

Araştırma Makalesi / Research Article

Kaya Tuzu ile Deniz Tuzu Stresinin Buğday (*Triticum vulgare* L.) ve Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Üzerindeki EtkileriAli KAYA¹, Tuğçe VAROL¹, Müjgan ELVEREN², Etem OSMA^{3*}¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan²Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Erzincan³Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzincan

Sorumlu yazar e-posta*: eosma@erzincan.edu.tr

alikara3861@hotmail.com

tuğcevarol7291998@hotmail.com

mujgan.elveren@erzincan.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5250-8194>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8722-7106>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7027-462X>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6110-8088>

Geliş Tarihi: 25.07. 2022

Kabul Tarihi: 08.06.2023

Öz

Bu çalışmada kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday ve arpa gelişimi üzerindeki etkileri kıyaslanmıştır. Çalışma için 650 g toprağa 4 g arpa ve 5 g buğday tohumu ekilerek üzerleri 100 g toprak ile kaplanmıştır. Çimlenen buğday ve arpalara 50, 100 ve 250 NM olacak şekilde farklı konsantrasyonlarda bir kez kaya tuzu ile deniz tuzu çözeltisi verilmiştir. Bitkiler yetiştirilme sürecinde tarla kapasitesine uygun sulanarak, 15 gün yetiştirildikten sonra hasat edilmiştir. Hasadı yapılan örneklerde elektrolit sızıntı miktarı ile antioksidan aktiviteleri (CAT, SOD, POD) belirlenmiştir. Kontrol örnekleri ile deniz ve kaya tuzunun uygulandığı örnekler arasındaki ilişki SPSS 22 İstatistik Paket Programı'nda istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Örnekler arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı örneklerde konsantrasyon artışına bağlı olarak bitkilerin elektrolit sızıntı ile antioksidan aktivitelerinde önemli ölçüde artış gözlenmiştir.

Anahtar kelimelerAntioksidan aktivite;
Elektrolit sızıntı; Tuz
stresi; Buğday**Effects of Rock Salt and Sea Salt Stress on Wheat (*Triticum vulgare* L.) and Barley (*Hordeum vulgare* L.)****Abstract**

In this study, the effects of rock salt and sea salt on wheat and barley growth were compared. For the study, 4 g barley and 5 g wheat seeds were planted in 650 g soil and covered with 100 g soil. Rock salt and sea salt solution were given to germinated wheat and barley once at different concentrations of 50, 100 and 250 NM. The plants were irrigated according to the field capacity and harvested after 15 days of growing. The amount of electrolyte leakage and antioxidant activities (CAT, SOD, POD) were determined in the harvested samples. The relationship between the control samples and the samples, to which sea and rock salt was applied, was statistically calculated with SPSS 22 Statistical Package Program. Significant differences between the samples were found out. As a result, in the samples where different salt concentrations were applied a significant increase was observed in the electrolyte leakage and antioxidant activities of the plants due to the increase in concentration.

KeywordsAntioxidant activity;
Electrolyte leak; Salt
stress; Wheat

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Yüksek tuzluluk, kuraklık, soğuk ve sıcak gibi abiyotik stresler bitkilerin canlılığını, biyokütle üretimini ve verimini etkileyerek temel gıda mahsullerini yaklaşık %70 civarında azaltmaktadır (Mantri *et al.* 2012,

Ignat *et al.* 2022). Tuzluluk, dünya genelinde bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz yönde etkileyen en önemli abiyotik streslerden biridir (Dehnavi *et al.* 2020, EL Sabagh *et al.* 2021). Özellikle sulama yapılan kurak ve yarı kurak bölgelerde ürün verimini ciddi oranda azaltan bir sorun haline gelmiştir.

Tuzluluk iyon stresi ve osmotik strese neden olarak bitki büyüme ve gelişmesini negatif yönde etkilemektedir. Tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri tuzun çeşidine, miktarına, süresine ve bitkinin türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Tuz stresine maruz kalan bitkiler biyokimyasal, moleküler ve fizyolojik cevaplar ile strese karşı kendini koruyabilmektedir (Tarchoune *et al.* 2010, Çulha and Çakırlar 2011, Kibar *et al.* 2020). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda tuz stresinin çeşitli bitkilerde lipid peroksidasyonunu (MDA) ve antioksidan enzim aktivitelerini etkilediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Bor *et al.* 2003, Tarchoune *et al.* 2010). Tuz stresi, bitkilerin yapraklarının küçülmesine ve sayısının azalmasına, çiçeklenme periyodunun değişimine, köklerinin gelişmemesine ve tohum veriminin azalmasına sebep olmaktadır (Ashraf *et al.* 2004, Munns 2003, Kaya and İnan 2017).

Tuz stresine bağlı olarak bitkilerde zararlı ROS birikimi, bitki dokularında fizyolojik ve biyokimyasal problemlere, fotosentezin sekteye uğramasına, mitokondri ve kloroplastların elektron transferinde bozukluklara ve hücrel zararlar neden olabilmektedir (Bose *et al.* 2014, Oukarroum *et al.* 2015). Bitki hücreleri genellikle ROS'u detoksifiye eden bir antioksidan savunma sistemi tarafından oksidatif stres etkilerden korunmaktadır (Das and Roychoudhury 2014, Hossain *et al.* 2017). ROS üretimi ve kapasite arasındaki dengesizlik bitki antioksidan sistemi üzerinde ciddi oksidatif hasarlara yol açabilmektedir. Bitkilerde yüksek seviyelerde enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların oksidatif hasarlara karşı daha büyük direnç gösterdiği yapılan çalışmalar ile rapor edilmiştir (Chakraborty *et al.* 2016, Farhangi-Abriz and Torabian, 2017, Farhangi-Abriz and Rashidabad 2017, Rai *et al.* 2018). Tuza karşı tolerans, bitkilerde tür, cins ve familyalar arasında önemli farklılıklar olabildiği gibi aynı tür içinde bile farklılıklar gösterebilmektedir. Tuz stresi bitkilerin bütün gelişim süreçlerini etkilemekte olup çoğu bitki türünde tuz stresine en hassas dönemin çimlenme zamanı olduğu yapılan birçok çalışma ile tespit edilmiştir (Zamani *et al.* 2010, Uyanık *et al.* 2014)

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip sofraya tuzu ile kaya tuzunun buğday ve arpa üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda kaya tuzu ve deniz tuzu arpa ve buğday bitkilerine uygulanmıştır. Çalışmada arpa (Kral 97) ile buğday (Esperia) varyeteleri kullanılmıştır. Kral 97, başakları 6 sıralı, beyaz, kılçıklı, boyu 70-80 cm, kuraklığa karşı hassas, soğuğa orta dayanıklı olup yatmaya dayanıklı bir arpa çeşididir. Kral 97, Orta Anadolu ve geçit Bölgeleri ile benzeri yörelerin sulanan alanlarda yetişebilmektedir (İnt. Kyn. 1). Esperia, İtalya orijinli, ekmelek bir çeşit olup başak yapısı kılçıklı, beyaz, 80-85 cm boya sahiptir. Orta Anadolu, Batı ve Doğu geçit bölgeleri, İç Ege, Marmara ve bilhassa Trakya kesimi, sahil bölgelerinin yaylalarında kolaylıkla yetişebilen buğday çeşididir (İnt. Kyn. 2). Öncelikle 1 kg lık kaplara 650 gr tarla toprağı koyularak 5 gr buğday ve 4 gr arpa ekilmiştir. Buğday ve arpalar çimlendikten sonra 100 ml de çözölen 50 mM, 100 mM ve 250 mM oranında kaya ve deniz tuzu (NaCl) çözeltileri verilmiştir. 15 gün sonunda bitkiler hasat edilmiştir. Hasat sonrası bitkilerde elektrolit sızıntı, ağırlık, antioksidan aktivitelerinin analizleri yapabilmek üzere bitkiler saklamaya alınmıştır (Şenay *et al.* 2005).

12 deney tüpü saf sudan geçirildikten sonra, tüplere 0.1 g taze bitki yaprağı konulmuştur. Bu tüplere 4 mL saf su eklenerek 4°C'de bir gün bekletilmiştir. Bir gün sonra elektriksel kondüktivimetre ile tüplerdeki saf suya geçiş yapan iyon miktarı ölçölmüştür (Griffith *et al.* 1992, Elveren *et al.* 2018). Havir and Mchale (1987)'nin geliştirdiği metot kullanılarak Katalaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. 0.5 g örnek tartılarak 5 mL ekstraksiyon tamponunda (%1 PVP, 5 ml 100 mM potasyum fosfat (pH 7.0), 1 mM EDTA (0.04 gr)) homojenizasyonu sağlanmıştır. Homojenat +4 °C'de 14.000 rpm ile 20 dk'lık sürede santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra aktivite ölçümü için hazırlanan 103,5 mM (1,475 mL) KH₂PO₄ tamponu ve 40 mM'lık (1,5 mL)H₂O₂ substrat çözeltileri karıştırılıp 3 mL quartz küvetine konulduktan sonra, 20 µL enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Son olarak, hazırlanan küvet spektrofotometreye konularak 240

nm'de absorbans azalışı izlenmiştir (Elveren *et al.* 2018).

Nitro blue tetrazoliumun (NBT) fotokimyasal indirgenmesi sebebiyle meydana gelen inhibisyonunun, spektrofotometrik olarak ölçülmesi sonucu süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi belirlenmektedir (Agarwal and Pandey 2004). Reaksiyon karışımı 3 mL; 13 mM metiyonin, 50 mM KH_2PO_4 (pH: 7.8), 2 M riboflavin, 0.1 mM EDTA ve 75 M NBT ile oluşturulmuştur. (SOD) aktivitesinin ölçümü için 3 μ L spektrofotometre küvetine riboflavin bulunmayan reaksiyon çözeltisinden 2.84 mL alınarak 100 μ L enzim ekstraktı ile tamamlanmıştır. Tüp üzerine 100 M'lık riboflavin çözeltisinden 60 μ L'si pipetle aktarılıp birbirleriyle karıştırılmıştır. Karışım hızlı bir şekilde beyaz ışık kaynağının etkisine bırakılarak reaksiyon başlatılmıştır. Hazırlan tüp, oluşan reaksiyon ışık kaynağının kapatılmasıyla durdurulmuştur. 15 dk. süresince 560 nm'de NBT renginin açılma yoğunluğu köre karşı okunmuştur. Kör, aynı işlemin enzimsiz halidir. Ölçülen veriler $EU\ g^{-1}$ doku olarak belirlenmiştir (Elveren *et al.* 2018).

POD enzim aktivitesinin tespit edilmesi, H_2O_2 ve guaikolun substrat olarak kullanıldığı reaksiyonun sonucu olan renkli bileşiğin meydana getirdiği absorbans artışının 470 nm'de takip edilmesiyle belirlenmektedir. 0.5 g bitki numunesi sıvı azot ile toz haline getirildikten sonra 5 ml ekstraksiyon tamponunda (%1 PVP, 5 ml 100 mM potasyum fosfat ve 1mM EDTA (0.04 g) tamponunda (pH 7.0)) homojenasyonu gerçekleştirilmiştir. Homojenat +4 °C de 14.000 rpm'de 20 dakika boyunca santrifüj yapılmıştır. Numunesinin enzim aktivite belirlenmesi için spektrofotometre küvetine; NaH_2PO_4 tampon çözeltisi, 100 ml 0,1 M ve 5 mM guaikol içeren substrat çözeltisinden 3 mL konulduktan sonra, üzerine 10 μ L enzim ekstraktı eklenmiştir. Spektrofotometrede 470 nm'de okunarak sonuçlar ($EU\ g^{-1}$ doku) olarak hesaplanmıştır (Osma *et al.* 2017).

Yapılan çalışmada elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. SPSS 22 Paket İstatistik Programı ile veriler, %95'lik güven aralığında ANOVA testi ve çoklu karşılaştırmalarda kontrol örnekleri ile farklı tuz konsantrasyonlarının uygulandığı örnekler

arasındaki farklılıklar Tukey's B ve S-N-K ile belirlenmiştir.

3. Bulgular

Yapılan bu çalışmada kaya ve deniz tuzu farklı konsantrasyonlarda arpa ve buğdaylara uygulanarak bu bitkilerde elektrolit sızıntı, CAT, POD ve SOD enzim aktivite tespiti edilmiş ve önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen veriler dikkate alındığında, kaya ve deniz tuzu ile yetiştirilen örnekler ve kontrol grubu örnekleri karşılaştırıldığında elektrolit sızıntı ve antioksidan enzim aktivitelerinde anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

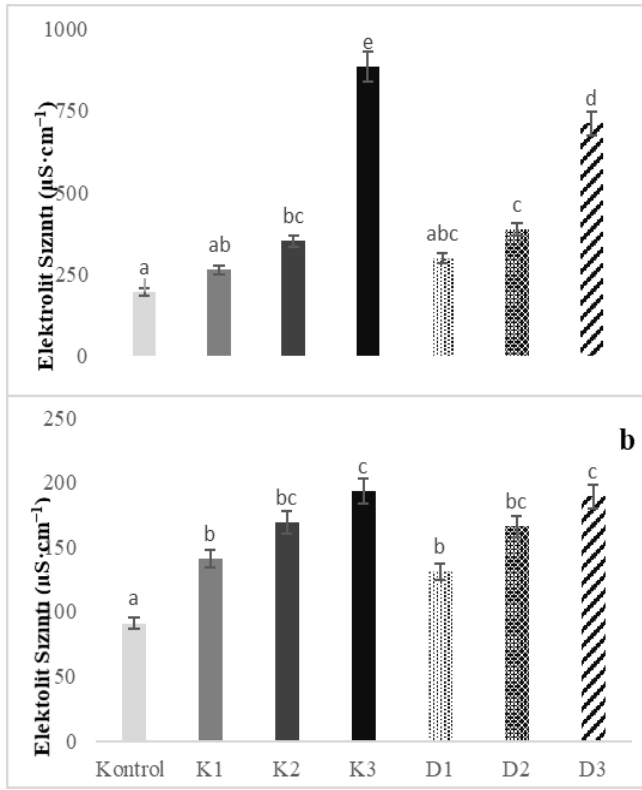
Yapılan çalışmada elektrolit sızıntı analizlerine göre elde edilen verilerin $91,25\pm 7,89-885,71\pm 45,92\ \mu s.cm^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 1.). Katalaz aktivitesi değerlendirildiğinde, tuz miktarının artmasına bağlı olarak CAT aktivitesinde bir artış görülmüştür. CAT enzim aktivite verilerinin $3446,88\pm 126,72-6100\pm 464,71\ EU\ g^{-1}\ FW$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Arpa örneklerine deniz tuzunun konsantrasyonuna bağlı olarak CAT aktivitesinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.). POD enzim aktivite verileri incelendiğinde kaya ve deniz tuzu konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak aktivitenin kontrol örneklerine göre daha fazla arttığı görülmüştür. POD enzim aktivite verilerinin $31531.43\pm 798.94-181532\pm 5529.11\ EU\ g^{-1}\ FW$ arasında olduğu belirlenmiştir. Deniz ve kaya tuzunun uygulandığı buğday ve arpalarda tuz konsantrasyonuna bağlı olarak enzim aktivitesinin farklılık göstermiştir (Şekil 3.). Bu durumun çalışmada kullanılan iki tuzun Na miktarı birbirine yakın olsa da içerdikleri diğer mineral element konsantrasyonlarının birbirinden farklı düzeyde olmasından kaynaklanabileceği düşüncesindeyiz (Saruhan, 2021). SOD enzim aktivite verileri incelendiğinde, uygulanan tuz miktarına bağlı olarak enzim aktivitesinde artma olduğu gözlenmiştir. SOD enzim aktivite verilerinin $467,23\pm 6,7-670,17\pm 4,09\ EU\ g^{-1}\ FW$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Deniz tuzunun uygulandığı buğday ve arpalarda tuz konsantrasyonu arttıkça SOD aktivitesinin arttığı görülmüştür (Şekil 4). Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kaya tuzu ve deniz

tuzunun uygulandığı bitkilerde güçlü yönde anlamlı farklılıkların olduğu gözlenmiştir.

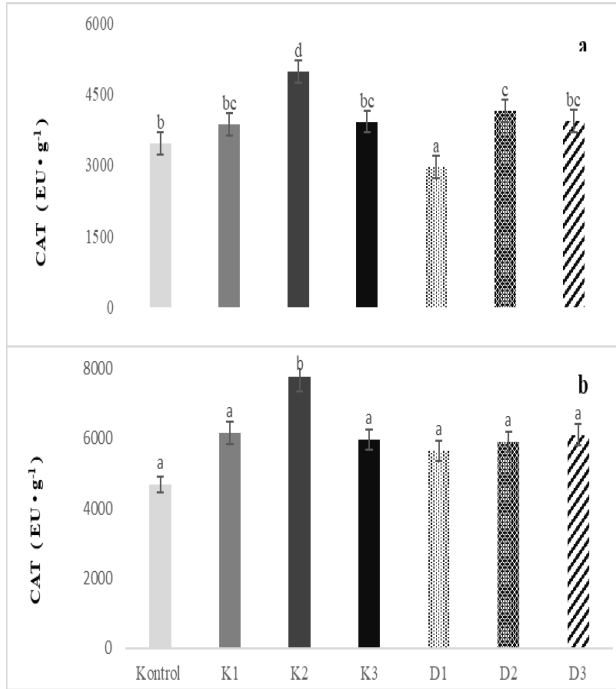
Bu çalışmada elde edilen veriler daha önce yapılan çalışmalar ile kıyaslanmıştır. Yaptıkları çalışmada, tuz toksisitesi ile hücrelere Na⁺ girişinin, ROS oluşumunu, lipid peroksidasyon ile antioksidan aktivitesini artırdığı ve sonuçta bitki büyümesinin azalmasına neden olduğunu belirlemişlerdir (Farhangi-Abriz and Rashidabad, 2017). Tuz yoğunluğunun artmasına bağlı olarak çalışılan farklı arpa çeşitlerinde çimlenmenin geciktiği ve çimlenme oranının düştüğü belirlenmiştir. Genotiplerin tuzluluğa karşı olan toleranslarının tespit edilmesi için sürgün ve kök uzunluğu belirlenmiş ve tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak kısalmıştır (Benlioğlu and Özkan, 2015). Farklı tuz konsantrasyonları reyhan bitkisine uygulanmış ve bitkinin büyüme ile gelişmesini olumsuz olarak etkilediği tespit edilmiştir. Tuz stresine maruz bırakılan reyhanda bitki taze ve kuru ağırlıkları, dal sayısı, boyu ile pigment içerikleri belirgin bir şekilde azalmış ve beraberinde oksidatif hasarın önemli bir göstergesi olan MDA miktarı artmıştır. Bununla birlikte APX ve POD enzim aktivitelerinin baskılanmasına neden olmuştur (Kaya and İnan, 2017). PEG ve NaCl uygulanan tütün bitkisinde kuraklık ve tuzluluk stresi etkisine bağlı olarak bazı biyokimyasal ve fizyolojik farklılıklar meydana gelmiş, MDA miktarı artmış ve klorofil konsantrasyonu azalmıştır; aynı zamanda prolin birikimi, karotenoid içeriği ile antioksidan enzim aktiviteleri artış göstermiştir (Kaya and İnan, 2018). Tuz, ayçiçeği bitkilerinin tohumlarının depolama lipidlerinde kayıplara neden olmuştur. Tuz stresi altında oleik ve linoleik asit seviyelerinin aşağı regülasyonu meydana gelmiştir (Gogna, 2020). Tuz stresi, *G. uralensis* fidelerinde ROS birikimini, membran lipid peroksidasyonunu artırmış, C ve N metabolizmalarını daha fazla etkilediği belirlenmiştir (Ahmadi et al. 2019, Lang et al. 2020). Ülkemizde yetiştirilen 23 tane ekmeçlik buğday çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme ve ilk gelişme periyodunda bazı parametreler incelendiğinde; buğdayların ilk gelişme sürecinde çimlenme oranı, kök uzunluğu, kuru madde oranı ve fide boyunun farklılık

gösterdiği ve artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak kök uzunluğu, çimlenme oranı ve fide boyunun azaldığı görülmüştür (Şenay et al 2005).

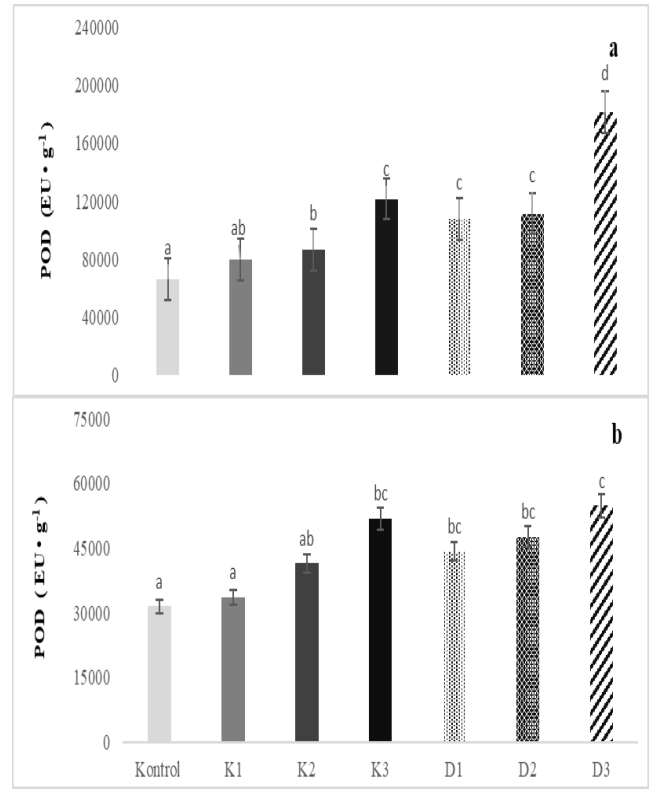
Tuz yoğunluğunun ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı, bitkilerde kök yaş ve kuru ağırlığı yaş ağırlık, kök uzunluğunun istatistiki olarak önemli ölçüde etkilendiği gözlenmiştir (Aşçı and Üney 2016). Artan tuzluluğun, bitki boyunu, başak uzunluğunu, Na⁺ konsantrasyonunu önemli ölçüde artırdığı, K⁺ konsantrasyonunu azalttığı görülmüştür (Kalharo et al. 2016). Deniz suyunun uygulandığı buğdayların klorofil içeriğinde ciddi boyutlarda olmak üzere, fotosentez, bitki boyu, ana gövde çapı, bitki başına toplam yaprak alanı ve toplam kuru ağırlıkları ile birlikte gövde ve yaprağın anatomik özelliklerinde duvar kalınlığı, içi boş öz boşluğunun çapı, toplam damar demeti sayısı, büyük ve küçük damar demetleri, demet uzunluğu ve genişliği, floem dokusunun kalınlığı ile çapında azalma görülmüştür (Nassar et al. 2020). Toprak tuzluluğunun bitki büyümesinde ve mısırın biyo kütlelerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, stoma direnci ve prolin konsantrasyonunun arttığı, toplam klorofil konsantrasyonu azaldığı gözlenmiştir (Turan et al. 2009). Tuz uygulamalarının fizyolojik performansı (stoma iletkenliği, fotosentetik hız, terleme oranı) etkilediği tespit edilmiştir (İgnat, 2022). Yaptıkları çalışmada tuz stresinin *H. maritimum* ve *H. vulgare* bitkilerinde farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. *H. maritimum*'un tuz kaynaklı oksidatif hasara karşı *H. vulgare*'den daha iyi koruma mekanizması sahip olduğunu belirlemişlerdir (Seckin et al. 2010).



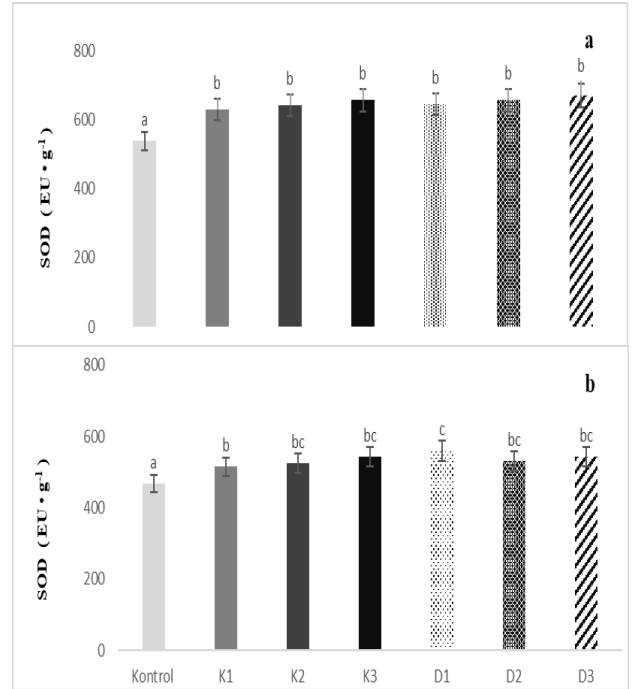
Şekil 1. Kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday (a) ve arpaların (b) elektrolit sızıntı üzerine etkisi. (Kontrol, K1=50 NM, K2=100 NM, K3=250 NM, D1=50 NM, D2=100 NM, D3=250 NM). (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 anlamlılık).



Şekil 2. Kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday (a) ve arpaların (b) katalaz enzim aktivite üzerine etkisi. (Kontrol, K1=50 NM, K2=100 NM, K3=250 NM, D1=50 NM, D2=100 NM, D3=250 NM). (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 anlamlılık).



Şekil 3. Kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday (a) ve arpaların (b) peroksidaz enzim aktivite üzerine etkisi. (Kontrol, K1=50 NM, K2=100 NM, K3=250 NM, D1=50 NM, D2=100 NM, D3=250 NM). (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 anlamlılık).



Şekil 4. Kaya tuzu ile deniz tuzunun buğday (a) ve arpaların (b) süperoksit dismutaz enzim aktivite üzerine etkisi. (Kontrol, K1=50 NM, K2=100 NM, K3=250 NM, D1=50 NM, D2=100 NM, D3=250 NM). (*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 anlamlılık).

Hassas ve toleranslı arpa çeşitlerinin tuz stresine farklı tepki verdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada çeşitli fonksiyonlara sahip bir dizi tuza duyarlı protein tanımlamışlardır (Mostek *et al.* 2015). Yaptıkları çalışmada, bahar ve kışlık buğday genotiplerini fizyolojik olarak karşılaştırmışlardır. Kışlık ve baharlık buğdaylar arasında farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir (Saddiq *et al.* 2021). Tuz ve ozmotik stresler buğday fidelerinin büyümesini ve fizyolojik özelliklerini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Fide yapraklarının soluk yeşil renk almasına ve bitkinin bodur fide şeklinde kalmasına ve ayrıca kloroplastlarda ultra strüktürel hasarlara neden olduğunu belirlemişlerdir (Zhu *et al.* 2021). Bu çalışmada elde edilen verilerin, daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen veriler ile örtüştüğü tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Bitkiler yaşamları süresince kuraklık, tuzluluk, soğuk, sıcak v.b. gibi büyüme ve gelişmelerini olumsuz olarak etkileyebilecek streslere maruz kalır. Abiyotik stresler arasında tuzluluk stresi özellikle dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde bitkiler üzerinde olumsuz etkisi olan önemli bir faktördür. Bitkilerde çimlenmeyi, fide büyümesini ve üremeyi azaltmakla birlikte hayati fizyolojik ve metabolik durumu bozarak verim ve kalitede keskin düşüşe yol açabilmektedir. Bu çalışmada farklı özelliğe sahip tuz uygulamalarına maruz kalan bitkilerde önemli değişimler görülmüştür. Kaya tuzu ile deniz tuzunun bitkilerde etkisinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Tuzluluk stresine karşı toprağı ve tarımsal uygulamaları koruyacak yöntemler geliştirilmeli, fizyolojik stratejiler (ozmotik ayarlama, tohum hazırlama, fotosentez verimliliğini artırma ve su ilişkisi), moleküler araçlar geliştirilerek tarımda üretim verimi ve kalitesi artırılmalıdır.

5. Kaynaklar

Ahmadi, M., Sourı, M.K., 2019. Nutrient uptake, proline content and antioxidant enzymes activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) under higher electrical conductivity of nutrient solution created by nitrate and chloride salts of potassium and calcium. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, **18**, 113–122.

Agarval, S. and Pandey V., 2004. Antioxidant Enzyme Responses to NaCl Stress in *Cassia Angustifolia*. *Biologia Plantarum*, **48(4)**, 555-560.

Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S., Rha, E.S., 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishops weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, **42(4)**, 543-550.

Aşçi, Ö.Ö., Üney, H., 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, **5(1)**, 29-34.

Benlioğlu, B., Özkan, U., 2015. Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Çimlenme Dönemlerinde Farklı Dozlardaki Tuz Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **24(2)**, 109-114.

Bor, M., Özdemir, F., Türkan, I., 2003. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. *Plant Science*, **164**, 77-84.

Bose, J., Shabala, L., Pottosin, I., Zeng, F., Velarde-Buendía, A.N.A., Massart, A., Poschenrieder, C., Hariadi, Y., Shabala, S., 2014. Kinetics of xylem loading, membrane potential maintenance, and sensitivity of K⁺-permeable channels to reactive oxygen species: physiological traits that differentiate salinity tolerance between pea and barley. *Plant Cell Environment*, **37**, 589–600.

Chakraborty, K., Bose, J., Shabala, L., Shabala, S., 2016. Difference in root K⁺ retention ability and reduced sensitivity of K⁺-permeable channels to reactive oxygen species confer differential salt tolerance in three Brassica species. *Journal of Experimental Botany*, **67**, 4611–4625.

Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **11**, 11-34.

Das, K., Roychoudhury, A., 2014. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. *Frontiers in Environmental Science*, **2**, 53.

Dehnavi, A.R. Zahedi, M., Ludwiczak, A., Perez, S.C. Piernik A., 2020. Effect of Salinity on Seed Germination and

- Seedling Development of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Genotypes. *Agronomy*, **10**, 859.
- Farhangi-Abriz, S., Rashidabad N.N., 2017. Effect of lignite on alleviation of salt toxicity in soybean (*Glycine max* L.) Plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, **120**, 186–193.
- Farhangi-Abriz, S., Torabian, S., 2017. Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **137**, 64–70.
- EL Sabagh A, Islam MS, Skalicky M, Ali Raza M, Singh K, Anwar Hossain M, Hossain A, Mahboob W, Iqbal MA, Ratnasekera D, Singhal RK, Ahmed S, Kumari A, Wasaya A, Sytar O, Brestic M, ÇİĞ F, Erman M, Habib Ur Rahman M, Ullah N and Arshad A., 2021. Salinity Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Changing Climate: Adaptation and Management Strategies. *Frontiers in Agronomy*, **3**, 661932.
- Elveren, M., Varol, M., Osma, E., 2018. Klima Atık Sularının Buğday ve Arpa Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, **11(3)**, 467-478.
- Griffith, M., Ala P., Yang D.S.C., Hon W.C., Moffatt B.A., 1992. Antifreeze Protein Produced Endogenously in Winter Rye Leaves. *Plant Physiology*, **100**, 593– 596.
- Gogna, M., Choudhary, A., Mishra, G., Kapoor, R., Bhatla, S.C., 2020. Changes in lipid composition in response to salt stress and its possible interaction with intracellular Na⁺-K⁺ ratio in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, **178**, 104147
- Hossain, M.S., Elayed, A.I., Moore, M., Dietz, K.J., 2017. Redox and reactive oxygen species network in acclimation for salinity tolerance in sugar beet. *Journal of Experimental Botany*, **68**, 1283–1298.
- Ignat, T., Shavit Y., Rachmilevitch, S., Karnieli, A., 2022. Spectral monitoring of salinity stress in tomato plants. *Biosystems Engineering*, **217**, 26-40.
- Kalhor, N. A., Rajpar, I., Kalhor, S. A., Ali, A., Raza, S., Ahmed, M., et al. 2016. Effect of salts stress on the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *American Journal of Plant Sciences*, **7**, 2257. doi: 10.4236/ajps.2016.715199
- Kaya, A., İnan M., 2017. Effect of Salicylic Acid on Some Morphological, Physiological and Biochemical Parameters of Basil Plant (*Ocimum basilicum* L.) Which was Subjected to Salt (NaCl) Stress. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **21(3)**, 332-342.
- Kaya, A., İnan M., 2018. Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, **21(4)**, 559-564.
- Kibar, B., Şahin, B., Kiemde, O., 2020. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Farklı Tuz ve Putresin Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **10(4)**, 2315-2327.
- Lang, D., Yu X., Jia X., Li, Z., Zhanga, X. 2020. Methyl jasmonate improves metabolism and growth of NaCl-stressed *Glycyrrhiza uralensis* seedlings. *Scientia Horticulturae*, 266 109287.
- Mantri, N., Patade, V., Penna, S., Ford, R., Pang, E., 2012. Abiotic stress responses in plants: Present and future. In Abiotic stress responses in plants (pp. 1e19). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0634-1_1.
- Mostek, A., Börner, A., Badowieca, A., Weidner, S., 2015. Alterations in root proteome of salt-sensitive and tolerant barley lines under salt stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, **174**, 166–176.
- Munns, R., 2003. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell & Environmental*, **25**, 239–50.
- Nassar, R., Kamel, H. A., Ghoniem, A. E., Alarcón, J. J., Sekara, A., Ulrichs, C., et al. 2020. Physiological and anatomical mechanisms in wheat to cope with salt stress induced by seawater. *Plants*, **9**, 237. doi: 10.3390/plants9020237.
- Osma, E., Elveren, M., Türkoğlu, E., Yavuzer, H., Çığır, Y., 2017. Tıbbi İlaçlar ve Kişisel Bakım Ürünlerinin (PPCPs) *Triticum aestivum* L. Üzerinde Antioksidan Enzim Aktivitelerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **21(2)**, 535-541.
- Oukarroum, A., Bussotti, F., Goltsev, V., Kalaji, H.M., 2015. Correlation between reactive oxygen species production and photochemistry of photosystems I and II in *Lemna gibba* L. plants under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, **109**, 80–88.

- Rai, A., Cherif, A., Cruz, C., Nabti E., 2018. Extracts from Marine Macroalgae and Opuntia cus-indica Cladodes Enhance Halotolerance and Enzymatic Potential of Diazotrophic Rhizobacteria and Their Impact on Wheat Germination Under Salt Stress. *Pedosphere*, **28(2)**, 241–254.
- Saddiq, M.S., Iqbal, S., Hafeez, M.B., Ibrahim, A.M.H., Raza, A., Fatima, E.M., Baloch, H., Jahanzaib, Woodrow, P., Ciarmiello, L.F., 2021. Effect of Salinity Stress on Physiological Changes in Winter and Spring Wheat. *Agronomy*, **11**, 1193.
- Saruhan, A., 2021. Yemeklik Tuz Tiplerinin Mineral Profili Açısından Karşılaştırılması. *Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. 47s.
- Seckin, B., Turkan, I., Sekmen, A.H., Ozfidan, C., 2010. The role of antioxidant defense systems at differential salt tolerance of *Hordeum marinum* Huds. (sea barleygrass) and *Hordeum vulgare* L. (cultivated barley). *Environmental and Experimental Botany*, **69**, 76–85.
- Şenay, A., Kaya, M.D., Atak, M., Çiftçi, C.Y., 2005. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Çimlenme Ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*.
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Izzo, R., Lachaal, M., Ouerghi, Z., Navari-Izzo, F., 2010. Antioxidative responses of *Ocimum basilicum* to sodium chloride or sodium sulphate salinization. *Plant Physiology and Biochemistry*, **48**, 772-777.
- Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., Taban, N., and Taban, S. (2009). Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. *African Journal of Agricultural Research*, **4**, 893–897. doi: 10.5897/AJAR.9000223.
- Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K., 2014. Determination of Responses of Some Winter Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars to Salt Stress at Germination Period. *Journal of Agricultural Sciences*, **20**, 368-375.
- Zamani S, Nezami M T, Habibi D, Khorshidi M.B., 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*, **4(3)**, 422-427.
- Zhu, D., Luo, F., Zou, R., Liu, J., Yan, Y., 2021. Integrated physiological and chloroplast proteome analysis of wheat seedling leaves under salt and osmotic stresses. *Journal of Proteomics*, **234**, 104097.

internet kaynakları

- 1- https://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/hububat_tohumu/arpa_tohumu/kral_97_arpa_tohumu/kral_97 (10.07.2022).
- 2- https://www.tarimagel.com/urun/esperia-bugday-tohumu/9_ (10.07.2022).