

## Tuz Stresindeki Ispanakta Vermikompost ve Su Yosununun Bazı Fizyolojik Unsurlara Etkileri

Mehmet Akif BAŞDİÇ<sup>1\*</sup>, Turgay KABAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü VAN

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Erciş Meslek Yüksekokulu VAN

\*Sorumlu Yazar: [tkabay@yyu.edu.tr](mailto:tkabay@yyu.edu.tr)

Geliş Tarihi: 06.11.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 18.11.2021 Kabul Tarihi: 13.01.2022

### Öz

Tarım yapılan toprakların önemli bir kısmında tuzluluk nedeniyle ürün kayıpları olmaktadır. Tuz oranını düşürmek amacıyla yapılan uygulamaların önemli bir kısmını, organik ve biyolojik gübreler oluşturmaktadır. Bu çalışmada, tuz stresinin ıspanaktaki etkilerini belirlenebilmesi amacıyla, 1:1 oranında bahçe toprağı + vermikompost , 1:1 oranında bahçe toprağı + su yosunu uygulamalarının yanı sıra ve kontrol grubu olarak da sadece toprak doldurulan 2 litrelik saksılara Matador ve Catrina ıspanak tohumlarının ekimi yapılmıştır. Tuz uygulaması ise 50 ve 100 mmol dozları olarak gerçek yaprakların çıkışı esnasında seyreltme yapıldıktan sonra uygulanmış ve saf su ile sulama yapılmıştır. Deneme 3 tekrarlı ve her tekrarda 3 saksı olacak şekilde tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Çalışmada yaprak membran zararlanma indeksi ve yaprak oransal su içeriği, K, Ca, CAT ve APX değerlerine bakılmıştır. Kontrol grubundaki ıspanak çeşitleri tuz dozlarından daha çok etkilenirken, vermikompostlu ve su yosunlu üretim ortamlarında tuz'un olumsuz etkisinin azaldığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Ispanak, Su yosunu, Tuz stresi, vermikompost

## The Effects of Vermicompost and Algae on Some Physiological Components in Salt Stressed Spinach

### Abstract

Crop losses occur in a significant part of the agricultural lands due to salinity. Organic and biological fertilizers constitute an important part of the applications applied to reduce the salt content. In this study, in order to determine the effects of salt stress on spinach, Matador and Catrina spinach seeds were planted in 2-liter pots filled with soil only as the control group and two other applications 1:1 garden soil + vermikompost and 1:1 garden soil + algae. Salt application was applied at 50 and 100 mmol doses after thinning the seedlings during the emergence of true leaves and irrigation was done with distilled water. The experiment was designed with 3 replications and 3 pots in each replicate, according to the randomized block factorial design. In the study, leaf membrane damage index and leaf relative water content and K, Ca, CAT and APX content were examined. While spinach varieties in the control group were more affected by salt doses, it was observed that the negative effect of salt decreased in production media consisted of vermikompost and algae.

**Key words:** Spinach, Algae, Salt stress, vermikompost.

### Giriş

Ülkemizdeki toprakların yaklaşık 1.5 milyon ha tuzluluk sorunuyla karşı karşıyadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Abiyotik stres faktörleri tarım

yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de bitkilerde fizyolojik yapıları bozarak verim ve kaliteyi düşürmektedir (Alp ve Kabay, 2019; Kabay, 2019; Yılmaz ve ark., 2011). Tuza tolerans

bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunduğu bilinmektedir (Kuşvuran, 2010). Tuz stresinin ispanağın yaprak fizyolojisinde oluşturduğu olumsuz etkilerin tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmada, tuz stresine karşı Meridyen F1 toleranslı, San Moreno F1 çeşidi hassas olduğu belirtilmektedir (Deveci ve Tuğrul, 2017). Tuz stresindeki marullara uygulanan humik asitin tuz zararını azalmasına neden olduğu belirtilmektedir (Kabay, 2018). Revigal kavun çeşidinin farklı gelişim aşamalarında uygulanan tuz stresi sonucunda, çimlenme oranları, bitki boyunun yaş ve kuru ağırlık değerleri ile yaprak alanı oranlarının azaldığı belirtilirken, yapraklarda biriken toksik Na ve Cl iyonuna bağlı olarak K miktarının azaldığı belirtilmiştir (Franco ve ark., 1993).

Tuz stresi uygulanan rezene çeşitlerinin vermikompost ortamındaki rezene bitkilerinde, tuz zararını azalttığı, ayrıca vermikompost ortamı tuz uygulaması olan rezene bitkilerinde çimlenme ve büyümeyi, kök içeriğini ve büyümesini, K ve Ca içeriğini arttırdığı belirtilmektedir (Beykkhormizi ve ark., 2018). Tuzlu ortamlarda yetiştirilen patates te vermikompost ve vermiwash'in bitki büyümesi, yumru verimi ve karakteristik özellikleri üzerindeki olumlu etki yaptığı belirtilmiştir (Perez-Gomez ve ark., 2017). Ispanak bitkisinde Vermikompost ve sodyum klorürün (NaCl) uygulamalarının yapıldığı çalışmada, vermikompost uygulaması, hasat sonrası toprağın EC, P, K, Ca, Mg, Na ve Cl'sini arttırdığı, ayrıca vermikompost tuzluluğa karşı bitkiler direnç kazandırdığı belirtilmektedir (Sheikhi ve ark. 2015).

Patlıcan, domates, biber, lahana, soğan bitkilerinde kahverengi deniz yosunu sıvı gübresinde kontrol ile karşılaştırıldığında daha iyi olduğunu belirtilmektedir (Patel ve ark., 2018). Topraklarda yetiştirilen aşılı ve aşısız domates bitkisine uygulanan sıvı deniz yosunu gübresinin bitkinin gelişimini desteklediği ve besin elementi içeriklerini arttırdığı belirtilmiştir (Şen, 2016). Alg ve bakteri preparatlarının, marul yaprak verimi, besin parametreleri, toplam antioksidant kapasitesi ve toplam karotenoid içeriğinde artış gösterdiği belirtilmektedir (Kopta ve ark., 2018).

Yeşil alg (*Ulva lactuca* L.), kahverengi alg (*Cystoseiraspp.*) ve kırmızı alg (*Gelidium crinale* (Hare ex Turner) Gaillon) uygulamalarının kanola bitkisinde tuz 'un olumsuz etkisini azalttığı belirtilmektedir (Ha ve ark., 2019). Turp ta yapılan çalışmada, deniz yosununun tuzun olumsuz etkisini azalttığı belirtilmektedir (Kasim ve ark., 2016). Tuz stresindeki avokado (*Persea americana* Mill.) bitkilerine uygulanan deniz yosunu ekstraktının (*Ascophyllum nodosum*), abiyotik stresin etkilerini

yalnızca erken bir aşamada azaltmış ve yapraklarda potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) konsantrasyonlarını arttırdığı belirtilmiştir (Bonomelli ve ark., 2018).

Bu çalışmada vermikompost ve su yosunu ortamlarındaki ispanak bitkilerinin, tuz stresine ne denli tolerans göstereceklerini belirlemek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Ispanakta tuz stresinin ortaya çıkardığı etkilerin belirlenebilmesi amacıyla, 1:1 oranında bahçe toprağı + vermikompost, 1:1 oranında bahçe toprağı + su yosunu, kontrol grubu olarak sadece toprak doldurulan 2 litrelik saksılara, her saksıya 4 tohum ekilmiş ve gerçek yapraklardan sonra her saksıda iki bitki bırakılmıştır. Çalışma iki adet ispanak çeşidi (Matador ve Catrina) kullanılmıştır. Tuz uygulaması ise 50 ve 100 mmol dozları olarak gerçek yaprakların çıkışı esnasında seyreltme yapıldıktan sonra uygulanmıştır. Deneme 3 tekrarlı ve her tekrarda 3 saksı olacak şekilde tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre dizayn edilmiştir (Kuşvuran, 2010; Kabay 2014).

Çalışma süresince gündüz ortalama sıcaklık 19-22 °C ve gece ise ortalama sıcaklık 14-17 °C arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışma da şu parametrelere bakılmıştır;

### Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) Kuşvuran, (2010)'a göre yapılmıştır. Kontrol grubu ile tuz uygulamaları sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin hesaplanması amacıyla yaprak taze ağırlıkları hassas terazide tartıldıktan sonra dört saat saf su içinde bekletilerek turgor ağırlıkları saptanmıştır. Daha sonra bu yapraklar 65 °C etüvde 48 saat bekletilip hassas terazide tartılmıştır. Gram cinsinden hassas terazide tartılan yaprak sonuçları  $YOSİ = (TA - KA) / (TuA - KA) \times 100$  formüle göre hesaplanarak yaprak oransal su içerikleri yüzde cinsinden belirlenmiştir (Kuşvuran, 2010; Kabay 2014).

### Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi

Biber yapraklarında Membran Zararlanma İndeksi (MZİ) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Stres ve kontrol bitkilerinin alttan 3. yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler saf su içerisinde 5 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüştür, aynı diskler 100 °C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür.  $MZİ = (Lt - Lc / 1 - Lc) \times 100$  Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC, Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki

EC/Otoklav edildikten sonraki EC (Kuşvuran, 2010; Kabay, 2014)

### **Mineral element analizleri**

Tohum ekiminden itibaren 34. gün sonunda çalışma sonlandırılmıştır. Sonlandırılan çalışmada alınan bitki örnekleri etüv içinde 65 °C sıcaklıkta 48 saat kurutulmuştur. Kuruyan bitkilerin yaprak ve sürgünlerinden 200 mg öğütülmüş bitki örnekleri etil alkolle ön yakma yapıldıktan sonra 550 °C kül fırınında kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Elde edilen kül, % 3.3'lük HCl'de çözünmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzöldükten sonra K, Ca ve Mg okumaları Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Uygulama Merkezinde atomik absorpsiyon cihazında yapılmıştır (Kacar 2006; Kuşvuran 2010).

### **Antioksidatif enzim aktivitelerinin belirlenmesi**

Bitkilerden askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT) ve superoksit dismutaz (SOD) içeriklerinin tespiti amacıyla 1 g yaprak örneği 5 ml soğuk 0.1 M Na-fosfat, 0.5 mMNa-EDTA karışımı (pH: 7.5) ile homojenize edildikten sonra analizler yapılmıştır (Jebara ve ark. 2005; Bağcı 2010).

CAT, 240 nm dalga boyunda 0. ve 60. saniye okumaları alınarak 1 dakika içinde absorbandsdaki değişim dikkate alınarak yapılmıştır (Jebara ve ark. 2005; Bağcı, 2010).

APX 290 nm dalga boyunda askorbik aside bağlı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin indirgenmesi ölçülmüştür (Bağcı 2010).

### **İstatistiksel analiz**

Tesadüf parselleri deneme deseni uygulanan çalışmamızda tuz stresindeki ıspanak bitkisine vermikompost ve su yosununun etkisinin tespiti amacıyla elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS 9.0 paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur (Duncan 1955; SAS 2018).

### **Bulgular ve Tartışma**

Bilinçsiz sulama ve gübreleme sonucunda birçok tarım arazisinde tuzlulaşma problemi yaşanmaktadır. Tuz oranı yüksek olan tarım arazilerinde tarım yapılamadığı için üreticilere ekonomi açısından zorluklar yaşatmaktadır. Bu gibi tuz oranı yüksek arazilere organik ve biyolojik gübrelemeler yapılarak ıslah yoluna gidilmelidir. Bu tarz uygulamaların başarılı olması üreticilere ve araştırmacılara büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

Yapılan çalışmada vermikompost ve su yosunu ortamlarına uygulanan tuz dozlarının ıspanak bitkilerine olan etkilerine bakılmıştır. Ispanak bitkilerinde yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi, K, Ca, CAT ve APX

verileri, SAS istatistik programının yaptığı grafiksel tasarımlar şeklinde verilmiştir (Şekil 1-3).

Şekil 1 incelendiğinde, tuz olmayan kontrol grubunda yaprak oransal su içeriği (YOSİ). Matador çeşidinde % 77.72 çıkarken, Catrina çeşidinin yaprak oransal su içeriği ise % 79.34 çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda kontrolde % 45.27 çıkarken, vermikomposlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 57.55 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 55.41 çıkmıştır. Catrina ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda YOSİ kontrolde % 48.17 çıkarken, vermikomposlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 50.93 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 47.44 çıkmıştır. Ispanakta membran zararlanma indeksi (MZİ) Şekil 1 incelendiğinde, tuz olmayan kontrol grubunda membran zararlanma indeksi Matador çeşidinde % 6.97 çıkarken, Catrina çeşidinin MZİ'si ise % 5.73 çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda MZİ kontrolde % 87.18 çıkarken, vermikomposlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 76.14 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 75.21 çıkmıştır. Catrina ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda MZİ kontrolde % 81.40 çıkarken, vermikomposlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 64.37 ve yosun ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 70.03 çıkmıştır.

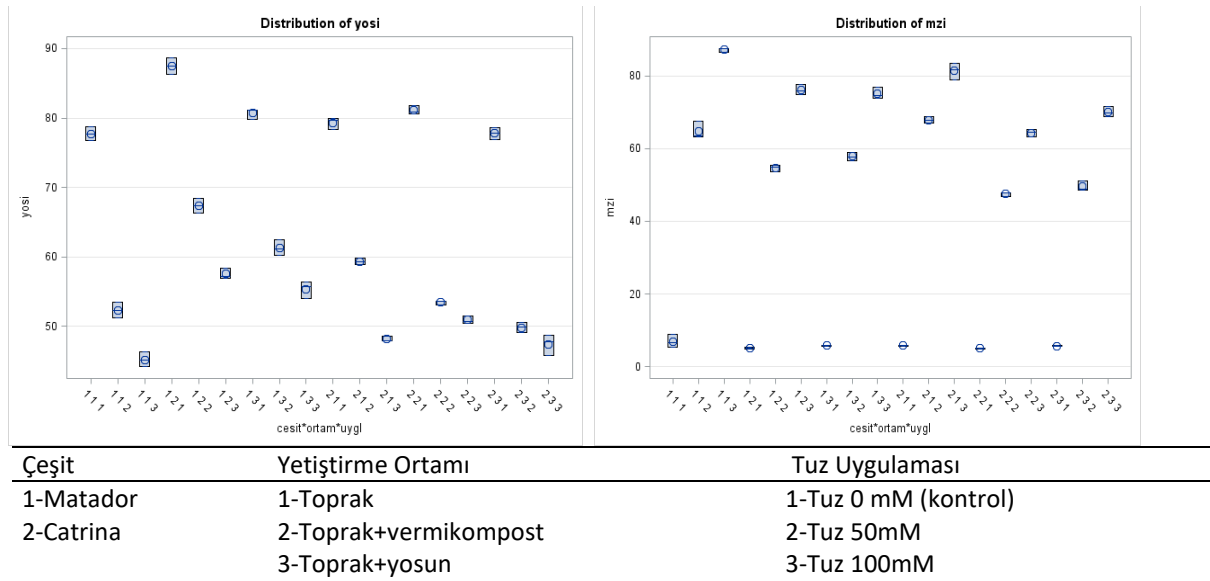
Abiyotik stres altında bulunan bitkilerin gelişimi azalmakta ve fizyolojik yapılarının bozulduğu belirtilmektedir (Kabay, 2019). Araştırmalarda marul fideleri 4 yapraklı olunca tuz çalışması olan saksılara 50, 100 ve 150 Mmol tuz uygulanmış, tüm saksıdaki bitkiler Hoagland besin çözeltisiyle deneme sonlandırılıncaya kadar sulamaya devam edilmiştir ve tuz uygulamaları yapıldıktan 15 gün sonra deneme sonlandırılmıştır. Yapılan analiz ve ölçümler sonucunda humik asit'in bulunduğu saksılarda tuz uygulaması sonucu oluşan zararı azalttığı görülmüştür (Kabay, 2018).

Vermikompost ve mikorizanın ayrı ayrı ve birlikte kullanımının biber gelişimi ve mineral beslenmesi üzerine olan etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada mikoriza ve vermikompost uygulamalarının biber bitkisi yaş, kuru ağırlığı ve besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisi olduğu, ayrıca en yüksek dozda uygulanan mikoriza ve vermikompost ile biber bitkisi daha fazla geliştiği ve daha fazla besin elementleri elde edildiği belirtilmektedir (Küçükyumuk ve ark., 2014). Kıvırcık marul gelişimine vermikompost, inek ve koyun gübreleri uygulanan çalışmada, vermikompostun kıvırcık marulunda erkencilik sağladığı ve bitki bünyesi ile besin maddesi alımında vermikompostun iyi sonuçlar verdiği

belirtilmektedir (Hınıslı, 2014). Turpta yapılan çalışmada, deniz yosununun tuzun olumsuz etkisini azalttığı belirtilmektedir (Kasim ve ark., 2016). Kanola büyümesini, verimini ve tuz stresi toleransını iyileştirmek için biyo-gübre olarak deniz yosunu kullanılacak en iyi aday olduğunu belirtmektedir (Ha ve ark., 2019).

Yonca bitkisinin Vermicompost ve tuz uygulama çalışmasında, bitkinin hayatta kalmasının kapasitesi, kuru ağırlığı, yaprak oransal su içeriği, toplam klorofil içeriğine, yaprak alanı, bitki dokularının toplam azot içeriği ve potasyum içeriği verileri üzerine vermikompost ortamları tuz

dozlarının olumsuz etkisini azalttığı belirtilmektedir (Akhzari ve ark., 2016). Patlıcan, domates, biber, lahana, soğan bitkilerinde kahverengi deniz yosunu sıvı gübresinde kontrol ile karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir (Patel ve ark., 2018). Vermikompostun ve üre'nin vetiver çimeni (*Vetiveriazizanioides stapf.*) üzerine etkileri çalışmasında, vermikompost'un kullanıldığı parsellerde, kalsiyum ve magnezyum içeriği, toplam klorofil içeriği, kök kuru ağırlığı, toprak nemi içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmektedir (Akhzari ve Pessarakli, 2017).



Şekil 1. Ispanak çeşitlerinde yaprak oransal su içeriği (YOSi) (%) ve membran zararlanma indeksinin (MZi) (%) yetiştirme ortamı ve tuz uygulamasındaki değişimi.

Ispanak yapraklarında K (potasyum) içeriğindeki değişim üretim ortamı ve tuz dozuna göre değişim göstermiştir (Şekil 2). Şekil incelendiğinde, tuz olmayan kontrol grubunda yaprakta K içeriği Matador çeşidinde % 5.15 çıkarken Catrina çeşidinin yaprakta K içeriği ise % 5.25 çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda kontrolde % 4.64 çıkarken, vermikompostlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 4.85 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 4.69 çıkmıştır. Catrina ıspanak çeşidinin yaprak K içeriği 100 mM tuz dozunda kontrolde % 4.77 çıkarken, vermikompost ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 4.83 ve yosun ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 4.24 çıkmıştır.

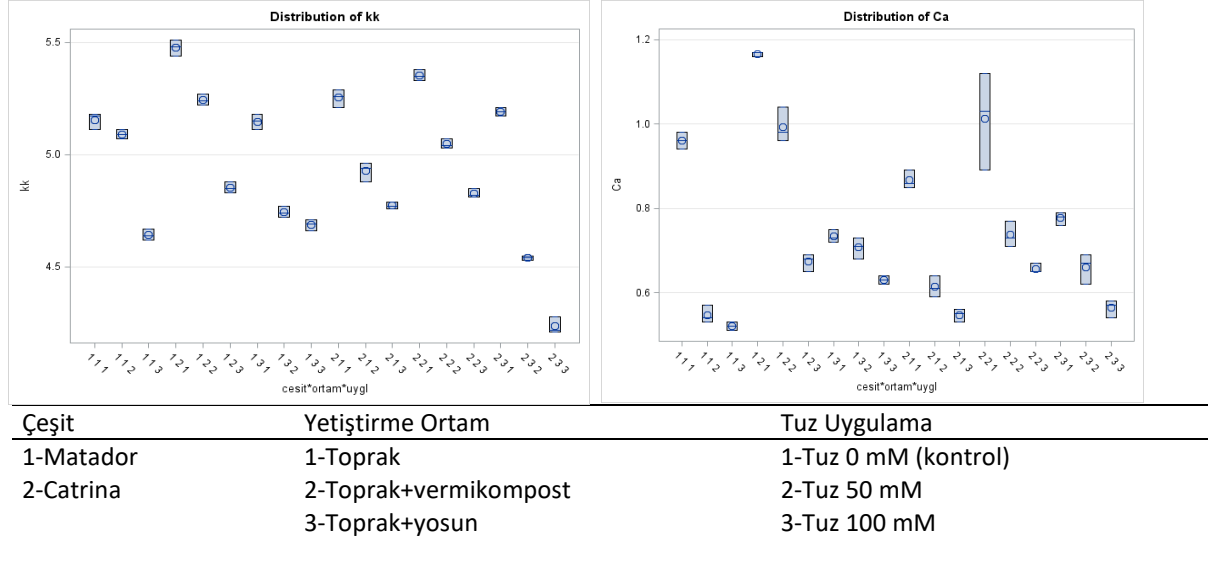
Ispanak yapraklarında Ca (kalsiyum) içeriğindeki değişim üretim ortamı ve tuz dozuna göre değişim göstermiştir (Şekil 2). Şekil incelendiğinde, tuz olmayan kontrol grubunda yaprakta Ca içeriği Matador çeşidinde % 0.96

çıkarken, Catrina çeşidinin yaprakta Ca içeriği ise % 0.87 çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin 100 mM tuz dozunda yaprakta Ca içeriği kontrolde % 0.52 çıkarken, vermikompostlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 0.67 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 63 çıkmıştır. Catrina ıspanak çeşidinin yaprakta Ca içeriği 100 mM tuz dozunda kontrolde % 0.55 çıkarken, vermikompost ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 0.66 ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise % 0.56 çıkmıştır.

Vermikompostun ve üre'nin vetiver çimeni (*Vetiveriazizanioides stapf.*) üzerine etkileri çalışmasında, vermikompost'un kullanıldığı parsellerde, kalsiyum ve magnezyum içeriği, toplam klorofil içeriği, kök kuru ağırlığı, toprak nemi içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirtilmektedir (Akhzari ve Pessarakli, 2017). Bitki dokularının toplam azot içeriği ve potasyum içeriği verileri üzerine vermikompost ortamları tuz

dozlarının olumsuz etkisini azalttığı belirtilmektedir (Akhzari ve ark., 2016). Rezene bitkilerinde vermikompost uygulamalarının çimlenme ve büyümeyi, kök içeriğini ve büyümesini, K ve Ca içeriğini arttırdığı rapor edilmektedir (Beykhormizi

ve ark., 2018). Deniz yosunu özü, abiyotik stresin etkilerini yalnızca erken bir aşamada azaltmış ve yapraklarda potasyum ve kalsiyum konsantrasyonlarını arttırdığı belirtilmiştir (Bonomelli ve ark., 2018).



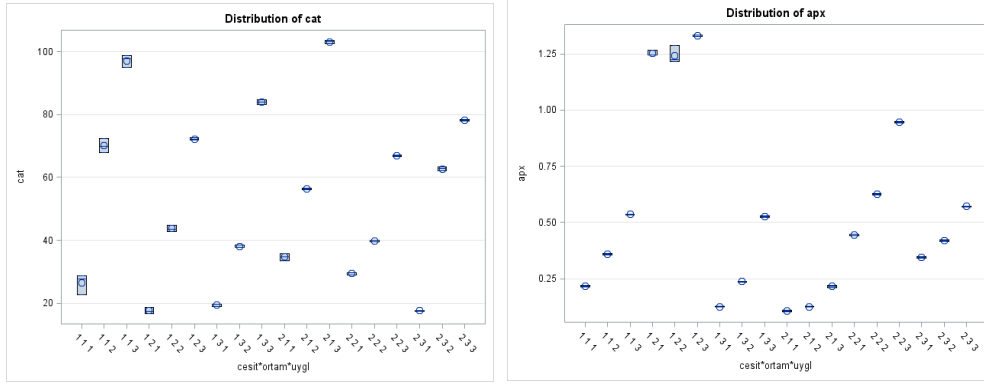
Şekil 2. Ispanak çeşitlerinde potasyum (K(%)) ve kalsiyum (Ca (%)) miktarının yetiştirme ortamı ve tuz uygulamasındaki değişimi.

Ispanak yapraklarında katalaz (CAT) içeriği üretim ortamı ve tuz dozuna göre değişim göstermiştir (Şekil 3). Şekil incelendiğinde, tuz uygulanmayan kontrol grubunda yaprak CAT içeriği Matador çeşidinde 24.43 nmol/g T.A çıkarken, Catrina çeşidinin yaprakta CAT içeriği ise 34.70 nmol/g T.A çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin CAT içeriği, 100 mM tuz dozunda kontrolde 97.03 nmol/g T.A çıkarken, vermikompostlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 72.23 nmol/g T.A ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 83.95 nmol/g T.A çıkmıştır. Catrina ıspanak çeşidinin CAT içeriği, 100 mM tuz dozunda kontrolde 103.09 nmol/g T.A çıkarken, vermikompostlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 66.91 nmol/g T.A ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 78.16 nmol/g T.A çıkmıştır.

Ispanak yapraklarında askorbat peroksidaz (APX) içeriği üretim ortamı ve tuz dozuna göre değişim göstermiştir (Şekil 3). Şekil incelendiğinde, tuz olmayan kontrol grubunda yaprak APX içeriği Matador çeşidinde 0.22 nmol/g T.A çıkarken, Catrina çeşidinin yaprakta APX içeriği ise 0.11 nmol/g T.A çıkmıştır. Matador ıspanak çeşidinin APX içeriği 100 mM tuz dozunda kontrolde 0.54 nmol/g T.A çıkarken, vermikompost ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 1.33 nmol/g T.A ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 0.53 çıkmıştır. Catrina ıspanak

çeşidinin APX içeriği 100 mM tuz dozunda kontrolde 0.22 nmol/g T.A çıkarken, vermikompostlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 0.95 nmol/g T.A ve su yosunlu ortamındaki 100 mM tuz uygulamasında ise 0.57 nmol/g T.A çıkmıştır.

Yapılan bir çalışmada marulun ağırlığındaki en yüksek artış bahar mahsulünde% 18,9'a ulaşırken, yaprak marul durumunda, biyo uyarıcı muamelesi yaz mahsulünde% 22,7 daha fazla ağırlığa neden olduğu, toplam antioksidan kapasite ve toplam karotenoid içeriği, yaz aylarında marul marulunun mahsulünde artmış değerler gösterirken, yaprak marul için tedaviler arasında fark olmadığı, ve bu nedenle, bakteriyel-algal işlemlerin marul verimi üzerine olumlu etki ettiği belirtilmektedir (Kopta ve ark., 2018). Ayrıca bu çalışmada malondialdehit (MDA) içeriği ve süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktiviteleri artarken bitkiler kuraklık koşullarında artmıştır. Vermikompost uygulaması kuraklık stresi altında daha yüksek SOD ve CAT enzim aktivitelerine ve düşük MDA içeriğine neden olmuştur. Orta ve şiddetli kuraklık stresi altında vermikompost uygulaması, marul bitki hücrelerinde MDA içeriğini azalttığı ayrıca vermikompostun kuraklık stres koşullarında marul büyümesi üzerindeki olumlu etkisini gösterdiği belirtilmektedir (Kıran, 2019).



Çeşit	Ortam	Uygulama
1-Matador	1-Toprak	1-Tuz 0 mM (kontrol)
2-Catrina	2-Toprak+vermikompost	2-Tuz 50 mM
	3-Toprak+yosun	3-Tuz 100 mM

Şekil 3. Ispanak çeşitlerinde Katalaz (CAT (nmol/g T.A)) ve askorbat peroksidaz (APX (nmol/g T.A.)) içeriğinin yetiştirme ortamı ve tuz uygulamalarındaki değişimi.

## Sonuç ve Öneriler

Ispanak bitkisinin tuzlu ortamlarda üretiminde, biyolojik ve organik ortamların ne kadar fayda vereceğini görmek amacıyla bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

Ispanak çeşitlerinde vermikompostlu ve su yosunulu ortamlarda uygulanan tuz dozlarının bitkilerde bitki yaş ağırlıkları, yaprak sayısı, yaprak membran zararlanma indeksi ve yaprak oransal su içeriği, K, Ca, klorofil a değerlerinde sadece toprakta üretilen bitki grubunda azalma olduğu bu azalmaların vermikompost ve su yosunu uygulanan ortamlarda çok azaldığı görülmüştür. Özellikle vermikompostun tuz stresine karşı bitkilerin toleransının artması konusunda su yosunundan daha etkili olduğu görülmüştür.

Katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz (APX) içeriklerinin ise tuz stresinin uygulandığı sadece toprakta üretilen bitkilerde aşırı arttığı görülmektedir. Vermikompostlu ve su yosunulu ortamlarındaki bitkilerin CAT ve APX değişim oranı sade toprak ortamına nazaran fazla çıkmıştır.

Yaptığımız çalışma da tuz stresi veya abiyotik streslerde üretim yapılan ortamlara organik maddelerin bolca verilmesinin bitkileri güçlendirmekte ve ortamdaki tuz gibi abiyotik stres zararını azaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte kullanılan organik maddelerin tuz ve kireç gibi bitkilere olumsuzluk oluşturacak etmenlerin seviyesinde göz önüne alınmalıdır. Bu çalışma sonucunun araştırmacılara ve üreticilere katkı sağlayacağı ve onlara yardımcı sonuçların çıktığına inanmaktayız.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

**Teşekkür:** Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-7875 no'lu proje olarak desteklenen yüksek lisans tezinin bir kısmıdır. Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Aıp Y., Kabay, T. 2019. Bazı domates genotiplerinde kuraklık stresinin antioksidan enzim ve besin değişimi üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 6 (1), 71-77.
- Beykkhormizi, A., Sarghein, S. H., Sarafraz Ardakani, M. R., Moshtaghioun, S. M., Mousavi Kouhi, S. M. 2018. Alleviation of Salinity Stress by Vermicompost Extract: A Comparative Study on Five Fennel Landraces. Communications in soil science and plant analysis, 49(17): 2123-2130.
- Bonomelli, C., Celis, V., Lombardi, G., Mártiz, J. 2018. Salt stress effects on avocado (*Persea americana* Mill.) Plants with and without Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*) application. Agronomy, 8(5): 64.

- Deveci, M., Tuğrul, B., Ispanakta tuz stresinin yaprak fizyolojik özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 89-98
- Duncan, D. B., 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Franco, J.A., Esteban, C. Rodriguez, C., 1993. Effect of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon Cv. Revigal. *J. Hort., Sci.*, 68: 899-904.
- Bağcı, G. E., 2010. Nohut Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi (doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ha, H., Ha, M., Sa, E. K., Ra, H. 2019. The potentiality of marine macro-algae as bio-fertilizers to improve the productivity and salt stress tolerance of canola (*Brassica napus* L.) plants. *Agronomy*, 9(3): 146.
- Jebara, S., Jebara, M., Limam, F., Aouani, M. E., 2005. Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 162 (8): 929-936.
- Kabay, T., 2014. Van Gölü Havzası Fasulyelerinde Kuraklık ve Yüksek Sıcaklığa Tolerant ve Duyarlı Genotiplerin Belirlenmesi (Doktora tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kabay T 2019. Effects of different potassium doses on development of high temperature-sensiti ve bean plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(1): 320-325.
- Kabay T, Alp Y, Şensoy S 2018. Effect of vermicompost application on some plant characteristics in lettuce (*Lactuca Sativa* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*.27(12b): 9942-9948
- Kacar, B., Katkat, B., Öztürk, Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi. 2. Baskı. Nobel Yayım Dağıtım, Ankara. 563.
- Kasim, E. A., Abd, W., Saad-Allah, K. M., Hamouda, M. 2016. Seed priming with extracts of two seaweeds alleviates the physiological and molecular impacts of salinity stress on radish (*Raphanus sativus*). *International Journal of Agriculture Biology*, 18(3).
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 723-740.
- Kopta, T., Pavlikova, M., Şekara, A., Pokluda, R., & Maršálek, B. 2018. Effect of bacterial-algal biostimulant on the yield and internal quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) produced for spring and summer crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2): 615-621.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleranslı Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar (Doktora tezi, basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Pérez-Gómez, J. D. J., Abud-Archila, M., Villalobos-Maldonado, J. J., Enciso-Saenz, S., Hernández de León, H., Ruiz-Valdiviezo, V. M., Gutiérrez-Miceli, F. A. 2017. Vermicompost and vermiwash minimized the influence of salinity stress on growth parameters in potato plants. *Compost Science Utilization*, 25(4): 282-287.
- Patel, R. V., Brahmbhatt, N., Pandya, K. Y. 2018. Effect of seaweed liquid fertilizer on antioxidant and enzyme activity of different vegetables seeds. *Annual Research Review in Biology*, 1-8.
- SAS 2018: SAS/Stat Software Hangen and Enhanced. SAS Institute Incorporation, Cary, NC.
- Şen, O. 2016. Aşılı ve Aşısız Domates Çeşitlerinin Bitki Gelişimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Deniz Yosunu Gübresi Uygulamalarının Etkisi (Master's thesis).
- Sheikhi, J., Ronaghi, A., Mousavi, S. M. 2015. Influence of vermicompost and sodium chloride on growth of spinach and some chemical properties of post-harvest soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture-Isfahan University of Technology*, 5(4): 83-92.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Bürün, B., 2011. Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7: 47–66.Becker, H. C., Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1–23.