 2 mM uygulandığında bitkide toksik etki yaratmış ve dolayısıyla bitki büyümesinde sınırlayıcı rol oynamaya başlamıştır. Çeşitler bazında baktığımızda, incelenen birçok özellik bakımından SLM046 çeşit öne çıkmış ve tuzluluğa karşı tolerans göstermiş ve SA uygulamasından iyi şekilde yararlanmıştır.

Yapılan araştırmada dörtlü ($Yıl \times SA \times EC \times Çeşit$) interaksiyonların incelemesinde önemlilik kazanan karakterlere baktığımızda SLM046 çeşidi en yüksek değerlere, SA1.5–EC0 uygulamasında ulaşmıştır. Sadece yaprak eni, yaprak boy ve gövde boyunda Tassilo çeşidi öne çıkmıştır. En düşük değerler ise Licord çeşidinde, SA0–EC8 de bulunmuştur.

Bazı karakterlerde en düşük değerler EC4, EC6 da bulunmuştur. EC4 ve EC6 da en düşük değer elde etmek, yani EC8 konsantrasyonu aşırı tuzluluk nedeni ile bitkilerin çıkışını engellemiş. Bu sebepten dolayı çıkışını tamamlanmış bitkiler üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

İki yıl boyunca yürütülen denemede tüm koşullar eşit uygulanmıştır. Sadece hava sıcaklığı kontrol dışında kalmıştır, 2014 yılında verim ve verim ögeleri 2013 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. Bazı karakterler üzerine yılın interaksyonu önemli olmadığından dolayı üçlü değerlendirmeler yapılmıştır. Üçlü ($SA \times EC \times Çeşit$) interaksyonu incelemesinde çıkışını tamamlamış bitkilerde, incelenmiş karakterlere göre en yüksek değerler SLM046 çeşidi, SA1.5–EC0 uygulamasında elde etmiştir. En düşük değerler ise “Licord” çeşidinde, SA0–EC8 uygulamasından bulunmuştur. Bu araştırmada tuz stresinin kanola üzerine olan olumsuz etkilerini gidermede 1.5 mM SA dozunun ideal bir doz olduğu, sonucuna varılmıştır. İncelenen çeşitlerde, en dayanıklı çeşit SLM046, en hassas ise Licord

çeşidi olmuştur. Bunun yanında çeşitler arasında ham yağ oranı açısından en yüksek yağ oranı Tassilo çeşidinde elde edilmiş, en düşük ise Licord çeşidinde bulunmuştur. Tek bitki başına ham yağ verimi ise en yüksek SLM046 çeşidinde, en düşük ise Licord çeşidinde bulunmuştur.

Bu denemede bir bitki büyüme düzenleyicisi olan SA kullanılarak, Türkiye için önemli bir yağ bitkisi olan kanolanın tuzlu koşullarda ekimini gerçekleştirip ve tuz stresine karşı toleransının artırılabilceği sonucuna varılabilir. Bu nedenle SA gibi uygun büyüme düzenleyeciler, özellikle tuzlu arazilerde yetişebilecek bitkiler için kullanılmasının Türkiye ekonomisine çok yararlı sonuçlar sağlayacağı kanısındayız.

Tohumdan uygulanan SA yapraktan püskürtmeye göre daha kolay ve daha pratik olması göz önünde bulundurulduğunda tavsiye edilebilecek bir yöntem olarak öne çıkmıştır. SA'nın temini kolay ve ucuz dolayısıyla ekonomik getirisinin yüksek olacağı göz önüne alındığında bu projenin sağlayacağı katkı ekonomik anlamda çok önemli olabilecektir. Ayrıca, bu araştırmada kullanılan SA konsantrasyonları ve ön uygulama bekletme süreci diğer bitkilere tavsiye edilemez, çünkü SA etkisi bitkiden bitkiye ve bitkinin yapısına göre değişmektedir. Benzer araştırmaların tuza hassas bitkilerde yapılması ve benzer sonuçların elde edilmesi bu araştırmanın sonuçlarını destekleyici nitelikte olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abayomi, Y.A.**, 2008, Comparative growth and grain yield responses of early and late soybean maturity groups to induced soil moisture stress at different growth stages, *World J. Agric. Sci.*, 4, 71-78pp.
- Abdipur, M., Ramezani, H.R., Bavei, V. and Talaee, S.**, 2013, Effectiveness of canopy temperature and chlorophyll content measurements at different plant growth stages for screening of drought tolerant wheat genotypes, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 13 (10): 1325-1338pp.
- Abreu, M.E. and Munné-Bosch S.**, 2009, Salicylic acid deficiency in nahg transgenic lines and sid2 mutants increases seed yield in the annual plant *arabidopsis thaliana*, *Journal of Experimental Botany*, 60(4): 1261-71pp.
- Açıkgöz, E., Hatipoğlu, R., Altınok, S., Sancak, Cengiz., Tan, A. ve Uraz D.**, 2005, Yem bitkileri üretimi ve sorunları.
- Akbar, M.**, 1975, Water and chloride absorption in rice seedlings, *West Pakistan journal of agricultural research*, [http //agris.fao.org](http://agris.fao.org).
- Aldesuquy, H.S. and Ibrahim, A.H.**, 2001, Water relations, abscisic acid and yield of wheat plants in relation to the interactive effect of seawater and growth bioregulators, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187(2): 97-104pp.
- Alebrahim, M., Sabaghnia, N., Ebadi, A. and Mohebodini, M.**, 2004, Investigation the effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant, *Thymus vulgaris*, 13-20pp.
- Algan, N.**, 1990, Kanola tarımında çeşit sorunu ve agroteknik yöntemler, *TOKB Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Menemen, İzmir.
- Alizadeh, B., Valizadeh, M., Shahriari, M.M., Ghasemi, G.K. And Ahmadi, M.R.**, 2003, Genetic basis of salinity tolerance of rapeseed (*Brassica napus* L.) at germination stage, *Journal Of Agricultural Science (University of Tabriz)*, 13(3): 53- 68pp.
- Al-Thabet, S.S., Leilah, A.A. and Al-Hawass, I.**, 2004, Effect of NaCl and incubation temperature on seed germination of three canola (*Brassica napus* L.) cultivars, *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, 5(1): 1425pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Amini, F. and Abedini, E.,** 2012, Evaluation of seed germination, growth and plant anatomy of *salsola arbuscula* pall, İn salt stress in in vitro, Journal of Cell & Tissue, 3(3): 237-249pp.
- Amirulalam, M.d., Juraimi, A.S. Rafii, M.Y. and Azizah A.H.,** 2015, Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions, BioMed research international, Article ID 105695, 15pp.
- Ansari, M.S. and Misra, N.,** 2007, Miraculous role of salicylic acid in plant and animal system, American Journal of Plant Physiology, 2(1): 51-58pp.
- Apte, P.V. and Laloraya, M.M.,** 1982, Inhibitory action of phenolic compounds on abscisic acid-induced abscission, Journal of Experimental Botany, 33(4): 826-30pp.
- Arberg, B.,** 1981, Plant growth regulators, *XLI*. monosubstituted benzoic acid. Swed Agric Res, 11, 93-105pp.
- Arslan, N.,** 1997, Kolza; Sanayi Bitkileri, 7. Beş yıllık kalkınma planı özel ihtisas komisyonu raporu, DPT Ankara, 1993. 220-227pp.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R.,** 2007, Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance, Environmental and Experimental Botany, 59(2), 206-16pp.
- Ashraf, M. and Sharif, R.,** 1998, Assessment of Inter-cultivar/line variation of drought resistance in a potential oil-seed crop, ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Br.), Archives of Agronomy and Soil Science, 43(4), 251-65pp.
- Ashraf, M. and Ahmad, S.,** 2000, Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fibre characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), Field Crops Research, 66(2): 115-27pp.
- Ashraf, M. and McNeilly, T.,** 1990, Responses of four brassica species to sodium chloride, Environmental and Experimental Botany, 30(4): 475-87pp.
- Ashraf, M. and McNeilly, T.,** 2004, Salinity tolerance in brassica oilseeds. Critical Reviews in Plant Sciences, 23(2): 157-74pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ashraf, M.**, 1989, The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.), Plant and soil, 119(2): 205-10pp.
- Ashraf, M., Arfan, M. and Ahmad, A.**, 2003, Salt tolerance in okra: ion relations and gas exchange characteristics, Journal of plant nutrition, 26(1): 63-79pp.
- Ashraf, M., Akram, N.A., Arteca, R.N. and Foolad, M.R.**, 2010, The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance, Critical Reviews in Plant Sciences, 29(3): 162-90pp.
- Ashraf, M., Nazir, N. and McNeilly, T.**, 2001, Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid brassica species, Plant Science, 160(4): 683-89pp.
- Ashraf, M.**, 2004, Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants, Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 199(5): 361-76pp.
- Ataem**, 2007, *Kanola yetiştiriciliği* 10 Nisan, <http://www.ataem.gov.tr>. (Erişim tarihi:2 Ocak.2014)
- Atak, M., Atış, İ., Uygur, V. ve Erayman, M.**, 2015, Ekmeklik buğday genotiplerinin değişik fizyolojik dönemlerde oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1).
- Atakişi, İ.K.**, 1991, Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, (10).
- Ayeneh, A., Ginkel, M.V., Reynolds, M.P. and Ammar, K.**, 2002, Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress, Field Crops Research, 79(2): 173-84pp.
- Azari, A., Sanavi, S., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A.M. and Alizadeh, B.**, 2012, Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. Rapa*), Iranian Journal of Crop Sciences, 14(2), 121-35pp.
- Baniasadi, F., Saffari, V.R. and Maghsoodi, A.K.**, 2015, Effect of putrescine on some physiological and morphological characteristics of the plant *Calendula officinalis* L under salt stress, journals, sid. İr,8(1):125-133pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D.**, 1973, Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant and soil*, 39(1): 205-07pp.
- Baybordi, A., Tabatabai, S.J. and Ahmadova, A.**, 2010, Effects of sodium chloride stress on physiological characteristics, quality and quantity of winter rapeseed cultivars, *Journal of Water and Soil*, 24(2): 334-346pp.
- Baydar, H.**, 2000, Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi, *Türk-Koop Ekin*, 11, 50-57pp.
- Benavides-Mendoza, A., Ramirez-Rodriguez, H., Robledo-Torres, V., Hernandez-Davila, J., Ramirez-Mezquitic, J.G., Bacopulos-Tellez, E., Sandoval-Rangel, A. and Bustamante-Garcia, M.A.**, 2002, Seed treatment with salicylates modifies stomatal distribution, stomatal density and the tolerance to cold stress in pepper seedlings, proceedings of the 16th international pepper conference, Tampico, Tamaulipas, 25315, Mexico.
- Bernstein, N., Ioffe, M. and Zilberstaine, M.**, 2001, Salt stress effects on avocado rootstock growth. I. Establishing criteria for determination of shoot growth sensitivity to the stress, *Plant and soil*, 233(1): 1-11pp.
- Bian, Y.M., Chen, S.Y., Liu, S.K. and Xie, M.Y.**, 1988, Effects of HF on proline of some plants, *Plant Physiology Communications*, 6, 004pp.
- Boem, F.H., Scheiner, J.D. and Lavado, R.S.**, 1994, Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.), *Journal of Agronomy and Crop Science*, 172(3), 182-87pp.
- Boem, F.H.G. and Lavado, R.S.**, 1996, The effects of soil sodicity on emergence, growth, development and yield of oilseed rape (*Brassica napus*), *The Journal of Agricultural Science*, 126(02), 169-73pp.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. and Hasegawa, P.M.**, 2005, Plant adaptive responses to salinity stress, *Plant Abiotic Stress*, 37-70pp.
- Boughalleb, F., Denden, M. and Tiba, B.Ben.**, 2009, Anatomical changes induced by increasing NaCl salinity in three fodder shrubs, *nitraria retusa*, *Atriplex halimus* and *Medicago arborea*, *Acta physiologiae plantarum*, 31(5): 947-60pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bray, S. and Reid, D.M.**, 2002, The effect of salinity and CO₂ enrichment on the growth and anatomy of the second trifoliate leaf of *Phaseolus vulgaris*, Canadian Journal of Botany, 80(4): 349-59pp.
- Brugnoli, E. and Björkman, Olle.**, 1992, Growth of cotton under continuous salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal and non-stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy, Planta, 187(3): 335-47pp.
- Brummelkamp, T.R., Nijman, S.M.B., Dirac, A.M.G and Bernards, R.**, 2003, Loss of the cylindromatosis tumour suppressor inhibits apoptosis by activating NF- κ B, Nature, 424(6950): 797-801pp.
- Buckley, T.N.**, 2005, The control of stomata by water balance, New Phytologist, 168(2): 275-92pp.
- Bülbül, M., ve Beşparmak, F.**, 1998, Türkiye’de bitkisel yağ sanayinin ekonomik yönden değerlendirilmesi, Ekin Dergisi, 2(5), 127-142s.
- Bybordi, A.**, 2010, The influence of salt stress on seed germination, growth and yield of canola cultivars, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(1): 128-33pp.
- Cameron, R.K.**, 2000, Commentary salicylic acid and its role in plant defense responses: what do we really know? Physiological and Molecular Plant Pathology, 56(3): 91-93pp.
- Canbolat, Ö.**, 2012, Bazı buğdaygil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(4): 571-77s.
- Chandra, A. and Bhatt, R.K.**, 1998, Biochemical and physiological response to salicylic acid in relation to the systemic acquired resistance, Photosynthetica, 35(2): 255-58pp.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G.**, 2000, Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages, Scientia Horticulturae, 86(3): 247-60pp.
- Chauhan, C.P.S. and Singh, S.P.**, 1993, Wheat (*Triticum Aestivum*) Cultivation under saline irrigation, Wheat Information Service, <http://agris.fao.org/>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chen, Z., Ricigliano, J.W. and Klessig, D.F.,** 1993, Purification and characterization of a soluble salicylic acid-binding protein from tobacco, Proceedings of the National Academy of Sciences, 90(20): 9533-37pp.
- Chen, Z.Q., Chen, W.L. and Yang, C.W.,** 2009, Effects of exogenous salicylic acid on photosynthesis in arabidopsis leaves based on fluorescence spectra and delayed fluorescence technique, Guang pu xue yu guang pu fen xi= Guang pu, 29(8): 2208-12pp.
- Clarens, A.F., Resurreccion, E.P., White, M.A. and Colosi, L.M.,** 2010, Environmental life cycle comparison of algae to other bioenergy feedstocks, Environmental science & technology, 44(5): 1813-19pp.
- Cleland, C.F. and Ajami, A.,** 1974, Identification of the flower-inducing factor isolated from aphid honeydew as being salicylic acid, Plant Physiology, 54(6): 904-06pp.
- Connemann, J. and Fischer, J.,** 2000, Biodiesel world, International congress and expo lipids, fats, and oils, 4pp.
- Corcoran, M.R.,** 1976, In:krishnamoorthy, H.N. (ed): Gibberellins and Plant growth. wiley-eastern put, Ltd., New Delhi, 289pp.
- Çanakçı, S. and Munzuroğlu, Ömer.,** 2004, Fasulye (*phaseolus vulgaris* L.) çekirdeklerinde ağırlık değişimleri, pigment ve protein miktarları üzerine asetilsalisilik asit ve tuz nacl uygulamasının karşılıklı etkileri, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(1).
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S. and Kabar, K.,** 2007, Tuzlu (NaCl) koşullar altındaki tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve yaprak anatomisi üzerine triakontanol ön uygulamasının etkileri, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(2): 136-145pp.
- Dajic, Z.,** 2006, Salt stress, physiology and molecular biology of stress tolerance in plants, Springer, 41-99pp.
- Datta, K.S. and Nanda, K.K.,** 1985, Effect of some phenolic compounds and gibberellic acid on growth and development of cheena millet (*Panicum miliaceus* L.), Indian Journal of Plant Physiology (India). <http://agris.fao.org>. (Erişim tarihi:15 Mart.2014)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Day, S., Demir Kaya, M. ve Kolsarıcı, Ö.,** 2008, Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri, Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14(3): 230-36s.
- Demir, S., Ellialtıoğlu, Ş., Yaşar, F., Kuşvuran, Ş., Yücer, M. ve Türközü, D.,** 2012, Tuz stresi uygulanmış yerli kavun aksesyonlarına ait fidelerde iyon dağılımının incelenmesi, Nevşehir Üniv. Fen Bil. Enst. Dergisi (Baskıda).
- Demirci, M. ve Alpaslan, M.,** 1991, Türkiye'de bitkisel yağ sanayinin durumu, Agroteknik Tarım Teknoloji Derg, 6, 34-35s.
- Dierig, D.A., Grieve, C.M. and Shannon, M.C.,** 2003, Selection for salt tolerance in lesquerella fendleri (Gray) S. Wats, Industrial crops and products, 17(1): 15-22pp.
- Długokęcka, E. and Kacperska-Palacz, A.,** 1978, Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injuries, Biologia Plantarum, 20(4): 262-67pp.
- Doğan, A. ve Başoğlu, F.,** 1985, Yemeklik bitkisel yağ kimyası ve teknolojisi uygulama klavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No, 951.
- Eberhard, S., Doubrava, N., Marfa, V., Mohnen, D., Southwick, A., Darvill, A. and Albersheim, P.,** 1989, Pectic cell wall fragments regulate tobacco thin-cell-layer explant morphogenesis, The Plant Cell, 1(8): 747-55pp.
- Ekmekçi, E., Apan, M.ve Kara T.,** 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, Anadolu Journal Of Agricultural Sciences, 20(3): 118-25s.
- El-Hendawy, S.E., Hu, Y. and Schmidhalter, U.,** 2005, Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances, Crop and Pasture Science, 56(2): 123-34pp.
- El-Tayeb, M.A.,** 2005, Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid, Plant Growth Regulation, 45(3): 215-24pp.
- Elwood, P.C., Gallagher, A.M., Duthie, G.G., Mur, L.A.J. and Morgan, G.,** 2009, Aspirin, salicylates, and cancer, The Lancet, 373(9671): 1301-09pp.
- Ergene A.,** 1982, Toprak bilgisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum. No: 267, Ders Kitapları Serisi No: 42.
- Eriş, A.,** 1992, Özel bağcılık, Uludağ Üniv.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fan, S. and Blake, T.J.**, 1994, Absciscic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements, *Physiologia Plantarum*, 90(2): 414-19pp.
- FAO.** 2012, Food and agriculture organization of the united nations, (FAO). <http://faostat.fao.org/site/291>.
- Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A.**, 2003, Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in brassica juncea, *Photosynthetica*, 41(2): 281-84pp.
- Ferrarese, L., Moretto, P., Trainotti, L., Rascio, N. and Casadoro, G.**, 1996, Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid, *Journal of Experimental Botany*, 47(2): 251-57pp.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Caterina, R.D., Simone, G.D. and Caro, A.D.**, 2000, Effect of supplementary irrigation on seed yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in a sub-arid environment, *Proceedings of XV international sunflower conference*, C139-44pp.
- Franco, J.A., Fernández, J.A., Bañón, S. and González, A.**, 1997, Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars, *Hort Science*, 32(4): 642-44pp.
- Francois, L.E. and Kleiman, R.**, 1990, Salinity Effects on vegetative growth, seed yield, and fatty acid composition of crambe, *Agronomy Journal*, 82(6): 1110-14pp.
- Francois, L.E.**, 1994, Growth, seed yield, and oil content of canola grown under saline conditions, *Agronomy Journal*, 86(2): 233-37pp.
- Gautam, S. and Singh, P.K.**, 2009, Salicylic acid induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress, *Acta physiologiae plantarum*, 31(6): 1185-90pp.
- Ghassemi-Golezani, K., Taifeh-Noori M., Moghaddam, M., Oustan, S. and Seyyed Rahmani, S.**, 2011, Physiological performance of soybean cultivars under salinity stress, *J. Plant Physiol. Breeding*, 1, 1-8pp.
- Gizlenci, Ş. ve Dok, M.**, 2003, Ham yağ açığına çözüm kanola, *Ekin Dergisi*, Ankara, 7(23): 50-55pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Grewal, H.S.**, 2010, Water uptake, water use efficiency, plant growth and ionic balance of wheat, barley, canola and chickpea plants on a sodic vertosol with variable subsoil NaCl salinity, *Agricultural Water Management*, 97(1): 148-56pp.
- Griffiths, L.A.**, 1959, On the distribution of gentisic acid in green plants, *Journal of Experimental Botany*, 437-42pp.
- Guan, L. and Scandalios, J.G.**, 1995, Developmentally related responses of maize catalase genes to salicylic acid, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(13): 5930-34pp.
- Gupta, S.C. and Srivastava, C.P.**, 1989, Effect of salt stress on morpho-physiological parameters in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Indian J. Plant Physiol*, 32(2): 169-71pp.
- Gülen, H., Köksal, N. ve Eriş, A.**, 2004, Farklı anaçlar üzerine aşılı bazı kiraz ve elma çeşitlerinde stoma yoğunluğu ve stoma boyutları, *Bahçe Bitkileri*, 33 (1-2):1-5s.
- Güneş, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Guneri, E., Eraslan, F. and Guzelordu, T.**, 2005, Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) (Einfluss Einer Salicylsäure–Applikation Auf Die Induktion Von Stresstoleranz Sowie Nährstoffaufnahme Von Mais [*Zea Mays* L.]). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51(6): 687-95pp.
- Gürleyük, S.S. ve Akpınar, S.**, 2003, Yeni enerji kaynakları: biyodizel, Yenilenebilir Enerji Kaynakları II. Sempozyumu, YEKSEM.
- Hajlaoui, H., El Ayeb, N., Garrec, J.P. and Denden, M.**, 2010, Differential Effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation on the basis of root and leaf tissue senescence of two silage maize (*Zea mays* L.) varieties, *Industrial crops and products*, 31(1): 122-30pp.
- Hamada, A.M.**, 2001, Salicylic acid versus salinity-drought-induced stress on wheat seedlings, *Rostlinna Vyroba-UZPI (Czech Republic)*.
- Hanan, E.D.**, 2007, Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *triticum aestivum* and *hordeum vulgare*, *Advances in biological research*, 1(1-2): 40-48pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Harborne, J.B.**, 1980, Plant phenolics. in secondary plant products, ea bell. bv charlwood, Berlin: Springer Veriag, 674, 329-402pp.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.K.**, 1986, Cellular mechanisms of salinity tolerance, HortScience, 21(6): 1317-24pp.
- Hashemi, A., Abdolzadeh, A. and Sadeghipour, H.R.**, 2010, Beneficial effects of silicon nutrition in alleviating salinity stress in hydroponically grown canola, *Brassica napus* L., Plants, Soil Science & Plant Nutrition, 56(2): 244-53pp.
- Hayat, Q., Hayat, S., Alyemeni, M.N. and Ahmad, A.**, 2012, Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense system in *Cicer arietinum* L., Plant Soil Environment, 58(9): 417-23pp.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A.** 2010, Effect of exogenous salicylic acid under changing environment, Environmental and Experimental Botany, 68(1): 14-25pp.
- Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A.**, 2005, Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings, Acta Agronomica Hungarica, 53(4): 433-37pp.
- Hong, C.Y., Chao, Y.Y., Yang, M.Y., Cheng, S.Y., Cho, S.C. and Kao, C.H.**, 2009, NaCl-induced expression of glutathione reductase in roots of rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings is mediated through hydrogen peroxide but not abscisic acid, *Plant and soil*, 320(1–2): 103-15pp.
- Hong-Bo, S., Xiao-Yan, C., Li-Ye, C., Xi-Ning, Z., Gang, W., Yong-Bing, Y., Chang-Xing, Z. and Zan-Min, Hu.**, 2006b, Investigation on the relationship of proline with wheat anti-drought under soil water deficits, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 53(1): 113-19pp.
- Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T.**, 2007, Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling, Journal of Plant Growth Regulation, 26(3): 290-300pp.
- Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S.A.M. and Feizi, M.**, 2005, Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments, Field Crops Research, 91(2): 345-54pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hu, Y. and Schmidhalter, Urs.,** 2005, Drought and Salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4): 541-49pp.
- Huang, X.Y., Chao, D.Y., Gao, J.P., Zhu, M.Z., Shi, M. and Lin, H.X.,** 2009, A previously unknown zinc finger protein, dst, regulates drought and salt tolerance in rice via stomatal aperture control, *Genes & Development*, 23(15): 1805-17pp.
- Wang, H., Shi, H., Yang, R., Liu, J. and Yu, Y.,** 2012, Stomatal characteristics of greening plant species in response to different urban atmospheric environments in Xi'an, China, *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.10 (3&4): 1524-1529pp.
- Wang, L.J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Liu, G.J., and Cheng, J. S.,** 2010, Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves, *BMC Plant Biology*, 10, 34–40.
- Hussain, K., Nawaz, K., Majeed, A., Ilyas, U., Lin, F., Ali, K. and Nisar, M.F.,** 2011, Role of exogenous salicylic acid applications for salt tolerance in violet, *Sarhad J. Agric*, 27(2): 171-75pp.
- Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S.,** 2007, Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(4): 321-28pp.
- Ibrahim, R.K. and Towers, G.,** 1959, Conversion of salicylic acid to gentisic acid and o-pyrocatechuic acid, all labelled with carbon-14, in plants, *Nature*, 184, 1803pp.
- Imran, H., Zhang, Y., Du, G., Wang, G. and Zhang, J.,** 2007, Effect of salicylic acid (sa) on delaying fruit senescence of huang kum pear, *Frontiers of Agriculture in China*, 1(4): 456-59pp.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A.E., Endo, T. and Honna, T.,** 2002, Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions, *Journal of plant nutrition*, 25(1): 189-200pp.
- Iwaki, S.,** 1956, Studies on the salt injury in rice plant, *Memoirs of the Ehime Univ.(Agriculture)*, 2, 1-156pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Jain, A. and Srivastava, H.S.**, 1981, Effect of salicylic acid on nitrate reductase activity in maize seedlings, *Physiologia Plantarum*, 51(4): 339-42pp.
- Johnston, A.M., Tanaka, D.L., Miller, P.R., Brandt, S.A., Nielsen, D.C., Lafond, G.P. and Riveland, N.R.**, 2002, Oilseed crops for semiarid cropping systems in the northern great plains, *Agronomy Journal*, 94(2): 231-40pp.
- Jung, J.I., Fritig, B. and Hahne, G.**, 1993, Sunflower (*Helianthus annuus* L.) pathogenesis-related proteins (Induction by aspirin (acetylsalicylic acid) and characterization), *Plant Physiology*, 101(3): 873-80pp.
- Karanlık, S.**, 2001, Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması, ÇÜ Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Adana.
- Karipçin, Mz.**, 2009, Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi, Ç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Kaydan, D., Yagmur, M and 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): 114-19pp.
- Kemp, P.R. and Cunningham, G.L.**, 1981, Light, temperature and salinity effects on growth, leaf anatomy and photosynthesis of *distichlis spicata* (L.) greene, *American Journal of Botany*, 507-16pp.
- Keutgen, A.J. and Pawelzik, E.**, 2009, Impacts of NaCl Stress on Plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry, *Environmental and Experimental Botany*, 65(2): 170-76pp.
- Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D.L.**, 2003, Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates, *Journal of Plant Physiology*, 160(5): 485-92pp.
- Khatun, S. and Flowers, T.J.**, 1995, Effects of salinity on seed set in rice, *Plant, cell & environment*, 18(1): 61-67pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- KhodaParast, B., Nobar, R.S.D., Maheri, N., Ghorbani, A. and Salamat Azar, M.,** 2011, Determination of organic matter degradability of urea treated canola straw using nylon bag technique, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(6), 806-07pp.
- Kiarostami, k., Sadri, S.S., Abdolmaleki, N. and Sabor, O.,** 2015, The effect of salicylic acid on antioxidant enzymes in canola plant, *Journal of Alzahra University*, 27(2): 85-104pp.
- Klämbt, H.D.,** 1962, Conversion in plants of benzoic acid to salicylic acid and its β -D-glucoside.
- Kling, G.J. and Meyer Jr, M.M.,** 1983, Effects of phenolic compounds and indoleacetic acid on adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum*, and *Acer griseum* [mung bean bioassay, silver maple, paperbark maple, propagation, woody plants], *HortScience*.
- Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M.D. ve İşler, N.,** 2005, Yağlı tohumlu bitkiler üretimi, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI, Teknik Kongresi, 3-7pp.
- Korkmaz, A., Uzunlu, M. and Demirkiran, A.R.,** 2007, Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress, *Acta physiologiae plantarum*, 29(6): 503-08pp.
- Kreps, J.A., Wu, Y., Chang, H.S., Zhu, T., Wang, X. and Harper, J.F.,** 2002, Transcriptome changes for *Arabidopsis* in response to salt, osmotic, and cold stress, *Plant Physiology*, 130(4): 2129-41pp.
- Kumar, D.,** 1995, Salt tolerance in oilseed Brassicas-present status and future prospects, *Plant Breeding Abstracts* (United Kingdom).
- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H. and Raskin, I.,** 1995, Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils, *Environmental science & technology*, 29(5): 1232-38pp.
- Kumari, M., Singh, V.P., Tripathi, R. and Joshi, A.K.,** 2007, Variation for staygreen trait and its association with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat, *Wheat Production in Stressed Environments*. Springer, 357-63pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kuşvuran, Ş.**, 2010, Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 355s.
- Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A. and Prisco, J.T.**, 2003, Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress, *Environ. & Experi. B.*, 49(2): 107-20pp.
- Larque-Saavedra, A.**, 1978, The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on *phaseolus vulgaris*, *Physiologia Plantarum*, 43(2): 126-28pp.
- Larque-Saavedra, A.**, 1979, Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment, *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 93(4): 371-75pp.
- Lee, H.I., León, J. and Raskin, I.**, 1995, Biosynthesis and metabolism of salicylic acid, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(10): 4076-79pp.
- Levitt, Jacob.**, 1980, Responses of plants to environmental stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt, and other Stresses. Academic Press.
- Liu, L., Gan, Y., Bueckert, R. and Rees, K.V.**, 2011, Rooting systems of oilseed and pulse crops I: Temporal growth patterns across the plant developmental periods, *Field Crops Research*, 122(3): 256-63pp.
- Lopez-Delgado, H., Dat, J.F., Foyer, C.H. and Scott, I.M.**, 1998, Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H₂O₂, *Journal of Experimental Botany*, 49(321): 713-20pp.
- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J.**, 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of Botany*, 78(3): 389-98pp.
- Lynn, D.G. and Chang, M.**, 1990, Phenolic signals in cohabitation: implications for plant development, *Annual review of plant biology*, 41(1): 497-526pp.
- Ma, Q. and Turner, D.W.**, 2006, Osmotic adjustment segregates with and is positively related to seed yield in F₃ lines of crosses between *Brassica napus* and *B. juncea* subjected to water deficit, *Animal Production Science*, 46(12): 1621-27pp.
- Mahajan, S. and Tuteja, N.**, 2005, Cold, salinity and drought stresses: an overview, *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2): 139-58pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mahmoodzadeh, H. and Naeini, M.B.**, 2007, Effects of salinity on the morphology and yield of two cultivars of canola plant, *J. Agron.*, 6, 409-414pp.
- Mahmoodzadeh, H.**, 2011, The effect of salinity on seed composition and electrophoretic pattern of proteins in susceptible and tolerant to salinity rape seed, Published in National Conference on Advances in Agronomy, http://www.civilica.com/Paper-NCAAGRI01-NCAAGRI01_169.html.
(Erişim tarihi:28 Mayıs.2015)
- Majd, A., Fallahian, M. and Fallahian, F.**, 2006, Effect of salicylic acid yield, yield components and the resistance of two varieties of peas resistant to fungus *Ascochyta Rabiei*, *Iranian Journal of Biology*.3, 314-320pp.
- Martin-Mex, R., Villanueva-Couoh, E., Herrera-Campos, T. and Larqué-Saavedra, A.**, 2005, Positive effect of salicylates on the flowering of african violet, *Scientia Horticulturae*, 103(4): 499-502pp.
- Martin-Mex, R., Villanueva-Couoh, E., Uicab-Quijano, V. and Larqué-Saavedra, A.**, 2003, Positive effect of salicylic acid on the flowering of gloxinia, *Proceedings 31st Annual Meeting, Plant Growth Regulation Society of America, Vancouver, Canada*, 149-51pp.
- Mateo, A., Mühlenbock, P., Rustérucchi, C., Chang, C.C.C., Miszalski, Z., Karpinska, B., Parker, J.E., Mullineaux, P.M. and Karpinski, S.**, 2004, Lesion simulating disease 1 is required for acclimation to conditions that promote excess excitation energy, *Plant Physiology*, 136(1): 2818-30pp.
- Matysik, J., Bhalu, B. and Mohanty, P.**, 2002, Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants, *Current Science*, 82(5): 525-32pp.
- Meloni, D.A., Oliva, M.A., Martinez, C.A. and Cambraia, J.**, 2003, Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress, *Environmental and Experimental Botany*, 49(1): 69-76pp.
- Melotto, M., Underwood, W., Koczan, J., Nomura, K. And He, S.Y.**, 2006, Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion, *Cell*, 126(5): 969-80pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Misra, N. and Gupta, A.K.**, 2005, Effect of salt stress on proline metabolism in two high yielding genotypes of green gram, *Plant Science*, 169(2): 331-39pp.
- Moharekar, S.T., Lokhande, S.D., Hara, T., Tanaka, R., Tanaka, A. and Chavan, P.D.**, 2003, Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents of wheat and moong seedlings, *Photosynthetica*, 41(2): 315-17pp.
- Moussa, H.R. and Khodary, S.E.A.**, 2003, Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants, *Isotope Radiat. Res*, 35, 179-87pp.
- Muezenpoor, S., Rizi, S. and Mohammad Khani, A.R.**, 2014, The effect of silicon on the quantity and quality nutrition herb *Echinacea* (*Echinacea purpurea* L.), National Conference on Medicinal Plants, Tehran, Islamic Azad University, http://www.civilica.com/Paper-HERBAL03-HERBAL03_285.html.(Erişim tarihi:2 Ocak.2015)
- Munns, R.**, 2002b, Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell & Environment*, 25(2): 239-50pp.
- Munns, R. and Termaat, A.**, 1986, Whole-plant responses to salinity, *Functional Plant Biology*, 13(1): 143-60pp.
- Munns, R. and Tester, M.**, 2008, "Mechanisms of Salinity Tolerance," *Annu. Rev. Plant Biol.* 59, 651-81pp.
- Munns, R.**, 2002a. Salinity, growth and phytohormones, *Salinity: Environment-Plants-Molecules*. Springer, 271-90pp.
- Munns, R.**, 2005, Genes and salt tolerance: Bringing them together, *New Phytologist*, 167(3): 645-63pp.
- Naeem, M.S., Jin, Z.L., Wan, G.L., Liu, D., Liu, H.B., Yoneyama, K. and Zhou, W.J.**, 2010, 5-Aminolevulinic acid improves photosynthetic gas exchange capacity and ion uptake under salinity stress in oilseed rape (*Brassica napus* L.), *Plant and soil*, 332(1-2): 405-15pp.
- Neely, C., Brown, J., Hunt, C. and Davis, J.**, 2009, Increasing the value of winter canola crops by developing ensiling systems (Canolage) to produce cattle feed, *Proc. Alfalfa and Forage Conference*, Moscow, ID. 27-31pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Neves, O.S.C., Carvalho, J.G. and Rodrigues, C.R.,** 2004, Growth and mineral nutrition of umbuzeiro seedlings (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) under salt stress in nutrient solution, *Ciência e Agrotecnologia*, 28(5): 997-1006pp.
- Oota, Y.,** 1972, The response of *lemna gibba* G₃ to a single long day in the Presence of Edta, *Plant and cell physiology*, 13(3): 575-80pp.
- Örçen, N., Nazarian, G.R. and Gharibkhani, M.,** 2013, The responses of stomatal parameters and SPAD value in asian tobacco exposed to chromium, *Polish Journal of Environmental Studies*, 22(5).
- Özgüven, M.,** 1990, Yağ bitkileri; Kolza, ayçiçeği ve hintyağı, Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitabı. Adana. No:47, 1-77 S - 2000. Kolza Yetiştiriciliği. TÜBİTAK-TARP Yayınları, 26s.
- Öztekin, G.B.,** 2009, Aşılı domates bitkilerinde tuz stresine karşı anacların etkisi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 342 s.
- Öztürk, N.Z.,** 2015, Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5).
- Pancheva, T.V. and Popova, L.P.,** 1998, Effect of salicylic acid on the synthesis of Ribulose-1, 5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase in Barley leaves, *Journal of Plant Physiology*, 152(4): 381-86pp.
- Pancheva, T.V., Popova, L.P. and Uzunova, A.N.,** 1996, Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants, *Journal of Plant Physiology*, 149(1): 57-63pp.
- Parida, A.K. and Das, A.B.,** 2005, Salt tolerance and salinity effects on plants: A review, *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3): 324-49pp.
- Pessarakli, M., Tucker, T.C. and Nakabayashi, K.,** 1991, Growth response of barley and wheat to salt stress, *Journal of plant nutrition*, 14(4): 331-40pp.
- Pessarakli, M. and Szabolcs, I.,** 1999, Soil Salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors, *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Dekker, New York, 1-15pp.
- Pimmongkol, A., Terapongtanakhon, S. and Udomsirichakhon, K.,** 2002, Anatomy of salt and non-salt-tolerant rice treated with NaCl, 28. Congress on science and technology of Thailand, Bangkok (Thailand), 24-26.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A.,** 1997, Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiological role, *Bulg. J. Plant Physiol*, 23, 85-93pp.
- Pritchard, F.M., Eagles, H.A., Norton, R.M., Salisbury, P.A. and Nicolas, M.,** 2000, Environmental effects on seed composition of victorian canola, *Animal Production Science*, 40(5): 679-85pp.
- Prough, D.S., Roy, R., Bumgarner, J. and Shannon, G.,** 1984, Acute pulmonary edema in healthy teenagers following conservative doses of intravenous naloxone, *Anesthesiology*, 60(5): 485-86pp.
- Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Rehman, S.U. and Rha, E.S.,** 2003, Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance, *Biologia Plantarum*, 46(4): 629-32pp.
- Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, Y., Ahmad, R. and Nazli, S.,** 2004, Some growth related characteristics in canola (*Brassica napus* L.) under salinity stress, *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, 1665-68pp.
- Qasim, M.,** 2000, Physiological and biochemical studies in a potential oilseed crop canola (*Brassica napus* L.) under salinity (NaCl) stress, Ph. D. Thesis. Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Qiu, N. and Lu, C.,** 2003, Enhanced tolerance of photosynthesis against high temperature damage in salt-adapted halophyte *Atriplex centralasiatica* plants, *Plant, cell & environment*, 26(7): 1137-45pp.
- Rai, V.K., Sharma, S.S. and Sharma, S.,** 1986, Reversal of Aba-Induced stomatal closure by phenolic compounds, *Journal of Experimental Botany*, 37(1): 129-34pp.
- Rajasekaran, L.R. and Blake, T.J.,** 1999, New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings, *Journal of Plant Growth Regulation*, 18(4): 175-81pp.
- Rajjou, L., Belghazi, M., Huguet, R., Robin, C., Moreau, A., Job, C. and Job, D.,** 2006, Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on arabidopsis seed germination and establishment of early defense mechanisms, *Plant Physiology*, 141(3): 910-23pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ramanujam, M.P., Abdul Jaleel, V. and Kumaravelu, G.,** 1998, Effect of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of vigna mungo, *Biologia Plantarum*, 41(2): 307-11pp.
- Rameeh, V., Rezai, A. and Saeidi, G.,** 2004, Study of salinity tolerance in rapeseed, *Communications in soil science and plant analysis*, 35(19-20): 2849-66pp.
- Rao, M.V., Paliyath, G., Ormrod, D.P., Murr, D.P. and Watkins, C.B.,** 1997, Influence of salicylic acid on H₂O₂ production, oxidative stress, and H₂O₂-metabolizing enzymes (Salicylic acid-mediated oxidative damage requires H₂O₂), *Plant Physiology*, 115(1): 137-49pp.
- Raskin, I., Skubatz, H., Tang, W. and Meeuse, B.J.,** 1990, Salicylic acid levels in thermogenic and non-thermogenic plants, *Annals of Botany*, 66(4): 369-73pp.
- Raskin, I.,** 1995, Salicylic acid. In P. J. Davies (Ed.), *Plant hormones, physiology, biochemistry and molecular biology*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 188–205pp.
- Raskin, I.,** 1992, "Salicylate, a new plant hormone," *Plant Physiology*, 99(3): 799pp.
- Raskin, I., Turner, I.M. and Melander, W.R.,** 1989, Regulation of heat production in the inflorescences of an arum lily by endogenous salicylic acid, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(7): 2214-18pp.
- Ray, S.D.,** 1986, Ga, Aba, Phenol interaction in the control of growth: Phenolic compounds as effective modulators of Ga-Aba interaction in radish seedlings, *Biologia Plantarum*, 28(5): 361-69pp.
- Ray, S.D., Guruprasad, K.N. and Laloraya, M.M.,** 1983, Reversal of abscisic acid-inhibited betacyanin synthesis by phenolic compounds in amaranthus caudatus seedlings, *Physiologia Plantarum*, 58(2): 175-78pp.
- Redmann, RE; MQ Qi and M Belyk.** 1994, Growth of transgenic and standard canola (*Brassica napus* L.) varieties in response to soil salinity, *Canadian journal of plant science*, 74(4): 797-99pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Reynolds, M.P., Nagarajan, S., Razzaque, M.A. and Ageeb, O.A.A.,** 2001, Heat tolerance, Application of physiology in wheat breeding, 124-35pp.
- Rhoades, J.D.,** 1992, Recent advances in the methodology for measuring and mapping soil salinity, Proc. Int'l Symp. on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands, Bangkok, Thailand, 39-58pp.
- Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J.,** 2011, Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development, Journal of Experimental Botany, 62(10): 3321-38pp.
- Roustan, J.P., Latche, A. and Fallot, J.,** 1990, Inhibition of ethylene production and stimulation of carrot somatic embryogenesis by salicylic acid, Biologia Plantarum, 32(4): 273-76pp.
- Roychoudhury, A., Basu, S. and Sengupta, D.N.,** 2011, Amelioration of salinity stress by exogenously applied spermidine or spermine in three varieties of indica rice differing in their level of salt tolerance, Journal of Plant Physiology, 168(4): 317-28pp.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W.,** 1992, Plant Physiology, wadsworth publishing corporation, Belmont, CA, USA.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K.,** 2000, Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants, Plant Growth Regulation, 30(2): 157-61pp.
- Senaratna, T., Merritt, D., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D. and Sivasithamparam, K.,** 2003, Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants, Plant Growth Regulation, 39(1): 77-81pp.
- Seo, S., Ishizuka, K. and Ohashi, Y.,** 1995, Induction of salicylic acid β -glucosidase in tobacco leaves by exogenous salicylic acid, Plant and cell physiology, 36(3): 447-53pp.
- Sevinç, Y. ve Tuna, L.,** 2006, Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 59-67s.
- Shahidi, F.,** 1990, Rapeseed and canola: Global production and distribution, Canola and Rapeseed, Springer, 3-13pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R.,** 2003, Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity, *Plant Science*, 164(3): 317-22pp.
- Shalmashi, A. and Eliassi, A.,** 2007, Solubility of salicylic acid in water, ethanol, carbon tetrachloride, ethyl acetate, and xylene, *Journal of Chemical & Engineering Data*, 53(1): 199-200pp.
- Shannon, M.C. and Grieve, C.M.,** 1998, Tolerance of vegetable crops to salinity, *Scientia Horticulturae*, 78(1): 5-38pp.
- Shannon, M.C.,** 1980, In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance, *chemical abstracts*, 3133pp.
- Sharafizad, M., Naderi, A., Siadat, S.A., Sakinejad, T. and Lak, S.,** 2012, Effect of salicylic acid pretreatment on yield, its components and remobilization of stored material of wheat under drought stress, *Journal of Agricultural Science*, 4(10): 115pp.
- Shekari, F., Khoii, F.R., Javanshir, A., Alyari, H. and Shkiba, M.R.,** 2000, Effects of sodium chloride salinity on germination of rapeseed cultivars, *Turkish Journal of Field Crops*, 5(1): 21-28pp.
- Shettel, N.L. and Balke, N.E.,** 1983, Plant growth response to several allelopathic chemicals, *Weed Science*, 293-98pp.
- Silva, E.C., Mansur, R.J., Nogueira, C., Araújo F.P., Melo, N.F. and Azevedo Neto, A.D.,** 2008, Physiological responses to salt stress in young umbu plants, *Environmental and Experimental Botany*, 63(1): 147-57pp.
- Silva, M.A., Silva, J.A.G., Enciso, J., Sharma, V. and Jifon, J.,** 2008, Yield components as indicators of drought tolerance of sugarcane, *Scientia Agricola*, 65(6): 620-27pp.
- Singh, G. and Kaur, M.,** 1980, Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) wilczek, *Indian J. Plant Physiol*, 23, 366-70pp.
- Singh, P.K. and Gautam, S.,** 2013, Role of salicylic acid on physiological and biochemical mechanism of salinity stress tolerance in plants, *Acta physiologiae plantarum*, 35(8): 2345-53pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Slaymaker, D.H., Navarre, D.A., Clark, D., Pozo, O.D, Martin, G.B. and Klessig, D.F.**, 2002, The tobacco salicylic acid-binding protein 3 (Sabp3) Is the chloroplast carbonic anhydrase, which exhibits antioxidant activity and plays a role in the hypersensitive defense response, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(18): 11640-45pp.
- Sonneveld, C.**, 1988, The salt tolerance of greenhouse crops, *Netherlands Journal of Agricultural Science*.
- Sripinyowanich, S., Klomsakul, P., Boonburapong, B., Bangyeekhun, T., Asami, T., Gu, H., Buaboocha, T. and Chadchawan, S.**, 2013, exogenous aba induces salt tolerance in indica rice (*Oryza Sativa* L.): The role of osp_{5CS1} and osp_{5CR} gene expression during salt stress, *Environmental and Experimental Botany*, 86, 94-105pp.
- Stevens, J., Senaratna, T. and Sivasithamparam, K.**, 2006, Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation, *Plant Growth Regulation*, 49(1): 77-83pp.
- Stragonov, B.P.**, 1962, *Fiziologicheskie osnovy soleustoichivosti rastenii*, Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR Moskva.
- Süzer, S.**, 2001, Kanola tarımı, *Marmara'da Tarım*. 77–78, 8–43.
- Syeed, S., Anjum, N.A., Nazar, R., Iqbal, N., Masood, A. and Khan, N.A.**, 2011, Salicylic acid-mediated changes in photosynthesis, nutrients content and antioxidant metabolism in two mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars differing in salt tolerance, *Acta physiologiae plantarum*, 33(3): 877-86pp.
- Szepesi, A., Csiszár, J., Bajkán, S., Gémes, K., Horváth, F., Erdei, L., Deér, A.K., Simon, M.L. and Tari, I.**, 2005, Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt-and osmotic stress, *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2): 123-25pp.
- Tagawa, T., and Ishizaka, N.**, 1963a, Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity. 2. Effects of salinity on the absorption of water and of the chloride ion [in japanese, english summary]. *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 31, 337–341pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tagawa, T., and Ishizaka, N.**, 1964, Physiological studies on the tolerance of rice leaves, [in Japanese, English summary], Mem. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 5, 77-82pp.
- Tagawa, T., Nobuyuki, I.**, 1965, Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity: 7. Osmotic adaptability of rice plants to hypertonic saline media, Crop Science Society of Japan, 33, 218–220 pp.
- Takagi, M., El-Shemy, H.A., Sasaki, S., Toyama, S., Kanai, S., Saneoka, H. and Fujita, K.**, 2009, Elevated CO₂ Concentration alleviates salinity stress in tomato plant, Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science, 59(1): 87-96pp.
- Tari, I., Csiszár, J., Szalai, G., Horváth, F., Pécsváradi, A., Kiss, G., Szepesi, A., Szabó, M. and Erdei, L.**, 2002, Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment, Acta Biologica Szegediensis, 46(3-4): 55-56pp.
- TÇV.** 2006, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara.
- Tıprıdamaz, R. and Ellialtıoğlu, Ç.**, 1998. Some Physiological and biochemical changes in *Solatum melongena* L. Genotypes grown under salt conditions, Progress in Botanical Research, Springer, 377-80pp.
- Tıprıdamaz, R. ve Karakullukçu, S.**, 1993, Profilin ve glisinbetain'in tuzlu koşullarda kültüre alınmış domates embriyolarının gelişmesi ve bazı içsel madde değişimleri üzerine etkileri, Doğa-Tr. J. Bot, 17, 54-64pp.
- Tohma, Ö.**, 2007, The effect of salicylic acid treatment on salt stress resistance in strawberry, <http://agris.fao.org> (Erişim tarihi: 12 Eylül 2015)
- Trajkova, F., Papadantonakis, N. and Savvas, D.**, 2006, Comparative effects of NaCl and CaCl₂ salinity on cucumber grown in a closed hydroponic system, HortScience, 41(2): 437-41pp.
- Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. and Taban, S.**, 2009, Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant, African Journal of Agricultural Research, 4(9): 893-97pp.
- Tuteja, N.**, 2007, Chapter twenty-four-mechanisms of high salinity tolerance in plants, Methods in enzymology, 428, 419-38pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- TÜİK.** 2014, "Türkiye istatistik kurumu. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler," http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13, 2014.
- Türkan, G.,** 2008, Bitki fizyolojisi. Ankara Palme Yayınları, No. 455, 690s.
- TZOB.** 2007, Uluslararası biyoyakıt sempozyumu. http://www.tzob.org.tr/tzob_web/Haber/biyyakit_2006.htm. (Erişim tarihi:2 Ocak.2013)
- Uzunova, A.N. and Popova, L.P.,** 2000, Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants, *Photosynthetica*, 38(2): 243-50pp.
- Vicente, M.R.S. and Plasencia, J.,** 2011, Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development, *Journal of Experimental Botany*, 62(10): 3321-38pp.
- Wei, W., Bilsborrow, P.E., Hooley, P., Fincham, D.A., Lombi, E. and Forster, B.P.,** 2003, Salinity induced differences in growth, ion distribution and partitioning in barley between the cultivar maythorpe and its derived mutant golden promise, *Plant and soil*, 250(2): 183-91pp.
- Weiss, E.A.,** 2000, Rapeseed in oilseed crops, Blackwell Sci. Ltd., Victoria, Australia.
- Wildermuth, M.C.,** 2006, Variations on a theme: Synthesis and modification of plant benzoic acids, *Current opinion in plant biology*, 9(3): 288-96pp.
- Xie, Z., Zhang, Z.L., Hanzlik, S., Cook, E. and Shen, Q.J.,** 2007, Salicylic acid inhibits gibberellin-induced alpha-amylase expression and seed germination via a pathway involving an abscisic-acid-inducible wrky gene, *Plant molecular biology*, 64(3): 293-303pp.
- Xu, X.W., Xu, H.L., Wang, Y.L., Wang, X.J., Qiu, Y.Z. and Xu, B.,** 2008, The effect of salt stress on the chlorophyll level of the main sand-binding plants in the shelterbelt along the tarim desert highway, *Chinese Science Bulletin*, 53(2): 109-11pp.
- Yadawa, UL.,** 1986, A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves, *HortScience*, 21(6): 1449-50pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yalpani, N., Leon, J., Lawton, M.A. and Raskin, I.**, 1993, Pathway of salicylic acid biosynthesis in healthy and virus-inoculated tobacco, *Plant Physiology*, 103(2): 315-21pp.
- Yang, Y., Qi, M. and Mei, C.**, 2004, Endogenous salicylic acid protects rice plants from oxidative damage caused by aging as well as biotic and abiotic stress, *The Plant Journal*, 40(6): 909-19pp.
- Yaşar, F.**, 2003, Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri.
- Yeğin, Z.G.**, 2012, Arpa genotiplerinde tuz toleransının fizyolojik analizlerle belirlenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yeo, A.R., Izard, P., Boursier, P.J. and Flowers, T.J.**, 1991, Short-and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.), *Journal of Experimental Botany*, 42(7): 881-89pp.
- Yıldırım, E. and Dursun, A.**, 2008, Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions, *International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate* 807, 395-400pp.
- Yıldız, M. and Terzi, H.**, 2013, Effect of NaCl stress on chlorophyll biosynthesis, proline, lipid peroxidation and antioxidative enzymes in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive barley cultivars, *Journal of Agricultural Sciences*, 19, 79-88pp.
- Yıldız, M., Terzi, H. and Akçalı, N.**, 2014, Bitki tuz stresi toleransında salisilik asit ve poliaminler, *Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering*, 14(2).
- Yusuf, M., Fariduddin, Q., Varshney, P. and Ahmad, A.**, 2012, Salicylic acid minimizes nickel and/or salinity-induced toxicity in indian mustard (*Brassica juncea*) through an improved antioxidant system, *Environmental Science and Pollution Research*, 19(1): 8-18pp.
- Yusuf, M., Hasan, S.A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. and Ahmad, A.**, 2008, Effect of salicylic acid on salinity-induced changes in brassica juncea, *Journal of integrative plant biology*, 50(9): 1096-102pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D. and Baybordi, A.,** 2010, Evaluation of the performance and yield of winter rapeseed cultivars under salt stress, Journal of environmental stress in plant sciences, 1(2): 109-121pp.
- Zeinali, E., Soltani, A. and Galeshi, S.,** 2002, Response of germination components to salinity stress in oil seed rape (*Brassica napus* L.), Iranian J. of Agric. Sci, 33, 137-45pp.
- Zhu, J., Bie, Z. and Li, Y.,** 2008, Physiological and growth responses of two different salt-sensitive cucumber cultivars to NaCl stress, Soil science and plant nutrition, 54(3): 400-07pp.

ÖZGEÇMİŞ

Gholam Reza NAZARIAN, 5 Mayıs 1984 Zanjan, İran’da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Mahneshan ilçesinde, 2002 yılında tamamlamıştır. Zanjan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde lisans eğitimini 2007 yılında tamamladıktan sonra, 2008 yılında Miyaneh İslamic Azad Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yüksek lisansa başlamış ve 2010 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi tarla Bitkileri Bölümünde 2011 yılında doktora eğitimine başlamıştır.

Uluslararası yayınları

Orcen N, Nazarian GR. Chromium tolerance at seedling stage of oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Varieties. International Journal of Agri Science, Vol. 3 (3): 242–252, March 2013.

Nesrin Orcen, Gholamreza Nazarian, Masoud Gharibkhani. The Responses of Stomatal Parameters and SPAD Value in Asian Tobacco Exposed to Chromium. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 22, No. 5 (2013).

Nesrin Orcen, Gholamreza Nazarian, Tuba Barlas and Esref Irget Variation in stomatal traits based on plant growth parameters in Corn (*Zea mays* L.) Annals of Biological Research, 2013, 4 (11): 25–29.

Nesrin Orcen, Gholamreza Nazarian, Shiva Sadighfard, Mahmut Tepecik and Esref Irget. Effects of wastewater sludge on growth of rape (*Brassica napus*). Annals of Biological Research, 2013, 4 (12): 1–5.

G. Nazarian, M. Mehrpooyan and M. Khiyavi, 2009. Study of effects of drought stress on yield and yield components of four sunflower cultivars in Zanjan, Iran. Plant Ecophysiology (3) p: 135–139.

Kongrelerde sunduğu makaleler

Nesrin Örçen, Ahmet Esen Çelen, G. Reza Nazarian and Harun Karaman. Deniz Börülcesi (*Salicornia europaea*)’nin Köklendirilmesi Üzerine NAA Etkisinin Belirlenmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi 7–10 Eylül 2015 Çanakkale.358s.

Gr. Nazarian, M. Mehrpooyan and M. Khiyavi. Study the response of 4 sunflowers (*Helianthus annuus*. L) Cultivar to drought stress in different stage of growth. First National Conference on Modern Topics in Agriculture. Islamic Azad University – November 2011.

Gr. Nazarian, M. Mehrpooyan, M. Khiyavi, H. Nazari nasi. 2010. Study the effect of drought stress on yield and yield components in four cultivars of sunflower (*Hilliantus anneus*. L). The eleventh Congress of Crop Sciences, Tehran, Shahid BeheshtiUniversity. <http://www.civilica.com/Paper-NABATAT11-0931>.

G. Nazarian, and M. Khiyavi, 2009. Study of effects of drought stress on yield and yield components of four sunflower cultivars. Proceeding of the 1 national symposium on agriculture and sustainable development. Islamic Azad university of Shiraz. Iran. P: 177–178.