



Araştırma makalesi

Bazı yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinde farklı seviyelerdeki tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi^a

Firdes ULAŞ^{1*}, Enver Sina BİRER², Abdullah ULAŞ²

¹ Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 38039, Melikgazi, Kayseri

² Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, 38039, Melikgazi, Kayseri

* Sorumlu yazar (Corresponding author): fulas@erciyes.edu.tr

Makale alınış (Received): 30.07.2024 / Kabul (Accepted): 13.09.2024 /Yayınlanma (Published): 31.12.2024

ÖZ

Bu çalışmada, bazı yerel fasulye (*Phaseolous vulgaris* L.) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerine 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM ve 200 mM 5 farklı tuz (NaCl) dozları uygulanarak, tuz stresine çimlenme ve bitki gelişimi üzerine gösterdikleri tepkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Tuz uygulaması sulama suyu ile birlikte 7 gün boyunca uygulanmıştır. Çalışma sonunda fasulye ve nohut genotiplerinde tuzluluğa toleransı belirlemek için çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme katsayısı, radikula ve plumula yaş ağırlıkları, çimlenme oranında azalma ve tuz tolerans indeksi gibi parametreler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, genotipler arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çimlenme katsayısı, radikula ve plumula yaş ağırlıkları ve tuz tolerans indeksinde azalmalar tespit edilmiştir. Ölçülen parametreler neticesinde nohutun tuza toleransının fasulyeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuz toleransı, *Phaseolus vulgaris* L., *Cicer arietinum* L., NaCl, Çimlenme.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Ulaş F, Birer ES, Ulaş A (2024). Bağıcılıkta sensör teknolojisi kullanımı ve yakınsal algılama uygulamaları. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 4(2): 41-56

Effect of Different Levels of Salinity on Germination in Some Local Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes

ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the responses of some local bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to salt stress on germination and plant development by applying 5 different salt (NaCl) doses of 0 mM, 50 mM, 100 mM, 150 mM, and 200 mM. Salt applications were conducted by dissolving them in the irrigation water for a period of seven days. At the end of the study, parameters such as germination percentage, average germination time, germination index, germination coefficient, radicle and plumule fresh weights, decrease in germination rate and salt tolerance index were examined to determine salinity tolerance in bean and chickpea genotypes. According to the results obtained, it was determined that there were significant differences between genotypes in terms of salt tolerance. As the salt concentration increased, germination percentage, average germination time, germination index, germination coefficient, radicle and plumule fresh weights and salt tolerance index were decreased. As a result of the measured parameters, it was determined that the salt tolerance of chickpeas was higher than the bean genotype.

Keywords: Salinity tolerance, *Phaseolus vulgaris* L., *Cicer arietinum* L., NaCl, Germination

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Bitkilerin yaşam döngülerini devam ettirdiği çevre koşullarında büyüme ve gelişmelerini olumsuz etkileyen biyotik veya abiyotik ajanlar stres faktörü olarak değerlendirilir. Stres başlarda metabolik ve fizyolojik mekanizmalarda bozulmalar ile kendini gösterirken, daha sonraları ise bitki organlarında hasara, ürün kalitesinde düşmeye ve hatta ölüme sebep olabilmektedir. Önemli abiyotik stres faktörleri arasında yer alan tuzluluk, yıllık yağış oranının yeterli olmadığı ya da sulama suyu dağılımının dengesiz olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda doğal olarak bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre dünyadaki tarım topraklarının yaklaşık %6'sı tuzluluk probleminin etkisi altındayken, Türkiye'de 1.5 milyon hektarlık alan tuzluluk problemi ile karşı karşıyadır (FAO, 2022) (Kuşvuran, 2010). Gerçekleştirilen aşırı ve bilinçsiz sulama, kullanılan sulama suyun kalitesinin düşük olması ve gübre kullanımının bilinçsizce yapılması bu stres etmeninin oluşma sebebidir. Bu stres faktörünün etkileri tohumun çimlenme aşamasından bitki üzerinde getirdiği fizyolojik sistemin dengesinin bozulmasına kadar yol açmaktadır (Çavuşoğlu ve Kabar, 2008). Diğer bitki türleriyle kıyaslandığında, baklagiller tuzluluğa en hassas grup içinde yer almakta ve fasulyenin tuza en hassas türlerden olduğu bildirilmektedir (Ashraf ve Wu, 1994). Yüksek tuz oranı, fasulyede çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Demir ve Demir, 1996). Ayrıca nohut da tıpkı fasulye gibi tuz stresine yüksek derecede hassas olan bir tür olarak sınıflandırılır (Hossain ve ark., 2015). Tuz stresinin nohutta bitki büyümesi, tahıl verimi ve diğer verim

parametrelerinde düşüŖlere sebep olduğu rapor edilmiŖtir (Sohrabi ve ark., 2008; Kandil ve ark., 2012; Pushpavalli ve ark., 2020).

Tuzluluk, halofit bitkiler hariç, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkiler ve ürün desenini sınırlayarak ve ürün kaybına neden olur. Başlangıçta tuzluluk ozmotik strese sebep olmakta ve kullanılabilir su miktarının azalmasıyla da “fizyolojik kuraklık” ortaya çıkmaktadır (Tuteja, 2007). Bitkiler tuz stresi altında toprakta mevcut halde bulunan sudan yararlanamadıkları için su kaybını minimize etmek için stomalarını kapatırlar, bu da fotosentez mekanizmasının engellenmesine sebep olmaktadır (Ferroni ve ark., 2007). Tuzlu koşullar altında bitki tarafından besin elementlerinin alınımı sekteye uğramakta, ayrıca çimlenme yüzdesi ve meyve kalitesinde düşüŖler meydana gelmektedir (Mugdal ve ark., 2010). Bitki kök bölgesindeki mevcut halde bulunan tuz derişimine bağlı olarak bitki sudan yararlanmak için daha çok enerji harcamakta bu sebeple verim ve kalitede azalmalar görölmektedir (Kara ve Apan, 2000). Ekonomik açıdan değer sahibi olan tarım ürünlerinin birçoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu tarım ürünlerinin dayanım ve hassasiyetinin belirlenmesi, bu ürünlerin tarımının yapılması ve geniş arazilere yayılmasına olanak sağlayacaktır (Zhu, 2003). Ölümlerle sonuçlanabilecek çeşitli tuz stresi derişimleri bitkiler üzerinde; primer ve sekonder olarak etkilere sahiptir. Birincil (primer) etkileri içerisinde iyon stresi ve osmotik etki meydana gelir. İkincil (sekonder) etkileri ise bitkide yapısal bozulmalara neden olan ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile gerçekleşir. Bu etkiler çeşitli fizyolojik olayları olumsuz etkilemekte ve elde edilecek verim önemli bir oranda düşmektedir.

NaCl stres etmeninin bitkiler üzerindeki etkilerini belirlemek ve sınıflandırmak oldukça önem teşkil etmektedir. Bitkilerin tuzluluğa karşı toleransını artırmak, tuzluluğun bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılabilir çevre dostu ve sürdürülebilir önlemlerden biridir. Şimdiye dek tamamlanan birçok çalışma sonucunda, tuzluluğun çimlenmeyi önemli ölçüde azalttığı ve hatta tamamen engellediği ortaya konmuştur; ancak bu etkinin bitki türü, çeşidi ve tuz dozuna bağlı olarak değiştii bildirilmiştir (Acar ve ark., 2011; Şentürk ve Sivritepe, 2015; Önal Aşcı ve Üney, 2016). Sonuç olarak, son zamanlarda hem geleneksel hem de geleneksel olmayan seleksiyon ve ıslah tekniklerini kullanarak tuzluluğa toleranslı genotiplerin araştırılmasına ve seçilmesine olan ilgide bir artış olmuştur (Ceritoğlu et al., 2020). Bu sebepten dolayı bu çalışmanın amacı; fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve nohut (*Cicer arietinum* L.) tohumlarında farklı düzeylerde tuz stresinin çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Beslenme Fizyolojisi Laboratuvarında (PNPLab) yürütölmüştür. Bitkisel materyal olarak bazı yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.- Mine) ve nohut (*Cicer arietinum* L.- Azkan) tohumları petri kaplarında test edilmiştir.

Yöntem

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 9 tekrarlı olarak kurulmuştur. Çalışmada 5 farklı NaCl dozu (0, 50, 100, 150, 200 mM) kullanılmıştır. 25 adet tohum konulan her petriye farklı dozlarda 10 ml NaCl solüsyonu eklenmiştir. Araştırmada bitki tohumları önce %10'luk sodyum hipoklorit ile daha sonra ise %80'lik etil alkol ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Petri kapları, iklim dolabında tamamen karanlık ortamda $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün boyunca çimlenmeye bırakılmıştır. Deneme süresince tohumlar her gün kontrol edilmiş ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir.

Araştırmada Yapılan Ölçüm ve Analizler

Çimlenme Sayısı (gün)

Günlük düzenli olarak yapılan gözlemler sonucundan elde edilen çimlenme sayılarıdır.

Radikula ve Plumula Yaş Ağırlığı (mg)

7. günün sonunda deneme sonlandırıldığında ve çimlenen *Phaseolous vulgaris* L. ve *Cicer arietinum* L. türlerinin radikula ve plumula yaş ağırlığı hassas terazi yardımı ile mg cinsinden ağırlığı alınmıştır.

Çimlenme Yüzdesi

Deneme sonunda elde edilen verilere göre aşağıda yer alan formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%ÇY = \left(\frac{n}{N}\right) * 100$$

N: Toplam tohum sayısı,

n: Çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir (Geçer, 2003).

Ortalama Çimlenme Süresi (gün)

Çimlenen tohum sayısı, denemedeki gün sayısına oranlanarak aşağıda yer alan formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$OÇS = (\sum Dn) / \sum n$$

Dn: Deneme sonunda çimlenen tohum sayısı,

n: Denemedeki gün sayısını ifade etmektedir (Ellis ve Roberts, 1981).

Çimlenme İndeksi (gün)

Çimlenme indeksi değeri hesaplanırken sayım yapılan gün ve sayım sırasında gözlemlenen çimlenen tohum sayıları ayrı ayrı kendi içerisinde oranlanmış ve toplanmıştır (Abazarian ve ark., 2011).

$$\begin{aligned} \text{Çi} = & (\text{ilk sayımda çimlenen tohum sayısı}) / (\text{ilk sayım günü}) + \dots \\ & + (\text{Son sayımda çimlenen tohum sayısı}) / (\text{son sayım günü}) \end{aligned}$$

Çimlenme Hız Katsayısı

Çimlenme hız katsayısı hesaplanırken gözlem yapılan çimlenme sayıları kendi arasında toplanmış ve gözlem yapıldığı gün ile katlanarak katlanan değerlerin toplamı, toplam çimlenme gözlem değerine oranlanması ile bulunmuştur (Maguire, 1962).

$$\text{ÇHK} = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{1 * G_1 + 2 * G_2 + \dots + n * G_n}$$

G: Çimlenen tohum sayısı,

n: Çimlenmenin gözlemlendiği son gün

Çimlenme Oranında Azalma

Kontrol grubunun çimlenme yüzdesi ile tuz grubunun çimlenme yüzdesi arasındaki fark hesaplanarak çimlenme oranında azalma hesaplanmaktadır. (Madidi ve ark., 2004).

$$\text{ÇOA} = \text{KÇY} - \text{DÇY}$$

Tuz Tolerans İndeksi

Tuz tolerans indeksi hesaplanırken tuz grubunda gözlemlenen çimlenme sayısı ile kontrol grubu gözlemlenen çimlenme sayısının birbirine oranının yüzdesel değeri olarak hesaplanmaktadır (Rahman ve ark. 2008).

$$\text{TTi} = \left(\frac{\text{DGÇ}}{\text{KGÇ}} \right) * 100$$

İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre, varyans analizi ile $p < 0.05$ önemlilik derecesine göre değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar “Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi”ne göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987). Elde edilen verilerin analizinde, SPSS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çimlenme Sayısı (gün)

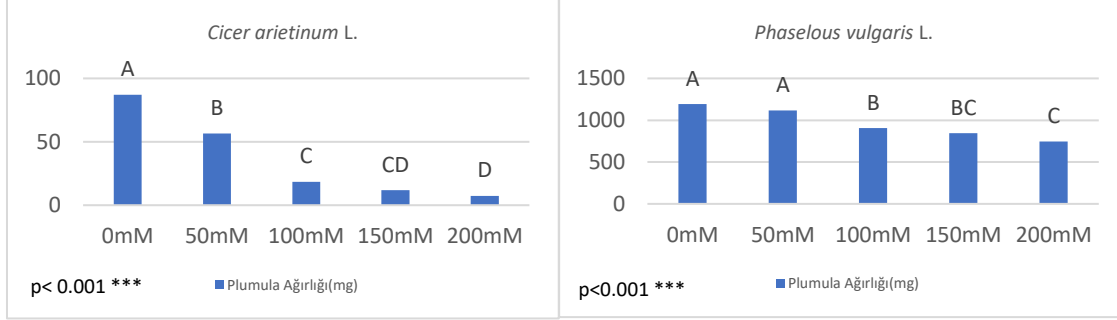
Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen çimlenme sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p < 0.001$) önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Çalışmada çimlenmeler günlük olarak gözlenmiş ve kayıt altına alınmıştır. *Cicer arietinum* L. genotipi 2. günde çimlenmiştir. Çimlenme süresi kontrole kıyasla 100 mM, 150 mM ve 200 mM tuz dozlarında 3. ve 4. günde meydana gelmiştir. *Cicer arietinum* L. genotipinin çimlenme süresi artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak azalmıştır. *Phaselous vulgaris* L. genotipine ait çimlenme süresi 2. ve 3. günde gözlenmektedir. Kontrole kıyasla 200 mM NaCl konsantrasyonunda ise çimlenme 5. ve 6. günlerde meydana gelmiştir. Tuz konsantrasyonunun artması ile birlikte çimlenme süresinin uzaması beklenen bir durumdur (Day ve ark., 2008). Kontrole kıyasla 150 mM NaCl konsantrasyonunda 7. günde çimlenme gözlenmiştir.

Plumula Yaş Ağırlığı (mg)

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen plumula yaş ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p < 0.001$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Cicer arietinum* L. genotipinde kontrole kıyasla istatistiki olarak en yüksek plumula yaş ağırlığı 50 mM tuz dozunda gözlemlenmiş olup bunu 100 mM tuz dozu izlemiştir. Gelişimin ve çimlenin yavaşlaması, 200 mM tuz dozunda *Cicer arietinum* L. için durma seviyesine getirecek düzeye gelmektedir. İstatistiki olarak en düşük plumula yaş ağırlığı 200 mM tuz dozunda tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları Shtaya ve ark. (2021)'nin *Cicer arietinum* L.'un üç farklı genotipinin farklı tuz seviyelerinde (0, 50 ve 100 mM) çimlendirme ve agro-morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla yürütülen çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Phaselous vulgaris L. genotipinde kontrole kıyasla istatistiki olarak en yüksek plumula yaş ağırlığı 100 mM tuz dozunda gözlemlenmiştir. 0 ile 50 mM arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Çimlenmedeki ilk önemli zararlanma 50 ile 100 mM arasında gerçekleşmiştir. Her iki genotipte de tuz dozunun plumula yaş ağırlığı değerleri üzerine en olumsuz etkisi ise 200 mM tuz dozunda meydana gelmiştir. Tuz dozu arttıkça her iki genotipte de ağırlık artışındaki zararlanmalar artmıştır. Özkorkmaz ve Yılmaz (2017) tarafından *Phaselous vulgaris* L. genotipinin beş farklı tuz stresi (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) altında yürütülen çimlenme çalışmasında plumula yaş ağırlığı değerleri (0.26, 0.26, 0.07, 0.05 ve 0.05 g) bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Shtaya ve ark. (2021)'nin üç farklı nohut genotipinde (Hadas, Arij, Einalbeda) tuz stresinin (0, 50 ve 100 mM) bitki büyüme ve verim parametrelerini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada genotipler ve tuz dozları arasında bitki yaş ve kuru ağırlık parametreleri bakımından istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmiştir. Hadas genotipi tuzdan en çok etkilenen genotip olmuştur. Bitki yaş ağırlığında 50 ve 100 mM NaCl stresi altında %25.6 ve %74.2 oranlarında azalmalar meydana gelmiştir. Tuzdan en az etkilenen genotip ise Arij genotipi olmuştur. Arij genotipinde bitki yaş ağırlığında 50 ve 100 mM NaCl stresi altında %4.9 ve %27.2 oranlarında azalmalar olmuştur. Benzer sonuçlar nohut ve bezelyede yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmıştır (Yousef ve ark. 2020). Şimdiye dek tamamlanan birçok araştırmada yüksek tuz stresinin bitki biyoması üzerine negatif etki yaptığı kanıtlanmıştır (Welfare ve ark. 2002; Sohrabi ve ark. 2008; Hossain ve ark. 2015).

Kaymakanova ve Stoeva (2008), fasulyede yaptıkları çalışmada tuz uygulamalarının bitki gelişimine olumsuz etki yaparak, yaş ve kuru ağırlıklarda azalmaya neden olacağını belirtmişlerdir. Başka çalışmalarda da, tuz uygulamalarının bitkilerde yeşil aksam yaş ağırlığına paralel olarak yeşil aksam kuru ağırlıklarına da olumsuz etkileri olduğu bildirilmektedir (Demir 2009; Güldüren 2012).

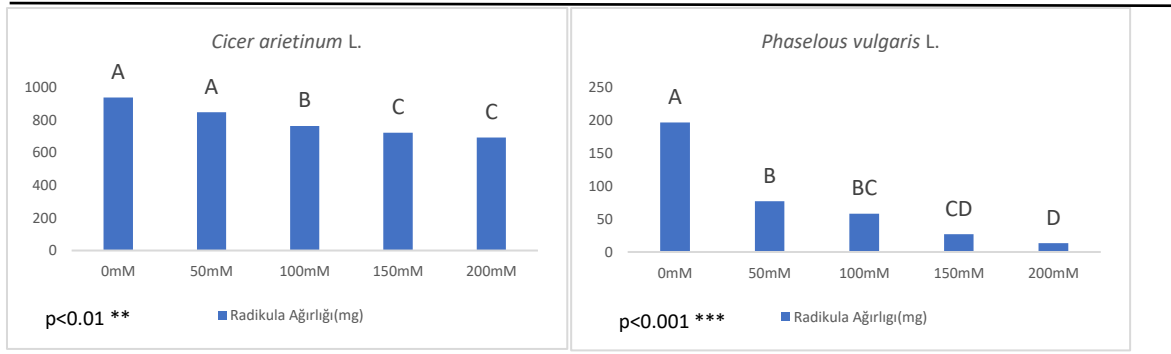


Şekil 1. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında plumula yaş ağırlığı (mg) üzerine etkileri

Radikula Yaş Ağırlığı (mg)

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen radikula yaş ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p < 0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Cicer arietinum* L. genotipinde kontrole kıyasla istatistiki olarak ilk zararlanma 100 mM tuz dozunda gözlemlenmiştir. İstatistiki olarak en yüksek radikula yaş ağırlığı 0 ve 50 mM tuz seviyelerinde meydana gelmiştir. Diğer yandan istatistiki olarak en düşük radikula yaş ağırlığı 150 ve 200 mM tuz seviyesinde meydana gelmiştir. Benzer sonuçlar Shtaya ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada da rastlanmıştır.

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen radikula yaş ağırlığı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p < 0.001$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaselous vulgaris* L. genotipinde radikula yaş ağırlığı değerleri incelendiğinde; ilk zararlanmanın 50 mM tuz seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Gözlemlenen bu zararlanma 200 mM tuz seviyesinde en yüksek düzeye çıkmakta, radikula gelişimi *Phaselous vulgaris* L. tohumları için durduracak seviyeye getirmektedir. İstatistiki olarak en yüksek radikula yaş ağırlığı 0 mM tuz seviyesinde, en düşük ağırlık ise 200 mM tuz seviyesinde gözlemlenmiştir. Özkorkmaz ve Yılmaz (2017) tarafından *Phaselous vulgaris* L. genotipinde tuz stresi altında (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) çimlenme çalışmasında radikula yaş ağırlıkları değerleri sırasıyla 1.34, 1.36, 0.41, 0.44 ve 0.36 gram olarak açıklamışlardır. NaCl konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak radikula yaş ağırlığında da düşüş beklenmektedir. Yayınladıkları bu değerler, bizim çalışmamızdaki radikula yaş ağırlık değerleriyle benzerlik göstermektedir. Tuzlu koşullar altında yapılan diğer çalışmalarda nohut (Shtaya ve ark. 2021; Abdiev ve ark. 2019) ve yem bezelyesinde (Acikbas ve ark. 2021) kök yaş ağırlığında istatistiki olarak farklılıklar tespit edildiği sonucuna varılmıştır.

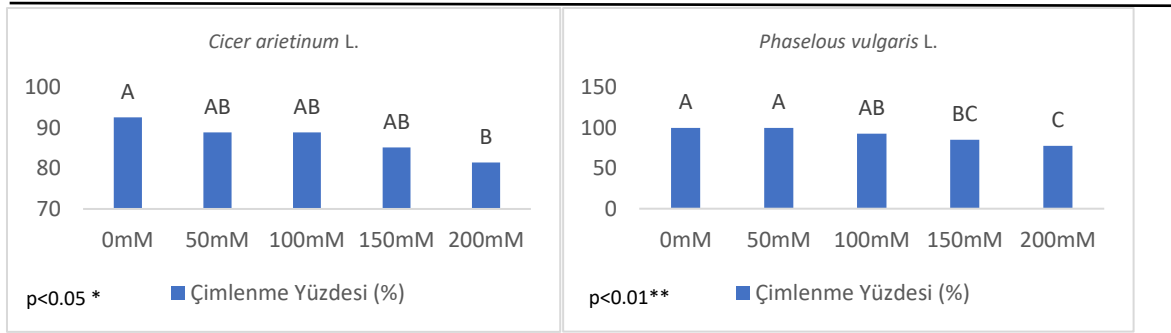


Şekil 2. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında radikula yaş ağırlığı (mg) üzerine etkileri

Çimlenme Yüzdesi (%)

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen çimlenme yüzdesi bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme yüzdesi *Cicer arietinum* L. genotipinin tuz konsantrasyonu varlığında belli oranlarda azaldığını göstermektedir. Literatürde bazı *Cicer arietinum* L. türlerinin tuz konsantrasyonuna tolerans yeteneği olduğu bilinmektedir. İlk zararlanma *Cicer arietinum* L. tohumları için 100 mM NaCl derişiminin üzerinde gözlenmektedir. 200 mM NaCl derişimde zararlanma en fazla seviyededir. İstatistiki olarak en yüksek çimlenme yüzdesi 0 mM tuz seviyesinde, istatistiki olarak en düşük çimlenme yüzdesi 200 mM tuz seviyesinde meydana gelmiştir. Shtaya ve ark. (2021) tarafından *Cicer arietinum* L.'un üç farklı genotipi ile yürütülen çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarında stres arttıkça çimlenmenin zorlaşacağı ve çimlenme yüzdesinin azalması olağan olarak açıklanmıştır. Benzer sonuçlar farklı nohut (Farooq ve ark. 2017; Özaktan ve ark. 2018; Ceritoğlu ve ark. 2020; Dadaşoğlu ve ark. 2020) ve pirinç (Islam ve Karim, 2010) genotipleri ile tamamlanan çalışmalarda 100 mM tuz seviyesinin kritik doz olduğu sonucuna varılmıştır. Açıkladıkları çimlenme yüzdesi değerleri bizim değerlerimizle benzerlik göstermektedir. Al-Mutawa (2003) nohut genotiplerinde çimlenme oranı ve çimlenme yüzdesinin artan tuz konsantrasyonu ile birlikte istatistiki olarak azalığını belirtmiştir. Kaya ve ark. (2008) tuzlu koşullar altında küçük nohut tohumları genotiplerinin büyük nohut tohumlarına kıyasla daha kısa sürede çimlendiğini rapor etmişlerdir. Flowers ve ark. (2010) 25 mM tuz konsantrasyonunda en hassas nohut genotipi ölürken, 100 mM tuz konsantrasyonunda en tolerant genotip uzun süre hayatta kalamayacağını bildirmişlerdir.

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen çimlenme yüzdesi bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaselous vulgaris* L. genotipinde çimlenme yüzdesi 100 mM NaCl derişiminde zararlanma olarak kaydedilmiştir. Zararlanmanın gözlenebildiği ilk değer olan 100 mM ve artan NaCl derişimlerinde 200 mM seviyesinde çimlenme yüzdesinde fark belirgin bir hal almaktadır. 50 mM seviyesinde *Phaselous vulgaris* L. genotipinin çimlenme yüzdesinde kontrol grubuna oranla herhangi bir fark gözlenmemiştir. Çalışmamızın sonuçları Yılmaz ve ark. (2023) tarafından *Phaselous vulgaris* L. türlerinin çimlenmesinde farklı oranlarda tuz stresinin etkisi üzerine yapılan çalışmada açıklanan çimlenme yüzde değerleri ile benzerlik göstermektedir.

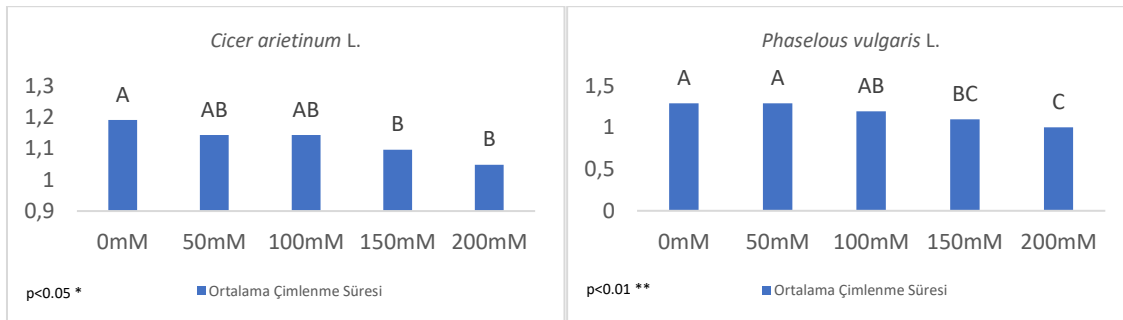


Şekil 3. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkileri

Ortalama Çimlenme Süresi (%)

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen ortalama çimlenme süresi bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Cicer arietinum* L. genotipinde istatistiki olarak en yüksek ortalama çimlenme süresi 0 mM tuz dozunda tespit edilmiştir. bunu sırasıyla 50 ve 100 mM tuz dozları takip etmiştir. İstatistiki olarak en düşük ortalama çimlenme süresi 150 ve 200 mM tuz dozlarında bulunmuştur. Kullanılan tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak ortalama çimlenme süresinde de azalma gözlenmektedir.

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen ortalama çimlenme süresi bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaselous vulgaris* L. genotipinde kontrol ve 50 mM tuz dozlarında istatistiki olarak en yüksek değerler sergilenmiştir. Tuz konsantrasyonu 100 mM seviyesine geldiğinde ortalama çimlenme süresinde azalmalar olduğu görülmektedir. 200 mM NaCl derişiminde ise istatistiki olarak en düşük çimlenme süresi tespit edilmiştir. İstatiksel olarak *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında NaCl konsantrasyonunun artması ortalama çimlenme süresini belirlemede önemli derece de etkilidir.

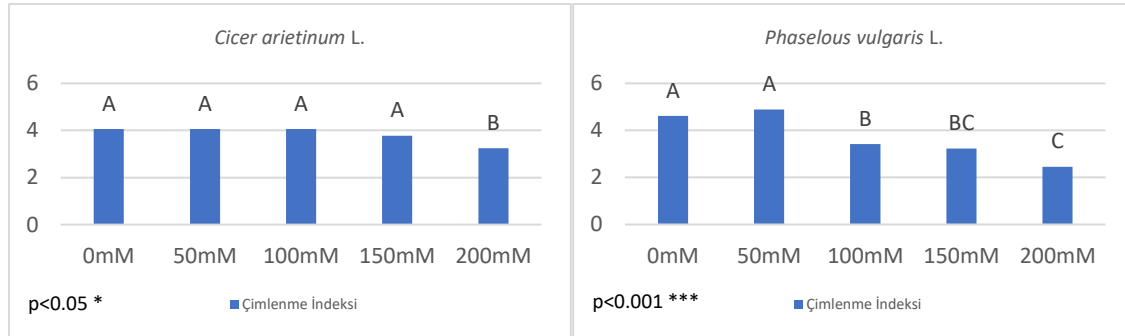


Şekil 4. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri

Çimlenme İndeksi

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen çimlenme indeksi değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmadaki çimlenme gözlenen günlere bağlı indeks değerinde, tohumların çimlenme ortamında erken çimlenmesi bu değeri oldukça artırmaktadır. Çimlenme sayısı ne kadar gecikirse indeks değerindeki büyümede o oranda azalacaktır. *Cicer arietinum* L. genotipinde kontrol grubu, 50, 100 ve 150 mM çimlenme indekslerinde istatikselsel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir. 150 mM tuz seviyesinde çimlenme indeksindeki düşüş gözlenmeye başlamıştır ve 200 mM tuz seviyesinde indeksteki düşüş artarak devam etmektedir.

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen çimlenme indeksi değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.001$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaseolous vulgaris* L. genotipinde artan tuz derişime bağlı indeks değerinde kontrol grubundan 50 mM NaCl konsantrasyonuna geçişte indekste bir artış söz konusudur, ancak bu artış istatistiki olarak önemli değildir. İndekste bu artış 50 mM NaCl konsantrasyonundan sonra indekste azalma olarak devam etmektedir. 100 mM konsantrasyonda başlayan indeksteki azalma 200 mM seviyesinde kontrol grubuna oranla indeks değerinde yüksek değerlerde azalmaya sebep olmaktadır. Yılmaz ve ark. (2023) tarafından yürütölen çalışmada *Phaseolous vulgaris* L. genotiplerinin çimlenmesinde farklı konsantrasyonlarda tuz stresinin etkisi üzerine yapılan çalışmada açıklanan çimlenme indeks değerleri bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

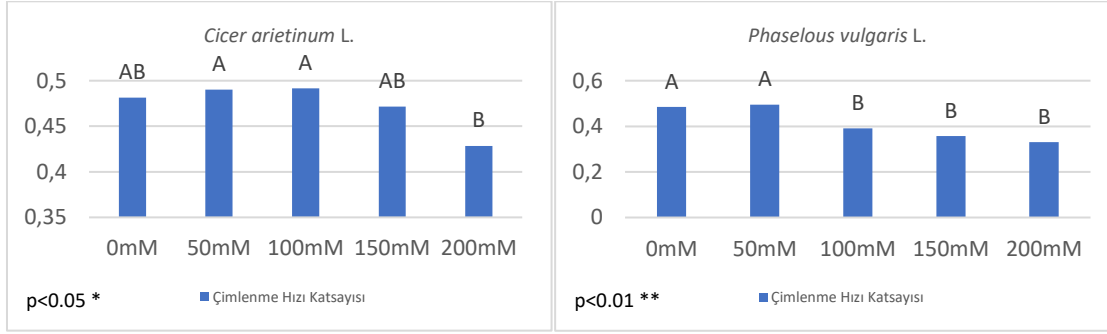


Şekil 5. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaseolous vulgaris* L. tohumlarında çimlenme indeksi üzerine etkileri

Çimlenme Hızı Katsayısı

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen çimlenme hızı katsayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.05$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme hızı katsayısında *Cicer arietinum* L. genotipi için 100 mM tuz seviyesine kadar istatikselsel olarak artış göstermiştir. Gözlemlenen bu artış 150 mM tuz seviyesinde çimlenme hızı katsayısında azalma olarak gözlenmiştir ve 200 mM tuz seviyesinde azalmaya devam etmektedir. Artan NaCl konsantrasyonu ile çimlenme hız katsayısı arasındaki bu ilişkinin 100 mM tuz seviyesinden sonra düşüş gözlemlenmesi artan tuz konsantrasyonunda çimlenmenin yavaşladığının göstergesidir. Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen

çimlenme hızı katsayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaselous vulgaris* L. genotipinde *Cicer arietinum* L. genotipi ile gözlemlenen hız katsayısındaki benzer artış 50 mM seviyesine kadar devam etmektedir. Artan NaCl konsantrasyonunda 100 mM seviyesinde çimlenme hızı değeri büyük oranda azalmıştır. 200 mM seviyesinde çimlenme hızı katsayısı istatistiksel olarak en düşük değerlere ulaşmıştır.

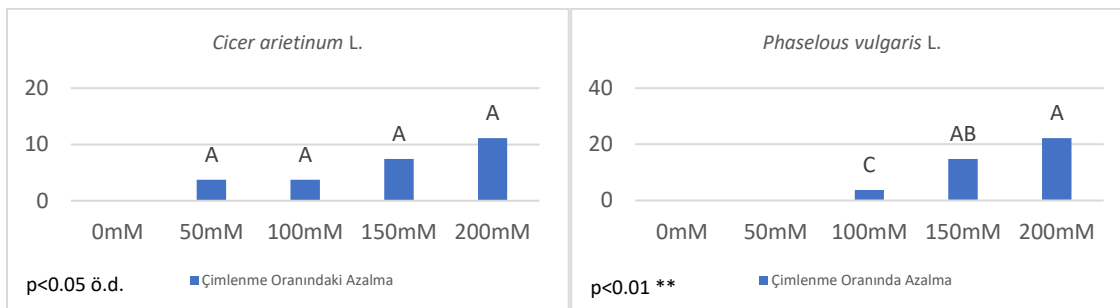


Şekil 6. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında çimlenme hızı katsayısı üzerine etkileri

Çimlenme Oranındaki Azalma

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen çimlenme oranındaki azalma değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak herhangi bir önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. *Cicer arietinum* L. genotipi için kontrol grubuna oranla çimlenme oranındaki azalma 50 ve 100 mM tuz seviyelerinde hemen hemen aynı seviyededir. 150 mM tuz seviyesinde artış gözlemlenmiş, bu artış 200 mM tuz seviyesinde de devam etmiştir.

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen çimlenme oranındaki azalma değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p<0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaselous vulgaris* L. genotipinde 0 mM tuz seviyesinden 200 mM tuz seviyesine doğru konsantrasyon arttıkça çimlenme oranındaki azalma da artmıştır. 200 mM tuz konsantrasyonunda çimlenme oranındaki azalma istatistiki olarak en üst seviyeye çıkmıştır.

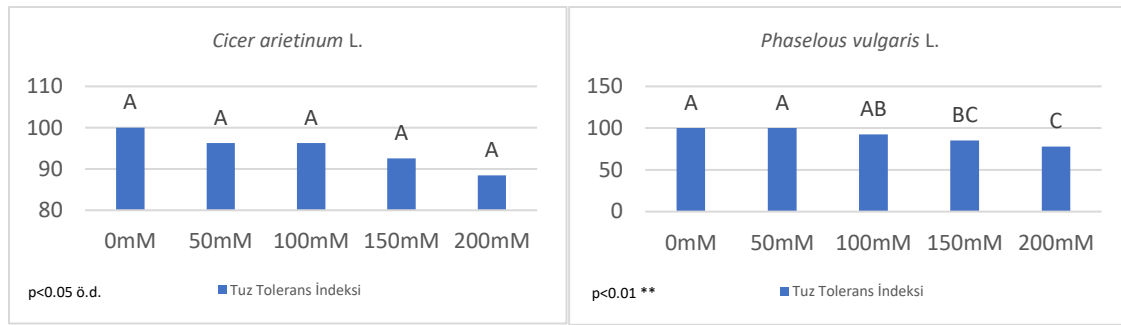


Şekil 7. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaselous vulgaris* L. tohumlarında çimlenme oranındaki azalma üzerine etkileri

Tuz Tolerans İndeksi

Çalışmamızın sonucunda varyans analizi ile incelenen tuz tolerans indeksi değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak herhangi bir önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. *Cicer arietinum* L. genotipinin tuz dozları arasındaki fark 50 mM tuz seviyesinde başlamış ve 100 mM tuz seviyesinde kadar sabit kalmıştır. 200 mM tuz konsantrasyonuna kadar artarak devam etmiştir.

Araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda incelenen tuz tolerans indeksi değerleri bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak ($p < 0.01$) önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *Phaseolous vulgaris* L.'de çimlenmenin tuz stresinden etkilendiğini gösteren tolerans değerinin konsantrasyon arttıkça düştüğü gözlenmiştir. *Phaseolous vulgaris* L. genotipinde istatistiki olarak en yüksek tuz tolerans indeksi değerleri 0 ve 50 mM tuz dozlarında tespit edilmiştir. Diğer yandan istatistiki olarak en düşük tuz tolerans indeksi değerleri 200 mM tuz dozunda tespit edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonunda 100 mM tuz dozunda ilk tolerans değer farkının gözlenmesi ve bu farkın 200 mM tuz seviyesine kadar arttığı belirlenmiştir.



Şekil 8. Farklı tuz dozlarının *Cicer arietinum* L. ve *Phaseolous vulgaris* L. tohumlarında tuz tolerans indeksi üzerine etkileri

Sonuç

Bu çalışmada *Phaseolous vulgaris* L. ve *Cicer arietinum* L. tohumlarından Mine ve Azkan genotipleri NaCl stresinin tohum çimlenmesini ve fide gelişimini üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, ölçülen tüm parametreler bakımından genotipler arasında önemli farklılıkların olduğu ve genotiplerin tuz uygulamalarına birbirinden farklı tepkiler gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmada hem uygulamalar hem de genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Artan tuz stresi ile birlikte sadece çimlenme oranında değil agronomik özelliklerde de önemli etkiler tespit edilmiştir. *Cicer arietinum* L.'da 100 mM tuz stresinden sonra çimlenme hızı azalarak, radikula ve plumula yaş ağırlıklarında düşüşler meydana gelmiştir. Bu durum gelişimde gerilemeye sebep olmuştur. Tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte çimlenme süresi uzamış, çimlenme yüzdesinde düşüşler meydana gelmiştir. *Phaseolous vulgaris* L. tohumlarında tuz tolerans aralığı daha düşüktür. 50 mM tuz seviyesinin üzerinde tohumların gelişiminde gerileme gözükmesi onun tuz stresine karşı daha hassas olduğu sonucuna varmamızı sağlamaktadır. Çimlenme zamanının daha uzun sürelerle dağılması ve yaş ağırlığındaki düşüşler, çimlenme yüzdesindeki azalmalar yapılacak tarım çalışmalarında başlıca sorunlarından olacaktır. Ülkemizde her geçen gün önemli bir sorun

haline gelen tuzluluk probleminin çözümünde, tuzluluğa toleranslı çeşitlerin geliştirilebilmesi oldukça önemlidir. Bu amaç doğrultusunda, çalışmamızdan elde edilen sonuçların değerlendirilerek, tuzluluk probleminin yaşandığı alanlarda, tarla koşullarındaki performansın belirlenmesi, tuzlu alanların değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle sakı ve tarla koşullarında yürütülen yeni çalışmaların yapılması katkı sunacaktır.

Çıkar Çatışması: Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur. / No known or potential conflict of interest exist for any author.

Kaynaklar

Abazarian R, Yazdani MR, Khosroyar K, Arvin P (2011). Effects of Different Levels of Salinity on Germination of Four Components of Lentil Cultivars. African Journal of Agricultural Research, 6(5): 2761-2766.

Abdiev A, Khaitovb B, Toderichd K, Park KW (2019). Growth, nutrient uptake and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) enhance by rhizobium and azotobacter inoculations in saline soil. Journal of Plant Nutrition. 42:2703-2714.

Acar R, Yorgancılar M, Atalay E, Yaman C (2011). Farklı Tuz Uygulamalarının Bezelyede (*Pisum sativum* L.) Bağlı Su İçeriği, Klorofil ve Bitki Gelişimine Etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 42-46.

Acikbas S, Ozyazici MA, and Bektas H (2021). The effect of salinity on root architecture in forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.). Legume Research. 44: 407-412.

Al-Mutawa MM (2003). Effect of salinity on germination and seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. International Journal of Agriculture and Biology. 5: 226-229.

Ashraf M, Wu L (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sci., 13(1): 17-42.

Ceritoğlu M, Erman M and Yıldız F (2020). Effect of salinity on germination and some agromorphological traits in chickpea seedlings. ISPEC Journal of Agricultural Sciences. 4: 82-96.

Çavuşoğlu K, Kabar K (2008). Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Tuzlu Koşullar Altındaki Arpa Tohumlarının Çimlenmesi Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (1): 43-55.

Dadaşoğlu E, Ekinçi M and Yıldırım E (2020). Effects of salt stress on seed germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.). Atatürk University Journal of Agricultural Faculty. 51: 53-62.

Day S, Kaya MD, Kolsarıcı Ö (2008). Bazı çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annus* L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 4: 230-236.

Demir İ, Demir K (1996). Farklı tuz konsantrasyonlarının beş değişik fasulye çeşidinde çimlenme çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu. 335-342.

Demir S (2009). Tuz Gölü Çevresinde Yetiştirilen Yöresel Kavun Populasyonunun (Koçhisar Kavunu) Tuza Tolerans Özellikleri Bakımından İncelenmesi (Yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, 381, Ankara.

Ellis RA , Roberts EH (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409.

FAO 2022. <http://www.fao.org/statistics/databases/en/>Erişim tarihi: 06.11.2023.

Farooq M, Gogoi N, Hussain M, Barthakur S, Paul S, Bharadwaj N, Migdadi HM, Alghamdi SS, Siddique KHM (2017). Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. Plant Physiology and Biochemistry. 118: 199-217.

Ferroni L, Baldissarotto C, Pantaleoni L, Billi P, Fasulo MP, Pancaldi S (2007). High salinity alters chloroplast morpho-physiology in a fresh water kirchneriella species (Selenastraceae) from ethiopian lake awasa. American Journal of Botany. 94(12):1972-1983.

Flowers TJ, Gaur PM, Gowda CLL, Krishnamurthy L, Samineni S, Siddique KHM, Turner NC, Vadez V, Varshney RK ,Colmer TD (2010). Salt sensitivity in chickpea. Plant, Cell and Environment. 33: 490-509.

Geçer MK (2003). Domateste Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Fide Kalitesi, Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Güldüren Ş (2012). Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Toleransı (Yüksek lisans tezi, basılmamış) Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Hossain MI, Mannan MA, Karim MA (2015). Salicylic acid and gibberelic acid ameliorates the adverse effects of salinity on chickpea. Bangladesh Agronomy Journal. 18: 81-88.

Islam MM, Karim MA (2010). Evaluation of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes at germination and early seedling stage for their tolerance to salinity. Agriculturists. 8: 57-65.

Kandil AA, Sharief AE ,Ahmed SRH (2012). Germination and seedling growth of some chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) under salinity stress. Journal of Basic and Applied Sciences. 8: 561-571.

Kara T, Apan M (2000). Tuzlu taban suyunun sulamalarda kullanımı için bir hesaplama yöntemi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 15(3):62-67.

Kaya M, Kaya G, Kaya MD, Atak M, Saglam S, Khawar KM ,Ciftci CY (2008). Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Zhejiang University Science B. 9: 371.

Kaymakanova M, Stoeva N (2008). Physiological reaction of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) to salt stres. Gen. Appl. Plant Physiol, 34 (3-4): 177- 188.

Kuşvuran S(2010). Ion Regulation in Different Organs of Melon (*Cucumis melo*) Genotypes Under Salt Stress. International Journal of Agriculture and Biology, 14(1): 141-144.

Madidi SE, Baroudi BE, Aameur FB (2004). Effects of Salinity on Germination and Early Growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. Int J Agric Biol, 6: 767-770.

Maguire JD (1962). Speed of Germination-Aid Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. Crop Science 2(2):176-177.

Mugdhal V, Madaan N, Mudgal A(2010). Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants. International Journal of Botany. 6(2):136-143.

Önal Aşçı Ö, Üney H (2016). Farklı Tuz Yoğunluklarının Macar Fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) Çimlenme ve Bitki Gelişimine Etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 5(1): 29-34.

Özaktan H, Çiftçi CY, Kaya MD, Uzun S, Uzun O ,Akdogan G(2018). Chloride salts inhibit emergence and seedling growth of chickpea rather than germination. Legume Research. 41: 60-66.

Özkorkmaz F, Yılmaz N (2017). Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve Börülcede (*Vigna unguiculata* L.) Çimlenme Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 7(2), 196-200.

Pushpavalli R, Berger JD, Turner NC, Siddique KHM, Colmer TD, Vadez V (2020). Cross-tolerance for drought, heat and salinity stresses in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 206: 405-419.

Rahman M, Soomro UA, Haq MZ ,Gul S (2008). Effects Of Nacl Salinity on Wheat (*Triticum aestivum* L .) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences 4 (3): 398-403.

Shtaya MJY, Al-Fares H, Qubbaj T, Abu-Qaoud H ,Shraim F (2021). Influence of Salt Stress on Seed Germination and Agro-morphological Traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Legume Research. 44(12): 1455-1459. DOI:10.18805/LR-633.

Sohrabi Y, Heidari G ,Esmailpoor B (2008). Effect of salinity on growth and yield of Desi and Kabuli chickpea cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11: 664-667.

Şentürk B, Sivritepe H (2015). Bezelye (*Pisum sativum* L.) Tohumlarında NaCl ile Yapılan Priming Uygulamaları için En Uygun Protokolün Belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2): 95-105.

Tuteja N(2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*. 428: 419-438.

Welfare K, Yeo AR ,Flowers TJ.(2002). Effects of salinity and ozone, individually and in combination, on the growth and ion contents of two chickpeas (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Environmental Pollution*. 120: 397-403.

Yilmaz EG, Dinc K, Tiryaki I (2023). Bazı Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme Evresindeki Tuz Stresine Toleranslık Seviyelerinin Belirlenmesi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 6(2): 166-183. DOI: 10.38001/ijlsb.1302613

Yousef F, Shafique F, Ali Q, Malik A (2020). Effects of salt stress on the growth traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*. 2020: e029. <https://doi.org/10.47264/bcsrj0101029>.

Zhu JK (2003). Salt and Drought Stress Signal Transduction in Plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53: 247- 273.