

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2023, 60 (1):91-101  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1053742>

Cemre Havva KURT<sup>1</sup> 

Murat TUNÇTÜRK<sup>2\*</sup> 

Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65000, Tuşba, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65000, Tuşba, Van, Türkiye

<sup>3</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 65000, Tuşba, Van, Türkiye

\*Sorumlu yazar (Corresponding author):

[murattunckturk@yyu.edu.tr](mailto:murattunckturk@yyu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Fizyolojik ve biyokimyasal özellikler, *Glycine max* L., salisilik asit, tuz stresi

**Keywords:** Physiological and biochemical properties, *Glycine max* L., salicylic acid, salt stress

# Tuzluluk stresi koşullarında yetiştirilen soya (*Glycine max* L.) bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine salisilik asit uygulamalarının etkileri \*

The effects of salicylic acid on some physiological and biochemical changes in soybean (*Glycine max* L.) plant under salinity stress conditions

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarından düzenlenmiştir.

Received (Alınış): 05.01.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 24.10.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, tuzluluk stresi altında yetiştirilen soya fasulyesinde salisilik asidin morfolojik ve biyokimyasal değişimlerini gözlemlemektir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışma 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, "İlksoy" soya çeşidi kullanılmış, dört farklı salisilik asit dozu (0, 0.5, 1, 1.5 mM) ve 3 farklı NaCl tuz dozu (0, 150 ve 300 mM) uygulanmıştır. Çalışmada soyada kök - gövde uzunluğu, kök - gövde yaş ağırlığı, kök - gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı, klorofil oranı, yaprak dokularında iyon sızıntısı (YDİS), lipid peroksidasyon düzeyi (MDA), yaprak dokularında bağlı su içeriği (YDBSİ) ve membran dayanıklılık indeksi (YDMDİ) gibi bitki ile ilgili özellikler belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları ve Sonuç:** Tuz dozları arttıkça gövde yaş ağırlığının azaldığı, en düşük değer, 1.26 g ile 300 mM tuz konsantrasyonundan elde edildiği gözlemlenmiştir. En yüksek MDA miktarı (0.75 nmol/g TA) ve en düşük klorofil içeriği (39.46 SPAD) 300 mM NaCl dozu uygulandığında elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, tuz stresi uygulamaları ile gövde uzunluğu, kök, gövde yaş ve kuru ağırlıklarını, YDBSİ, YDMDİ, yaprak alanını, ve klorofil oranı azalırken, MDA ve YDİS değerleri artmıştır. Ayrıca en uzun kökler kontrol ile kıyaslandığında 150 mM tuz uygulamalarından tespit edilmiştir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to observe the morphological and biochemical changes of salicylic acid in soybean grown under salinity stress.

**Material and Methods:** The study was carried out in climate room of Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2019. The "İlksoy" soybean variety was used in the study. Four different salicylic acid doses (0, 0.5, 1 and 1.5 mM) and 3 different NaCl salt doses (0, 150 and 300 mM) were applied. Plant related properties such as root - stem length, root - stem fresh weight, root - stem dry weight, leaf area, chlorophyll content, ion leakage in leaf tissues (ILLT), lipid peroxidation level (MDA), relative water content (RWC) and membrane resistance in leaf tissues (MRLT) were determined.

**Results and Conclusions:** It was observed that as the salt doses increased, the stem fresh weight of the soybean plants decreased, and the lowest value was obtained from 1.26 g and 300 mM salt concentration. The highest MDA content (0.75 nmolg<sup>-1</sup> FW) and the lowest chlorophyll content (39.46 SPAD) were obtained when the 300 mM NaCl dose was applied. From the study conducted, the stem length, root, stem fresh and dry weights, RWC, MRLT, leaf area and chlorophyll ratio decreased with salt stress applications while the MDA and ILLT values increased. In addition, the longest roots were detected in 150 mM salt applications as compared to the control.

## GİRİŞ

Bitkiler, geçmişten günümüze kadar insanlar tarafından farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Geçmişte insanlar bitkileri; hastalıkların tedavisinde, beslenme, barınma, savunma ve ısınma amacıyla kullanmıştır. Günümüzde ise bu daha bilinçli bir şekilde yapılmakta ve gıda, kozmetik, ilaç, endüstri ve ziraat gibi pek çok alanda bitkiler kullanılmaktadır (Göktaş & Gıdık, 2019). İnsan sağlığı göz önünde bulundurularak, yeni beslenme alışkanlıkları içerisinde birçok ürün yer almıştır. Protein oranı oldukça yüksek bir yağ bitkisi olan soyabunlardan biridir (Hartwig & Kihl, 1979).

Gen merkezi Kuzey Çin olan soya (*Glycine max* (L.) Merrill) baklagiller familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. %18-26 yağ ve %40 protein içeren soya, insan ve hayvan beslenmesi açısından çok önemli bir yere sahiptir (İlker vd., 2010). Ayrıca, dünya yağlı tohum üretiminin %50'sinden fazlası soya bitkisinden karşılanmaktadır (Arıoğlu, 1994). Soya, kolesterol ve doymuş yağlar içermemesi nedeniyle, protein içeriği yüksek kalitede olup, çok yönlü kullanım alanı olan bitkisel gıda maddesidir. Soya yağı, B ve E vitaminleri ile demir, çinko, magnezyum açısından oldukça zengindir. Son 20 yılda uygulanan 2. ürün projesi ile Akdeniz ve Ege Bölgesi'nin sulanabilir alanlarında yetiştirilmeye başlanmış olan soya tarımı günümüzde ağırlıklı olarak Çukurova Bölgesi'nde yapılmaktadır. Soya üretiminin %80-85'i Adana ve Osmaniye illerinde yapılmakta olup. Son yıllarda soya üretimi 50-60 bin tona gerilemiştir. Özellikle üreticilerimizin bu değerli ürünü 2. ürün olarak değerlendirmeleri ve yaygınlaşmasını sağlamaları önem arz etmektedir (Nazlıcan, 2017).

Toprakların verimliliğini önemli ölçüde azaltan tuzluluk problemi, özellikle yağışı yetersiz olan kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde sık karşılaşılan bir sorundur. İliman iklim bölgelerindeki tuzlar nemin etkisiyle çözünerek alt katmanlara doğru hareket etmekte ve yer altı sularına karışarak okyanuslara taşınmaktadır. Kurak iklimin yaşandığı bölgelerde ise bu durum tam tersidir, dolayısıyla yıkanma ile denize ya da okyanuslara taşınma durumu yok denilecek kadar azdır. Dünyada bulunan toprakların %46'sı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yer almaktadır. Sulu tarım yapılan bu iklim bölgelerinde arazilerin %50'ye yakınında farklı seviyelerde tuzluluk problemi vardır. Bunun yanı sıra kuraklık buharlaşmayı da beraberinde getirdiğinden buharlaşmanın etkisiyle toprak yüzeyinde biriken tuzlar yoğun miktarda topraklarda tuz birikimine neden olmaktadır.

Toprakta tuzluluk problemi kurak ve yarı kurak bölgelerde drenaj yetersizliği, yağışlarla tuzların taşınması gibi doğal nedenlerle, sulama suyunun tuzlu olması ve bilinçsiz gübreleme gibi insan faktörlü uygulamalar sonucunda oluşmaktadır (Sönmez & Sönmez, 2007).

Dünyada toprakların yaklaşık %33'ü tuzlu topraklar olarak bilinmektedir ve bu oran her geçen yıl artmaktadır. Dünyada 10 milyon hektar arazi her yıl tuzluluk probleminden dolayı kullanılamaz duruma gelerek sorunun boyutunun ne kadar büyük olduğunu göstermektedir (Kwiatowski,1998). Ekonomik değere sahip bitkilerin çoğu toprak tuzluluğuna karşı hassasiyet göstermekte olup, duyarlı bitkilerin tuz stresine karşı hassasiyetini gidermek ve tolerans mekanizmalarını arttırmak amacıyla besin değeri yüksek ve sadece tuza değil diğer tüm abiyotik stres çeşitlerine karşı da geniş tolerans aralığına sahip bitkilerin geliştirilmesi gerektiği mecburi bir hal almıştır.

Salisilik asit (SA), genellikle bir hidroksil grubu ya da onun fonksiyonel türevini taşıyan, aromatik bir halkaya sahip bitki fenoliklerinin bir grubudur. Fenolik karakterli içsel bir büyüme düzenleyici olan SA, bitki bünyesinde fizyolojik olayların düzenlenmesinde görev almaktadır (Mikolajczyk et al., 2000). SA'nın kuraklık, tuzluluk ağır metaller ve sıcaklık gibi olumsuz şartlarda bitki bünyesinde strese karşı verdiği tepkilerin düzenlenmesinde önemli bir rol üstlendiği belirtilmiştir (Hayat vd., 2010). Bitkilerde hastalık direncini arttıran salisilik asit, birçok stres durumuna karşı hormonal bir sinyal molekülüdür (Shirasu et al.,1997). Salisilik asit; ucuz, ayrıştırılabilir ve son derece güçlü bir bitki büyüme hormonu olduğundan, normal ve stresli koşullar altında ürün verimini arttırmada kullanılmaktadır (Cochrane et al., 2004; Catinot et al., 2008; Kim & Hwang, 2011; Sadeghi vd., 2013). Yapılan çalışmalarda SA'nın hormonal etkilerinin

büyümeyi düşük dozlarda uyarmak ve yüksek dozlarda ise büyümeyi engellemek için hareket ettiği ileri sürülmektedir (Bagautdinova et al., 2022). Ayrıca SA'nın, bitkinin hücre bölünmesinde çok önemli roller oynadığı tespit edilmiştir (Li et al., 2022). Bu bulgular, SA'nın oldukça ağır stres koşullarında, bitki tolerans seviyesini arttırabileceğini göstermektedir.

Bu çalışma ile, tuz stresi koşullarında yetiştirilen soyanın bazı fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerinde, farklı salisilik asit dozlarının etkisi incelenmiş ve salisilik asitin tuz stresi nedeniyle meydana gelen zararlanmaların hangi seviyede baskılandığı ya da toleransı artırıp artırmadığı saptanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme, 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait tam kontrollü iklim odasında yürütülmüştür. Araştırmada tohumluk materyali olarak Trakya Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen İlksoy soya (*Glycine max* L.) çeşidi kullanılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak faktöriyel düzende yürütülmüştür. Araştırmada, dört farklı salisilik asit konsantrasyonu (0, 0.5, 1.0 ve 1.5 mM) ve üç farklı tuz dozu (0, 150 ve 300 mM NaCl) kullanılmıştır. Toplam 48 adet plastik saksı kullanılarak kurulan denemede bitki bünyesinde oluşturulan tuz stresinin salisilik asit uygulamaları sonucu ne derecede önlenebileceğini gözlemlemek amacıyla toprağa salisilik asit dozları sulama suyu ile birlikte verilmiştir.

Araştırmada, soya tohumları öncelikle plastik çimlendirme kaplarına ekilerek ve 2-3 adet gerçek yaprağa sahip oldukları fide dönemine geldiklerinde her saksıya viyollerden alınan birer adet fide 1/3 perlit ve 2/3 toprak karışımı ile doldurulan 500 cc'lik plastik saksılara dikilmiştir. Kullanılan saksı harcı 500 gram olacak şekilde saksılara doldurulmuştur. Dikimden sonra saksılar 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık, %65 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Bitkiler ekimden itibaren gün aşırı olmak kaydı ile saf su ile sulanmıştır. Bitkilere salisilik asit uygulaması ekimden 12 gün sonra başlamıştır. Saksılardaki bitkilere 16. günden itibaren tuz uygulamalarına başlanmıştır. Sulama suyu olarak farklı tuz dozlarında hazırlanan solüsyon toprağa uygulanmıştır. Tuz konsantrasyonu uygulamalarıyla birlikte salisilik asit vermeye devam edilmiştir. Bitkilere 19. günde sadece tuz uygulanıp salisilik asit uygulaması sonlandırılmıştır. yaklaşık 1 hafta sonra (27.gün) bitkilerde fizyolojik sorunlar gözlemlenmiş ve analizler için (33. gün) hasat yapılarak deneme sonlandırılmıştır. Tuz stresine maruz kalmış soya bitkisine uygulanan salisilik asit uygulamalarının bitkide fizyolojik ve biyokimsal özellikler üzerine olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Kök ve gövde uzunluğu, kumpas ile santimetre (cm) cinsinden ölçülmüştür. Kök ve gövde yaş ağırlığı, hassas terazide tartılmış, daha sonra 70°C'de 48 saat süresince etüvde bekletilerek kök ve gövde kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Her saksıda bulunan tek bitkiler hasat edilmeden önce, tüm incelenecek parametreler için 4 tekerrürlü olacak şekilde örnekleme yapılmış ve daha sonra morfolojik gözlemler alınmak üzere bitkiler hasat edilmiştir.

Yaprak Dokularında Bağıl Su İçeriği (%): Bitkilerin oransal su içeriklerini belirlemek için hasattan hemen sonra her bir yapraktan 4 adet disk şeklinde kesit alınıp yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Yaprak diskleri, 2 saat boyunca, 25 °C'de ultra saf suda bekletilerek, turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ardından örnekler, 110 °C'de 24 saat boyunca kurutularak ağırlıkları kaydedilmiş ve bağıl (oransal) su içeriği, Arora et al.(2002)'ne göre hesaplanmıştır.

Lipid Peroksidasyon Seviyelerinin Belirlenmesi (nmol/gTA): Bitkilerde lipid peroksidasyonu malondialdehit (MDA) içeriği olarak ifade edilmektedir. Amacına uygun olarak alınan 0.5 g yaprak örnekleri 10 ml %0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml %20'lik TCA içerisinde çözülmüş %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C su banyosunda, 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 g'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan

sonra süpernatant kısmının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbanısı belirlenmiş ve malondialdehit (MDA) içeriği tespit edilmiştir (Sairam & Saxena, 2000).

Yaprak Dokularında Membran Dayanıklılık İndeksi (%) ve Yaprak Dokularında İyon Sızıntısının Belirlenmesi (%): Hasattan önce alınan yaş yaprak örnekleri (0.1 g) önce çeşme suyu ile daha sonra saf su ile yıkanıp bitki örnekleri 10 ml saf su içerisinde 40°C'de 30 dakika bekletilerek çözeltinin EC'si ölçülmüştür. Sonra sıcak su banyosunda 100°C'de 10 dakika bekletilen örnekte EC tekrar ölçülerek ve yaprak dokularında iyon sızıntısı veya membran geçirgenliği belirlenmiştir (Sairam, 1994).

Yaprak Alanı: Yaprak şekilleri çizilerek alan ölçer aleti (planimetre) kullanılarak cm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır.

Klorofil İçeriği: Yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan ) ile belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin hesaplanması COSTAT (6.3 versiyonu) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmış olup önemli çıkan uygulamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi'ne göre karşılaştırılmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Tuz stresi koşullarında yetiştirilen soya fidelerinde salisilik asit uygulamalarının bazı büyüme parametreleri ile fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri gözlemlenmiş elde edilen sonuçlar Çizelge 1 ve Çizelge 2'de sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Tuzluluk stresi koşullarında yetiştirilen soyanın bazı morfolojik gelişim parametreleri üzerine salisilik asit dozlarının etkisi

**Table 1.** The effects of salicylic acid applications on some morphological growth parameters of soybean grown under salinity stress conditions

Tuz Uyg.	SA Uyg.	Kök uzunluğu (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Gövde yaş ağırlık (g)	Kök kuru ağırlık (g)	Gövde kuru ağırlık (g)
<b>T0</b>	SA1	18.40d	45.75bc	1.54de	1.83abc	0.17c	0.37c
	SA2	25.62bc	47.87bc	2.54b	2.17ab	0.25b	0.43b
	SA3	26.25bc	62.00a	3.18a	0.79e	0.33a	0.61a
	SA4	28.25b	61.87a	2.72b	2.67a	0.26b	0.60a
<b>T0 Ortalama</b>		24.63B	54.37A	2.49A	1.86A	0.25A	0.50A
<b>T1</b>	SA1	25.55bc	25.55g	1.14e	1.41c	0.13cd	0.25e
	SA2	32.85a	44.87c	2.15c	1.74bc	0.22bc	0.31d
	SA3	25.25bc	46.17bc	2.14c	2.12ab	0.23bc	0.40bc
	SA4	28.00b	46.45bc	1.58d	1.92ab	0.16c	0.37c
<b>T1 Ortalama</b>		27.91A	40.76B	1.75B	1.79A	0.19B	0.33B
<b>T2</b>	SA1	17.77e	31.07f	0.48g	0.79de	0.09d	0.23ef
	SA2	34.75a	35.62e	1.19e	1.26cd	0.13cd	0.17f
	SA3	18.35d	38.57d	0.84f	1.47c	0.11cd	0.37c
	SA4	24.10c	49.85b	1.32e	1.54c	0.13cd	0.30d
<b>T2 Ortalama</b>		23.74B	38.78B	0.96C	1.26B	0.11C	0.27C
<b>SA Ortalama</b>	SA1	20.58D	34.12D	1.06C	1.34D	0.13C	0.28B
	SA2	31.07A	43.79C	1.96AB	1.73B	0.20B	0.30B
	SA3	23.28C	48.91B	2.06A	1.46C	0.22A	0.46A
	SA4	26.78B	52.73A	1.87B	2.04A	0.18C	0.42A
VK (%)		10.097	6.362	11.288	14.207	12.391	10.096
Tuz Uyg.		**	**	**	**	**	**
SAUyg.		**	**	**	**	**	**
T x SA		**	**	**	**	**	**

T: Tuz, SA: Salisilik asit, SA1: 0 (Kontrol), SA2:0.5 mM, SA3: 1 mM, SA4: 1.5 mM, T0: 0 (Kontrol), T1: 150 mM, T2: 300 mM,

\*P<0.05 düzeyinde önemli, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli,

Aynı büyük ve aynı küçük harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır.

Soya bitkisinin kök uzunluğu üzerine salisilik asit doz uygulamaları, tuz konsantrasyonları ve tuz salisilik asit interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonunun artması kök uzunluğunun azalmasına neden olmuştur (Çizelge 1). Tunçtürk vd. (2011), tuz stresi koşullarında yetiştirilen kanolanın kök uzunluğunda, Bilkis et al. (2016), buğdayın kök gelişiminde bir azalmaya neden olduğunu vurgulamışlardır. Salisilik asit dozları açısından değerlendirme yapıldığında, en uzun köklerin 31.07 cm ile SA2 dozundan elde edildiği, en kısa köklerin ise 20.58 cm ile kontrol bitkilerinde ölçüldüğü ortaya çıkmıştır. Salisilik asit konsantrasyonları 0.5 mM tuz dozunda kök uzunluğu üzerinde en iyi etkiyi gösterirken, artan dozlar kök uzunluğunun artmasında etkili olmamıştır Ancak kontrol ile kıyaslandığında artışlar sağlanmıştır. Salisilik asitin buğday ve fasulyede kök uzunluğunu arttırdığı özellikle tuz stresine maruz bırakılmış bitkilerin köklerinde hücre bölünmesinin ilerlemesine ve verimlilik artışına neden olduğu ortaya konulmuştur (Shakirova et al., 2003; Türkyılmaz vd., 2005). Zahra et al.(2011) tarafından yapılan çalışmada da tuz stresi koşullarında salisilik asit konsantrasyonundaki artışa paralel olarak kök uzamasının engellendiği bildirilmiştir.

Farklı tuz ve salisilik asit dozlarının gövde uzunluğu üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Farklı tuz konsantrasyonlarında en yüksek gövde uzunluğu ortalama değeri 54.37 cm ile tuz uygulanmayan kontrol grubundan sağlanırken, en düşük gövde uzunluğu değeri ise 38.78 cm ile 300 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. SA uygulamaları bakımından, en yüksek gövde uzunluğu 52.73 cm ile 1.5 mM SA uygulamalarından en düşük değer 34.12 cm ile kontrolden sağlanmıştır. Gövde uzunluğu değeri, en yüksek 62.00 cm ile kontrol ile 1.0 mM salisilik asit interaksyonundan elde edilmiştir. Çalışmada uygulanan artan tuz konsantrasyonları gövde uzunluğunu azaltıcı yönde etkilerken, SA uygulamalarının arttırıcı yönde etkisi tespit edilmiştir. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda tuz stresinin kök gelişimini engellediği ve bu durumun bitkide gövde uzunluğu gelişimini azalttığı ortaya konulmuştur (Romero et al., 2001; Irshad et al., 2002). Kızılgücü (2021), buğdayda yaptığı çalışmada da artan tuz konsantrasyonlarının gövde uzunluğunda azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Soyada kök yaş ağırlığı tuz x salisilik asit interaksyonundan önemli derecede etkilenmiştir. En yüksek değer 3.18 g ile kontrol ile 1.0 mM SA interaksyonundan elde edilmiştir. Artan salisilik asit konsantrasyonları ile bitki kök yaş ağırlığının olumlu etkilendiği ve bitki kök yaş ağırlığının arttığı tespit edilirken, artan tuz konsantrasyonlarının ise kök yaş ağırlığını azalttığı belirlenmiştir. Gutierrez Coronado et al.(1998) soya fasulyesinde, Shakirova et al. (2003) buğdayda, Güneş vd. (2007) mısırdaki yaptıkları çalışmalarda, salisilik asidin bir büyüme düzenleyicisi olarak rol aldığını belirtmişlerdir. Tunçtürk vd. (2008) tuz stresine maruz bırakılan soya çeşitlerinde stresin bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini, bu etkinin çeşitlerin tolerans seviyesine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Fasulyede uygulanan salisilik asidin bitkinin kök yaş ağırlıkları üzerinde uygulanan doza bağlı olarak olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Türkyılmaz vd., 2005). Tunçtürk vd. (2008) tuz stresine maruz bırakılan soya çeşitlerinde stresin bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini bu etkinin çeşitlerin tolerans seviyesine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Altıncı vd. (2020) tarafından yapılan araştırmada ise salisilik asit uygulamalarının narince üzüm çeşidinde kök yaş ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir.

Soyada tuz dozu arttıkça gövde yaş ağırlığının azaldığı, en düşük değer, 1.26 g ile 300 mM tuz konsantrasyonundan elde edildiği gözlenmiştir. Salisilik asit dozu arttıkça, yaş ağırlık artmıştır. Tuz x salisilik asit interaksyonunda en yüksek gövde yaş ağırlığı 2.67 g ile kontrol koşullarında 1.5 mM SA uygulamasından elde edilmiştir.

Türkyılmaz vd. (2005) fasulye bitkisinde salisilik asidin kontrole göre bitki yaş ve kuru ağırlığını, Gutierrez Coronado et al. (1998) soyada kök ve sürgün ağırlığını arttırdığını tespit etmişlerdir. Delavari et al. (2010) tarafından yapılan çalışmada 0,01 mM salisilik asit uygulamalarının, fesleğenin gövde uzunluğunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Tepe (2011) kontrol uygulamalarına kıyasla SA uygulamalarının fide yaş ağırlığını arttırdığını, Bahrani & Pourreza (2012) farklı salisilik asit uygulamalarının tuzluluk stresinde fide yaş ağırlığı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, 1.5 mg L<sup>-1</sup> SA uygulamaları ile tuzun kontrol parsellerinde, en yüksek fide yaş ağırlığını elde ettiklerini bildirmişlerdir. Kiran vd. (2015), tuz stresi altında yetiştirdikleri bazı patlıcan anaçlarında gözle görülür zararlanmaların meydana geldiğini ve skala değerleri arttıkça bitki gövde yaş ağırlığında azalmaların meydana geldiğini saptamışlardır.

Kök kuru ağırlığı 300 mM tuz konsantrasyonunda en düşük değeri verdiği gözlenmiştir. Salisilik asit Kontrol koşullarına 1.0 mM salisilik asit dozu uygulaması en yüksek kök kuru ağırlığının elde edilmesini sağlamıştır. Türkyılmaz vd. (2005) tarafından fasulyede yapılan çalışmada 50, 100 ve 200 ppm salisilik asit uygulamalarında kök kuru ağırlıklarında istatistiki olarak anlamlı bir fark gözlenmediği belirlenmiştir. Karlıdağ vd. (2009), çilekte en yüksek kök kuru ağırlığı değerininin 1 mM SA uygulamalarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Dura vd. (2016), yaptıkları araştırmada biber bitkisine uyguladıkları salisilik asit konsantrasyonlarının kontrol bitkilerine oranla bitki kök kuru ağırlığında önemli artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Yılmaz (2021) tarafından buğdayda yapılan çalışmada salisilik asit uygulamasının kök kuru ağırlığını arttırdığını tespit etmişlerdir. Farklı dozda salisilik asit uygulamaları içerisinde, en yüksek gövde kuru ağırlığı 1.0 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulanan parsellerden elde edilirken, en düşük gövde kuru ağırlığı ortalama değeri kontrol saksılarında gözlenmiştir. Salisilik asit dozları 1 mM'ye kadar gövde kuru ağırlığı üzerinde artış sağlarken, uygulama dozunun artması, gövde kuru ağırlığının azalmasına neden olmuştur Khan et al. (2003), soya ve mısırdaki salisilik asitin bitki kuru ağırlığını artırarak verimde artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Lian et al. (2000), soyada 5 mM SA uygulamalarının gövde kuru ağırlığını azalttığını tespit etmişlerdir.

Tuz konsantrasyonları arttıkça soya bitkisinde bağıl su içeriği değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Salisilik asit uygulamaları bakımından en yüksek bağıl su içeriği %65.41 ile 1.5 mM salisilik asit konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer %51.04 ile salisilik asit uygulanmayan kontrol parsellerinde gözlenmiştir. Salisilik asit uygulamalarının bitkide yaprak dokularında bağıl su içeriği değerlerini arttırdığı Çizelge 2'de izlenebilmektedir. Salisilik asit uygulamalarının hardal otunda net fotosentez oranını, bitki bünyesindeki CO<sub>2</sub> miktarını, su kullanım etkinliğini, transpirasyon ve stomal iletkenlik oranını arttırdığı bildirilmiştir (Fariduddin, 2003). Yakıt & Tuna (2006), tuz stresi altında yetiştirdiği mısır bitkisinde bağıl su içeriğinin tuz uygulamalarıyla birlikte azaldığını rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçların literatürler ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Bağıl su içeriği yönünden en yüksek değer %77.04 ile tuz ve salisilik asidin kontrol uygulamalarından elde edilmiştir

**Çizelge 2.** Tuzluluk stresi koşullarında yetiştirilen soyada meydana gelen biyokimyasal değişimler üzerine salisilik asit uygulamalarının etkisi

**Table 2.** The effect of salicylic acid applications on biochemical changes in soybean grown under salinity stress conditions

Tuz Uyg.	SA Uyg.	Yaprak dokularında bağıl su içeriği (%)	MDA (nmol/gTA)	Yaprak dokularında iyon sızıntısı (%)	Yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi (%)	Yaprak alanı (cm <sup>2</sup> )	Klorofil oranı (SPAD)
T <sub>0</sub>	SA <sub>1</sub>	77.04a	0.47 de	5.00 d	83.76 ab	5.88 bc	42.10ab
	SA <sub>2</sub>	63.08ab	0.52 de	4.77 d	79.73 b	6.55 bc	42.45 ab
	SA <sub>3</sub>	74.97a	0.58 cde	3.87 d	84.20 b	4.89 d	36.63 c
	SA <sub>4</sub>	74.28 a	0.43 e	4.89 d	81.51 b	9.32 a	44.63 a
<b>T<sub>0</sub> Ortalama</b>		<b>72.34 A</b>	<b>0.50 C</b>	<b>4.63 C</b>	<b>82.30 A</b>	<b>6.66 A</b>	<b>41.45 A</b>
T <sub>1</sub>	SA <sub>1</sub>	55.31 ab	0.72 abc	12.00 cd	77.47 c	5.45 c	33.75 c
	SA <sub>2</sub>	67.08 a	0.64 bd	9.43 cd	84.76 a	7.98 b	44.25 a
	SA <sub>3</sub>	64.79 a	0.65 bcd	14.59 cd	83.31 ab	5.98 b	40.05 b
	SA <sub>4</sub>	59.82 ab	0.66 b-d	25.58 b	72.50cd	6.72 bc	40.83 b
<b>T<sub>1</sub> Ortalama</b>		<b>61.74 B</b>	<b>0.67 B</b>	<b>15.39 B</b>	<b>79.51 B</b>	<b>6.53 B</b>	<b>39.72 B</b>
T <sub>2</sub>	SA <sub>1</sub>	20.78 c	0.82 a	20.56 bc	82.40 ab	4.89 d	36.63 c
	SA <sub>2</sub>	44.67 b	0.71 bc	26.77 b	70.56 d	6.08 c	40.90 b
	SA <sub>3</sub>	47.85 ab	0.74 ab	32.90 a	75.00c	5.16 c	36.15 c
	SA <sub>4</sub>	62.12 ab	0.74 ab	15.11 cd	72.76 cd	5.74 c	40.18 b
<b>T<sub>2</sub> Ortalama</b>		<b>43.85 C</b>	<b>0.75 A</b>	<b>23.83 A</b>	<b>75.18 C</b>	<b>5.46 C</b>	<b>38.46 B</b>
SA Ortalama	SA <sub>1</sub>	51.04 C	0.67 A	12.52 B	81.21 A	5.41 C	37.49 B
	SA <sub>2</sub>	58.28 B	0.62 B	13.65 B	78.35 AB	6.87 B	42.53 A
	SA <sub>3</sub>	62.54 A	0.66 A	17.12A	80.83 A	5.35 C	37.60 B
	SA <sub>4</sub>	65.41 A	0.61 B	15.19 B	75.59 B	7.26 A	41.87 A
<b>VK (%)</b>		<b>6.777</b>	<b>2.921</b>	<b>15.103</b>	<b>4.364</b>	<b>14.124</b>	<b>5.727</b>
<b>Tuz Uyg.</b>		**	**	**	**	**	**
<b>SAUyg.</b>		**	**	**	**	**	**
<b>T x SA</b>		**	**	**	**	**	**

T: Tuz, SA: Salisilik asit, SA<sub>1</sub>: 0 (Kontrol), SA<sub>2</sub>:0.5 mM, SA<sub>3</sub>: 1 mM, SA<sub>4</sub>: 1.5 mM, T<sub>0</sub>: 0 (Kontrol), T<sub>1</sub>: 150 mM,

T<sub>2</sub>: 300 mM,\*P<0.05 düzeyinde önemli, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli.

Uygulanan tuz dozu arttıkça, MDA oranında artış gözlenmiş en yüksek değer, 0.75 nmol/g TA ile 300 mM tuz uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük MDA miktarı (0.50 nmol/gTA) ise kontrol saksılarında gözlenmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek MDA değeri, 0.67 nmol/g TA ile kontrolden elde edilmiş, 1.0 Mm SA uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Abiyotik stres koşullarında üretilen oksijen radikalleri, bitki membranlarında lipid peroksidasyonunda zarara neden olmaktadır. Tuz stresine maruz bırakılan domates türlerinde tuz stresinin etkisiyle bitki yapraklarının MDA miktarında artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Kendal & Mc Kersie, 1989; Kuşvuran vd., 2008). Baran & Doğan (2014), tuz stresine maruz bıraktıkları soya fasulyesinde, tuzun etkisiyle lipid peroksidasyon seviyelerinin arttığını, salisilik asidin etkisiyle MDA miktarının azaldığını, salisilik asidin bitki bünyesinde strese karşı tolerans düzeyini arttırdığını bildirmişlerdir. tuz stresine maruz kalan bitkilerde lipid peroksidasyon seviyelerinde artış olduğuna dair yürütülen birçok çalışma, çalışmamıza benzer bulgular göstermiştir (Diominisio-Sese & Tobita, 1998; Sreenivasulu et al., 1999; Yasar vd., 2008). Bak (2009) ve Akçalı (2014) tarafından yapılan çalışmalardaMDA miktarının salisilik asit uygulamalarıyla azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek MDA değeri 0.82 nmol/g TA ile 300 Mm tuz konsantrasyonu ile SA uygulanmayan saksılardan elde edilmiştir.

Soya fasulyesi fidelerine uygulanan farklı tuz dozları bakımından en yüksek iyon sızıntısı değeri %23.83 ile 300 mM tuz uygulamalarından, en düşük değer ise %4.63 olarak kontrolden sağlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre tuz stresine maruz kalan bitkilerde iyon sızıntısının arttığı saptanmıştır. Salisik asit uygulamaları sonucunda ise en yüksek iyon sızıntısının %17.12 olarak 1.0 Mm SA uygulamalarından, en düşük ise %12.52 ile kontrolden elde edildiği belirlenmiştir. Tuz stresi altında yetiştirilen çeltik ve soya bitkilerinde tuz stresinin etkisiyle, bitkide iyon sızıntısının önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir (Lutts et al., 1996; Essa, 2002). Yürütülen çalışmadan elde edilen veriler, sözkonusu literatür ile benzerlik göstermektedir. Tuz x Salisilik asit interaksyonu bakımından en yüksek değer, %32.90 ile 300 mM tuz ve 1.0 mM SA uygulamalarından elde edilmiştir. Yıldırım vd. (2008) salatalık, Karlıdağ vd. (2009) çilek üzerinde yürüttükleri çalışmada tuz stresi koşullarında uygulanan 0,50 ve 1,00 mM SA'in bitkilerde iyon sızıntısını azalttığını bildirirken, Korkmaz vd. (2020), SA uygulamalarının tuz stresi altında yetişen kolza bitkilerinin iyon sızıntısı üzerine herhangi bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Yürütülen çalışmadan elde edilen veriler sözkonusu literatür ile benzerlik göstermektedir. T x SA interaksyonu bakımından en yüksek değer %32.90 ile 300 mM tuz ve 1.0 mM SA uygulamalarından tespit edilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyon uygulamaları sonucu elde edilen bulgulara göre, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksine ait en yüksek değer %82.30 ile kontrolden, en düşük değer ise %75.18 ile 300 mM tuz konsantrasyonu uygulamalarından belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonunun soyanın yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek değer 81.21 ile kontrol grubunda ortaya çıkmış, fakat 1.5 mM SA uygulamaları hariç diğer dozlar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla en düşük değer %75.59 ile 1.5 mM SA uygulamalarından saptanmıştır. Domates bitkisinde salisilik asit uygulamalarıyla, stresin bitki üzerinde oluşturduğu zararın azaldığı, salisilik asidin membran bütünlüğünü koruyarak NaCl alınımına engel olduğu ortaya konulmuştur (Ahmed et al., 2009). Tuz x Salisilik asit interaksyonunda en yüksek değer %84.76 ile 150 mM tuz dozu ile 0.5 mM SA dozundan elde edilmiştir. Farklı tuz konsantrasyonları uygulamaları sonucu, en yüksek yaprak alanı 6.66 cm<sup>2</sup> ile tuz uygulanmayan parsellerden sağlanırken, en düşük yaprak alanı değeri 5.46 cm<sup>2</sup> ile en yüksek tuz uygulamasından elde edilmiştir. SA uygulamalarında en yüksek değer 7.26 cm<sup>2</sup> ile en yüksek dozdaki SA uygulamalarından, en düşük değer ise 5.35 cm<sup>2</sup> ile 1.0 mM SA uygulamalarından tespit edilmiştir. Tuz stresi uygulanan bitkilerde, genellikle bitkinin kök, gövde ve sürgün gibi aksamalarında, yaprak alanında azalmalar ve klorofil oranıyla birlikte bitkilerde verimde düşüşlerin meydana geldiği rapor edilmiştir (Greenway & Munns, 1980). Canakçı & Munzuroğlu (2006) tuz stresi koşullarında mısır bitkisinde yürüttükleri çalışmada, salisilik asit uygulamalarının yaprak alanı üzerine azaltıcı etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Yaşar vd. (2007)'nin yürüttükleri bir çalışmada tuz stresine hassas fasulye genotiplerinin artan

tuz konsantrasyonları ve strese kalma süresine bağlı olarak bitki yeşil aksamalarında azalmaların olduğunu bildirmişlerdir. 1.0 mM salisilik asit uygulamasının, yazlık kabakta yaprak alanını kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde arttırdığı ortaya konulmuştur (Özdüven, 2016). Kök (2012) ise tuz stresi altında salisilik asit uygulamalarının bitki çeşitlerine bağlı olarak yaprak alanı üzerine etkilerinin farklı olduğunu tespit etmiştir. Korkmaz vd. (2020), salisilik asit uygulamalarının kolzada yaprak alanı üzerine negatif etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada en yüksek yaprak alanı değeri 9.32 cm<sup>2</sup> ile kontrol ile 1.5 mM salisilik asit uygulamalarından elde edilmiştir.

Farklı tuz dozları bakımından en yüksek klorofil oranı ortalama değeri 41.45 ile kontrol grubu bitkilerinden alınırken, en düşük değer 38.46 ile 300 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Çalışmada artan tuz dozları ile toplam klorofil oranının düştüğü gözlenmiştir. En yüksek SPAD değeri 42.53 ile 0.5 mM salisilik asit dozundan elde edilmiştir. İslam vd. (2007) artan dozlarda uyguladıkları tuz stresi şartlarında, soyada klorofil oranının azaldığını bildirmişlerdir. Gautam & Sing (2009) yürüttükleri bir başka çalışmada ise, tuz stresinin neden olduğu klorofil miktarındaki azalmanın salisilik asit uygulamaları ile ortadan kaldırıldığı, salisilik asit uygulamalarının bitkide klorofil miktarını arttırdığını saptamışlardır (Srivastava & Dwivedi, 2000). Araştırmacı bulguları ile çalışma bulgularımız uyum içerisindedir. SPAD değeri 44.63 ile tuz uygulanmayan kontrol saksıları ile 1.5 mM salisilik asit uygulamalarından elde edilmiştir.

## SONUÇ

Araştırma sonucunda; artan tuz konsantrasyonları ile incelenen karakterlerden gövde uzunluğu, kök, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak dokularında bağlı su içeriği, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi, yaprak alanı, ve klorofil oranı gibi değerler azalış gösterirken, lipit peroksidasyon düzeyi (MDA) ve yaprak dokularında iyon sızıntısı gibi değerlerde artışların olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, en yüksek (62.00 cm) gövde uzunluğu değeri, tuz uygulamalarının yapılmadığı (kontrol), 1.0 mM salisilik asit uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz x salisilik asit interaksyonunda en yüksek gövde yaş ağırlığı 2.67 g ile kontrol x 1.5 mM SA uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulanan tuz konsantrasyonları içerisinde bitkinin en çok zarar gördüğü konsantrasyon seviyesi 300 mM olmuştur. Tuz stresine maruz kalmış soya bitkisine uygulanan salisilik asit uygulamalarının bitkide fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarının, incelenen tüm karakterler üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ve artan konsantrasyon seviyelerine bağlı olarak bu etkinin de pek çok parametrede arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, salisilik asit uygulamalarının bitkide tuz stresinden kaynaklanan zararlanmaları minimize ederek, bitkinin yaşam faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak özellikle, ülkemiz topraklarında tuz stresinin tarımsal üretimde ciddi sorunlara neden olması ve mevcut sorunun etkisini azaltmaya yönelik salisilik asit uygulamalarının pratiğe aktarılması konusunda çalışmaların yaygınlaştırılması ve ekonomik analizler yapılarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Cemre Havva KURT isimli öğrencinin, yüksek lisans tez çalışmasının özeti niteliğindedir.

## KAYNAKLAR

- Ahmed, B., H. Abidi, F. Manaa, A.M. Hajer & Z. Ezzeddine, 2009. "Salicylic acid induced changes on some physiological parameters in tomato grown under salinity, 1-8". The Proceedings of International Plant Nutrition Colloquium XVI UC Davis (12 Nisan 2009, Tunus), 111 pp.
- Altıncı, N.T, R. Cangı & D. Üstün, 2020. Narince üzüm çeşidinde salisilik asit uygulamalarının yüksek sıcaklık stresine karşı etkilerinin belirlenmesi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8 (5): 1227-1231. Doi: 10.24925/turjaf.v8i5.1227-1231.



- Arioğlu, H., 1994. Yağ Bitkileri (Soya ve Yerfıstığı). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:35, 354 s.
- Arora, A., R. Sairam & G. Srivastava, 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 82 (10): 1227-1238.
- Bagautdinova, Z.Z., N. Omelyanchuk, A.V. Tyapkin, V.V. Kovrizhnykh, V.V. Lavrekha & E.V. Zemlyanskaya, 2022. Salicylic acid in root growth and development. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (4): 2228.
- Bahrani, A. & J. Pourreza, 2012. Gibberellic acid and salicylic acid effects on seed germination and seedlings growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress condition. *World Applied Science Journal*, 18 (5): 633-641.
- Bak, Z.D., 2009. Tuz Stresine Maruz Bırakılan İki Kabak Çeşidinde (*Cucurbita pepo* L.) Salisilik Asit Uygulamasıyla Gelişen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 89 s.
- Baran, A. & M. Doğan, 2014. Tuz stresi uygulanan soyada (*Glycine max* L.) salisilik asidin fizyolojik etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18 (1): 78-84.
- Bilkis, A., M.R. Islam, M.H.R. Hafiz & M.A. Hasan, 2016. Effect of NaCl induced salinity on some physiological and agronomic traits of wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 48 (2): 455-460.
- Canakci, S. & O. Munzuroglu, 2006. Effects of acetylsalicylic acid on growth and transpiration rate of corn (*Zea mays* L.) seedlings. *Science and Engineering Journal of Firat University*, 4: 479-484.
- Catinot, J., A. Buchala, E. Abou-Mansour & J.P. Métraux, 2008. Salicylic acid production in response to biotic and abiotic stress depends on isochorismate in *Nicotiana glauca*. *FEBS Letters*, 582: 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.12.039>.
- Cochrane, F.C., L.B. Davin & N.G. Lewis, 2004. The Arabidopsis phenylalanine ammonia lyase gene family: kinetic characterization of the four PAL isoforms. *Phytochemistry*, 65: 1557-1564. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.05.006>.
- Delavari, M., S. Enteshari & K. Manoochehri Kalantari, 2014. Effects of response of *ocimum basilicum* to the interactive effect of salicylic acid and salinity stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4 (2): 983-990.
- Dionisio-S, M.L. & S. Tobita, 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, 135 (1): 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00025-9).
- Dura, O., İ. Sönmez & K.C. Yıldırım, 2016. Biberde (*Capsicum annuum* L.) salisilik asit uygulamalarının kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*)'na ve bazı büyüme parametreleri üzerine etkileri. *Bahçe*, 45 (1): 31-39.
- Essa, T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. merill) cultivars. *Journal Agronomy Crop Science*, 188 (2): 65-140. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00537.x>.
- Fariduddin, Q., S. Hayat & A. Ahmad, 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*, 41 (2): 281-284.
- Gautam, S. & P.K. Singh, 2009. Salicylic acid-induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. *Acta Physiologia Plantarum*, 31 (1): 1185-1190.
- Göktaş, Ö. & B. Gıdık, 2019. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 145-151.
- Greenway, H. & R. Munns, 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review Plant Physiology*, 31 (1): 149-190.
- Gutierrez-Coronado, M., C.L. Trejo & A. Larque-Saavedra, 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36 (8): 563-565. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(98\)80003-X](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(98)80003-X).
- Güneş, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, E.G. Bağcı & N. Cicek, 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164 (6): 728-736. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.12.009>.
- Hartwig, E.E. & R.A.S. Kihl, 1979. "Identification and Utilization of Delayed Flowering Character in Soybean for ShortDay Conditions", *Field Crops Research*, 2: 145-151.
- Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan & A. Ahmad, 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68 (1): 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>.

- Irshad, M., S. Yamamota, A.E. Enerji, T. Endo & T. Hona, 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 25 (1): 189-200. <https://doi.org/10.1081/PLN-100108790>.
- Islam, S., A.I. Malik, A.K.M.R. Islam & T.D. Colmer, 2007. Salt tolerance in a *Hordeum marinum*- *Triticum aestivum* amphiploid and its parents. *Journal of Experimental Botany*, 58 (5): 1219-1229. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl293>.
- İlker, E., Ö. Tatar & A. Gökçöl, 2010. Konvansiyonel ve organik tarım koşullarında bazı soya çeşitlerinin performansları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (1): 87-96.
- Karlıdağ, H., E. Yıldırım & M. Turan, 2009. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola*, 66: 180-187.
- Kendal, E.J. & B.D. Mckersie, 1989. Free radical and freezing injury to cell membranes of winter wheat. *Physiologia Plantarum*, 76 (1): 86-94. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1989.tb05457.x>.
- Khan, W., P. Balakrishnan & D.L. Smith, 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160 (5): 485-492. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00865>.
- Kıran, S., Ş. Kuşvuran, F. Özkay, Ö. Özgün, K. Sönmez, H. Özbek, Ş. Şeküre & Ş.Ş. Ellialtıoğlu, 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (1): 20-30.
- Kim, D.S. & B.K. Hwang, 2011. The pepper receptor-like cytoplasmic protein kinase CaPIK1 is involved in plant signaling of defense and cell-death responses. *Plant Journal*, 66: 642-655. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313x.2011.04525.x>.
- Kızılgücü, F., N.E.P. Mokhtari & A. Hossain, 2020. Growth and physiological traits of five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes are influenced by different levels of salinity and drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29 (9A): 8592-8599.
- Korkmaz, K., M. Akgün, A. Kırılı, M.M. Özcan, Ö. Dede & Ş.M. Kara, 2020. Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8 (4): 873-881.
- Kök, D., 2012. Farklı salisilik asit dozlarının asma anaçlarının tuzluluğa dayanımı üzerine etkileri, *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 9 (2): 32-40.
- Kuşvuran, Ş., F. Yaşar, K. Abak & Ş. Ellialtıoğlu, 2008. Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (1): 13-20.
- Kwiatowski, J., 1998. Salinity classification, mapping and management in Alberta. (Web sayfası: <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity/>) (Erişim Tarihi: 12.28.2019).
- Li, A., X. Sun & L. Liu, 2022. Aciton of salicylic acid on plant growth. *Frontiers Plant Science*, 13: 878076. Doi: 10.3389/fpls.2222.878076.
- Lian, B., X. Zhou, M. Miransari & D.L. Smith, 2000. Effects of salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedlings. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185 (3): 187-192. doi:10.1046/j.1439-037x.2000.00419.x.
- Lutts, S., J.M. Kinet & J. Bouharmont, 1996. NaCl-Induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78 (3): 389-398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>.
- Mikolajczyk, M., O.S. Awotunde, G. Muszynska, D.F. Klessig & G. Dobrowolska, 2000. Osmotic stress induces rapid activation of a salicylic acid-induced protein kinase and a homolog of protein kinase ASK1 in tobacco cells. *Plant Cell*, 12 (1): 165-178. <https://doi.org/10.1105/tpc.12.1.165>.
- Nazlıcan, A.N., 2017. Soya fasulyesi yetiştiriciliği. (Web sayfası: [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik/soya-yetistirciligi\\_1.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik/soya-yetistirciligi_1.pdf)) (Erişim Tarihi: 12.20.2019).
- Özdüven, F.F., 2016. Salisilik Asit Uygulamalarının Farklı Sulama Seviyelerinde Yetiştirilen Yazlık Kabakta (*Cucurbita pepo* L.) Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, (Basılmamış) Doktora Tezi, Tekirdağ, 203s.
- Romero A.R., T. Soria & J. Cuartero, 2001. Tomato plant- water uptake and plant water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160 (2): 265-272. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00388-5](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00388-5).

- Sadeghi, M., S. Dehghan, R. Fischer, U. Wenzel, A. Vilcinskas, H.R. Kavousi & M. Rahnamaeian, 2013. Isolation and characterization of isochorismate synthase and cinnamate 4-hydroxylase during salinity stress, wounding, and salicylic acid treatment in *Carthamus tinctorius*. *Plant Signals of Behaviour*, 8: e27335. <https://doi.org/10.4161/psb.27335>.
- Sairam, R.K. & D.C. Saxena, 2000. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes possible mechanism of water stress tolerance. *Plant Science* 43 (1): 245-251. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037x.2000.00358.x>.
- Sairam, R.K., 1994. Effect of moisture-stress on physiological actives of two contrasting wheat genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32 (1): 594-597.
- Shakirova, F.M., A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdinova & D.R. Fatkhutdinova, 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164 (3): 317-322. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00415-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00415-6).
- Shirasu, K., A. Nakajima, K. Rajshekar, R.A. Dixon & C. Lamb, 1997. Salicylic acid potentiates an agonist-dependent gain control that amplifies pathogen signal in the activation of defence mechanism. *Plant Cell*, 9: 261-270.
- Sönmez, İ. & S. Sönmez, 2007. Tuzluluk ve gübreleme arasındaki ilişkiler. *Tarımın Sesi Dergisi*, 16: 13-16.
- Sreenivasulu, N., S. Ramanjulu, K. Ramachandra-Kini, H.S. Prakash, H. Shekar-Shetty, H.S. Savithri & C. Sudhakar, 1999. Total peroxidase activity and peroxidase isoforms as modified by salt stress in two cultivars of fox-tail millet with differential salt tolerance. *Plant Science*, 141 (1): 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00204-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00204-0).
- Srivastava, M.K. & U.N. Dwivedi, 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158 (1): 87-96. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(00\)00304-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00304-6).
- Tepe, B., 2011. Tuzlu koşullarda yetiştirilen arpa fidelerinin bazı morfolojik ve anatomic parametresine salisilik asitin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 48 s.
- Tunçtürk, M., R. Tunçtürk & F. Yaşar, 2008. Changes in micronutrients, dry weight and plant growth of soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars under salt stress. *African Journal of Biotechnology*, 7 (11): 1650-1654. [10.5897/AJB08.248](https://doi.org/10.5897/AJB08.248).
- Tunçtürk, M., R. Tunçtürk, B. Yıldırım & V. Çiftçi, 2011. Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some Canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology* 10 (10): 1827-1832. DOI: 10.5897/AJB10.1618.
- Türkyılmaz, B., L. Aktaş & A. Güven, 2005. Salicylic acid induced some biochemical and physiological changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Science and Engineering Journal of Fırat University*, 17 (2): 319-326.
- Yakit, S. & A.L. Tuna 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): 59-67.
- Yaşar, F., Ş. Ellialtıoğlu, Ö. Gürbüz Kılıç & Ö. Üzal, 2007. Fasulye genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) artan tuz konsantrasyonu ve farklı zamanlardaki gelişim performansları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12 (1): 54-58.
- Yaşar, F., Ş. Ellialtıoğlu, T. Özpınar & Ö. Uzal, 2008. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (sod, cat, apx ve gr) aktivitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (1): 61-65.
- Yılmaz, M., 2021. Ekmeklik Buğdaya Salisilik Asit Uygulamasının Çimlenme Döneminde Kuraklık ve Tuzluluk Stresine Etkisinin Belirlenmesi. *Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Mardin*, 91 s.
- Yıldırım, E., M. Turan & I. Guvenc, 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 31 (3): 593-612.
- Zahra, S., B. Amin, V.S.M. Ali, Y. Ali & Mehdi, Y., 2011. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). *Journal of Biophysics and Structural Biology*, 2 (3): 35-41.