



## The Effect of Salicylic Acid Application on Sunflower (*Helianthus annus L.*) Plant Development

Aynur Bilmez Özçınar<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 12.10.2023 Accepted : 20.02.2024</p> <p><b>Keywords:</b> Sunflower Salicylic acid Plant growth Variety Metabolic reactions</p>	<p>Salicylic acid, which is also considered a plant hormone, constitutes a group of phenolic substances and is a plant growth regulator that creates many metabolic and physiological reactions in plants and therefore affects plant growth and development. This study was conducted to determine the effects of salicylic acid application on the physiological and biochemical properties of sunflower varieties. It was established in climate chamber conditions with 3 replications, according to the Randomized Plot Trial Design. Three sunflower varieties, namely 11-TR-077, Deray and P-64-LC-108, and 5 doses of salicylic acid (control, 0.5, 1, 1.5 and 2 mM) were used as materials in the study. When the results were examined, it was observed that salicylic acid application had a positive effect on the Deray variety in terms of spad, plant height, number of leaves, root diameter, plant fresh weight and plant dry weight ratios.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(5): 828-833, 2024

## Salisilik Asit Uygulamasının Ayçiçeği (*Helianthus annus L.*) Bitkisi Gelişimi Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 12.10.2023 Kabul : 20.02.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Ayçiçeği Salisilik asit Bitki gelişimi Çeşit Metabolik rekasyon</p>	<p>Bitkisel hormon olarak da kabul edilen salisilik asit, fenolik maddelerin bir grubunu oluşturmakta, bitkilerde metabolik ve fizyolojik gibi birçok tepkiyi oluşturan ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Bu çalışma, ayçiçeği çeşitlerinin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine salisilik asit uygulamasının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak iklim odası koşullarında kurulmuştur. Çalışmada materyal olarak 11-TR-077, Deray ve P-64-LC-108 olmak üzere 3 ayçiçeği çeşidi ve salisilik asidin 5 dozu (kontrol, 0,5, 1, 1,5 ve 2 mM) kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde ele alınan çeşitlerde salisilik asit uygulamasının spad, bitki boyu, yaprak sayısı, kök çapı, bitki yaş ağırlık ve bitki kuru ağırlık oranları yönünden Deray çeşidinde olumlu etki ettiği incelenmiştir.</p>

<sup>a</sup> [aynurbilmez@siirt.edu.tr](mailto:aynurbilmez@siirt.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-3173-6147>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisi içeriğinde yüksek oranda (%22-50) yağa sahip olmasından dolayı bitkisel ham yağ üretimi açısından önemli bir yağ bitkisi olup dünya genelinde bitkisel ham yağ üretiminin %12,6'sı ayçiçeğinden karşılanmaktadır. Ülkemizde yıllar bazında değişimle birlikte, yıllık 241 bin ton ayçiçeği yağı üretimiyle bitkisel ham yağ üretiminin %46'sı ayçiçeğinden karşılanmaktadır (FAO, 2023).

Ayçiçeği kuraklık ve düşük sıcaklıklara karşı dayanıklı olması, birçok toprak yapısına adaptasyonu kolay olmasından dolayı ülkemiz genelinde üretilen yağlı tohumlu bitkiler arasında ilk sırayı almaktadır (Arıoğlu ve ark., 2010). Yağlı tohumlar, içeriğindeki yüksek yağ, protein, karbonhidrat ve çeşitli mineral maddeleri ihtiva etmesinden dolayı gıda, yem ve enerji sektörü gibi çeşitli endüstri alanlarında hammadde olarak değerlendirilmektedir (Kadaoğlu ve Karlı, 2019).

Salisilik asit (SA), metabolik ve fizyolojik gibi bitkilerde birçok tepkiyi oluşturan ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen içsel bir bitki büyüme düzenleyicisi olmaktadır (Hayat ve ark., 2010). SA, bölgesel patojen saldırılarına karşılık bitki savunma sistemlerinde kazanılmış dirençte önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Alvarez, 2000). Ayrıca stres koşullarında büyüme, gelişme ve savunma sistemlerinde önemli rol oynayan bitki sinyal molekülü olarak da görev yapmaktadır (Cameron, 2000).

Salisilik asidin tohum çimlenmesindeki rolü ile ilgili çalışmalar çelişkili olup; SA'nın ya çimlenmeyi inhibe ettiği ya da tohum canlılığını artırdığı ileri sürülmüştür (Xie ve ark., 2007, Lee ve ark., 2010). Bildirilen bu etkiler, uygulanan salisilik asidin konsantrasyonları ile alakalı olabilmektedir.

SA'nın büyüme teşvik edici etkilerinin hormonal durumdaki farklılıklarla (Shakirova ve ark., 2003, Abreu ve Munne-Bosch 2009) veya fotosentez, transpirasyon ve stomatal iletkenliğin geliştirilmesiyle (Stevens ve ark., 2006) alakalı olabileceği ileri sürülmektedir. Ayrıca, SA'nın normal koşullarda Arabidopsis tohum çimlenmesini geciktirdiği, buna karşın yüksek tuz konsantrasyonlarında oksidatif stresi azaltarak tohum çimlenmesini teşvik ettiği belirtilmiştir (Lee ve ark., 2010).

SA birçok bitkide çiçeklenmeyi teşvik ettiği yönünde ifadeler bulunmaktadır (Martin-Mex ve ark., 2005, Shimakawa ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda SA'nın çiçeklenmeyi teşvik edici etkisi sadece stres koşulları altında gözlemlendiği; bu nedenle SA'nın çiçeklenme için gerekli olabileceği, fakat çiçeklenmeyi teşvik etmek için yeterli olmadığı da ifade edilmektedir (Wada ve Takeno 2010, Wada ve ark. 2010).

SA yaprak senesensi sırasında gen ifadesinin kontrolünde (Morris ve ark. 2000) ve Arabidopsis gibi bitkilerde çiçeklenme zamanının ilerlemesinde (Martinez ve ark., 2004) önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir.

Salisilik asit, bitkilerde bilinen diğer enzimatik olmayan antioksidanlara benzer olarak etkili bir antioksidan olmaktadır (Rao ve Davis, 1999). Antioksidan olarak SA'nın direkt etkilerine ek olarak, SA farklı antioksidan enzimlerin stimüle edilmesiyle bitki savunma mekanizmalarını teşvik etmede etkili olabilir. Yapılan çalışmalarda, farklı antioksidan enzimlerin aktivite,

tuzluluğa maruz kalma veya SA uygulamasının sonucu olarak prolin miktarındaki artışla uyumlu olarak artmış ve böylelikle tuz stresine karşı toleransın artması sağlandığı belirtilmiştir (Yusuf ve ark., 2008).

Salisilik asit aynı zamanda, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık, su, ağır metal, don ve kuraklık gibi abiyotik stres koşullarında bitkilerin toleransını artırmaktadır. Salisilatların gelişimi artırıcı özelliğinin yanı sıra, bitki savunma mekanizmasında, patojenlere dayanıklılıkta, çiçeklenmede, çiçek ömrü üzerinde, doku ısınmasında, sistemik dayanıklılık mekanizmasında ve sistemik kazanılmış dayanıklılıkta aktif rol oynadığı yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir (Aslantaş, 2013).

Ayçiçeği fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine salisilik asit stresinin etkilerini incelemek amaçlanan bu çalışmada, kontrollü koşullar altında farklı ayçiçeği çeşitlerinin (11-TR-077, Deray ve P-64-LC-108), farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 0,5, 1, 1,5 ve 2 mM) salisilik asidin etkileri ve salisilik asit uygulamasında çeşitlerin bitkisel gelişimi çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarına ait iklim kabininde 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı ayçiçeği çeşidi (11-TR-077, Deray ve P-64-LC-108), 5 farklı salisilik asit (kontrol, 0,5, 1, 1,5 ve 2 mM) uygulaması çalışma tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre, ana parsellere çeşit alt parsellere ise salisilik asit uygulamaları gelecek şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, torf /perlit (5/1) karışımı saksılara doldurulmuş, 24 Kasım 2022 tarihinde ekimler yapılmıştır. Ekimden 7 gün sonra (1 Aralık tarihinde) çıkışlar %100 gerçekleşmiş ve ardından uygulamaya başlanmıştır. Deneme 24 Ocak 2023 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışmada; spad (klorofil içeriği), bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, tabla çapı, kök çapı, kök uzunluğu, bitki yaş ve bitki kuru ağırlığı ölçülmüştür.

**Bitki materyali:** Çalışmada kullanılan ayçiçeği çeşitleri 11-TR-077, Deray ve P-64-LC-108 çeşitleri Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

**İklim kabini özellikleri:** Sıcaklık, -20°C ve +40°C aralığında ayarlanabilen, ışık şiddeti 400 µmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> olduğu, fotoperiyodik düzen (gece/gündüz) ve nem koşullarının istenilen şekilde ayarlanabildiği özelliklere sahiptir. Soya yetiştiriciliği için ortalama 20±2°C sıcaklık, %70 nem ve 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortam olacak şekilde ayarlanmıştır.

**Bitki yaş ve kuru ağırlık:** Deneme, bitkilerinin yaş ve kuru ağırlık miktarları ile oransal su içerikleri ayçiçeği yaprakları üzerinde ölçülmüştür. Bunun için hasattan hemen önce fide yaprakları ve kökleri hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, 85°C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat kurutularak kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

**Numune Hazırlama:** Her bir yaprak numunesi önce çeşme suyu ve sonrasında saf su ile yıkanarak porselen kapsüllere alınarak 24 saat Memmert UN160 etüvde 65°C sıcaklıkta 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan numuneler

havan içerisinde iyice öğütülerek kilitli poşetlerle desikatörde saklanmıştır.

İncelenen parametrelere ait değerler AÖF testi ile JMP JUMP (JMP®, SAS Institute\JMP501” 5.0.1.Versiyon 20) istatistik programında tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur (Kalaycı, 2005). İstatistiki olarak önemli çıkan ortalamalar Asgari Önemli Fark (A.Ö.F) ile karşılaştırılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada SPAD değerleri üzerine çeşit × salisilik asit interaksyonu yönünden fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Ancak çeşit ve salisilik asit uygulaması yönünden fark istatistiki olarak önemli ( $p<0,01$ ) bulunmuştur. Çeşit yönünden SPAD değeri en yüksek P-64-LC-108 (41,98)’den elde edilmiştir. Salisilik asit yönünden 2 mM ve 1 mM uygulamaları yüksek çıkmıştır (Çizelge 1).

Bitki boyu değerlerine salisilik asit konsantrasyonları, çeşit yönünden etkileri istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Ancak salisilik asit uygulamaları ile çeşit × salisilik asit etkilerinde istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmamıştır. Çeşitler arasında en yüksek bitki boyu değeri P-64-LC-108 çeşidinden alınmıştır (Çizelge 2).

Yaprak sayısı değerlerine ilişkin salisilik asit konsantrasyonlarında, çeşit arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Ancak salisilik asitte ve çeşit × salisilik asit interaksyonlarında herhangi bir istatistiki olarak farklılık görülmemiştir. Çeşitler arasında en yüksek yaprak sayısı değeri Deray çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Salisilik asit konsantrasyonları gövde çapı değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunurken çeşit ve çeşit × salisilik asit interaksyonunun etkileri arasında farklılık bulunmamıştır. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek gövde çapı değeri kontrol ve 0,5 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 1. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen SPAD değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 1. Variance analysis results for SPAD values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	35,67	34,33	35,93	41,63	39,50	37,41b
DERAY	32,93	34,80	38,27	37,37	39,80	36,63b
P-64-LC-108	41,93	40,57	42,27	41,87	43,27	41,98a
Ort.	36,84bc	36,57c	38,82ab	40,29a	40,86a	38,68
A.Ö.F. çeşit						1,69**
A.Ö.F. salisilik asit						2,18**
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						ö.d.
V.K. (%)						5,84

\*\*  $P<0,01$ , ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 2. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki boyu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 2. Variance analysis results regarding plant height (cm) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	31,00	31,17	34,33	32,00	32,33	32,17b
DERAY	29,33	34,33	34,50	35,17	37,17	34,10ab
P-64-LC-108	36,00	37,50	36,00	35,33	32,00	35,37a
Ort.	32,11	34,33	34,94	34,17	33,83	33,88
A.Ö.F. çeşit						2,07*
A.Ö.F. salisilik asit						ö.d.
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						ö.d.
V.K. (%)						8,19

\*  $P<0,05$ , ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 3. Salisilik asit uygulamalarında ölçülen bitkide yaprak sayısı (adet) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results regarding the number (number) of leaves in the plant measured in salicylic acid applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	12,67	12,00	12,00	12,33	11,67	12,13b
DERAY	13,33	12,33	14,00	15,67	14,33	13,93a
P-64-LC-108	13,33	13,33	13,67	12,33	11,00	12,73b
Ort.	13,11	12,56	13,22	13,44	12,33	12,93
A.Ö.F. çeşit						0,86*
A.Ö.F. salisilik asit						ö.d.
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						ö.d.
V.K. (%)						8,91

$P<0,05$ , ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 4. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki gövde çapı (mm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 4. Variance analysis results regarding plant stem diameter (mm) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	4,18	3,80	3,06	3,15	3,82	3,60
DERAY	3,97	3,56	3,46	3,91	3,56	3,69
P-64-LC-108	3,55	3,90	3,38	3,15	2,88	3,37
Ort.	3,90a	3,76ab	3,30c	3,40b	3,42b	3,56
A.Ö.F. çeşit						ö.d.
A.Ö.F. salisilik asit						0,42*
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						ö.d.
V.K. (%)						13,29

\* P&lt;0,05, ö.d: önemli değil, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 5. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki kök çapı (mm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 5. Variance analysis results regarding plant root diameter (mm) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	3,65ef	4,92ab	3,81d-f	4,87ab	5,12a	4,47a
DERAY	4,56a-c	4,25cd	4,06c-e	4,48bc	4,28cd	4,32a
P-64-LC-108	3,50ef	5,04ab	3,43f	3,64ef	3,57ef	3,83b
Ort.	3,90c	4,74a	3,77c	4,33b	4,32b	4,21
A.Ö.F. çeşit						0,25**
A.Ö.F. salisilik asit						0,33**
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						0,56**
V.K. (%)						8,02

\*\* P&lt;0,01, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 6. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki kök uzunluğu (cm) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 6. Variance analysis results regarding plant root length (cm) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	23,67hı	22,83ı	37,83a	28,50f	31,17cd	28,80b
DERAY	36,33b	30,0de	24,67h	25,00h	24,90h	28,18c
P-64-LC-108	35,83b	32,50c	29,50ef	29,83d-f	26,50g	30,83a
Ort.	31,94a	28,44c	30,67b	27,78cd	27,52d	29,27
A.Ö.F. çeşit						0,56**
A.Ö.F. salisilik asit						0,79**
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						1,38**
V.K. (%)						2,81

\*\* P&lt;0,01, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Kök çapı değerlerine çeşit, salisilik asit uygulamaları ve çeşit × salisilik asit interaksyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çeşit yönünden en yüksek kök çapı değeri Deray ve 11-TR-077 çeşitlerinden elde edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek kök çapı değeri 0,5 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulamasından elde edilmiştir. Çeşit x salisilik asit interaksyonu yönünden en yüksek değer olarak sırasıyla 2 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulanan 11-TR-077 çeşidinden, 0,5 mM uygulanan P-64-LC-108 ve 11-TR-077 çeşitlerinden ve 1,5 mM uygulanan 11-TR-077 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 5).

Kök uzunluğu değerlerine salisilik asit konsantrasyonları, çeşit, salisilik asit uygulamaları ve çeşit x salisilik asit interaksyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek kök uzunluğu değeri P-64-LC-108 çeşidinden elde edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek kök uzunluğu değeri kontrol uygulamasından saptanmıştır. Çeşit × salisilik asit interaksyonu yönünden 1 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulanan 11-TR-077 çeşidinden saptanmıştır (Çizelge 6).

Bitki yaş ağırlığı değerlerine salisilik asit konsantrasyonları, çeşit, salisilik asit uygulamaları ve çeşit × salisilik asit interaksyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri Deray çeşidinden elde edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek bitki yaş ağırlığı değeri 0,5 mM, salisilik asit konsantrasyonu uygulamasından saptanmıştır. Çeşit × salisilik asit interaksyonu yönünden 1 mM salisilik asit konsantrasyonu uygulanan P-64-LC-108 çeşidinden saptanmıştır (Çizelge 7).

Bitki kuru ağırlığı değerlerine salisilik asit konsantrasyonları, çeşit, salisilik asit uygulamaları ve çeşit × salisilik asit interaksyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemli (p<0,01) bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri Deray çeşidinden elde edilmiştir. Salisilik asit uygulamalarında en yüksek bitki kuru ağırlığı değeri 0,5 mM, salisilik asit konsantrasyonu uygulamasından saptanmıştır. Çeşit × salisilik asit interaksyonu yönünden kontrol uygulanan Deray çeşidi, 1 mM uygulanan P-64-LC-108 çeşidi, 0,5 mM uygulanan P-64-LC-108 ve Deray çeşidinden saptanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 7. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki yaş ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 7. Variance analysis results regarding plant wet weight (g) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	3,52h	3,83g	3,56h	4,77f	7,96c	4,72c
DERAY	8,13b	7,94c	5,80e	6,35d	5,92e	6,83a
P-64-LC-108	5,90e	8,04bc	8,59a	5,80e	3,86g	6,44b
Ort.	5,85c	6,60a	5,98b	5,64d	5,91bc	6,00
A.Ö.F. çeşit						0,067**
A.Ö.F. salisilik asit						0,086**
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						0,15**
V.K. (%)						1,48

\*\* P&lt;0,01, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Çizelge 8. Salisilik asit dozu uygulamalarında ölçülen bitki kuru ağırlığı (g) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 8. Variance analysis results regarding plant dry weight (g) values measured in salicylic acid dose applications

Çeşit	Salisilik asit Konsantrasyonları					
	Kontrol (0)	0,5 mM	1 mM	1,5 mM	2 mM	Genel ort.
11-TR-077	0,32h	0,38g	0,41g	0,66f	1,23b	0,60c
DERAY	1,30a	1,27a	0,84d	0,96c	0,87d	1,05a
P-64-LC-108	0,95c	1,28a	1,29a	0,74e	0,42g	0,93b
Ort.	0,85b	0,98a	0,85b	0,79c	0,84b	0,86
A.Ö.F. çeşit						0,018**
A.Ö.F. salisilik asit						0,024**
A.Ö.F. çeşit × salisilik asit						0,042**
V.K. (%)						2,89

\*\* P&lt;0,01, V.K: Varyasyon Katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark

Salisilik asit bitkiye uygulandıktan sonra aynı koşullarda yetişen bitkiye göre daha verimli duruma geldiği yapılan birçok çalışmada görülmektedir.

Yapılan çalışmada, salisilik asit uygulamasının tuz stresi altındaki buğdayda büyüme ve verimi artırdığı (Arfan ve ark., 2007), ayrıca toprağa uygulamanın hem normal hem de tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimini olumlu yönde artırdığı (Güneş ve ark., 2007) ifade edilmektedir.

Soya (*Glycine max.*) bitkisi üzerine yapılan çalışmada uygulanan salisilik asit miktarının, bitkinin fizyolojik özelliklerine ve gelişimine olumlu katkı sağladığı, ve %75 ile %100 mM dozun en etkili olumlu sonuç alınan dozlar olduğu tespit edilmiştir (Doğan ve ark., 2021).

Yapılan birçok çalışmada, klorofil miktarının stres etkisi süresince genel olarak olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Güneri Bağcı, 2010; Zengin, 2007; Amira ve Qados, 2011). Araştırmada salisilik asit uygulaması stres oluşumunu ortadan kaldırmış ve klorofil miktarının artmasına neden olmuştur (Doğan ve ark., 2021). Çalışmada da artan salisilik asit dozu uygulamasında SPAD değerlerinde artış olduğu incelenmiştir (Çizelge 1).

Shakirova ve ark. (2003) yapmış oldukları çalışmada salisilik asidin genç ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) fidelerini büyümeye teşvik ettiğini ve daha büyük başak boyu, daha yüksek 1000 tane ağırlığı ve tane verimi elde ettiğini belirtmişlerdir.

Mona ve ark. (2012) artan salisilik asit dozlarının ayçiçeği tohumlarında, Culpan ve Arslan, (2018) aspir bitkisine salisilik asit dozu uygulamasının protein oranını önemli bir şekilde artırdığını bildirmişlerdir. Moghadam ve Muhammedi (2014), çalışmalarında salisilik asidin aspir bitkisinde çimlenme ve tane verimi üzerine yapılan çalışmada en yüksek tane veriminin 50 mg/l salisilik asit dozu uygulamasından elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Birçok bitki türü üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, salisilik asidin adventif köklenmenin fenolik bileşikler tarafından uyarıldığı ve kök oluşumunu teşvik ettiği ifade edilmiştir (Kling ve Meyer, 1983).

Yapılan çalışmalarda belirtildiği gibi salisilik asit uygulamasının bitki gelişimine doğrudan etkisinin olmadığı ancak bitkide stres koşullarında bitki gelişimini teşvik ettiği belirtilmektedir.

## Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, salisilik asit dozlarının Deray çeşidinin gelişiminde olumlu etki ettiği tespit edilmiştir. Salisilik asit dozunda ise 0,5 mM uygulamasının bitkilerin gelişimine etkisinin olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Farklı streslere toleransı artırmak için salisilik asit uygulamaların kullanımı alternatif yaklaşımlar olarak değerlendirilebilmektedir. Yapılan birçok çalışma göstermektedir ki stres koşulları altındaki bitkileri veya toprağa uygulanan salisilik asidin bitki gelişimine olumlu katkı sağladığı ve bitkinin stres faktörüyle daha kolay baş ettiği belirtilmektedir.

## Kaynaklar

- Abreu, M.E., Munne-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: 1261–1271.
- Alvarez, A.L. (2000). Salicylic acid in machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. *Plant Molecular Biology*, 44: 429–442.
- Amira, M.S., Qados, A. (2011). Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of Agricultural Sciences*; 10: 7-15. of The Saudi Society

- Arfan, M., Athar, H.B., Ashraf, M. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 164: 685-694.
- Arıoğlu, H.H., Kolsarıcı, Ö., Göksu, A.T., Güllüoğlu, L., Arslan, M., Çalışkan, S., Söğüt, T., Kurt, C., Arslanoğlu, F. (2010). Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Müh. Bir. VII. Teknik Kong. Bildiri Kitabı I.: 361- 377. Ankara.
- Aslantaş, R., (2013). Büyüme Düzenleyici Maddelerin Bahçe Bitkilerinde Kullanımı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Ders Notu. Erzurum.
- Cameron, R.K. (2000). Salicylic acid and its role in plant defense responses: what do we really know? *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 56: 91-93.
- Culpan, E., Arslan, B. (2018). Salisilik asit uygulamasının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi* 7(2):173-178.
- Doğan, M., Tura, A., Odabaşoğlu, C., Sedeltun, Y., Odabaşoğlu, M.İ. (2021). Salisilik Asidin Soya (*Glycine max.* (L.) Merr.) Tohumlarının Çimlenme ve Gelişimine Etkisi. Fırat Üniversitesi Fen Bil. Dergisi. 33(2), 115-124.
- FAO 2023. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi 2023)
- Güneri Bağcı, E. (2010). Nohut Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2010.
- Güneş, A., Inal, A., Bağcı, E.G., Pilbeam, D.J. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. *Plant and Soil*, 290(1), 103-114.
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 14-25.
- Kadakoğlu, B., Karlı, B. (2019). Türkiye’de yağlı tohum üretimi ve dış ticareti. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 7, Sayı: 96, Eylül 2019, s. 324-341.
- Kalaycı, M. (2005). Örneklerle Jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analizi modelleri. Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:21, Eskişehir.
- Kling, G.J., Meyer, M.M. Jr, (1983). Effects of Phenolic Compounds and Indoleacetic Acid on Adventitious Root Initiation in Cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. *Hort. Science*, 18 (3), 352-354.
- Lee, S., Kim, S.G., Park, C.M. (2010). Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 188: 626-637.
- Martinez, C., Pons, E., Prats, G., Leon, J. (2004). Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *The Plant Journal*, 37: 209-217.
- Martin-Mex, R., Villanueva-Couoh, E., Herrera-Campos, T., Larque-Saavedra, A. (2005). Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. *Scientia Horticulturae*, 103: 499-502.
- Mona, G.D., Mervat, S., Hozayen, M. (2012). Physiological Role of Salicylic Acid in Improving Performance, Yi-eld and Some Biochemical Aspects of Sunflower Plant Grown under Newly Reclaimed Sandy Soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6 (4): 82-89.
- Morris, K., MacKerness, S.A., Page, T., John, C.F., Murphy, A.M, Carr, J.P., Buchanan-Wollaston, V. (2000). Salicylic acid has a role in regulating gene expression during leaf senescence. *The Plant Journal*, 23: 677-685.
- Rao, M.V., Davis, R.D. (1999). Ozone induced Cell Death Occurs Via Two Distinct Mechanisms In *Arabidopsis*: The Role of Salicylic Acid. *Plant J* ,17,603-614
- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., Fatkhutdinova, D.R. (2003). Changes in the Hormonal Status of Wheat Seedlings Induced by Salicylic Acid and Salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
- Shimakawa, A., Shiraya, T., Ishizuka, Y., Wada, K.C., Mitsui, T., Takeno, K. (2012). Salicylic acid is involved in the regulation of starvation stress-induced flowering in *Lemna paucicostata*. *Journal of Plant Physiology*, 169: 987-991.
- Stevens, J., Senaratna, T., Sivasithamparam, K. (2006). Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilization. *Plant Growth Regulation*, 49: 77-83.
- Wada, K.C., Takeno, K. (2010). Stress-induced flowering. *Plant Signaling and Behavior*, 5: 1-4.
- Wada, K.C., Yamada, M., Shiraya, T., Takeno, K. (2010). Salicylic acid and the flowering gene FLOWERING LOCUS T homolog are involved in poor-nutrition stress-induced flowering of *Pharbitis nil*. *Journal of Plant Physiology*, 167: 447-452.
- Xie, Z., Zhang, Z.L., Hanzlik, S., Cook, E., Sjen, 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: 293-303.
- Yusuf, M., Hasan, S.A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q., Ahmad, A. (2008). Effect of salicylic acid on salinity induced changes in *Brassica juncea*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50: 1096-1102.
- Zengin, F.K. (2007). Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) pigment içeriği üzerine bazı ağır metallerin etkileri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 2007; 10(2): 164-172.