

Tuzlu Koşullarda Bentonit Uygulamasının Makarnalık ve Ekmeklik Buğdayların Kuru Madde Verimi ve Mineral Besin Elementleri Üzerine Etkisi

Fatma Dilay Aha¹ , Faruk Özkutlu¹ 

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 04.05.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 19.06.2023

Öz

Abiyotik stres etmenlerinden olan tuzluluk, bitki gelişmesinde gerilemeye ve önemli oranda ürün kaybına neden olmaktadır. Deneme, sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede, tuzlu koşullarda (4000 mg NaCl kg⁻¹ toprak) ve artan bentonit (%0, %5 ve %10) dozları uygulanmıştır. Denemede bir ekmeklik (Vittorio) ve bir makarnalık (Cesare) buğday çeşitleri yetiştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tuzlu koşullarda artan dozlarda bentonit uygulamaları sonucunda ekmeklik ve makarnalık buğdayların kuru madde verimlerinin arttığı belirlenmiştir. Ekmeklik buğdayların makarnalık buğdaylara göre daha fazla kuru madde ürettiği saptanmıştır. En fazla kuru madde verimi ekmeklik buğdayda %10 bentonit uygulamasından 150 mg bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Tuzlu koşullarda ve artan (%0, %5 ve %10 toprak) dozlarda bentonit uygulamaları sonucunda, ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitleri kontrol saksılarıyla kıyaslandığında; yeşil aksam fosfor, potasyum, demir, bakır ve çinko konsantrasyonunda artış meydana gelirken kalsiyum, magnezyum, sodyum, mangan ve bor konsantrasyonları ise azalmalar meydana gelmiştir. Özellikle kumlu topraklarda orta derecede tuzluluk sorunu olan alanlara bentonit uygulamasının buğdayda mineral beslenme problemlerinin bazılarının giderilmesine katkısı olacağından %5 düzeyinde bentonit uygulanmasını önerebiliriz.

Anahtar Kelimeler: ekmeklik buğday, makarnalık buğday, NaCl, bentonit

The Effect of Bentonite Application on Dry Matter Yield and Mineral Nutritional Elements of Durum and Bread Wheats in Salt Conditions

Abstract

Salinity, which is one of the abiotic stress factors, causes regression in plant growth and significant yield loss. The experiment was carried out as a pot experiment in greenhouse conditions according to the randomized plot design. In the experiment, increased doses of bentonite (0, 5% and 10%) were applied in saline conditions (4000 mg NaCl kg⁻¹ soil). One bread (Vittorio) and one durum (Cesare) wheat cultivars were grown in the experiment. According to the results obtained, it was determined that the dry matter yields of bread and durum wheats increased as a result of increasing doses of bentonite in salty conditions. It was determined that bread wheat produced more dry matter than durum wheat. The highest dry matter yield was obtained as 150 mg plant⁻¹ from 10% bentonite application in bread wheat. As a result of bentonite applications in saline conditions and increasing (0%, 5% and 10% soil) doses, when compared to the control pots of bread and durum wheat varieties; While the concentration of green parts phosphorus, potassium, iron, copper and zinc increased, calcium, magnesium, sodium, manganese and boron concentrations decreased. Since the application of bentonite to the areas with moderate salinity problem, especially in sandy soils, will contribute to the elimination of some of the mineral nutrition problems in wheat, we can recommend the application of bentonite at the level of 5%.

Keywords: Bread wheat, durum wheat, NaCl, bentonite

Giriş

Tarım alanlarında en önemli amaçlardan bir tanesi, ürünlerde yüksek verim ve kaliteyi elde ederek daha fazla gelir elde etmektir. Günümüzde, artan nüfusa bağlı olarak insanların gıda ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak yüksek tarımsal üretimi elde edebilmek ve sürdürülebilirliğini korumak önemlidir (Kılıç ve Korkmaz, 2012). Son yıllarda, bu amaçla tarımsal alanlardaki ürünlerin verimliliğini kısıtlayan kuraklık, sıcaklık, sel baskını, bitki besin elementi noksanlıkları ile toksisite ve tuzluluk gibi çeşitli stres etmenlerin ortadan kaldırılması veya olumsuz etkisinin minimize edilmesi için organik ve inorganik uygulamalar yapılmaktadır (Karnez vd., 2021). Son yıllarda, Türkiye tarım topraklarının büyük bir bölümünün organik madde içeriklerinin düşük olması ve diğer uygun olmayan toprak özelliklerinden dolayı tarım topraklarının bitki yetiştirilmesinde uygun ortama sahip olması ve toprakların verimliliklerinin artması için organik toprak düzenleyicileri, hayvan gübresi, kompost, biocar, leonardit, zeolit, gıda ve bentonit gibi materyaller kullanılmaktadır (Eleroğlu ve Korkmaz, 2016). Bitkisel üretimde topraklarda birçok stres etmeni bulunmakla birlikte tuzluluk stresi verimliliği kısıtlayan en önemli ve en yaygın olanlardan birisidir (Dinler vd., 2021; Korkmaz vd., 2020; Uyanık vd., 2014). Dünyada tarım yapılan arazilerin 0.34×10^9 (%23) hektarlık kısmını tuzlu toprakların oluşturdukları, Türkiye’de ise sulanabilir arazilerin yaklaşık %32.5 inde drenaj, tuzluluk ve alkalilik sorunu olduğu açıklanmıştır (Güngör ve Erözel, 1994). Toprak tuzluluğunun yüksek olması durumunda toprağın verimliliği olumsuz etkilenmektedir. Tuzlu topraklarda bitkiler tuz stresine girerek bitkilerde ihtiyaçtan fazla miktarda Na iyonu birikmektedir. Bitkiler bünyelerine fazla miktarda Na aldıklarında bitki sitoplazmasında biriken Na, protein sentezinin gerilemesine ve enzim aktivitesinin düşmesine sebep olarak bitkilere toksik etki yapmaktadır. Bu durumun neticesinde de bitkilerde yüksek miktardaki Na kaynaklı toksik etki K’un alınımını engellemektedir. Tuzlulukta Na iyonundan başka klor (Cl^{-1}) anyonu da özellikle NO_3^{-} alımı üzerine olumsuz etkileri sonucunda bitkilerde iyon dengesinde bozulmalara yol açmaktadır (Ekbic vd., 2017; Güneş vd., 1994; Munns ve Tester, 2008). Kanber ve Ünlü (2010) tarafından, topraktaki tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerin topraktan su almalarının zorlaştığı, toprak yapısının bozulduğu ve bitki büyümesinin yavaşladığı açıklanmıştır. Kültür bitkileri tuza dayanım olarak farklı tepkiler vermektedir. Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazı bitkiler daha dayanıklıdır. Buğday bitkisi tuza orta derecede dayanıklı bitki olarak sınıflandırılmaktadır. Dünyada tahılların en önemlileri arasında yer alan buğday (*Triticum aestivum* L.), pirinç ve mısırdan sonra üçüncüdür (Guo vd., 2018; Korkmaz vd., 2009). Dünyada üretilen buğdayın neredeyse %60’ı gıda olarak tüketilmekte ve artan gelir seviyeleri ve insan nüfusu arttıkça, küresel olarak buğday talebinin önümüzdeki birkaç on yılda (2020–2050) tahmini olarak %70 oranına artması beklenmektedir (Vitale, 2020). Buğdaya olan talep sürekli artmakta olup verimliliğini kısıtlayan stres etmenlerin ortadan kaldırılması en önemli araştırmaları oluşturmaktadır. Topraklara özellikle de kumlu topraklara bentonit ilavesiyle sorunlu tarım alanlarında fiziksel ve kimyasal özelliklerinde iyileşmeler olduğu ortaya konulmuştur. Bu tür topraklarda yetiştirilen bitkilere de daha fazla iyon taşındığında saptanmıştır. Bitkilerde tuzun etkisi, ozmotik basınç ve iyonik gerilime bağlı olarak büyüme ve gelişme gerililiği olarak görülmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007). Bu araştırmada, tuzlu toprağa artan dozlarda bentonit uygulamasıyla tuzluluğun neden olduğu zararlanmanın hafiflemesi ve buğdayın gelişimi ile mineral beslenme üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Seralarında gerçekleştirilmiştir. Denemede toprak materyali Giresun ili Aydınlar köyü çiftçi tarlasından 0-30 cm derinlikten alınıp 4 mm elekten geçirilip saksılara 1.75 kg doldurulmuştur. Denemede, ekmeçlik (Vittorio) ve makarnalık (Cesare) çeşitleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprak ve bentonitin fiziksel ve kimyasal analiz değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede Kullanılan Toprağın ve Bentonitin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Özellikleri		Bentonit Özellikleri	
Tekstür	Kumlu-Tın	SiO ₂ (%)	65.61
pH	5.96	pH	7-9
EC, $\mu\text{s cm}^{-1}$	171	EC, $\mu\text{s/cm}$	180
Kireç, %	0.6	Kireç, %	0.8
O.M. %	2.28	Al ₂ O ₃ , %	14.17
N, %	0.21	Na ₂ O, %	0.99
P, mg kg ⁻¹	2.28	TiO ₂ , %	0.12
K, mg kg ⁻¹	921	K ₂ O, %	1.5
Ca, mg kg ⁻¹	5201	CaO, %	3.11
Mg, mg kg ⁻¹	323	MgO, %	2.07
Fe, mg kg ⁻¹	30.7	Fe ₂ O ₃ , %	1.22
Cu, mg kg ⁻¹	1.12	Kızdırma Kaybı	4.7
Zn, mg kg ⁻¹	5.52	KDK (me/100g)	85
Mn, mg kg ⁻¹	30.8	Şişme (2 gr/ml)	9

Sera Denemesinin Yürütülmesi

Araştırma, sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak saksı denemesi yürütülmüştür. Ekimden önce her saksıya 4000 mg NaCl kg⁻¹ şekilde iki defada (yarısı ekimden önce yarısı ekimden 1 hafta sonra) verilmiştir. Denemede, artan bentonit (%0, %5 ve %10) dozları topraklara homojen şekilde karıştırılmıştır. Bunlardan başka, temel gübreleme olarak her saksıya Ca(NO₃)₂·4H₂O formundan 200 mg N kg⁻¹ ve potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) formundan 100 mg P kg⁻¹ ve 125 mg K kg⁻¹ ekimden önce topraklara uygulanmıştır. Temel gübreler ve deneme amacına uygun tuz ve bentonit uygulamaları toprağa homojen olarak karıştırıldıktan sonra, saksı başına en az 10 tohum ekilmiştir. Çimlenme tamamlandıktan 5 gün sonra her saksıda 6 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkiler ihtiyaçlarına göre 56 gün boyunca saf su ile sulanmış olup büyüme farklılıklarının olduğu dönemde yeşil aksamı hasat edilmiştir.

Bitki Örneklerinde Yapılan Analizler

Yeşil aksam toplam mineral besin elementleri (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B) belirlenmek amacıyla mikrodalgada yaş yakma yöntemine göre, 0.2 g örnek üzerine 2 ml saf su, 2 ml H₂O₂ (%30'luk) ve 4 ml HNO₃ (%65'lik) içeren karışımla yakılmıştır (CEM MARS, microwave Acceleration Reaction System). Ölçümler, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer; Varian ICP-OES Vista Pro) cihazında saptanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi

Araştırmada yetiştirilen, tuzlu (4000 mg NaCl kg⁻¹) koşullarda 3 farklı bentonit (%0, %5 ve %10) dozları altında yetiştirilen ekmeklik (Vittorio) ve makarnalık (Cesare) buğday bitkilerinin yeşil aksam kuru madde ağırlıkları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Tuzlu Koşullarda Artan Dozlarda Bentonit Uygulamalarının Ekmeklik ve Makarnalık Buğdayda Yeşil Aksam Kuru Madde Ağırlığı Üzerine Etkisi (mg bitki⁻¹)

Bentonit Uygulaması	Ekmeklik Buğday		Makarnalık Buğday	
% 0	127	± 11	70	± 6
% 5	132	± 4	126	± 3
% 10	150	± 12	95	± 3

Tuzlu koşullarda artan bentonit uygulamaları sonucunda ekmeklik ve makarnalık buğdayların kuru madde veriminde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Tuzlu toprakta artan bentonit dozları altında yetiştirilen ekmeklik buğday çeşidinde yeşil aksam kuru madde miktarı kontrolde 127 mg bitki⁻¹ iken Bentonit %5 ve %10 uygulamalarında sırası ile 132 ve 150 mg bitki⁻¹ arttığı belirlenmiştir. Bu durum, muhtemelen bentonitin artan dozlarıyla yeşil aksama daha fazla yararlı iyonların taşındığı ve Na alımının azalmasıyla ilişkilidir. Brohi vd. (1990) tarafından yapılan araştırmada, kireçsiz kahverengi orman toprağına bentonit ve azot uygulanmasıyla mısır bitkisinin yeşil aksam kuru madde miktarının olumlu etkilendiği belirtilmiştir. Yapılan diğer bir araştırmada da benzer sonuçlar bulunmuş olup söz konusu araştırma, Doğu Uganda'daki kumlu topraklarda 2.5 t ha⁻¹ Ca-bentonit uygulamasının tahıl ve baklagil bitkisinin verimi kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında mısır, darı, sorgum, ve yerfıstığının veriminde sırasıyla % 11, %20, %14 ve %5 oranlarında arttığı açıklanmıştır (Semalulu vd., 2017). Literatür bilgilerinden görüldüğü gibi bentonit uygulamasının kontrole göre bazı mineral elementleri daha fazla taşıyarak kuru madde verimini artışına neden olduğunun açıklanması tarafımızdan elde edilen bulgularımızla benzer özellik göstermektedir.

Tuzlu Koşullarda Artan Dozlarda Bentonit Uygulamalarının Buğday Çeşitlerinde Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum (Mg) Konsantrasyonları Üzerine Etkisi

Deneme toprağına 4000 mg NaCl kg⁻¹ uygulanmasıyla yaratılan tuzlu koşullarda bentonitin (%0, %5 ve %10) dozlarının uygulanması altında yetiştirilen ekmeklik (Vittorio) ve makarnalık (Cesare) buğdayların yeşil aksam P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarında kontrollerle (bentonit 0) kıyaslandığında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Tuzlu Koşullarda Artan Dozlarda Bentonit Uygulamalarının Ekmeklik ve Makarnalık Buğdayda Yeşil Aksam Makro Besin Elementleri Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Çeşit	Besin Elementi	Bentonit Uygulamaları		
		% 0	% 5	% 10
Ekmeklik Buğday	P, %	0.34	0.44	0.42
	K, %	4.59	4.58	4.53
	Ca, %	0.63	0.60	0.59
	Mg, %	0.18	0.16	0.14
Makarnalık Buğday	P, %	0.37	0.47	0.40
	K, %	2.91	3.08	2.92
	Ca, %	0.82	0.73	0.73
	Mg, %	0.13	0.12	0.11

Ekmeklik buğdayda kontrol uygulamasında yeşil aksam P konsantrasyonu %0.34 iken %5, ve %10 bentonit uygulamalarında sırası ile %0.44 ve %0.42 olarak bulunmuştur. Benzer sonuç makarnalık buğday çeşidinde de elde edilmiştir. Buna göre, makarnalık buğdayda kontrol uygulamasında yeşil aksam fosfor konsantrasyonu %0.37 olarak belirlenirken bentonit %5 ve %10 uygulamalarında sırası ile %0.47 ve %0.40 olarak tespit edilmiştir. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda %5 bentonit uygulamasında en yüksek P konsantrasyonu elde edildiği belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda ekmeklik buğdayda Cd0 uygulamasında artan bentonit uygulamaları ile kontrole kıyaslandığında aralarında çok önemli farkların olmamasına karşın makarnalık buğday olan Cesare çeşidinde kontrolde yeşil aksam K konsantrasyonu %2.91'den %5 bentonit uygulaması sonucunda %3.08

düzeyine arttığı saptanmıştır. Bu durum muhtemelen tuz zararından etkilenen bitkilerde iyonların serbest hale gelmesiyle bitkiler tarafından daha fazla alınması olarak açıklanabilir. Bu bulguyu destekleyen başka bir araştırmada, tuz stresinin olduğu ortamda birikmiş bulunan NaCl moleküllerinin iyonizasyona uğrar ve buna bağlı olarak oluşan Cl⁻ iyonları pH'yı düşürmekte ve bu düşüşe bağlı olarak zar proteinlerinin hidrojen bağlarının kopmasıyla proteinlerden ve protein pompalarından K ve Ca gibi iyonlar da koparak ortama dağılmaktadır. Böylece, zararın zararlanması oranında ortamda serbest iyon konsantrasyonu artmakta ve bitkiler tarafından alıma hazır durumda olduğu açıklanmıştır (Öztürk vd., 2003). Tuzlu koşullarda bitkilerde bazı elementler kontrole göre artması veya azalması iyon dengesizliğinden ileri gelmektedir. Yapılan araştırmada, tuzlu koşullarda artan bentonit uygulamaları altında yetiştirilen Vittorio ekmeçlik buğday çeşidinde kontrole göre azalmaların olduğu bulunmuştur. Buna göre, kontrol uygulamasında yeşil aksam Ca konsantrasyonu %0.63 iken %5 ve %10 bentonit uygulamalarında %0.60 ve %0.59 olarak saptanmıştır. Ayrıca, hem ekmeçlik hem de makarnalık buğday çeşitlerinin Mg konsantrasyonlarında önemli bir değişiklik olmadığı da saptanmıştır. Topraklarda tuzluluk yüksek düzeyde olduğunda bitki kök sistemine zarar görmekte ve böylece bitkiler tarafından iyonların alınımında dengesizlikler olmaktadır. Bu araştırma sonuçlarında görüldüğü gibi bentonit uygulamasının hem %5 hem de %10 uygulamasında yeşil aksam kontrole göre daha fazla P ve K taşınmasına karşılık Ca alınımında azalmalara neden olduğu saptanmıştır.

Bentonit Uygulamalarının Ekmeçlik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sodyum (Na), Demir (Fe), Bakır (Cu), Çinko (Zn) ve Mangan (Mn) Konsantrasyonları Üzerine Etkisi

Tuzlu 4000 mg NaCl kg⁻¹ uygulandığı koşullarda 3 farklı bentonit (%0, %5 ve %10) dozlarının uygulanması altında yetiştirilen ekmeçlik (Vittorio) ve makarnalık (Cesare) buğdayların yeşil aksam Na, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları kontrol ile karşılaştırıldığında farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tuzlu Koşullarda Artan Dozlarda Bentonit Uygulamalarının Ekmeçlik ve Makarnalık Buğdayda Yeşil Aksam Mikro Besin Elementleri Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Çeşit	Besin Elementi	Bentonit Uygulamaları		
		%0	%5	%10
Ekmeçlik Buğday	Na, %	0.87	0.67	0.62
	Fe, mg kg ⁻¹	66	71	73
	Cu, mg kg ⁻¹	6.63	7.85	7.87
	Zn, mg kg ⁻¹	33	38	36
	Mn, mg kg ⁻¹	155	72	63
Makarnalık Buğday	Na, %	4.62	3.79	3.72
	Fe, mg kg ⁻¹	58	61	61
	Cu, mg kg ⁻¹	6.85	6.69	6.57
	Zn, mg kg ⁻¹	43	39	32
	Mn, mg kg ⁻¹	115	61	43

Yapılan çalışmada, tuzlu koşullarda ekmeçlik buğdayda da kontrol uygulamasında yeşil aksam Na konsantrasyonu %0.87 iken bentonitin %5 ve %10 uygulamalarında sırasıyla %0.67 ve %0.62 olmuştur. Benzer eğilim Cesare makarnalık buğday çeşidinde de kontrol uygulamasında yeşil aksam Na konsantrasyonu %4.62 olarak belirlenirken bentonit %5 ve %10 uygulamalarında sırası ile %3.79 ve %3.72 olarak elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarında ekmeçlik buğday ve makarnalık buğday çeşitlerinin Na biriktirme kapasitelerinin farklı olduğu saptanmıştır. Makarnalık buğday çeşidinin ekmeçlik buğday çeşidine göre yaklaşık 5.3 kat daha fazla Na biriktirdiği belirlenmiştir. Denemede, buğdaylarda yeşil aksam Na birikmesine bağlı olarak kuru madde verimi azalması ve iyon dengesizliği oluşturmuştur. Buna göre, aşırı Na biriktiren makarnalık buğdayda K konsantrasyonunda yaklaşık olarak 1.5 kat oranında önemli azalma olduğu bulunmuştur. Tuz stresinin bitkilerdeki genel etkisi, özellikle Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların toksik etkisi olup ilerleyen gelişme dönemlerinde bitkide besin

alımında ve taşınmasında azalma veya toksisite olmasına neden olmaktadır (Dinler vd., 2021; Khan ve Panda, 2008; Korkmaz vd., 2020; Marschner, 1995) bu etkinin sonucu olarak bitkinin vejetatif, generatif verimini ve kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz etkiden kaynaklı örneğin; tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarlarda biriken Na, K'un alımını engellemektedir (Atak vd., 2006; Parida ve Das, 2005).

Denemede, artan bentonit dozları uygulamaları sonucunda ekmeklik ve makarnalık buğdayda yeşil aksam demir konsantrasyonunda kontrole göre artışlar oluşturduğu saptanmıştır. Denemede diğer önemli bir bulguda ekmeklik ve makarnalık buğdayda artan bentonit doz uygulamalarıyla yeşil aksam Mn konsantrasyonunda kontrole göre önemli oranda azalmalar oluşturmasıdır. Buna göre; ekmeklik buğday çeşidinin kontrol uygulamasında yeşil aksam Mn konsantrasyonu 155 mg kg^{-1} iken bentonit %10 uygulanmasıyla 2.4 kat azalarak 63 mg kg^{-1} olduğu saptanmıştır. Benzer durum makarnalık buğday çeşidinde de en yüksek doz olan %10 bentonit uygulanmasıyla kontrole göre 2.67 kat azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi tuz stresi altında yetişen bitkilerde iyon dengesizliği olabilmektedir. Tuzlu koşullarda bentonit uygulamalarının tuz zararını doğrudan değil de dolaylı olarak hafiflettiği tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Kumlu topraklara bentonit ilavesi toprakların su düzenini ve fiziksel özelliklerini iyileştirmektedir. Bu çalışmada, tuzlu koşullarda artan dozlarda bentonit uygulanmasının mineral besin elementleri üzerine etki ettiği saptanmıştır. Özellikle hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayların tuzluluktan kaynaklı Na iyonu alımlarının farklı olduğu ve ekmeklik buğday çeşidinin makarnalık buğday çeşidine kıyasla 5.3 kat daha az Na iyonu aldığı belirlenmiştir. Buğday tuz stresine orta derecede dayanıklı olduğu bilinmekle beraber ekmeklik çeşidin tuz stresine daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bentonit ve tuzluluk arasındaki ilişki ise dolaylı olarak artan bentonit uygulamalarıyla Na alımının azalmasına bağlı olarak buğdayda büyümede iyileşmeye neden olduğu saptanmıştır.

Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Koordinasyon Birimi (B-2118) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışma, Faruk Özkutlu danışmanlığında Fatma Dilay Aha tarafından tamamlanan "Tuzlu Koşullarda Bentonit Uygulamasının Makarnalık ve Ekmeklik Buğdayların Kadmiyum Alımına Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir (Tez No. 10536408).

Yazar Katkısı

Fatma Dilay Aha, saksı çalışmasının kurulmasında, yürütülmesinde ve laboratuvar çalışmalarında yer aldı. *Faruk Özkutlu*, verilerin değerlendirilmesinde ve makale yazımında yer aldı. Yazarlar makaleyi birlikte, okudu ve onayladı.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

ORCID

Fatma Dilay AHA  <https://orcid.org/0009-0000-2747-0422>

Faruk ÖZKUTLU  <https://orcid.org/0000-0002-8651-3346>

Kaynaklar

- Ashraf, M. ve Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 206-216. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>
- Atak, M., Kaya, M. D, Okcu, G., Çıkılı, Y. ve Çiftçi, C. Y, (2006). Effects of NaCl on germination, seedling growth and water uptake of Triticale. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(1), 39-47. <https://journals.tubitak.gov.tr/cgi/viewcontent.cgi?article=2083&context=agriculture>
- Brohi, R., Durak, A. ve Erşahin, S. (1990). Kireçsiz kahverengi orman toprağına ilave edilen bentonitin mısır bitkisinin kuru madde miktarı ile n kapsamı üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/82644>
- Dinler, B. S., Cetinkaya, H., Akgun, M. ve Korkmaz, K. (2021). Simultaneous treatment of different gibberellic acid doses induces ion accumulation and response mechanisms to salt damage in maize roots. *Journal of Plant Biochemistry and Physiology*, 9(3), 258. <https://www.longdom.org/open-access/simultaneous-treatment-of-different-gibberellic-acid-doses-induces-ion-accumulation-and-response-mechanisms-to-salt-damage.pdf>
- Ekbic, E., Cagiran, C., Korkmaz, K., Kose, M. A. ve Aras, V. (2017). Assessment of watermelon accessions for salt tolerance using stress tolerance indices. *Ciência e Agrotecnologia*, 41, 616-625. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017416013017>
- Eleroğlu, H. ve Korkmaz, K. (2016). Farklı organik gübrelerin tohumluk patates (*solanum tuberosum* l.) çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(7), 566-578. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i7.566-578.711>
- Günes, A., Post, W. H. K., Kirkby, E. A. ve Aktas, M. (1994). Influence of partial replacement on nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. *Journal Plant and Nutrition*, 17(11), 1929-1938. <https://doi.org/10.1080/01904169409364855>
- Güngör, Y. ve Erözel, Z. (1994). *Drenaj ve arazi ıslahı*. Ankara Ün. Ziraat Fak.
- Guo, G., Lei, M., Wang, Y., Song, B. ve Yang, J. (2018). Accumulation of As, Cd, and Pb in sixteen wheat cultivars grown in contaminated soils and associated health risk assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2601. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112601>
- Kanber, R. ve Ünlü, M. (2010). *Water and soil salinity in agriculture*. CU Faculty of Agriculture Publication.
- Karnez, E., Göldoğan, Ö., Ercan, N., Korkmaz, K., ve Aysan, Y. (2021). Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermikompost uygulamasının etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 726-735. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.986521>
- Khan, M. H. ve Panda, S. K. (2008). Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30, 81-89. <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0093-7>
- Kılıç R. ve Korkmaz K. (2012). Kimyasal gübrelerin tarım topraklarında artık etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 87-90. <https://bibad.gen.tr/index.php/bibad/article/view/184>
- Korkmaz, K. Ibrikci, H. Karnez, E. Buyuk, G. Ryan, J. Ulger, A.C. ve Oguz H. (2009). Phosphorus Use Efficiency of Wheat Genotypes Grown in Calcareous Soils. *Journal of Plant Nutrition*, 32:12, 2094-2106. <https://doi.org/10.1080/01904160903308176>
- Korkmaz, K., Akgün, M., Kırılı, A., Özcan, M. M., Dede, Ö. ve Kara, Ş. M. (2020). Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed

- (*Brassica napus* L.) grown under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(4), 873-881. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i4.873-881.3044>
- Marschner H, (1995). *Saline soil in: Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press.
- Munns, R. ve Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Öztürk, L., Karanlık, S., Özkutlu, F., Cakmak, İ. ve Kochian, LV. (2003). Shoot biomass and zinc/cadmium uptake for hyperaccumulator and non-accumulator *Thlaspi* species in response to growth on a zinc-deficient calcareous soil. *Plant Science*, 164(6), 1095-1101. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(03\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(03)00118-3)
- Parida, A. K. ve Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>
- Salt, D. E. ve Rauser, W. E. (1995). Mg ATP-dependent transport of phytochelatins across the tonoplast of oat roots. *Plant Physiology.*, 107, 1293-1301. <https://doi.org/10.1104/pp.107.4.1293>
- Semalulu, O., Elobu, P., Namazzi, S., Kyebogola, S. ve Mubiru, D. N. (2017). Higher cereal and legume yields using Ca-bentonite on sandy soils in the dry eastern uganda: Increased productivity versus profitability. *Univers. J. Agric. Res*, 5(2), 140-147. <https://doi.org/10.13189/ujar.2017.050209>
- Üyanık, M., Kara, Ş. M. ve Korkmaz, K. (2013). Bazı kışlık kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20, 368-375. <https://doi.org/10.15832/tbd.61947>
- Vitale, J., Adam, B. ve Vitale, P. (2020). Economics of wheat breeding strategies: Focusing on Oklahoma hard red winter wheat. *Agronomy*, 10, 238. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020238>