



## ***In Vitro* Koşullarda Besin Ortamına Eklenen Farklı Konsantrasyonlarda Tuz'un Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi**

Ecem KARA<sup>1\*</sup>, Hatıra TAŞKIN<sup>2</sup>, Gökhan BAKTEMUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

\*Sorumlu Yazar (Corresponding author): [ecemkara33@gmail.com](mailto:ecemkara33@gmail.com)

### **Özet**

Bu çalışmada, *in vitro* koşullar altında besin ortamına eklenen değişik konsantrasyonlarda (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) sodyum klorür (NaCl)'ün domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisi gelişimi üzerine etkileri saptanmıştır. Temel besin ortamı olarak Murashige ve Skoog (MS) kullanılmıştır. Deneme süresince çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%), gerçek su içeriği (%), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), gövde uzunluğu (mm), kök uzunluğu (mm) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri parametreleri incelenmiştir. Ortamlar arasında çimlenme oranı en fazla DA (0 mM NaCl) (% 80.00), DB (50 mM NaCl) (% 76.00) ve DC (100 mM NaCl) (% 75.60) ortamlarında belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi en kısa DA (3.19 gün) ortamında saptanmıştır. Tuz tolerans indeksi en düşük DE (200 mM NaCl) (% 81.25) ortamından elde edilmiştir. Deneme sonuçları dikkate alındığında, NaCl dozu arttıkça bitki gelişiminin yavaşladığı tespit edilmiştir.

## **Determination the Effects of Different Concentrations of Salt (NaCl) Added to the Nutrient Medium under *in vitro* Conditions on the Development of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)**

### **Abstract**

In this study, the effects of sodium chloride (NaCl) at different concentrations (0, 50, 100, 150 and 200 mM) added to the nutrient medium under *in vitro* conditions on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) development were determined. Murashige and Skoog (MS) was used as the basic nutrient medium. During the study; germination rate (%), average germination time (days), salt tolerance index (%), actual water content (%), stem fresh weight (g), stem dry weight (g), root fresh weight (g), root dry weight (g), stem length (mm), root length (mm) and visual scale evaluation parameters of tomato plants were examined. Among the nutrient media, the germination rate was found as the highest in DA (0 mM NaCl) (80.00%), DB (50 mM NaCl) (76.00%) and DC (100 mM NaCl) (75.60%) media. The shortest average germination time was determined in DA medium (3.19 days). The lowest salt tolerance index was obtained from DE (200 mM NaCl) (81.25%) medium. Considering the study results, it was determined that plant development slowed down as the NaCl dose increased.

### **Araştırma Makalesi**

#### **Makale Tarihiçesi**

Geliş Tarihi :18.12.2023  
Kabul Tarihi :28.01.2024

#### **Anahtar Kelimeler**

Abiyotik stres  
tuzluluk  
*in vitro*  
domates

### **Research Article**

#### **Article History**

Received :18.12.2023  
Accepted :28.01.2024

#### **Keywords**

Abiotic stress  
salinity  
*in vitro*  
tomato

## 1.Giriş

Yüksek tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık gibi başlıca abiyotik stres faktörleri, temel gıda ürünlerini üreten bitkilerin hayatta kalmasını, biyokütle üretimini ve verimini %70'e varan oranlarda olumsuz yönde etkilemektedir (Vorasoot ve ark., 2003; Kaur ve ark., 2008; Ahmad ve ark., 2010; Thakur ve ark., 2010; Mantri ve ark., 2012; Ahmad ve ark., 2012). Na ve Cl<sup>-</sup> gibi minerallerin yüksek oranlarının bitki üzerindeki olumsuz etkisi tuz stresi olarak adlandırılır (Munns, 2005). Toprak tuzluluğunun insanlardan ve tarımdan çok önce var olduğu, ancak sorunun tarımsal uygulamalarla daha da kötüye gittiği bilinmektedir (Zhu, 2001). Tuz stresi, bitki büyümesi ve bitkisel üretim için en ciddi sınırlayıcı faktörlerden birisidir (Parihar ve ark., 2015).

Dünya genelinde en önemli küresel sorunlardan birisi de dünya çapında yeterli gıdanın sağlanamamasıdır. FAO, 2050 yılına kadar gıda ihtiyacında ciddi bir artış olacağını tahmin etmektedir (Cobb ve ark., 2013). Gıda üretimindeki talebi karşılamak için tarım alanlarında optimum koşullar sağlansa bile, gıda talebini gerçekleştirmenin kolay olmayacağı, hatta bitkisel üretim için arazi ve su kullanımının artması, iklim değişikliği ve abiyotik stres faktörleri nedeniyle tarım alanlarının daha da kötüye gideceği düşünülmektedir (Ruggiero ve ark., 2017).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünyada ve ülkemizde en fazla tüketilen sebze türüdür. Dünya genelinde domates yetiştiriciliği 4.9 milyon hektarlık bir alanda 186 milyon ton üretim ile gerçekleştirilmektedir. Domates üretiminin en fazla yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, Mısır, İtalya, Meksika ve Brezilya'dır (FAO, 2022). Domates temel bir gıda ürünü olmasının yanı sıra sağlığa faydalı çeşitli bileşikler içermekte, kanser ve kalp hastalıkları riskini azaltabilme, beyin, cilt ve kemik sağlığını iyileştirebilme potansiyelinden bahsedilmektedir (Bhatkar ve ark., 2021). Domates özellikle taze olarak tüketilse de salça, sos, turşu, konserve gibi farklı şekillerde işlenmiş olarak da

kullanılmakta, sanayiye hammadde sağlamaktadır. Domatesin yüksek nem içeriği (>% 90) taze formda saklanabilmesini büyük ölçüde kısıtlamakta, bu nedenle hasat sonrası kayıpları önlemek için uygun işleme ve muhafaza tekniklerinin uygulanması gerekmektedir (Pravitha ve ark., 2024).

Bitki doku kültürü veya hücrelerin, dokuların, organların ve bunların bileşenlerinin tanımlanmış fiziksel ve kimyasal koşullar altında *in vitro* aseptik kültürü hem temel hem de uygulamalı çalışmalarda ve ticari uygulamalarda önemli bir araçtır (Thorpe, 2007). Son yıllarda doku kültürü teknikleri, stres değerlendirmesi çalışmalarında geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Doku kültürü teknikleri ile farklı stres denemelerinin yapılması, sınırlı bir alanda büyük popülasyonları test etme olanağı sunması ve çevresel koşulların kontrol edilmesine olanak sağlanması nedeni ile avantajlı olmaktadır (Pérez-Tornero ve ark., 2009; Vives-Peris ve ark., 2017; Pérez-Jiménez ve Pérez-Tornero, 2020). Yapılan bu çalışmada, *in vitro* koşullarda besin ortamına eklenmiş farklı konsantrasyonlarda (0 (kontrol), 50, 100, 150, 200 mM) sodyum klorür (NaCl)'ün domates bitkisinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma ile bitki üzerinde tuz stresi etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenip belirlenemeyeceğinin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2023 yılında, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi (SBTÜ) bitki doku kültürü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Falcon standart domates çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada besin ortamları, NaCl'nin farklı dozlarının (0, 50, 100, 150, 200 mM) eklenmesiyle hazırlanmıştır (Tablo 1). Çalışmada temel besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Besin ortamlarının pH'sı 5.8 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamları, otoklavda 1.2 atm basınçta, 121°C'da ve 15 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Sterilizasyon sonrası besin ortamlarının, 60 mm çaplı steril plastik petrilere steril kabinde dökümü sağlanmıştır.

Domates tohumları yüzey sterilizasyonu amacıyla, % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dakika bekletilmiş ve steril edilmiş bidistile su ile en az beş defa durulanmıştır. Sterilizasyon sonrası domates tohumlarının, her petride beş tohum olacak

şekilde petrilere ekimi sağlanmıştır. Petriler, bitki büyütme odasında  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık koşullarında, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde 3000 lüks ışık koşullarında gelişmeye bırakılmıştır.

**Tablo 1.** Besin ortamlarının kodları

Konsantrasyonlar	NaCl
Kontrol (0)	DA
50 mM	DB
100 mM	DC
150 mM	DD
200 mM	DE

### 2.1. Denemede yapılan ölçümler

Denemede çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün) (Kaya ve ark., 2006) tuz tolerans indeksi (%) (Rahman ve ark., 2008; Khayatnezhad ve ark., 2011; Güldüren, 2012; Aydın ve Atıcı, 2015), gerçek su içeriği (%), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), (Keleş, 2019) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri (Daşgan ve ark., 2002) parametreleri her bitkide değerlendirilmiştir.

### 2.2. Sonuçların değerlendirilmesi

Çalışma, 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 5 petri olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Yüzde değerler açı transformasyonuna tabi tutularak % 5 önem düzeyine göre karşılaştırılmıştır. İstatistik analizler, JMP programı kullanılarak belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 2'de besin ortamına eklenmiş farklı dozlarda eklenmiş NaCl'nin domates tohumlarının çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%) ve gerçek su içeriği (%) üzerine olan etkilerinin sonuçları verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, ortamlar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme, istatistiksel olarak aynı grupta yer alan DA (% 80.00), DB (% 76.00) ve DC (% 75.60) ortamlarında görülmüştür. Ortalama

çimlenme süresi açısından en hızlı çimlenme DA (3.19 gün), en yavaş çimlenme ise DE (5.76 gün) ortamından elde edilmiştir. Tuz tolerans indeksi en yüksek DA (% 99.80), en düşük DE (% 81.25) ortamında belirlenmiştir. Gerçek su içeriği açısından en yüksek değer DA (% 93.98) ortamında tespit edilmiştir. Fallahi ve ark. (2015), roka tohumlarının 100 mM NaCl'ye kadar tuz stresinden önemli ölçüde etkilenmediğini ve NaCl dozunun artmasıyla önemli derecede azaldığını (200 mM NaCl'de kontrole göre % 60 azaldığını) bildirmiştir. Abdel-Farid ve ark. (2020), *in vitro* ve *in vivo* koşullarda hıyar ve domates tohumlarına farklı konsantrasyonlarda NaCl (25, 50, 100 ve 200 mM) uygulayarak tohum çimlenme durumu ve fide büyümesini belirledikleri çalışmalarında, 200 mM tuz dozunun hıyar tohumlarında çimlenme süresini geciktirdiğini, domateste ise NaCl konsantrasyonunun tamamında çimlenme yüzdesinin, tohum çimlenme hızının ve fide büyümesinin önemli derecede etkilendiğini tespit etmişlerdir. Kara ve Baktemur (2023a), tuz stresi altında havuç bitkisinin büyüme performansını belirledikleri çalışmalarında, en fazla gerçek su içeriğini HA (Kontrol, %87.38) ortamında en az gerçek su içeriğini ise HD (300 mM, % 81.02) ortamında belirlemişlerdir. Sunulan bu denemenin sonuçları incelendiğinde, NaCl konsantrasyonu yükseldikçe gelişmenin yavaşladığı tespit edilmiş ve durum literatürde de benzer olmuştur.

**Tablo 2.** Değişik dozlarda NaCl eklenerek hazırlanan besin ortamlarındaki çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tuz tolerans indeksi ve gerçek su içeriği (%)

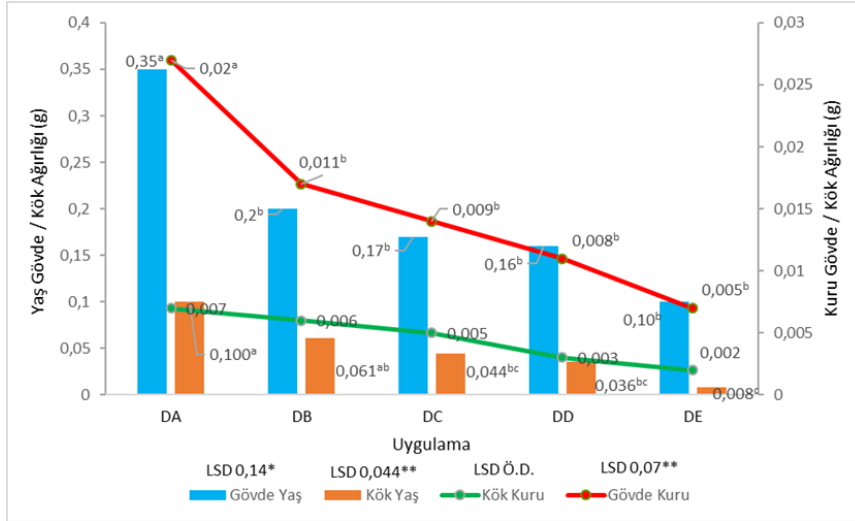
Uygulama	Ç.O. (%)	O.Ç.S (gün)	T.T.İ (%)	G.S.İ (%)
DA	80.00 <sup>a</sup> (63.44)	3.19 <sup>f</sup>	99.80 <sup>a</sup> (87.44)	93.98 <sup>a</sup> (75.80)
DB	76.00 <sup>a</sup> (60.67)	5.44 <sup>b</sup>	95.00 <sup>b</sup> (77.08)	92.94 <sup>ab</sup> (74.59)
DC	75.60 <sup>a</sup> (60.00)	5.49 <sup>b</sup>	93.75 <sup>b</sup> (75.52)	92.45 <sup>b</sup> (74.05)
DD	70.00 <sup>b</sup> (56.79)	5.58 <sup>b</sup>	87.50 <sup>c</sup> (69.30)	92.44 <sup>b</sup> (74.04)
DE	65.00 <sup>b</sup> (53.73)	5.76 <sup>a</sup>	81.25 <sup>d</sup> (64.34)	91.59 <sup>b</sup> (73.14)
LSD	5.13***	0.18***	2.61***	1.41*

\* Çimlenme Oranı: (Ç.O.), Ortalama Çimlenme Süresi: (O.Ç.S), Tuz Tolerans İndeksi: (T.T.İ), Gerçek Su İçeriği: (G.S.İ).

Besin ortamına eklenmiş farklı konsantrasyonlarda NaCl'nin denemede kullanılan domates çeşidinin gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığına etkilerine dair veriler Şekil 1'de sunulmuştur. Farklı ortamların gövde yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gövde yaş ağırlığı en fazla DA (0.35 g) ortamında belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlığı en fazla DA (0.020 g) ortamında elde edilirken, en az gövde kuru ağırlığı aynı grupta yer alan DB (0.011 g), DC (0.009), DD (0,008 g) ve DE (0.005 g) besin ortamlarında görülmüştür. Kök yaş ağırlığı en fazla DA (0.100 g), en az ise DE (0.008 g) ortamlarında saptanmıştır.

Kıran ve ark. (2015), bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi altında tepkilerini belirledikleri çalışmalarında, 100 mM NaCl dozunun bitkiler 4-5 gerçek yapraklı döneme geldiğinde yeşil aksam yaş ağırlığında azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Seth (2018), beş ticari domates çeşidinde tuzluluk toleransında genotipik varyasyonu değerlendirmek üzere yaptığı çalışmada, 100 mM NaCl'nin bitkide sürgün/kök uzunluğunu ve yaş/kuru ağırlığını azalttığını tespit etmiştir. Alay ve ark. (2023), farklı tuz yoğunluklarının

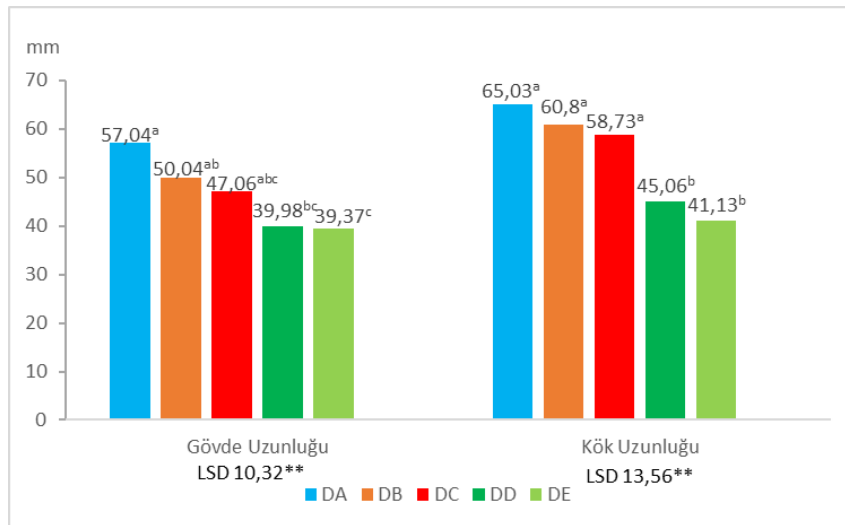
kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) bitkisi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, tuz dozu arttıkça yaş bitki ağırlığında % 79, kuru bitki ağırlığında %84 oranında azalış olduğunu bildirmişlerdir. Baktemur (2023), *in vitro* koşullarda değişik dozlarda NaCl'nin kabak bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini incelediği çalışmasında, en yüksek kök yaş ağırlığını KD (150 mM, 3.78 g) ortamından, en düşük ise KF (250 mM, 2.03 g) ortamından elde etmiştir. Kereçin ve Öztürk (2023), soya bitkisinin tuz stresine karşı tolerans seviyesini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında, tuz stresinin; çimlenme, fide gelişimi ve vejetatif gelişme aşamalarında bitki metabolizmasını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Kara ve Baktemur (2023b), *in vitro* koşullarda tere tohumlarını farklı NaCl konsantrasyonlarında (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) tutarak bitki gelişim durumlarını inceledikleri çalışmalarında, en yüksek gövde yaş ağırlığını TRA (Kontrol, 0.200 g) ve TRB (50 mM, 0.183 g), en düşük gövde yaş ağırlığını ise TRF (250 mM, 0.066 g) ve TRG (300 mM, 0.040 g) ortamlarında saptamışlardır. Deneme sonuçlarımız literatürle uyumlu görünmektedir.



Şekil 1. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisi yaş gövde kuru ağırlığı ve yaş kök kuru ağırlığı üzerine etkileri

Şekil 2’de besin ortamlarına eklenen farklı dozlarda NaCl’nin denemede kullanılan domates çeşidinin gövde ve kök uzunlukları üzerine etkisine ait veriler sunulmuştur. İstatistiksel olarak ortamlar arasındaki fark, önemli bulunmuştur. En fazla gövde uzunluğu DA (57.04 mm) ortamından elde edilirken, en kısa gövde uzunluğu DE (39.37 mm) ortamında saptanmıştır. Kök uzunluğu değerleri incelendiğinde, en uzun kök aynı grupta yer alan DA (65.03 mm), DB (60.80 mm) ve DC (58.73) ortamlarında tespit edilmiştir. Loganayaki ve ark. (2020), dört farklı sebze türünde (domates, biber, hıyar ve

bamya) tuzluluğun bitkilerin çimlenme ve fide büyümesi üzerindeki etkilerini belirledikleri çalışmalarında, artan NaCl konsantrasyonu sonucunda kırmızı biber hariç tüm türlerde sürgün uzunluklarının azaldığı tespit edilmiştir. Mahmood ve Pırlak (2023) tarafından yapılan bir çalışmada, *in vitro* ve *in vivo* ortamlarda aronya bitkisinin tuz stresine karşı verdiği tepkiler incelenmiş ve çalışma sonucunda tuz dozlarının yükselmesi sonucunda bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, klorofil içeriği ve protein içeriğinin azaldığı bildirilmiştir.

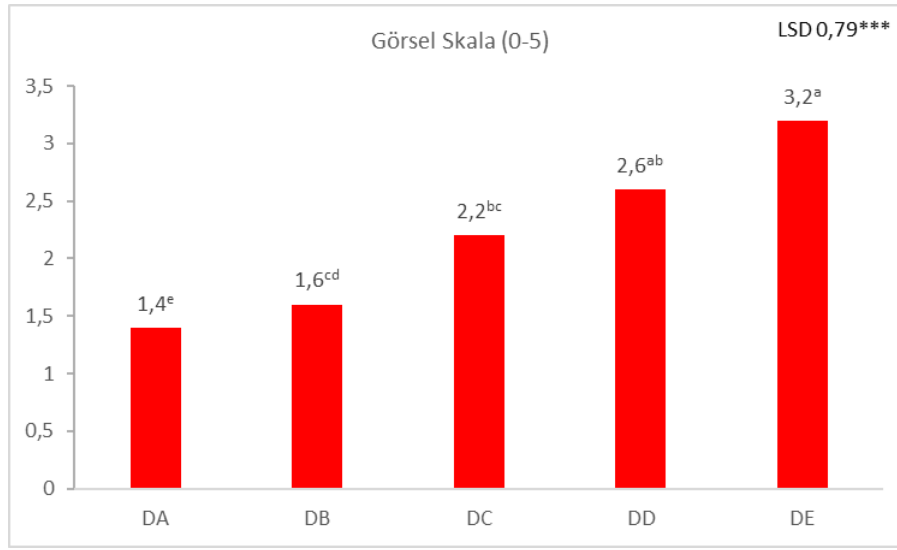


Şekil 2. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisi gövde ve kök uzunluğu üzerine etkileri

Şekil 3'te besin ortamlarına eklenen farklı dozlarda NaCl'nin denemede kullanılan domates çeşidinin görsel skala değerlendirilmesine ait sonuçlar sunulmuştur. Ortamlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sunulan bu çalışmada, tuzluluk konsantrasyonunun artmasıyla domates bitkisinin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Buna göre en az zararlanma DA (1.4) en fazla zararlanma ise DE (3.2) ortamında belirlenmiştir. Saraçoğlu ve Akat (2022), farklı tuzluluk konsantrasyonlarının,

topraksız süs lahanası yetiştiriciliğindeki gelişim düzeyini belirledikleri çalışmada, görsel skala değerleri en düşük tuzluk düzeyi konularında elde etmiştir.

Baktemur (2023), *in vitro* koşullarda değişik dozlarda sodyum klorür eklenen ortamlarda kabak bitkisinin skala değerlerini incelediği çalışmasında, dozlar arttıkça bitkilerde zararlanmanın arttığını belirtmiştir. Çalışma sonuçları dikkate alındığında, literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Besin ortamlarına eklenen farklı NaCl dozlarının domates bitkisindeki görsel ölçek değerlendirilmesi

#### 4.Sonuçlar

Sunulan bu çalışmada, besin ortamlarına eklenmiş farklı dozlarda NaCl'nin *in vitro* koşullarda domates bitkisi gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada çimlenme oranı (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%), gövde uzunluğu (mm), kök uzunluğu (mm), gerçek su içeriği (%), gövde yaş- kuru ağırlığı (g), kök- kuru ağırlığı (g) ve tuz stresi sonrası domates bitkilerinin görsel ölçek değerlendirmeleri parametreleri incelenmiştir. Deneme süresince yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda, tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerin gelişiminde aksamalar tespit edilmiştir. Bu beklenen bir durumdur. Bu çalışmada, *in vitro* koşullar altında yapılan denemelerde bu azalmanın

tespit edilebilir edilemeyeceğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. *In vitro* koşullarda bu şekilde belirleyici sonuçlara ulaşılabilmesi, fazla sayıda genotipin tuzluluk stresine tepkilerinin hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilme olanağı açısından önemli olacaktır.

#### 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

- Abdel-Farid, I.B., Marghany, M.R., Rowezeck, M.M., Sheded, M.G., 2020. Effect of salinity stress on growth and metabolomic profiling of *Cucumis sativus* and *Solanum lycopersicum*. *Plants*, 9(11): 1626.
- Ahmad, P., Hakeem, K.R., Kumar, A., Ashraf, M., Akram, N.A., 2012. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11(11): 2694–2703.
- Ahmad, P., Jaleel, C.A., Salem, M.A., Nabi, G., Sharma, S., 2010. Roles of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30: 161–175.
- Alay, F., Birol, M., Demir, E., Çankaya, N., 2024. Kamış topunun (*Festuca arundinacea* Schreb.) tuzluluk stresine (NaCl) karşı büyüme tepkisinin araştırılması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1): 57–71.
- Aydın, İ., Atıcı, Ö., 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2): 1–15.
- Baktemur, G., 2023. *In Vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlarda sodyum klorür içeren besin ortamlarının kabak (*Cucurbita pepo* L.) bitkisi gelişimine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 873–882.
- Bhatkar, N.S., Shirkole, S.S., Mujumdar, A.S., Thorat, B.N., 2021. Drying of tomatoes and tomato processing waste: A critical review of the quality aspects. *Drying Technology*, 39: 1–25.
- Cobb, J.N., Declerck, G., Greenberg, A., Clark, R., McCouch, S., 2013. Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 126: 867–887.
- Daşgan, H.Y., Aktas, H., Abak, K., Çakmak, İ., 2002. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, 163: 695–703.
- Fallahi, H.R., Fadaeian, G., Gholami, M., Daneshkhah, O., Hosseini, F.S., Aghhavan-Shajari, M., Samadzadeh, A., 2015. Germination response of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa* L.) to osmotic and salinity stresses. *Plant Breeding and Seed Science*, 71: 97–108.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), (Erişim Tarihi: 10.02.2024).
- Güldüren, Ş., Elkoca, E., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 29-41.
- Kara, E., Baktemur, G., 2023b. Bahçe teresinin (*Lepidium sativum* L.) *in vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlarda NaCl içeren besin ortamlarında gelişim düzeyinin belirlenmesi. *Sivas II. International Conference on Scientific and Innovation Research*, Kongre Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül, Sivas, s. 1191-1200.
- Kara, E., Baktemur, G., 2023a. Farklı Tuz Seviyelerinin *In Vitro* Koşullarda Havuç (*Daucus carota* L.) Bitkisi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Akdeniz 10th International Conference on Applied Sciences*, Kongre Bildiriler Kitabı, 02-05 Kasım, s. 280–286.
- Kaur, G., Kumar, S., Nayyar, H., Upadhyaya, H.D., 2008. Cold stress injury during the pod-filling phase in chickpea (*Cicer arietinum* L.) effects on quantitative and qualitative components of seeds. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194: 457-464.

- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4): 291-295.
- Keleş, B., 2019. *İn Vitro* kültür koşulları ve tuzluluk (NaCl) stresi altında çimlendirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinde meydana gelen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.
- Kereçin, G., Öztürk, F., 2024. Salisilik asit ve tuz stresi uygulamalarının bazı soya (*Glycine max.* L.) çeşitlerinin fide gelişimi üzerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 25-35.
- Khayatnezhad, M., Gholamin, R., 2011. Effects of salt stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. *African Journal of Biotechnology*, 10: 12909–12915.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2015. Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1): 20-30.
- Loganayaki, K., Tamizhmathi, S., Brinda, D., Gayathri, S., Mary, M.C., Mohanlal, V.A., 2020. *In vitro* evaluation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chilli (*Capsicum annum* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.) and bhendi (*Abelmoschus esculentus* L.) for salinity stress. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2): 2364-2367.
- Mahmood, M.S., Pırlak, L., 2023. Aronya (*Aronia melanocarpa*) fidanlarının *in vitro* ve *in vivo* şartlarda tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. *International Conference on Scientific and Innovative Studies* 1: 86–91.
- Mantri, N., Patade, V., Penna, S., Ford, R., Pang, E., 2012. Abiotic stress responses in plants: present and future. In: Ahmad P, Prasad MNV (Eds) Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability. Springer, New York.
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645–663.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*, 15: 473–497.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P., Prasad, S.M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 4056–4075.
- Pérez-Jiménez, M., Pérez-Tornero, O., 2020. *In vitro* plant evaluation trial: Reliability test of salinity assays in citrus plants. *Plants*, 9(10): E1352.
- Pérez-Tornero, O., Tallón, C.I., Porras, I., Navarro, J.M., 2009. Physiological and growth changes in micropropagated *Citrus macrophylla* explants due to salinity. *Journal of Plant Physiology*, 166(17): 1923-1933.
- Pravitha, M., Dipika Agrahar, M., Ajesh Kumar, V., 2024. Recent developments in tomato drying techniques: A comprehensive review. *Journal of Food Process Engineering*, 47(2): e14550.
- Rahman, M., Soomro, U.A., Haq, M.Z., Gul, S., 2008. Effects of Nacl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4: 398–403.
- Ruggiero, A., Punzo, P., Landi, S., Costa, A., Van Oosten, M.J., Grillo, S., 2017. Improving plant water use efficiency through molecular genetics. *Horticulturae* 3(2): 31.
- Seth, R., 2018. Assessment of salinity tolerance in tomato cultivars grown in Maharashtra, India. *Annals of Plant Sciences*, 7(5): 2259.



- Thakur, P., Kumar, S., Malik, J.A., Berger, J.D., Nayyar, H., 2010. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 67: 429–443.
- Thorpe, T., 2007. History of plant tissue culture. *Methods in Molecular Biology*, 37: 169–180.
- Vives-Peris, V., Gómez-Cadenas, A., Pérez-Clemente, R.M., 2017. Citrus plants exude proline and phytohormones under abiotic stress conditions. *Plant Cell Reports*, 36: 1971–1984.
- Vorasoot, N., Songsri, P., Akkasaeng, C., Jogloy, S., Patanothai, A., 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 25: 283–288.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6: 66–71.

---

**Atıf Şekli**

Kara, E., Taşkın, H., Baktemur, G., 2024. In Vitro Koşullarda Besin Ortamına Eklenen Farklı Konsantrasyonlarda Tuz'un Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 301-309.  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11123176>.

---

**To Cite**

Kara, E., Taşkın, H., Baktemur, G., 2024. Determination the Effects of Different Concentrations of Salt (NaCl) Added to the Nutrient Medium under in vitro Conditions on the Development of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2): 301-309.  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11123176>.

---