

## Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin in vitro Şartlarda Tuzluluğa Toleransının Belirlenmesi

Tuba SÜRME<sup>1\*</sup>, Ahmet Metin KUMLAY<sup>2</sup>, Canan KAYA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Efeler İlçe Müdürlüğü, Aydın, <sup>2</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, <sup>3</sup>Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9191-2846>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9765-8674>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2014-5373>

✉: tubanilsurmen@gmail.com

### ÖZET

Patates (*Solanum tuberosum* L.) in vitro ve in vivo şartlarda tuz stresine orta derecede hassasiyet gösteren tarla bitkilerinden biridir. Tuzluluk stresi patates yumru üretiminde önemli ve tahrip edici etkilere sahiptir. Bu nedenle, patates genotiplerinin tuz stresine karşı in vitro şartlarda denenmesi, tarla denemelerine alternatif yararlı bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmanın temel amacı, in vitro mikroçoğaltım tekniğini kullanarak bazı patates çeşitlerinin tuzluluk stres toleransına tepkisini ortaya koymaktır. Çalışmada Van Gogh ve Granola patates çeşitlerinin tek boğum kesimi eksplantları kullanılmış ve MS ortamına 0.0, 250, 500, 750, 1000, 1500 ve 2000 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında NaCl ilave edilmiştir. Bitkicikler 6 hafta süre ile uzun gün fotoperiyot (16 saat aydınlık, 8 saat karanlık) şartlarında tutulmuşlardır. Hasat edilen bitkiciklerde eksplant rejenerasyon oranı (%), bitkicik boyu (cm), boğum, yaprak ve kökçük sayıları, yaprak boyu ve eni (mm), sap kalınlığı (mm), kökçük uzunluğu (mm) ile bitki yaş ve kuru ağırlıkları (g) ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan en bitki rejenerasyon oranının 250 mg L<sup>-1</sup> ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamlardan (%90.63) elde edilmiştir. Mikroçoğaltım yönünden önemli olan en uzun bitki boyunun kontrol (28.71 cm) ve 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamdan (27.99 cm) elde edildiği, Van Gogh çeşidinin (25.09 cm) Granola çeşidine (16.67 cm) göre daha uzun bitkicikler verdiği belirlenmiştir. En fazla kökçük sayıları 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (73.38 adet) ve Van Gogh çeşidinden (76.18 adet) elde edilmiştir. En uzun kökçükler 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamdan (11.36 cm) ve Van Gogh çeşidinden (9.45 cm) elde edilmiştir. Bütün bu verilere göre artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkilerde vejetatif gelişmenin büyük oranda etkilendiği, ancak Van Gogh çeşidinin Granola çeşidine göre tuzlu ortamlara daha fazla tolerans gösterdiği belirlenmiştir.

### Tarla Bitkileri

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 23.02.2021

Kabul Tarihi : 17.01.2022

### Anahtar Kelimeler

Patates

*Solanum tuberosum* L.

Doku kültürü

In vitro

Tuzluluğa tolerans

## Determination of the Salinity Tolerance of Some Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties Under in vitro Conditions

### ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the moderately sensitive field crops to salt stress under in vitro and in vivo conditions. The salinity stress has significant and destructive effects on potato tuber production. Therefore, in vitro screening of potato genotypes for salt stress indicates a beneficial instrument as an alternative to field trials. The principal goal of this research was to reveal reaction in salinity stress tolerance of some potato cultivars using in vitro micropropagation technique. Single node explants of Van Gogh and Granola potato cultivars together with the 0.0, 250, 500, 750, 1000, 1500 and 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl concentrations added MS media were used in the study. Explants were cultured under long-day photoperiod conditions (16 h light, 8 h dark) for 6 weeks. Observations such as days to the shoot initiation, explant regeneration rate, the length of shoots and radicles, the number of nodes and radicles, the length and width of leaves, stem thickness, fresh and dry weight of plantlets were recorded in the research. The highest explant

### Field Crops

### Research Article

### Article History

Received : 23.02.2021

Accepted : 17.02.2022

### Keywords

Potato

*Solanum tuberosum* L.

Tissue culture

In vitro

Salinity tolerance

regeneration rate was obtained from both 250 mg L<sup>-1</sup> ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl including MS medium (90.63%). The results revealed that the longest plantlets was obtained on control media with no NaCl (28.71 cm), and Van Gogh gave longer plantlets (25.09 cm) compared to Granola (16.67 cm). The highest radicle number obtained on 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl including medium (73.38) and cultivar Van Gogh (76.18), however the longest radicles were determined on 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl including medium (11.36 cm) and Van Gogh (9.45 cm). Findings presented here clearly indicated that although morphological characteristics of in vitro grown potato plantlets were affected by increasing NaCl concentrations, Van Gogh showed more tolerance to salinity environments.

- Atıf Şekli:** Sürmen, T., Kumlay, A. M. & Kaya, C. (2023) Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin in vitro Şartlarda Tuzluluğa Toleransının Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (1), 107-117. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885397>
- To Cite :** Surmen, T., Kumlay, A.M. & Kaya, C. (2023). Determination of the Salinity Tolerance of Some Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties Under in vitro Conditions. KSU J. Agric Nat 26 (1), 107-117. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885397>

## GİRİŞ

Solanaceae familyası içerisinde yer alan patates (*Solanum tuberosum* L.) dünyanın 150'den fazla ülkesinde üretilmekte olan, dünyada buğday, mısır ve çeltikten sonra en fazla üretilen, insan beslenmesinde önemli yeri olan bir endüstri bitkisidir. Klasik patates ıslahının değişik aşamalarında uygulanan biyoteknolojik metotlar ve doku kültürü yöntemleri ile hem hızlı çoğaltım sağlanabilmekte, hem de gen kaynaklarının muhafaza edilmesi ve hastalıklardan arı bitkiler elde edilmesi mümkün olabilmektedir (Kumlay, 2014; Mohapatra & Batra, 2017; Tazeb, 2017). Doku kültürü ortamlarında meristem, sürgün ucu, sap ince hücre tabakası, sap kesimi, kotiledon, hipokotil, yaprak diskleri, kökler ve boğumlardan hızlı çoğaltım yapılabilmektedir (Kumlay ve ark., 2014; de Moraes ve ark., 2018; Kumar ve ark., 2019).

Dünyada sulanabilir tarım arazilerinin yaklaşık beşte birinin toprak tuzluluğundan olumsuz etkilendiği, artan bu probleminden dolayı, gelecek 25 yıl içerisinde tarıma elverişli alanların %30 civarında azalacağı ve bu oranın 2050 yılına kadar %50'ye ulaşacağı (Wang ve ark., 2003), bu nedenle gıda üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için, tuzluluğa tolerant yeni bitki tür ve çeşitlerinin geliştirilmesinin çok önemli olduğu (Chinnusamy ve ark., 2005; Sobhanian ve ark., 2011) vurgulanmıştır. Son zamanlarda geliştirilen in vitro teknikler ile geleneksel yöntemlerle ıslah edilen patates melez hatlarının ya da genotiplerinin kısa sürede ve düşük maliyetle tuzluluğa dayanımlarının test edilebileceği metotlar geliştirilmiştir. (Kumlay ve ark., 2014; Kumlay ve ark., 2015; Campos ve ark., 2016; Kumlay, 2016).

Yapılan çalışmalarda in vitro şartlarda tuzluluk stresine maruz bırakılan farklı patates eksplantlarından geliştirilen bitkiciklerde büyümenin yavaşladığı ve mikroyumru veriminin düştüğü (Zhang & Donnelly, 1997), bitkiciklerin kök ve

gövdelerinde K<sup>+</sup> içeriğinin azaldığı, Na<sup>+</sup> içeriğinin arttığı (Aghaei ve ark., 2009), çimlenme, kanopi genişlemesi ve yaşlanmanın teşvik edildiği (Jefferies, 1996), 50 mM üzerindeki konsantrasyonlarda çeşitlerin çoğunda çimlenmenin engellendiği (Zakaria ve ark., 2008), yumru gelişimi ve veriminin olumsuz yönde etkilendiği (Zhang ve ark., 2005) belirlenmiştir. Ayrıca, artan tuz stresine bağlı olarak, patates bitkiciklerinin fizyolojik özelliklerinde değişimler meydana geldiği, fotosentetik pigmentasyonun, çözünür şekerler, protein ve bitki yaş ağırlığının azaldığı, buna karşın prolin miktarının arttığı (Mosavi ve ark., 2018), bitkicik ve kök uzunluğu, dal, boğum, yaprak ve kök sayıları ile, yaprak boyu ve eni, bitkicik yaş ve kuru ağırlığı gibi karakterlerin olumsuz etkilendiği (Mansoor ve ark., 2010; Gowayed ve ark., 2017; Ibrahim ve ark., 2017; Ahmed ve ark., 2020; Rashid ve ark., 2020) ortaya konulmuştur. Başka bir çalışmada ise, bütün çeşitlerde 60 mM NaCl dozuna kadar bitki gelişiminin normal seyrinde devam ettiği, ancak Challisha çeşidinin 90 mM konsantrasyona kadar sürgün ve kök uzunluğu, boğum sayısı ile bitkicik yaş ve kuru ağırlıkları yönünden iyi performans gösterdiği (Biswas ve ark., 2017) rapor edilmiştir.

Vejetatif gelişim parametreleri dikkate alındığında patates genotiplerinin tuz stresine tolerans yönünden farklılıklar gösterdiği (Khierallah & Jawad, 2017; Jawad & Khierallah, 2018), dünyada yaygın olarak üretimi yapılan Desiree ve Kennebec patates çeşitlerinin orta derecede tuza dayanıklı çeşitler olduğu (Sasikala & Prasad, 1994), Cardinal çeşidinin bitkiciklerinde %4 tuz konsantrasyonu üzerinde hiçbir canlılık belirtisi görülmediği (Farhatullah & Farhatullah, 2002) kayda geçmiştir. Turan (2000) doktora tez çalışmasında tuzluluğa en toleranslı çeşidin Obelix olduğunu, Homayoun ve ark. (2011) Agria çeşidinin tuz stresine daha dayanıklı olduğunu, Sudharsan ve ark. (2012) çalışılan patates çeşitlerinden yedisinin tuza toleranslı, altısının tuza

duyarlı ve geriye kalan oniki çeşidin ise tuza yüksek duyarlı olduğunu, Munira ve ark. (2015) Sagita ve Felsina çeşitlerinin tuz stresine karşı daha dayanıklı olduğunu, buna karşın Shilbilati ve Lalpakri çeşitlerinin ise tuz stresine karşı hassas olduklarını, Murshed ve ark. (2015) ise Taurus ve Sultana çeşitlerinin tuz stresine toleranslı, Toscana, Soraya ve Kenita çeşitlerinin ise hassas olduklarını kayda geçmişlerdir.

Bu araştırmanın temel amacı, in vitro mikroçoğaltım tekniği kullanılarak bazı patates çeşitlerinin tuzluluk stres toleransına tepkisini ortaya koymaktır. Bu amaçla, yaygın olarak dikimi yapılan Granola ve Van Gogh patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinden alınan tek boğum kesimi eksplantlarının mikroçoğaltımında değişik NaCl konsantrasyonlarının etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Yaygın olarak dikimi yapılan orta geçici, yüksek verimli ve hastalıklara dayanıklı olan Granola çeşidi ile bu özelliklerin yanında endüstriyel özellikleri uygun olan Van Gogh çeşidi araştırmanın materyalini oluşturmuştur.

### Bitki Rejenerasyonu İçin Doku Kültürü Ortamlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu

Patates bitkisinin mikroçoğaltımında yaygın olarak kullanılan bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ve bunların kombinasyonları hücre bölünmesine ve genişlemesine, büyümeye, hücre uzamasına, doku gelişimine, kök oluşumu ve sürgün gelişimine neden olan maddelerdir (Kumlay & Eryiğit, 2011; Kumlay, 2014). Ortama BBD ilavesiyle sürgün gelişiminin hızlandığı (Sarder, 2006; Nuwagira ve ark., 2015), yanal sürgün gelişimi ve boğum sayısının arttığı ve iyi bir sürgün gelişimi için oksin + sitokinin hormonlarının kombine edilmesi gerektiği ortaya konulmuştur (Daneshmand ve ark., 2010; Xhulaj & Gixhari, 2018).

Patates bitkisinin doku kültürü ortamlarında tuzluluğa toleransının belirlenmesinde kullanılan MS besi ortamı için gerekli olan makro ve mikro besin elementleri ile organik bileşiklerin stok çözeltileri hazırlanmış ve bunlardan gerekli miktarlar alınarak ortam hazırlanmıştır. Sürgün gelişimi için % 5 sukroz ilave edilerek iyice çözünmesi sağlanmış, ortamın pH'ı 5.6-5.8'e ayarlanarak steril çift distile su ile hacmi 1 litreye tamamlanmış, pH ayarlandıktan sonra % 8 agar ilave edilerek, çözelti kaynama noktasına yakın bir değere kadar ısıtılıp agarın ortamda tortu ve kalıntı bırakmayacak şekilde çözünmesi sağlanmıştır. Cam balon içerisinde bulunan besi ortamları otoklavda 121°C'da 15 dakika

tutulduktan sonra hafifçe soğutulmuş, balon dışarıdan dokunulacak bir sıcaklığa düştüğünde (yaklaşık 40-50°C) sıcaklığa karşı hassas olan BBD 0.22 µm miliporlardan geçirilerek ortama ilave edilmiştir. Hormon ilavesinden sonra cam balonda bulunan besi yerleri donmadan her bir kavanoza 20-25 ml besi ortamı konularak kavanozlarda katılaşmaları beklenmiştir.

### Hazırlanan Eksplantların Besi Ortamlarına Aktarılması ve İnkübasyon

Bu çalışmada, Granola ve Van Gogh patates çeşitlerinden meristem kültürü yoluyla elde edilen bitkiciklerin tek boğum kesimleri ve içerisinde besi ortamı olan kavanozların her birinin içerisine 3 ya da 4 eksplant olacak şekilde aktarılmıştır. Ortamlar şu şekilde ayarlanmıştır: %5 sukroz içeren 0.0 mM mg L<sup>-1</sup> NaCl (Kontrol), 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl; 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl; 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl; 1000 mg L<sup>-1</sup> NaCl; 1500 mg L<sup>-1</sup> NaCl, 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl. Eksplantlar 16 saat aydınlık 8 saat karanlıkta (24 ± 2°C), 2000 lüks ışık yoğunluğundaki fotoperiyot şartlarında 6 hafta süreyle kültüre alınmış ve gerekli gözlemler kaydedilmiştir.

### Alınan gözlemler, ölçümler ve verilerin değerlendirilmesi

Altı haftalık kültür sürecinden sonra bitkiciklerde; eksplant rejenerasyon (%), sürgün uzunluğu (cm), boğum sayısı (adet), sap kalınlığı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak boyu ve eni (mm), kökçük sayısı (adet), kökçük uzunluğu (mm), bitkicik yaş ve kuru ağırlığı (mg) gözlemleri kaydedilmiştir.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada Granola ve Van Gogh patates çeşitleri ve kontrol ile birlikte 6 farklı NaCl uygulaması içeren besi ortamları kullanılmıştır. Sonuçlar "Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseni"ne göre 4 tekerrür üzerinden SPSS istatistik programında değerlendirmeye tabi tutulmuş, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma sonucunda değerlendirmeye tabi tutulan çeşit ve NaCl uygulamalarının doku kültürü ortamında elde edilen bitkiciklerin morfolojik ve diğer özelliklerine olan etkileri ayrı alt başlıklar altında değerlendirilmiştir.

### Eksplant rejenerasyon oranları

Eksplant rejenerasyon oranları üzerine çeşitler arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu (P > 0.05), buna karşın NaCl konsantrasyonları ile çeşit × NaCl interaksyonu çok önemli olduğu (P < 0.01)

tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çeşitler arasındaki fark önemli bulunmamış, ortamlardan en yüksek oranlar %90.63 ile 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozundan, en düşük oran ise %50 ile 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozundan elde edilmiş, interaksiyon incelendiğinde; en yüksek oran kontrol

ortamında Granola'dan ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamda Van Gogh'dan (her ikisi de % 100) elde edilmiş, en düşük oran ise 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda Granola ve Van Gogh çeşitlerinden (% 50) alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Eksplant rejenerasyon oranları ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları

Table 1. *Explant regeneration rates averages and statistical analysis results.*

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F
	Granola	Van Gogh				
0	100.0±0.00	A	87.50±4.72	A	3	0.61
250	93.75±6.25	AB	90.63±4.57	A	1	1.50
500	75.00±0.00	D	75.00±0.00	B	6	24.78**
750	81.25±6.25	CD	90.63±4.57	A	6	9.67**
1000	75.00±0.00	D	75.00±0.00	B	36	
1500	56.25±6.25	E	71.88±7.38	B	55	
2000	50.00±0.00	E	50.00±0.00	C		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>75.89 ± 3.52</b>		<b>78.57 ± 3.07</b>			

Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak her iki çeşitte rejenerasyon oranlarının olumsuz etkilendiği görülmektedir. Sasikala ve Prasad (1993) % 0.8 oranı üzerindeki tuz dozlarının, rejenerasyon oranlarında % 1.4'e kadar azalmalara sebep olduğunu not etmişlerdir. Sonuçlar; Turan (2000), Kaya ve İpek (2003), Karakullukçu ve Adak (2008) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik arz etmektedir.

#### Bitkicik boyu (cm)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun bitkicik boyu üzerine etkisi çok önemli (p<0.01) olmuştur. Çeşitlerden en uzun bitkicikler Van Gogh'tan (25.09 cm), tuz uygulamalarında en uzun bitkicikler kontrol

(28.71 cm) ve 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (27.99 cm), en kısa bitkicikler ise 1500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (14.51 cm) elde edilmiştir. İnteraksiyonlara bakıldığında en uzun bitkicikler Van Gogh çeşidinden 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (34.55 cm) ve Granola çeşidinden kontrol ortamında (30.05 cm), en kısa bitkicikler ise Granola çeşidinden (16.67 cm) 1500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (14.51 cm) gözlenmiştir (Çizelge 2).

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Kaya ve İpek (2003), Karakullukçu ve Adak (2008), Rahman ve ark. (2008), Zakaria ve ark. (2008), Aghaei ve ark. (2009), Sudharsan ve ark. (2012) ve Zaman ve ark. (2015) tarafından takdim edilen sonuçlarla uyum içerisinde.

Çizelge 2. Bitkicik boyu (cm) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları

Table 2. *Plantlet length (cm) averages and statistical analysis results.*

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S. D	F
	Granola	Van Gogh				
0	30.05±0.41	B	28.71 ± 0.71	A	3	0.93
250	21.43±0.61	EF	27.99 ± 2.53	A	1	889.5**
500	17.60±0.45	H	22.16 ± 1.74	B	6	226.1**
750	13.43±0.56	I	17.13 ± 1.43	D	6	49.53**
1000	14.35±0.19	I	18.98 ± 1.75	C	36	
1500	9.20±0.20	J	14.51 ± 2.02	E	55	
2000	10.65±0.07	J	16.50 ± 2.31	D		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>16.67 ± 1.29</b>	<b>B</b>	<b>25.09 ± 0.92</b>	<b>A</b>		

#### Bitkicik başına boğum sayısı (adet)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun bitkicik boyu başına boğum sayısı üzerine etkisi çok önemli (p<0.01) olarak belirlenmiştir. Çeşitlerden Van Gogh'un 5.43 adet boğum sayısı ile ön plana çıktığı, ortamlardan en yüksek boğum sayısının kontrol ve 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamlarından (6.13 adet), en düşük boğum sayısının ise 2000 mg L<sup>-1</sup> dozundan (3.63 adet) elde edildiği ortaya konulmuştur. İnteraksiyonlara

bakıldığında; en fazla sayıda boğumların kontrol ortamında Van Gogh'tan elde edildiği (8.50 adet), en düşük boğum sayısı ise 500 mg L<sup>-1</sup> ve 2000 mg L<sup>-1</sup> dozlarını içeren MS ortamında kültüre alınmış Granola çeşidinden (3.25 adet) sağlandığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Sonuçlardan, artan NaCl dozu ile boğum sayısının 500 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonuna kadar belirgin bir şekilde düştüğü, ancak 500 mg L<sup>-1</sup> uygulamasından itibaren boğum sayılarının birbirine yakın değerlerde



seyrettiği ya da çok az düşüş olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular; artan NaCl dozları ile tuz stresinin bitkiciklerde fizyolojik potansiyelin ve boğum sayılarının azaldığını vurgulayan Turan

(2000), Aazami ve ark. (2010), Mansoor ve ark. (2010), Khenifi ve ark. (2011) ve Zaman ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Bitkicik başına boğum sayısı (adet) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları.

Table 3. Averages of the number of nodes per plantlet (number) and statistical analysis results.

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler				NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F	
	Granola		Van Gogh						
0	6.00±0.00	B	6.25±0.25	B	6.13 ± 0.13	A	Tekerrür	3	0.80
250	4.00±0.41	E-G	8.50±0.29	A	6.25 ± 0.88	A	Çeşitler	1	96.27**
500	3.25±0.48	G	5.50±0.29	BC	4.38 ± 0.50	B	NaCl Kons.	6	31.58**
750	4.25±0.25	D-F	4.00±0.00	E-G	4.13 ± 0.13	B	Çeşitler×NaCl	6	18.96**
1000	4.25±0.25	D-F	5.00±0.41	CD	4.63 ± 0.26	BC	Hata	36	
1500	3.50±0.29	FG	4.75±0.25	C-E	4.13 ± 0.30	BC	Genel	55	
2000	3.25±0.25	G	4.00±0.00	E-G	3.63 ± 0.18	C	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>4.07 ± 0.20</b>	<b>B</b>	<b>5.43 ± 0.29</b>	<b>A</b>	<b>4.75 ± 0.20</b>				

### Sap kalınlığı (mm)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksyonun çok önemli (p<0.01) olarak belirlenmiştir. Çeşitlerden Van Gogh'tan (1.21 mm), ortamlardan 2000 mg L<sup>-1</sup> tuz ortamından (1.23 mm) en yüksek sap kalınlığı sağlanmıştır. İnteraksiyonlara bakıldığında en yüksek değer 1500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında bekletilen Van Gogh'tan elde edildiği (1.38 mm), bunu 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl × Van Gogh interaksyonunun takip

ettiği (1.33 mm), en ince sap kalınlığı ise Granola çeşidinin 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (0.43 mm) belirlendiği kayıt altına alınmıştır (Çizelge 4).

Artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak sap kalınlığının artması, stres şartlarında bitkilerin boyundan ziyade enine büyümeye meyilli olduğunu ve bunun sap kalınlığını artırdığını belirten Kumlay (2014), Kumlay ve ark. (2014) ve Kumlay (2016)'ın çalışmaları ile benzerlik arz etmektedir.

Çizelge 4. Sap kalınlığı (mm) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları

Table 4. Stem thickness (mm) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler				NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F	
	Granola		Van Gogh						
0	0.70±0.00	G	1.15±0.03	C	0.93 ± 0.09	C	Tekerrür	3	2.21
250	0.50±0.04	HI	1.15±0.03	C	0.83 ± 0.13	D	Çeşitler	1	1260**
500	0.45±0.03	I	1.13±0.03	CD	0.78 ± 0.13	D	NaCl Kons.	6	71.32**
750	0.58±0.03	H	1.33±0.03	AB	0.95 ± 0.14	C	Çeşitler×NaCl	6	30.68**
1000	0.98±0.03	E	1.28±0.03	B	1.13 ± 0.06	B	Hata	36	
1500	0.83±0.03	F	1.10±0.00	CD	0.96 ± 0.05	C	Genel	55	
2000	1.05±0.05	DE	1.38±0.03	A	1.21 ± 0.07	A	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>0.72 ± 0.04</b>	<b>B</b>	<b>1.21 ± 0.02</b>	<b>A</b>	<b>0.97 ± 0.04</b>				

### Yaprak sayısı (adet)

Çeşitler ve NaCl uygulamalarının bitkicik başına yaprak sayısı üzerine etkisi çok önemli (p<0.01) olarak belirlenirken, çeşitler × NaCl interaksyonunun ise önemli olmadığı (p>0.05) tespit edilmiştir (Çizelge 5). Van Gogh çeşidi birçok karakter yönünden ön planda olduğu halde, yaprak sayısı yönünden farklı bir durum meydana gelmiştir. Granola çeşidinde 12.89 adet yaprak sayısı elde edilirken, Van Gogh çeşidinde (10.54 adet) yaprak elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarından en fazla yaprak sayısı kontrol ortamında (17.75 adet) belirlenmiş, en az yaprak sayısı ise 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda (8.50 adet) elde edilmiştir (Çizelge 5).

Elde edilen veriler; artan NaCl dozları ile oluşan tuz stresinin fizyolojik potansiyeli düşürdüğünü ve

yaprak sayısının azaldığını belirten Turan (2000), Aazami ve ark. (2010), Mansoor ve ark. (2010) ve Khenifi ve ark. (2011)'nin çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

### Yaprak boyu (mm)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksyon çok önemli (p<0.01) olarak belirlenmiştir. Çeşitlerden Van Gogh'tan 0.610 mm ile en uzun yaprak boyu elde edilirken, tuz uygulamalarında en uzun yaprak boyları 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda (0.723 mm), en kısa yaprak boyları ise 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda (0.202 mm) gözlenmiştir. İnteraksyon incelendiğinde; en uzun yaprak boylarının Van Gogh'tan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda (0.990 mm)

belirlendiği, bunu yine aynı çeşidin 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamının (0.870 mm) takip ettiği ve en kısa yaprak boylarının da Granola'dan 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl

içeren ortamda görüldüğü (0.100 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Yaprak sayısı (adet) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları  
Table 5. Number of leaves (number) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F
	Granola	Van Gogh				
0	19.50±0.87	16.00±0.41	17.75 ± 0.80	A	Tekerrür	3 1.02
250	14.75±0.25	12.50±0.29	13.63 ± 0.46	B	Çeşitler	1 111.1**
500	12.75±0.63	11.50±0.50	12.13 ± 0.44	C	NaCl Kons.	6 116.5**
750	11.75±0.25	10.25±0.25	11.00 ± 0.33	D	Çeşitler×NaCl	6 1.95
1000	11.50±0.29	8.25±0.48	9.86 ± 0.67	E	Hata	36
1500	10.25±0.25	8.00±0.00	9.13 ± 0.44	EF	Genel	55
2000	9.75±0.25	7.25±0.25	8.50 ± 0.50	F	** : % 1 seviyesinde önemli	
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>12.89 ± 0.61</b>	<b>10.54 ± 0.56</b>	<b>11.71 ± 0.44</b>			

Çizelge 6. Yaprak boyu (mm) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları  
Table 6. Leaf length (mm) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F
	Granola	Van Gogh				
0	0.483±0.01	0.783±0.01	0.633 ± 0.06	B	Tekerrür	3 0.30
250	0.455±0.02	0.990±0.03	0.723 ± 0.10	A	Çeşitler	1 956.9**
500	0.100±0.00	0.715±0.01	0.408 ± 0.12	D	NaCl Kons.	6 203.96**
750	0.215±0.02	0.870±0.01	0.543 ± 0.12	C	Çeşitler×NaCl	6 142.42**
1000	0.420±0.01	0.403±0.01	0.411 ± 0.01	D	Hata	36
1500	0.200±0.01	0.373±0.02	0.286 ± 0.03	E	Genel	55
2000	0.265±0.01	0.138±0.04	0.201 ± 0.02	A	** : % 1 seviyesinde önemli	
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>0.305 ± 0.026</b>	<b>0.610 ± 0.051</b>	<b>0.458 ± 0.02</b>			

Artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak, yaprak boyunun doğrusala yakın bir şekilde azalma gösterdiği ve bu sonuçların Cano ve ark. (1998) ve Turan (2000)'ün çalışmalarıyla paralellik arz ettiği görülmektedir.

#### Yaprak eni (mm)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksyonun çok önemli (p<0.01) olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında Van Gogh'tan 0.457 mm ile en geniş yaprak eni elde

edilirken, tuz uygulamalarında en geniş yapraklar 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (0.440 mm), en dar yapraklar ise 1500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (0.256 mm) gözlenmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde; en geniş yaprakların Van Gogh'tan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (0.588 mm) belirlendiği, bunu yine aynı çeşidin kontrol ortamının (0.411 mm) takip ettiği ve en dar yaprakların ise Granola'nın çeşidinin 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında görüldüğü (0.100 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Yaprak eni (mm) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları  
Table 7. Leaf width (mm) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F
	Granola	Van Gogh				
0	0.318±0.01	0.505±0.01	0.411 ± 0.04	B	Tekerrür	3 0.32
250	0.293±0.01	0.588±0.02	0.440 ± 0.06	A	Çeşitler	1 1661**
500	0.100±0.00	0.438±0.02	0.268 ± 0.06	EF	NaCl Kons.	6 81.5**
750	0.150±0.01	0.510±0.01	0.330 ± 0.07	D	Çeşitler×NaCl	6 55.1**
1000	0.269±0.01	0.296±0.02	0.283 ± 0.01	E	Hata	36
1500	0.163±0.01	0.350±0.01	0.256 ± 0.04	F	Genel	55
2000	0.200±0.00	0.513±0.01	0.356 ± 0.06	C	** : % 1 seviyesinde önemli	
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>0.213 ± 0.014</b>	<b>0.457 ± 0.019</b>	<b>0.335 ± 0.021</b>			

Çeşit ve NaCl uygulaması ortalamalarının incelenmesinden, yaprak eninin belli bir NaCl konsantrasyonuna kadar azaldığı, sonra tekrar

arttığı, yani doğrusal olmayan zikzaklar şeklinde artış ve azalışların olduğu görülmektedir. Bu sonuçların Cano ve ark. (1998) ve Turan (2000)'ün

çalışmalarıyla benzerliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

#### Kökçük sayısı (adet)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun kökçük sayısı üzerine etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) olarak belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çeşitler arasında Van Gogh'tan 76.18 adet kökçük sayısı ile en fazla sayıda kökçükler elde edilirken, tuz uygulamalarında en fazla kökçükler 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl

dozundan (73.88 adet) elde edilmiş, bunu 1000 mg L<sup>-1</sup> NaCl (56.63 adet) ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl (54.63 adet) dozları takip etmiş, minimum sayıda kökçükler ise 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (0.256 mm) gözlenmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde; en fazla kökçüklerin Van Gogh'tan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamdan (98.25 adet) sağlandığı, bunu yine aynı çeşidin 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamının (81.75 adet) takip ettiği ve en az sayıda kökçüklerin ise Granola'nın 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında görüldüğü (16.25 adet) tespit edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kökçük sayısı (adet) ortalamaları ve istatistikî analiz sonuçları

Table 8. Number of radicle (pieces) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F			
	Granola	Van Gogh							
0	31.00±0.91	H	74.75±1.25	CD	52.88 ± 8.30	C	Tekerrür	3	0.11
250	48.50±0.65	F	98.25±1.49	A	73.38 ± 9.43	A	Çeşitler	1	3920**
500	16.25±0.48	I	81.75±1.65	B	49.00 ± 12.40	D	NaCl Kons.	6	106.8**
750	32.50±1.56	H	76.75±2.32	C	54.63 ± 8.46	BC	Çeşitler×NaCl	6	49.19**
1000	39.50±0.66	G	73.75±0.86	CD	56.63 ± 6.50	B	Hata	36	
1500	33.50±0.65	H	72.75±1.25	D	53.13 ± 7.45	C	Genel	55	
2000	30.50±0.65	H	55.25±0.85	E	42.88 ± 4.70	E	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>33.11 ± 1.77</b>	<b>B</b>	<b>76.18 ± 2.32</b>	<b>A</b>	<b>54.64 ± 3.24</b>				

Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak kökçük sayısının azaldığını rapor eden Kaya ve İpek (2003) ile Karakullukçu & Adak (2008)'in çalışmalarının aksine, bu çalışmada elde edilen sonuçlar kökçük sayısında azalış olmasına rağmen, düşüşlerin

çok fazla olmadığını göstermektedir. Patates bitkisi ile yapılan diğer bazı çalışmalarda ise artan NaCl konsantrasyonu ile bitkilerde tuza toleransın gittikçe arttığı ya da belli bir seviyeye kadar tuz stresini tolere edebildiği ve bu toleransın neticesinde de kökçük sayılarında da artış olduğu gösterilmiştir (Zaman ve ark., 2015).

#### Kökçük uzunluğu (cm)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun kökçük uzunluğu üzerine etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) olarak

belirlenmiştir. Çeşitler arasında Van Gogh çeşidinden 9.45 cm kökçük uzunluğu ile en uzun kökçükler elde edilirken, tuz uygulamalarında ilginç olarak en uzun kökçükler en yüksek tuz konsantrasyonu olan 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamdan (11.36 cm) elde edilmiş, bunu 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl (8.23 cm) içeren ortam takip etmiş, diğer NaCl içeren ortamların birbirine yakın kökçük uzunluğu değerleri verdiği gözlenmiş, minimum sayıda kökçükler ise 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamda (0.256 mm) elde edilmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde; en uzun kökçüklerin Van Gogh'un 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl (13.17 cm) ve aynı çeşidin 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl (12.70 cm) dozlarında belirlenmiş, bunu Granola'nın 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozu (9.54 cm) takip etmiş, en kısa kökçüklerin ise Granola'nın 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında görüldüğü (6.29 adet) kayda geçmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Kökçük uzunluğu (cm) ortalamaları ve istatistikî analiz sonuçları

Table 9. Radicle length (cm) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F			
	Granola	Van Gogh							
0	5.72±0.40	G	8.21±0.30	CD	6.97 ± 0.52	CD	Tekerrür	3	0.49
250	7.02±0.61	EF	7.66±0.13	DE	7.34 ± 0.31	C	Çeşitler	1	274.8**
500	3.77±0.12	H	12.70±0.23	A	8.23 ± 1.69	B	NaCl Kons.	6	41.82**
750	5.44±0.32	G	7.46±0.65	DE	6.45 ± 0.51	D	Çeşitler×NaCl	6	28.56**
1000	6.28±0.36	FG	8.21±0.22	CD	7.25 ± 0.41	C	Hata	36	
1500	6.26±0.33	FG	8.73±0.15	BC	7.50 ± 0.50	C	Genel	55	
2000	9.54±0.26	B	13.17±0.21	A	11.36 ± 0.70	A	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>6.29 ± 0.33</b>	<b>B</b>	<b>9.45 ± 0.44</b>	<b>A</b>	<b>7.87 ± 0.35</b>				

Elde edilen bulgular, tuz dozu artışı ile kökçük uzunluğunun azaldığını bildiren Kaya ve İpek (2003), Karakullukçu ve Adak (2008)'in çalışmalarıyla farklılıklar, Rahman ve ark. (2008) ve Zaman ve ark. (2015), tuza en çok toleranslı olan Kroda çeşidinin en uzun kökçükleri meydana getirdiğini, Rahman ve ark. (2018)'nin çalışmalarıyla benzerlikler göstermektedir.

### Bitki yaş ağırlığı (g)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun bitki yaş

ağırlığı üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında Van Gogh'tan 2.826 g ile en fazla bitki yaş ağırlığı tartılırken, tuz uygulamalarında en fazla yaş ağırlık en düşük tuz konsantrasyonu olan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozundan (2.332 g) elde edilmiş, minimum yaş ağırlıktaki bitkicikler ise 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda (1.451 g) gözlenmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde; en fazla yaş ağırlık Van Gogh'tan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda elde edilmiş, en az bitki yaş ağırlığı ise Granola'nın 500 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda (0.343 g) gözlenmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Bitki yaş ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları

Table 10. Plant wet weight (g) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler		NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F
	Granola	Van Gogh				
0	0.665±0.070	2.703±0.053	1.684 ± 0.387	Tekerrür	3	2.01
250	0.793±0.038	3.873±0.098	2.332 ± 0.584	Çeşitler	1	3426**
500	0.343±0.011	3.015±0.047	1.679 ± 0.506	NaCl Kons.	6	35.14**
750	0.645±0.044	2.258±0.143	1.451 ± 0.313	Çeşitler×NaCl	6	45.67**
1000	0.810±0.013	2.663±0.030	1.736 ± 0.350	Hata	36	
1500	0.820±0.012	2.728±0.102	1.774 ± 0.364	Genel	55	
2000	1.315±0.050	2.548±0.071	1.931 ± 0.236	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>0.770 ± 0.054</b>	<b>2.826± 0.096</b>	<b>1.798 ± 0.149</b>			

Çizelge 10'un incelenmesinden de görülebileceği gibi, artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak, çalışılan her iki çeşitte de bitki yaş ağırlığının kontrole göre arttığı görülmektedir. Elde edilen bulgular daha önce kayda geçen araştırma sonuçlarıyla benzerlikler göstermektedir. Sasikala ve Prasad (1993) %0.2'lik düşük tuz dozunun bitki yaş ağırlığını önemli oranda artırdığını, Ochatt ve ark. (1998) en yüksek bitkicik yaş ve kuru ağırlığının 90 mM NaCl dozundan elde edildiğini, Rahman ve ark. (2008) Shepody ve Atlanta çeşitlerinin ise sürgün yaş ağırlığı yönünden daha olumlu sonuçlar verdiğini, Zaman ve ark. (2015) ise Kroda çeşidinin en fazla bitki yaş ağırlığı verdiğini kayıt altına almışlardır.

### Bitki kuru ağırlığı (g)

Çeşitler, NaCl uygulamaları ve çeşitler × NaCl uygulamaları arasındaki interaksiyonun bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi çok önemli ( $p<0.01$ ) olarak belirlenmiştir. Çeşitler arasında Van Gogh'tan en fazla bitki kuru ağırlığı tartılırken (0.181 g), tuz uygulamalarında en fazla bitki kuru ağırlığı 1000 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (0.144 g) elde edilmiş, bunu 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamı takip etmiş (0.138 g), minimum kuru ağırlıktaki bitkicikler ise kontrol ortamından (0.096 g) elde edilmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde; en fazla bitki kuru ağırlıkları Van Gogh'tan 1000 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda (0.240 g) ve aynı çeşidin 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda (0.200 g) elde edilmiş, en az bitki kuru ağırlığı ise Granola'nın 1000 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozu (0.048 g) ile kontrol ortamında (0.045 g) not edilmiştir

(Çizelge 11).

Çizelge 11'in incelenmesinden de görülebileceği gibi, artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak, çalışılan her iki çeşitte de bitki kuru ağırlığının kontrole göre arttığı görülmektedir. Elde edilen bu bulgular Karakullukçu ve Adak (2008), Rahman ve ark. (2008), Aghaei ve ark. (2009), Sudharsan ve ark. (2012) ve Zaman ve ark. (2015) tarafından kayda geçen araştırma sonuçlarıyla benzerlikler göstermektedir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlardan Van Gogh çeşidinin %78.57 rejenerasyon oranı ile Granola çeşidine göre (%75.89) tuzlu ortamlara daha toleranslı olduğu, mikroçoğaltım yönünden önemli olan en uzun bitki boyunun (25.09 cm), en fazla kök sayısı (76.18 adet) ve kök uzunluğunun (9.45 cm) Van Gogh çeşidinden elde edildiği görülmektedir.

NaCl konsantrasyonlarına bakıldığında; en yüksek rejenerasyon oranının 250 mg L<sup>-1</sup> ve 750 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozlarında belirlendiği (%90.63), en uzun bitkiciklerin kontrol (28.71 cm) ve 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozlarında görüldüğü (27.99 cm), en fazla kök sayısının 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından (73.38 adet) ve en uzun köklerin 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren ortamdan sağlandığı (11.36 cm) ortaya konulmuştur.

İnteraksiyonlar incelendiğinde; en yüksek eksplant rejenerasyon oranı Granola'dan kontrol ortamında ve Van Gogh'dan 750 mg L<sup>-1</sup>NaCl ortamında (her ikisi de



% 100 elde edilmiş, en uzun bitkicikler Van Gogh'dan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamında (34.55 cm) gözlenmiş, en fazla kökleri Van Gogh'tan 250 mg L<sup>-1</sup> NaCl içeren

ortamdan (98.25 adet) sağlanmış, en uzun kökleri Van Gogh'un 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl dozunda (13.17 cm) belirlenmiştir.

Çizelge 11. Bitki kuru ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistiki analiz sonuçları

Table 11. Plant dry weight (g) averages and statistical analysis results

NaCl Kons. (mg L <sup>-1</sup> )	Çeşitler				NaCl Ort. (mg L <sup>-1</sup> )	Varyasyon Kaynakları	S.D	F	
	Granola		Van Gogh						
0	0.045±0.003	I	0.148±0.003	E	0.096 ± 0.019	E	Tekerrür	3	1.13
250	0.075±0.003	F	0.200±0.008	B	0.138 ± 0.024	A	Çeşitler	1	3703**
500	0.028±0.003	J	0.188±0.005	C	0.106 ± 0.030	CD	NaCl Kons.	6	41.80**
750	0.060±0.004	GH	0.165±0.003	D	0.113 ± 0.020	C	Çeşitler×NaCl	6	42.44**
1000	0.048±0.003	I	0.240±0.003	A	0.144 ± 0.036	A	Hata	36	
1500	0.055±0.003	HI	0.150±0.004	E	0.103 ± 0.018	DE	Genel	55	
2000	0.068±0.003	FG	0.178±0.003	C	0.123 ± 0.021	B	** : % 1 seviyesinde önemli		
<b>Çeşit Ort.</b>	<b>0.053±0.003</b>	<b>B</b>	<b>0.181±0.006</b>	<b>A</b>	<b>0.118 ± 0.009</b>				

Yaprakların fotosentezde en önemli organlardan biri olmasından ve Granola'nın Van Gogh'a göre tuzlu ortamlardan daha az oranda etkilenmesinden dolayı, daha sonraki mikroyumru çalışmalarında Granola'nın kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Kök sayısı ve uzunluğu, mikroçoğaltımdan elde edilen bitkiciklerin önce saksılarda daha sonra da serada toprağa alıştırılmasında önemli olduğundan, kök sayısı ve uzunluğunun artırılması ya da tuz ortamında köklerin en az etkilenmesi arzu edilen bir durumdur. Kök sayısında olduğu gibi kök uzunluğunda da tuz stresine bağlı olarak bitkiciklerde bir tolerasyon mekanizmasının geliştiği, buna bağlı olarak kök uzunluğunun arttığı, ilginç bir şekilde en uzun köklerin en yüksek tuz dozu olan 2000 mg L<sup>-1</sup> NaCl ortamından elde edildiği, diğer konsantrasyonlardaki kök uzunluklarının birbirine yakın değerler arasında seyrettiği kayıt altına alınmıştır.

Bütün bu değerlendirmelerden, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitkilerde vejetatif gelişmenin büyük oranda etkilendiği, Van Gogh çeşidinin Granola çeşidine göre tuzlu ortamlara daha fazla tolerans göstermesine rağmen, yine de in vitro geliştirilen bitkiciklerde incelenen bazı özelliklerde düşüşler görüldüğü belirlenmiştir. Daha sonra yapılacak in vitro çalışmalarda ortama ilave edilecek asetil salisilik asit, askorbik asit ve jasmonik asit gibi bazı bitki büyüme düzenleyicileri ile patates bitkisinin tuzluluk stresine dayanıklılığının ve rejenerasyon yeteneğinin artırılacağı düşünülmektedir. Ayrıca, elde edilen bu sonuçların daha sonraki aşamalarda sera ve tarlada test edilmesinin de yeni ıslah edilen patates hatlarında seleksiyon etkinliğini artırabileceği, bu sayede yeni projelerin üretilmesine temel oluşturabileceği ve devamında pek çok bilimsel çalışmanın yapılmasına imkân sağlayabileceği ümit edilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma

Projeleri (BAP) birimi -2013-FBE-L13 kodu ile desteklenen Tuba SÜRME'N'in "Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin in vitro Şartlarda Tuzluluğa Toleransının Belirlenmesi" adlı Yüksek Lisans Tez Projesi olup, tezin gerçekleştirilmesinde maddi olarak destekleyen Iğdır Üniversitesi BAP birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar makalelerinde, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Aazami, M. A., Torabi, M. & Jalili, E. (2010). In vitro response of promising tomato genotypes for tolerance to osmotic stress. *African Journal of Biotechnology* 9(26), 4014-4017.
- Aghaei, K., Ehsanpour, A. A. & Komatsu, S. (2009). Potato responds to salt stress by increased activity of antioxidant enzymes. *Journal of Integrative Plant Biology* 51(12), 1095-1103. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2009.00886.x>
- Ahmed, H. A. A., Şahin, N. K., Akdoğan, G., Yaman, C., Köm, D. & Uranbey, S. (2020). Variability in salinity stress tolerance of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties using in vitro screening. *Ciência e Agrotecnologia* 44, e004220. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044004220>
- Biswas, M. S., Islam, M. R. & Zakaria, M. (2017). Evaluation of indigenous potato chullisha (*Solanum tuberosum* L. Cv. Chullisha) somaclonals tolerance to salinity in vitro. *Journal of Tropical Life Science* 7(1), 77-82. <https://doi.org/10.11594/jtls.07.01.13>
- Campos, N. A., da Silva, G. J., de Paula, M. F. B., Rodrigues, T. B., Rodrigues, L. A. Z. & Paiva, L. V.

- (2016). Direct organogenesis protocol from shoot segments of '*Solanum tuberosum*' cv. Monalisa. *Australian Journal of Crop Science* 10(7), 964-968.
- Cano, E. A., Pérez-Alfocea, F., Moreno, V., Caro, M. & Bolarín, M. C. (1998). Evaluation of salt tolerance in cultivated and wild tomato species through in vitro shoot apex culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 53(1), 19-26. <https://doi.org/10.1023/A:1006017001146>
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A. & Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science* 45(2), 437-448. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0437>
- Daneshmand, F., Arvin, M. J. & Kalantari, K. M. (2010). Physiological responses to NaCl stress in three wild species of potato in vitro. *Acta Physiologiae Plantarum* 32(1), 91-101. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0384-2>
- de Morais, T. P. D., Asmar, S. A., Silva, H. F. D. J., Luz, J. M. Q. & Melo, B. D. (2018). Application of tissue culture techniques in potato. *Bioscience Journal* 34(4), 952-969. <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n1a2018-38775>
- Farhatullah, M. & Raziuddin, R. (2002). In vitro effect of salt on the vigor of potato (*Solanum tuberosum* L.) Plantlets. *Biotechnology* 1(2-4), 73-77. <https://doi.org/10.3923/biotech.2002.73.77>
- Gowayed, M. H., Al-Zahrani, H. S. & Metwali, E. M. (2017). Improving the salinity tolerance in potato (*Solanum tuberosum*) by exogenous application of silicon dioxide nanoparticles. *International Journal of Agriculture and Biology* 19(1), 183-194. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0262>
- Jefferies, R. A. (1996). Evaluation of seedling selection for salinity tolerance in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Euphytica* 88(3), 207-213. <https://doi.org/10.1007/BF00023892>
- Rashid, M. H. O., Islam, S. M. S. & Bari, M. A. (2020). In vitro screening for salt stress tolerance of native and exotic potato genotypes by morphological and physiological parameters. *Journal of Bio-Science* 28, 21-32. <https://doi.org/10.3329/jbs.v28i0.44707>
- Homayoun, H., Mehrabi, P. & Daliri, M. S. (2011). Study of salinity stress effect on two potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars in vitro. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 11(5), 729-732.
- Ibrahim, M. A., Jerry, A. N. & Khalil, A. I. (2017). Effect of plant growth regulators and sodium chloride on indirect organogenesis of three cultivars of potato plant (*Solanum tuberosum* L.) via in vitro culture. *Advances in Agriculture & Botany* 9(3), 103-110.
- Jawad, H. A. & Khierallah, H. S. (2017). Screening of eight potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) to in vitro growth and production of microtuberzation under salt stress conditions using some physiological parameters. *Euphrates Journal of Agriculture Science* 10(1): 185-193.
- Karakullukçu, E. & Adak, M. S. (2008). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 14(4), 313-319. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000001046](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001046)
- Kaya, M. D., Ipek, A. & OZTURK, A. (2003). Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27(4), 221-227.
- Khenifi, M. L., Boudjeniba, M. & Kameli, A. (2011). Effects of salt stress on micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *African Journal of Biotechnology* 10(40), 7840-7845. <https://doi.org/10.5897/AJB10.982>
- Khierallah, H. S. M. & Jawad, H. A. (2018). Evaluation response of eight potato cultivars in vitro growth under salt stress conditions to. *Iraqi Journal of Agricultural Science* 48(6-B), 1612-1623.
- Kumar, R., Kumari, V., Shekhawat, K. & Kumawat, S. (2019). *Role of plant biotechnology in crop improvement*. In A. K. Jha, & U. Kumar (Eds.), *Recent advances in chemical sciences and biotechnology*. New Delhi Publishers, New Delhi, India, ISBN: 978-93-85503-63-4, pp. 97-112.
- Kumlay, A. M. & Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 1(2), 47-56.
- Kumlay, A. M. (2014). Combination of the auxins NAA, IBA and IAA with GA<sub>3</sub> improves the commercial seed-tuber production of potato (*Solanum tuberosum* L.) under in vitro conditions. *BioMed Research International*, vol. 2014, Article ID 439259, 7 p. <https://doi.org/10.1155/2014/439259>
- Kumlay, A. M., Arslan, N. & Kaya, C. (2014). Farklı fotoperiyot şartlarında in vitro olarak yetiştirilen patates (*Solanum tuberosum* L.) eksplantlarına bitki büyüme düzenleyicilerinin etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(2), 83-94.
- Kumlay, A. M., Arslan, N. & Kaya, C. (2015). Farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin kısa ve uzun gün şartlarında in vitro olarak yetiştirilen patates (*Solanum tuberosum* L.)'in bitkisel özelliklerine etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale, Türkiye, 7-10 Eylül 2015, ss. 485-488.
- Kumlay, A. M. (2016). The effect of jasmonic acid on the micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.) under long days conditions. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26(1), 79-88. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236446>

- Mansoor, S. P., Mansoor, O., Islam, M., Dariush, D. & Parichehreh, A. T. (2010). In-vitro plantlet propagation and microtuberization of meristem culture in some wild and commercial potato cultivars as affected by NaCl. *African Journal of Agricultural Research* 5(4), 268-274.
- Mohapatra, P. P. & Batra, V. K. (2017). Tissue culture of potato (*Solanum tuberosum* L.): A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6(4), 489-495. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.058>
- Mosavi, M., Khorshidi, M., Masoudian, N. & Hokmabadi, H. (2018). Study of some physiological characteristics of potato tissue under salinity stress. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 7(1), 1-5.
- Munira, S., Hossain, M. M., Zakaria, M., Ahmed, J. U. & Islam, M. M. (2015). Evaluation of potato varieties against salinity stress in Bangladesh. *International Journal of Plant & Soil Science* 6(2), 73-81. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2015/15879>
- Murshed, R., Najla, S., Albiski, F., Kassem, I., Jbour, M. & Al-Said, H. (2018). Using growth parameters for in-vitro screening of potato varieties tolerant to salt stress. *Journal of Agricultural Science and Technology* 17, 483-494.
- Nuwagira, F., Mukasa, S. B., Wagoire, W. W., Namugga, P., Kashaija, I. N. & Barekye, A. (2015). Determination of hormonal combination for increased multiplication of tissue culture potato plantlets. *Uganda Journal of Agricultural Sciences* 16(1), 129-137. <https://doi.org/10.4314/ujas.v16i1.11>
- Ochatt, S. J., Marconi, P. L., Radice, S., Arnozis, P. A. & Caso, O. H. (1998). In vitro recurrent selection of potato: production and characterization of salt tolerant cell lines and plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 55(1), 1-8. <https://doi.org/10.1023/A:1026426331722>
- Rahman, M. H., Islam, R., Hossain, M. & Haider, S. A. (2008). Differential response of potato under sodium chloride stress conditions *in vitro*. *Journal of Bio-Science* 16, 79-83. <https://doi.org/10.3329/jbs.v16i0.3745>
- Rahman, M. H., Molla, M. M. H., Bashar, M. A. & Hoque, M. E. (2018). In vitro root bioassay of different exotic (CIP) potato genotypes for salinity tolerance. *Journal of Science and Technology* 16, 29-36.
- Sajid, Z. A. & Aftab, F. (2012). Role of salicylic acid in amelioration of salt tolerance in potato (*Solanum tuberosum* L.) under in vitro conditions. *Pakistan Journal of Botany* 44, 37-42.
- Sarder, N. U. (2006). *In vitro* propagation of elite indigenous potato (*Solanum tuberosum* L. var. Indurkani) of Bangladesh. *Journal of Plant Sciences* 1(3), 212-216.
- Sasikala, D., Potluri, P. & Devi Prasad, D. (1993). Influence of salinity on axillary budcultures of six low land tropical varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 32, 85-191.
- Sasikala, P. D. P. & Devi Prasad, P. V. (1994). Salinity effects on in vitro performance of some cultivars of potato. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 6(1), 1-6.
- Sobhanian, H., Aghaei, K. & Komatsu, S. (2011). Changes in the plant proteome resulting from salt stress: toward the creation of salt-tolerant crops?. *Journal of Proteomics* 7(8), 1323-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2011.03.018>
- Sudharsan, C., Manuel, S. J., Ashkanani, J. & Al-Ajeel, A. (2012). In vitro screening of potato cultivars for salinity tolerance. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 6(4), 344-348.
- Tazeb, A. (2017). Plant tissue culture techniques as a novel tool in plant breeding: A review article. *American-Euroasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 17(2), 111-118. <https://doi.org/10.5829/idosi.aejaes.2017.111.118>
- Turan, M. (2000). *Türkiye’de Kültürü Yapılan Bazı Patates Çeşitlerinin İn Vitro’da Tuza Dayanıklılığının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar (Tez no 95675)*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Xhulaj, D. B. & Gixhari, B. (2018). In vitro micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L) cultivars. *Agriculture and Forestry* 64(4), 105-112. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.64.4.12>
- Zakaria, R. A., Babaian, N. A. & Pnahi, E. (2008). Evaluation of salinity tolerance in true potato seeds at germination stage. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 4(6), 753-759.
- Zhang, Z., Mao, B., Li, H., Zhou, W., Takeuchi, Y. & Yoneyama, K. (2005). Effect of salinity on physiological characteristics, yield and quality of microtubers in vitro in potato. *Acta Physiologiae Plantarum* 27(4), 481-489. <https://doi.org/10.1007/s11738-005-0053-z>
- Zhang, Y. & Donnelly, D. J. (1997). In vitro bioassays for salinity tolerance screening of potato. *Potato Research* 40(3), 285-295. <https://doi.org/10.1007/BF02358010>
- Zaman, M. S., Ali, G. M., Muhammad, A., Farooq, K. & Hussain, I. (2015). In vitro screening of salt tolerance in potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Sarhad Journal of Agriculture* 31(2), 106-113. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2015/31.2.106.113>