



Effects of Selenium Applications on Salt Stress in Sage and Mountain Tea[#]

Mahmut Çamlıca^{1,a,*}, Gülsüm Yıldız^{1,b}, Ferit Özen^{2,c}, Abdurrahman Başol^{1,d}, Halit Aşkın^{1,e}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Bolu Abant İzzet Baysal University, 14030 Bolu, Turkey

²Medicinal and Aromatic Plants Department, Mudurnu Süreyya Astarıcı Vocational School, 14800 Mudurnu/Bolu, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1th International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 19/11/2019 Accepted : 05/12/2019</p> <p>Keywords: Sage Mountain tea Morphology Selenium NaCl</p>	<p>Sage and mountain sage belong to Lamiaceae family which have commercial importance from medicinal and aromatic plants in Turkey. The aim of this study was to evaluate the effects of different doses of selenium in salinity conditions on the morphological characteristics of sage (<i>Salvia officinalis</i> L.) and mountain tea (<i>Sideritis</i> sp.). Four different doses of selenium (5, 10, 20, 40 mg/l) were applied in without salinity (0) and salinity (250 mM NaCl/l) medium. The experiment was carried out in the split plot design with three replications in the climate chamber room of the department of field crops. When the examined properties were evaluated; plant height changed between 15.56-23.85 cm, number of branches 10.50-12.78 number/plant, number of leaves 52.78-92.00 number/plant, fresh leaf weight 2.48-7.51 g/plant, dry leaf weight 0.48-3.32 g/plant, fresh root weight 1.52-7.16 g/plant, dry root weight 0.19-1.24 g/plant, root length 26.18-36.07 cm, fresh shoot weight of 1.13-7.15 g/plant and dry shoot weight 0.13-0.38 g/plant. In mountain tea, the properties were determined for plant height as 3.26-5.93 cm, for number of branches as 2.50-6.33 number/plant, for number of leaves as 28.22-91.14 number/plant, for fresh and dry leaf weights as 2.42-11.03 and 0.45-1.91 g/plant, for fresh and dry root weights as 0.71-3.97 and 0.18-0.74 g/plant, for root length as 14.78-33.26 cm, for fresh and dry shoot weights as 0.29-2.28 and 0.12-0.41 g/plant were determined. As a result of this study, 5 mg/l selenium application in salinity conditions in both plants has reached high values in terms of fresh leaf weights. In addition to this, it was found that selenium applications in salinity conditions had positive effects on dry leaf weight in sage and fresh root and fresh shoot weights in mountain tea. As a result of correlation analysis, positive correlations were found between dry leaf weight and other characteristics especially in mountain tea in terms of traits examined in both plants.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(sp2): 29-35, 2019

Adaçayı ve Dağ Çayında Tuz Stresi Üzerine Selenyum Uygulamalarının Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 19/11/2019 Kabul : 05/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Adaçayı Dağ çayı Morfoloji NaCl Selenyum</p>	<p>Lamiaceae familyasına ait adaçayı ve dağ çayı Türkiye’de ticari öneme sahip tıbbi ve aromatik bitkilerdir. Bu çalışmada, tuzlu koşullarda farklı selenyum dozlarının, adaçayı (<i>Salvia officinalis</i> L.) ve dağ çayı (<i>Sideritis</i> sp.)’nin morfolojik özellikleri üzerine etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Tuzsuz (0) ve tuzlu (250 mM NaCl/l) ortamda ve dört farklı selenyum dozu (5, 10, 20, 40 mg/l) uygulanmıştır. Deneme bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlı olarak Tarla Bitkileri bölümü iklim odasında yürütülmüştür. İncelenen özellikler değerlendirildiğinde; adaçayıda bitki boyu 15,56-23,85 cm, dal sayısı 10,50-12,78 adet/bitki, yaprak sayısı 52,78-92,00 adet/bitki, yaş yaprak ağırlığı 2,48-7,51 g/bitki, kuru yaprak ağırlığı 0,48-3,32 g/bitki, yaş kök ağırlığı 1,52-7,16 g/bitki, kuru kök ağırlığı 0,19-1,24 g/bitki, kök uzunluğu 26,18-36,07 cm, yaş gövde ağırlığı 1,13-7,15 g/bitki ve kuru gövde ağırlığı ise 0,13-0,38 g/bitki arasında değişmiştir. Dağ çayıda ise bitki boyu 3,26-5,93 cm, dal sayısı 2,50-6,33 adet/bitki, yaprak sayısı 28,22-91,14 adet/bitki, yaş yaprak ve kuru yaprak ağırlıkları 2,42-11,03 ve 0,45-1,91 g/bitki, yaş ve kuru kök ağırlıkları 0,71-3,97 ve 0,18-0,74 g/bitki, kök uzunluğu 14,78-33,26 cm, yaş ve kuru gövde ağırlıkları ise 0,29-2,28 ve 0,12-0,41 g/bitki olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, tuzlu koşullarda 5 mg/l selenyum uygulaması ile her iki bitkide de yaş yaprak ağırlıkları bakımından yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bununla birlikte adaçayıda kuru yaprak ağırlığı ile dağ çayıda yaş kök ve yaş gövde ağırlıkları üzerine tuzlu koşullarda selenyum uygulamalarının olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Korelasyon analizi sonucunda ise her iki bitkide de incelenen özellikler bakımından özellikle dağ çayıda kuru yaprak ağırlığı ile diğer özellikler arasında olumlu korelasyonlar bulunmuştur.</p>

^a mcamlzca25@outlook.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-2461-7534>

^c ferit_ozen@hotmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0003-2461-7534>

^e halitaskn63@gmail.com

^e <https://orcid.org/0000-0002-6889-1562>

^b g_yaldiz@hotmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0002-6889-1562>

^d abdurrahmanbasol@hotmail.com

^e <https://orcid.org/0000-0002-6889-1562>



Giriş

Lamiaceae (Labiatae) familyası, Dünya üzerinde 224 cins ve yaklaşık 5600 tür ile temsil edilen, geniş bir alanda (Kuzey Kutbu'ndan Himalayalar'a, Güney Doğu Asya'dan, Havai ve Avustralya'ya, Afrika ve Amerika'ya kadar) yetiştirilen kozmopolit familyadır. Bu familyaya ait bitkiler, özellikle Akdeniz bölgesinde oldukça yaygın bir yayılış alanına sahiplerdir. Ülkemizde ise bu familyaya ait 2 cins (*Salvia* L. ve *Sideritis* L.) ve bu cinslere ait farklı türler daha çok adaçayı olarak adlandırılmaktadır. Anadolu'da birçok değişik isimlerle bilinmekte fakat genellikle "Dağ çayı, Yayla çayı, Adaçayı" olarak adlandırılmaktadırlar. *Salvia* ve *Sideritis* türleri, herba veya çiçek yapıları çay ve halk ilacı olarak eskiden beri kullanılmaktadır. Ülkemizde doğal olarak yetişen 88 *Salvia*, 44 *Sideritis* türü bulunmaktadır (Yılmaz ve Güvenç, 2007). Bitkilerde stres faktörleri, bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinin yavaşlamasına ve metabolik fonksiyonlarının bozulmasına bu nedenle de bitkilerde ölümlere sebep olurlar (Lichtenthaler, 1996). Birçok çalışmada farklı çevre koşullarında tıbbi ve aromatik bitkilerden yüksek verimli genotipler elde etmek ve bu bitkilerin tuzluluğa karşı tepkileri belirlemek amacıyla bilgiler verilmiştir (Said-Al Ahl ve Omer, 2011).

Tuzluluk, bitki büyümesini ve gelişimini sınırlayan ve tıbbi bitki türlerinin coğrafi dağılımını belirlemede rol oynayan önemli abiyotik çevresel stres faktörlerinden biridir (Vriezen ve ark., 2007). Mondal ve Kaur (2017), tuz stresinin tıbbi bitkileri üç farklı fizyolojik dönemde (çimlenme, fide, olgunlaşma ve üretim dönemleri) etkilediğini bildirmişlerdir.

Tuz stresinin, bitki yapraklarının taze ve kuru ağırlıklarında, gövdelerinde, sürgünlerinde, köklerinde ve bitkilerin varlığını sürdürmek için verimlerinde önemli ölçüde azaltıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Hosseini ve ark., 2006; Akbari ve ark., 2007; Mahdavi ve ark., 2007; Hamidi ve ark., 2010). Artan tuz seviyesine bağlı olarak, fesleğende çimlenme, sürgün ve kök uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Çamlıca ve Yaldız, 2017).

Son yıllarda beslenmede yeni bir kavram olan nitelikli gıda kavramı yaygınlaşmakta ve önem kazanmaktadır. Bu bağlamda özellikle mikro elementler bakımından zengin besin maddeleri ön plana çıkmakta, bu yönde birçok araştırma yapılmaktadır. Selenyum (Se) dünyada üzerinde en çok araştırma yapılan, insan ve hayvan sağlığı açısından önemli olan mikro besin elementlerinden birisidir. Hem insanlar hem de hayvanlar için zorunlu bir maddedir ve besin maddeleriyle birlikte yeterli miktarda alınması gerekmektedir (Davis ve ark., 2000; Surai, 2000; Deliboran, 2016). Selenyumun topraktan alınabilmesi için mutlaka kimyasal olarak çözünür ve alınabilir bir formda olması gerekmektedir. Bitkiler selenyumu daha çok oksitlenmiş selenat (Se^{+6}) formunda almaktadır. Selenyum topraklarda çoğunlukla selenate (SeO_4^{-2}), selenite (SeO_3^{-2}) ve selenid (Se^{-2}) formlarında bulunmaktadır (Mikkelsen ve ark., 1989; Marschner, 1995; Çakmak ve ark., 2009). Selenyum çeşitli metabolik yollar için gerekli olan temel bir elementtir. Biyomoleküllerin primer ve sekonder metabolitlerin çeşitli redoks reaksiyonlarında önemli bir antioksidan görevi görür (Misra ve ark., 2010). Alkalin toprak koşulları selenyumun biyolojik yararlanımını artırırken, asitli koşullar azaltır. Topraktaki, biyolojik

olarak yararlanılabilir selenyum nisbi olarak suda çözünür formdadır, bu nedenle aşırı yağmurlarla yıkanıp drene olabilir. Ayrıca sülfatlar, selenat ve selenitlerin bitkiler tarafından alınımı inhibe ettiği için kükürtlü gübre kullanımı, biyolojik faydalanımı azaltır (Burk, 1978).

Selenyum kuraklık, düşük sıcaklık gibi çevresel stres faktörlere karşı dayanıklılıkta önemli bir rol üstlenmektedir. Selenyum toksik O_2 türevlerinden biri olan hidrojen peroksit (H_2O_2) detoksifikasyonunu sağlayan glutatyon peroksidaz enzimi için gereklidir ve bu enzimin aktivitesinin yüksek düzeyde kalmasını sağlamak koşuluyla bitkileri düşük sıcaklık, yüksek ışık intensitesi ve UV ışık stresinden korumaktadır (Xue and Hartikainen, 2000; Xue ve ark., 2001; Pennanen ve ark., 2002; Seppanen ve ark., 2003; Hartikainen, 2005; Çakmak ve ark., 2009).

Yapılan bu çalışma ile tuzsuz ve tuzlu koşullarda farklı selenyum dozlarıyla yetiştirilen adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve dağçayı (*Sideritis* sp.) türlerinin büyüme kriterleri belirlenmiş, incelenen özellikler bakımından büyümeyi olumlu etkileyen uygun selenyum dozu saptanmıştır.

Materyal ve Metot

Bitki materyalleri ve konsantrasyonları

Deneme, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri bölümü iklim odasında, 18 Ocak-3 Mayıs 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Denemede materyal olarak kullanılan adaçayı (*Salvia officinalis* L.) tohumu Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden ve dağçayı (*Sideritis* sp.) ise Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Tohumlar, torf ve perlit (3:1) karışımını içeren saksılara (23×18,5 cm) 10'ar adet olarak ekilmiştir. 30 saksı tuzsuz ve farklı selenyum dozlarında, 30 saksı ise 250 mM tuz ve selenyum dozlarında olmak üzere toplam 60 adet saksı kullanılmıştır.

Tohumlar çıkış yapmaya başladıktan 15 gün sonra her bir saksıda 4 adet bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Bitkilerin büyüme periyotları boyunca ortalama gündüz ve gece sıcaklıkları 22°C olarak tutulmuştur. Saksılar hasada kadar (3 Mayıs 2019) ortalama 2 günde bir saf su ile sulanmıştır. Deneme tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuş olup, iki farklı bitki türünde çalışılmıştır. Ana parsellerde 0 (kontrol) ve 250 mM (tuzluluk) NaCl konsantrasyonları ile alt parsellerde 4 farklı selenyum dozu (5, 10, 20, 40 mg/l) olmak üzere 3 tekerrürlü olarak deneme yürütülmüştür. Tuz uygulaması beş farklı tarihte 50'şer mM olarak, selenyum uygulamalarını da 2'ye bölünmüş ve yarısı ekimle birlikte ve kalan yarısında bitkiler çıkış yaptıktan sonra verilmiştir (Çizelge 1). Taban gübresi olarak, 12 kg/da üzerinden hesaplama ile diamonyumfosfat (DAP) ve üst gübre olarak 15 kg/da amonyum sülfat (yarısı ekimle, yarısı bitkiler çıkış yaptıktan 15 gün sonra) uygulanmıştır. Deneysel faktörler olarak ekim ile birlikte selenyum dozları kullanılmıştır. İlk tuz uygulamasının başlamasından itibaren 75 gün sonra her bir saksıdan dört bitki hasat edilmiştir. Hasat döneminde bitkiler dikkatlice saksılardan alınmış ve saf su ile yıkanarak hem kök kısmında hem de toprak üstü kısımlarında gerekli ölçümler

yapılmıştır. İncelenen özellikler bakımından her iki bitkide de bitki boyu, dal sayısı, yaprak sayısı, yaş yaprak ağırlığı, kuru yaprak ağırlığı, yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı, kök uzunluğu, yaş gövde ağırlığı ve kuru gövde ağırlığı belirlenmiştir.

İstatistiksel analiz

Araştırmada incelenen özelliklerin varyans analizleri Avcı istatistik programına tabi tutulmuştur. Ölçümlere ait ortalama değerler hesaplanmış ve Asgari Önemli Fark (AÖF) testi ile karşılaştırılmıştır (Avcı, 2018).

Çizelge 1 Adaçayı ve dağ çayında tuz ve selenyum uygulamaları tarihleri
Table 1 Dates of the selenium application in sage and mountain tea

Tuz uygulaması	Adaçayı		Dağ çayı	
	Uygulama tarihi	Selenyum uygulaması	Uygulama tarihi	Selenyum uygulaması
1. Uygulama	18.02.2019	18.01.2019	05.03.2019	18.01.2019
2. Uygulama	28.02.2019	26.02.2019	15.03.2019	13.03.2019
3. Uygulama	25.03.2019	-	05.04.2019	-
4. Uygulama	05.04.2019	-	15.04.2019	-
5. Uygulama	15.04.2019	-	25.04.2019	-

Bulgular

Tuzlu ve tuzsuz koşullarda farklı dozda selenyum uygulamalarında adaçayı ve dağ çayının incelenen özellikler bakımından adaçayında kök uzunluğu dışında istatistiki olarak önemli farklılıklar ($P<0,05$) görülmüştür (Çizelge 2, 3).

Bitki Boyu (cm)

Tuzlu ve tuzsuz koşullarda uygulanan farklı selenyum dozlarında bitki boyu değerleri; adaçayında 15,56-23,85 cm arasında ve dağ çayında ise 3,26-5,93 cm arasında değişmiştir. En uzun bitki boyu adaçayında tuzsuz ve selenyum uygulaması içermeyen (kontrol-1) koşullarında ve en kısa bitki boyu tuzlu-40 mg/l selenyum uygulamasında bulunurken, dağ çayında ise en uzun bitki boyu tuzsuz ve 10 mg/l selenyum uygulamasında ve en kısa bitki boyu tuzsuz-40 mg/l selenyum uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 2, 3, Şekil 1).

Dal Sayısı (adet/bitki)

Bitkiler dal sayıları bakımından incelendiğinde, adaçayında dal sayısı 10,50-12,78 adet/bitki arasında, dağ çayında ise 2,50-6,33 adet/bitki arasında değişmiştir. Adaçayında en fazla dal sayısı kontrol-1 koşullarında belirlenirken, en az dal sayısı ise tuzsuz ve 40 mg/l selenyum uygulamasında bulunmuştur. Dağ çayında ise en fazla dal sayısı tuzsuz-10 mg/l selenyum dozunda, en az dal sayısı ise tuzlu-40 mg/l selenyum uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 2, 3).

Yaprak Sayısı (adet/bitki)

Bitkilerdeki yaprak sayıları tuzlu ve tuzsuz koşullarda farklı selenyum dozu uygulamalarına bağlı olarak istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0,05$). Adaçayında yaprak sayıları 52,78-92,00 adet/bitki arasında, dağ çayında ise 41,72-91,14 adet/bitki arasında değişmiştir. En fazla yaprak sayısı her iki bitkide de tuzsuz-10 mg/l selenyum uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 2, 3).

Yaş Yaprak Ağırlığı (g/bitki)

Adaçayı ve dağ çayının yaş yaprak ağırlıkları sırasıyla 2,48-7,51 g/bitki ve 2,42-11,03 g/bitki olarak bulunmuştur. En yüksek adaçayı ve dağ çayı yaş yaprak ağırlıkları tuzlu

koşullarda 5 mg/l selenyum kombinasyonlarında bulunmuştur. En düşük yaş yaprak ağırlığı adaçayında tuzlu ve 40 mg/l selenyum uygulamasından, dağ çayında ise tuzsuz-40 mg/l selenyum uygulanmasından elde edilmiştir (Çizelge 2, 3).

Kuru Yaprak Ağırlığı (g/bitki)

Tuzlu ve tuzsuz koşullarda farklı selenyum doz uygulamaları ile yetiştirilen adaçayı ve dağ çayında kuru yaprak ağırlığı adaçayında 0,48-3,32 g/bitki, dağ çayında 0,45-1,91 g/bitki olarak belirlenmiştir. En yüksek kuru yaprak ağırlığı adaçayında tuzlu ortamda 20 mg/l selenyum uygulamasından, dağ çayında ise tuzsuz-10 mg/l selenyum uygulamasından, en düşük kuru yaprak ağırlıkları ise her iki bitkide de tuzsuz-40 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir.

Bitki başına kuru yaprak ağırlığı açısından tuz stresi ve selenyum uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde, kuru yaprak ağırlığı üzerine en fazla olumlu etki tuzlu ve 20 mg/l selenyum uygulamasında (3,32 g/bitki) görülmüştür (Çizelge 2, 3).

Yaş Kök Ağırlığı (g/bitki)

Adaçayı ve dağ çayı bitkileri, yaş kök ağırlıkları bakımından incelendiğinde; sırasıyla 1,52-7,16 g/bitki ile 0,71-3,97 g/bitki arasında değişmiştir. En fazla yaş kök ağırlığı adaçayında kontrol-1 koşullarında (tuzsuz-selenyumsuz), en az yaş kök ağırlığı ise tuzlu koşullarda 40 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir. Dağ çayında ise en yüksek değer tuzlu-5 mg/l selenyum uygulamasından, en düşük değer ise tuzsuz-40 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2, 3).

Kuru Kök Ağırlığı (g/bitki)

Adaçayı ve dağ çayında kuru kök ağırlıkları sırasıyla 0,19-1,24 g/bitki ve 0,18-0,74 g/bitki arasında değişmiştir. En fazla kuru kök ağırlığı adaçayında tuzsuz-20 mg/l selenyum uygulamasından, dağ çayında ise tuzsuz-10 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir. Adaçayında en düşük kuru kök ağırlığı tuzsuz-40 mg/l selenyum uygulamasında, dağ çayında en düşük kuru kök ağırlığı kontrol-2 koşullarında gözlenmiştir (Çizelge 2, 3).

Kök Uzunluğu (cm)

Çalışmamızda kök uzunluğu bakımından adaçayı istatistiki olarak farklılık bulunmazken, dağ çayında önemli farklılıklar belirlenmiştir (P<0,05). Kök uzunlukları adaçayı 26,18-36,07 cm arasında, dağ çayında 14,78-33,26 cm arasında değişmiştir. Adaçayı en uzun kök uzunluğu tuzlu-5 mg/l selenyum uygulamasından, dağ çayında ise tuzlu-10 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değerler ise her iki bitkide de tuzlu-40 mg/l selenyum uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 2, 3).

Adaçayı istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte tuzlu koşullarda kök uzunluğunun yüksek bulunmasında, selenyum uygulamasının belirli miktarda tuz konsantrasyonlarını inhibe edebileceği ve adaçayı kök yapısının selenyum uygulaması ile birlikte tuzlu koşullara toleranslı olabileceği düşünülmektedir (Avcu ve ark., 2013).

Yaş Gövde Ağırlıkları (g/bitki)

Adaçayı ve dağ çayı, yaş gövde ağırlıkları bakımından incelendiğinde; adaçayı yaş gövde ağırlığı 1,13-7,15 g/bitki, dağ çayında ise 0,29-2,28 g/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. En fazla yaş gövde ağırlığı adaçayı 7,15 g/bitki ile tuzsuz-20 mg/l selenyum uygulamasında, dağ çayında ise 2,28 g/bitki ile tuzlu-10 mg/l selenyum uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2, 3).

Kuru Gövde Ağırlıkları (g/bitki)

Adaçayı ve dağ çayı bitkileri kuru gövde ağırlığı bakımından incelendiğinde; adaçayı 0,13-0,38 g/bitki, dağ çayı 0,12-0,41 g/bitki arasında değişmiştir. En yüksek kuru gövde ağırlığı adaçayı kontrol-1 uygulamasında, dağ çayında ise tuzsuz-10 mg/l selenyum uygulamasında görülmüştür. En düşük kuru gövde ağırlıkları her iki bitkide de tuzlu ve 40 mg/l selenyum uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 2, 3).

Korelasyon Analizi

Çalışmada kullanılan adaçayı ve dağ çayında incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları her iki bitki için ayrı ayrı hesaplanmış ve Çizelge 3’de verilmiştir. Adaçayı bitki boyu ile dal sayısı (r=0,867) ve kuru gövde ağırlığı (r=0,772) arasında, dal sayısı ile yaş kök ağırlığı (r=0,804) arasında, yaprak sayısı ile yaş yaprak ağırlığı (r=0,801) arasında, yaş kök ağırlığı ile kuru kök ağırlığı (r=0,843), kuru gövde ağırlığı (r=0,79) arasında ve kuru kök ağırlığı ile yaş gövde ağırlığı (r= 0,802) arasında olumlu yönde yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Ayrıca adaçayı bitki boyu ve yaş yaprak ağırlığı ile yaş kök ağırlığı (sırasıyla r=0,758, r=0,75) ve dal sayısı ile kuru kök ağırlığı (r=0,763) arasında olumlu yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 2 Adaçayı incelenen özellikler üzerine tuz stresi ve farklı selenyum dozlarının etkileri

Table 2 Effects of salt stress and different selenium doses on the examined properties in sage

U	BB	DS	YS	YYA	KYA	YKA	KKA	KU	YGA	KGA
Kontrol-1	23,85 ^a	12,78 ^a	73,08 ^{ab}	6,52 ^{ab}	1,39 ^{ab}	7,16 ^a	1,03 ^{ab}	29,11	2,99 ^{ab}	0,38 ^a
T-0-Se-1	18,39 ^b	11,92 ^{ab}	88,17 ^{ab}	6,51 ^{ab}	1,63 ^{ab}	5,32 ^{abc}	0,89 ^{bc}	27,61	2,48 ^{ab}	0,31 ^{ab}
T-0-Se-2	17,63 ^b	11,00 ^{ab}	92,00 ^a	6,37 ^{ab}	1,79 ^{ab}	5,35 ^{abc}	0,80 ^{bc}	30,71	2,15 ^{ab}	0,27 ^{abc}
T-0-Se-3	19,30 ^b	12,03 ^{ab}	76,93 ^{ac}	5,26 ^b	2,08 ^{ab}	5,57 ^{ab}	1,24 ^a	26,18	7,15 ^a	0,27 ^{abc}
T-0-Se-4	17,64 ^b	10,50 ^b	71,33 ^{bc}	2,82 ^c	0,48 ^b	2,31 ^{de}	0,19 ^e	32,83	1,36 ^b	0,27 ^{abc}
Kontrol-2	19,47 ^b	11,97 ^{ab}	88,53 ^{ab}	6,15 ^{ab}	1,48 ^{ab}	4,14 ^{bcd}	0,64 ^{cd}	29,41	2,34 ^{ab}	0,24 ^{abc}
T-1-Se-1	16,90 ^b	11,30 ^{ab}	89,58 ^{ab}	7,51 ^a	1,93 ^{ab}	4,35 ^{bc}	0,67 ^{cd}	36,07	2,55 ^{ab}	0,22 ^{abc}
T-1-Se-2	16,88 ^b	11,10 ^{ab}	71,63 ^{bc}	5,77 ^{ab}	1,56 ^{ab}	4,23 ^{bcd}	0,69 ^{cd}	35,48	2,43 ^{ab}	0,20 ^{abc}
T-1-Se-3	18,31 ^b	11,60 ^{ab}	78,62 ^{ab}	5,72 ^b	3,32 ^a	3,43 ^{cde}	0,61 ^{cd}	34,47	2,38 ^{ab}	0,15 ^{bc}
T-1-Se-4	15,56 ^b	10,67 ^{ab}	52,78 ^c	2,48 ^c	1,67 ^{ab}	1,52 ^e	0,48 ^{de}	26,18	1,13 ^b	0,13 ^c
LSD (%5)	4,34	2,18	19,82	1,79	1,93	1,96	0,30	10,93*	5,10	0,18

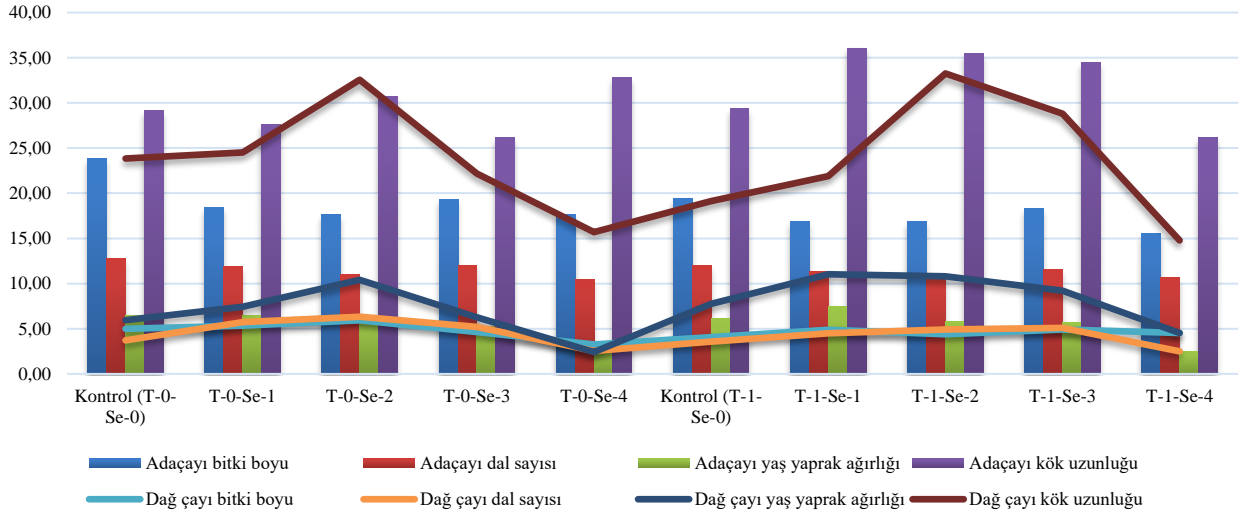
U: Uygulamalar, BB: Bitki boyu (cm), DS: Dal sayısı (adet/bitki), YS: Yaprak sayısı (adet/bitki), YYA: Yaş yaprak Ağırlığı (g/bitki), KYA: Kuru yaprak ağırlığı (g/bitki), YKA: Yaş kök ağırlığı (g/bitki), KKA: Kuru kök ağırlığı (g/bitki), KU: Kök uzunluğu (cm), YGA: Yaş gövde ağırlığı (g/bitki), KGA: Kuru gövde ağırlığı (g/bitki), Kontrol-1: tuzsuz ve selenyumsuz, Kontrol-2: tuzlu (250 mM NaCl/l) ve selenyumsuz, T-0: Tuzsuz, T-1: 250 mM/l NaCl, Se-0: Selenyumsuz, Se-1: 5 mg/l selenyum, Se-2: 10 mg/l selenyum, Se-3: 20 mg/l selenyum, Se-4: 40 mg/l selenyum

Çizelge 3 Dağ çayında incelenen özellikler üzerine tuz stresi ve farklı selenyum dozlarının etkileri

Table 3 Effects of salt stress and different selenium doses on the examined properties in mountain tea

U	BB	DS	YS	YYA	KYA	YKA	KKA	KU	YGA	KGA
Kontrol-1	4,99 ^{ab}	3,70 ^{bc}	60,10 ^{bc}	5,94 ^{bcd}	1,11 ^{b-e}	1,32 ^{bc}	0,38 ^{cde}	23,83 ^{a-d}	0,96 ^{cde}	0,17 ^{cde}
T-0-Se-1	5,35 ^{ab}	5,75 ^a	69,92 ^{ab}	7,44 ^{abc}	1,47 ^{a-d}	1,57 ^{bc}	0,47 ^{a-d}	24,50 ^{a-d}	1,07 ^{cde}	0,22 ^{b-e}
T-0-Se-2	5,93 ^a	6,33 ^a	91,14 ^a	10,40 ^a	1,91 ^a	2,51 ^{abc}	0,74 ^a	32,57 ^{ab}	1,55 ^{cde}	0,41 ^a
T-0-Se-3	4,64 ^{abc}	5,19 ^{ab}	66,69 ^{abc}	6,28 ^{bcd}	1,17 ^{a-e}	2,16 ^{abc}	0,68 ^{ab}	22,18 ^{bcd}	0,88 ^{cde}	0,38 ^{ab}
T-0-Se-4	3,26 ^c	2,56 ^c	28,22 ^d	2,42 ^d	0,45 ^e	0,71 ^c	0,27 ^{de}	15,69 ^d	0,29 ^e	0,17 ^{cde}
Kontrol-2	4,05 ^{bc}	3,58 ^{bc}	69,80 ^{ab}	7,75 ^{abc}	0,92 ^{cde}	1,63 ^{bc}	0,18 ^e	19,14 ^{cd}	1,43 ^{bcd}	0,16 ^{de}
T-1-Se-1	4,89 ^{ab}	4,50 ^{ab}	83,69 ^{ab}	11,03 ^a	1,81 ^{ab}	3,97 ^a	0,45 ^{b-e}	21,89 ^{bcd}	1,96 ^{ab}	0,34 ^{abc}
T-1-Se-2	4,39 ^{abc}	4,92 ^{ab}	76,33 ^{ab}	10,79 ^a	1,53 ^{a-d}	3,71 ^a	0,67 ^{ab}	33,26 ^a	2,28 ^a	0,36 ^{ab}
T-1-Se-3	4,92 ^{ab}	5,08 ^{ab}	73,42 ^{ab}	9,21 ^{ab}	1,63 ^{abc}	3,24 ^{ab}	0,59 ^{abc}	28,79 ^{abc}	2,00 ^{ab}	0,31 ^{a-d}
T-1-Se-4	4,53 ^{abc}	2,50 ^c	41,72 ^{cd}	4,54 ^{cd}	0,80 ^{de}	1,59 ^{bc}	0,32 ^{cde}	14,78 ^d	0,59 ^{de}	0,12 ^e
LSD (%5)	1,59	1,93	25,82	4,03	0,76	1,97	0,28	10,91	0,84	0,17

U: Uygulamalar, BB: Bitki boyu (cm), DS: Dal sayısı (adet/bitki), YS: Yaprak sayısı (adet/bitki), YYA: Yaş yaprak Ağırlığı (g/bitki), KYA: Kuru yaprak ağırlığı (g/bitki), YKA: Yaş kök ağırlığı (g/bitki), KKA: Kuru kök ağırlığı (g/bitki), KU: Kök uzunluğu (cm), YGA: Yaş gövde ağırlığı (g/bitki), KGA: Kuru gövde ağırlığı (g/bitki), Kontrol-1: tuzsuz ve selenyumsuz, Kontrol-2: tuzlu (250 mM NaCl/l) ve selenyumsuz, T-0: Tuzsuz, T-1: 250 mM/l NaCl, Se-0: Selenyumsuz, Se-1: 5 mg/l selenyum, Se-2: 10 mg/l selenyum, Se-3: 20 mg/l selenyum, Se-4: 40 mg/l selenyum



Grafik 1 Adaçayı ve dağ çayında bitki boyları, dal sayıları, yaş yaprak ağırlıkları ve kök uzunlukları üzerine tuz stresi ve farklı selenyum dozlarının etkileri

Graphic 1 Effects of salt stress and different selenium doses on plant height, number of branches, fresh leaf weight and root length in sage and mountain tea

Çizelge 4 Adaçayında incelenen özellikler arasında korelasyon değerleri

Table 4 Correlation values among the examined properties of sage

	BB	DS	YS	YYA	KYA	YKA	KKA	KU	YGA	KGA
Bitki boyu	1	0,867**	0,17	0,38	-0,064	0,758*	0,548	-0,246	0,35	0,772**
Dal sayısı		1	0,31	0,60	0,234	0,804**	0,763*	-0,31	0,522	0,602
Yaprak sayısı			1	0,801**	0,167	0,517	0,288	0,252	0,159	0,369
Yaş yaprak ağırlığı				1	0,349	0,75*	0,562	0,30	0,255	0,382
Kuru yaprak ağırlığı					1	0,073	0,315	0,146	0,267	-0,455
Yaş kök ağırlığı						1	0,843**	-0,15	0,531	0,79**
Kuru kök ağırlığı							1	-0,424	0,802**	0,494
Kök uzunluğu								1	-0,332	-0,264
Yaş gövde ağırlığı									1	0,287
Kuru gövde ağırlığı										1

BB: Bitki boyu (cm), DS: Dal sayısı (adet/bitki), YS: Yaprak sayısı (adet/bitki), YYA: Yaş yaprak Ağırlığı (g/bitki), KYA: Kuru yaprak ağırlığı (g/bitki), YKA: Yaş kök ağırlığı (g/bitki), KKA: Kuru kök ağırlığı (g/bitki), KU: Kök uzunluğu (cm), YGA: Yaş gövde ağırlığı (g/bitki), KGA: Kuru gövde ağırlığı (g/bitki), * %5, ** %1 anlamlı

Çizelge 5 Dağ çayında incelenen özellikler arasında korelasyon değerleri

Table 5 Correlation values among the examined properties of mountain tea

	BB	DS	YS	YYA	KYA	YKA	KKA	KU	YGA	KGA
Bitki boyu	1	0,772**	0,73*	0,583	0,804**	0,343	0,609	0,61	0,364	0,486
Dal sayısı		1	0,836**	0,712*	0,851**	0,502	0,823**	0,815**	0,556	0,803**
Yaprak sayısı			1	0,942**	0,926**	0,727*	0,625	0,768**	0,814**	0,743*
Yaş yaprak ağırlığı				1	0,917**	0,879**	0,582	0,776**	0,943**	0,718*
Kuru yaprak ağırlığı					1	0,791**	0,728*	0,802**	0,793**	0,777**
Yaş kök ağırlığı						1	0,589	0,619	0,904**	0,73*
Kuru kök ağırlığı							1	0,812**	0,489	0,905**
Kök uzunluğu								1	0,752*	0,748*
Yaş gövde ağırlığı									1	0,62
Kuru gövde ağırlığı										1

BB: Bitki boyu (cm), DS: Dal sayısı (adet/bitki), YS: Yaprak sayısı (adet/bitki), YYA: Yaş yaprak Ağırlığı (g/bitki), KYA: Kuru yaprak ağırlığı (g/bitki), YKA: Yaş kök ağırlığı (g/bitki), KKA: Kuru kök ağırlığı (g/bitki), KU: Kök uzunluğu (cm), YGA: Yaş gövde ağırlığı (g/bitki), KGA: Kuru gövde ağırlığı (g/bitki), * %5, ** %1 anlamlı

Dağ çayında ise bitki boyu ile dal sayısı ($r=0,772$) ve kuru yaprak ağırlığı ($r=0,804$) arasında, dal sayısı ile yaprak sayısı ($r=0,836$), kuru yaprak ağırlığı ($r=0,851$), kuru kök ağırlığı ($r=0,823$), kök uzunluğu ($r=0,815$) ve kuru gövde ağırlığı ($r=0,803$) arasında, yaprak sayısı ile yaş yaprak ağırlığı ($r=0,942$), kuru yaprak ağırlığı

($r=0,926$), kök uzunluğu ($r=0,768$) ve yaş gövde ağırlığı ($r=0,814$) arasında, yaş yaprak ağırlığı ile kuru yaprak ağırlığı ($r=0,917$), yaş kök ağırlığı ($r=0,879$), kök uzunluğu ($r=0,776$) ve yaş gövde ağırlığı ($r=0,943$) arasında, kuru yaprak ağırlığı ile yaş kök ağırlığı ($r=0,791$), kök uzunluğu ($r=0,802$), yaş gövde ağırlığı ($r=0,793$) ve kuru gövde

ağırlığı ($r=0,777$) arasında, yaş kök ağırlığı ile yaş gövde ağırlığı ($r=0,904$) arasında, kuru kök ağırlığı ile kök uzunluğu ($r=0,812$) ve kuru gövde ağırlığı ($r=0,905$) arasında olumlu yönde yüksek korelasyonlar bulunmuştur. Ayrıca, bitki boyu ile yaprak sayısı ($r=0,73$) arasında, dal sayısı ile yaş yaprak ağırlığı ($r=0,712$) arasında, yaprak sayısı ile yaş kök ağırlığı ($r=0,727$) ve kuru gövde ağırlığı ($r=0,743$) arasında, yaş yaprak ağırlığı ile kuru gövde ağırlığı ($r=0,718$) arasında, kuru yaprak ağırlığı ile kuru kök ağırlığı ($r=0,728$) arasında, yaş kök ağırlığı ile kuru gövde ağırlığı ($r=0,73$) arasında ve kök uzunluğu ile yaş gövde ağırlığı ($r=0,752$) ve kuru gövde ağırlığı ($r=0,748$) arasında pozitif yönde korelasyonlar gözlenmiştir.

Tartışma

Adaçayı ve dağ çayı üzerine yaptığımız çalışmadan elde edilen sonuçlar diğer araştırmacılar ile kıyaslandığında; Kulak (2011) farklı tuz uygulamalarının (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nin gelişimi üzerine etkisini incelediği bir çalışmada; bitki boyunun 12,03-16,84 cm, yaş kök ağırlığının 6,78-24,55 g, kuru kök ağırlığının 1,96-7,88 g, yaş yaprak ağırlığının 8,50-22,62 g, kuru yaprak ağırlığının 3,89-7,52 g, yaş gövde ağırlığının 3,98-7,92 g ve kuru gövde ağırlığının 1,55-4,38 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Farklı tuz konsantrasyonlarının, adaçayında gelişmenin, 100 mM tuz düzeyine kadar fazla tepki göstermediği, ancak bu tuz düzeyinin üzerindeki seviyelerde bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilendiği rapor edilmiştir. İki domates genotipinde tuz stresi üzerine selenyum ve silikon uygulamalarının etkilerinin belirlendiği bir çalışmada, tuz+selenyum (200 mM NaCl+10µM selenyum) uygulamasında bitki boyunun 18,90-20,91 cm, yaprak sayısının 5,25-5,75 adet/bitki, kök kuru ağırlığını ise her iki genotipte de 0,14 g olarak bulmuşlardır. Araştırma sonucunda selenyum uygulamasının tuz stresinin etkilerini azaltıcı yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Avcu ve ark., 2013). Tuz stresi altında yetiştirilen hıyar bitkilerine 5 ve 10 µM dozlarında selenyum uygulamasının, bu bitkinin büyümesinde, fotosentetik pigmentlerin miktarının ve prolin içeriğinin artmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Nowak, 2009). Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), çörekotu (*Nigella sativa* L.) ve keten (*Linum usitatissimum* L.) tohumları üzerine yapılan çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 20, 40, 80, 160 mµ NaCl) bu bitkilerde çimlenme sayısını, çimlenme yüzdesini, sürgün ve kök uzunluğunu tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Yaldız ve ark., 2016). Silisyum ve selenyumun tuzlu koşullarda dereotunun verimliliği ve enzimatik değişiklikleri üzerine yapılan çalışmada tuzlu koşullarda, silisyum ve selenyumun eklenmesi, sadece tuzlu suya tabi tutulan bitki ile karşılaştırıldığında, tuzlu bitkide süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz aktivitelerini artırdığı belirlenmiştir. Bu elementlerin tuzlu koşullar altında uygulanması, bitki verimliliğini korumak için önem bir strateji olacağını bildirmişlerdir (Shekari ve ark., 2017). NaCl stresi (0, 30, 60 and 90 mM NaCl) altında sarımsak (*Allium sativum* L.) bitkisinin bazı fizyolojik özellikleri ve K, Na konsantrasyonları üzerine selenyum dozlarının (0, 4, 8 and 16 mg/L) etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, 8 mg/l t selenyum-30 mM NaCl uygulaması ve 4 mg/l selenyum-60 mM NaCl koşullarının klorofil indeksi ve karotenoid içeriklerini önemli ölçüde yükselttiği ve 16 mg/l

selenyum ve 90 mM NaCl uygulamalarının ise sarımsak yapraklarının su içeriklerini artırdığı belirlenmiştir (Astaneh ve ark., 2018). *Plectranthus scutellarioides* (L.)'de 40 mM ve 80 mM tuz koşullarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada büyüme parametreleri ve fotosentetik pigmentlerin konsantrasyonunda azalma ve antosiyanin ve serbest prolin birikiminde bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu özelliklerin, selenyumun 5 µM olarak uygulanması ile kısmen telafi edildiği belirtilmiştir. Ancak, selenyumun *P. scutellarioides*'in büyümesi ve fizyolojik parametreleri üzerindeki olumlu etkisi, sadece 40 mM tuz stresinde ortaya çıktığı belirtilmiştir (Hawrylak-Nowak ve ark., 2019). Domateste tuz stresi üzerine selenyum uygulanmasıyla bitkide tuza dayanıklılık potansiyelinin arttığı, bitki büyümesi, fotosentetik pigmentlerin miktarı ve prolin içeriğinin arttığı rapor edilmiştir (Avcu, 2013). Keling ve ark. (2013), 100 mM (NaCl) tuz stresi altında büyüyen (*Cucumis melo* L.) kavun fideleri üzerinde lipid peroksidasyonu ve antioksidan enzim aktivitesine selenyum (0, 2, 4, 8, 16 µM) dozlarının etkisini araştırmışlardır. Tuz stresinin önemli ölçüde, sap uzunluğu, gövde çapı ve kuru ağırlık özelliklerini azalttığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak da selenyumun tuz stresli kavun fidelerinin büyüme ve gelişmeleri üzerinde olumlu bir fizyolojik etkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar, yukarıda belirtildiği üzere farklı bitkilerle yapılan tuz-selenyum çalışmaları ile benzerlik göstermiş olup, tuzlu koşullarda bitkilerin büyümesinde olumsuz etki yapan tuz stresini azaltmak için uygulanan tuz-selenyum konsantrasyonları, bitkilerin büyüme parametreleri üzerine olumlu etki yapmıştır.

Sonuç

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlara göre, tuzlu ve tuzsuz koşullarda farklı dozda selenyum uygulamalarının etkisi hem adaçayında hem de dağ çayında tuzlu ve 40 mg/l selenyum uygulamalarının dışında olumlu olarak etkilemiştir. Adaçayında en yüksek bitki boyu, dal sayısı, yaş kök ağırlığı ve kuru gövde ağırlıkları kontrol-1 uygulamasında bulunurken, en düşük değerler genellikle tuzlu veya tuzsuz stres koşullarında 40 mg/l selenyum uygulamasında görülmüştür. En yüksek korelasyon ilişkisi dağ çayında yaş yaprak ağırlığı ile kuru yaprak ağırlığı ($r=0,917$) arasında görülmüştür. Bu durumda tuzlu koşullarda adaçayı ve dağ çayında 20 mg/l selenyum dozuna kadar olan uygulamalarda, bitkilerin büyüme parametrelerinde olumlu gelişmeler saptanmıştır.

Kaynaklar

- Akbari G, Sanavy SA, Yousefzadeh S. 2007. Effect of auxin and salt stress (nacl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (15): 2557-2561.
- Astaneh RK, Bolandnazar S, Nahandi FZ, Oustan S. 2018. The effects of selenium on some physiological traits and K, Na concentration of garlic (*Allium sativum* L.) under NaCl stress. Information Processing in Agriculture, 5: 156-161.
- Avcı, M. 2018. Excel'de araştırma sonuçlarının istatistiki analizi. <https://yeniavciistatistik.blogspot.com/> (Erişim tarihi: 03 Aralık 2019).

- Avcu S, Akhoundnejad Y, Daşgan HY. 2013. Domateste tuz stresi üzerine selenyum ve silikon uygulamalarının etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (1): 183-188.
- Burk RF. 1978. Selenium in nutrition. World Review of Nutrition and Dietetics, 30: 88-106.
- Çakmak İ, Öztürk L, Başağa H, Çekiç C, Taner S, Irmak S, Geren H, Kılıç H, Aydın N, Avcı M, Gezgin S. 2009. Türkiye’de seçilmiş bölgelerde buğdayların ve toprakların selenyum konsantrasyonunun araştırılması, selenyum gübrelemesine buğdayın reaksiyonu ve selenyumca zengin genotiplerin fizyolojik olarak karakterizasyonu. Proje No: 105 0 637. Tübitak Sonuç Raporu.
- Çamlıca M, Yıldız G. 2017. Effect of salt stress on seed germination, shoot and root length in basil (*Ocimum basilicum*). International Journal of Secondary Metabolite, 4 (3): 69-76.
- Davis JG, Steffens TJ, Engle TE, Mallow KL, Cotton SE, 2000. Diagnosing selenium toxicity. Colorado State University Cooperative Extension, 6: 109.
- Deliboran A. 2016. Selenyum, bitki, hayvan ve insan sağlığı. Bilinçli Yaşam Dergisi, 12: 26-32.
- Hamidi H, Safarnejad A. 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 8 (6): 705-709.
- Hawrylak-Nowak B, Rubinowska K, Molas J, Woch W, Matraszek-Gawron R, Szczurowska A. 2019. Selenium-induced improvements in the ornamental value and salt stress resistance of *Plectranthus scutellarioides* (L.) R. Br. Folia Horticulturae, 31(1): 213-221.
- Hartikainen H. 2005. Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 18: 309-318.
- Hosseini H, Rezvani Moghadam P. 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on isabgol (*Plantago ovata*). Iranian Journal of Field Crops Research, 4 (1): 15-22.
- Keling H, Ling Z, Jitao W, Yang Y. 2013. Influence of selenium on growth, lipid peroxidation and antioxidative enzyme activity in melon (*Cucumis melo* L.) seedlings under salt stress. Department of Horticulture, Anhui Agriculture University, 130 West Chang jiang Road, HeFei, Anhui 230036, China.
- Kulak M. 2011. Farklı tuz uygulamalarının adaçayı (*Salvia officinalis* L.)’nin gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı Kilis.
- Lichtenthaler HK. 1996. Vegetation stress: An introduction to the stress concept in plants. Journal of Plant Physiology, 148: 4-14.
- Mahdavi B, Sanavi SAMM, Balochi HR. 2007. The Effect of sodium chloride on the germination and seedling growth figures grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Iranian Journal of Biology, 20: 363-374.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition higher plants, (Second Edition), Academic Pres, London.
- Mikkelsen RL, Page AL, Bingham FT. 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops. In: Selenium agriculture and the environment, ed: L,W, Jacobs, Spec, Publ., 23. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Madison, WI, p: 65.
- Misra A, Srivastava AK, Srivastava NK, Khan A. 2010. Se-acquisition and reactive oxygen species role in growth, photosynthesis, photosynthetic pigments, and biochemical changes in essential oil(s) monoterpane of geranium (*Pelargonium graveolens* L.Her. ex. Ait.). American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 4 (1): 39-46.
- Mondal HK, Kaur H. 2017. Effect of salt stress on medicinal plants and its amelioration by plant growth promoting microbes. International Journal of Bio-resource and Stress Management, 8 (2): 316-326.
- Nowak BH. 2009. Beneficial effects of exogenous selenium in cucumber seedlings subjected to salt stress. Biological Trace Element Research, 132 (1-3): 259-69.
- Pennanen A, Xue T, Hartikainen H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany, 76: 66-76.
- Said-Al Ahl HAH, Omer EA. 2011. Medicinal and aromatic plants production under salt stress. Herba Polonica Journal, 57: 72-87.
- Seppanen M, Turakainen M, Hartikainen H. 2003. Selenium effects on oxidative stress in potato. Plant Science, 165 (2): 311-319.
- Shekari F, Abbasi A, Mustafavi SH. 2017. Effect of silicon and selenium on enzymatic changes and productivity of dill in saline condition. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16: 367-374.
- Surai PF. 2000. Organic selenium: Benefits to animals and humans, A Biochemist’s View. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech’s Sixteenth Annual Symposium, 16: 205-260.
- Xue TL, Hartikainen H. 2000. Association of antioxidative enzymes with the synergistic effect of selenium and uv irradiation in enhancing plant growth. Agricultural and Food Science, 9: 177-186.
- Xue TL, Hartikainen H, Piironen V. 2001. Antioxidative and growth promoting effects of selenium on senescing lettuce. Plant and Soil, 237: 55-61.
- Vriezen JAC, Bruijn FJ, Nusslein K. 2007. Responses of rhizobia to desiccation in relation to osmotic stress, oxygen, and temperature. Applied and Environmental Microbiology, 73: 3451-3459.
- Yıldız G, Çamlıca M, Özen F. 2016. Effect on the germination of some medicinal and aromatic plants of different salt concentrations. 2nd International Conference on Science, Ecology and Technology, 14-16 October 2016, 698-705, Barcelona/İspanya.
- Yılmaz G, Güvenç A. 2007. Ankara’da aktarlarda “adaçayı” adı altında satılan drogların morfolojik ve anatomik olarak incelenmesi. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 36 (2): 87-104.