

## Taze Soğan (*Allium cepa* L.) Yetiştiriciliğinde Prolin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Verim ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Haydar BALCI<sup>1\*</sup>, Muhsin YILDIZ<sup>1</sup>, Murat KARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [haydarbalci@yyu.edu.tr](mailto:haydarbalci@yyu.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 20.11.2024

**Kabul Tarihi (Accepted):** 30.12.2024

### Özet

Taze soğan yetiştiriciliğinde salisilik asit (SA) ve prolin (PR) uygulamalarının büyüme ve gelişim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin ısıtmasız cam serasında tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Prolin (50 ppm ve 100 ppm) ile salisilik asit (0.5 mM ve 1.0 mM) ayrı ayrı ve kombinasyon halinde uygulanmıştır. Araştırmada bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, toplam yaş ve kuru ağırlık ile SPAD değerleri incelenmiştir. En yüksek bitki boyu (27.26 cm) PR2+SA1 kombinasyonu ile elde edilmiş ve bu sonuç bireysel uygulamalardan üstün çıkmıştır. Kök uzunluğunda PR1 (16.57 cm) ve SA2 (16.03 cm), gövde çapında PR1+SA1 (5.62 mm), yaş ağırlıkta PR2+SA1 (146.67 g) ve PR1 (142.00 g), kuru ağırlıkta ise PR2+SA1 (19.84 g) uygulamaları en yüksek değerleri sağlamıştır. Klorofil içeriğini ifade eden SPAD değerinde ise en yüksek sonuç SA2 (89.73) uygulamasında elde edilmiştir. Bulgular, özellikle PR ve SA kombinasyonlarının taze soğan gelişimini pozitif yönde etkilediğini, verimi artırabileceğini ve optimum doz belirleme çalışmalarının üretici koşullarında devam ettirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Taze soğan, salisilik asit, prolin, büyüme parametreleri

## The Effects of Proline and Salicylic Acid Applications on Yield and Plant Growth in Green Onion (*Allium cepa* L.) Cultivation

### Abstract

This study was conducted to determine the effects of salicylic acid (SA) and proline (PR) applications on the growth and development of green onions. The experiment was carried out according to a randomized block design in an unheated glass greenhouse at Van Yuzuncu Yil University. Proline (50 ppm and 100 ppm) and salicylic acid (0.5 mM and 1.0 mM) were applied individually and in combination. Plant height, root length, stem diameter, number of leaves, total fresh and dry weight, and SPAD values were examined. The highest plant height (27.26 cm) was obtained with the PR2+SA1 combination, surpassing individual treatments. PR1 (16.57 cm) and SA2 (16.03 cm) yielded the highest root length; PR1+SA1 (5.62 mm) had the greatest stem diameter; PR2+SA1 (146.67 g) and PR1 (142.00 g) provided the highest fresh weight, whereas PR2+SA1 (19.84 g) led to the maximum dry weight. The highest SPAD value (89.73), indicating chlorophyll content, was recorded with SA2 application. The findings reveal that combinations of PR and SA positively influence green onion growth and may increase yield, suggesting further studies on optimal doses under grower conditions are warranted.

**Keywords:** Green onion, salicylic acid, proline, growth parameters

## 1. Giriş

Taze soğan (*Allium cepa* L.), dünya genelinde önemli bir sebze türü olup, zengin vitamin, mineral ve antioksidan içeriği sayesinde insan beslenmesinde stratejik bir rol oynamaktadır (Şensoy ve ark., 2001; Griffiths ve ark., 2002; Brewster, 2008). Dünya genelinde yıllık yaklaşık 100 milyon tonluk üretim gerçekleştirilirken, Türkiye 2.2 milyon tonluk üretimiyle bu alanda önemli bir konumda yer almaktadır (FAO, 2023; TÜİK, 2023). Bununla birlikte, artan nüfus, tarımsal alanların azalması ve iklim değişikliğine bağlı çevresel stresler, verimli ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bitkilerin stres koşullarına karşı dayanıklılığını artıran uygulamalar, soğan gibi stratejik öneme sahip bitkilerde sürdürülebilir verim elde etmek açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda biyostimülanlardan prolin, bitkilerdeki stres toleransını artıran bir amino asit olarak dikkat çekmektedir. Prolin, osmotik düzenleyici olarak görev yaparak bitki hücrelerinin su dengesini korur, serbest radikalleri azaltır ve hücre membranlarını stabilize eder (Ashraf ve Foolad, 2007). Özellikle abiyotik stres koşullarında prolin uygulamalarının bitki büyümesi, verim ve kalite üzerinde olumlu etkileri kanıtlanmıştır (Hayat ve ark., 2012; Szabados ve Savouré, 2010).

Benzer şekilde, salisilik asit (SA) de bitki stres yönetiminde önemli bir role sahiptir. SA, bitkilerin biyotik ve abiyotik streslere karşı savunma mekanizmalarını aktive eden bir sinyal molekülü olarak işlev görür (Khan ve ark., 2015). Çeşitli çalışmalarda, SA uygulamalarının bitki büyümesini ve verimini artırdığı, aynı zamanda stres toleransını geliştirdiği gösterilmiştir (Shah, 2003).

Bu çalışma, salisilik asit ve prolin uygulamalarının taze soğan bitkisinin büyüme ve gelişim parametreleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Farklı doz ve kombinasyonların değerlendirilmesiyle, bu bileşiklerin sinerjik ya da antagonistik etkileşimlerinin belirlenmesi ve tarımsal

üretimdeki potansiyel katkılarının ortaya konması hedeflenmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi ısıtmasız cam seralarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada materyal olarak arpacık soğanı (*Allium cepa* L.) kullanılmıştır. Arpacık soğanları 15 gözlü viyoller içerisine 1/2 oranında perlit/torf yetiştirme ortamlarına ekimleri gerçekleştirildikten sonra Prolin, Salisilik asit ve bunların farklı oranlardaki kombinasyonları aşağıda belirtildiği dozlarda uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar yapıldıktan sonra arpacık soğanları, standart yetiştirme yöntemleri çerçevesinde büyütülmüştür. Sulama, bitkilerin ihtiyacına göre düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Uygulama Grupları

#### Kontrol grubu

- **K:** Hiçbir uygulama yapılmamış kontrol grubu.

#### Prolin uygulamaları

- **P1:** 50 ppm Prolin
- **P2:** 100 ppm Prolin

#### Salisilik asit uygulamaları

- **SA1:** 0.5 mM Salisilik Asit
- **SA2:** 1.0 mM Salisilik Asit

#### Kombine uygulama

- **P1 + SA1:** 50 ppm Prolin + 0.5 mM Salisilik Asit
- **P1 + SA2:** 50 ppm Prolin + 1.0 mM Salisilik Asit
- **P2 + SA1:** 100 ppm Prolin + 0.5 mM Salisilik Asit
- **P2 + SA2:** 100 ppm Prolin + 1.0 mM Salisilik Asit

Prolin, Salisilik Asit ve bunların kombine uygulamaları arpacık soğanı ekimlerinden sonra yetiştirme ortamlarına sulama suyu ile birlikte uygulaması yapılmıştır. Ayrıca, yetiştirme sürecinde seradaki maksimum sıcaklık 32.8 °C, minimum sıcaklık -7.5 °C, maksimum nem oranı % 84 ve minimum nem oranı ise % 10 olarak kaydedilmiştir.

### 2.2. Bitki gelişim parametrelerinin ölçümü

Bitkiler, yaklaşık 90 günlük büyüme sürecinin ardından hasat olgunluğuna

ulaştığında, viyoldeki tüm bitkiler değerlendirmeye alınarak bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), gövde çapı (mm) ve toplam yaş ağırlık (g) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yaprak klorofil miktarı ise portatif klorofil metre (SPAD 502; Konica Minolta) kullanılarak belirlenmiş ve her bir tekerrürden rastgele seçilen 5 bitkinin yaprak ölçümlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### 2.3. Deneme tasarımı ve istatistiksel analiz

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiş olup, kontrol grubu da dahil olmak üzere toplam 9 farklı uygulama ve 3 tekerrür ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 27 viyol ve 405 bitki kullanılarak yürütülmüştür. Elde edilen veriler, STATGRAPHICS 15.1 paket programı ile varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış ve istatistiksel anlamlılık, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile % 5 önem seviyesinde ( $p < 0.05$ ) değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Denemede bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, toplam yaş ve kuru ağırlık ile SPAD değeri gibi temel büyüme parametreleri incelenmiş ve farklı uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar

değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, salisilik asit ve prolin uygulamalarının taze soğan (*Allium cepa* L.) bitkisinin büyüme ve gelişim parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, toplam yaş ve kuru ağırlık ile SPAD değeri gibi temel büyüme kriterleri incelenmiş ve farklı uygulamalar arasındaki istatistiksel farklar belirlenmiştir.

### 3.1. Bitki boyu

Deneme sonucunda, PR2 + SA1 uygulaması (27.26 cm) en yüksek bitki boyunu vermiş olup (Şekil 2), kontrol grubuna (19.28 cm) kıyasla istatistiki olarak ( $p < 0.001$ ) oldukça önemli bir artış sağlamıştır. Prolin ve salisilik asitin hem bireysel hem de kombinasyon halinde uygulanması, bitki büyümesini teşvik edici bir etki göstermiştir. Prolinin, hücresel ozmotik dengeyi sağlayarak su kaybını minimize ettiği ve hücre bölünmesini destekleyerek bitki boyunu arttırdığı rapor edilmiştir (Ashraf ve Foolad, 2007; Ali ve ark., 2007; Khedr ve ark., 2003). Salisilik asitin ise fotosentezi teşvik ederek büyüme hormonlarının etkinliğini artırdığı rapor edilmiştir (Khan ve ark., 2003). Bu bağlamda, çalışmada elde edilen bulgular, bu iki bileşiğin bitki boyu üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir.

**Tablo 1.** Bitki boyu, kök uzunluğu, gövde çapı ve yaprak sayısı ile ilgili veri tablosu.

**Table 1.** Data table on plant height, root length, stem diameter, and leaf number.

Uygulama grupları	Bitki boyu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (ad)
Kontrol	19.28 ± 0.66 e	14.75 ± 0.65 bcd	5.07 ± 0.16 c	3.38 ± 0.11 b
PR1	23.50 ± 0.63 bc	16.57 ± 0.54 a	5.34 ± 0.13 abc	3.77 ± 0.14 ab
PR2	22.73 ± 0.92 cd	15.66 ± 0.71 abc	5.55 ± 0.15 ab	3.88 ± 0.15 a
SA1	23.76 ± 0.76 bc	14.19 ± 0.60 cd	5.49 ± 0.10 ab	4.16 ± 0.17 a
SA2	25.18 ± 0.78 ab	16.03 ± 0.56 ab	5.51 ± 0.12 ab	3.89 ± 0.12 a
PR1+SA1	20.75 ± 0.88 de	14.98 ± 0.65 abcd	5.62 ± 0.11 a	3.80 ± 0.12 a
PR1+SA2	24.10 ± 0.74 bc	14.88 ± 0.50 bcd	5.21 ± 0.11 bc	3.86 ± 0.15 a
PR2+SA1	27.26 ± 0.76 a	15.07 ± 0.54 abcd	5.28 ± 0.18 abc	3.95 ± 0.13 a
PR2+SA2	24.07 ± 0.73 bc	13.98 ± 0.50 d	5.09 ± 0.14 c	4.02 ± 0.20 a
Toplam	23.44 ± 0.28	15.13 ± 0.20	5.35 ± 0.05	3.86 ± 0.05
P değeri	0.000***	0.0401*	0.0272*	0.0367*

Sütünlardaki harfler  $p < 0.05$  anlamlılık düzeyinde Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.

### 3.2. Kök uzunluğu

Denemenin kök uzunluğu sonuçları incelendiğinde (Tablo 1; Şekil 2), PR1 (16.57 cm) ve SA2 (16.03 cm) uygulamalarının en yüksek kök gelişimini sağladığı görülmüştür ( $p = 0.0401$ ). Kök gelişiminin, prolin uygulamalarıyla doğrudan ilişkili olduğu önceki çalışmalarla da bildirilmiştir. Prolin, hücre membranlarını stabilize ederek kuraklık ve tuz gibi stres koşullarında kök gelişimini desteklemektedir (Szabados ve Saviouré, 2010). Salisilik asit ise oksidatif stresin azalmasına katkı sağladığı için kök bölgesinde hücre farklılaşmasını artırarak daha uzun ve daha güçlü kök gelişimini teşvik edebilir (Shah, 2003). Bu doğrultuda, elde edilen bulgular, mevcut literatürle uyum göstermektedir. Ancak PR2 + SA2 grubu ( $13.98 \pm 0.50$  cm) en düşük değeri gösterdiği göz önüne alındığında düşük doz prolin uygulamalarının kök gelişimini desteklediğini, ancak yüksek doz kombinasyonlarının baskılayıcı etki yapabileceğini düşündürmektedir.

### 3.3. Gövde çapı

Gövde çapı bakımından en yüksek değer, PR1 + SA1 (5.62 mm) kombinasyonu ile elde edilmiştir ( $p = 0.0272$ ). Prolin ve salisilik asit, hücre duvarı genişlemesini teşvik ederek gövde çapındaki artışa katkı sağlamaktadır

(Sharma ve ark., 2013). Ancak, bazı uygulamaların gövde çapı üzerindeki etkilerinin kontrol grubuna kıyasla düşük kaldığı görülmektedir. Bu durum, yüksek doz uygulamalarında bazı antagonistik etkileşimlerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir (Jayakumar ve ark., 2014).

### 3.4. Yaprak sayısı

Uygulamalar arasında yaprak sayısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $p = 0.0367$ ). Tabloya göre yaprak sayısı açısından en düşük değer  $3.38 \pm 0.11$  ile kontrol grubunda elde edilmiştir. Diğer tüm uygulamalar, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek yaprak sayısı verirken en yüksek yaprak sayısı ise SA1 ( $4.16 \pm 0.17$ ) uygulamasından elde edilmiştir. PR1 uygulaması ( $3.77 \pm 0.14$ ) istatistiksel olarak ab grubunda yer alırken, diğer tüm uygulamalar a grubunda sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar, PR1 dışındaki uygulamaların yaprak sayısını artırmada daha belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Salisilik asit ve prolin uygulamalarının, yaprak gelişimini teşvik ettiği daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Khan ve ark., 2003). Özellikle salisilik asit uygulamalarının, yaprak gelişiminde etkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular, salisilik asitin hücre genişlemesi ve yaprak oluşumunu teşvik ettiği yönündeki literatürle uyumludur (Noreen ve ark., 2019).

**Tablo 2.** Toplam yaş ağırlık, Toplam kuru ağırlık ve SPAD değeri ile ilgili veri tablosu

**Table 2.** Data table on total fresh weight, total dry weight, and SPAD value

Uygulama Grupları	Toplam yaş ağırlık (gr)	Toplam kuru ağırlık (gr)	SPAD değeri
Kontrol	$112.00 \pm 18.15$	$17.85 \pm 1.15$	$82.80 \pm 3.53$ ab
PR1	$142.00 \pm 5.29$	$18.51 \pm 1.14$	$75.20 \pm 5.34$ bcd
PR2	$137.33 \pm 1.33$	$18.66 \pm 0.44$	$66.20 \pm 4.16$ d
SA1	$122.67 \pm 3.71$	$16.67 \pm 0.81$	$72.67 \pm 4.66$ bcd
SA2	$133.33 \pm 16.22$	$17.04 \pm 1.44$	$89.73 \pm 3.98$ a
PR1+SA1	$117.33 \pm 16.83$	$15.77 \pm 0.62$	$78.87 \pm 2.52$ bc
PR1+SA2	$136.00 \pm 10.58$	$18.93 \pm 0.21$	$74.57 \pm 0.56$ bcd
PR2+SA1	$146.67 \pm 8.67$	$19.84 \pm 0.52$	$69.73 \pm 2.66$ cd
PR2+SA2	$143.33 \pm 2.91$	$18.99 \pm 0.83$	$65.53 \pm 2.08$ d
Toplam	$132.30 \pm 3.82$	$18.03 \pm 0.34$	$75.03 \pm 1.76$
P değeri	0.3514	0.0777	0.0025**

Sütunlardaki harfler  $p < 0.05$  anlamlılık düzeyinde Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir.

### 3.5. Toplam yaş ağırlık

Deneme sonucunda, PR2 + SA1 (146.67 g) ve PR1 (142.00 g) uygulamaları en yüksek yaş ağırlık değerlerini sağlamıştır. Kontrol grubu (112.00 ± 18.15 gr) ise en düşük değere sahip olmakla birlikte en yüksek grup ile kontrol grubu arasındaki fark %30.9 olarak hesaplanmıştır. Prolin ve salisilik asit uygulamalarının biyokütle artışı üzerindeki olumlu etkileri literatürde de desteklenmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007; Noren ve ark., 2019; Hadid ve ark., 2023). Ancak, yaş ağırlık değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (p = 0.3514).

### 3.6. Toplam kuru ağırlık

En yüksek kuru ağırlık, PR2 + SA1 uygulamasında (19.84 g) elde edilmiştir. Prolinin hücrel metabolizmayı ve karbon asimilasyonunu destekleyerek kuru madde birikimini artırdığı bilinmektedir (Barros ve ark., 2019; Szabados ve Savouré, 2010). Ancak, bazı kombinasyonlarda kuru ağırlığın istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın beklenenin altında kalması, yüksek dozda uygulanan bileşiklerin belirli antagonist etkileşimler gösterebileceğini düşündürmektedir.

### 3.7. SPAD değeri (Klorofil İçeriği)

En yüksek SPAD değeri (89.73) SA2 uygulamasında ölçülürken (p = 0.0025) en

düşük SPAD değeri PR2 + SA2 uygulamasından elde edilmiş ve uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p = 0,002). Salisilik asit, klorofil sentezini teşvik ederek fotosentez etkinliğini artırmaktadır (Sharma ve ark., 2013). Prolin uygulamalarında ise SPAD değerlerinde nispeten düşüş gözlemlenmiştir, bu durum bazı çalışmalarda aşırı prolin birikiminin klorofil bozulmasına neden olabileceği yönündeki bulgularla uyum göstermektedir (Shah, 2003). Genel olarak ele alacak olursak çalışma sonuçları, prolin ve salisilik asitin taze soğan yetiştiriciliğinde büyümeyi teşvik edebileceğini ve verimi artırabileceğini göstermektedir. Bitki boyu ve kök uzunluğu açısından, prolinin bireysel uygulanması veya salisilik asit ile kombinasyonu olumlu etkilere sahiptir. SPAD değeri açısından, salisilik asit uygulamalarının fotosentezi artırdığı belirlenmiştir. Biyokütle ve kuru madde birikimi bakımından, prolin ve salisilik asit kombinasyonları en iyi sonuçları vermiştir. Ancak, bazı kombinasyonlarda antagonist etkileşimler gözlenmiş olup, optimum dozların belirlenmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, prolin ve salisilik asit uygulamalarının taze soğanın gelişimi üzerindeki etkileri umut verici olmakla birlikte, uygulama dozlarının optimize edilmesi ve farklı yetiştirme koşullarında uzun vadeli denemeler yapılması önerilmektedir.

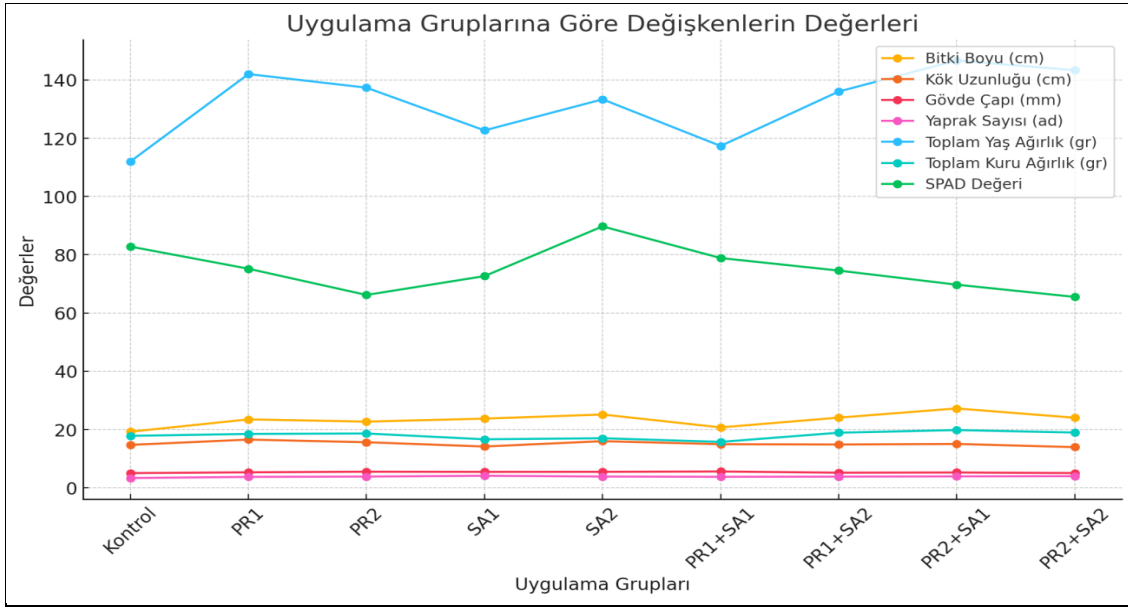
Uygulamalar	Bitki Boyu(cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Yaprak Sayısı (ad)	Toplam Yaş Ağırlık (gr)	Toplam Kuru Ağırlık (gr)	SPAD Değeri
Bitki boyu	1						
Kök uzunluğu	0.12	1					
Gövde çapı	0.03	0.37	1				
Yaprak sayısı	0.68	-0.26	0.35	1			
Toplam yaş ağırlık	0.81	0.27	-0.15	0.48	1		
Toplam kuru ağırlık	0.51	0.04	-0.61	0.03	0.76	1	
SPAD değeri	-0.26	0.36	0.16	-0.48	-0.53	-0.56	1

Şekil 1. İncelenen parametreler arasındaki korelasyon matris tablosu

Figure 2. Correlation matrix of the examined parameters

Korelasyon matrisi analiz tablosu, farklı bitki gelişim parametreleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır (Şekil 1). Korelasyon katsayısı (-1 ile 1 arasında değişen değerler), değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü göstermektedir. Pozitif korelasyon katsayısı (+1'e yakın) iki değişkenin birlikte artma eğiliminde olduğunu, negatif korelasyon katsayısı (-1'e yakın) ise bir değişken artarken diğerinin azaldığını ifade etmektedir. Parametreler arasındaki korelasyon analizi tablosu incelendiğinde (Şekil 1), bitki boyu ile toplam yaş ağırlık ( $r = 0.81$ ) arasında güçlü ve pozitif yönlü bir korelasyonun olduğu görülmektedir. Bu yüksek pozitif korelasyon, daha uzun bitkilerin genellikle daha fazla biyokütle ürettiğini göstermektedir. Bu durum, bitki büyüklüğünün fotosentez kapasitesini ve dolayısıyla biyokütle arttırması ile

açıklanabilir. Sonuç olarak, bitki boyunu artıran uygulamaların toplam yaş ağırlığı üzerinde de olumlu etkisi olabileceği söylenebilir. Yaprak sayısı ile bitki boyu arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon bulunmaktadır ( $r = 0.68$ ). Bu ilişki, yaprak sayısının artmasının bitkinin genel büyümesini desteklediğini gösterebilir. Daha fazla yaprak, daha yüksek fotosentez kapasitesi anlamına gelebileceği düşünüldüğünde, yaprak sayısını artıran uygulamalar dolaylı olarak bitki boyu büyümesini de destekleyebileceği sonucu çıkarılabilir. Yaprak sayısındaki artışın toplam biyokütleye olumlu katkı sağladığını göstermektedir ( $r = 0.48$ ). Daha fazla yaprak, daha fazla besin üretimi ve büyüme demektir. Yaprak sayısını arttırmaya yönelik uygulamalar, yaş ağırlık kazancına da katkıda bulunabilir.



Şekil 2. Uygulama grupları arasındaki değişkenlerin çizgi grafik olarak gösterilmesi

Figure 2. Line graph representation of variables among treatment groups

Kök büyümesi ile sürgün büyümesi arasındaki düşük korelasyon değeri ( $r = 0.12$ ) güçlü bir bağlantı olmadığını göstermektedir. Kök büyümesini etkileyen faktörler (örneğin su ve besin alımı), bitki boyunu belirleyen faktörlerden farklı olabileceği gibi kök gelişimini artıran uygulamalarda bitki boyunu arttırmayabilir. Gövde çapı ile bitki boyu arasında çok zayıf bir korelasyon bulunduğu görülmektedir ( $r = 0.03$ ). Gövde kalınlaşması ve boy uzaması farklı fizyolojik

mekanizmalara dayanabilir. Boy uzamasına yönelik uygulamalar her zaman gövde çapında artış sağlamayabileceği sonucuna varılabilir. Gövde çapı ile toplam yaş ağırlık negatif yönlü ve çok zayıf bir korelasyonun olduğunu göstermektedir ( $r = -0.15$ ). Daha kalın gövdeye sahip bitkilerin daha düşük yaş ağırlığa sahip olabileceği gibi daha ince bir gövdeye sahip bitkilerinde daha ağır bir biyokütleye sahip olabileceğini düşünebilir. Korelasyon matrisi tablosu genel olarak incelendiğinde bitki boyu,

yaprak sayısı ve toplam yaş ağırlık arasında güçlü pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu, bitki boyunu artıran uygulamaların aynı zamanda yaprak gelişimini ve toplam biyokütleyi de desteklediğini göstermektedir. Kök uzunluğu ile bitki boyu arasındaki ilişki zayıftır, bu da bu iki büyüme faktörünün farklı dinamiklere sahip olabileceğini düşündürmektedir. Gövde çapı ile yaş ağırlık arasında negatif bir ilişki olması, büyümenin biyokütle veya yapısal destek yönünde şekillenebileceğini göstermektedir. Bu bulgular, bitki gelişimini artırmak amacıyla uygulanan farklı stratejilerin (örneğin gübreleme, biyostimülanlar veya stres azaltıcı bileşikler) etkisini değerlendirirken dikkate alınmalıdır. Korelasyon sonuçları doğrultusunda, bitkilerin optimum gelişimini sağlamak için farklı büyüme parametreleri arasındaki ilişkilerin daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesi önerilmektedir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, prolin (PR) ve salisilik asit (SA) uygulamalarının taze soğan (*Allium cepa* L.) yetiştiriciliğinde büyüme ve verim parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, farklı dozlarda uygulanan PR ve SA'nın, bitki gelişimi ve verimi üzerinde önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Bitki boyu açısından, PR2 + SA1 uygulaması (27.26 cm) ile en yüksek değer elde edilmiştir. Bu kombinasyon, kontrol grubuna kıyasla belirgin bir büyüme sağlamış ve PR ile SA'nın sinerjik etkisini göstermiştir. Kök uzunluğu bakımından PR1 (16.57 cm) ve SA2 (16.03 cm) uygulamaları en iyi sonuçları vermiştir. Bu durum, prolinin kök gelişimini destekleyen ozmotik düzenleyici rolünü ve salisilik asitin hücre bölünmesini teşvik edici etkisini ortaya koymaktadır. Gövde çapında en yüksek değer PR1 + SA1 (5.62 mm) kombinasyonu ile elde edilmiş, yaprak sayısı açısından ise SA1 uygulaması öne çıkmıştır. Verim parametreleri değerlendirildiğinde, toplam yaş ağırlık bakımından PR2 + SA1 (146.67 g) ve PR1 (142.00 g) uygulamaları en yüksek biyokütle artışını sağlamıştır. Ancak yaş ağırlık değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Kuru ağırlık açısından en yüksek değer PR2 + SA1 (19.84 g) uygulaması ile elde edilmiştir, bu da bu kombinasyonun karbon asimilasyonunu ve kuru madde birikimini teşvik ettiğini göstermektedir. SPAD değeri (klorofil içeriği) bakımından en yüksek değer SA2 (89.73) uygulamasında ölçülmüş, bu durum salisilik asitin fotosentez etkinliğini artırıcı potansiyelini ortaya koymaktadır. Ancak bazı kombinasyon uygulamalarında (örneğin PR2 + SA2), SPAD değerinde düşüş gözlenmiş, bu da bileşikler arasındaki olası antagonistik etkileşimlere işaret etmektedir. Genel olarak, bu araştırma sonuçları prolin ve salisilik asit uygulamalarının taze soğan yetiştiriciliğinde büyüme ve verim üzerine olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, bazı kombinasyon gruplarında büyüme parametreleri üzerinde baskılayıcı etkiler de gözlemlenmiştir. Bu durum, uygulama dozlarının optimize edilmesi gerektiğini ve her iki bileşiğin farklı yetiştirme koşulları altında sinerjik veya antagonistik etkileşim gösterebileceğini düşündürmektedir. Araştırma bulgularına dayanarak, prolin ve salisilik asit kombinasyonlarının optimum dozlarının belirlenmesi ve uygulamaların bitki gelişimini en verimli şekilde destekleyecek şekilde yeniden düzenlenmesi önerilmektedir. Ayrıca, uzun vadeli etkilerin belirlenebilmesi için açık saha koşullarında ek denemeler yapılması önem arz etmektedir. Gelecekteki çalışmalarda, bu bileşiklerin fotosentez performansı, su kullanma verimliliği ve antioksidan sistemler üzerindeki etkilerinin detaylı olarak incelenmesi, taze soğan yetiştiriciliğinde daha etkili yönetim stratejileri geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

#### Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Kaynaklar**

- Ali, Q., Ashraf, M., Shahbaz, M., 2007. Amelioration of salt stress in maize (*Zea mays* L.) by exogenous proline application: Growth and photosynthesis. *Pakistan Journal of Botany*, 39(3), 577–587.
- Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 206-216.
- Barros, J., Silva, A., Fernandes, L., 2019. Effects of salicylic acid and silicon applications on water use efficiency in cotton plants. *Journal of Plant Physiology*, 234: 14–22.
- Brewster, J. L., 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. CABI.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization Statistical Database. (<http://www.fao.org>) (Accessed: 10.09.2024).
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., Smith, B., 2002. Onions a global benefit to health. *Phytotherapy Research*, 16(7): 603-615.
- Hadid, M.L., Ramadan, K.M., El-Beltagi, H. S., Ramadan, A.A., El-Metwally, I.M., Shalaby, T.A., Saudy, H.S., 2023. Modulating the antioxidant defense systems and nutrients content by proline for higher yielding of wheat under water deficit. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(3): 13291.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemini, M.N., Wani, A.S., Pichtel, J., Ahmad, A., 2012. Role of proline under changing environments: A review. *Plant Signaling & Behavior*, 7(11): 1456-1466.
- Jayakumar, K., Jaleel, C.A., Azooz, M.M., Panneerselvam, R., 2014. Impact of salicylic acid on plant growth and development. *Environmental and Experimental Botany*, 90: 20–25.
- Khan, M.I.R., Fatma, M., Per, T.S., Anjum, N.A., Khan, N.A., 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 6: 462.
- Khan, W., Prithiviraj, B., Smith, D. L., 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160(5): 485–492.
- Khedr, A.H.A., Abbas, M.A., Wahid, A.A.A., Quick, W.P., Abogadallah, G.M., 2003. Proline induces the expression of salt stress responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancreaticum maritimum* L. to salt stress. *Journal of Experimental Botany*, 54(392): 2553–2562.
- Noreen, S., Faiz, S., Akhter, M. S., Shah, K. H., 2019. Influence of osmoprotectants to ameliorate salt stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Sarhad Journal of Agriculture*, 35(4): 1316–1325.
- Shah, J., 2003. The salicylic acid loop in plant defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 6(4): 365-371.
- Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S., Pessarakli, M., 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 1-26.
- Szabados, L., Saviouré, A., 2010. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science*, 15(2): 89-97.
- Şensoy, S., Türkmen, Ö., Kabay, T., 2001. Değişik arpacık iriliği dikim sıklığı ve derinliklerinin Van koşullarında ısıtmasız cam serada yetiştirilen yeşil soğan verimi üzerine etkileri. 6. *Ulusal Seracılık Sempozyumu*, Muğla, Turkey, s.155-159.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu Tarım Verileri (<https://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 10.09.2024)



---

**Atıf Şekli:** Balcı, H., Yıldız, M., Kara, M., 2025. Taze Soğan (*Allium cepa* L.) Yetiştiriciliğinde Prolin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Verim ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 10(1): 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.15082920>.

**To Cite:** Balcı, H., Yıldız, M., Kara, M., 2025. The Effects of Proline and Salicylic Acid Applications on Yield and Plant Growth in Green Onion (*Allium cepa* L.) Cultivation. *MAS Journal of Applied Sciences*, 10(1): 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.15082920>.

---