

EJONS

Uluslararası Matematik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi
International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences

Research Article

e-ISSN: 2602 - 4136

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19357792>

Tuz Stresindeki Zinya (*Chrysogonum peruvianum* L.) Tohumlarının Çimlenme Testi ve Taramalı Elektronik Mikroskop Analizi

Turgay KABAY ¹

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye
Sorumlu Yazar Email: tkabay@yyu.edu.tr

Makale Tarihçesi

Geliş: 13.01.2026

Kabul: 20.03.2026

Anahtar Kelimeler

Stres,
Taramalı Elektronik
Mikroskop,
Tuz,
Zinya

Özet: Tuzlu topraklar, tohum çimlenmesini olumsuz etkilemektedir. Yetiştirme ortamında bulunan farklı tuz dozlarının, tohumlardaki çimlenme üzerine yaptığı etkiyi belirlemek amacıyla zinya (*Chrysogonum peruvianum* L.) tohumlarına 0, 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulanmıştır. Zinya tohumları petrilere, her petriye 20 adet olacak şekilde filtre kağıdı arasına ekilmiştir. Hazırlanan ve tohum ekilmiş olan her petriye 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozları hazırlanıp, uygulanmıştır. Çalışma 3 tekrarlı ve her tekrarda 4 adet petri kabı olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Zinya tohumlarının ekildiği petrilere, günlük çimlenme verileri alınmıştır. Zinya tohumların çimlenmeleri 15 gün sonunda tamamlandığı için çalışma sonlandırılarak analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda zinya tohumlarının, 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarına verdiği tepkiler değerlendirilmiştir. Çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin tuz dozlarının artmasıyla, azaldığı ve tuz oranı arttıkça, çimlenme gün sayısının arttığı görülmektedir. Taramalı elektronik mikroskop sonuçlarına göre, zinya tohumlarında 0, 50 ve 100 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Si, Na, S ve Cl elementleri görülürken, 150 mM tuz dozunda ise kükürt elementi görülmemiştir. Tuz oranının artmasıyla tohum kabuklarında hücrelerde küçülme ve büzüşmelerin arttığı görülmüştür.

Germination Test of Zinnia (*Chrysogonum peruvianum* L.) Seeds Under Salt Stress and Scanning Electronic Microscope Analysis

Article Info

Received: 13.01.2026

Accepted: 20.03.2026

Keywords

Stress,
Scanning Electron
Microscope,
Salt,
Zinnia

Abstract: Saline soils negatively affect seed germination. To determine the effect of different salt doses in the growing medium on seed germination, zinnia (*Chrysogonum peruvianum* L.) seeds were treated with 0, 50, 100, and 150 mM NaCl. Zinnia seeds were sown in petri dishes, 20 seeds per dish, between filter paper. Salt doses of 0, 50, 100, and 150 mM were prepared and applied to each petri dish containing the seeds. The study was designed according to a randomized complete block design with 3 replications and 4 petri dishes in each replication. Daily germination data were collected from the petri dishes containing the zinnia seeds. Since the germination of the zinnia seeds was complete after 15 days, the study was terminated and analyses were performed. The study evaluated the responses of zinnia seeds to salt doses of 0, 50, 100, and 150 mM. It was observed that germination rate and germination index decreased with increasing salt doses, while germination days increased with increasing salt concentration. Scanning electron microscopy results showed the presence of C, O, Ca, Si, Na, S, and Cl elements in zinnia seeds at 0, 50, and 100 mM salt doses, while sulfur was not detected at 150 mM. It was also observed that increasing salt concentrations led to shrinkage and shriveling of the seed coats.

1. Giriş

Bitkisel üretim yapılan alanlardaki tuz oranları, tohum çimlenmesine ve bitkisel üretime olumsuz etki yapmaktadır. Özellikle zinya gibi tohumla üretim yapılan süs bitkileri, tuz oranı yüksek topraklarda olumsuz etkilenmektedir.

Karemsi, kanatlı ve yuvarlak kadife çiçeği tohumunun (*Calendula officinalis* L.) 0, 1, 3, 5, 7 ve 10 dS/m tuzluluk stresine toleransını incelendiği çalışmada, çimlenme yüzdesinin ve çimlenme oranının tuzluluk artışıyla azaldığı, kadife çiçeği de düşük tuzluluk seviyelerinde (0, 1 ve 3 dS/m) daha yüksek çimlenme oranına sahip olduğunu belirtmektedir (Torbaghan, 2012).

Tuzlu koşullarda, Hüsnüyusuf (*Dianthus barbatus* L.) tohumlarının çimlenme durumlarının belirlendiği çalışmada, 40 ppm GA3 ön uygulaması yapılmış ve saf su ile sulanan hüsnüyusuf tohumlarının çimlenme oranı (% 83.50) en yüksek bulunurken; en düşük çimlenme oranı (% 4.00) saf su ön uygulaması yapılmış ve 100 mM NaCl ile sulanan tohumlarda olduğu belirtilmektedir (Yıldız ve ark., 2017).

Pinus taeda, *Pinus elliottii*, *Lagerstroemia indica* ve *Fraxinus chinensis* tohumlarının 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl dozlarında çimlenmelerinin belirlendiği çalışmada, çimlenme hızı ve tohum canlılığı, tuz stresi arttıkça azaldığı bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2019)

Fransız kadife çiçeği (*Tegeta patula*) çiçeklerinde tuzluluk ve amonyum nitratın tohum çimlenmesi, vejetatif büyüme ve sodyum ve potasyum konsantrasyonları üzerindeki etkileşimlerini araştırıldığı çalışmada, farklı tuzluluk konsantrasyonları, çimlenme oranı hariç tüm incelenen parametreleri olumsuz etkilediği ve amonyum nitrat uygulaması, incelenen parametreleri kontrol bitkileriyle aynı seviyeye getirdiği belirtilmektedir (Aboutalebi Jahromi ve Farahi, 2016).

Farklı tuz kaynakları (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ve konsantrasyonlarının (kontrol, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ve 16000 mg·L⁻¹) Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'lerinin bazı çimlenme özellikleri ile erken fide evresinde bitki gelişimi üzerine etkileri araştırıldığı çalışmada, çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme indeksi gibi çimlenme özelliklerinin 250, 500 ve 1000 mg·L⁻¹ NaCl, CaCl₂ ve KCl konsantrasyonlarında olumsuz yönde etkilenmediğini, bu özelliklerde kontrol uygulamasına göre istatistiksel anlamda ilk önemli faktörün 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında ortaya çıktığını ve daha yüksek konsantrasyonlarda çimlenme özelliklerinin önemli düzeylerde sınırlandırıldığını belirtmektedir (Karagüzel, 2003).

Gazannia splendens, *Rudbeckia hirta*, *Ageratum houstonianum*, *Gaillardia aristata* ve *Coreopsis grandiflora* çeşitlerinin tohum çimlenme üzerinde çeşitli tuzluluk seviyelerinin etkisinin belirlendiği çalışmada, 120 mM tuzluluk, diğer türlere kıyasla *G. splendens*, *G. Aristata* ve *C. grandiflora*'da tohum çimlenme yüzdesini önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir (Davoudi ve Bayat, 2024).

Petunia x hybrida hort. Vilm E. ex., *Torenia fournieri* Lind ve *Tagetes patula* L. sıfır, 25, 50, 75 ve 100 mM tuz dozlarında çimlenme düzeylerinin incelendiği çalışmada, tuz stresi, bu üç süs bitkisi türünün tohum çimlenme, çıkışı ve fide gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirtilmektedir (Ferraz ve ark., 2016). Çimlenme ortamın görülen yüksek tuz seviyesi, iyon toksisitesi ve/veya ozmatik etkilerinden dolayı bitkilerde çimlenmenin ve fide gelişiminin azalmasına, gecikmesine ve hatta tamamen engellenmesine neden olabilir (Çirka ve ark., 2021).

Lobularia maritima tohum çimlenme tepkilerinin 0, 50, 100, 200 ve 300 mM NaCl'de belirlendiği çalışmada, 100 ve 200 mM NaCl'de çimlenme oranında bir azalma ve 300 mM'de çimlenmenin tamamen engellendiği belirtilmektedir (Zammali ve ark., 2022). Bitki hücre

metabolizmasına etki eden tuzluluk, bu anlamda bitki verimliliğini azaltan en önemli abiyotik streslerin başında gelmektedir (Çirka ve ark., 2022).

Pirinç tohumlarına uygulanan tuz dozunun, dokularda zedeleme oluşturduğu taramalı elektronik mikroskopla tespit edildiği belirtilmektedir (Dutta vd., 2023). *Grevillea exul* var *rubiginosa* tohumlarının Nikel klorür tuz dozlarındaki durumlarının incelendiği çalışmada, tohum kabuğundaki TEM görüntülerinde S, Ca, Mg, P, K Mn elementlerinin görüldüğü ve farklı miktarlarda dağıldığı belirtilmektedir (Leon vd., 2005). Bittle ve Parbat nohut tohumlarına uygulanan 150 ppm'lik bir salisilik asit çözeltisinin, taramalı elektronik mikroskop sonuçlarına göre Bittle nohut tohumunun çimlenme ve tohum özelliklerini iyi durumda olduğu belirtilmektedir (Ali vd., 2023).

Domates tohumlarında yapılan çalışmada, taramalı elektronik mikroskop sonuçların göre H2274, ED1, ED2, ED3 ve Ed4 domates genotiplerinde, uygulanan 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında, C, O, Ca, Na, Cl, P, Si, S elementleri tespit edildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte tohum görüntülerinde ise 0 mM tuz dozundaki tohum hücreleri daha diri ve tüylü görülürken, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarına gidildikçe, hücreler arasında büzülmelerin ve tüylerde azalmaların olduğu görüldüğü belirtilmektedir (Çetin ve Kabay, 2025). Yalova, EL1, EL2, EL3 ve EL4 lahana genotiplerinde, uygulanan 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Na, Cl, P, Si ve S elementleri tespit edildiği belirtilmektedir. Tohum görüntüleri incelendiğinde kontroldeki tohum hücreleri daha diri ve büyükken, 50, 100 ve 150 mM dozlarında, hücreler arasında büzülmelerin ve hücrelerde küçülme ile zararlanma görüldüğü belirtilmektedir (Çetin ve ark., 2024).

Zinya gibi tohumla üretim yapılan süs bitkilerinin, tuzlu ortamlarda ne derece etkileneceklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu nedenle 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında, zinya tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme gün sayısı ve çimlenme indeksi parametrelerine bakılmıştır. Ayrıca, farklı tuz dozlarının, zinya tohumlarına verdiği etkiler, taramalı elektronik mikroskopta incelenmiştir.

2. Materya ve Yöntem

Çalışmada zinya (*Chrysogonum peruvianum* L.) tohumu kullanılmıştır. zinya tohumlarının 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında çimlenme testi ve taramalı elektronik mikroskop analizleri incelenmiştir. Tuz dozlarının oluşturulması amacıyla %100 NaCl tuz kaynağı kullanılmıştır. Deneme kurulma aşamasında naylon 9X9X5 cm ebatındaki petri kapları içine 1 cm olacak şekilde filitre kağıdı kullanıldı ve Çalışkan 2009'a göre 20 adet zinya tohumu serpilip üstüne 0.3 cm filitre kağıdı konulduktan sonra, tuz dozları verildi. Tuz dozları, tohum çimlenme ortamına %70-75 nem oluşturulacak şekilde sulama şeklinde verilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı alanın sıcaklık ve nem ölçümleri 2 saat arayla Loyka Elite 100 marka cihazla ölçülüp ortalamaları alınmıştır. Deneme süresince, sıcaklığı ortalama 23,50 °C ve oransal nem ise ortalama % 61.74 olarak kaydedilmiştir. Çalışma 3 tekrarlı ve her tekrarda 4 adet petri kabı olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Her zinya tohumlarının ekildiği petri kabı, günlük çimlenme verileri alınmıştır. Zinya tohumlarının 15 gün sonunda sonlandırılarak analizler yapılmıştır.

Taramalı elektronik mikroskop incelemeleri, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Uygulama merkezindeki Zeiss Sigma 300 marka Field Emission Scanning Electron Microscop'ta (Fe-SEM) okunmuştur. Zinya tohumları yalıtkan olduğu için, iletkenlik oluşturulmak amacıyla, altın ile kaplanmıştır. Altınla kaplı tohumlar taramalı elektronik mikroskopta 100 µm büyütülerek okunmuştur.

2.1. Çimlenme yüzdesi (%)

Zinya tohumlarına uygulana tuz dozlarındaki çimlenme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Çimlenme Yüzdesi = (Çimlenen tohum sayısı/Toplam tohum sayısı) x100 (Jalink ve Van Der Schoor, 2000; Al-Maskri vd., 2004; Li vd., 2007; 2007; Çalışkan, 2009).

2.2. Ortalama çimlenme gün sayısı (gün)

Ortalama çimlenme gün sayısı= [(1. günde çimlenen tohum sayısı x 1. gün) + (2. günde çimlenen tohum sayısı x 2.gün) +...+ (son günde çimlenen tohum sayısı x son gün)] / Toplam çimlenen tohum sayısı (Jalink ve Van Der Schoor, 2000; Al-Maskri vd., 2004; Li vd., 2007; 2007; Çalışkan, 2009).

2.3. Çimlenme indeksi

Çimlenme İndeksi = (1. günde çimlenme oranı / ilk sayım günü) + (2. günde çimlenme oranı / ikinci sayım günü) +...+ (son sayım günündeki çimlenme oranı / son sayım günü) (Jalink ve Van Der Schoor, 2000; Al-Maskri vd., 2004; Li vd., 2007; Çalışkan, 2009).

2.4. Taramalı elektronik mikroskopu incelemesi

Taramalı elektronik mikroskoponda (TEM);

- 1- Tohum kabuğundaki etkileşim ve hücre zararı incelenmiştir.
- 2- Tohum kabuğundaki tuz etkileşimi ile taramalı elektronik mikroskopta görülen elementlerin tespiti, tohum ağırlığının % element miktarlarının taramalı elektronik mikroskop vasıtasıyla tohum ağırlığındaki % element miktarının hasaplanmas yapılmıştır (Leon vd., 2005; Carvalho vd., 2011; Merino vd., 2021).

2.5. İstatistik analizler

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlı dizayn edilmiştir. Sonuçlar, (SAS 9.0) paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur. Önemli olan ortalamaları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testine tabii tutulmuştur (Duncan, 1955; SAS, 2018).

3. Bulgular ve Tartışma

Zinya tohumlarının tuz dozlarındaki tepkileri, taramalı elektronik mikroskop sonuçları ve çimlenme testleri incelenmiştir. Zinya tohumlarının tuz dozlarındaki çimlenme oranı, çimlenme gün sayısı ve çimlenme hızı istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Çimlenme oranı en yüksek 0 mM tuz dozunda %94.62 olurken, en düşük çimlenme oranı ise 150 mM tuz dozunda %73.47 olmuştur (Tablo 1). Çimlenme gün sayısı ise en düşük 0 mM tuz dozunda 4.26 gün’ de olurken, en yüksek çimlenme gün sayısı ise 150 mM tuz dozunda 7.69 gün’ de olmuştur (Tablo 1). Çimlenme indeksi ise en düşük 150 mM tuz dozunda 31.85 iken en yüksek çimlenme indeksi ise 0 mM tuz dozunda 48.71 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin tuz dozlarının artmasıyla, azaldığı Tablo 1’ de görülmektedir. Tuz oranı arttıkça, çimlenme gün sayısının attığı görülmektedir.

Karemsi, kanatlı ve yuvarlak kadife çiçeği tohumunun (*Calendula officinalis* L.) 0, 1, 3, 5, 7 ve 10 dS/m tuzluluk stresinde, çimlenme yüzdesinin ve çimlenme oranının tuzluluk artışıyla azaldığı belirtilmektedir (Torbaghan, 2012).

Tuzlu koşullarda, Hüsnüyusuf (*Dianthus barbatus* L.) tohumlarının 100 mM NaCl’de en düşük çimlenme oranı oduğu belirtilmektedir (Yıldız ve ark., 2017).

Pinus taeda, *Pinus elliottii*, *Lagerstroemia indica* ve *Fraxinus chinensis* tohumlarının çimlenme hızı ve tohum canlılığı, tuz stresi arttıkça azaldığı bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2019).

Gazannia splendens, *Rudbeckia hirta*, *Ageratum houstonianum*, *Gaillardia aristata* ve *Coreopsis grandiflora* çeşitlerinin tohumları, 120 mM tuzlu ortamda, tohum çimlenme yüzdesinin önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir (Davoudi ve Bayat, 2024).

Petunia x hybrida hort. Vilm E. ex., *Torenia fournieri* Lind ve *Tagetes patula* L. tuz dozlarında, tohum çimlenme, çıkışı ve fide gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirtilmektedir (Ferraz ve ark., 2016)

Lobularia maritima tohum çimlenme tepkilerinin tuz dozlarında, çimlenme oranında bir azalma ve 300 mM'de çimlenmenin tamamen engellendiği belirtilmektedir (Zammali ve ark., 2022).

Tablo 1. Zinya tohumlarının tuz dozlarındaki çimlenme oranı, çimlenme gün sayısı ve çimlenme indeksi tablosu

Tuz dozları	Çimlenme oranı (%)	Çimlenme gün sayısı (gün)	Çimlenme indeksi
0 mM	94.62a*	4.26d*	48.71a*
50 mM	88.94b	5.68c	41.07b
100 mM	81.63c	6.15b	37.37c
150 mM	73.47d	7.69a	31.85d

Tablode farklı harfler arasında *: $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Taramalı elektronik mikroskobunda (TEM) incelenen tohumlarda görülen elementler, TEM cihazı % 1 ve %1'in üzerinde kalan elementleri göstermektedir.

Taramalı elektronik mikroskobunda (TEM) zinya tohumlarının inceleme sonuçları Tablo 2, Şekil 1 ve 2' de verilmiştir. Zinya tohumlarında 0, 50 ve 100 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Si, Na, S ve Cl elementleri görülürken, 150 mM tuz dozunda C, O, Ca, Si, Na ve Cl elementleri görülürken, S elementi görülmemiştir (Tablo 2 ve Şekil 1).

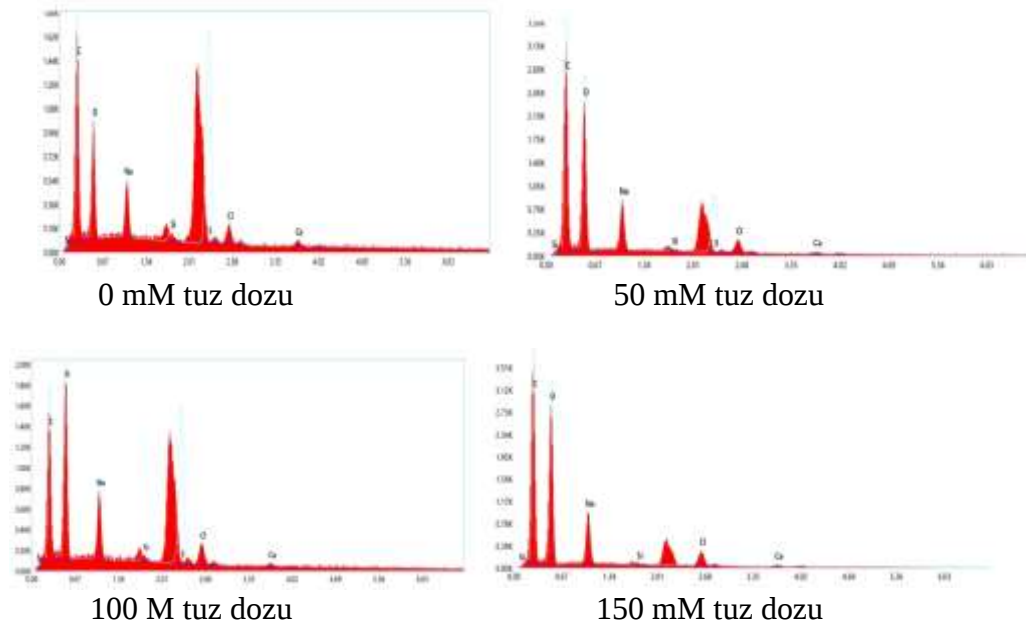
Taramalı elektronik mikroskobunda görülen elementlerin aynı zamanda tohum ağırlığında % element miktarları da cihazda hesaplanmıştır (Tablo 2 ve Şekil 1). Tuz dozlarında 0 mM dozunda karbon (C) elementi oranı, tohum ağırlığının %49.22'si iken 150 mM dozunda ise % 47.96' ya düşmüştür (Tablo 2 ve Şekil 1). Oksijen (O) elementi 0 mM tuz dozunda % 15.16 iken, 150 mM tuz dozunda %35.73 olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum (Ca) elementi ise 0 mM tuz dozundan %2.30 iken, 150 mM tuz dozunda ise %1.39' olmuştur (Tablo 2 ve Şekil 1). Kükürt (S) ve silisyum (Si) elementlerinin 0 mM tuz dozundaki % oranlarının 50, 100 ve 150 mM tuz dozuna göre daha yüksek çıktığı ve 150 mM tuz dozunda ise S elementi miktarca %1' in altında kaldığı için Elektronik mikroskop miktarı okumamıştır (Tablo 2). Na ve Cl elementi 0 mM tuz dozundaki miktarları, 150 mM tuz dozunda miktardan daha az çıkmıştır. Tuz oranı arttıkça Na ve Cl miktarında arttığı görülmektedir (Tablo 2 ve Şekil 1).

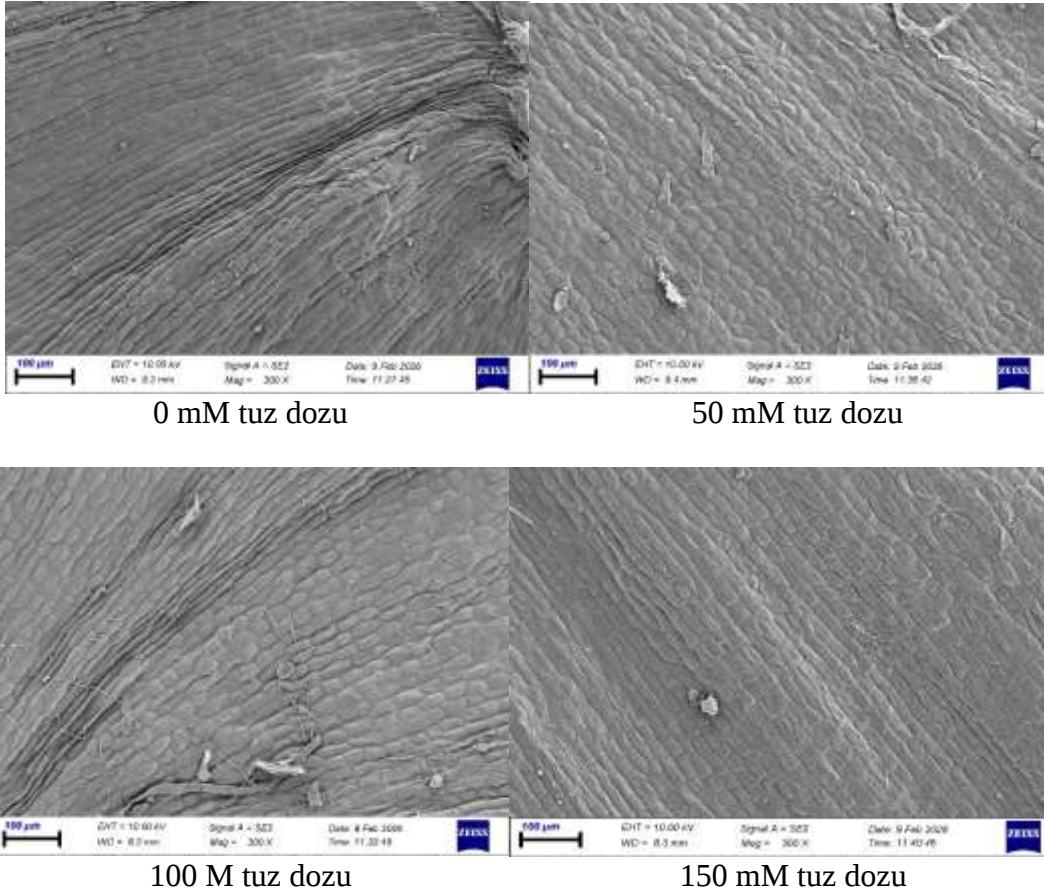
Tohum görüntüleri incelendiğinde 0 dozundaki tohum hücreleri daha diri ve büyük görülürken, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarına gidildikçe görüntülerde de görüleceği üzere, hücrelerde büzüşme ve küçülme görülmektedir (Şekil 2).

Tablo 2. Ziya tohumlarının tuz dozlarındaki taramalı elektronik mikroskobundaki besin elementi miktarları

TEM' de tespit edilen lementler	TEM' de 0 mM tuz dozundaki % miktarı	TEM' de 50 mM tuz dozundaki % miktarı	TEM' de 100 mM tuz dozundaki miktarı	TEM' de 150 mM tuz dozundaki miktarı
C	49.22	50.00	39.90	47.96
O	15.16	27.75	25.56	35.73
Si	1.59	0.76	1.41	0.61
S	23.97	10.64	20.99	Görülmedi
Ca	2.30	1.36	1.49	1.39
Na	4.55	6.11	6.45	9.22
Cl	3.21	3.39	4.20	5.09

TEM cihazında miktarca % 1 ve üzerindeki elementler

**Şekil 1** Zinya tohumlarının tuz dozlarındaki taramalı elektronik mikroskobundaki besin elementi ve miktarları



Şekil 2 Zinya tohumlarının taramalı elektronik mikroskopunda tuz dozlarındaki tohum görüntüleri

Tuz dozları uygulanan zinya tohumlarının çimlenme testi ve çimlenme testi sürecinde elektronik mikroskop sonuçları incelendiğinde, tuz dozları arttıkça tohumlarda olumsuz etkilenmeler görülmüştür. Zinya tohumlarında 0, 50 ve 100 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Si, Na, S ve Cl elementleri görülürken, 150 mM tuz dozunda ise kükürt elementinin % miktarı, % 1' in altında kaldığı için taramalı elektronik mikroskopta görülmemiştir (Tablo 2 ve Şekil 1). Tuz dozlarının artmasıyla, tohumlarda Na ve Cl miktarının arttığı görülmüştür (Tablo 2 ve Şekil 1). Tuz oranının artmasıyla tohum kabuklarında hücrelerde küçülme ve büzüşmelerin arttığı Şekil 2' de görülmektedir. Fransız kadife çiçeğinin (*Tegeta patula*) farklı tuzluluk konsantrasyonlarında olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Aboutalebi Jahromi ve Farahi, 2016). Güney Anadolu doğal *Lupinus varius*'larının 250, 500 ve 1000 mg·L⁻¹ NaCl, CaCl² ve KCl konsantrasyonlarında olumsuz yönde etkilenmediğini ve 2000 mg·L⁻¹ konsantrasyonlarında daha olumsuz etkilendiğini belirtmektedir (Karagüzel, 2003). Pirinç tohumlarına uygulanan tuz dozunun, dokularda zedeleme oluşturduğu taramalı elektronik mikroskopla tespit edildiği belirtilmektedir (Dutta vd., 2023). *Grevillea exul* var *rubiginosa* tohumlarının Nikel klorür tuz dozlarındaki durumlarının incelendiği çalışmada, tohum kabuğundaki taramalı elektronik mikroskop (TEM) görüntülerinde S, Ca, Mg, P, K Mn elementlerinin görüldüğü ve farklı miktarlarda dağıldığı belirtilmektedir (Leon vd., 2005). Bittle ve Parbat nohut tohumlarına uygulanan 150 ppm'lik bir salisilik asit çözeltisinin, TEM sonuçlarına göre, Bittle nohut tohumunun çimlenme ve tohum özelliklerini iyileştirdiği belirtilmektedir (Ali vd., 2023). Domates tohumlarında yapılan çalışmada, taramalı elektronik mikroskop sonuçların göre H2274, ED1, ED2, ED3 ve Ed4 domates genotiplerinde, uygulanan 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında, C, O, Ca, Na, Cl, P, Si ve S elementlerinin tespit edildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte tohum görüntülerinde ise 0 mM tuz dozundaki tohum hücreleri daha diri ve tüylü

görülürken, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarına gidildikçe, hücreler arasında büzülmelerin ve tüylerde azalmaların olduğu belirtilmektedir (Çetin ve Kabay, 2025). Yalova, EL1, EL2, EL3 ve EL4 lahana genotiplerinde, uygulanan 0, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Na, Cl, P, Si ve S elementleri tespit edildiği belirtilmektedir. Tohum görüntüleri incelendiğinde kontroldeki tohum hücreleri daha diri ve büyükken, 50, 100 ve 150 mM dozlarında, hücreler arasında büzülmelerin ve hücrelerde küçülme ile zararlanma görüldüğü belirtilmektedir (Çetin ve ark., 2024).

4. Sonuç

Zinya tohumlarının tuz dozlarındaki çimlenme durumlarının gözlemlendiği çalışmada, tuz dozlarının artmasıyla olumsuz etkilenmelerin olduğu gözlemlenmiştir. Çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin tuz dozlarının artmasıyla, azaldığı ve tuz oranı arttıkça, çimlenme gün sayısının arttığı görülmektedir. Taramalı elektronik mikroskop sonuçlarına göre, zinya tohumlarında 0, 50 ve 100 mM tuz dozlarında C, O, Ca, Si, Na, S ve Cl elementleri görülürken, 150 mM tuz dozunda ise kükürt elementinin % miktarı, % 1' in altında kaldığı için taramalı elektronik mikroskopta görülmemiştir. Tuz dozlarının artmasıyla, tohumlarda Na ve Cl miktarının arttığı görülmüştür. Tuz oranının artmasıyla tohum kabuklarında hücrelerde küçülme ve büzülmelerin arttığı görülmektedir. Çalışma sonucunda tuz seviyesinin yüksek olduğu ortamlarda, çimlenme ve tohum yapısının olumsuz etkilendiği görülmektedir. Tohum çimlenme oranının azalması verimi etkilediğinden, bu alanlarda topraksız tarım şeklinde zinya üretimi yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Aboutalebi Jahromi, A., & Hosseini Farahi, M. 2016. Fransız kadife çiçeğinde tohum çimlenmesi, bitkisel büyüme ve bazı elementlerin konsantrasyonu (*Tageta patula*) tuzluluk ve amonyum nitratın etkisi altında. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 199-209.
- Ali, U., Ullah, S., Nafees, M. 2023. Nohutta direnç indüksiyonu (*Cicer arietinum* L.) Biyokömürün toprak iyileştirici olarak kullanımı ve salisilik asit kaynaklı sinyalizasyon yoluyla tuzluluk stresine karşı mücadele. *Gesunde Pflanzen*, 1-13.
- Al-Maskri, A.Y., Khan, M.M., Iqbal M.J., Abbas, M. 2004. Hızlandırılmış yaşlandırma işlemine tabi tutulan karpuz (*Citrullus lanatus* T.) tohumlarında çimlenme yeteneği, canlılık ve elektriksel iletkenlikteki değişiklikler. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2(3-4), 100-103.
- Carvalho, R. F., Piotto, F. A., Schmidt, D., Peters, L. P., Monteiro, C. C., & Azevedo, R. A. 2011. Hormonlarla tohum ön işleme, tuz stresi altında kalan mısır fidelerinde oluşan oksidatif stresi hafifletmez.. *Scientia Agricola*, 68, 598-602.
- Çalışkan, Ü. 2009. *Bazı önemli yazlık sebzelerin çimlenme aşamasında Cd, Cr, Ni ve Pb'a tepkisi*. Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Çetin, A., Kabay, T., Ekincialp, A., Kipçak, S. Bitik 2024. Tuz Stresi Altındaki Lahana Tohumlarının Çimlenme Testi ve Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi. ISPEC 16th International Conference on Agriculture, Animal Science & Rural Development. 15-17 Kasım Konya- Türkiye, s, 425-445 (Tam Metin Bildiri/sözlü sunum).
- Çetin, A., Kabay, T. 2025. Tuz Stresinin Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Tohumlarının Çimlenme Testi ve Taramalı Elektron Mikroskopi (TEM) Analizi Üzerindeki Etkisi. EJONS Uluslararası Matematik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 9 (1), 64-79

- Çirka, Mustafa, Ali Kaya, and Tamer Eryigit. "Influence of temperature and salinity stress on seed germination and seedling growth of soybean (*Glycine max* L.)." *Legume Research* 44.9 (2021).
- Çirka, Mustafa, et al. "Effects of salt stress on some growth parameters and biochemical changes in bean (*Phaseolus vulgaris* L.)." *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 21.3 (2022): 53-63.
- Davoudi, M., Bayat, H. 2024. Asteraceae familyasından beş süs bitkisinin tohum çimlenmesi ve erken fide gelişim aşamalarındaki tuzluluk toleransı. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 7(1), 31-44.
- Duncan, D. B., 1955. Çoklu aralık ve çoklu F testi. *Biometrichs*, 11(1), 1-42.
- Dutta, B., Datta, A., Dey, A., Ghosh, A. K., Bandopadhyay, R. 2023. Mangrovdan elde edilen *Bacillus* sp. ile pirinç bitkilerinde tuz stresinin azaltılmasında tohum biyoprimerinin oluşturulması. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 48, 102626.
- Ferraz, M. V., Franco, C. F., Batista, G. S., Pivetta, K. F. L. 2016. Üç süs bitkisi türünün tohum çimlenmesi üzerindeki tuzluluk etkisi ve çimlenme hızı indeksi. *Ornamental Horticulture*, 22(2), 196-201.
- Jalink, H., Van Der Schoor, I.R. 2000. Seed Calcular 2.2 Kullanım Kılavuzu. *Report 10. Planth Reserach International*, Wageningen, pp. 12
- Karagüzel, O. 2003. Farklı tuz kaynak ve konsantrasyonlarının Güney Anadolu doğal *Lupinus Varius* tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 16(2), 211-220.
- Leon, V., Rabier, J., Notonier, R., Barthelemy, R., Moreau, X., Bouraïma-Madjèbi, S., Pineau, R. 2005. Üç nikel tuzunun *Grevillea exul* var. *rubiginosa*, endemik bir serpantin proteace. *Annals of Botany*, 95(4), 609-618.
- Li, C. X., Feng, S. L., Yun, S., Jiang, L. N., Lu, X. Y., Hou, X. L. 2007. Arseniğin buğday tohumu çimlenmesi ve fide fizyolojik aktiviteleri üzerindeki etkileri. *Journal of Environmental Sciences*, 19(6), 725-732.
- Merino, D., Iglesias, M. J., Mansilla, A. Y., Casalangué, C. A., Alvarez, V. A. 2021. Bitkilerde tuz stresiyile mücadele: Bentonit ve L-prolin bazlı yeni bir biyoaktif kompozitin geliştirilmesi. *Clays and Clay Minerals*, 69(2), 232-242.
- SAS 2018: SAS/Stat Yazılımı Hangen ve Geliştirilmiş. *SAS Institute Incorporation*, Cary, NC.
- Torbaghan, M. E. 2012. Tuz stresinin kadife çiçeğinin (*Calendula officinalis* L.) çimlenmesi ve bazı büyüme parametreleri üzerindeki etkisi. *Plant Sci. J*, 1(1), 7-19.
- Yıldız, S., Karagöz, F. P., Dursun, A. 2017. Giberellik asit ön uygulamasına tabi tutulmuş hüsnüyusuf (*Dianthus barbatus* L.) tohumlarının tuz stresinde çimlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1), 1-7.
- Zammali, I., Dabbous, A., Youssef, S., Ben Hamed, K. 2022. Süs bitkisi olan halofit *Lobularia maritima*'nın NaCl tuzluluğu altındaki çimlenmesi üzerinde kimyasal ön işlemin etkileri. *Seeds*, 1(2), 99-109.
- Zhang, Z., & Yu, F. 2019. Tuz stresinin, halofit olmayan dört süs bitkisi türünün tohum çimlenmesi üzerindeki etkileri. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21(1), 47-53.